



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN REDES Y
COMUNICACIÓN DE DATOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO EN REDES Y
COMUNICACIÓN DE DATOS**

**TEMA: DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA MONITOREO Y
CONTROL SATELITAL DE VEHICULOS MEDIANTE EL USO DEL
DISPOSITIVO GPS TK 303G PARA LA COMERCIALIZADORA DE
DISPOSITIVOS SATELITALES GENIUS EC**

AUTOR: PARRA CANGAS, CRISTIAN GEOVANNY

DIRECTOR: Dr. ESPINOSA ORTIZ, NIKOLAI DANIEL

SANGOLQUÍ

2018



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN REDES Y

COMUNICACIÓN DE DATOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA MONITOREO Y CONTROL SATELITAL DE VEHICULOS MEDIANTE EL USO DEL DISPOSITIVO GPS TK 303G PARA LA COMERCIALIZADORA DE DISPOSITIVOS SATELITALES GENIUS EC**” realizado por el señor **Parra Cangas, Cristian Geovanny** ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 04 de Julio de 2018

Dr. Espinosa Ortiz Nikolai Daniel

C.C 110246704-8



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN REDES Y

COMUNICACIÓN DE DATOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Parra Cangas, Cristian Geovanny**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA MONITOREO Y CONTROL SATELITAL DE VEHICULOS MEDIANTE EL USO DEL DISPOSITIVO GPS TK 303G PARA LA COMERCIALIZADORA DE DISPOSITIVOS SATELITALES GENIUS EC”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación es veraz.

Sangolquí, 04 de Julio de 2018

Una firma manuscrita en tinta azul que parece ser 'Cristian Geovanny Parra Cangas'.

.....
Cristian Geovanny Parra Cangas

C.C.: 1718537663-3



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN REDES Y

COMUNICACIÓN DE DATOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **Parra Cangas, Cristian Geovanny** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Desarrollo de un sistema para monitoreo y control satelital de vehículos mediante el uso del dispositivo GPS TK 303g para la comercializadora de dispositivos satelitales Genius ec”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 04 de Julio de 2018


.....
Cristian Geovanny Parra Cangas

C.C.: 171853766-3

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar a culminar mi carrera satisfactoriamente y haberme dado la salud para cumplir mis metas y objetivos. A mi madre Olga, por todo el apoyo incondicional que me brindó durante mi etapa universitaria, por sus consejos, palabras y valores que me han permitido ser una persona de bien. A mi padre Raúl, por toda la ayuda y sus palabras de aliento que me han permitido ser una persona perseverante. A mi hermano Erick, por brindarme su apoyo siempre que lo necesité. A mis primas Nancy y Maura, por su ayuda y colaboración durante mis pasantías y trabajos universitarios. A mi familia, por ser un ejemplo de personas con buenos valores y que me han enseñado a luchar día a día. A mi novia Sofia, por sus palabras de apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

Parra Cangas, Cristian Geovanny

AGRADECIMIENTO

Al departamento de eléctrica y electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas y a sus docentes que me brindaron los conocimientos adquiridos en la vida estudiantil, así como también un agradecimiento especial al director del proyecto de titulación por la atención y acogida al presente proyecto.

A Gustavo Ramírez por permitirme realizar este proyecto para su innovadora empresa Genius ec.

A Sandra Jaramillo por su ayuda en mis horarios laborales que me permitieron desarrollar este proyecto hasta culminarlo.

Parra Cangas, Cristian Geovanny

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 ALCANCE.....	4
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5

CAPITULO II

FUNDAMENTOS

2.1	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.....	6
2.1.1	CONCEPTOS BÁSICOS DE GPS.....	6
2.1.2	Posicionamiento del satélite.....	6
2.1.3	Sistema de Coordenadas Geográficas.....	8
2.1.4	Coordenadas UTM.....	10
2.2	TECNOLOGÍAS GSM / GPRS.....	12
2.2.1	RED GSM.....	12
2.2.2	RED GPRS.....	14
2.3	EQUIPO RASTREADOR TK 303G.....	16
2.3.1	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.....	16
2.3.2	PUERTOS Y DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	19
2.3.3	COMANDOS DE CONFIGURACIÓN.....	21
2.4	SERVIDOR GPS.....	24
2.5	ANDROID STUDIO.....	26

CAPÍTULO III

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES

3.1	CRITERIOS DE DISEÑO DEL SISTEMA.....	28
3.1.1	FUNCIONES DEL SISTEMA.....	28
3.1.2	Esquema general de funcionamiento.....	29
3.2	IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO GPS.....	30
3.2.1	INSTALACIÓN DEL SERVIDOR WEB.....	30

3.2.2	CONFIGURACIÓN Y PERSONALIZADO DEL SERVIDOR WEB	34
3.2.3	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE BASE DE DATOS	35
3.2.4	Configuración de Firewall y protocolos	38
3.3	Instalación y Configuración del Equipo GPS TK 303G.....	39
3.3.1	Instalación de equipo GPS TK 303G	39
3.3.2	GPS TK 303G bajo GSM (SMS)	43
3.3.3	GPS TK 303G bajo GPRS (Paquete de Datos)	47
3.4	Desarrollo de una Aplicación (App) Android para monitoreo	48
3.4.1	PROGRAMACIÓN PARA LA APP ANDROID MODO GSM.....	48
3.4.2	PROGRAMACIÓN PARA LA APP ANDROID MODO GPRS	53
3.5	Registro y configuración de dispositivos.....	57

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1	RESULTADOS.....	61
4.1.1	UBICACIÓN BAJO EL SISTEMA GSM Y EL RANGO DE EXACTITUD	61
4.1.2	UBICACIÓN BAJO EL SISTEMA GPRS	62
4.1.3	VISUALIZACIÓN DE REPORTEES	64
4.1.4	GEOCERCAS.....	68
4.1.5	COMANDOS	69
4.1.6	NOTIFICACIONES	69
4.1.7	CONSUMO DE RECURSOS.....	70

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	71
5.2 RECOMENDACIONES	72

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Especificaciones de equipo TK 303g</i>	18
Tabla2 <i>Herramientas de software libre</i>	26
Tabla 3 <i>Requerimientos de sistema para Android Studio</i>	27
Tabla 4 <i>Funciones globales del dispositivo GPS</i>	29
Tabla 5 <i>Características VPS</i>	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Satélites orbitando al planeta	7
Figura 2 Sistema de Posicionamiento Global	7
Figura 3 Paralelos.....	9
Figura 4 Meridianos	9
Figura 5 Descripción de las coordenadas UTM.....	10
Figura 6 Detalle de la cuadrícula UTM.....	11
Figura 7 Cluster de 7 celdas	12
Figura 8 Arquitectura de Red GSM	13
Figura 9 Arquitectura de red GPRS	15
Figura 10 TK 303g.....	16
Figura 11 Kit GPS 303g.....	18
Figura 12 Conexión eléctrica	20
Figura 13 Segmento de protocolos.....	24
Figura 14 Android Studio.....	27
Figura 15 Sistema de Rastreo satelital GPS.....	30
Figura 16 VPS Ubuntu.....	30
Figura 17 Comandos iniciales	31
Figura 18 Descarga del servidor Traccar	32
Figura 19 Instalador del servidor Traccar	32
Figura 20 Descomprimir fichero ZIP.....	33
Figura 21 Proceso de instalación del servidor.....	33

Figura 22 Cambio de logotipos en el servidor	34
Figura 23 Pantalla de inicio de plataforma Web	34
Figura 24 Comando para instalación de Mysql Server	35
Figura 25 Teclas de interactividad mando a distancia	35
Figura 26 Asociación del sistema Mysql	36
Figura 27 Creación de base de datos	36
Figura 28 Base de datos creada	37
Figura 29 Conexión de Base de Datos con Traccar	37
Figura 30 Configuración de Firewall	38
Figura 31 IPTables en el servidor	38
Figura 32 Protocolos de comunicación GPS	39
Figura 33 Conexión 12 V	40
Figura 34 Conexión a tierra común	40
Figura 35 Conexión cable accesorios	41
Figura 36 Detección cable de bloqueo	41
Figura 37 Conexión relevador	42
Figura 38 Preparación para ubicar GPS 3030g	42
Figura 39 Sistema eléctrico del automóvil	43
Figura 40 Cobertura de telefonía celular a nivel nacional	44
Figura 41 Inicializando el equipo TK 303g	45
Figura 42 Status del equipo TK 303G	45
Figura 43 Geolocalización de vehículo	46
Figura 44 Configuración para micrófono	46

Figura 45 Equipo GPS en modo GPRS.....	47
Figura 46 Configuración del servidor WEB	47
Figura 47 Status de GPS en modo datos	48
Figura 48 Creación de nuevo proyecto Android.....	49
Figura 49 Configuración de mínima versión Android.....	49
Figura 50 Creación de Activity	50
Figura 51 Linear Layout (vertical).....	51
Figura 52 Menú Cliente GSM.....	51
Figura 53 Asignación de espacio de memoria interna	52
Figura 54 Configuración de envío de comandos por SMS	52
Figura 55 Configuración de permisos	53
Figura 56 Git para Windows	54
Figura 57 Enlace de código fuente App.....	54
Figura 58 Clonación de App Android.....	55
Figura 59 Interfaz de Firebase.....	55
Figura 60 Diseño de interfaz de App Android	56
Figura 61 Interfaz de App en modo GPRS	57
Figura 62 Registro de usuario	57
Figura 63 Registro de dispositivo en plataforma	58
Figura 64 Configuración de cuenta	59
Figura 65 Configuración de comandos de control	59
Figura 66 Verificación de usuarios soportados por el Sistema	60
Figura 67 Aumento de capacidad de usuarios.....	60

Figura 68 Ubicación en mapa GSM.....	61
Figura 69 Mensaje de notificación vía SMS	62
Figura 70 Visualización de mapas en Android	63
Figura 71 Visualización de mapas en PC.....	64
Figura 72 Consulta de segmento de ruta	65
Figura 73 Eventos de vehículo.....	66
Figura 74 Gráfica velocidad vs tiempo	67
Figura 75 Menú de reportes	67
Figura 76 Geocerca	68
Figura 77 Comandos de bloqueo de maquina	69
Figura 78 Notificación S.O.S.	70
Figura 79 Medición de propiedades del equipo	70

RESUMEN

El presente trabajo de titulación consiste en un sistema de monitoreo y rastreo satelital que sirve para obtener la ubicación geográfica de dispositivos GPS en tiempo real, la implementación de una plataforma de software libre, con el objetivo de personalizarla a consideración del patrocinador del proyecto y realizar la programación necesaria para la obtención de datos desde el equipo TK 303G, entre estos principalmente las coordenadas geográficas del sistema de posicionamiento global. En adición al sistema el desarrollo de aplicativos para la plataforma Android con el fin de cubrir los modos de operación del equipo gps TK 303G. La primera fase de la investigación implica el estudio y adquisición de un servidor vps alojado en la nube, un dominio, hosting y software compatible. Se instala y configura el sistema operativo Linux, los servicios, permisos de firewall y redirección de la IP estática brindada por el proveedor de vps. La segunda fase consiste en el estudio del equipo gps TK 303G, sus modos de operación, conexiones y características que indica el fabricante. Finalmente se realizan pruebas de campo y las debidas configuraciones en el lado del servidor como en el cliente para un óptimo rendimiento y toma de medida del sistema.

PALABRAS CLAVE:

- **TK 303G**
- **XML**
- **GSM/GPRS**
- **LINUX**

ABSTRACT

The titulation project consists of a satellite tracking system that assists to obtain the geographical location of GPS devices in real-time, the execution of an open software platform with the objective of personalizing it to the consideration of the project sponsor, and to carry out the necessary programming for obtaining data from the gps TK 303G team (mainly the geographical coordinates of the global positioning system). In addition to this, the research also entails the development of applications for the Android platform to cover the operation modes of the gps TK 303G equipment. The first phase of the investigation involves the study and acquisition of a vps server hosted in the cloud, a domain, hosting, and compatible software. The Linux operating system would be installed and configured along with the services, firewall permissions, and redirection of the static IP address provided by the vps provider. The second phase consists of the study of the gps TK 303G equipment, its modes of operation, and its connections and characteristics indicated by the manufacturer. Finally, field tests and the appropriate configurations are performed on the server from our side as well as on the client's receiving end for optimum performance and system measurement.

KEYWORDS:

- **TK 303G**
- **XML**
- **GSM/GPRS**
- **LINUX**

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción

La finalidad de la presente investigación se centró en desarrollar un sistema de rastreo satelital, tomando como base una plataforma de distribución libre que se ejecuta bajo un sistema operativo Linux, conforme la investigación avanza se realizan configuraciones necesarias en el servidor para mitigar ciertos inconvenientes de conexión y respaldo de datos provenientes de los clientes.

Implementar el sistema con software bajo licencia *GNU* y libre, implica poder modificar programas de manera parcial y ejecutarlos con total libertad para su distribución o comercialización. Esto implica una enorme ventaja en cuanto a reducción de costes en licencias y mantenimiento del sistema.

Al tratarse de un servicio de alta demanda en cuanto a transmisión y procesamiento de datos se consideró un servidor alojado en la nube con considerable *Uptime* y posibilidad de llevar un análisis de tráfico con el fin de gestionar la capacidad del servidor según las exigencias requeridas en cuanto a aumento de usuarios. El estudio específico del equipo *GPS TK 303G* indica dos modos de operación, utilizando en ambos casos la red *GSM/GPRS* para para transmitir al servidor los datos recolectados desde el mencionado dispositivo, se implementa adicionalmente aplicativos para móviles quien mejoraran la experiencia del usuario facilitando el control y gestión de sus vehículos.

1.2 Antecedentes

El Sistema de Posicionamiento Global GPS, es una tecnología desarrollada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en la década de los sesenta, este sistema permite localizar en toda la superficie de la tierra un objeto (vehículos, persona, etc) que disponga de un receptor de señal. Actualmente esta tecnología permite obtener una precisión de pocos centímetros con equipos específicos y hasta unos pocos metros con equipos comerciales. (sinc, 2013)

Existe en nuestro entorno una gran variedad de opciones para manejar esta tecnología, desde nuestros propios teléfonos inteligentes, placas para prototipos como las shield de Arduino y equipos comerciales como el modelo *TK 303G* especialmente utilizado en vehículos. En cuanto a software, los desarrolladores optan por utilizar mapas y Api's proporcionados por Google, u otros proveedores de estos servicios como Ubidots.

En nuestro país resaltan dos investigaciones realizadas respecto al tema, en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, fue desarrollado el tema de maestría denominado “Análisis de factibilidad técnica y de viabilidad comercial de dispositivos para localización de mascotas caninas mediante el uso de tecnología GPS en el Distrito Metropolitano de Quito” (Basantes, 2016), en el cual se analiza y desarrolla un conjunto de aplicaciones para localización GPS en base a redes móviles GPRS desde un localizador comercial marca *Xexun* y una aplicación de acceso directo desarrollada bajo *MIT App Inventor* con mapas de Google. Desarrollando un análisis de mercado para su prototipo y pruebas de campo con resultados tolerantes.

La otra investigación citada hace referencia al proyecto de tesis denominada “Análisis de factibilidad hacia la implementación de una herramienta informática que permita el monitoreo y control vehicular del área de división de mantenimiento de la Universidad de Guayaquil” (Jhonatan, 2016), en la cual el autor realiza un profundo análisis de algunas plataformas de licencia libre para un entorno específico y realiza las debidas recomendaciones que se debe tomar para levantar un sistema de rastreo para vehículos.

