

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GEOLOCALIZACIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE
VEHÍCULOS AUTOMOTRICES BASADO EN PROTOCOLOS
GPS/GSM/GPRS PARA LA CIUDAD DE PUNO”**

PRESENTADO POR:

**FREDY GONZALO COPARI ROMERO
FREDY TURPO TICONA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO – PERÚ
2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANOFACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
GEOLOCALIZACIÓN, MONITOREO Y CONTROL DE VEHÍCULOS
AUTOMOTRICES BASADO EN PROTOCOLOS GPS/GSM/GPRS PARA LA
CIUDAD DE PUNO”

TESIS PRESENTADA POR:

FREDY GONZALO COPARI ROMERO
FREDY TURPO TICONAPARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:
Mg. Ing. TEOBALDO RAUL BASURCO CHAMBILLA

PRIMER MIEMBRO

:
M.Sc. Ing. GAVINO JOSÉ FLORES CHIPANA

SEGUNDO MIEMBRO

:
Ing. LUIS ENRIQUE BACA WIESSE

DIRECTOR DE TESIS

:
M.Sc. Ing. GUIDO HUMBERTO CAYO CABRERA

PUNO – PERÚ

2015

ÁREA: Telecomunicaciones**TEMA: Teledetección**

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1 CAPITULO I	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2 CAPITULO II	16
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1 INVESTIGACIÓN DE NIVEL INTERNACIONAL.....	17
2.1.2 INVESTIGACIÓN DE NIVEL NACIONAL.....	18
2.2 SUSTENTO TEÓRICO	20
2.2.1 ¿QUÉ ES GEOLOCALIZACIÓN?.....	20
2.2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	21
2.2.3 BASES DE DATOS	26
2.2.4 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN GLOBAL POR SATÉLITE.....	30
2.2.5 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR RED CELULAR.....	42
2.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	50
2.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	52
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	52
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	52
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	52
3 CAPITULO III	55
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	56

3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.2 POBLACIÓN y MUESTRA.....	59
3.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	59
3.4 TÉCNICAS Y INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN .	59
3.5 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	60
3.6 PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS.....	60
4 CAPITULO IV	62
4.1 ANÁLISIS Y DISEÑO del sistema.....	63
4.1.1 RED DE COMUNICACIÓN	64
4.1.2 MÓDULO DE GESTIÓN DE DATOS	67
4.1.3 INTERFAZ WEB.....	71
4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	75
4.2.1 PROGRAMACIÓN DEL SERVERSOCKET	75
4.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS	79
4.2.3 PROGRAMACIÓN DE LA PAGINA WEB.....	80
4.3 RESULTADOS OBTENIDOS.....	81
4.3.1 GEOLOCALIZACIÓN DEL VEHÍCULO	81
4.3.2 MONITOREO DEL VEHÍCULO	83
4.3.3 CONTROL DEL VEHÍCULO.....	86
5 CONCLUSIONES.....	87
6 RECOMENDACIONES.....	88
7 BIBIOGRAFIA	89
8 ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Operacionalización de la variable Independiente	53
Cuadro N° 2: Operacionalización de la variable Dependiente.....	54
Cuadro N° 3: Especificaciones técnicas.....	93



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Las líneas Imaginarias de la Tierra.	22
Figura N° 2: Sistema de coordenadas geográficas.	23
Figura N° 3: Latitud de un punto P	23
Figura N° 4: Longitud de un punto P.	24
Figura N° 5: Elementos del sistema de coordenadas geográficas: paralelos(a), meridianos (b) y origen de coordenadas (c).....	24
Figura N° 6: Mapamundi con coordenadas geográficas.....	25
Figura N° 7: Tabla de bases de datos.	27
Figura N° 8: Formatos digitales de representar los datos geográficos.	30
Figura N° 9: Constelación de satélites NAVSTAR.....	32
Figura N° 10: Código pseudoaleatorio de tiempo GPS.	34
Figura N° 11: Sistema de Coordenadas GPS para el satélite y la estación receptora.....	35
Figura N° 12: Ubicación de estación receptora respecto a un satélite.	36
Figura N° 13: Ubicación de la estación receptora respecto a dos satélites.....	37
Figura N° 14: Ubicación de la estación receptora respecto a tres satélites.....	37
Figura N° 15: Plano con un punto de referencia.....	39
Figura N° 16: Plano con dos puntos de referencia.	40
Figura N° 17: Plano con tres puntos de referencia.	40
Figura N° 18: Celdas de Transmisión.....	43
Figura N° 19: Funcionamiento de la red móvil.....	44
Figura N° 20: Modelo del sistema a implementar.	61
Figura N° 21: Diseño del sistema.	64
Figura N° 22: Modulo TCP/IP.	65
Figura N° 23: Características de los ServerSockets TCP y UDP.	66

Figura N° 24: Cabecera TCP/UDP.	66
Figura N° 25: Relación entre tablas en una base de datos.	68
Figura N° 26: Tablas, campos y relaciones para nuestro proyecto.	70
Figura N° 27: Módulo de Gestión de datos.....	71
Figura N° 28: Estructura de una página web.....	74
Figura N° 29: Serversocket.	75
Figura N° 30: Encapsulamiento de datos.....	78
Figura N° 31: Diagrama de Relación de la base de datos implementada.	79
Figura N° 32: Localización del vehículo en tiempo real.....	82
Figura N° 33: Monitoreo del vehículo	84
Figura N° 34: Reporte generado del sistema	85
Figura N° 35: Funcionamiento del sistema de geolocalización	92
Figura N° 36: Vista frontal del GPS Tracker.....	94
Figura N° 37: Vista lateral del GPS Tracker.....	94
Figura N° 38: componentes del módulo GSM	95
Figura N° 39: Prueba del Server Socket.....	96
Figura N° 40: Antenas GPS y GSM.....	97
Figura N° 41: Esquema de bloqueo de la bomba de combustible.....	98

RESUMEN

Esta tesis describe la implementación de un sistema de geolocalización, monitoreo y control de vehículos automotrices, cuyo objetivo es el almacenamiento, procesamiento y la gestión de los datos enviados desde los dispositivos GPS/GSM/GPRS que se encuentran en los vehículos automotrices hacia los servidores alojados en la nube, facilitando las consultas de reportes, historial y monitoreo desde cualquier dispositivo que tenga conexión a internet. La técnica y la metodología empleada para el desarrollo de la aplicación, es la utilización de los protocolos GPS/GSM/GPRS en conjunto con los servidores de aplicaciones web; mediante el dispositivo GPS se calcula la posición del vehículo, y esta información se transmite mediante la red de sistemas celulares GPRS hacia un central de monitoreo para su respectivo proceder. La información enviada por los dispositivos vehiculares es importante para la toma de decisiones, es por este motivo que se desarrolla una aplicación web que permita visualizar reportes gráficos de los desplazamientos vehiculares en los mapas de Google Maps basándose en la base de datos. La conclusión de la investigación es que las comunicaciones mediante el protocolo GPRS son inmediatas y nos ayudan a optimizar los tiempos de envío en contraste con el servicio SMS, que no nos garantiza que los datos lleguen en el instante que fueron enviados, por otro lado el uso de herramientas de software libre para la programación de la plataforma web y los servidores, permite que nuestro sistema no se restrinja a licencias, y además todas estas herramientas pueden funcionar en todos los sistemas operativos presentes en el mercado.

Palabras claves: control, localización, monitoreo

ABSTRACT

This thesis describes the implementation of a system of geolocation, monitoring and control of automotive vehicles, whose objective is the storage, processing and management of the data sent from the GPS/GSM/GPRS devices that are in the automotive vehicles toward the servers hosted in the cloud, facilitating consultations of reports, history and monitoring from any device that has an internet connection.

The technical and the methodology used for the development of application, is the use of the protocols GPS/GSM/GPRS in conjunction with the web application servers; using the GPS device is calculates the position of the vehicle, and this information is transmitted through the network of cellular systems GPRS to a monitoring center for its respective proceed. The information sent by the vehicular devices is important to the decision-making, it is for this reason that we are developing a web application that enables display graphical reports of the displacement in the vehicular from Google Maps based on the database. The conclusion of the investigation is that communications via the GPRS protocol are immediate and help us to optimize the time of sent in contrast with the SMS service, which does not guarantee us that data arrive at the moment they were sent, on the other hand the use of software tools free for the programming of the web platform and servers It allows that our system is not restricted to licenses and also all of these tools can operate in all operating systems present on the market.

Key words: control, location, monitoring

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se utiliza la tecnología GPS (*Sistema de Posicionamiento Global*), para ubicar con precisión la posición de un objeto, persona o vehículo en todo el mundo, en este estudio se hará uso de la red GPRS con GPS para la ubicación, control de velocidad y la seguridad vehicular.

Los productos basados en *GSM/GPRS* y *GPS* se utilizan para una localización segura, más rápida de mayor cobertura y transferencia de información, estos productos son ideales para el rastreo de flotas y recuperación de vehículos para empresa de seguros, entre otros. Se usa la tecnología de la redes GPRS para transmitir datos en forma remota en zonas donde exista cobertura.

Al crear una conexión GPRS entre uno o varios dispositivos de cualquier celular y servidor conectado al internet, se establece la comunicación de datos entre estos, lo que a su vez permite desarrollar aplicaciones web, aplicaciones de escritorio procesando información que llega de estos dispositivos, así como envío de configuración, de activación de alertas, entre otros. En la actualidad como es de conocimiento existen herramientas no licenciadas como PHP, AJAX, MYSQL, el uso de cartografía gratuita de Google Maps, OpenStreetMap o herramientas de geo-referenciación para la búsqueda geolocalizada, o crear sistemas a la medida del usuario.

La presente tesis se encuentra dividida por cuatro capítulos, exponiendo a continuación:

En el CAPITULO I, se identifica el problema, justificación y objetivos de estudio por los cuales se va a desarrollar la investigación.

En el CAPITULO II, se realiza un análisis de la tecnología GPS/GSM/GPRS mediante conceptos principales.

En el CAPITULO III, se describe la metodología de investigación

En el CAPITULO IV, se da a conocer el análisis y resultados de la investigación.

Finalmente se adiciona las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos de la investigación desarrollada.





1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En los últimos años han ocurrido cambios radicales en el modo de como las personas requieren de la creación de sistemas para el control de diferentes áreas ya sean de uso personal como de uso empresarial, lo que ha originado la posibilidad de poder controlar, localizar y monitorear por redes de telecomunicaciones *GPRS/GSM/GPS*, por eso es que nos vemos en la obligación de hacer un análisis y estudio de los protocolos *GPS/GSM/GPRS*, ya que en la actualidad vivimos en una etapa plena del desarrollo de las telecomunicaciones y el acceso a la información.

Por otro lado, con el pasar del tiempo y el gran incremento de vehículos en nuestra región, se vuelve en una necesidad el poder controlar, monitorear y localizar dichos vehículos mediante las redes de telecomunicaciones, debido a la preocupación latente por los elevados índices de delincuencia en nuestro país, ya que las medidas de seguridad de la mayoría de los vehículos en la actualidad son obsoletas y vulnerables por delincuentes, es por esa razón que es necesario utilizar nuevas alternativas tecnológicas para aumentar la seguridad en los vehículos.

Con el avance de la tecnología de las telecomunicaciones, electrónica y la ingeniería automotriz, se ha vuelto más compacta y conjunta. Por ello, existen innumerables aplicaciones que día a día mejoran el desempeño, control y seguridad de los vehículos, es por esa razón que en el presente trabajo de investigación se pretende hacer un control, localización y monitoreo de unidades vehiculares basada por protocolos *GPS/GSM/GPRS*.

1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Concretando el interés de esta investigación y de lo expuesto anteriormente, se planteó la siguiente interrogante:

Pregunta general

¿Los protocolos *GPRS/GPS/GSM* son efectivos para el sistema de localización, monitoreo y control de vehículos automotrices?

Preguntas específicas

- ¿De qué manera se puede establecer una red de comunicación para que la transferencia de datos sea en tiempo real?
- ¿De qué manera se puede diseñar e implementar una base de datos para el almacenamiento y procesamiento de datos obtenidos del GPS y la red GPRS?
- ¿De qué manera se puede diseñar e implementar una interfaz WEB que permita conocer la posición geográfica, velocidad y estado del vehículo en un mapa digital?

1.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

Este trabajo de investigación se justifica bajo las siguientes razones:

Desde el punto de vista teórico, en la presente investigación se mostrara los sustentos teóricos sobre los protocolos GPRS/GSM/GPS, así mismo nos permitirá apreciar la utilidad de estos dispositivos para cuestiones de seguridad.

Desde el punto de vista Social, Se justifica ya que el presente trabajo de investigación tiene el propósito de otorgar total comodidad al usuario final,

puesto que este podrá monitorear la posición del vehículo desde la comodidad de su hogar u oficina asociado al sistema que se desarrollara.

Desde el punto de vista metodológico, se justifica ya que el presente trabajo de investigación pueda constituirse en una herramienta metodológica para quienes deseen profundizar sobre tema de telecomunicaciones, las cuales serán de gran aporte para quienes realicen investigaciones similares.

Desde el punto de vista práctico, se justifica ya que se desea aportar con el tema de tesis planteado para la seguridad vehicular que tanta falta nos hace en nuestro país.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se plantearon los siguientes objetivos:

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de geolocalización, monitoreo y control de vehículos automotrices basado en protocolos GPS/GSM/GPRS.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar una red de comunicación para la transferencia de datos por la red GPRS entre un servidor central y el dispositivo GPS.
- Diseñar e implementar una base de datos para el almacenamiento y procesamiento de datos obtenidos del GPS y la red GPRS.
- Diseñar e implementar una interfaz WEB que permita conocer la posición geográfica, velocidad y estado del vehículo en un mapa digital.



2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 INVESTIGACIÓN DE NIVEL INTERNACIONAL.

- SANCHEZ WEVAR, Juan Andres (2005). “Análisis y Estudio de Redes GPRS”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico. Chile. Universidad Austral de Chile.

Dicho trabajo de investigación realiza un análisis detallado del funcionamiento de una red GPRS, la cual considera como desarrollo entre la 2^o y 3^o generación de las comunicaciones móviles o inalámbricas. Para lograr esto, se mostrara en principio como es el funcionamiento y los componentes de las redes GSM, información que es importante para comprender de manera más fácil la estructura de la red GPRS, realizando un estudio y análisis de las distintas partes y componentes que intervienen en este tipo de redes.

- CASTRO DOMINGUEZ, Alberto (2013). “Sistema de control de temperatura a través de Arduino y la tecnología GPRS/GSM”. Tesis para optar el título profesional en Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica. México. Instituto Politécnico Nacional.

El objetivo del proyecto consiste en estudiar las posibilidades de desarrollo de un sistema para el control de la temperatura basado en la plataforma Arduino. Tras un análisis previo de las distintas placas Arduino, se evalúan una serie de módulo de expansión compatibles con dicha plataforma que nos permite ampliar sus funcionalidades, dotando al dispositivo de un sistema de comunicaciones en tecnología GPRS/GSM. El proyecto concluye con el diseño de una aplicación basada en el entorno de desarrollo Arduino que nos permita

evaluar las distintas capacidades de nuestro sistema, así como comunicarnos con la plataforma a través de SMS para el control remoto de la temperatura.

- MUÑOZ DÁVILA, Iván Alfredo (2013). “Investigación y desarrollo de un sistema de rastreo satelital para la ciudad de Guayaquil con proyección nacional, utilizando un microcontrolador, el modulo *GPS V23993* y un modem para la comunicación”. Tesis para optar el título de ingeniero Industrial. Guayaquil - Ecuador. Universidad de Guayaquil.

Dicho proyecto de investigación, tiene como meta desarrollar un método de producción industrial de un producto él será un dispositivo *GPS* con un sistema que obtenga la posición de un vehículo y la transmita a una terminal o computadora remota. Este proyecto ha sido pensado que de una manera estratégica bajar los índices de inseguridad que se vive en el país en los últimos años, esto debido a la sustracción y perdida de vehículos particulares en varias zonas de alto riesgo de la ciudad de Guayaquil.

2.1.2 INVESTIGACIÓN DE NIVEL NACIONAL.

- GODINEZ TELLO, Richard Junior Manuel (2011). “Diseño e implantación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM”. Tesis para optar el título profesional de ingeniero electrónico. Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de san Marcos.

Este trabajo de investigación tiene como problema de investigación el desborde de los ríos y lluvias intensas en el Perú que ha afectado a 1'451,251 personas entre los años 2003 y 2008, en este trabajo de tesis se desarrolló un módulo de telemetría basado en la red de telefonía móvil GSM (*Global System Mobile*) con el fin de alertar en forma temprana a una persona o grupo de

personas adecuadamente organizadas ante el incremento del nivel de agua y posible desborde de un río utilizando técnicas de sensoramiento de nivel de agua por medio de ultrasónico, gestión de datos medidos a través de un microcontrolador PIC18F4550, y luego transmitirlo y recibirlo por el usuario final utilizando para tal fin el módulo SIM548C de tecnología GSM. El usuario final dispondrá de acceso a los datos por medio de un equipo de celular o a través de un computador con interfaz gráfica en un centro de monitoreo, utilizando el Servicio de Mensaje Corto (SMS).

- BOCANEGRA URETA, Ruben Gabriel (2012). "Desarrollo de una aplicación web para el monitoreo de vehículos con dispositivo *GPS* que comercializa una empresa de telecomunicaciones". Tesis para optar el título profesional de ingeniero informático. Lima-Perú. Universidad Ricardo Palma.

Este proyecto de investigación aplicada presenta la metodología de desarrollo comprendida en la realización de una solución de monitoreo para vehículos con dispositivos *GPS*, el software propuesto forma parte del servicio de monitoreo vehicular que ofrece una empresa de telecomunicaciones. Se describe y especifica la arquitectura del sistema a través de casos de uso en las diversas disciplinas del proceso de desarrollo de software. Si bien existen diversas soluciones de monitoreo vehicular que son usadas en distintos centros de control, la solución propuesta agrupa las funcionalidades representativas de las mejores soluciones de monitoreo del mercado y las presenta de manera objetiva a través de una propuesta completa y puntual donde el usuario final pueda dar uso de la solución a través de un navegador web, así mismo se muestra el diseño de la solución utilizando las disciplinas y patrones que exige la ingeniería de software.

2.2 SUSTENTO TEÓRICO

2.2.1 ¿QUÉ ES GEOLOCALIZACIÓN?

Según Beltrán (2012) la Geolocalización es un concepto que hace referencia a la situación que ocupa un objeto en el espacio y que se mide en coordenadas de latitud(x), longitud (y) y altura (z).

Por otro lado según Pérez, Botella, & Muñoz (2011) la geolocalización hace referencia al posicionamiento de un punto espacial en un sistema de coordenadas y datos, estos sistemas se llaman sistemas de información geográfica y se definen como una integración de hardware, software y datos geográficos con el fin de capturar, almacenar, manipular y analizar la información geográfica referenciada de ellos; un sistema de información geográfica es un modelo de parte de la realidad referido a unas coordenadas geográficas que tienen el objetivo de satisfacer necesidades concretas de información, en estos sistemas podemos incluir puntos de interés que son puntos espaciales con información geográfica como: longitud, latitud o la altura; la ventaja de la geolocalización se pueden observar en el que mediante el etiquetado de esos puntos, el usuario puede encontrar una amplia variedad de información sobre un lugar específico.

La geolocalización es uno de los elementos estratégicos que se han consolidado en el año 2012. Para ello hay que atender a diversos aspectos como:

- Los Geoportales con los que se genera y obtiene información geográfica, con herramientas como: Google Maps, Google Earth, Openstreetmap, Ikimap,etc.

- La geolocalización social con la que sé que comparte información, como herramientas como Facebook, Twitter, Google+, Foursquare, Gowalla.

Existen numerosos ejemplos en donde se puede integrar esta herramienta, desde los propios destinos turísticos, hasta el transporte, el comercio, la educación, etc (Beltran, 2012).

2.2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Según OIRSA (2005) un sistema de información geográfica es un sistema de información asistido por el computador para la entrada, manipulación y despliegue de datos espaciales. El objetivo de estos sistemas es el tener:

- Ubicación espacial del problema de estudio
- Un sistema normal de recolección de datos
- Información organizada
- Información actualizada
- Información instantánea
- Representación gráfica del problema

El sistema de información geográfica es un instrumento para crear y actualizar mapas, constituyéndose en una tecnología para combinar e interpretar mapas y en una revolución informática en cuanto a la estructura, contenido y uso del mapa.