1.3 Justificación

La comercializadora de dispositivos satelitales GENIUS EC, dedica en principio a la venta al por menor y mayor de equipos GPS para la ubicación de vehículos, personas, mercadería, etc. Encontraron la opción de expandir su negocio implementando el servicio de rastreo satelital para vehículos instalando sus propios equipos, para ello se han encontrado en la necesidad de adquirir software de licencia pagada tanto en servidores como en aplicativos para utilización de sus clientes. Obteniendo algunas desventajas con respecto a su competencia como los costos de renta altos, incompatibilidad de todos los servicios de sus equipos con los aplicativos y poco acceso a personalizar su marca con el servicio brindado.

Realizando un análisis de costo - beneficio se ha optado por invertir en el desarrollo de un sistema el cual permite brindar los mismos servicios de una plataforma de rastreo satelital de pago con herramientas libres, siendo en este caso GENIUS EC el propio administrador de dicha plataforma así también reduciendo costos de servicio y personalizando sus productos con la imagen de su marca.

La implementación de este sistema permitirá tomar mayor control de mercado pues se puede crear servicios personalizados según la necesidad del usuario, aplicaciones pueden generarse acorde a los ítems solicitados por los clientes y brindar mayores indicadores a más de ubicación como lo son, velocidad, direcciones exactas, historiales, geocercas y notificaciones personalizadas para cada cliente.

1.4 Alcance

Al culminar este trabajo de investigación se espera haber cumplido con los siguientes propósitos planteados:

Implementar una plataforma de rastreo satelital completamente administrable que permita interconectar el equipo *GPS TK 303G* como también realizar un análisis de su funcionamiento para aprovechar todas las prestaciones que provee.

Otro propósito planteado es integrar al sistema, aplicativos para terminales celulares las cuales permitirán acceder a la ubicación de vehículos, tomar acciones de control y consulta de los datos guardados en el servidor.

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de monitoreo y control satelital de vehículos mediante el uso del dispositivo GPS TK 303G.

1.5.2 Objetivos específicos

- Configurar los servidores para emisión, recolección y alojamiento de datos, así como la topología de red del sistema.
- Instalar el software que se instanciara en el servidor a partir de un Kernel de licencia gratuita Traccar.
- Analizar el dispositivo GPS TK 303g y sus modos de funcionamiento
- Visualizar mediante el uso de un dispositivo móvil, la ubicación del vehículo en un mapa digital.
- Crear una base de datos con reportes detallados y estadísticos de la información recibida.
- Analizar los resultados obtenidos

CAPITULO II

FUNDAMENTOS

2.1 Sistema de posicionamiento global

2.1.1 Conceptos básicos de GPS

El Sistema de Posicionamiento Global o más conocido por sus siglas de inglés GPS es una tecnología de navegación desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en la década de los sesenta y puesta a disposición de la población civil en la década de los ochenta, este sistema está constituido por una red de 24 satélites que orbitan alrededor del planeta emitiendo geo posiciones de índole GPS, su servicio esta contantemente activo las 24 horas del día y su acceso libre para todo aquel que disponga de un receptor de estas señales.

2.1.2 Posicionamiento del satélite

Como ya se mencionó inicialmente existe 24 satélites en órbita y unos cuantos más de respaldo figura 1, estos siguen una trayectoria sincronizada con el fin de cubrir la superficie total del globo terrestre a una altura de 20.200 Km, repartidos en un conjunto de seis planos orbitales conformados por cuatro satélites cada uno. La alimentación eléctrica que requieren para su funcionamiento la recolectan de los rayos solares por medio de paneles solares situados en su superficie.



Figura 1 Satélites orbitando al planeta

Fuente: (Jhonatan, 2016)

La frecuencia en la cual mantiene una comunicación directa con el usuario civil es de 1575.42 MHz. Los dispositivos GPS receptores en la actualidad poseen una capacidad de lectura con error de diez metros e incluso menor.

Un sistema GPS es reconocido por calcular la posición de un punto cualquiera en una superficie de coordenadas (x, y, z), a partir de la operación de las distancias desde el punto de origen hasta un arreglo de tres satélites quien tienen una localización conocida.



Figura 2 Sistema de Posicionamiento Global

Fuente: (com, 2018)

2.1.3 Sistema de Coordenadas Geográficas

El sistema de coordenadas geográficas es un sistema que indica en la superficie del planeta cualquier lugar, para ello utiliza dos tipos de coordenadas angulares, la latitud (Norte o Sur) y la longitud (Este u Oeste), esto para determinar los ángulos laterales de la superficie del planeta en relación al centro de la Tierra y alineadas con su eje de rotación.

Para conocer la manera de cómo se constituyen las medidas de longitud y latitud es necesario conocer los siguientes conceptos básicos:

Los **Paralelos**, el ecuador es un círculo imaginario perpendicular al eje de rotación de la tierra que divide en dos partes proporcionales al planeta; hemisferio Norte y hemisferio Sur, en estos hemisferios se pueden trazar una serie de círculos imaginarios que van reduciendo a razón que se acercan a los polos. Estos círculos menores (incluido el ecuador) reciben el nombre de **paralelos**.

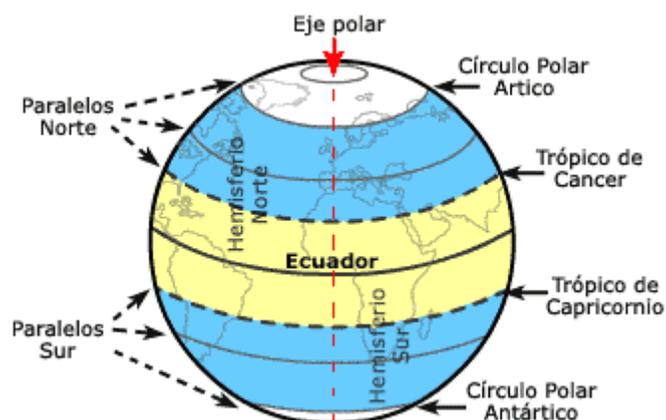


Figura 3 Paralelos

Fuente: (sur, 2018)

Los **Meridianos**, son círculos perpendiculares al ecuador cuya dirección va de polo a polo. El meridiano de *Greenwich* divide a la tierra en dos hemisferios; Este u oriental situado al este de dicho meridiano y hemisferio Oeste u occidental al oeste del mismo.

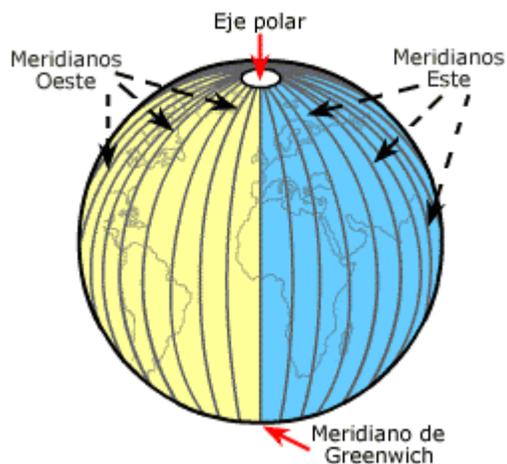


Figura 4 Meridianos

Fuente: (sur, 2018)

Todo punto en la superficie del globo puede ser ubicado por medio de la intersección de un paralelo y un meridiano es aquí de donde surgen las coordenadas de latitud y longitud.

2.1.4 Coordenadas UTM

El sistema de coordenadas geográficas UTM (*Universal Transverse Mercator*) es útil cuando se apunta a cualquier sitio de la superficie terrestre, para ello se utiliza una proyección cilíndrica que representa la Tierra sobre un plano. Esta es una proyección transversa en la cual el cilindro es tangente a cada meridiano, aquí los paralelos y meridianos se representan por líneas rectas formando una cuadrícula, el sistema de coordenadas representado pasa de ser esférico a ser rectangular, como resultado es más intuitivo señalar puntos, trazar rutas y medir distancias.

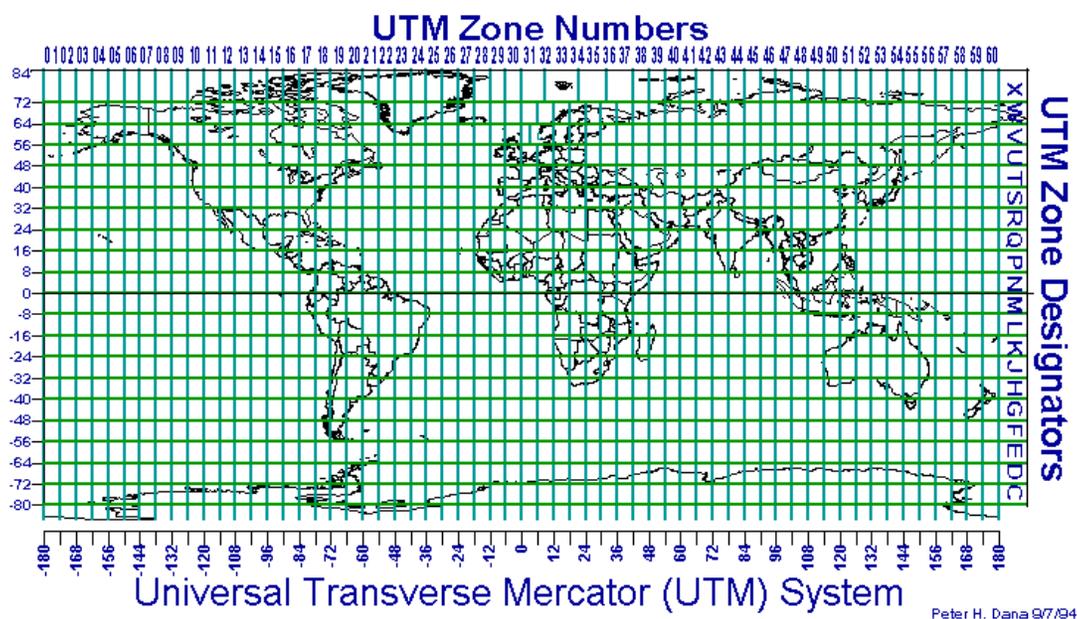


Figura 5 Descripción de las coordenadas UTM

Fuente: (Franco, 2018)

Una coordenada UTM siempre corresponde a un área cuadrada cuyo lado depende del grado de resolución de la coordenada, podemos observar la cuadrícula UTM representada en la superficie. Cada cuadrado de esta cuadrícula posee un área de 1 Km cuadrado (1 Km x 1 Km).

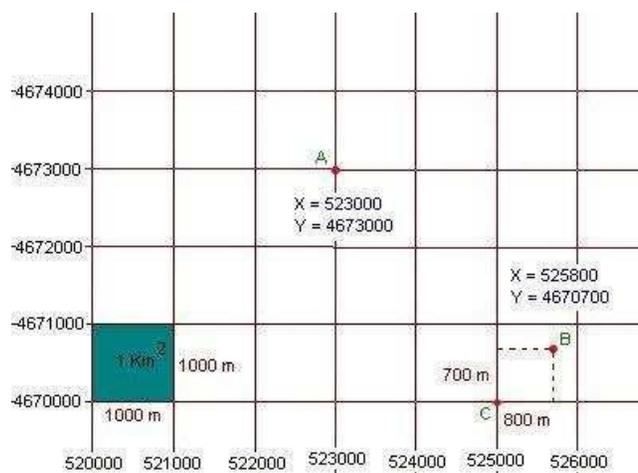


Figura 6 Detalle de la cuadrícula UTM

Fuente: (sur, 2018)

Para hacer referencia a cada punto de la cuadrícula UTM se usan dos valores llamados coordenadas. Existe una coordenada X que expresa un valor en metros o en kilómetros sobre la horizontal, mientras que la coordenada Y hace lo propio sobre la vertical del plano.

La posición del punto A se expresa mediante las coordenadas X e Y de su intersección sobre la cuadrícula. Este es el caso más sencillo, pero no es el más frecuente.

$$X=523.000 \quad Y=4.673.000$$

2.2 Tecnologías GSM / GPRS

2.2.1 Red GSM

La red celular GSM del inglés *Global System for Mobile Communications*, conocida como 2G por su segunda generación inicio operaciones en la década de los noventa en Europa utilizando tecnología TDMA, una de sus principales características radica en que las transmisiones que realiza son digitales y no se restringe solo a voz permitiendo enviar datos como mensajes de texto, su velocidad de transmisión conocida llega hasta los 14,4 Kbps. (Jhonatan, 2016)

Para aprovechar el espectro de frecuencias que tiene asignada esta tecnología se utiliza celdas, llevando cada una de estas un número de canales denotados por un identificados *BSIC*. A cada celda se le asigna un radio de cobertura con una capacidad de usuarios a los que se los puede procesar concurrente mente. Un conjunto de 3 o 7 celdas es reconocido como *cluster* figura 7.

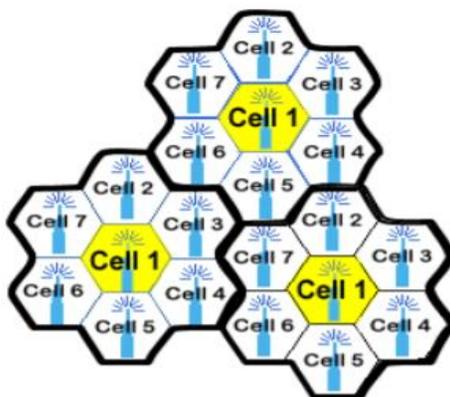


Figura 7 Cluster de 7 celdas

Fuente: (Jhonatan, 2016)

Se puede apreciar una gráfica de la arquitectura de Red GSM en la figura 8.

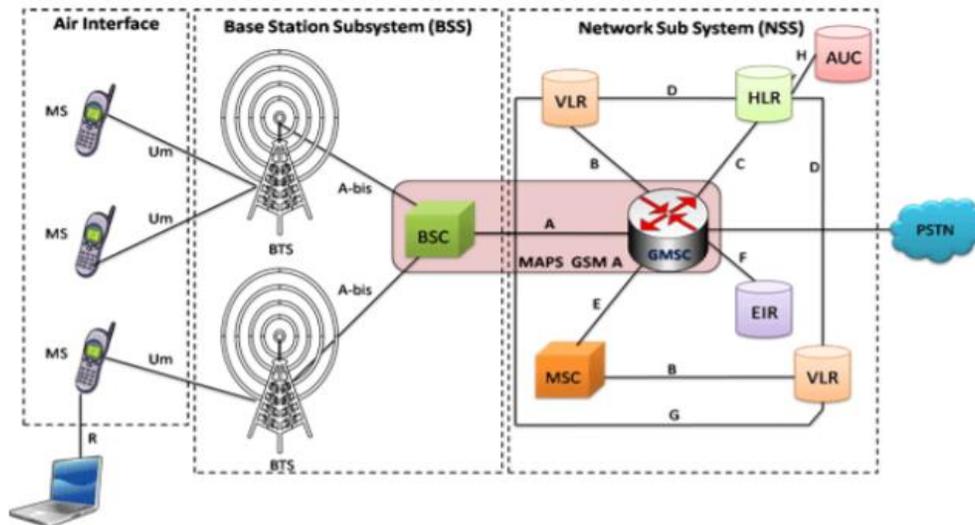


Figura 8 Arquitectura de Red GSM

Fuente: (Jhonatan, 2016)

La arquitectura está integrada de algunos elementos que se detallan a continuación:

Mobile Station (MS), está integrada por una sección de hardware y software sobre la interfaz de radio, o de otra parte conocida como SIM (*Suscriber Mobile Identity*) en la cual se almacena los datos personales del usuario para identificarse en la red, la estación móvil está integrada de los siguientes componentes:

- IMSI, *International Mobile Subscriber Identity*
- TMSI, *Temporary Mobile Subscriber Identity*
- MSISDN, *Mobile Station International ISDN Number*
- MSRN, *Mobile Station Roaming Number*

Y los datos persistentes en la estación móvil:

- SIM card
- IC card identification (numero serial de la SIM)
- Lista de servicios SIM
- IMSI, International Mobile Subscriber Identity
- Número de identificación personal PIN

Base Station Subsystem (BSS), la estación base cubre una determinada área (celda), dependiendo de la propagación de onda de radio, morfología local y densidad poblacional, así el usuario puede moverse de una celda a otra. Los elementos que conforma la estación base son:

- BTS, Estación Base Transmisora
- BSC, Controlador de la Estación Base

2.2.2 Red GPRS

La red GPRS (*General Packet Radio Service*), tiene como base la transmisión de datos por conmutación de paquetes, a diferencia de la red GSM cuyo funcionamiento era por conmutación de circuitos apropiado para transmisión de voz.

Esta tecnología presenta diferentes ventajas, controlar información con direcciones IP por conmutación de paquetes tarifando por tráfico consumido. Utiliza el canal de comunicación solo

cuando se lo requiere permaneciendo disponible el resto del tiempo, la tecnología trabaja sobre GSM y es compatible con LAN, WAN, e Internet.

En su funcionalidad permite circular información (GPRS) y realizar llamadas (GSM) al mismo tiempo.

Para poder configurar un equipo dentro de la red GPRS se debe asignar un APN (punto de acceso a la red), un nombre de usuario y contraseña, la topología de red se aprecia en la figura 9.

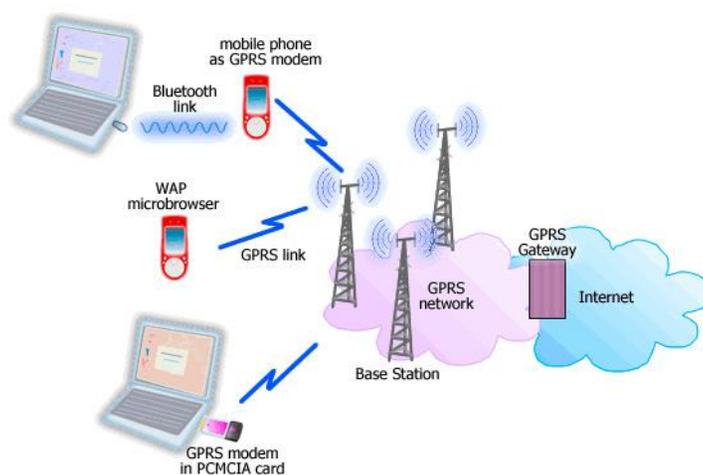


Figura 9 Arquitectura de red GPRS

Fuente: (Jhonatan, 2016)

2.3 Equipo Rastreador TK 303G

El dispositivo electrónico TK 303G figura 10, es utilizado ampliamente para vehículos y alquiler de coches, gestión de flotas, etc. Tiene básicamente dos modos de funcionamiento, el modo SMS y el modo GPRS para realizar consultas y tomar acciones de manera remota.



Figura 10 TK 303g

Fuente: Genius ec

2.3.1 Características del equipo

El dispositivo tiene la característica de ser resistente al agua y polvo, además del equipo el fabricante incluye en caja un arnés para conexiones con el vehículo, en relevador, micrófono, botón de pánico y un manual de los comandos soportados por este modelo vía SMS; se lo puede observar en la figura 11.

Entre sus características y funciones más relevantes se puede acotar:

- Antena GSM/GPS Interna
- GSM cuatribanda.
- SOS botón de pánico
- Geofence, alarma del movimiento, sobre alarma de la velocidad
- Armar/Desarmar (ACC/alarma de sacudida)
- Apagar el motor remotamente
- Soporta sensor de combustible
- Realtime google maps
- Mostrar lat/long y google map con enlace en el móvil
- Soporta 5 números autorizados



Figura 11 Kit GPS 303g

Fuente: Genius ec

En cuanto a sus especificaciones técnicas soporta voltajes de 12 – 42 V, trabaja con cualquiera de las tres bandas de frecuencia utilizadas por las operadoras del país y tiene una precisión de 5 metros, mayores detalles se indican en la tabla 1.

Tabla 1

Especificaciones de equipo TK 303g

Contenido	especificación
Dimensión	9.6 × 5.3 × 1.6 cm
Peso	70g
Red	GSM/GPRS CONTINÚA 
Banda	850/90 0/1800/1900 Mhz
Sensibilidad del GPS	-159dBm

Precisión del GPS	5 metros
GPS hora de inicio	estado frío 45 s estado caliente 35 s estado caliente 1 s
Alimentación del coche	12 V-24 V
Batería de reserva	cargable 3.7 V 700 mA batería de Ion de litio
Temperatura de almacenamiento	-40 ° C a + 85 ° C
Temp de la operación	-20 ° C a + 65 ° C
Humedad	5% - 95% sin condensación

Fuente: Genius ec

2.3.2 Puertos y diagrama eléctrico

El siguiente diagrama representa como las señales de entrada/salida del arnés de 12 pines, deben ser conectadas al vehículo:

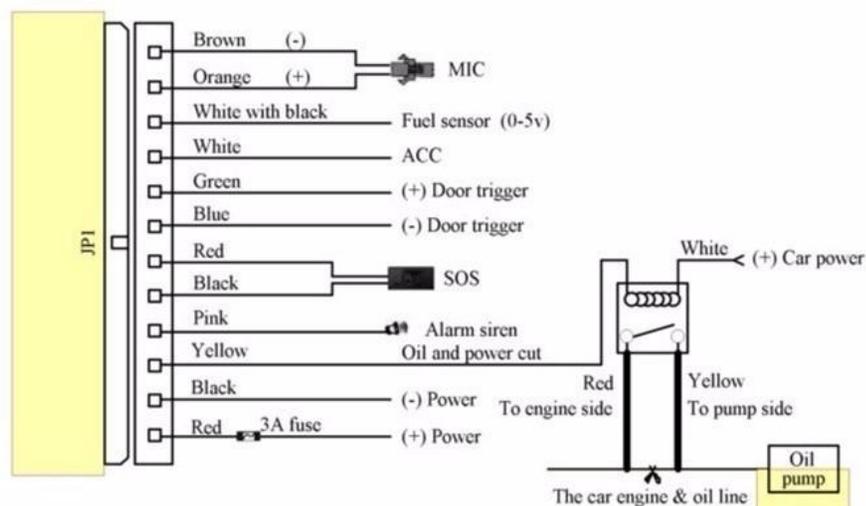


Figura 12 Conexión eléctrica

Fuente: Genius ec

- **Cable negro:** debe ir aterrizada a cualquier polo negativo (tierra) del vehículo
- **Botón de pánico:** Se encuentra previamente conectado, debe ubicarse en un lugar donde el conductor pueda presionarlo
- **Cable verde:** Si los disparadores de las puertas del auto entregan una señal positiva al abrirlo, se debe conectar este cable al disparador de lo contrario no
- **Cable rojo:** debe ir conectado a la fuente de 12-24 volts que entrega la batería
- **Cable azul:** Si los disparadores de las puertas del auto entregan una señal negativa al abrirlo, se debe conectar este cable al disparador de lo contrario no
- **Cable blanco:** debe ir empatado a el cable de accesorios ACC que sale del volante
- El micrófono se debe conectar al Jack de 3mm que sale del arnés
- **Cable rosa:** debe ir conectado en paralelo a la sirena del vehículo

- **Relé:** el cable blanco del relé debe ir conectado a la fuente de 12-24 volts, haciendo un corte al cable de la bomba de gasolina/motor empatarlo a los extremos con el cable rojo y amarillo que dispone el relé
- **Cable blanco con negro:** en el caso de disponer del sensor de combustible, se lo debe conectar con este cable y el cable de masa (tierra)

2.3.3 Comandos de configuración

Es necesario enviar una serie de comandos al dispositivo para indicar el modo de operación y las funciones que se requieren activar, a continuación, se detallan los comandos utilizados en este proyecto:

Reset e inicialización

Enviar un sms al dispositivo con el comando (*begin+password*)¹, el comando sería:

begin123456

El dispositivo devuelve un sms de confirmación con el contenido “*begin ok*”

Cambiar la clave

Enviar un sms al dispositivo con el comando (*password+antigua_clave nueva_clave*), el comando sería por ejemplo:

password123456 818181

El dispositivo devuelve un sms de confirmación con el contenido “*password ok*”

¹ El comando no incluye los paréntesis, el signo + no se debe incluir y no hacer espacio sino se pide, la palabra password representa a la clave que por defecto es 123456 (6 dígitos) en el caso de cambiarla se debe remplazar por la nueva clave configurada desde el celular

Autorización

El dispositivo puede ser controlado por hasta 5 usuarios, los mismos reciben notificaciones programadas

Para autorizar a usuarios enviar un sms al dispositivo con el comando (*admin123456 numero_celular_nuevo*) y se recibe una notificación sms (*admin OK*), el comando quedaria por ejemplo:

```
admin123456 0985379765
```

Para quitar la autorización de un numero enviar un sms con el comando, (*noadmin123456 authorized number*), por ejemplo quedaría:

```
noadmin123456 0985379765
```

Localización rapida

Cualquier usuario registrado puede consultar la ubicación de vehiculo al realizar una llamada a el numero celular correspondiente de la SIM insertada en el vehiculo

Localización por tiempo indefinido

El usuario puede activar el modo seguimiento, en este modo el dispositivo entregará la posición del vehiculo cada intervalo de tiempo sugun la configuración del usuario, el comando utilizado es: (*fix030s060m***n+123456*), en el cual los valores de tres digitos pueden ser el numero de horas, minutos, segundos, según el prefijo h, m, s.

El primer valor del comando envia posición cada 30 seg cuando el vehiculo esta encendido y el segundo valor cada 60 min cuando esta apagado.

Para salir de este modo se utiliza el comando, (*nofix123456*)

Modo monitor

Este modo permite al usuario escuchar la conversación dentro del vehículo con el comando, (*monitor123456*) el dispositivo devuelve un (*monitor ok!*)

Es necesario regresar al modo track después de finalizar la escucha para el funcionamiento normal del dispositivo con el comando (*tracker123456*), el dispositivo devuelve (*tracker ok!*)

Alarma ACC

Esta función permite al dispositivo enviar una notificación al usuario cuando el vehículo a sido encendido con el comando: (*ACC123456*), devolviendo un (*ACC ok*)

La función es desactivada con el comando: (*noACC123456*), devolviendo un (*noACC ok*)

Cortar el sistema de combustible y energía

Con el comando (*stop123456*) el usuario puede apagar el vehículo de manera remota, el dispositivo devuelve (*Stop engine Succeed*), tener en cuenta que por seguridad el vehículo debería estar detenido

Para activar el encendido del vehículo se envía el comando: (*resume123456*), devolviendo (*Resume engine succeed*)

Geo Cerca

El administrador será notificado en caso que el vehículo salga de una área configurada con el comando (*move123456 dm*), donde dm; es una distancia en metros de hasta 4 dígitos por ejemplo: *move123456 0200*, cuyo radio representa un valor de 200 metros pero este valor debe ser completado con los cuatro dígitos quedando así 0200.

Para cancelar este servicio enviar el comando (*nomove123456*)

Estado de configuración

Se puede conocer la configuración y el estado total del vehículo con el comando:

```
check123456
```

2.4 Servidor GPS

El servidor utilizado para este proyecto es llamado “*Traccar Project*”, Traccar es una plataforma de localización por GPS de código abierto (Free and Open Source) compatible con varias marcas que fabrican equipos de localización GPS. Este sistema se abastece para algo más de 80 protocolos figura 13, de comunicación diferentes. Contiene además un entorno gráfico web para el monitoreo y gestión de los dispositivos en línea.

Device	Protocol	Port
TK103-2B	gps103	5001
TK104	gps103	5001
TK106	gps103	5001
GPS-103	gps103	5001
GPS-103-A	gps103	5001
TW-MD1101	gps103	5001
GPS102B	gps103	5001
GPS104	gps103	5001
TK110	-	clones

Figura 13 Segmento de protocolos

Fuente: (Traccar, 2018)

Traccar permanece constantemente lanzando nuevas actualizaciones de su sistema con el back-end de comunicación del dispositivo y la interfaz web incluida, el código fuente oficial está disponible para los sistemas operativos Windows, macOS, Linux y algunas de sus versiones en su sitio web oficial.

De las diferentes alternativas investigadas, Traccar resulta ser la mejor opción para la implementación de este proyecto por los siguientes motivos:

- + El desarrollador ofrece una versión del software basado en servidor, de esta manera es posible instalarla en un servidor dedicado privado.
- + El software es multiplataforma y personalizable.
- + El sistema permite registrar una gran cantidad de dispositivos y manejarlos sin muchos recursos.
- + El software está constantemente evolucionando y aparecen actualizaciones importantes constantemente.
- + Se puede disponer de código fuente de aplicativos personalizables para el Frontend.
- + Soporte técnico gratuito y oportuno.

Las demás alternativas no ofrecen todas estas características, la mayoría de ellas ofrecen su servicio en la web con sus propias credenciales y marketing. Se detalla un cuadro comparativo de las principales ventajas/desventajas de las distintas herramientas.

Tabla2*Herramientas de software libre*

DESCRIPCIONES	TRACCAR	OPENGTS	OPENGPS
Monitoreo en tiempo real	x	x	x
Encendido y Apagado del Motor	x	x	x
Ruta Recorrida	x	x	
Limitación Geográfica	x	x	x
Botón Pánico	x	x	
Conexión por Datos Móviles	x	x	x
Micrófono	x		x
Reportes	x	x	
Interfaz Web	x	x	x
Alertas y notificaciones	x	x	x
Basta información en la red	x		
Autenticación de usuarios	x	x	x
Versatilidad	x	x	
Fácil de usar	x		x

2.5 Android Studio

Android Studio es un entorno de desarrollo integrado para la plataforma Android. Fue anunciado el 16 de mayo de 2013 en la conferencia Google I/O, y reemplazó a Eclipse como el IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. La primera versión estable fue publicada en diciembre de 2014.



Figura 14 Android Studio

Fuente: (Praneta, 2018)

Está basado en el software IntelliJ IDEA de JetBrains, y es publicado de forma gratuita a través de la Licencia Apache 2.0. Está disponible para las plataformas Microsoft Windows, Mac OS X y GNU/Linux. Los requerimientos del sistema se muestran en la tabla 2.

Tabla 3

Requerimientos de sistema para Android Studio

Windows	Mac OS	Linux
Microsoft Windows 8/7/Vista/2003 (32 o 64 bit)	Mac OS X 10.8.5 o superior, hasta la 10.9 (Mavericks)	GNOME o entorno de escritorio KDE
Mínimo de 2 GB de RAM, recomendado 4 GB de RAM		
400 MB de espacio en disco		
Necesita de al menos 1 GB para Android SDK, emulador de imágenes del sistema, y cachés		
Resolución mínima de pantalla de 1280 x 800		
Java Development Kit (JDK) 7 o superior		

Fuente: (Menéndez, 2016)

CAPÍTULO III

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES

3.1 Criterios de diseño del sistema

En el presente capítulo se da a conocer el conjunto de especificaciones que conforman el sistema, permitiendo su implementación.

Una vez realizado el análisis para la integración de la plataforma, se consigue implementar un sistema autónomo el cual se encarga de la adquisición de datos recolectados directamente del equipo GPS; por medio de la red celular, procesarlos para su análisis, tabulación y representación gráfica.