Un sistema de información geográfica es un conjunto de operadores que manipulan una base de datos espaciales. El sistema de información geográfica constituye un puente de soporte para la toma de decisiones entre el mundo real y el usuario.

2.2.2.1 SISTEMA DE COORDENADA GEOGRÁFICA

Según Ibañez, Gisbert, & Moreno (2010) un sistema de coordenadas geográficas utiliza dos de las tres coordenadas de un sistema de coordenadas esférico para situar cualquier punto en la superficie terrestre, la **latitud** y la **longitud**.

Las coordenadas geográficas son líneas que sirven de referencia para poder determinar la posición de un punto. Son líneas a través de las cuales se pueden localizar puntos en la superficie terrestre en la representación cartográfica se llaman paralelos y meridianos y forman parte de una red imaginaria denominada coordenadas geográficas. La tierra, como ya sabemos, gira alrededor de un eje denominado eje de la tierra o líneas de polos. A los extremos de este eje se les llama Polo Norte y Polo Sur y el círculo máximo perpendicular a este eje se le llama línea del Ecuador. El Ecuador divide a la tierra en dos hemisferios, Hemisferio Norte y Hemisferio Sur, y los círculos menores paralelos al Ecuador son los llamados Paralelos y los círculos máximos que pasan por los polos se denominan Meridianos, entre los meridianos el más importante es el llamado meridiano 0° o Greenwich.

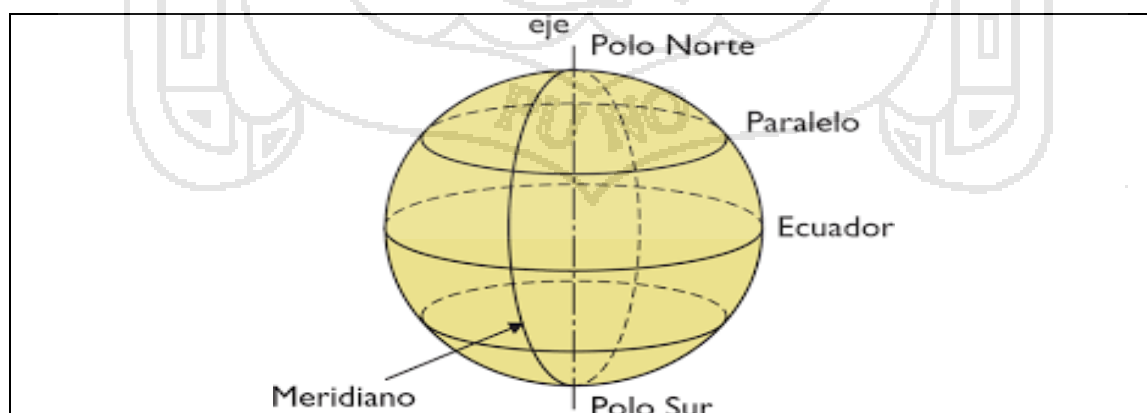


Figura N° 1: Las líneas Imaginarias de la Tierra.
Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.

Las coordenadas geográficas son aquellas que indican la posición de un punto en la superficie terrestre tomando como referencia la latitud y la longitud.

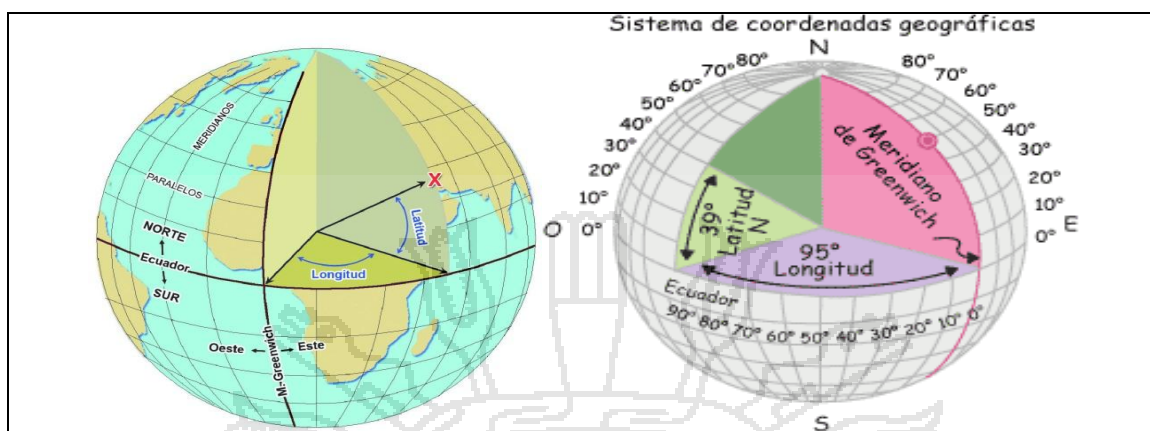


Figura Nº 2: Sistema de coordenadas geográficas.
 Fuente: Herring T.: “The Global Positioning System”, Scientific American, 1996.

La **latitud geográfica** es el ángulo entre un punto a saber y el ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto. Esta latitud se mide en grados, minutos y segundos sexagesimales. Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen igual latitud. Tomará valores de 0° del ecuador a 90° de los polos, aquellos que se encuentran al norte del ecuador reciben la denominación de Latitud norte (0° a 90°) y aquellos que se encuentran al sur del ecuador reciben la denominación de Latitud sur (0° a -90°); al ecuador le corresponde la latitud de 0° , los polos Norte y sur tienen 90° N y 90° S respectivamente.

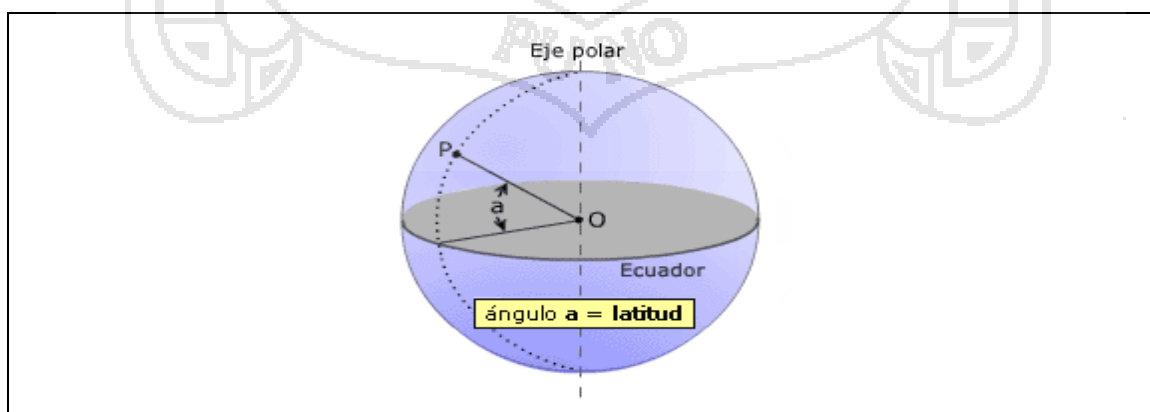


Figura Nº 3: Latitud de un punto P
 Fuente: Herring T.: “The Global Positioning System”, Scientific American, 1996

La **longitud geográfica** es el ángulo de la distancia que existe entre un punto a saber y el meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto; se expresa en grados sexagesimales, todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud; Se mide de 0° a 180° ; aquellos que se encuentran al oriente del meridiano de Greenwich reciben la denominación de Este (0° a 180°), aquellos que se encuentran al occidente del meridiano de Greenwich recibe la denominación Oeste (180° a 0°), al meridiano de Greenwich le corresponde la longitud de 0° .

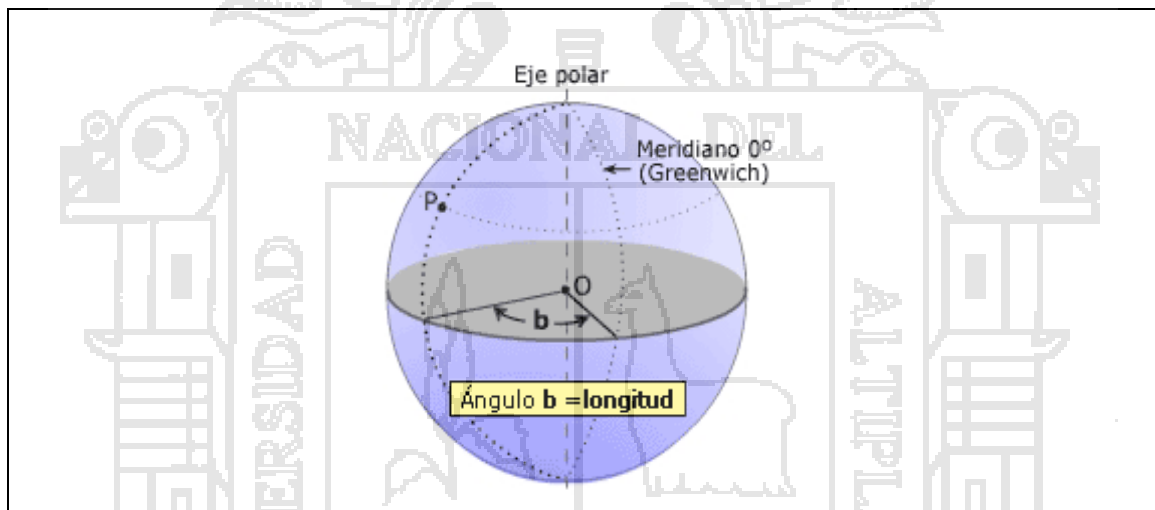


Figura N° 4: Longitud de un punto P.

Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.

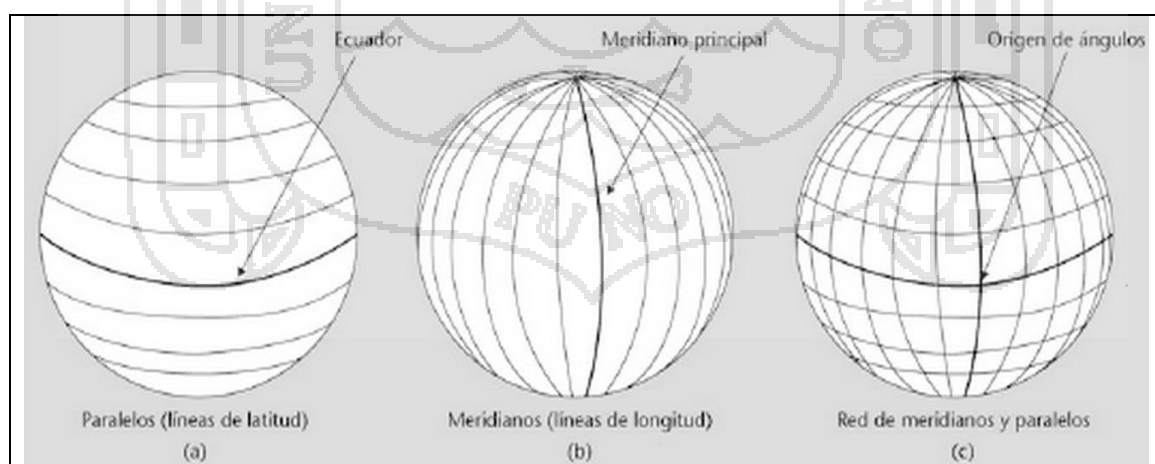


Figura N° 5: Elementos del sistema de coordenadas geográficas: paralelos(a), meridianos (b) y origen de coordenadas (c).

Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.

2.2.2.2 COMO CALCULAR LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE UN PUNTO EN UN MAPA

Conociendo las coordenadas geográficas (latitud y longitud) podemos situar el punto donde nos encontramos en la superficie terrestre.

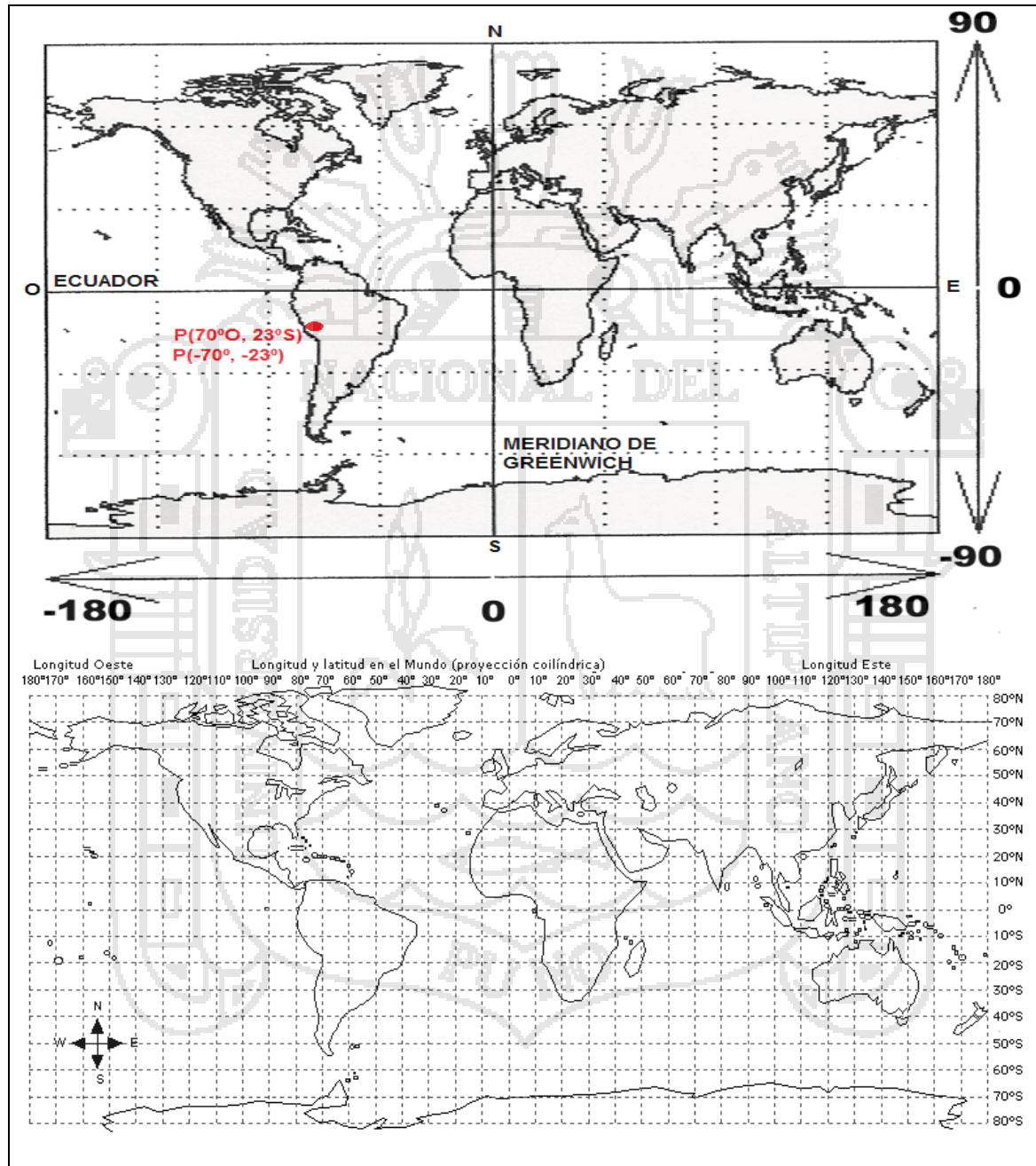


Figura Nº 6: Mapamundi con coordenadas geográficas.
Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.

2.2.3 BASES DE DATOS

Según Reinoso & Calixto (2012) una base de datos es un conjunto de datos estructurados y definidos a través de un proceso específico, que busca evitar la redundancia, y que se almacenara en algún medio de almacenamiento masivo, como un disco.

Por otro lado, según Rodríguez (2013) Una base de datos es la representación de una colección de datos estructurados que describe las actividades de una organización. Esta representación incluye entidades del mundo real y sus interrelaciones y tiene que permitir diversas utilidades.

Las bases de datos geográficas son bases de datos que almacenan información para sistema de información geográfico, que están organizados en tablas:

- Las tablas se organizan en campos y registros de manera similar a las columnas y filas de una hoja de cálculo.
- Cada uno de los registros de la tabla representa un objeto con las mismas propiedades.
- Cada una de las propiedades está almacenada en un campo de un tipo determinado.
- Toda tabla tiene una clave primaria formada por un campo o conjunto de campos. La clave primaria identifica inequívocamente cada uno de los registros según su valor.

En la figura 7 se puede apreciar una tabla con sus campos y sus registros.

TABLA		CAMPOS			
		DNI	NOMBRES	APELLIDO	TELÉFONO
REGISTROS		1234567X	Pep	Campos	897876765
		2345671X	María	Campos	89787665
		3456712X	Pau	Valls	--
		4567123X	Pol	Prast	234562817
		5671234X	Pep	Brou	--
		6712345X	Marta	Miro	345654765

Figura Nº 7: Tabla de bases de datos.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

2.2.3.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS

Según Rodríguez (2013) un sistema de gestión de bases de datos (SGBD), es un software específicamente diseñado y desarrollado para asistir en la creación, la manipulación y el mantenimiento de las bases de datos, además de proporcionar herramientas para añadir, borrar, modificar y analizar los datos. Por tanto debe permitir:

- Definir una base de datos: especificar tipos, estructuras y restricciones de datos.
- Construir la base de datos: guardar los datos en algún medio controlado por el mismo SGBD.
- Manipular la base de datos: realizar consultas, actualizarla, generar informes.

Tipos de sistemas de gestores de bases de datos:

- Oracle
- SQL Server
- PostgreSQL
- MySQL
- Access, entre otros

2.2.3.2 BASES DE DATOS GEOGRÁFICOS

Según Perez, Botella, & Muñoz (2011) los datos geográficos son la representación digital de entidades, objetos o fenómenos que ocurren sobre la superficie de la Tierra o cerca de ésta.

Las bases de datos geográficos deben almacenar y permitir la exportación, modificación y consulta de entidades que recopilen información tanto geográfica como alfanumérica. Un elemento geográfico es el conjunto de la geometría que lo representa sobre el territorio y los atributos alfanuméricos que describen las propiedades. Básicamente, hay dos formas de modelar la realidad:

- Almacenamiento de datos vectoriales
 - **Objetos puntuales.** Son objetos que se encuentran en un punto concreto de territorio. Por ejemplo, un árbol, la posición actual de un coche o un restaurante. Objetos de dimensión cero.
 - **Objetos lineales.** Son objetos que se distribuyen linealmente sobre el territorio. Por ejemplo, un río, una carretera, una red de distribución eléctrica o una curva de nivel. Objetos de dimensión uno.
 - **Objetos área.** Son objetos que ocupan un área de territorio. Por ejemplo, el mar, una zona boscosa, una parcela agrícola o las zonas verdes de una ciudad. Objetos de dimensión dos.
- Almacenamiento de datos *ráster*
 - **Coberturas.** Información geoespacial que representa fenómenos que varían en el espacio. Por ejemplo, la cantidad de nitratos del suelo, la cota o la calidad del aire. Es un fenómeno en el que cada punto del territorio tiene un valor diferente.

- **Imágenes ráster.** Imágenes o fotografías aéreas que se sitúan sobre el territorio.

Todos los datos geográficos tienen en común una localización en la tierra que puede ser capturada y almacenada (atributos y propiedades que caracterizan estos datos).

Los datos geográficos, tienen dos grandes familias de formatos de almacenes en los sistemas de información: los ficheros y las bases de datos. Los ficheros se usan principalmente para informaciones con poco volumen que se suelen consultar en bloques; las bases de datos se utilizan para grandes bloques de información que se quieren explorar y consultar de manera parcial.

Existe una gran diversidad de formatos sobre ficheros. Los archivos CAD, los archivos *raster*, el formato GML, el formato KML, etc. La tendencia actual, sin embargo, es tratar todas las fuentes de datos como si fueran tablas de bases de datos, con campos y registros.

Los datos geográficos, al igual que los datos simplemente alfanuméricos, se pueden guardar en multitud de formatos y modelos. Elegir un formato u otro es tarea de los diseñadores y analistas en muchas ocasiones es la clave del éxito de un proyecto de los sistemas de información geográfica (Perez, Botella, & Muñoz, 2011).

El desarrollo de una base de datos espacial conlleva una simplificación de la realidad para adoptarla a un modelo de datos. Tal como se muestra en la figura, existen dos formatos de datos: vectorial y ráster.

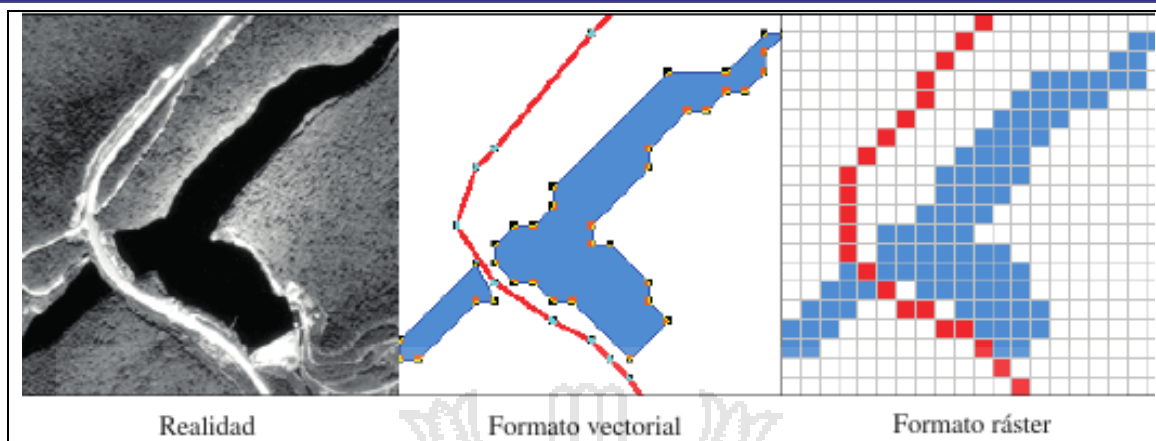


Figura Nº 8: Formatos digitales de representar los datos geográficos.
Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.

En el modelo vectorial se considera que la realidad está dividida en una serie de objetos discretos (puntos, líneas, polígonos), en el modelo ráster por el contrario se considera la realidad como un continuo basado en la variación continua y en el que las fronteras son la excepción. La representación se realiza dividiendo ese continuo en una serie de celdillas o píxeles, asignándole a cada una un valor para cada una de las variables consideradas. Los cambios de escala van a reflejarse en el tamaño de estas celdillas (Peña, 2010).

2.2.4 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN GLOBAL POR SATÉLITE

Según Carles (2013) los sistemas de navegación por satélite (GNSS) son sistemas de cobertura global para determinar la posición y el tiempo, que puede estar formado por una o más constelaciones de satélites, por receptores aeronáuticos, por un sistema de monitoreo de la integridad de la señal y complementando con los sistemas de aumentación necesarios para dar soporte a los diferentes operaciones y maniobras que habitualmente se realizan en la navegación aérea.

Los sistemas de navegación por satélite son constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre. Estos permiten determinar las

coordenadas de un punto dado como resultado de la recepción de señales provenientes de constelación de satélites artificiales de la Tierra para fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, y otras actividades afines.

La navegación por satélite se basa en cálculo de una posición midiendo las distancias de un mínimo de tres satélites de posición conocida. En la práctica, un receptor capta las señales de sincronización emitida por los satélites y el tiempo exacto en que fue transmitida; la posición del satélite se transmite en un mensaje de datos que se superpone en un código que sirve con referencia de la sincronización.

Actualmente hablar de GNSS es hablar del sistema de posicionamiento global (GPS), sigla que por otra parte ha sido adoptada de forma coloquial por la comunidad de usuarios, el sistema GPS, desarrollado y mantenido por el ejército de EE.UU. desde hace ya 34 años, 1978 fue el año de puesta en órbita del primer satélite, provee de señal de posicionamiento de alta precisión y de señal de tiempo a los efectivos militares americanos desplegados en cualquier parte del mundo (Carles, 2013).

2.2.4.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

Según Carles (2013), el sistema de posicionamiento global (GPS), desde sus inicios el sistema fue diseñado tanto para uso militar como para uso en aplicaciones civiles. En aquellos momentos iniciales del sistema, posiblemente se pensó que los topógrafos, cartógrafos y geodestas serían sus principales usuarios, sin llegar a imaginar la cantidad de aplicaciones y diversidad de usuarios que podrían llegar a desarrollar en el futuro.

El sistema de posicionamiento global es un sistema de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o nave, con una precisión de hasta de centímetros.

Este sistema está compuesto por tres sistemas principales que son considerados como la arquitectura del sistema GPS:

- Sistema Satelital
- Sistema de Control Terrestre
- Sistema del Usuario

Sistema Satelital.- El sistema satelital es una constelación de 24 satélites denominada NAVSTAR que gira alrededor de la Tierra en seis planos orbitales a unos 60° entre sí, con cuatro satélites en cada plano. Hay 21 satélites activos y 3 de reserva. En caso de falla de un satélite, uno de los de reserva puede ocupar su lugar.

La figura 9 muestra las orbitas de los 21 satélites funcionales de la red NAVSTAR.

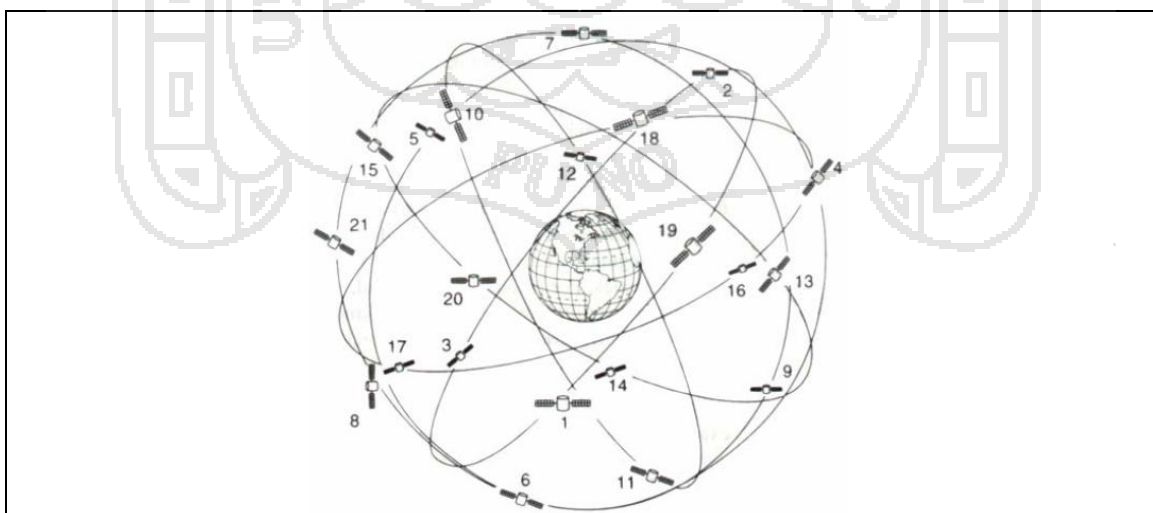


Figura Nº 9: Constelación de satélites NAVSTAR.

Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.

Esta red de satélites fue desarrollada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América y declarada totalmente operativa desde el 27 de abril de 1995. Al principio, creada exclusivamente para fines militares y, posteriormente dado las aplicaciones tecnológicas, se puso al servicio de la comunidad civil.

Sistema de Control Terrestre.- El sistema de control terrestre, llamado *sistema de control de operación*, incluye todas las estaciones monitoras terrestres fijas que se encuentran ubicadas en todo el mundo. Las estaciones monitoras no son más que receptores GPS que rastrean los satélites cuando pasan sobre ellas y acumulan datos de telemetría y efemérides de los mismos.

El sistema de control terrestre está formado por las infraestructuras en tierra que permiten controlar el funcionamiento de los propios satélites y preparar y suministrar los datos de navegación que serán transmitidos por los satélites.

Sistema del Usuario.- El sistema del usuario de GPS consiste en todos los receptores GPS y la comunidad de usuarios. Los receptores GPS convierten las señales recibidas de los vehículos espaciales en estimaciones de posición, velocidad y tiempo.

2.2.4.2 COMO FUNCIONA EL SISTEMA GPS.

El sistema GPS funciona determinando cuanto tiempo tarda una señal de radio transmitida de un satélite en llegar al receptor en tierra y a continuación con ese tiempo, calcula la distancia entre el satélite y el receptor de la estación terrestre. Las ondas de radio viajan aproximadamente a la velocidad de la luz a 3×10^8 m/s. Si un receptor puede determinar con exactitud donde comenzó un

satélite a mandar un mensaje de radio y exactamente cuando recibió el mensaje, puede determinar el tiempo de propagación (retardo).

A partir del tiempo de propagación, el receptor puede determinar la distancia entre él y el satélite, con la ecuación:

$$d = v \times t$$

Dónde:

d = distancia entre el satélite y el receptor (metros)

v = velocidad (3×10^8 m/s)

t = tiempo de propagación (segundos)

Claro está que el objetivo es determinar con exactitud cuando salió la señal de sincronización del satélite. Para determinarlo, el transmisor del satélite y el receptor de la estación terrestre producen códigos idénticos de sincronización (pseudoaleatorios) exactamente al mismo tiempo, tal como se muestra en la figura.

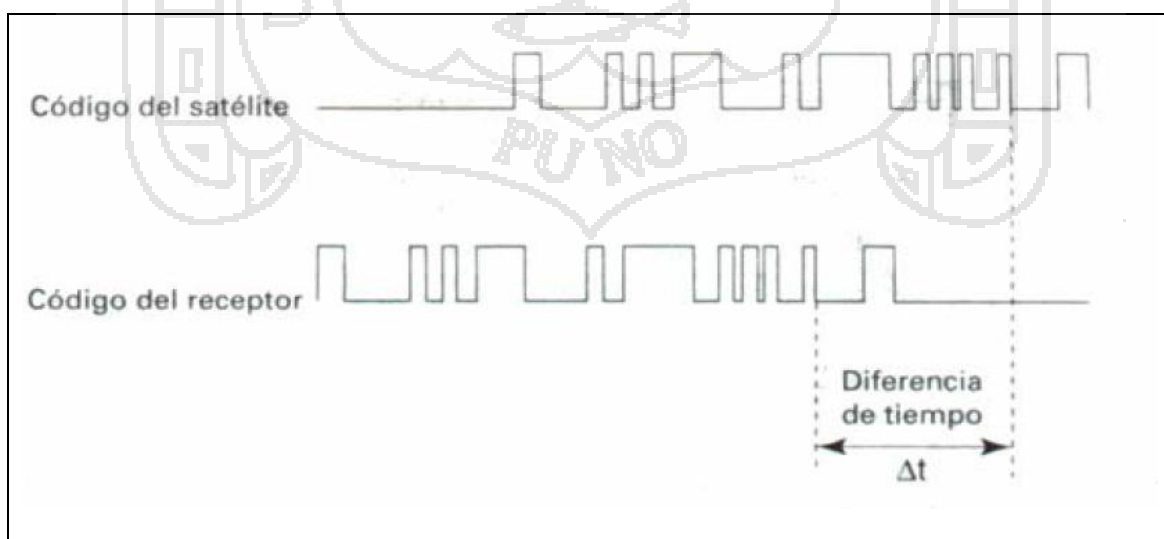


Figura N° 10: Código pseudoaleatorio de tiempo GPS.
Fuente: [//dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8706/4/T10891CAP2.p](https://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8706/4/T10891CAP2.p).

Cada satélite transmite en forma continua un código de sincronización precisa. Después de haber recibido un código de sincronización, un receptor sólo lo compara con su propio código, producido en forma local, para determinar el tiempo de propagación. La diferencia de tiempo multiplicada por la velocidad de la señal de radio determina la distancia al satélite.

Por ejemplo:

Si se sabe que la *diferencia de tiempo* (Δt) mostrada en la figura es igual a 4 milisegundos; entonces la distancia entre el receptor y el satélite, de acuerdo a la ecuación anterior es:

$$d = 3 \times 10^8 \text{m/s} \times 4 \text{ms} = \mathbf{1200 \text{ Km}}$$

Para que un receptor en tierra determine su longitud y latitud, debe recibir señales de tres o más satélites, debido a que se tienen tres incógnitas: X, Y y Z que son las coordenadas que determinan la posición del receptor.

Cada satélite envía al receptor su propio código pseudoaleatorio de sincronización y su localización. La ubicación de un satélite se describe con un sistema tridimensional de coordenadas en relación con el centro de la Tierra, como se ve en la figura 11.

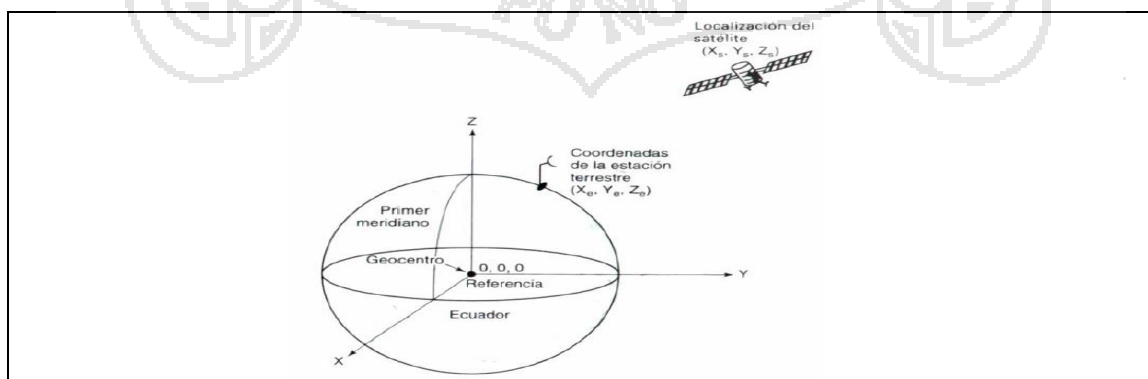


Figura Nº 11: Sistema de Coordenadas GPS para el satélite y la estación receptora.

Fuente: http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10038_07_Javier_Portillo_idc30782.pdf

El centro de la Tierra es el punto de referencia, y sus coordenadas son 0, 0, 0. Así, cada satélite tiene sus coordenadas X_s , Y_s , Z_s que determinan su lugar con respecto al geocentro. Sin embargo, las coordenadas de los satélites se deben actualizar en forma continua, ya que varían cuando los satélites recorren sus órbitas. También, el lugar de una estación terrestre tiene coordenadas tridimensionales, X_e , Y_e , Z_e referidas al centro de la Tierra como se muestra en la figura anterior.

Si una estación terrestre receptora conoce la ubicación de un solo satélite y la distancia entre el satélite y ella, sabe que debe estar en algún lugar de una esfera imaginaria centrada en el satélite y con un radio igual a la distancia del satélite al receptor. Esto se ve en la siguiente figura.

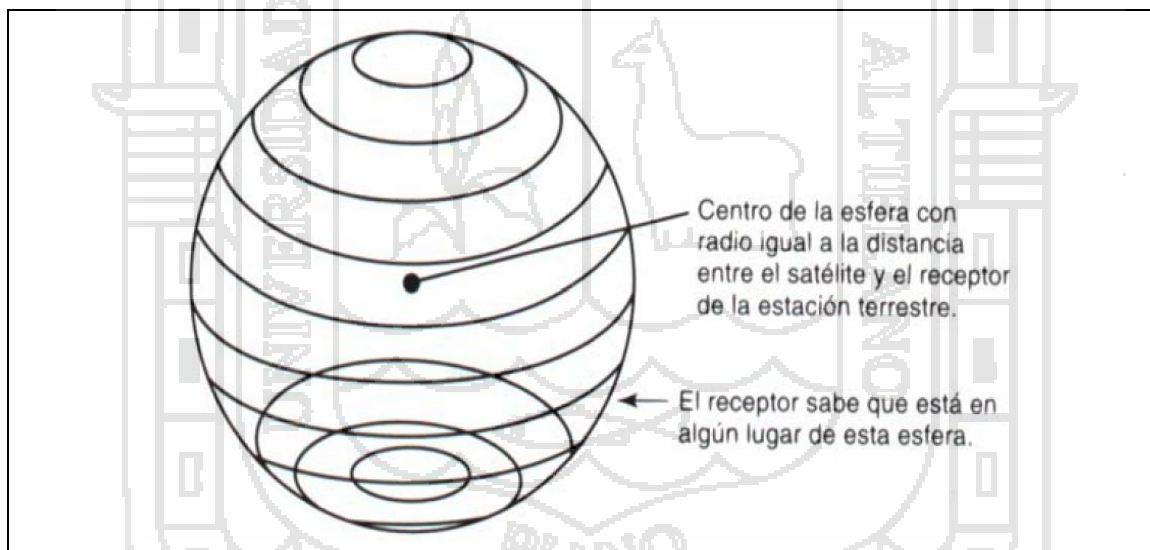


Figura Nº 12: Ubicación de estación receptora respecto a un satélite.

Fuente: http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10038_07_Javier_Portillo_idc30782.pdf

Si el receptor conoce el lugar de dos satélites y sus distancias al receptor, sabe que su lugar está en algún lugar del círculo formado por la intersección de las dos esferas, como se muestra en la siguiente figura 13.

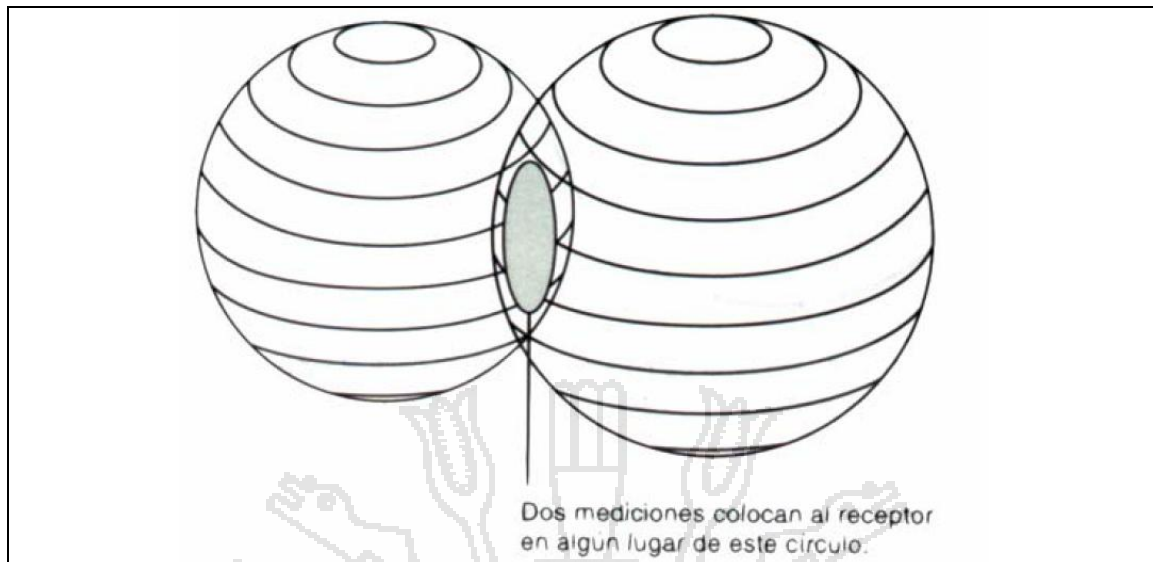


Figura N° 13: Ubicación de la estación receptora respecto a dos satélites.

Fuente: http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10038_07_Javier_Portillo_idc30782.pdf

Si se conoce la ubicación y la distancia de un tercer satélite, el receptor puede ubicar su posición en uno de los dos lugares posibles en el espacio, como se ve en la siguiente figura 14.