3.1.1 Funciones del sistema

Existe un determinado proceso que se debe seguir para una correcta iteración entre el usuario y el aplicativo de Rastreo Satelital.

Captura de datos del dispositivo GPS: esta es la primera etapa del sistema, primero se garantiza la correcta instalación del dispositivo GPS TK 303G en el vehículo para luego realizar pruebas de funcionamiento y programación vía comandos de texto utilizando la red GSM.

Transmisión de datos: esta etapa permite transferir los datos recolectados desde el dispositivo GPS hacia el servidor por medio de la red celular GPRS, es en la programación vía SMS en donde las configuraciones para apuntar al servidor toman lugar.

Presentación de datos: Los datos transmitidos desde el dispositivo GPS son recolectados remotamente por el servidor y tabulados conforme el vehículo avanza para ser presentados de manera simplificada al usuario.

3.1.2 Esquema general de funcionamiento

El dispositivo GPS consta de dos elementos importantes uno que es la placa GPS encargada de tomar los datos de la triangulación de satélites, y la otra de un micro controlador que se encarga de enviar datos de ubicación o eventos y recibir órdenes para realizar acciones físicas, la tabla 3, indica las tareas de cada módulo.

Tabla 4

Funciones globales del dispositivo GPS

El equipo GPS indica	La microcomputadora permite
La posición en un mapa digital	Incluir eventos
La fecha y la hora	Botón de pánico
Si se mueve o está parado	Bloqueo de motor
La distancia a cualquier otro punto	Sensores para funciones específicas
La velocidad con que se desplaza	Recibir llamadas
El rumbo con que se desplaza	Transmisión de datos

Fuente: (Basantes, 2016)

A continuación, se muestra todo el proceso que toma la lectura de datos del sistema en la figura 15.

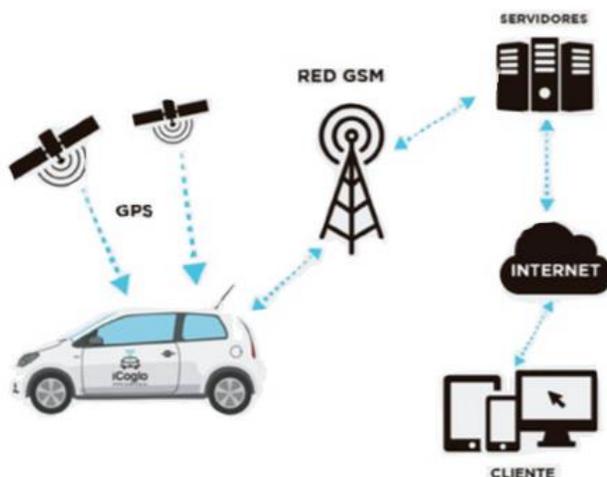


Figura 15 Sistema de Rastreo satelital GPS

Fuente: (Basantes, 2016)

3.2 Implementación del servicio GPS

3.2.1 Instalación del Servidor WEB

Para proceder con la instalación del servidor, se ha adquirido un VPS con los requisitos mínimos solicitados por el desarrollador para un buen desempeño del sistema:

Name	IP Address
 DataPark 1 GB / 25 GB Disk / SFO2 - Ubuntu 16.04.3 x64	138.197.210.140

Figura 16 VPS Ubuntu

Fuente: (DigitalOcean, 2018)

Se ha seleccionado un VPS basado en Ubuntu con las siguientes características:

Tabla 5

Características VPS

VPS	
Sistema operativo	Ubuntu 16.04
Procesador	1 GB
Bus	64 bits
Espacio de disco	25 GB

Las características del VPS son suficientes para una plataforma con capacidad de 1000 unidades en línea, pasada esta cantidad se debería optar por duplicar la capacidad del VPS.

Una vez registrado como administrador, desde la consola procedemos a actualizar la biblioteca del sistema operativo e instalar java figura 17, pues es la base de programación para el servidor. (Ubutu-es, 2018)

```
#apt-get update  
#apt-get upgrade  
#apt-get install default-jre
```

Figura 17 Comandos iniciales

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Ingresando a la página web del desarrollador de Traccar se selecciona la versión adecuada para el sistema operativo a instalar figura 18.

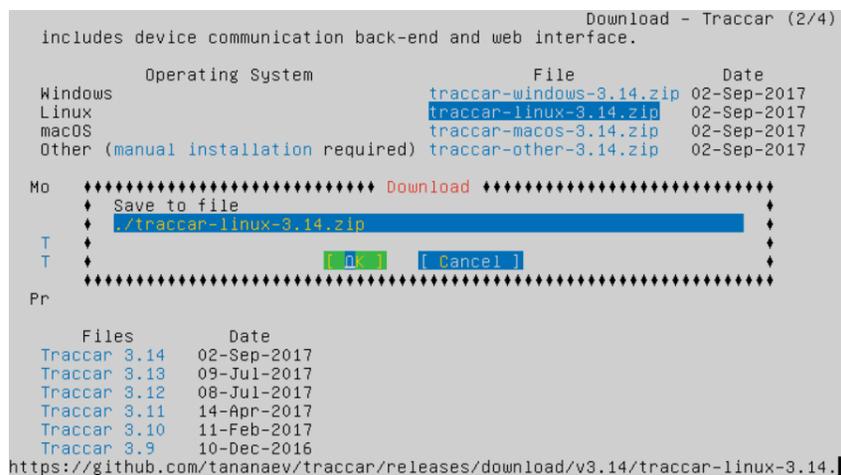


Figura 18 Descarga del servidor Traccar

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

El archivo comprimido estará disponible en el directorio de descargas figura 19, listo para ser ejecutado. (QRConsultoria, 2018)

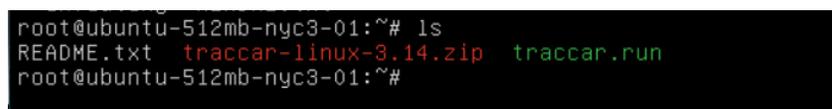


Figura 19 Instalador del servidor Traccar

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Antes de ejecutarlo se debe descomprimirlo, para ello utilizar el comando `unzip traccar-linux-3.14.zip`, el archivo debe descomprimirse en el mismo directorio:

```
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:~# unzip traccar-linux-3.14.zip
Archive:  traccar-linux-3.14.zip
  inflating: traccar.run
  inflating: README.txt
```

Figura 20 Descomprimir fichero ZIP

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

El programa será ejecutado con el comando *traccar.run*

Una vez ejecutado, el programa empezara a instalarse y si no hay inconvenientes finalizara como lo indica la figura 21.

```
***** INSTALLING traccar *****
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService getPid
INFO: wrapper pid file: /run/wrapper.traccar.pid
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
WARNING: created daemon script: /etc/init.d/traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc5.d/S20traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc3.d/S20traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc2.d/S20traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc4.d/S20traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc1.d/K20traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc6.d/K20traccar
Dec 04, 2017 11:51:42 PM org.rzo.yajsw.os.posix.PosixService install
INFO: created link : /etc/rc0.d/K20traccar
Service traccar installed
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:~#
```

Figura 21 Proceso de instalación del servidor

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

3.2.2 Configuración y personalizado del servidor WEB

Realizado la instalación del servidor, se procede a establecer los logotipos y direcciones de contacto que aparecerán en la interfaz web de la plataforma de monitoreo.

Para indicar los logotipos del proveedor de servicio ubicamos estos dos archivos *favicon.ico* y *logo.svg* en el directorio `/opt/traccar/web`, como lo muestra la figura 22.

```
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/media# ls
favicon.ico  logo.svg
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/media# mv logo.svg /opt/traccar/web
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/media# mv favicon.ico /opt/traccar/web
```

Figura 22 Cambio de logotipos en el servidor

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

El otro ítem configurable son los datos de contacto del proveedor modificable en el archivo *default.html* del mismo directorio del paso anterior.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-sca$
<title>DataPark</title>
<link rel="stylesheet" href="app.css">
</head>
<body>
<div id="spinner"></div>
<div id="attribution">Desarrollado por <a href="https://www.gedesec.com/">GEDES$
<script id="loadScript" mode="debug" src="load.js"></script>
</body>
</html>
```

[Read 14 lines]

```
^G Get Help    ^O WriteOut   ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text   ^C Cur Pos
^X Exit       ^J Justify    ^W Where Is   ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell
```

Figura 23 Pantalla de inicio de plataforma Web

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

3.2.3 Instalación y configuración de Base de Datos

Inicialmente el servidor Traccar es instalado con una base de datos por defecto H2 para facilitar su instalación, para un entorno de producción es necesario cambiar la base de datos predeterminada por otra que brinde un mayor rendimiento, tal es el caso del motor de búsqueda *Mysql*. El procedimiento para ejecutar el cambio del motor de búsqueda empieza instalando *Mysql Server* como lo indica la figura 24.

```
Service traccar stopped
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/opt/traccar/conf# apt-get install mysql-server
```

Figura 24 Comando para instalación de Mysql Server

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

A continuación, se debe continuar con el proceso de instalación del servicio según nuestros criterios figura 25. La instalación se realizará automáticamente después de ingresar las credenciales solicitadas. (MySQL, 2018)

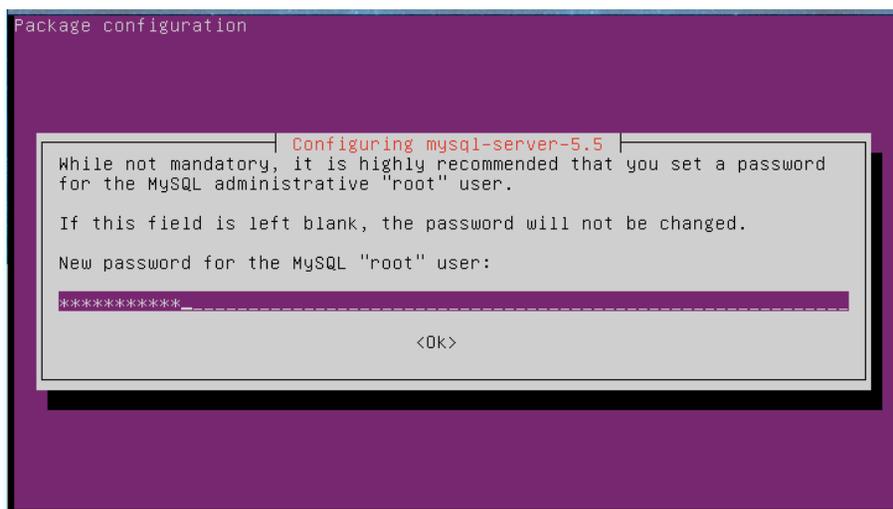
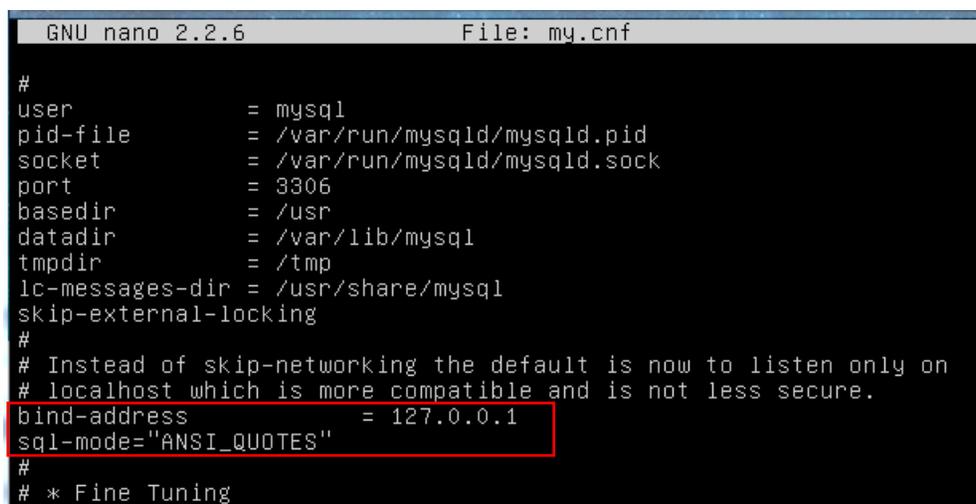


Figura 25 Teclas de interactividad mando a distancia

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Una vez concluida la instalación se procede a asociar el sistema base de datos con el servidor Traccar figura 26, se otra manera no se logrará una conexión entre los dos sistemas.

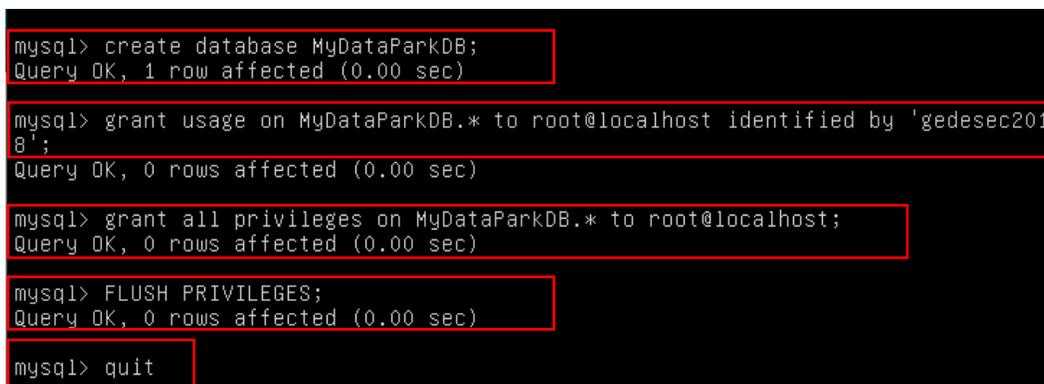


```
GNU nano 2.2.6 File: my.cnf
#
user            = mysql
pid-file        = /var/run/mysqld/mysqld.pid
socket          = /var/run/mysqld/mysqld.sock
port           = 3306
basedir         = /usr
datadir         = /var/lib/mysql
tmpdir          = /tmp
lc-messages-dir = /usr/share/mysql
skip-external-locking
#
# Instead of skip-networking the default is now to listen only on
# localhost which is more compatible and is not less secure.
bind-address    = 127.0.0.1
sql-mode="ANSI_QUOTES"
#
# * Fine Tuning
```

Figura 26 Asociación del sistema Mysql

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Realizada la instalación y asociación se crea la base de datos que contendrá las tablas de registro de los datos capturados por los dispositivos GPS figura 27.



```
mysql> create database MyDataParkDB;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)

mysql> grant usage on MyDataParkDB.* to root@localhost identified by 'gedesec2018';
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> grant all privileges on MyDataParkDB.* to root@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> FLUSH PRIVILEGES;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> quit
```

Figura 27 Creación de base de datos

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

La base de datos es creada, es posible realizar una visualización de las bases de datos existentes figura 28, cabe mencionar que las tablas son creadas automáticamente por el servidor Traccar según este lo necesite.

```
mysql> show databases;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| MyDataParkDB |
| mysql |
| performance_schema |
| sys |
+-----+
5 rows in set (0.00 sec)
```

Figura 28 Base de datos creada

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Como última instancia queda realizar la conexión de la base de datos en el archivo de configuración del servidor Traccar figura 29.