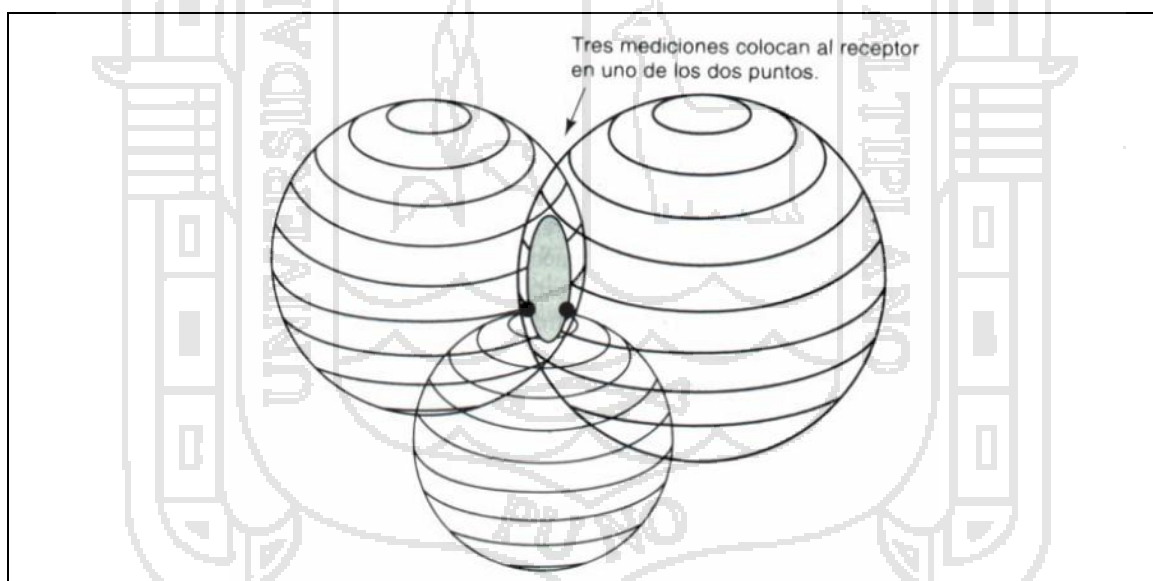


Figura N° 14: Ubicación de la estación receptora respecto a tres satélites.

Fuente: http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10038_07_Javier_Portillo_idc30782.pdf

Los receptores GPS pueden determinar, en general, cual es el punto correcto de ubicación porque el otro punto suele tener coordenadas que apuntan a un lugar que se encuentra fuera de la tierra.

2.2.4.3 GPS DIFERENCIAL

El GPS *diferencial* hace todavía más exacto al GPS normal. El GPS diferencial funciona anulando la mayoría de los errores naturales y artificiales que se filtran en las mediciones normales GPS. La inexactitud de las señales del GPS se deben a una diversidad de fuentes, como los desplazamientos del reloj del satélite, orbitas imperfectas y variaciones en la atmosfera terrestre.

En el GPS diferencial, un segundo receptor se coloca en un lugar cuya posición exacta se conoce. Calcula su posición a partir de los datos del satélite y a continuación la compara con su posición conocida. La diferencia entre las posiciones calculada y conocida es el error de la señal GPS. El GPS diferencial solo es práctico en lugares donde se puede dejar en forma permanente un receptor, como por ejemplo, cerca de un aeropuerto.

Las fuentes de error en el GPS se pueden clasificar en: errores en los satélites, errores atmosféricos, errores multitrayectoria, errores en el receptor y disponibilidad selectiva.

Errores en los satélites: son causados por errores del reloj, errores en la posición difundida y errores orbitales en un satélite.

Errores atmosféricos: se generan debido a que la propagación de la señal radio a través de la troposfera e ionosfera provoca retardos de la señal.

Errores multitrayectoria: se producen cuando la señal que llega a la antena del GPS no es directa, si no reflejada, debido a la obstrucción de edificios, arboles, montañas, etc.

Errores en el receptor: provocados por el ruido electrónico generado por fuentes externas e internas al receptor o por errores en el reloj de mismo.

Disponibilidad selectiva: error intencionado aportado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para evitar que usuarios no autorizados dispongan de un posicionamiento muy preciso y utilicen esta tecnología en su contra.

2.2.4.4 TRIANGULACIÓN

La triangulación consiste en que, conociendo la distancia de un objeto a varios puntos de referencia cuyas posiciones son conocidas, se puede calcular la posición de mismo a partir de la intersección de las curvas cuyo centro es uno de los puntos y cuyo radio es la distancia del punto y cuyo radio es la distancia del punto al objeto.

En un plano sucedería lo siguiente. El objeto del que se quiere calcular su posición es el triángulo azul. Para el punto de referencia rojo, la primera curva sería la circunferencia roja cuyo radio es la distancia al objeto. El objeto podría estar en cualquier punto de dicha circunferencia.

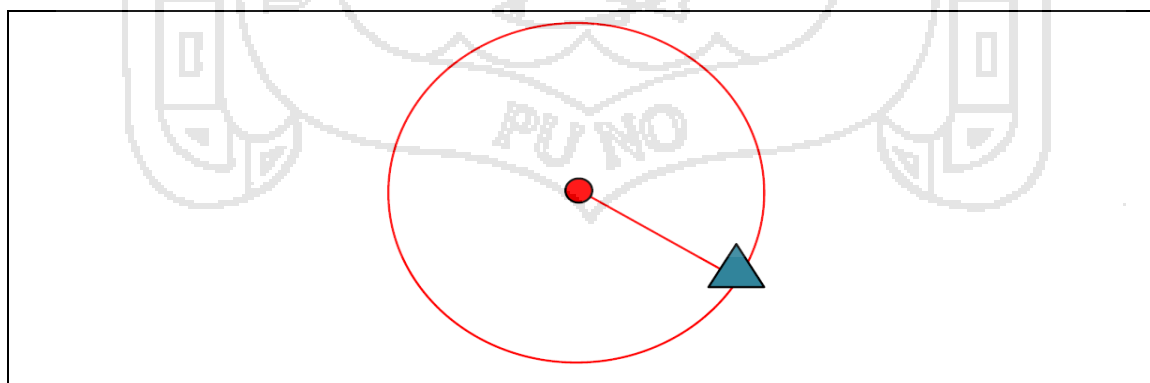


Figura Nº 15: Plano con un punto de referencia.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Si se añade un segundo punto de referencia (verde) y se incluye su curva, la intersección de ésta con la primera dará dos posibles puntos donde encontrar el objeto.

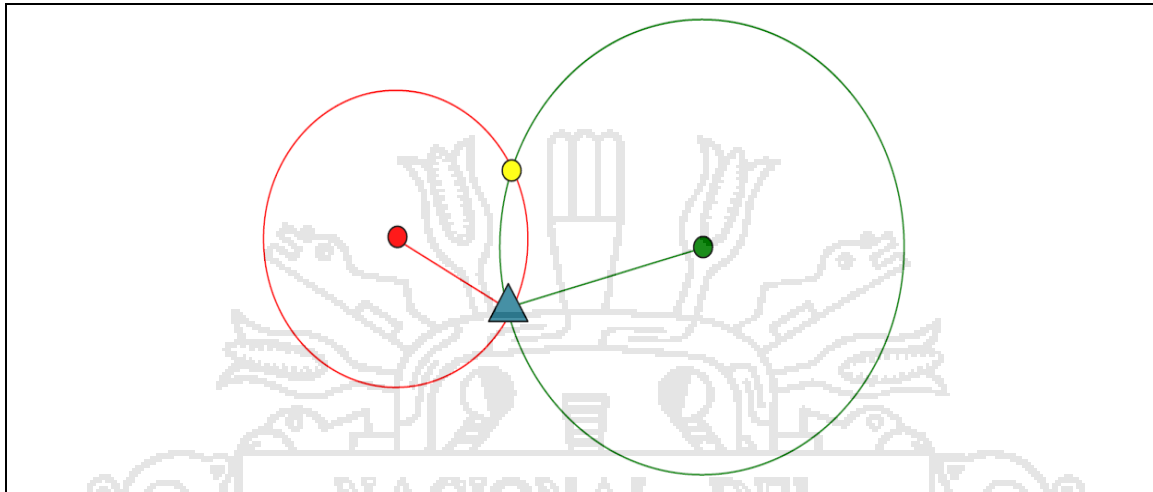


Figura Nº 16: Plano con dos puntos de referencia.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Al añadir un tercer punto de referencia (morado), la intersección de su curva con las otras dos define exactamente la posición de objeto.

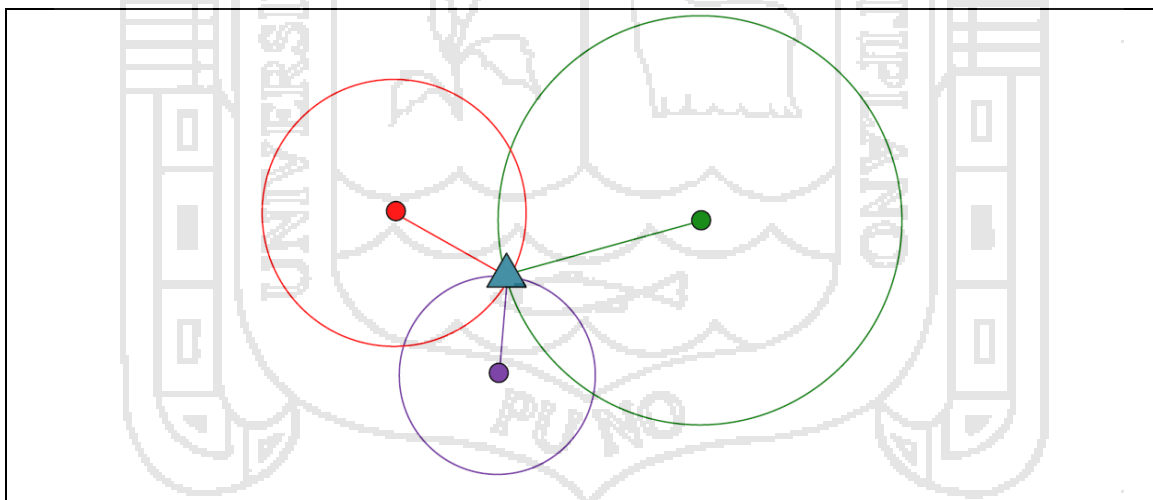


Figura Nº 17: Plano con tres puntos de referencia.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Si esto mismo se traslada al sistema GPS, para poder situar la ubicación del receptor habría que hacer lo mismo, solo que en vez de circunferencias se tendrían que intersectar esferas.

2.2.4.5 APLICACIONES DE LOS RECEPTORES GPS

Los receptores GPS tienen una gran variedad de aplicaciones, entre las más importantes se encuentran: el posicionamiento, navegación, diseminación de la hora, cartografía, topografía y muchas otras aplicaciones que aún están en vías de desarrollo.

Posicionamiento, la primera y más obvia aplicación del GPS es la simple determinación de una posición o localización. El GPS es el primer sistema de posicionamiento que ofrece una localización altamente precisa en cualquier punto, hora y condición climática del planeta.

Navegación, El GPS determina la posición exacta en la que se encuentra alguien o algo, pero a veces es importante conocer cómo es que se puede llegar a un determinado sitio; a esto se llama navegación.

Diseminación de la hora, en ocasiones es necesario sincronizar los relojes en todo el mundo con el fin de tener una hora exacta y de esa forma controlar la llegada de vuelos en los aeropuertos, sincronizar programas de televisión, entre otras actividades que requieren una estricta sincronización de tiempo. Para lograr esto, se utilizan receptores GPS; ya que estos constantemente están recibiendo la hora exacta de los satélites.

Cartografía, una de las aplicaciones más importantes del sistema GPS es la cartografía. Permite la realización de mapas digitales con el fin de ubicar la posición exacta de calles, centros comerciales, parques, gasolineras, estación de policía, bomberos, ambulancias, ríos, bosques, etc. La cartografía es muy útil para establecer la ruta más corta de un punto a otro y para guiar eficazmente a un vehículo o persona hacia su destino.

Topografía, el sistema GPS es útil para representar gráficamente, a través de un mapa digital, los accidentes geográficos de la superficie terrestre como son: montañas, mesetas, valles, etc.; gracias a que este sistema, además de proporcionar la posición, también tiene la capacidad de proporcionar la altitud a la que se encuentra.

2.2.5 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR RED CELULAR

Según Sendin (2004), los sistemas de comunicaciones móviles están constituidos por dos grandes partes: una red de comunicaciones y los terminales que permiten el acceso a dicha red.

2.2.5.1 TELEFONÍA CELULAR

La telefonía celular permite tener una comunicación en tiempo real, transmitiendo voz y datos, gracias a la velocidad con que viaja la información por las redes existentes.

La red de telefonía móvil consiste en un sistema telefónico en el que mediante la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio llamada estación base y una serie de centrales telefónica de conmutación, se posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles que se conocen como teléfonos móviles o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

La idea del sistema celular es la división de la ciudad en pequeñas células o celdas. Esta idea permite la reutilización de frecuencias a través de la ciudad, con lo que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo. La red celular es entonces una Red de celdas que cada una cuenta con su propio transmisor, conocida como estación base. Estas celdas son usadas con el fin

de cubrir diferentes áreas para proveer cobertura de radio sobre un área más grande que el de una celda.

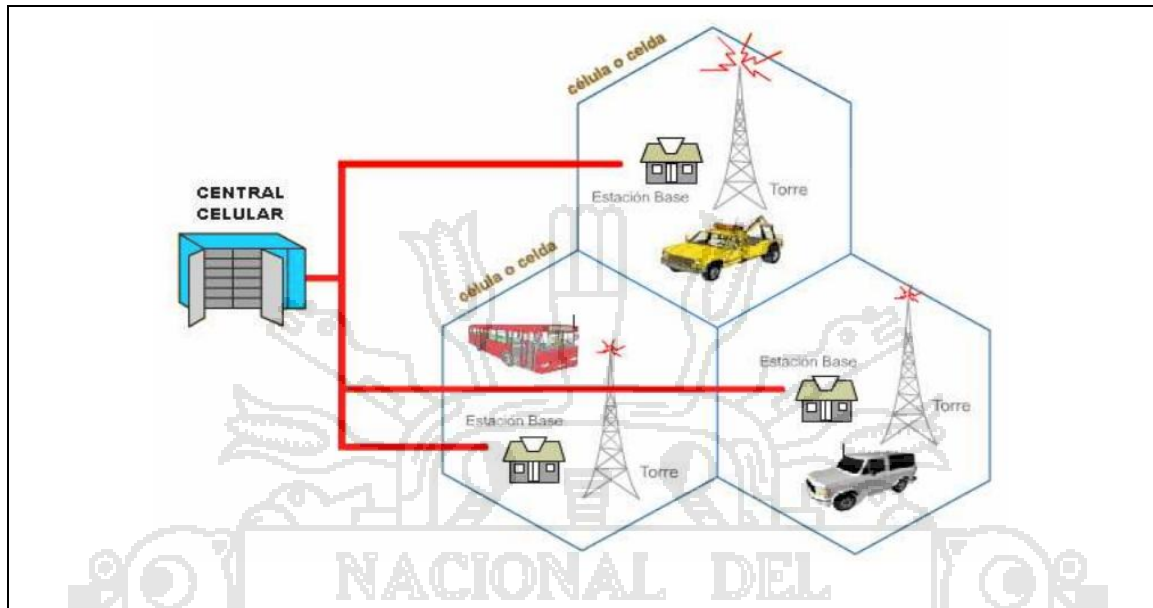


Figura N° 18: Celdas de Transmisión.

Fuente: Lee W.: "Wireless & Cellular Telecommunications". 3rd Ed., McGraw Hill, 2006.

El teléfono móvil envía la señal que es recibida por la estación y es remitida a través de la red al destinatario, conforme se desplaza el usuario también se conmuta la celda receptora, variando la frecuencia que da soporte a la transmisión. Según los sistemas la señal enviara datos secuencialmente o por paquetes, que pueden estar comprimidos y encriptados.

Cada estación base que consiste de una torre está situada en una de estas celdas y tiene asignado un grupo de frecuencias de transmisión y recepción propio. Como el número de frecuencias es limitado, es posible reutilizar las mismas frecuencias en otras células, siempre que no sean adyacentes, para evitar interferencias entre ellas, permitiendo que miles de personas puedan usar los teléfonos al mismo tiempo.



Figura Nº 19: Funcionamiento de la red móvil.

Fuente: Lee W.: "Wireless & Cellular Telecommunications". 3rd Ed., McGraw Hill, 2006.

2.2.5.2 LAS GENERACIONES DE LA TELEFONÍA CELULAR

➤ Primera generación (1G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían baja velocidad (2400 baudios).

➤ Segunda generación (2G)

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System por Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (Code División Múltiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), este último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos.

Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y SMS (Short

Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación.

➤ **Generación 2.5 G**

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como GPRS (General Packet Radio System), HSCSD(High Speed Circuit Switched), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B e IS-95Bm entre otros. Los carriers europeos y estadounidenses se moverán a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón irá directo de 2G a 3G también en el 2001.

➤ **Tercera generación 3G**

La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet.

➤ **Cuarta generación 4G**

La creciente demanda de tráfico de datos por parte de los usuarios y la capacidad de la tecnología de proveer dispositivos cada vez más aptos para ofrecer nuevas y novedosas aplicaciones con mayores capacidades para imágenes, vídeos, y otras aplicaciones multimedia, desembocó en la

necesidad de crear una nueva generación de sistemas de comunicaciones móviles. Al igual que en otras generaciones, la ITU creó un comité para definir la nueva generación de telefonía móvil, la 4G. Fue el llamado como IMT-Advanced y en él se definen los requisitos mínimos para que un estándar sea considerado como perteneciente a dicha generación. Algunos de los requisitos consisten en una red basada en conmutación de paquetes con una arquitectura plana basada en el protocolo Internet Protocol (IP), velocidades de transferencia de datos mayores a 100 Mbps para altas movilidades y de 1 Gbps para entornos relativamente fijos, canalizaciones flexibles o menores tiempos de latencia, entre otros.

➤ **Quinta generación 5G**

Tanto el móvil como las redes van a ser elementos que van a tener que soportar mucho más tráfico, más densidad de usuarios y más velocidad de transmisión. Además, habrá nuevos dispositivos, no necesariamente terminales móviles, que van a estar conectados enviando constantemente información entre sí. La red tendrá que evolucionar para conseguir soportar ese crecimiento tan grande y garantizar la calidad en las comunicaciones.

Se abre los límites a una serie de aplicaciones y usos que todavía no se han considerado y se espera que ayudaran a entender hasta qué punto la nueva tecnología todavía tiene que ser introducida antes de que podamos realmente llamarnos una sociedad móvil.

Caso Alcatel: No todo es velocidad

Sí, se espera que la 5G sea muy rápida y que eso facilite las comunicaciones. Pero para Tod Sizer, vicepresidente de investigaciones de inalámbricas en Alcatel-Lucent Bell Labs, la siguiente generación de

telefonía será para mejorar el desempeño y adelantarse al comportamiento del usuario.

2.2.5.3 SISTEMA GLOBAL PARA COMUNICACIONES MÓVILES GSM

GMS (*GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION*) es una tecnología digital inalámbrica de segunda generación que presta servicios de voz de alta calidad, así como servicios de datos conmutados por circuitos en una amplia gama de bandas de espectro. Es un sistema de comunicación basado en el uso de células digitales que se desarrolla para crear un sistema para móviles único que sirva de estándar para todo el mundo y compatible con los servicios existentes y futuros sobre una red digital de servicios integrados.

El sistema GSM apareció para dar respuesta a los problemas analógicos. Fue diseñado para la transmisión de voz por lo que se basa en conmutación de circuitos. Al realizar la transmisión mediante conmutación de circuitos los recursos quedan ocupados durante toda la comunicación y la tarificación es por tiempo.

2.2.5.4 SISTEMAS GPRS

Según Figueroa (2009), las siglas *GPRS* corresponden a *General Packet Radio Services*, Servicio General de Paquetes por Radio. Se basa en la conmutación de paquetes realizando la transmisión sobre la red GSM que usamos actualmente. Al sistema GPRS se lo conoce también como GSM-IP, ya que utiliza la tecnología IP (*Internet Protocol*) para acceder directamente a los proveedores de contenidos de internet. La velocidad de conexión puede llegar a los 115 Kbps, 12 veces más que la permitida por la red básica GSM. Sin

lugar a dudas GPRS plantea la solución parcial a uno de los problemas más apremiantes, que es la velocidad de transmisión.

Al igual que en IP, GPRS se caracteriza por estar basada en paquetes, cada paquete puede tener una longitud variable, dependiendo de los recursos disponibles, pero con un máximo de 1,5 Kbytes. Además, utiliza direcciones estáticas/dinámicas (DNS). El medio de transmisión es compartido entre los usuarios que hagan uso de él y soporta cualquier tipo de aplicación IP.

2.2.5.5 GSM: LA BASE DEL GPRS

El sistema GSM es el sistema de comunicación de móviles de 2 Generación basado en células de radio. Apareció para dar respuestas a los problemas de los sistemas analógicos.

Fue diseñado para la transmisión de voz por lo que se basa en la conmutación de circuitos, aspecto del que se diferencia del sistema GPRS. Al realizar la transmisión mediante la conmutación de circuitos los recursos quedan ocupados durante toda la comunicación y la tarificación es por tiempo.