```
<entry key='database.driver'>com.mysql.jdbc.Driver</entry>
<entry key='database.url'>jdbc:mysql://127.0.0.1:3306/MyDataParkDB?allowMulti$
<entry key='database.user'>root</entry>
<entry key='database.password'>*****</entry>
```

Figura 29 Conexión de Base de Datos con Traccar

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

3.2.4 Configuración de Firewall y protocolos

Es necesario mencionar que dependiendo del fabricante del dispositivo de rastreo satelital GPS, se utiliza un protocolo de comunicación predeterminado que debe ser configurado según la tecnología utilizada además el sistema permitirá realizar notificaciones vía smtp por lo cual se permitirá la salida de este protocolo.

Para alojar reglas en el firewall de IPTables en Ubuntu se utiliza UFW, esta herramienta intuitiva permite realizar todas las configuraciones posibles en el servidor para restringir o permitir tráfico con el mundo exterior. En la figura 30, se impide de manera global el tráfico de entrada y salida con el servidor. (Ocean, 2018)

```
root@ubuntu:~# ufw default deny incoming
Default incoming policy changed to 'deny'
(be sure to update your rules accordingly)
root@ubuntu:~# ufw default deny outgoing
Default outgoing policy changed to 'deny'
(be sure to update your rules accordingly)
```

Figura 30 Configuración de Firewall

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Conocidos los servicios que se van a utilizar se activa el tráfico para los protocolos involucrados, en la figura 31 se observa también la tabla de protocolos con acceso concedido en el Firewall.

```
root@ubuntu:~# ufw status
Status: active

To Action From
--
80/tcp ALLOW Anywhere
587/tcp ALLOW Anywhere
80/tcp (v6) ALLOW Anywhere (v6)
587/tcp (v6) ALLOW Anywhere (v6)
```

Figura 31 IPTables en el servidor

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

En el archivo de configuración *xml* se habilitan los protocolos para los dispositivos GPS que trabajaran sobre TCP como lo muestra la figura 32.

```
<!-- PROTOCOL CONFIG -->
<entry key='gps103.port'>5001</entry>
<entry key='tk103.port'>5002</entry>
<entry key='gl100.port'>5003</entry>
<entry key='gl200.port'>5004</entry>
<entry key='t55.port'>5005</entry>
<entry key='xexun.port'>5006</entry>
<entry key='xexun.extended'>>false</entry>
<entry key='totem.port'>5007</entry>
<entry key='enfora.port'>5008</entry>
<entry key='meiligao.port'>5009</entry>
<entry key='trv.port'>5010</entry>
<entry key='suntech.port'>5011</entry>
<entry key='progress.port'>5012</entry>
```

Figura 32 Protocolos de comunicación GPS

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

3.3 Instalación y Configuración del Equipo GPS TK 303G

Se ha mencionado que el dispositivo Tk 3030G trabaja bajo dos posibles modalidades GSM o GPRS, para ello se ha debido realizar diferentes configuraciones después de la instalación tal como se detallan en los siguientes ítems.

3.3.1 Instalación de equipo GPS TK 303G

Como lo indica el manual de usuario del equipo, se procede a reconocer las señales del vehículo y sus respectivos cables del arnés de conexión.

Ubicamos el cable de color rojo, este debe ser conectado a una señal de 12 voltios tomados una fuente proveniente de la batería del vehículo, figura 33.



Figura 33 Conexión 12 V

También conectar el cable negativo a masa o algún lugar metálico del chasis, figura 34. Con el fin de energizar al equipo.



Figura 34 Conexión a tierra común

Otro cable importante a conectar es el de los accesorios, este indicará al dispositivo si el vehículo está encendido, este cable es de color blanco como lo indica la figura 35.



Figura 35 Conexión cable accesorios

El siguiente proceso es encontrar el cable que alimenta la bomba de gasolina para realizar el corte del mismo, esto permitirá bloquear el vehículo con el relé de corte. Para encontrarlo se debe buscar el cable que al poner el switch de llave en contacto se energice, además al encender el vehículo este debe bajar la intensidad de la punta de prueba como se muestra en la figura 36.



Figura 36 Detección cable de bloqueo

Encontrada esta señal se procede a conectar el relé de corte figura 37, y enrollar con cinta de protección todas las conexiones realizadas.

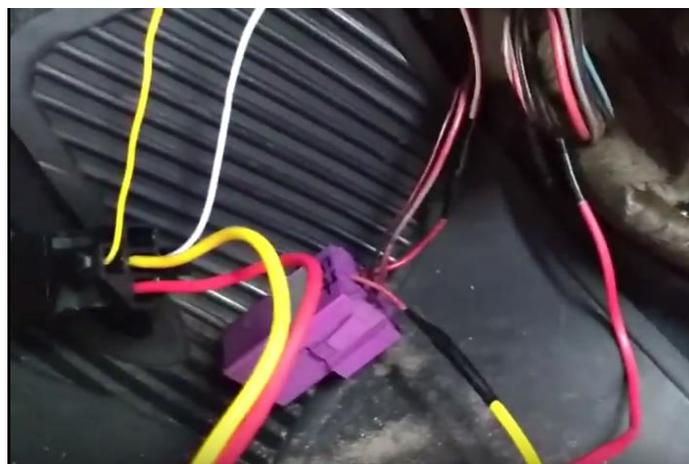


Figura 37 Conexión relevador

Como parte final se enrolla el cableado y se ubica el dispositivo bajo del tablero.



Figura 38 Preparación para ubicar GPS 3030g

La figura 39, indica un resumen del diagrama del circuito de un vehículo marca Aveo activo año 2010.

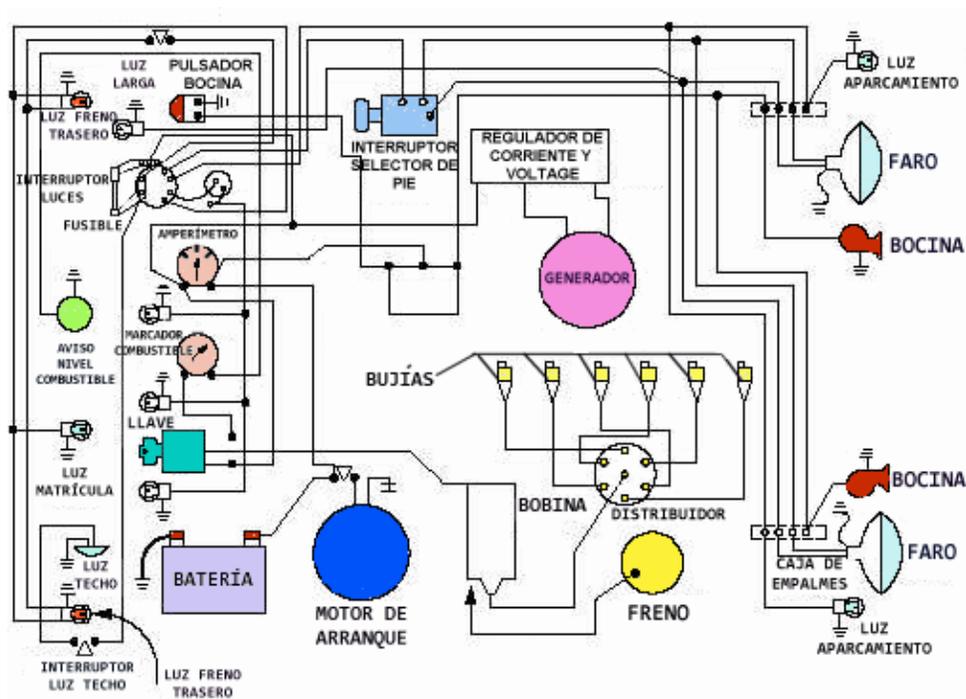


Figura 39 Sistema eléctrico del automóvil

Fuente: (3h, 2011)

3.3.2 GPS TK 303G bajo GSM (SMS)

Bajo esta modalidad es posible configurar al equipo rastreador para que pueda interactuar con el cliente vía mensajes de texto, el usuario podrá obtener ubicación instantánea de su vehículo, notificaciones y podrá realizar acciones como bloqueo del paso de gasolina para detener al vehículo.

Antes de iniciar la configuración se ha determinado primero cual operadora móvil es conveniente utilizar, para ello se presenta en la figura 40, el análisis de cobertura de las principales compañías de telefonía celular móvil.

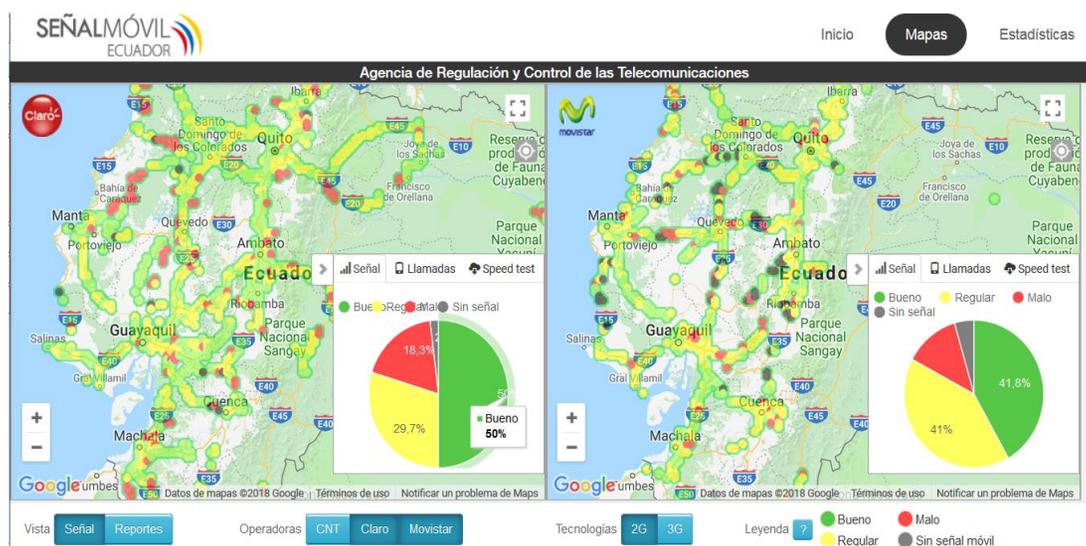


Figura 40 Cobertura de telefonía celular a nivel nacional

Fuente: (Arcotel, 2018)

Llegando a determinar que la compañía Claro brinda mayor cobertura a nivel Nacional.

Lo primero que se debe realizar en el proceso de configuración es inicializar el dispositivo, para ello se procede a enviar el comando *begin* seguido de una clave que por defecto es *123456* siendo posible modificarla después. Al enviar el comando desde un teléfono celular cualquiera el dispositivo responde con otro mensaje de texto indicando que se ha atendido el requerimiento figura 41.



Figura 41 Inicializando el equipo TK 303g

Se realiza visualiza el status del dispositivo y la configuración actual del dispositivo realizando un chek como lo muestra la figura 42, a primera vista se puede observar que hay alimentación de batería externa, una carga de batería al tope, red GSM y adquisición de señal GPS activa, puerta cerrada y el estado del vehículo es apagado.

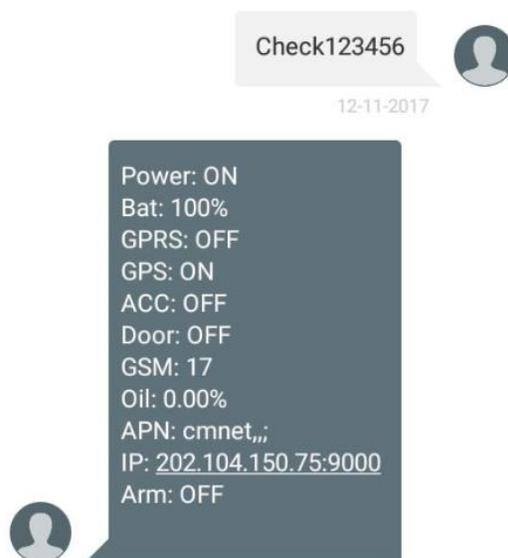


Figura 42 Status del equipo TK 303G

Al realizar una llamada al equipo GPS, este devuelve un mensaje de texto con un enlace que lleva directamente a los mapas de Google para verificar la localización del vehículo figura 43.