2.2.5.6 PROTOCOLO IP

IP ya se utiliza por GSM en su tecnología GPRS para hacer el direccionamiento de los paquetes, aun así este servicio muy limitado. 3G lo empleara para proveer todos los servicios sobre IP.

Todos los nuevos servicios de Internet Móvil se ejecutan en IP, y éste se convertirá en la tecnología de transmisión subyacente para las redes 3G, con un ahorro de costo a través de una operación eficiente de red. Se está trabajando para llevar las capacidades de tiempo real de IP a nivel requerido (Figuroa, 2009).

2.2.5.7 TRANSMISIÓN DE DATOS POR GSM

Las redes *GSM* tienen ciertas limitaciones para la transmisión de datos:

- Velocidad de transferencia de 9,6 Kbps.
- Tiempo de establecimiento de conexión de 15 a 30 segundos.
- Pago por tiempo de conexión.
- Problemas para mantener la conectividad

Las tradicionales redes *GSM* no se adaptan adecuadamente a las necesidades de transmisión de datos con terminales móviles. Por ello surge una nueva tecnología portadora denominada *GPRS* (General packet Radio Service) que unifica el protocolo de internet *IP* con la telefonía móvil, creándose toda una red paralela a la red *GSM* y orientada exclusivamente a la transmisión de datos. Al sistema *GPRS* se le conoce también como *GSM-IP* ya que usa la tecnología *IP* (Internet Protocol) para acceder directamente a los proveedores de contenidos de internet.

Debido al pequeño volumen de información que debemos enviar, que será inferior a 100 caracteres, y a que los envíos se producirán en ocasiones puntuales, cuando el usuario presione alguno de los pulsadores del dispositivo, se utilizará la tecnología *GSM* mediante los mensajes cortos *SMS*.

En el caso de necesitar enviar un volumen más grande y continuo, la solución adecuada sería usar la tecnología *GPRS*, facturando por datos enviados y no por mensaje enviado.

Servicio de Mensajes Cortos SMS.- El servicio de mensajes cortos *SMS* (Short Message Service) permite enviar o recibir mensajes de textos breves (máximo de 160 caracteres), desde un teléfono *GSM* o centro de Información a

otro teléfono GSM. Los mensajes serán visualizados directamente en la pantalla del teléfono o de dispositivo que se encuentre conectado al módem GSM. Al recibir el mensaje, además del texto, se obtiene una serie de datos como es el remitente, la hora y la fecha de recepción.

Para él envío de un SMS, es necesario que el dispositivo GSM tenga configurado el número telefónico del Centro de Mensajes propio del operador. Por defecto el módem utiliza el número que viene almacenado en la propia tarjeta SIM. Se deberá redactar el texto a enviar y finalmente se deberá introducir el número telefónico del destinatario. Una vez enviado, el SMS es transmitido desde la red hacia el teléfono destino. Si este permanece apagado o fuera de cobertura, la red reintentará enviar el mensaje durante 48 horas, superadas las cuales este ya no se entregará. En ocasiones el mensaje enviado no es recibido por el destinatario debido a que su buzón de entrada se encuentra saturado, por es importante controlar que no se llene el buzón del teléfono.

2.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Análisis. Separación y distinción de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios constitutivos.

Base de datos geográficos. Representación o modelo de la realidad territorial. Contiene datos sobre posición, atributos descriptivos, relaciones espaciales y tiempo de las entidades geográficas, las cuales son representadas mediante el uso de puntos, líneas, polígonos, volúmenes o también por medio de celdas.

Coordenadas geográficas. Valores y/o magnitudes de latitud y longitud que indican la situación relativa de un punto sobre la superficie de un globo.

Imagen de satélite. Fotografía de la superficie terrestre obtenida de un satélite con el uso de sensores remotos.

Información geográfica. Conjunto de datos, símbolos y representaciones organizados para conocer las condiciones ambientales y físicas del territorio nacional, la integración de éste en infraestructura, los recursos naturales y la zona económica exclusiva.

Latitud. Distancia angular entre un punto cualquiera de la esfera terrestre y el ecuador ya sea al norte o al sur. Se mide en grados. La latitud en el ecuador es de cero grados y en los polos 90 grados.

Longitud. Ángulo formado por el plano del meridiano del observador y el plano del meridiano origen (Meridiano de Greenwich). Se mide 0° a 180° al Este y al Oeste.

Mapa. Representación plana y con posiciones relativas, de una porción de superficie terrestre de fenómenos concretos localizables en el espacio y que se elabora a una determinada escala y proyección, conservando los valores de la curvatura de la Tierra.

Navegador GPS. Receptor GPS de muy baja precisión que permite obtener posicionamientos absolutos en tiempo real de manera rápida.

Posicionamiento. Acción mediante el cual se determinan las coordenadas geográficas, producida por un receptor GPS en modo individual.

Posicionamiento diferencial (DGPS). Modalidad por medio de la cual se corrigen los datos GPS colectados en un punto de coordenadas desconocidas, con datos capturados simultáneamente en una estación base ubicada en la misma área de trabajo. Existen dos maneras de aplicarlo: en tiempo real y por post-proceso.

Rastreo. Proceso de recepción y reconocimiento de señales de un satélite.

Receptor GPS. Equipo de medición que capta señales emitidas por la constelación de satélites.

Receptor móvil. Cualquier receptor GPS que capture datos en el campo. Las posiciones capturadas por un receptor móvil pueden corregirse diferencialmente con respecto a un receptor GPS estacionario.

Sistema. Es una reunión o conjunto de elementos relacionados con un objetivo común. "Es una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada". "Las partes se afectan por estar en el sistema y se cambian si lo dejan". "La unión de las partes hace algo". Un sistema puede existir realmente como un agregado natural de partes componentes encontradas en la naturaleza.

2.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Se plantearon las siguientes hipótesis:

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

- Los protocolos GPS/GSM/GPRS son efectivos para el sistema de geolocalización, monitoreo de vehículos automotrices.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El diseño e implantación de una red de comunicaciones permite que los datos sean enviados que en tiempo real.
- El diseño e implementación de una base de datos ayuda significativamente en el monitoreo de los vehículos automotrices.
- El diseño e implementación de una interfaz web ayuda significativamente en la geolocalización de los vehículos automotrices.

2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Durante la investigación hemos seleccionado las variables que son parte fundamental de este trabajo de investigación, que a continuación se menciona:

Coordenadas de puntos de GPS, para localizar un punto sobre la tierra y trasladarlo o plotearlo en un mapa, es necesario conocer primero las coordenadas donde se encuentra ese punto, es decir, la **latitud** y la **longitud**. Conocer el valor de las coordenadas es imprescindible para ubicar la posición

de automóviles, barcos, aviones, personas, carreteras, ciudades, puntos de interés, objetos que se encuentren sobre la superficie de la tierra.

Información recopilada en Base de Datos, los valores conocidos como latitud, longitud y de más información que podría ser enviada por los equipos GSM/GPRS y almacenados por el sistema en tiempo real en su base de datos.

Herramientas Web para visualización de Mapas y Rutas, servicios que ofrece Google Maps y técnicas de desarrollo web, herramientas con las cuales se interpretara la información de las coordenadas y otros parámetros almacenados en la base datos para la manipulación y visualización.

Cuadro N° 1: Operacionalización de la variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONALIDAD	INDICADORES	ÍNDICES.
Tecnologías GPS/GPRS/GSM	GPS	Levantamiento de la información: coordenadas y otros datos, información que alimenta a la Base de Datos.	Escala Numérica (Latitud, Longitud)
	GPRS, GSM	- Transferencia de datos - Velocidad de Transferencia	Escala Numérica

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Cuadro N° 2: Operacionalización de la variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONALIDAD	INDICADORES	ÍNDICES.
Sistema de Localización, Monitoreo y Control de vehículos	Herramienta WEB	- exactitud del sitio - reportes	-BUENO -REGULAR -DEFICIENTE

Fuente: Elaboración propia de los investigadores





3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para definir los alcances de esta investigación, es necesario saber primero que existen diferentes tipos de investigación, según Hernández, Fernández & Baptista (2014) enfoca la investigación hacia 4 tipos que son exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. A continuación se dará una breve descripción de cada uno, en base a lo mencionado por Hernández, Fernández & Baptista (2014) con el fin de entender mejor la metodología de esta investigación:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado del cual se tiene muchas dudas o no se ha abordado antes.

Los estudios descriptivos miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar como son y se manifiestan.

Los estudios correlacionales tienen como finalidad conocer e identificar la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos o variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables.

Los estudios explicativos son los encargados de explicar porque ocurre uno o más fenómenos, las condiciones en las que este fenómeno se presenta y las variables que se pueda relacionar. Este tipo de investigación se realiza con una estructura mayor.

De acuerdo a los diferentes tipos de investigación que se presentaron, la investigación que se llevara a cabo, será de tipo descriptivo e explicativo, ya que tenemos que conocer y recopilar información acerca de los protocolos GPS/GSM/GPRS para que puedan darnos una posibilidad de ciertas predicciones o algunas relaciones sin importar que estén correctamente elaboradas.

3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Hernández, Fernández & Baptista (2014), existen dos tipos de diseños: la investigación experimental y la investigación no experimental, cada uno de estos se divide en diferentes categorías.

El tipo de diseño experimental.- con este tipo de diseño se pretende realizar una serie de acciones y después mediante la observación ver si los efectos que produjo. De acuerdo Hernández, Fernández & Baptista (2014) “un experimento se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen”. La investigación experimental se divide en pre-experimentos, experimentos puros (verdaderos) y cuasi experimentos.

Pre- experimentos.- este tipo de diseños se caracteriza por un bajo nivel de control y, por tanto, baja validez interna y externa. El inconveniente de estos diseños es que el investigador no puede saber con certeza, después de llevar a cabo su investigación, que los efectos producidos en la variable dependiente se debe exclusivamente a la variable independiente o tratamiento.

Experimentos puros (verdaderos).- este tipo de diseño se denomina también auténticos experimentos porque realizan un control de todos los

factores que afectan tanto a la validez interna, como a la validez externa. El elemento fundamental de este tipo de diseño es que los sujetos son elegidos al azar de la población y asignados al azar a los grupos experimentales y de control.

Cuasi-experimentos.- la característica fundamental de este tipo de diseño está en que el investigador no puede hacer la asignación al azar de los sujetos a los grupos experimentales y de control.

El tipo de diseño no experimental.- según Hernández Fernández, & Baptista (2014), describe este tipo como “los estudios que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. Este tipo de investigación no se manipula ni se realiza al azar, se realiza sin manipular variables, este estudio no crea alguna situación.

Los diseños no experimentales se clasifican en dos:

- **Transaccionales o transversales.**- son los que se encargan de recolectar datos en un momento único, describe variables en ese mismo momento o en un momento dado. Estos a su vez se clasifican en: exploratorio, descriptivo y correlacionales o causales.
- **Longitudinales.**- estos se encargan de analizar a través del tiempo, con el fin de relacionar variables conforme pasa el tiempo con las consecuencias y causas que estas puedan tener.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, esta investigación será de tipo no experimental, ya que observamos los factores que afectan al sistema

tanto como internos como externos y posteriormente los analizamos, pero todo en su ambiente de trabajo natural, sin afectar ninguna variable.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población considerada para el estudio son los que vehículos automotrices que se encuentran en la ciudad de puno.

Para obtener la muestra, se empleó el muestreo no probabilístico, utilizando el muestreo por criterio; debido a que se tomara en cuenta los vehículos seleccionados por el investigador.

3.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población considerada son los vehículos automotrices que es medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro de personas o cosas, el cual mediante el sistema que se propuso en este trabajo de investigación se podrá localizar y monitorear la ubicación del vehículo en un mapa, o comprobar el estado del vehículo.

3.4 TÉCNICAS Y INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN

La técnica que se utilizó es la observación sistemática, ya que se tendrá acceso inmediato a la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación y el instrumento que se utilizó para la recolección de información es un dispositivo electrónico GPS, que es necesario para localizar un punto sobre la tierra, es necesario conocer las coordenadas donde se encuentra ese punto, es decir, la latitud y la longitud. Conocer el valor de las coordenadas es imprescindible para ubicar la posición de automóviles, barcos, aviones, puntos de interés, objetos que se encuentren sobre la superficie de la tierra.

3.5 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los valores proporcionados por el dispositivo GPS como latitud y longitud y que se enviarán a través de la red GSM/GPRS hacia los servidores serán almacenados en una base de datos y analizados mediante el sistema de localización, monitoreo y control de vehículos, sistema que interpretará la información de las coordenadas y otros parámetros almacenados en la base de datos para la manipulación y visualización.

3.6 PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS

Lo que se propone en este trabajo de investigación es la utilización de rastreo que capturará señales del dispositivo GPS y que se enviarán a través de la red GSM/GPRS hacia nuestros servidores y serán procesadas y almacenadas en una base de datos, lo que permitirá que los usuarios ingresen a la aplicación web a través de cualquier ordenador o equipos móviles y que tengan acceso a la siguiente información en tiempo real:

- Ubicación georeferenciada del vehículo (latitud y longitud) en un sistema de información geográfica.
- Consultas sobre la trayectoria y generación de reportes de recorrido del vehículo, definidos en dos instantes de tiempo gracias al manejo de una base de datos.
- Soporte de una interfaz web amigable, robusta y segura.

Las coordenadas enviadas desde el dispositivo GPS/GSM/GPRS a la central de monitoreo son procesadas en varias etapas: Captura (coordenadas satelitales), procesamiento (interpretar los datos obtenidos del GPS y la red

GPRS), visualización (ubicación del vehículo en mapa digital), y por último la base de datos (reportes detallados y estadísticos de la información recibida).

Mediante la siguiente ilustración grafica se da a conocer las conexiones y los equipos que intervienen:

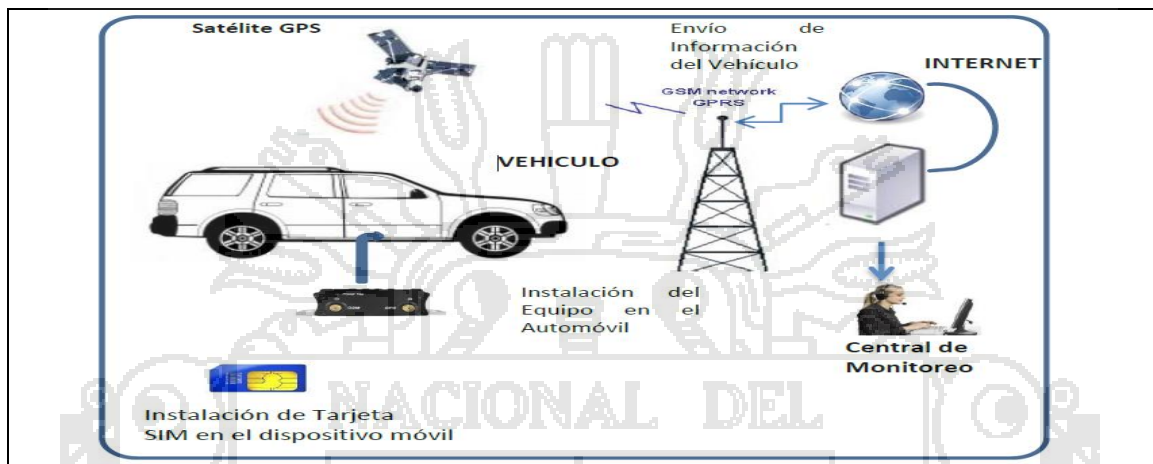


Figura N° 20: Modelo del sistema a implementar.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.



4.1 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

El análisis y diseño juega un rol importante en la planificación y ejecución de un proyecto, el cual nos permitirá definir las herramientas adecuadas, y obtener un producto final (Escalona & Koch, 2002).

Para que el sistema pueda funcionar se necesita de la interacción de algunas tecnologías, las cuales nos ayudaran a obtener la información que necesitamos y para posteriormente almacenarlas en nuestros servidores. El sistema se encuentra dividido en tres partes:

- Red de Comunicación: Define el protocolo de comunicación entre el cliente y el servidor.
- Sistema de Gestión de Datos: Almacena los datos obtenidos del GPS y de la red GPRS.
- Interfaz Web: Es el medio por el cual el usuario puede interactuar con el vehículo al realizar cualquier consulta.

El módulo de Comunicación es el núcleo del sistema (como se puede ver en la figura 21), debido a que este conjunto con el módulo de gestión de datos permite que el usuario pueda consultar y tomar decisiones.

Tenemos un dispositivo GPS/GSM/GPRS que se encuentra dentro del vehículo automotriz que es el encargado de recibir los datos de la posición del móvil desde GPS y entregar esta posición a través de la red GSM/GPRS hacia nuestros servidores.

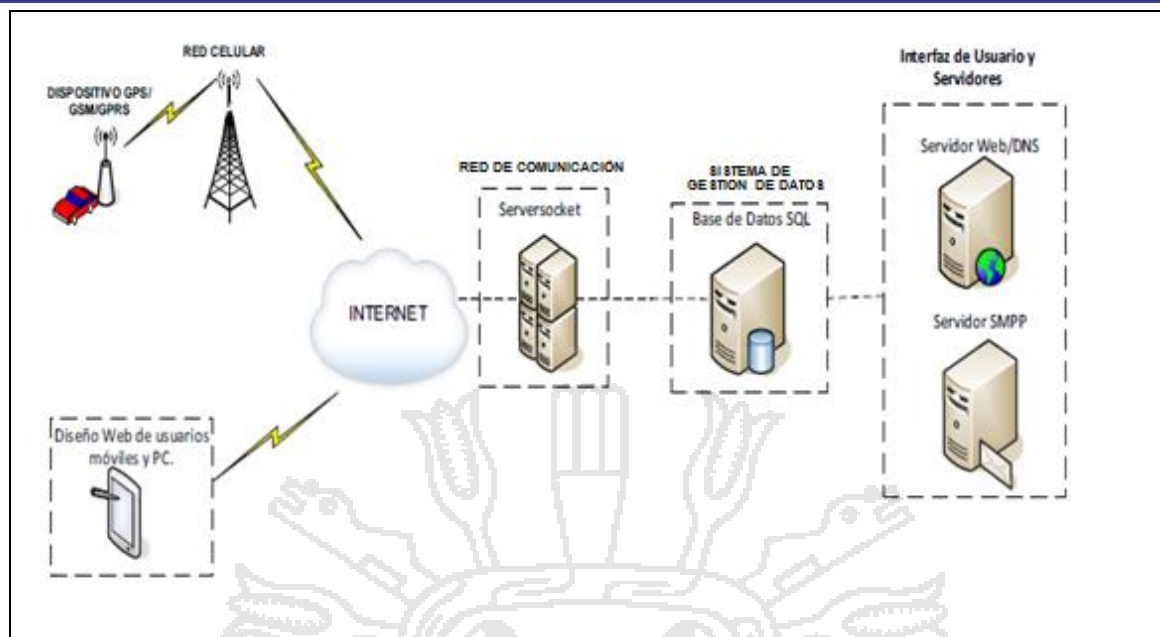


Figura Nº 21: Diseño del sistema.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

4.1.1 RED DE COMUNICACIÓN

El módulo de comunicación consta básicamente de la programación de un servidor de Socket, para lo cual es necesario conocer conceptos relacionados a la función de los sockets, tipos de socket y su rol en el modelo de capas de TCP/IP.

4.1.1.1 SOCKETS

Se conoce como socket en redes de computadoras a la unión de la dirección lógica IP y de un número de puerto, donde la dirección IP permite enrutar los paquetes entre los dispositivos y el número de puerto identifica los procesos o aplicaciones que se encuentran ejecutándose en ese puerto.

4.1.1.2 DIRECCIONAMIENTO DE LOS PUERTOS

Los protocolos TCP y UDP gestionan la comunicación de múltiples aplicaciones, además estos protocolos trabajan en la capa de transporte del modelo TCP/IP (ver figura 22) y entre algunas de sus funciones están la preparación de datos de la capa de aplicación para el transporte a través de la

red y el procesamiento de los datos de la red para su utilización por parte de las aplicaciones.



Figura N° 22: Modulo TCP/IP.

Fuente: Cisco Systems Inc. CCNA *Exploration, Aspecto Básicos del Networking.*

4.1.1.3 SERVERSOCKET

Un Serversocket es un sistema de comunicación entre procesos de diferentes máquinas de una red. Los sockets utilizan una serie de primitivas para establecer el punto de comunicación, para conectarse a una máquina remota en un determinado puerto que esté disponible, para escuchar en él, para leer o escribir y publicar información en él, y finalmente para desconectarse.