```
lat:-0.315287 lon:-78.535488  
speed:0.00  
T:18/02/03 00:54  
http://maps.google.com/  
maps?  
f=q&q=-0.315287,-78.53548  
8&z=16
```

Figura 43 Geolocalización de vehículo

Es posible escuchar conversaciones dentro del vehículo gracias al micrófono incorporado en el dispositivo, para ello basta ejecutar el comando mostrado en la figura 44, y devolver una llamada al equipo GPS.



Figura 44 Configuración para micrófono

3.3.3 GPS TK 303G bajo GPRS (Paquete de Datos)

Bajo esta modalidad el equipo interactúa directamente con la plataforma implementada, ahora los datos de geo localización, notificaciones y comandos de control son ejecutadas por medio de la plataforma WEB.

Los comandos utilizados para trabajar en este modo son los mismos que para GSM, con la diferencia que se debe cambiar al modo GPRS por medio del comando mostrado en la figura 45, el dispositivo confirma la activación del modo.



Figura 45 Equipo GPS en modo GPRS

El siguiente comando a enviar consiste en el registro del servidor Web, vía su dirección IP y puerto de comunicación como lo muestra la imagen 46.

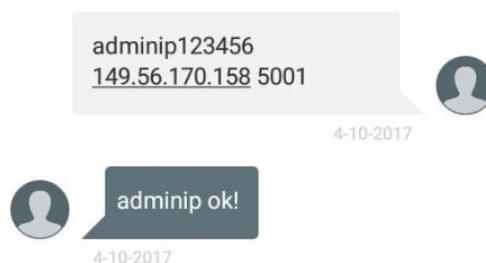


Figura 46 Configuración del servidor WEB

De la misma forma se puede comprobar el status de la configuración por medio de un check al dispositivo, en la figura 47 se observa principalmente la activación del modo GPRS.

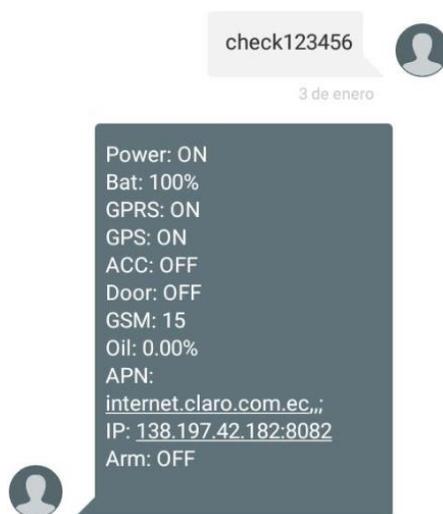


Figura 47 Status de GPS en modo datos

3.4 Desarrollo de una Aplicación (App) Android para monitoreo

Como se demostró, el equipo GPS TK 303G tiene dos modos de funcionamiento para lo cual se debe proporcionar de una aplicación específica, es decir se ha optado por generar una aplicación independiente según el servicio contratado por el cliente.

3.4.1 Programación para la App Android modo GSM

Desde la interfaz, proceder a crear un nuevo proyecto seguido del nombre y ubicación de la aplicación. (Wiboo, 2017)

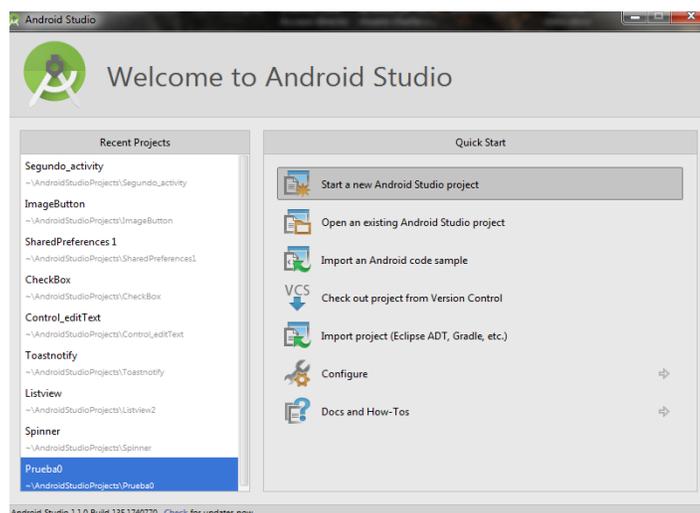


Figura 48 Creación de nuevo proyecto Android

Fuente: (Android Studio, 2018)

Acontinuación especificar la versión de Android mínima donde ese ejecutara la aplicación, para este caso se elige la versión 4.1 (Jelly Bean).

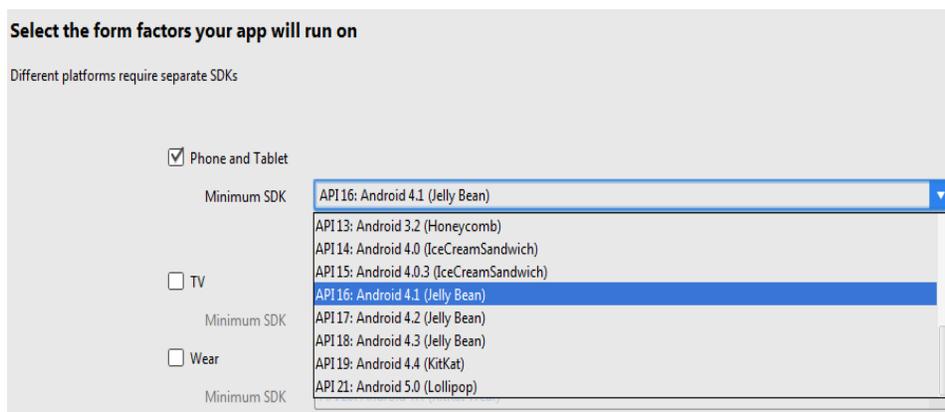


Figura 49 Configuración de mínima versión Android

Fuente: (Android Studio, 2018)

Como siguiente paso, especificar la estructura de la aplicación para generar el código básico que presente una ventana seleccionar “Blank Activity”.

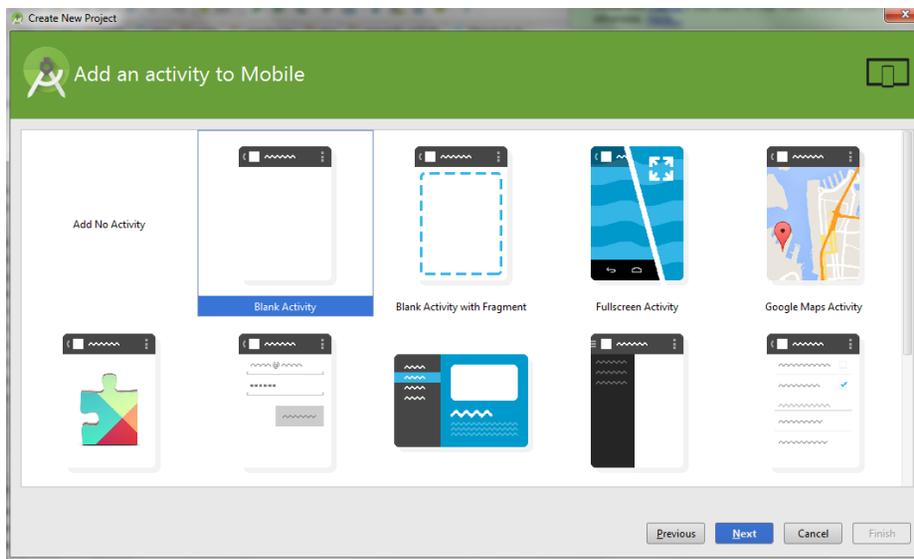


Figura 50 Creación de Activity

Fuente: (Android Studio, 2018)

Situados en la paleta de herramientas, arrastrar un *LinearLayout(vertical)* a la pantalla de diseño con el fin de alinear los componentes que se van a ubicar.

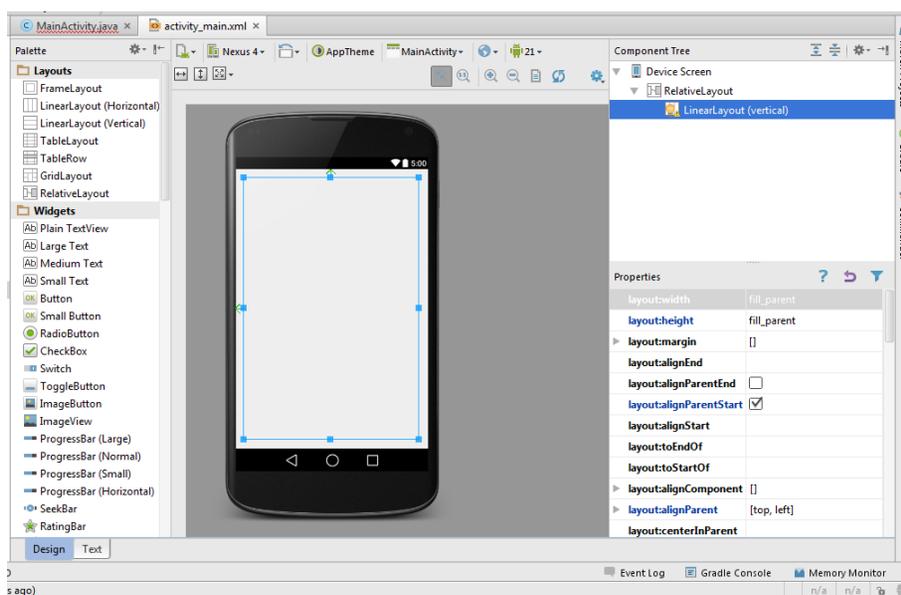


Figura 51 Linear Layout (vertical)

Fuente: (Android Studio, 2018)

De forma intuitiva se continua arrastrando radio button y textview para generar un menu como se observa en la figura 52, despues se enlazaran a funciones programadas en Java.

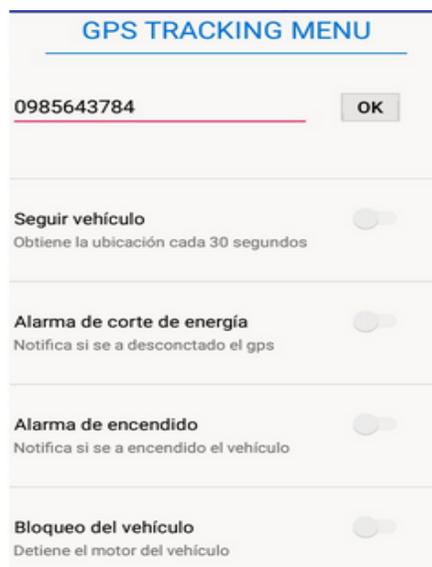


Figura 52 Menú Cliente GSM

Con el menú desarrollado para el modo GSM el envío de comandos por SMS será transparente para el usuario, para cada interacción que el usuario realice dentro del menú se debe programar el envío inmediato del SMS con el comando correspondiente

El extracto de código en la figura 53, indica como se asigna espacio de memoria estática por medio de la aplicación para cada ítem del menú por medio del método *SharedPreferences* ().

```
final SharedPreferences prefs = getSharedPreferences( name: "datos", Context.MODE_PRIVATE);

sh1.setChecked(prefs.getBoolean( key: "mail1", defValue: false));
sh2.setChecked(prefs.getBoolean( key: "mail2", defValue: false));
sh3.setChecked(prefs.getBoolean( key: "mail3", defValue: false));
sh4.setChecked(prefs.getBoolean( key: "mail4", defValue: false));
sh5.setChecked(prefs.getBoolean( key: "mail5", defValue: false));
sh6.setChecked(prefs.getBoolean( key: "mail6", defValue: false));
```

Figura 53 Asignación de espacio de memoria interna

Fuente: (Android Studio, 2018)

El extracto de código de la figura 54, indica el envío de SMS por medio del método *sendTextMessage* (), según la acción ejercida en el menú. (Programacionnet, n.d.)

```
if(isChecked)
{
    Toast.makeText(getApplicationContext(), text: "Activado sensor encendido...", Toas
    SmsManager smsManager = SmsManager.getDefault();
    smsManager.sendTextMessage(tlfn, scAddress: null, text: "ACC123456", sentIntent: null, de
}
else{
    Toast.makeText(getApplicationContext(), text: "Desactivando sensor encendido...",
    SmsManager smsManager = SmsManager.getDefault();
    smsManager.sendTextMessage(tlfn, scAddress: null, text: "noACC123456", sentIntent: null,
}
}
```

Figura 54 Configuración de envío de comandos por SMS

Fuente: (Android Studio, 2018)

Como última configuración importante, ya que la aplicación consume SMS es necesario realizar una configuración en archivo “AndroidManifest.xml” figura 55, para activar permisos de SMS y llamadas, podemos ubicar este archivo.

```
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.example.iqtronic.gpstrackerv2">
    <uses-permission android:name="android.permission.SEND_SMS"/>
    <uses-permission android:name="android.permission.CALL_PHONE" />