Tipos de Serversocket

Existen dos tipos de Serversocket para implementar: Serversocket TCP y Serversocket UDP, en la siguiente figura 23 se exponen las características de estos servidores.

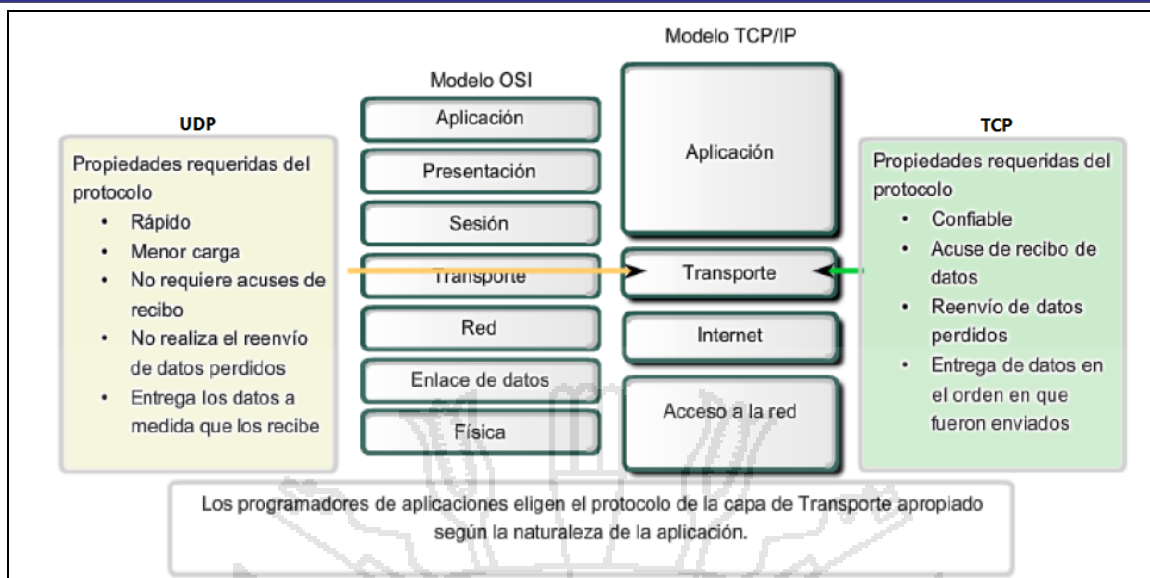


Figura Nº 23: Características de los ServerSockets TCP y UDP.
 Fuente: Cisco Systems Inc. *CCNA Exploration, Aspecto Básicos del Networking.*

Para el proyecto se implementará un Serversocket UDP en Java, debido a que se requiere velocidad en la transmisión de datos, menos uso de recursos por parte de servidor, la confiabilidad en los datos se realizará con CRC, además UDP tiene menos bytes en su cabecera de información, como se aprecia en la figura 24, por lo cual la facturación del servicio GPRS será menor, y sobre todo la aplicación es multiplataforma.

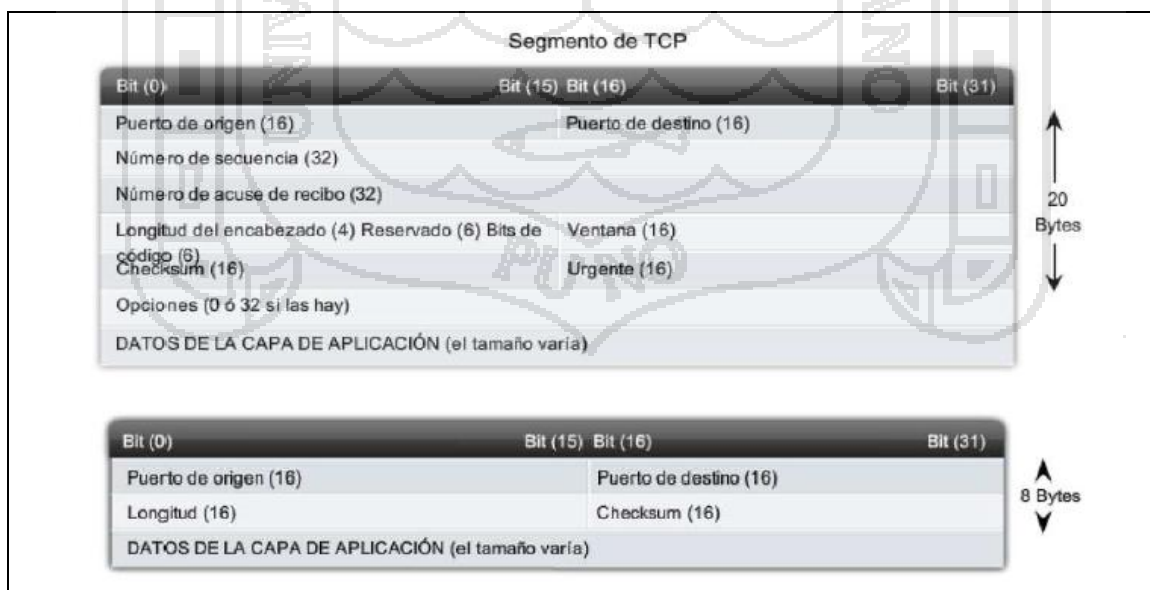


Figura Nº 24: Cabecera TCP/UDP.
 Fuente: Cisco Systems Inc. *CCNA Exploration, Aspecto Básicos del Networking.*

Es importante definir el número de puerto a utilizar en el servidor, ya que no se puede utilizar cualquier puerto para escuchar un proceso, por lo cual la IANA ha asignado números puertos para diferentes procesos.

- Puertos bien conocidos (números del 0 al 1023): estos números se reservan para servicios (HTTP, FTP, etc) y aplicaciones.
- Puertos registrados (números 1024 al 49151): estos números de puertos están asignados a procesos y aplicaciones del usuario.
- Puertos dinámicos o privados (números del 49152 al 65535): suelen asignarse de manera dinámica a aplicaciones de cliente cuando se una conexión.

4.1.2 MÓDULO DE GESTIÓN DE DATOS

Existen varias maneras de almacenar la información en computador que van desde archivos de texto, hojas de cálculo hasta bases de datos. Cada una de estas tiene su ventaja según el alcance del proyecto. Para este proyecto se ha optado por la base de datos relacional MySQL.

4.1.2.1 BASES DE DATOS RELACIONALES

Una base de datos es un conjunto de datos estructurados, en una base de datos relacional los datos se organizan en tablas enlazadas de manera lógica. Las tablas constituyen una de las estructuras más importantes de una base de datos. Cada tabla incluye columnas (o campos) que describen una fila (o registro). La relación entre las tablas se establece mediante una columna, ver figura 25.

```

libro
+-----+-----+
| id | titulo | id_coleccion |
+-----+-----+
| 1 | PHP 5.2 - Desarrollo web | 1 |
| 2 | Oracle 10g - Administración | 1 |
| 3 | Oracle 10g - Recovery Manager | 2 |
| 4 | BusinessObjects 6 | 1 |
| 5 | MySQL 5 - Instalación | 1 |
| 6 | PHP y MySQL (versiones 4 y 5) | 3 |
| 7 | MySQL 5 y PHP 5 | 4 |
+-----+-----+

coleccion
+-----+-----+
| id | nombre |
+-----+-----+
| 1 | Recursos informáticos |
| 2 | TechNote |
| 3 | Prácticas técnicas |
| 4 | Pack Técnico |
+-----+-----+

```

Figura Nº 25: Relación entre tablas en una base de datos.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

En el ejemplo, las tablas libro y colección están ligadas por columnas *id_colección* de la tabla *libro* e *id* de la tabla colección. La interacción con una base de datos relacional se realiza mediante el lenguaje SQL.

PRINCIPIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS

El objetivo de la base de datos es almacenar en diferentes tablas los datos correspondientes a diferentes entidades (objetos), y evitar que un determinado objeto no sea almacenado más de una vez. El proceso de separación de los datos en varias tablas se llama normalización.

En la tabla, cada columna almacena información unitaria que identifica una fila de la tabla, donde cada columna posee un tipo de dato (entero, cadena de texto, fecha, etc.).

Cada columna identifica de manera única una fila de una tabla, por ejemplo una columna llamada *ciudad* hace referencia a que en ese campo se almacenaran *nombres de ciudades*.

En las bases de datos hay dos tipos de columnas que destacan de las otras en la tabla.

- Clave Primaria: es el campo más importante de la tabla, debido a que puede por sí solo identificar a la tabla.
- Claves Externas: Es una columna que hace referencia a un campo o una clave primaria de otra tabla.

BASE DE DATOS MySQL

Nuestra aplicación maneja una base de datos MySQL, MySQL es el sistema de administración de bases de datos relacionales de código abierto más extendida del mundo.

MySQL está disponible en dos licencias diferentes:

- La licencia de código abierto GPL.
- Una licencia comercial.

Entre las ventajas de MySQL, podemos mencionar que es un servidor multiusuario y multiprocesos que puede funcionar en la mayoría de los sistemas operativos.

El esquema de la base de datos para nuestra aplicación se presenta en la siguiente figura 26, como se puede observar se maneja tres tablas:

- Tabla Usuario: Almacena los datos relacionados con los usuarios y su nivel de privilegios para la gestión de datos.
- Tabla Vehículos: Un usuario puede tener muchos vehículos por lo cual es necesario identificarlos por un identificador único (id) y una descripción.
- Tabla Actividad: Describe las actividades de un vehículo en un determinado tiempo.

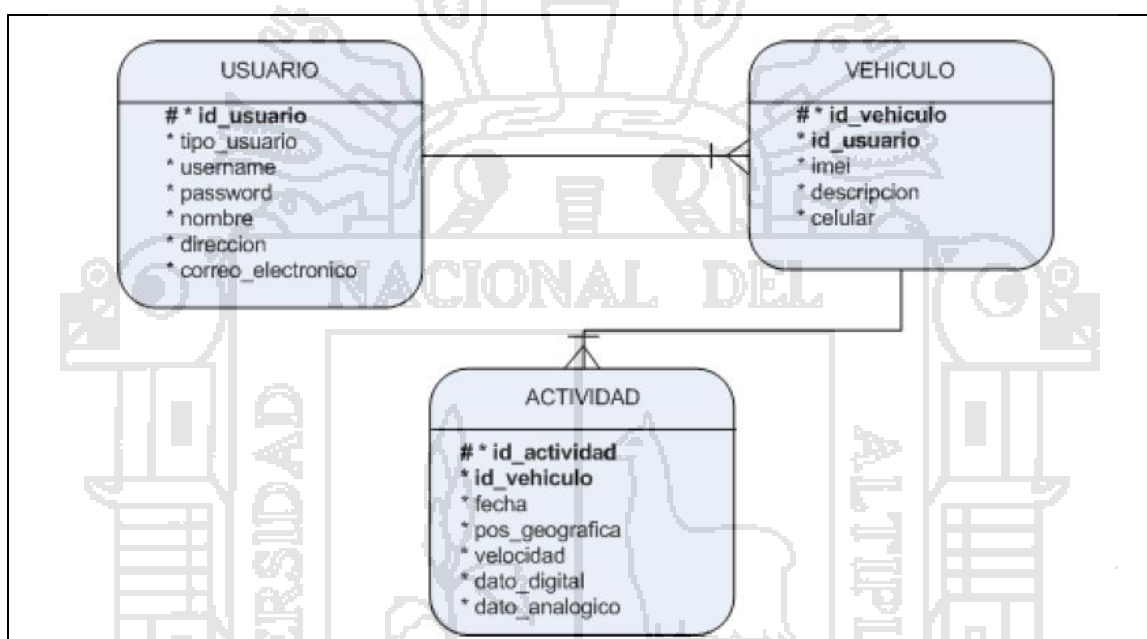


Figura Nº 26: Tablas, campos y relaciones para nuestro proyecto.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

La interfaz que nos permitirá almacenar la información en la base de datos de Java es el conector JDBC (Java Database Connectivity). Es importante mencionar que la información que se lee desde el socket tiene que primero ser depurada en Java, para que los datos almacenados en la base de datos sean los apropiados y faciliten las consultas y acciones en ésta. En la figura 27 se indica el diagrama del módulo de gestión de datos.

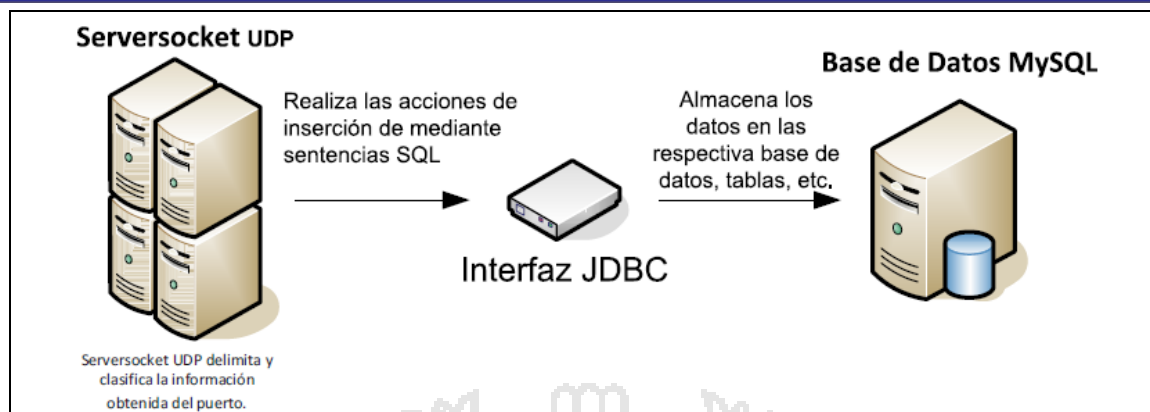


Figura Nº 27: Módulo de Gestión de datos.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

4.1.3 INTERFAZ WEB

La interfaz web es la que permite la interacción entre el usuario y el vehículo. Los principales componentes son:

- Lenguaje de programación del lado del servidor (PHP).
- Lenguaje de programación del lado del cliente (Javascript).
- Estructura de una página web y su maquetación.
- Servidores web y DNS.

4.1.3.1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DEL LADO DEL SERVIDOR (PHP)

Es un lenguaje de programación del lado del servidor diseñado específicamente para la web. En una página web se puede alojar código PHP que se ejecutara cuando el cliente ejecute la página, dado a que se ejecuta en el servidor, el cliente observa solamente el código HTML generado.

El lenguaje PHP (Preprocesador de hipertexto) es de código abierto, por lo que cualquier programador puede acceder, modificar y redistribuir el código sin esperar retribución monetaria de cualquier tipo. PHP está disponible para Microsoft Windows y para muchas versiones de Unix, por lo cual es altamente recomendable para realizar proyectos en la web.

Rendimiento

Tiene la capacidad de realizar millones de peticiones al día con un único servidor.

Fácil integración con las bases de datos

Con el uso de PHP se puede conectar directamente a bases de datos como Oracle, PostgreSQL, FilePro, MySQL, y otras. Esto se debe a que utiliza el controlador ODBC (Open Database Connectivity Standar) de código abierto lo cual le permite acceder a cualquier base de datos que incluya este controlador.

Bibliotecas

Uno de los puntos fuertes de PHP es que maneja una gran cantidad de funciones para realizar tareas relacionadas a la web. Por ejemplo, con pocas líneas de programación se pueden crear imágenes, gráficos estadísticos, enviar correos electrónicos, generar documentos PDF, etc.

Otras Ventajas

Además de que PHP es gratuito, su aprendizaje es sencillo, debido a que su programación se asemeja a Java, por lo cual también integra funciones orientadas a objetos como clases, atributos y herencias.

4.1.3.2 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DEL LADO DE CLIENTE (JAVASCRIPT)

Javascript es un lenguaje de programación importante porque es el lenguaje del navegador web. Javascript trabaja en la mayoría de los navegadores web. Javascript trabaja en la mayoría de los navegadores web tales como Internet Explorer, Firefox, Opera, Chrome, y Safari.

JavaScript fue diseñado para añadir interactividad a las páginas HTML, es un lenguaje de secuencias de comandos, y además es un lenguaje de programación liviano que no necesita ser compilado.

Se debe aclarar que Javascript y Java son dos lenguajes de programación completamente diferentes. Java es desarrollado por Sun Microsystems y es un lenguaje de programación muy completo que se encuentra en la misma categoría de C y C++. Mientras que el nombre oficial de JavaScript es ECMAScript, que es desarrollado por la ECMA international Organization y está orientado específicamente a navegadores web.

Características de JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación sencillo, que puede ser utilizado por cualquiera, un ejemplo son los diseñadores web que por lo general no son programadores y la sintaxis sencilla de este lenguaje les permite dar dinamismo a sus diseños. Otra característica de JavaScript es que puede responder a eventos cambiando el contenido HTML de la página.

Otra función importante de JavaScript es que puede validar formularios antes de ser enviados, por lo cual se evita la sobrecarga de la información en el servidor.

4.1.3.3 ESTRUCTURA DE UNA PÁGINA WEB Y SU MAQUETACIÓN

HTML.- HTML (Hyper Text Markup Language) es un lenguaje que se utiliza para describir páginas web, igualmente HTML utiliza etiquetas que van entre símbolos <etiqueta>, donde para finalizar una etiqueta se utiliza la siguiente nomenclatura </etiqueta>.

El propósito de un navegador de Internet es leer los documentos HTML y visualizarlos como página web. El navegador no visualiza las etiquetas HTML, pero usa las etiquetas para interpretar el contenido de la página. La estructura de una página web se indica en la siguiente figura 28.

```
<html>
  <body>
    <h1> Mi cabecera</h1>
    <p>Mi parrafo</p>
  </body>
</html>
```

Figura Nº 28: Estructura de una página web.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

CSS.- CSS (Cascading Style Sheets) son estilos que definen como se visualizarán los elementos HTML, el uso de hojas de estilos se debe a que las etiquetas HTML nunca fueron orientadas a dar un formato al documento. Con el uso de CSS se facilita el diseño de una página web, ya que el diseñador se dedica solamente a alojar el contenido en la página y los estilos se definen externamente.

4.1.3.4 SERVIDORES

Se denomina servidor a cualquier dispositivo que responde a una solicitud de un cliente. Un servidor debe ser capaz de añadir requerimientos para el acceso de los clientes, como por ejemplo autenticación. En la comunicación Cliente – Servidor permanentemente ejecuta un proceso o un servicio, a veces denominado demonio del servidor, los cuales están listos para responder el momento que son solicitados.

4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En esta etapa implementaremos los elementos funcionales de nuestro sistema, desde la programación del Serversockets, la creación de las tablas y su almacenamiento en la base de datos MySQL, el diseño, maquetación, programación de la página web, y el uso de Googlemaps para la geolocalización de los vehículos.

4.2.1 PROGRAMACIÓN DEL SERVERSOCKET

El Serversocket cumple un rol muy importante en el sistema, esta implementado directamente en el servidor, es el encargado de escuchar procesos en el puerto y cuando llegan datos provenientes del dispositivo verifica el formato de estos e interpreta esta información para posteriormente almacenarlos en las tablas de la base de datos si la información es válida.

En la figura 29 se puede apreciar una representación de su trabajo.