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/track"
        android:label="DataPark_one"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/AppTheme">
        <activity
```

Figura 55 Configuración de permisos

Fuente: (Android Studio, 2018)

Basta con compilar el programa y generar el archivo apk para ser instalado en cualquier dispositivo Android desde la versión más baja elegida 4.1 (Jelly Bean).

3.4.2 Programación para la App Android modo GPRS

El autor del software de la plataforma pone a disposición el código fuente de aplicativos para *Smartphones*, en este caso es de interés descargar y modificar el código fuente para Android, para ello se procede con los siguientes pasos:

Descargar Git GUI, una aplicación que permite descargar los repositorios “código” directamente de GITHUP para Android Studio. Instalándolo en Windows

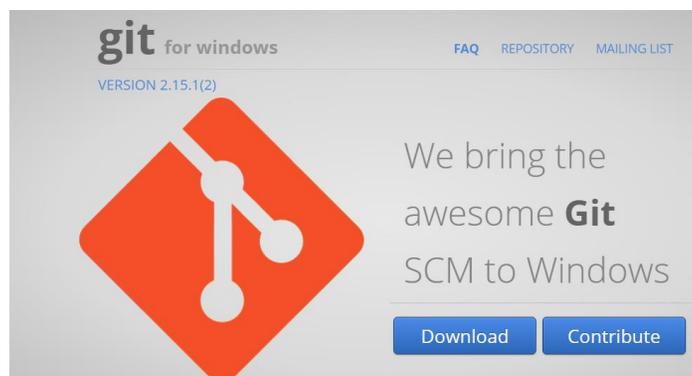


Figura 56 Git para Windows

Fuente: (GIT, 2018)

En la página oficial de Traccar sección descargas/app manager Android, copiar la dirección web del código fuente que se va a instalar figura 57.

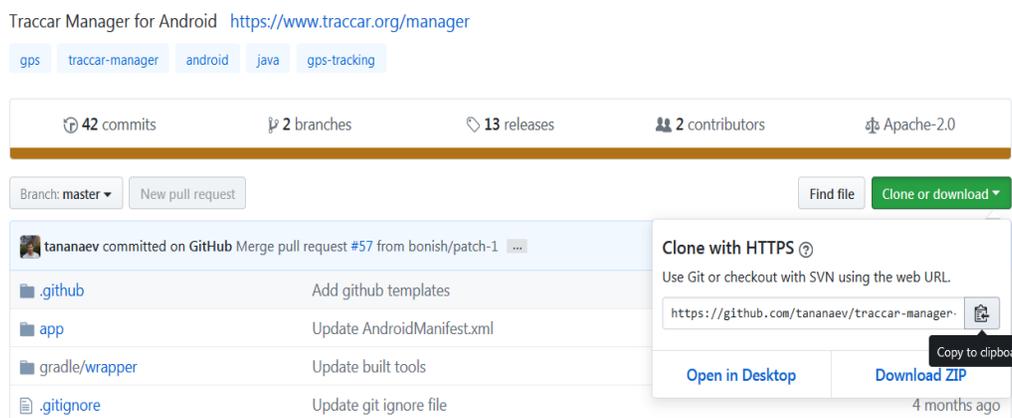


Figura 57 Enlace de código fuente App

Fuente: (GIT, 2018)

En Android Studio crear un nuevo proyecto, como fuente Git e instalar el código de la App copiando el enlace de Github en la url de repositorios Git, figura 58.

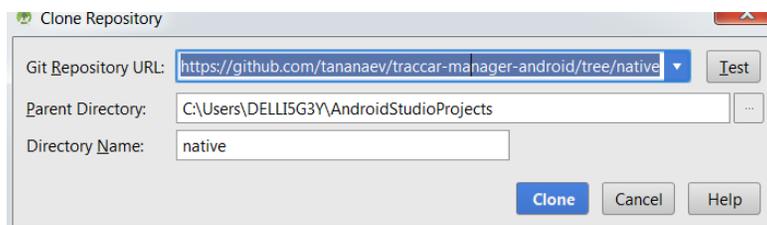


Figura 58 Clonación de App Android

Fuente: (GIT, 2018)

El programa se instalará, se debe compilar, resolver los errores que se tengan y finalmente crear una cuenta en Firebase de Google, para que los datos producidos por la App se puedan guardar en esta base de datos en la nube. Al crear un nuevo proyecto indicara una url que se debe colocar en la aplicación de Android Studio.

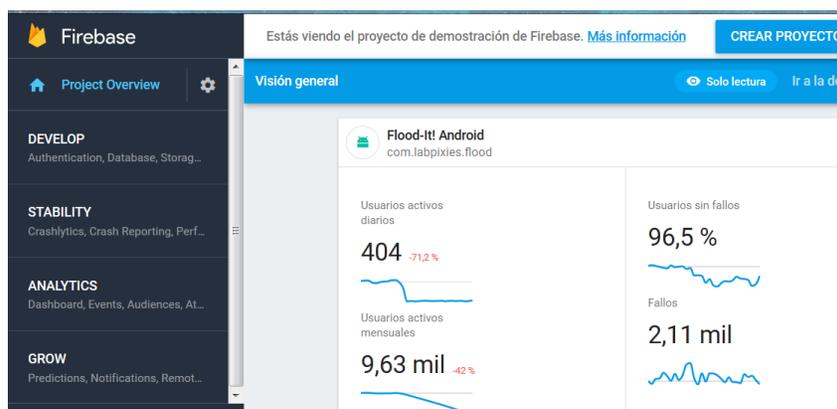


Figura 59 Interfaz de Firebase

Fuente: (Firebase, 2018)

El siguiente paso es personalizar la aplicación con el nombre y logo de la empresa, adicional un sub menú para añadir funciones adicionales según el dispositivo gps utilizado ejecución previa de la aplicación, y con esto pasando directamente a la etapa de envío de datos en posteriores ejecuciones.

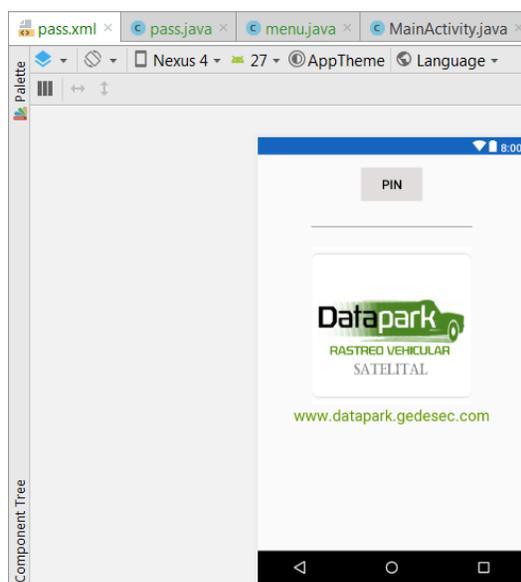


Figura 60 Diseño de interfaz de App Android

Fuente: (AndroidStudio, 2018)

Generado el instalador y ejecutado desde un terminal Android se puede apreciar su interfaz, mostrado en la figura 61.



Figura 61 Interfaz de App en modo GPRS

Fuente: (Traccar, 2018)

3.5 Registro y configuración de dispositivos

Con el servicio activo se puede registrar los dispositivos de los clientes y configurar una serie de permisos según los criterios del administrador. En la figura 53, se observa el ingreso a la plataforma de un cliente.

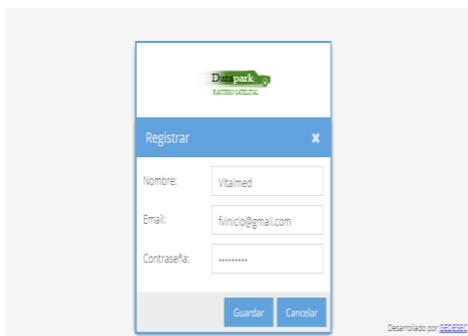


Figura 62 Registro de usuario

Fuente: (Traccar, 2018)

Una vez dentro de la plataforma se puede agregar dispositivos según el código que se desee asignar en el caso de un Smartphone, el identificador IMEI si es un dispositivo GPS en la figura 63 se observa el registro de un dispositivo celular.

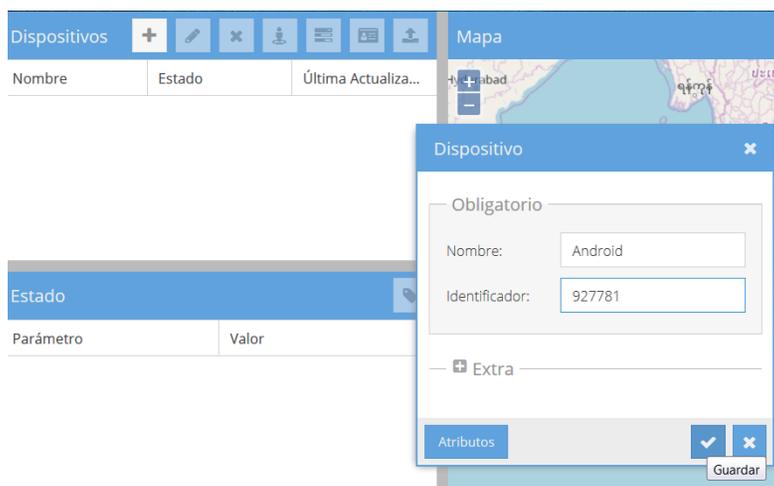


Figura 63 Registro de dispositivo en plataforma

Fuente: (Traccar, 2018)

Al ingresar como administrador, es posible setear permisos para que los clientes únicamente puedan leer datos y no hacer modificaciones, también es posible delimitar la cantidad de sub usuarios y dispositivos que se pueden ingresar a la plataforma:

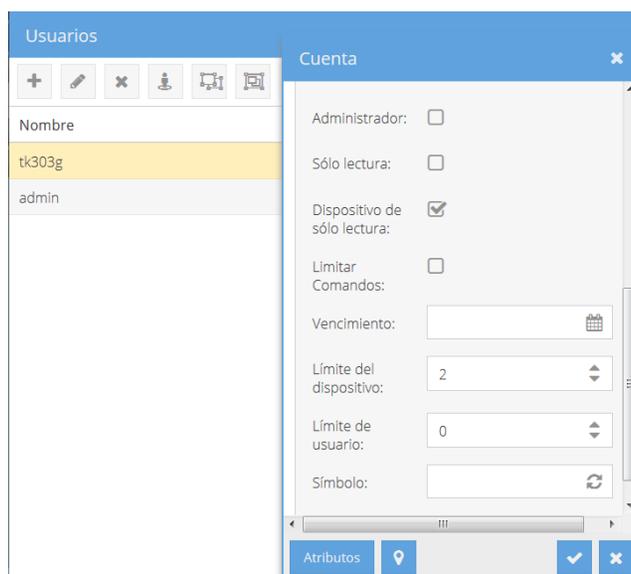


Figura 64 Configuración de cuenta

Fuente: (Traccar, 2018)

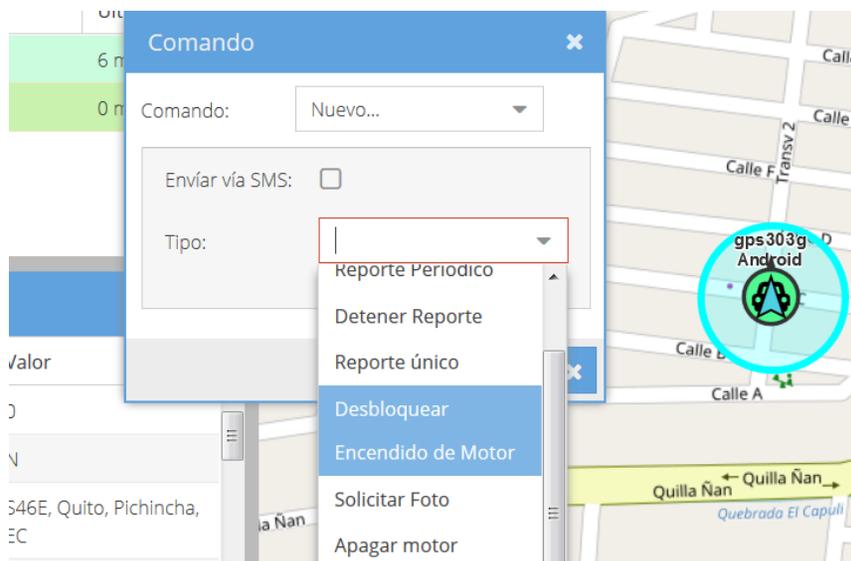


Figura 65 Configuración de comandos de control

Fuente: (Traccar, 2018)

Por defecto se puede verificar el límite de equipos y usuarios que se puede conectar al servidor, la figura 66 indica el número por defecto a fin de sobre cargar al servidor.

```
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/opt/traccar/conf# ulimit -Hn
4096
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/opt/traccar/conf# ulimit -Sn
1024
root@ubuntu-512mb-nyc3-01:/opt/traccar/conf#
```

Figura 66 Verificación de usuarios soportados por el Sistema

Fuente: (Ubuntu 16.04, 2018)

Dentro del servidor es posible aumentar el número de equipos y conexiones según se lo requiera, cabe mencionar que a mayor número de usuarios se debe compensar con mayor capacidad de memoria y procesamiento.