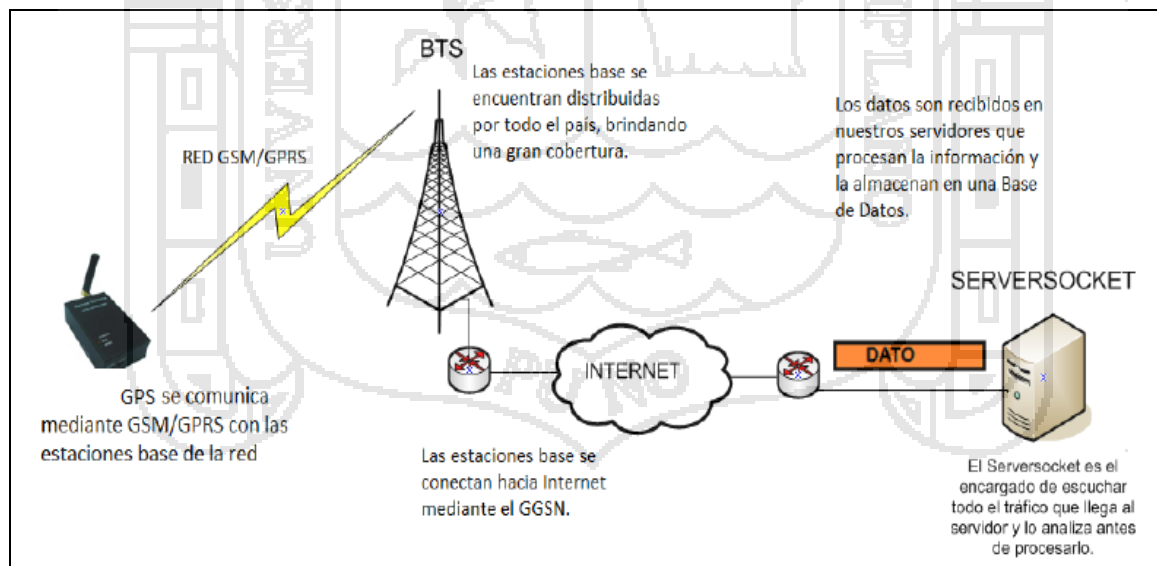


Figura Nº 29: Serversocket.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

La programación del Serversocket se realizó en Java, y debido a que el equipo utiliza un formato propio para encapsular el paquete, nuestra aplicación

debe conocer como está estructurado este para poder analizarlo, procesarlo y verificar que no existan errores en la transmisión.

4.2.1.1 SOCKETS DE JAVA

Los sockets son utilizados cuando se necesita comunicar diferentes equipos que se encuentren funcionando sobre una red IP bajo la arquitectura cliente/servidor, es decir, nos permite enviar o recibir información (TCP o UDP) entre estos elementos.

Java dispone de herramientas para poder trabajar directamente en la red y realizar aplicaciones que comuniquen equipos. Java nos permite implementar los sockets sin la necesidad de conocer los detalles del sistema operativo en el que estamos trabajando y nos oculta la información de la implementación a nivel bajo mediante su JVM.

Para implementar los sockets utilizamos las clases del paquete `java.net`, lo que nos evita trabajar directamente con los protocolos de la capa de transporte. Este paquete dispone de varias clases, las cuales son de gran utilidad en función de la aplicación a utilizar y de tipo de protocolo de capa de transporte, a continuación se lista las clases disponibles:

- `Socket`: Nos ayuda a implementar conexiones TCP en un enlace de dos vías.
- `ServerSocket`: permite implementar un extremo del servidor de la conexión que espera las conexiones de los clientes.
- `DatagramSocket`: permite implementar un Cliente y un Servidor que utilice UDP para comunicarse, este socket no está orientado a la conexión.

- DatagramPacket: Permite enviar y recibir datagramas y los datos entrantes se almacenan en un buffer.

Para la programación de nuestro Serversocket hemos implementado la clase DatagramSocket que escucha el tráfico de entrada y lo almacena en una variable para su posterior manipulación.

El funcionamiento es el siguiente:

1. El Socketserver establece el puerto por el que recibirá los datos, por lo tanto se encuentra pendiente, a la espera de que llegue información, la clase DatagramSocket es la encargada de realizar esta tarea.
2. Una vez que tiene datos en el buffer de memoria, una clase de verificación implementada analiza la cadena almacenada y valida si cumple con las características del formato.
3. Inmediatamente se procede a separar los diversos parámetros embebidos en la trama y gracias a las clases y métodos del paquete java.sql se procede a almacenar los datos en las tablas de la base.

4.2.1.2 FORMATO DE DATOS QUE ENVÍA EL DISPOSITIVO

El equipo recibe internamente la información de sus periféricos (posición GPS, sensores analógicos, sensores digitales, velocidad y alarmas), y las encapsula en una trama, para posteriormente enviarla al servidor.

En la figura 30 se puede observar un esquema del este proceso.

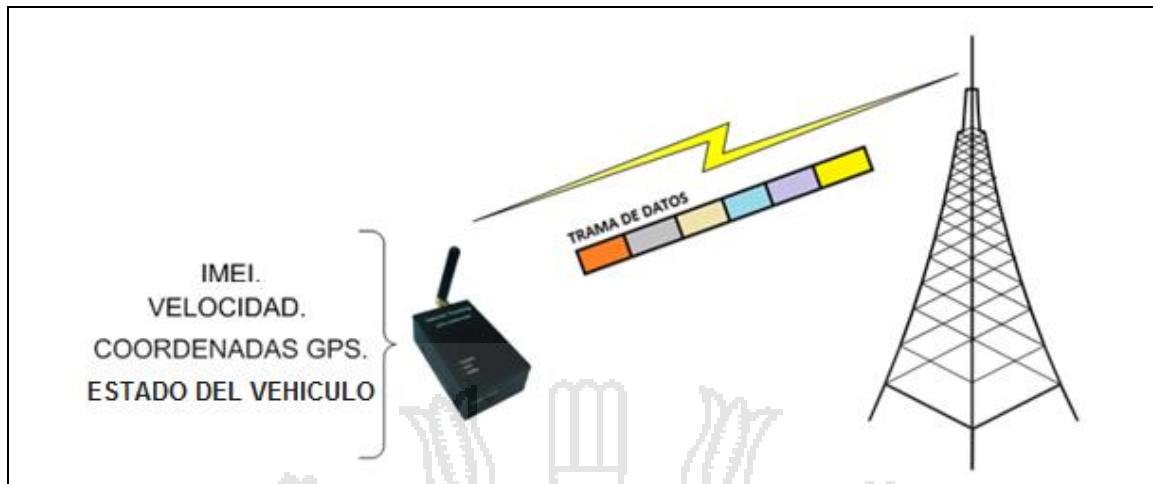


Figura N° 30: Encapsulamiento de datos.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

4.2.1.3 ALMACENAMIENTO DE LA BASE DE DATOS

Cuando la información de la trama está separada, se procede a almacenarla en la base de datos MySQL desde Java. Java tiene un paquete que nos permite guardar, leer y manipular información de bases de datos en MySQL, para luego utilizarla en la plataforma web.

Para poder almacenar desde Java en MySQL se debe de hacer uso de un API

El API usado es JDBC (Java DataBase Connectivity), que es un paquete de java que nos permite trabajar directamente con las bases de relacionales con el uso de comandos SQL y procesar los resultados.

A continuación se muestra un diagrama de relación de la base de datos implementada.

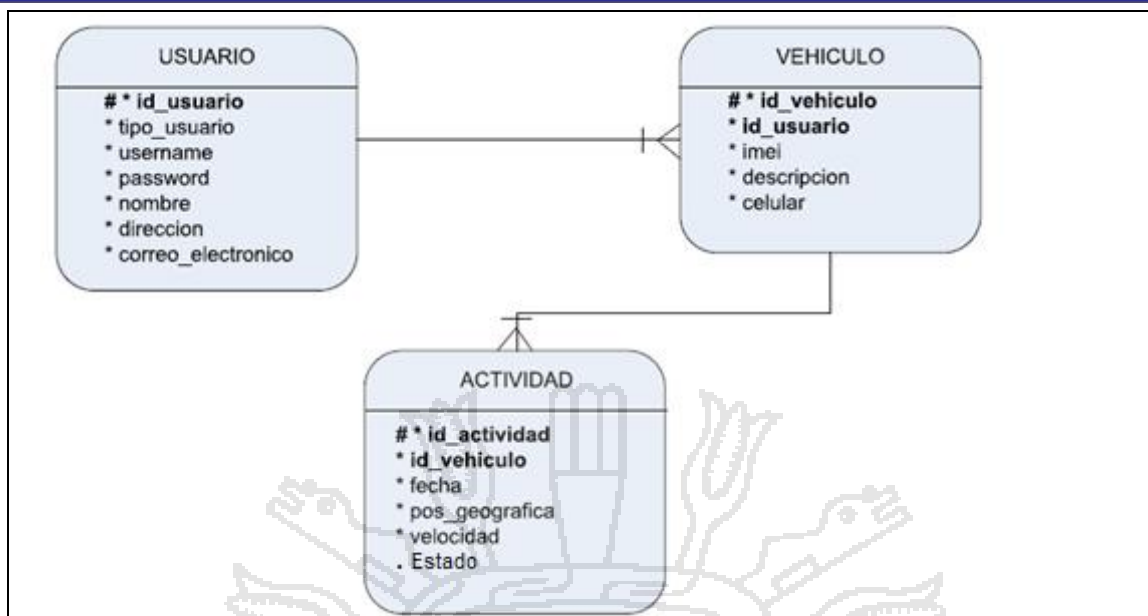


Figura Nº 31: Diagrama de Relación de la base de datos implementada.
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

4.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

La base de datos realiza las siguientes tareas:

- Almacena los datos que envía el dispositivo GPS a través de la red GPRS en intervalos de tiempo.
- Almacena la información de los usuarios y equipos registrados en el sistema.
- Almacena las relaciones entre los equipos con los usuarios registrados.

La base de datos implementada es MySQL, debido a que es software libre y tiene grandes prestaciones para funcionar con diferentes plataformas. La administración se puede realizar fácilmente con una aplicación llamada phpMyAdmin que es un software gratuito escrito en PHP. Esta herramienta nos permite manejar las bases MySQL, mediante una interfaz web y permite realizar muchas tareas como: administrar bases, tablas, campos, relaciones, gestionar usuarios, permisos, importar y exportar para realizar respaldos entre

otras opciones más. Este software viene por lo general incluido en el instalador de MySQL.

4.2.3 PROGRAMACIÓN DE LA PAGINA WEB

4.2.3.1 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB

Una página web está estructurada a partir de etiquetas HTML, hasta hace poco tiempo el diseño de las páginas web se realizaba con tablas, pero debido a los inconvenientes y complejidad de estas se utiliza actualmente para alojar los contenedores o DIVs en conjunto con la hoja de estilo CSS.

ESPECIFICACIONES DE LA APLICACIÓN WEB

La aplicación web realiza las siguientes funciones:

- Autenticación de usuarios y manejo de sesiones.
- Rastreo en tiempo real de uno o más vehículos.
- Generación de reportes con información detallada del vehículo.
- Envío de mensajes del servidor a los dispositivos o usuarios.

Para cuestiones de diseño y programación todas las páginas web de este proyecto constan básicamente de cuatro archivos:

1. La página web HTML.
2. Hojas de estilo CSS.
3. Aplicación de Javascript para la programación del mapa, el manejo de eventos en la página y validación de información antes de enviarla al servidor.
4. Archivo PHP que realiza la consulta MySQL y el resultado lo estructura en el formato XML.

4.2.3.2 API DE GOOGLMAPS PARA LA GEOLOCALIZACIÓN

Existe una gran variedad de APIs geográficos en la web, pero Googlemaps destaca entre todos, debido a la facilidad de implementación, tutoriales y soporte online, diseño visual y sobre todo gran cantidad de eventos y servicios que dispone este API.

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se explicaran los resultados obtenidos en el trabajo de investigación.

4.3.1 GEOLOCALIZACIÓN DEL VEHÍCULO

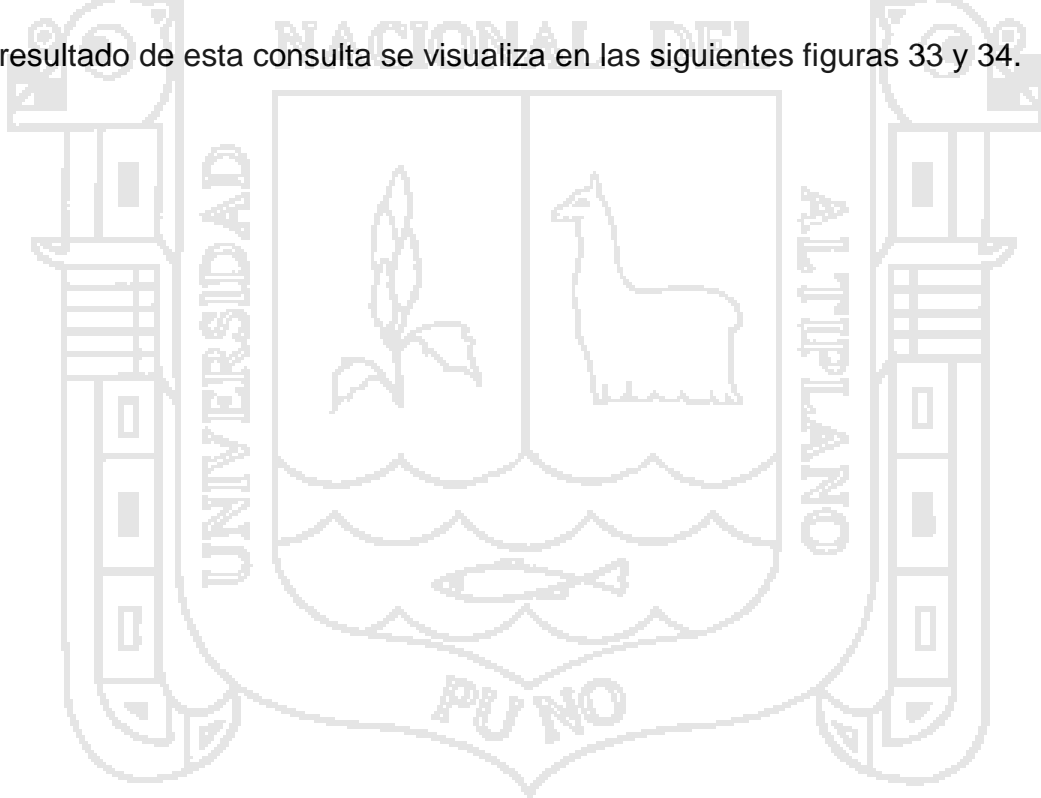
Conocer cómo se manejan nuestros dispositivos móviles en tiempo real es un aspecto vital en este trabajo de investigación, por lo que se implementó una interfaz web que permita conocer la localización del vehículo en tiempo real. Para realizar esta acción de localización es necesario indicar el usuario y vehículo, como se puede observar en la siguiente figura 32.



Figura Nº 32: Localización del vehículo en tiempo real.
Fuente: Sistema de Geolocalización control y monitoreo.

4.3.2 MONITOREO DEL VEHÍCULO

La interfaz web facilita al usuario conocer la ruta vehicular gracias al diseño de una base de datos, el cual almacena datos obtenidos del GPS y la red GPRS. Además de esto podemos generar reportes detallados que indican la hora, fecha y lugar donde se encontró el vehículo en cierto punto y con la ayuda de un mapa adicional se puede analizar de manera más fácil los reportes generados, ya que cualquier evento seleccionado de la tabla se visualizará de forma inmediata en un mapa gracias a la utilización de HTML 5. Igualmente, para realizar una consulta de la ruta vehicular es necesario seleccionar además del usuario y vehículo, la fecha de inicio y fin de recorrido. El resultado de esta consulta se visualiza en las siguientes figuras 33 y 34.



INICIO
Localización
Monitoreo
Control
Salir

Supervisor: Fredy Turpo Ticona.



Sistema de Geolocalización, Control y Monitoreo de Vehículos

Seleccione los campos requeridos:

fecha:

Mensaje: Re

January 2015

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
		1	2	3		
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31



Figura N° 33: Monitoreo del vehículo
 Fuente: Sistema de Geolocalización control y monitoreo

Supervisor: Fredy Turpo Ticona .

Reporte del vehiculo

Fecha y Hora	Estado	Posicion	velocidad
2015-01-13 10:02:10	El Vehiculo se encuentra detenido	-69.998840, -69.998840	0 Km/h
2015-01-13 10:07:00	El Vehiculo se encuentra detenido	-15.875692, -69.998840	0 Km/h
2015-01-13 10:27:43	El Vehiculo se encuentra detenido	-15.875692, -69.998840	0 Km/h
2015-01-13 10:33:09	El Vehiculo se encuentra en Movimiento	-15.874066, -69.998646	1 Km/h
2015-01-13 10:37:28	El Vehiculo se encuentra en Movimiento	-15.866008, -69.997633	4 Km/h
2015-01-13 10:42:15	El Vehiculo se encuentra en Movimiento	-15.857153, -70.005786	4 Km/h
2015-01-13 10:47:21	El Vehiculo se encuentra en Movimiento	-15.858433, -70.011902	2 Km/h
2015-01-13 10:52:30	El Vehiculo se encuentra en Movimiento	-15.857953, -70.016172	3 Km/h
2015-01-13 10:57:10	El Vehiculo se encuentra detenido	-15.859372, -70.019755	0 Km/h

Figura N° 34: Reporte generado del sistema
 Fuente: Sistema de Geolocalización control y monitoreo

4.3.3 CONTROL DEL VEHÍCULO

Conocer las diferentes variaciones de gasolina, velocidad, voltaje ya sea de la alimentación del dispositivo o de la batería, apoya a las personas que están a cargo del control de estos vehículos en la toma de decisiones y optimización de las rutas y el uso de las mismas. En virtud de esto, implementando una interfaz web para que estos parámetros sean visualizados por medio de una gráfica, que además consta de una tabla para generar reportes que detallan los valores físicos que mide el equipo. Con el uso de un mapa se puede consultar la localización geográfica exacta donde se generó cierto valor.



CONCLUSIONES

PRIMERO.- las comunicaciones mediante el protocolo GPRS es efectivo e inmediatas para transmitir información utilizando la comunicación de internet y nos ayuda a optimizar los tiempos de envío en contraste con el servicio SMS, que nos garantiza que los datos lleguen en el instante que fueron enviados. GPRS utiliza los recursos de radio solamente cuando hay datos que enviar o recibir, adaptándose así perfectamente a las aplicaciones, donde la facturación de consumo se basa en la cantidad de datos enviados o recibidos.

SEGUNDO.- Para la transmisión de paquetes se optó por la implementación del protocolo de la capa de transporte UDP, debido a que los requerimientos del sistema necesitan que la comunicación entre el dispositivo y el servidor sea en tiempo real con una baja sobrecarga de información, lo que mejora el procesamiento de información sin recargar los servidores.

TERCERO.- El diseño e implementación de una base de datos permite que el monitoreo de posicionamiento y control vehicular sea efectivo la misma que se puede plasmar en los mapas de Google Maps sin ningún problema.

CUARTO.- El uso de herramientas de software libre para la programación de la plataforma web y los servidores, permite que nuestro sistema no se restrinja a licencias, y además todas estas herramientas pueden funcionar en todos los sistemas operativos presentes en el mercado.

RECOMENDACIONES

PRIMERO.- Para la toma de datos en la geolocalización se recomienda la ratificación física del sitio, de esta manera se pueda obtener la ubicación precisa del lugar donde se produce el evento, ya que la geolocalización depende de la fuente de información geográfica utilizada como son los mapas, cartografía, puntos determinados por el GPS, entre otros.

SEGUNDO.- Se debe determinar un lapso de tiempo adecuado para el envío y recepción de datos, de esta forma se puede garantizar un normal funcionamiento del sistema, evitando saturación en las redes de comunicación.

TERCERO.- Disponer de un sistema de respaldos ó Backup, para garantizar la no detención de las operaciones y el envío permanente de la información sin detener el servicio que brinda el aplicativo.

CUARTO.- Se recomienda un monitoreo de los vehículos en intervalos de tiempo no mayores a 10 minutos, detallados con la fecha y hora, para así obtener datos en tiempo real, trabajar con mapas actualizados no en línea para disminuir recursos y obtener mayores tiempo de respuesta en visualización de rutas vehiculares.

BIBIOGRAFIA

- Andera, A. . (2010). *Sistemas de Informacion y documentación*. Mexico.
- Beltran, G. (2012). *GEOLOCALIZACION Y REDES SOCIALES: UN MUNDO SOCIAL, LOCAL Y MOVIL*. ESPAÑA: BUBOK PUBLISHING S.L.
- Carles, J. (2013). *INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE NAVEGACION POR SATELITE*. ESPAÑA: EDITORIAL UOC.
- Escalona, M., & Koch, N. (2002). *INGENIERIA DE REQUISITOS EN APLICACIONES WEB UN ESTUDIO COOPERATIVO*. SEVILLA.
- Figueroa, M. (2009). *INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE TELEFONIA CELULAR*. ARGENTINA: EDITORIAL HISPANO HASA.
- Firme, T. S. (1996). *Wireless communications: Principles and practice, volume 2*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Floresa, S. (14 de Agosto de 2012). Los sistemas de Informacion. Colombia.
- Garzotto, F., Paolini, P., & Schwabe, D. (1993). HDM - A Model-Based Approach to Hypertext Application Design. *ACM - Transaction on Information Systems*, 1-26.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Ibañez, S., Gisbert, J., & Moreno, H. (2010). SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRAFICAS. *Universidad Politecnica de Valencia*.
- OIRSA. (2005). *SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA*. EL SALVADOR: OIRSA.
- Peña, J. (2010). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA APLICADOS A LA GESTION DEL TERRITORIO: ENTRADA, MANEJO, ANALISIS Y SALIDAD DE DATOS ESPACIALES: TEORIA GENERAL Y PRACTICA PARA ESRI ArcGIS*. España: ECU.
- Perez, N., Botella, A., & Muñoz, B. (2011). *INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y GEOTELEMATICA*. ESPAÑA: EDITORIAL UOC.
- Prezi, D. F. (4 de Febrero de 2013). *Teleprocesos*. Recuperado el 11 de Mayo de 2014, de <http://prezi.com/1gmtzjrzuoz/teleprocesos/>
- Reinosa, E., & Calixto, R. (2012). *BASES DE DATOS*. MÉXICO: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR.
- Reyes Abonce, S. (2009). *SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS APLICADO AL CONTROL DE MAQUINARIA PESADA*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional.

Rodriguez Gonzales, M. E. (2013). *GESTION DE DATOS: BASES DE DATOS Y SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS*. ESPAÑA: EDITORIAL UOC.

Sabino, C. (1990). *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. CARACAS VENEZUELA.

Sendin, A. (2004). *FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES: EVOLUCION Y TECNOLOGIA*. ESPAÑA: McGraw-Hill España.

T. S. Rappaport and S. B. O. (1996). *Wireless communications: Principles and practice, volume 2*. New Jersey: Prentice Hall.

Wevar, J. A. (2005). *Análisis y estudio de Redes GPRS*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.





ANEXO N° 01

1 MANEJO DEL EQUIPOS GPS/GSM/GPRS

Para el desarrollo del presente proyecto se ha utilizado un equipo en el cual se tiene el GPS, el módulo GSM y GPRS, denominado *GPS Tracker*, que se encuentra ubicado en el vehículo.

El equipo cumple con los requerimientos básicos, esto es de acuerdo a los servicios que se usaran, los mismos que deben estar activos.

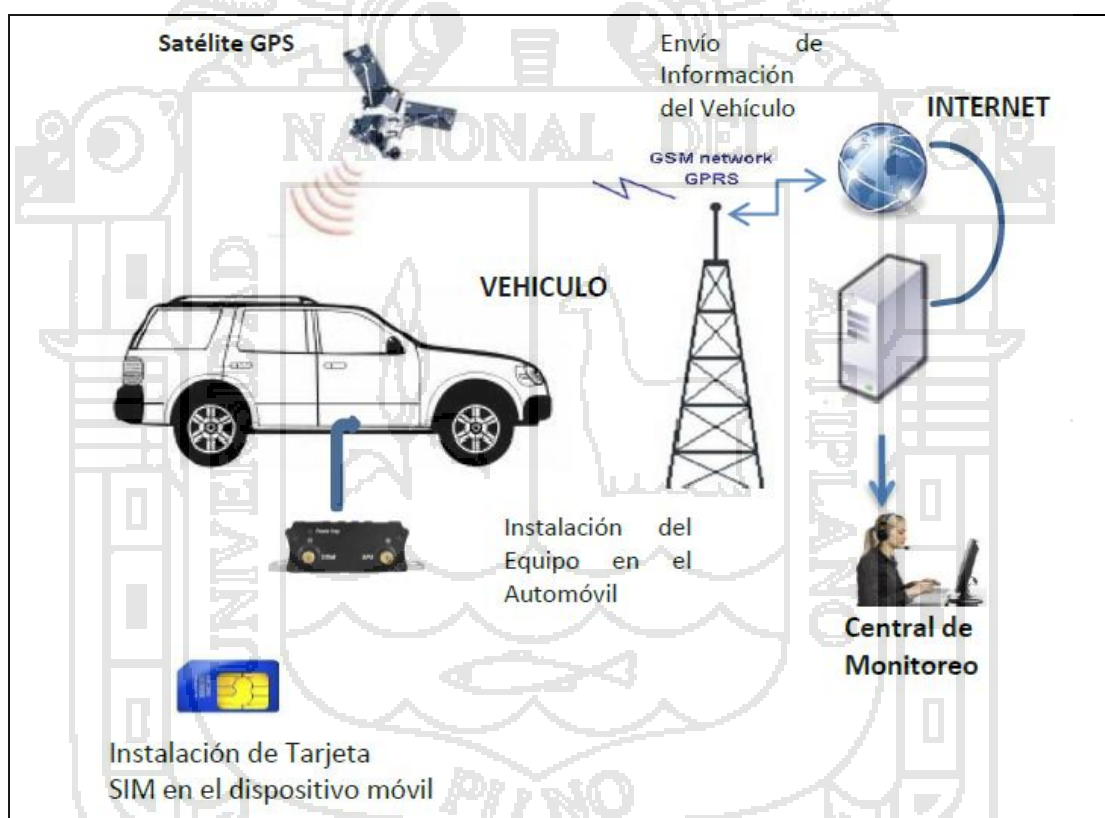


Figura N° 35: Funcionamiento del sistema de geolocalización
Fuente: Elaboración propia de los investigadores

1.1 GPS Tracker

Las ventajas que tiene este equipo es que es GPS y a su vez tiene incorporado una base GSM y también GPRS, es decir la información que se maneja del GPS puede ser de dos formas, la primera la que se está aplicando en el presente proyecto que es enviando mensaje de texto (SMS) por la red

GSM y la segunda opción que se tiene en el equipo es enviar por internet (red GPRS).

Se tiene a continuación las principales especificaciones físicas del equipo en el siguiente cuadro.

CONTENIDO	ESPECIFICACIONES
Dimensiones	64mm x 46mm x 17mm
Peso	50 gramos
Red	GSM / GPRS
Bandas	850/1800/1900MHz ó 900/1800/1900MHz
Chip GPS	SIRF3 chip
Modulo GPS/GPRS	Siemens MC55 ó SiemensMC56
Sensibilidad GPS	159 dBm
Precisión GPS	5-20 metros
Batería	3.7v - 800mA de Li-ion
Duración de la Batería	24 horas
Humedad	5%--95% sin condensarse
Temperatura	
Funcionamiento	.- 20°C a 55°C

Cuadro N° 3: Especificaciones técnicas

Fuente: ficha técnica del módulo GSM/GPRS/GPS

A continuación para mayor conocimiento de equipo se verán las características y partes detalladas del mismo:

La figura 35 es la vista frontal del equipo en la cual está el logotipo de la marca **GPS Tracker** también se ve la antena y los botones de “on/off” y “SOS”

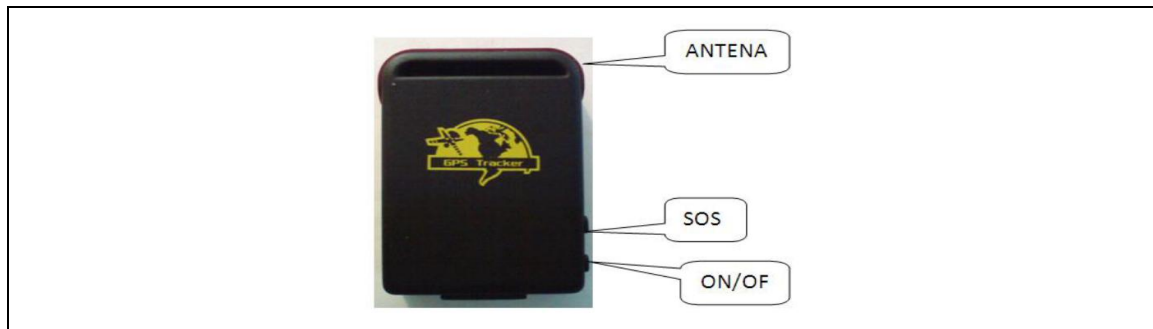


Figura N° 36: Vista frontal del GPS Tracker
Fuente: ficha técnica del módulo GSM/GPRS/GPS

La figura 36 indica la vista lateral del GPS en la cual se encuentra el indicador de señal que es un led verde, los botones de “on/off” y “SOS”.



Figura N° 37: Vista lateral del GPS Tracker
Fuente: ficha técnica del módulo GSM/GPRS/GPS

En la figura permite ver la parte posterior que se encuentra la clave del equipo que es el imei de la base GSM, donde se pone la tarjeta Sim, la tarjeta Sim y la batería.

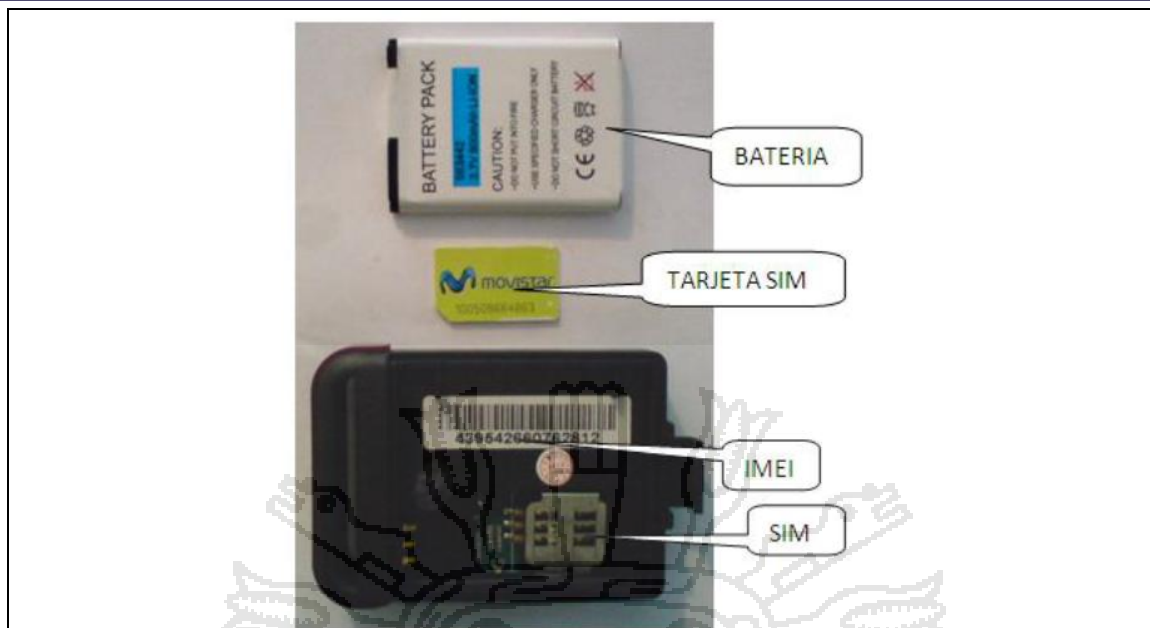


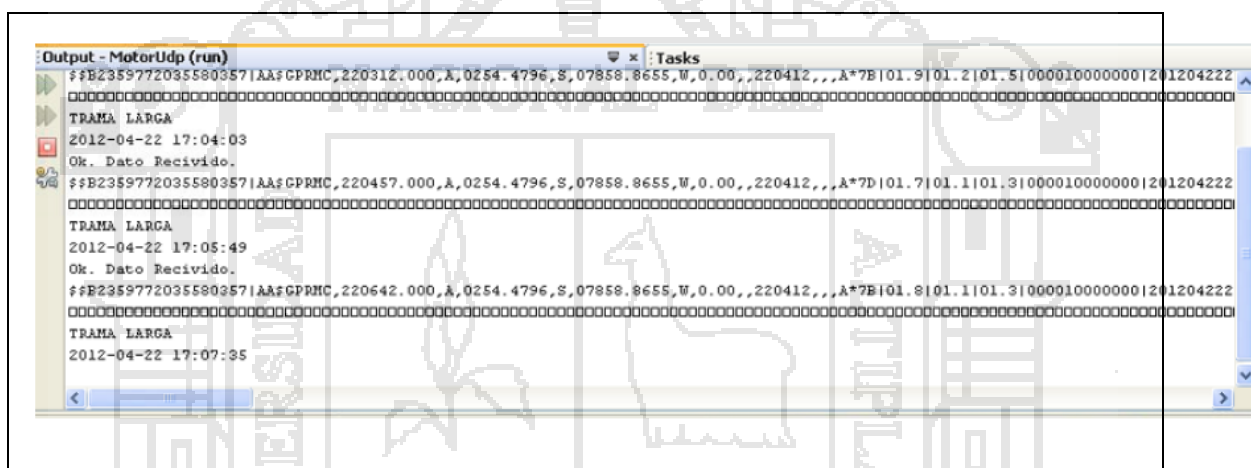
Figura Nº 38: componentes del módulo GSM
Fuente: Elaboración propia de los investigadores



ANEXO N° 02

2 PRUEBAS EN EL SERVIDOR (*Server Socket*)

Las pruebas realizadas, El Server Socket implementado en Java nos permite recibir la información de los equipos en nuestro servidor, para luego almacenarlo en la base de datos. Para verificar la recepción en tiempo real de los datos, se implementó una función que imprime los datos que provienen de los dispositivos en la pantalla de salida de Java al momento que llega un nuevo dato. En la figura 37 se puede observar un dato recibido.



```
Output - MotorUdp (run)
Hex: 2012-04-22 17:04:03
Ok. Dato Recivido.
Hex: 2012-04-22 17:05:49
Ok. Dato Recivido.
Hex: 2012-04-22 17:07:35
```

Figura N° 39: Prueba del Server Socket
Fuente: sistema Server Socket

ANEXO N° 03**3 INSTALACIÓN DEL EQUIPOS GPS/GSM/GPRS****3.1 Ubicación del equipo**

Para poder determinar el lugar donde será colocado el equipo se debe considerar que no sea accesible fácilmente evitando así las manipulaciones por parte de terceros.

3.2 Colocación de las antenas

Ubicación del equipo y las antenas GPS y GSM que se encuentran estratégicamente ubicadas para que se pueda recibir y enviar señales como se aprecia en la figura 38.

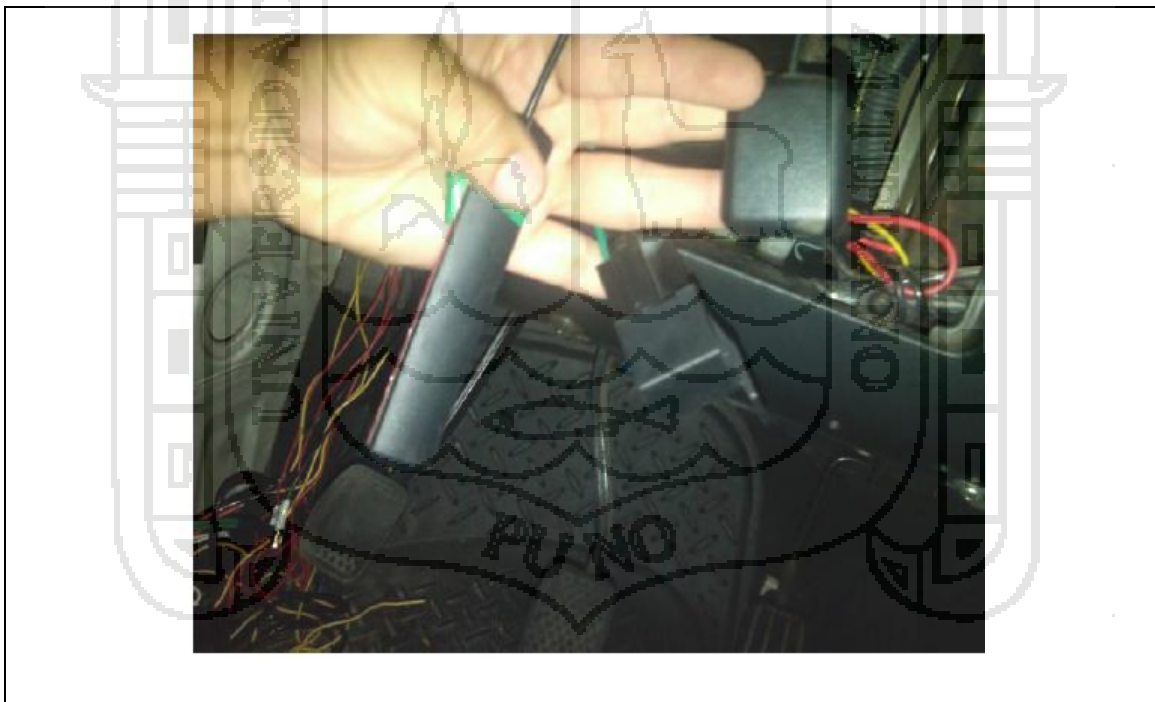


Figura N° 40: Antenas GPS y GSM

Fuente: Imagen tomada por los Investigadores en la implementación del sistema

3.3 Alimentación del equipo

Para el equipo funcione es necesario localizar una fuente de 12v. para esto buscamos en el porta fusible los cables de ingreso de la batería y de allí obtenemos nuestra alimentación, conectando a nuestro equipo.

3.4 Bloqueo del vehículo

Para bloquear el vehículo se interrumpe el funcionamiento de la bomba de combustible. Para esto se utiliza un relé que se activara con la señal del equipo y cortara la alimentación de la bomba de combustible. En la figura 39 se presenta el circuito del bloqueo.

Para determinar el cable que debemos interrumpir se tuvo la ayuda de una persona experta en área de mecánica automotriz.

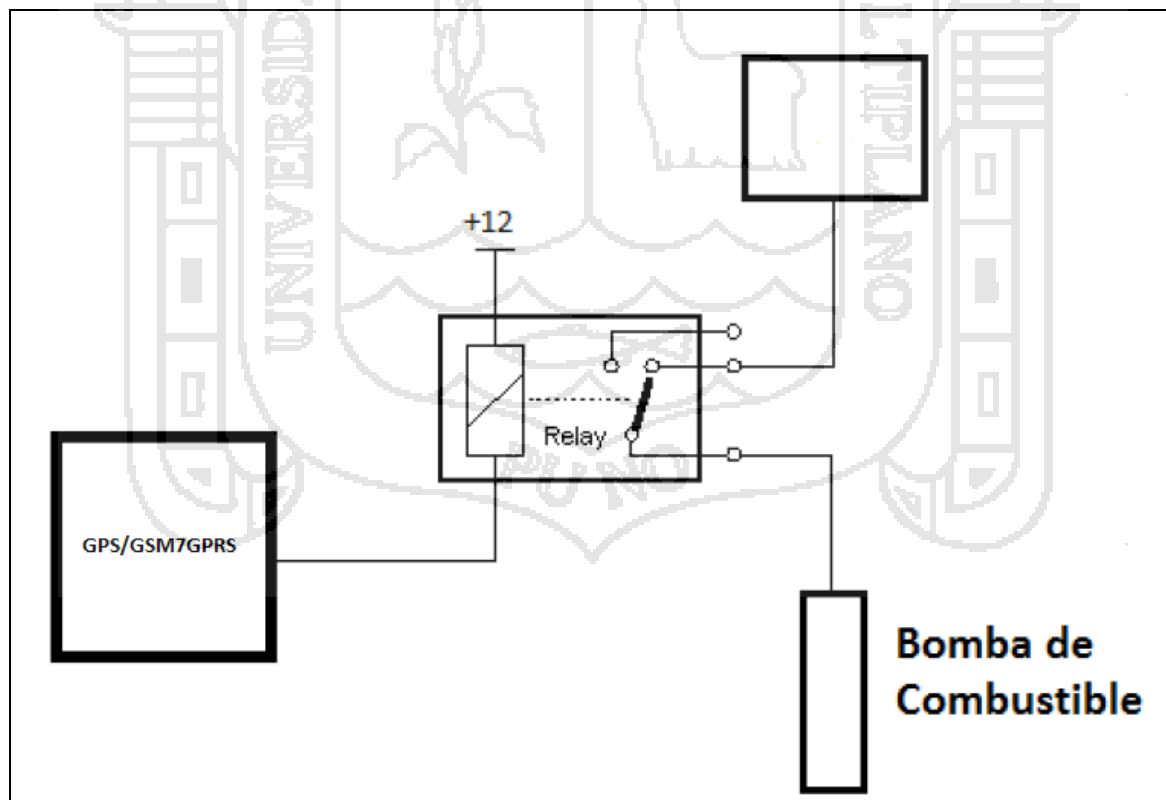


Figura Nº 41: Esquema de bloqueo de la bomba de combustible
Fuente: elaboración propia de los investigadores