```
root soft  nofile 50000
root hard  nofile 50000
```

Figura 67 Aumento de capacidad de usuarios

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas realizadas al sistema implementado, con la captura de imágenes se expone la respuesta del sistema ante los escenarios planteados como pruebas, desde el punto de vista del cliente y el propio servidor remoto.

4.1.1 Ubicación bajo el sistema GSM y el rango de exactitud

Como se observó en el capítulo anterior el usuario tiene la posibilidad de obtener un sistema para monitoreo satelital vía SMS, con la ayuda de un aplicativo que facilita la transmisión de comando de manera intuitiva, la figura 68 indica la posición en mapa de un vehículo una vez realizada una consulta.



0°18'45.7"S 78°33'02.3"W

Figura 68 Ubicación en mapa GSM

Se aprecia una comparación del dato enviado por el equipo con el dato tomado por la red local que se ubican en el mismo punto. De esta manera se comprueba la precisión del equipo, quien está en el rango de error descrito por el fabricante de 5 metros o menos.

El dispositivo de manera automática devuelve mensajes de notificación según el evento captado, en la figura 69 se indica uno de los mensajes recibidos producto de un corte de energía de batería del vehículo.



Figura 69 Mensaje de notificación vía SMS

Este tipo de mensaje trae consigo información del evento notificado, velocidad, fecha y hora, también el enlace que lleva a la ubicación del vehículo.

4.1.2 Ubicación bajo el sistema GPRS

En este modo de trabajo la visualización de mapas y demás valores calculados se lo realiza por medio de la plataforma web, accediendo a esta desde una PC o cualquier dispositivo Android que se haya instalado previamente la aplicación desarrollada.

En la figura 70, se puede visualizar la ubicación del vehículo en un punto específico, en este caso utiliza como mapa base *Open Street*, en el cual se puede visualizar los nombres de calles y referencias cercanas al vehículo. Adicional en la barra inferior se puede consultar el estado del equipo y el tiempo transcurrido desde que se recepto el último dato valido de su posición geográfica.



Figura 70 Visualización de mapas en Android

Fuente: (Traccar, 2018)

En la figura 71, se observa la ubicación del dispositivo en el mapa, esta vez desde un computador con la diferencia que se ha configurado una cola de datos para visualizar la ruta seguida por el vehículo en vivo. Cabe mencionar que el refresco de datos emitidos por el equipo GPS TK 3030G, ha sido configurado para 60 segundos adicional emisión de datos en cada giro que supere los 60 grados, esto para obtener un trazo de la ruta muy cercana a las calles y avenidas que dibuja el mapa.

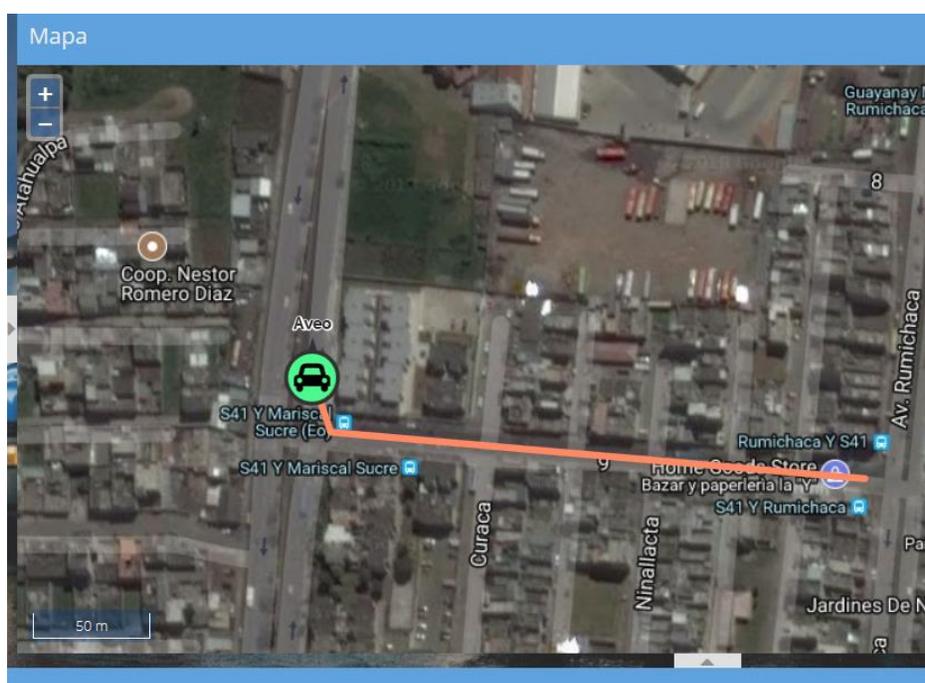


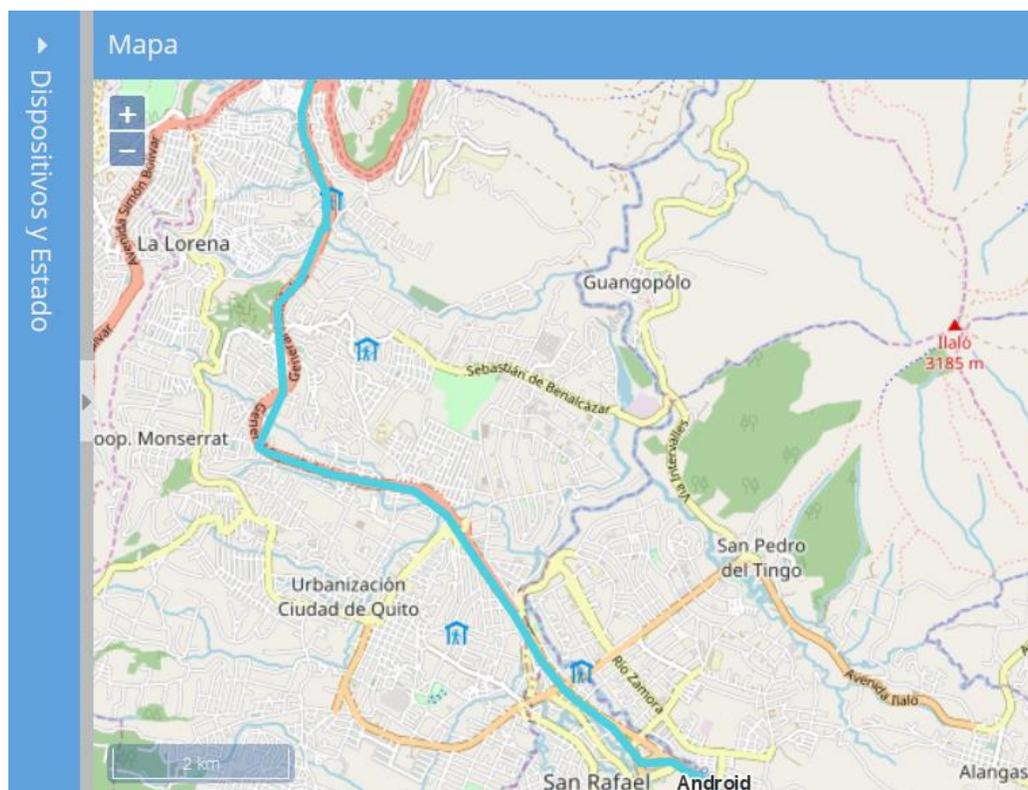
Figura 71 Visualización de mapas en PC

Fuente: (Traccar, 2018)

4.1.3 Visualización de reportes

El motor de búsqueda y almacenamiento instalado (*Mysql*) permite que el sistema pueda almacenar datos captados y posteriormente consultarlos.

La figura 72 muestra un segmento de ruta tomado desde un intervalo de tiempo programado en el sistema de un día atrás. Se observa la fecha y hora, latitud y longitud, velocidad y avenidas de circulación del vehículo.



Nombre de D...	Válida	Hora	Latitud	Longitud	Altitud	Velocidad	Dirección
Android	Sí	2018-01-09 08:21:04	-0.226956°	-78.487973°	2809	63.9 KM/H	Autopista Gral. Rumiñahui, Quito, Pichincha, ...
Android	Sí	2018-01-09 08:22:04	-0.234182°	-78.484342°	2845	48.6 KM/H	
Android	Sí	2018-01-09 08:22:46	-0.236545°	-78.484482°	2888	2.7 KM/H	Autopista Gral. Rumiñahui, Quito, Pichincha, ...
Android	Sí	2018-01-09 08:22:55	-0.236450°	-78.484479°	2895	2.7 KM/H	
Android	Sí	2018-01-09 08:23:01	-0.236442°	-78.484420°	2896	3.6 KM/H	Autopista Gral. Rumiñahui, Quito, Pichincha, ...
Android	Sí	2018-01-09 08:23:12	-0.236525°	-78.484272°	2902	6.3 KM/H	Autopista Gral. Rumiñahui, Quito, Pichincha, ...
Android	Sí	2018-01-09 08:23:25	-0.236622°	-78.484368°	2900	0.0 KM/H	Autopista Gral. Rumiñahui, Quito, Pichincha, ...
Android	Sí	2018-01-09 08:23:34	-0.236616°	-78.484387°	2897	0.9 KM/H	Autopista Gral. Rumiñahui, Quito, Pichincha, ...

Figura 72 Consulta de segmento de ruta

Fuente: (Traccar, 2018)

La figura 73 indica los eventos ocurridos en un día consultado, indicando los actos que ha realizado el conductor del vehículo como apagar el motor, abrir puertas o empezar a circular después de haber estado detenido.

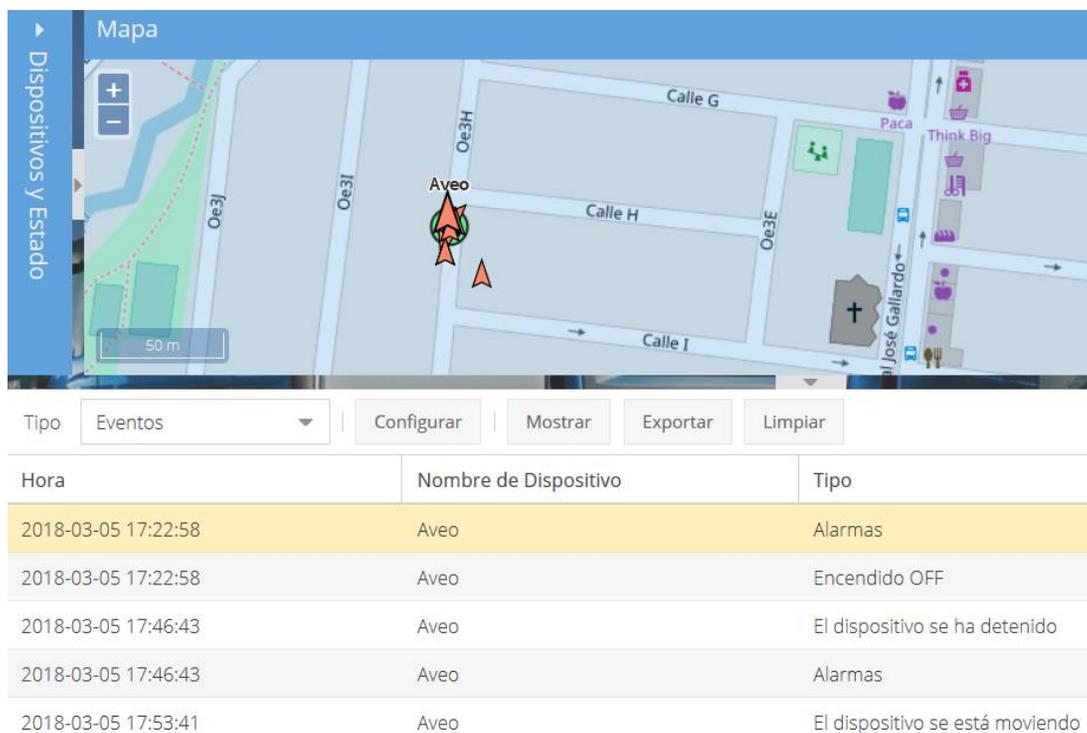


Figura 73 Eventos de vehículo

Fuente: (Traccar, 2018)

La figura 74 muestra una gráfica de velocidad frente al tiempo, para verificar las velocidades alcanzadas y los intervalos de tiempo en que el vehículo se ha detenido.

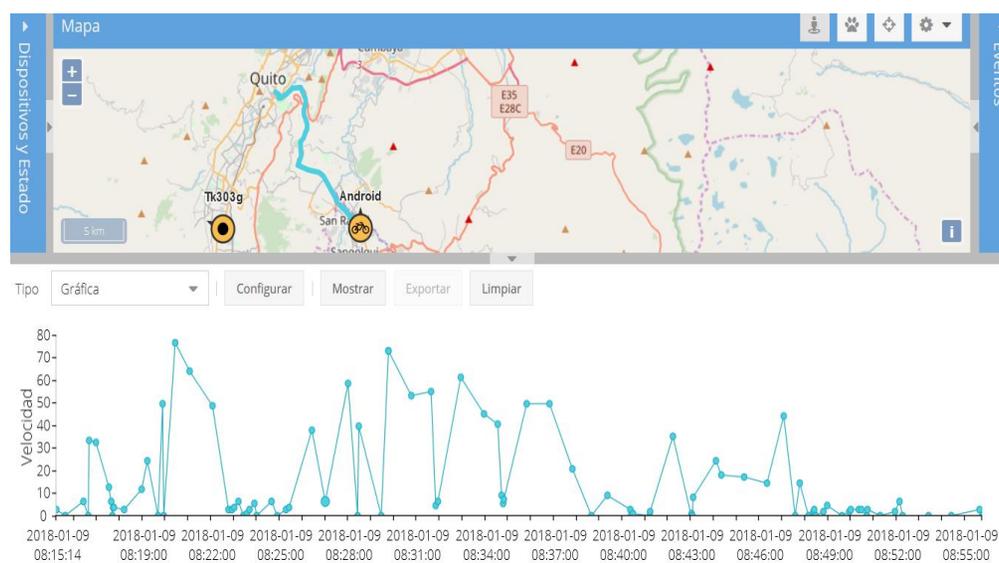


Figura 74 Gráfica velocidad vs tiempo

Fuente: (Traccar, 2018)

La figura 75 indica el menú de todos los ítems que son posibles consultar por medio de la plataforma para tener una gestión completa del vehículo.

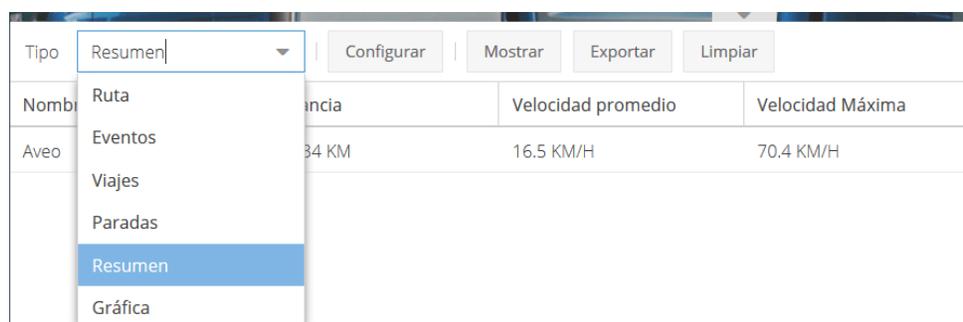


Figura 75 Menú de reportes

Fuente: (Traccar, 2018)

4.1.4 Geocercas

La plataforma permite realizar trazado de cercas y rutas geográficas que limitan la circulación del vehículo, la figura 76 indica como se ha trazado una cerca modo polígono para limitar la salida del vehículo de la ciudad de Quito.

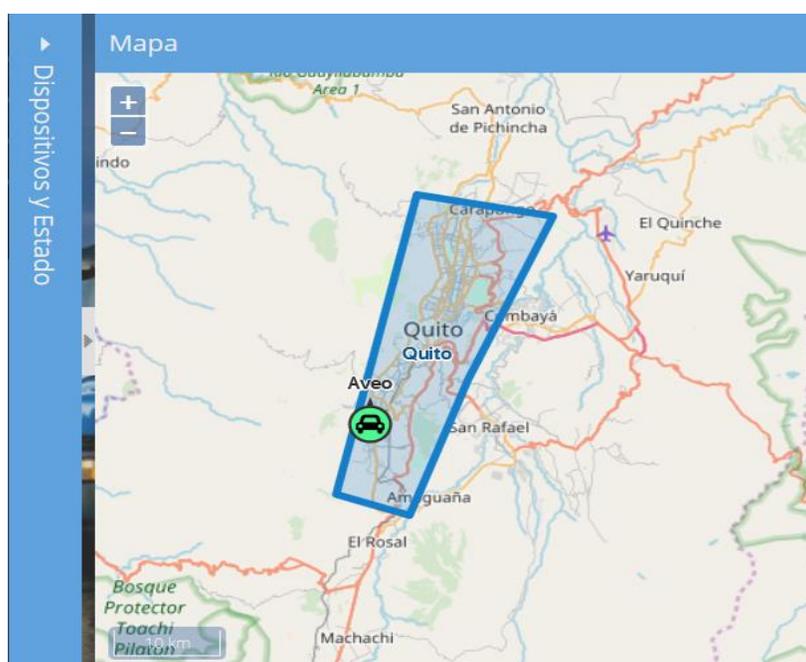


Figura 76 Geocerca

Fuente: (Traccar, 2018)

4.1.5 Comandos

Para bloquear remotamente a un vehículo se ha habilitado dos comandos que permitirán detener/habilitar el funcionamiento del motor a partir de la plataforma web, los comandos se los puede apreciar en la gráfica 77.

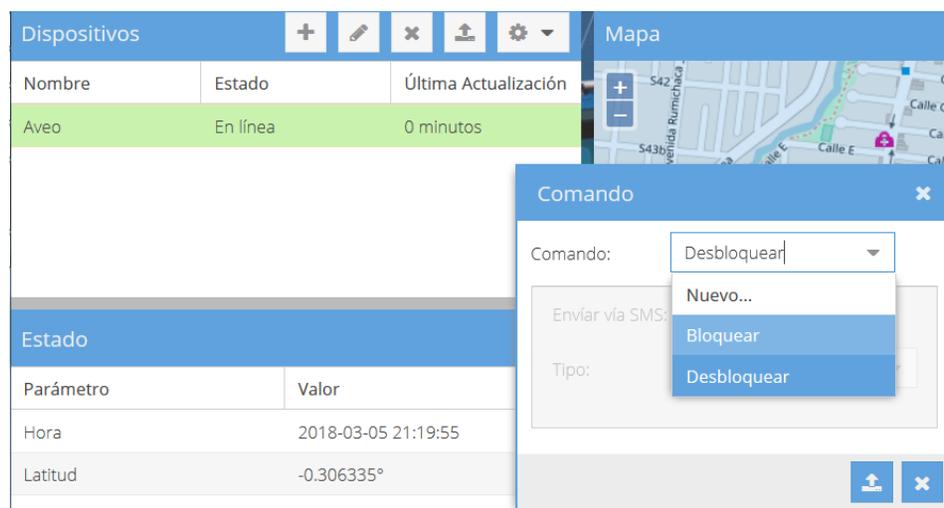


Figura 77 Comandos de bloqueo de maquina

Fuente: (Traccar, 2018)

4.1.6 Notificaciones

Las notificaciones son una herramienta importante que alertan a los usuarios registrados de algún evento ocurrido en el vehículo. La figura 78 indica una notificación recibida del sistema por haber presionado el botón de pánico ubicado dentro del vehículo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se implementó un sistema de monitoreo y control satelital para vehículos, instalando el software gratuito denominado Traccar en un servidor VPS conjuntamente con el sistema operativo Ubuntu 16.04 y utilizando el modo consola se configuraron reglas en el sistema para optimizar recursos de procesamiento, almacenamiento y recursos de red.

Se estudió a detalle las funciones físicas y modos de operación del dispositivo GPS TK 303G, quien ha cumplido satisfactoriamente las pruebas de conectividad, precisión y velocidad de respuesta realizadas en campo en base a las especificaciones técnicas dadas por el fabricante.

El equipo TK 303g se comunica con el servidor remoto por medio de la red de telefonía celular, quedando fuera de servicio en zonas sin cobertura, con la posibilidad de recuperar los datos desde la memoria interna del dispositivo.

Debido a que el acceso a geolocalización puede darse vía mensajes de texto o internet, se desarrolló dos aplicaciones en Android Studio que permitirá a los usuarios enviar comandos para consulta y configuración del equipo, también acceder a la ubicación del vehículo en tiempo real.

El desarrollo de este proyecto contribuyo a Genius ec una reducción global de más del 80% de su presupuesto mensual, provisto para alquiler y mantenimiento de una plataforma de rastreo satelital pagada.

5.2 Recomendaciones

Traccar es una plataforma muy eficiente con una interfaz visual básica, pero funcional. Es posible mejorar su aspecto fusionándola con OpenGTS, esta plataforma cuida más el aspecto de la interfaz gráfica y posee algunas herramientas de administración adicionales.

Existe la posibilidad de unificar un SMS Gateway a la plataforma, esta característica proveería al sistema de notificaciones y envío de comandos de control al equipo, sin la necesidad de que el cliente esté conectado a internet o consuma saldo de su línea telefónica personal.

El proceso de instalación de instalación del GPS requiere un nivel de conocimiento medio sobre el cableado interno del auto donde se requiera instalar o de ser necesario asesorarse de una persona especializada en el tema.

Bibliografía

- 3h, m. a. (2011). *EL SISTEMA ELECTRICO DEL AUTOMOVIL* . Obtenido de <http://multiservicioautomotriz3h.blogspot.com/2011/06/el-sistema-electrico-del-automovil.html>
- AndroidDev. (2017). *Reimagina tu aplicación*. Obtenido de <https://developer.android.com/tv/index.html>
- Arcotel. (2018). *Señal móvil*. Obtenido de <http://smovilecuador.arcotel.gob.ec/SenalMovilEcuadorWeb/mapas.html>
- Basantes, J. (2016). Maestria en redes de comunicación. 140.
- bdigital. (2011). *DYNA*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/20390/48728>
- com, c. (2018). *Sistema satelital chino BeiDou intenta romper la hegemonía de GPS*. Obtenido de <http://espanol.cntv.cn/2015/01/26/VIDE1422233042030343.shtml>
- Franco, A. (2018). *CARACTERÍSTICAS DE LAS COORDENADAS UTM*. Obtenido de http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html
- Jhonatan, L. (2016). Proyecto de titulación de ingeniería en networking y telecomunicaciones. 138.
- Menéndez. (2016). *Android 100%*. México.
- MySQL. (2018). *Documentación*. Obtenido de <https://dev.mysql.com/doc/>
- Napoli, P. (2003). *Audience Economics: media institutions and the audience marketplace*.

Ocean, D. (2018). *How To Setup a Firewall with UFW*. Obtenido de <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-setup-a-firewall-with-ufw-on-an-ubuntu-and-debian-cloud-server>

Praneta. (2018). *NATIVE & HYBRID APP DEVELOPMENT*. Obtenido de <https://www.praneta.com/services/mobile-app-development/>

Programacionnet. (s.f.). *Enviar, recibir y ver el historial de SMS*. Obtenido de 2018: http://programacion.net/articulo/Enviar_recibir_y_ver_el_historial_de_sms_con_android_1089

QRConsultoria. (2018). *Instalar Traccar GPS en Ubuntu*. Obtenido de <https://qrokes.com/tutorial/ubuntu/instalar-traccar-gps-en-ubuntu-y-nginx/>

sinc. (2013). *GPS, la tecnología de localización que empezó con la carrera espacial*. Obtenido de <http://www.agenciasinc.es/Multimedia/Ilustraciones/GPS-la-tecnologia-de-localizacion-que-empezo-con-la-carrera-espacial>

sur, A. (2018). *Sistema de Coordenadas Geográficas*. Obtenido de <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-longitud-y-latitud>

Traccar. (2018). *Devices*. Obtenido de <https://www.traccar.org/devices/>

Ubutu-es. (2018). *Modo texto*. Obtenido de <http://www.ubuntu-es.org/node/157102#.WsFRlnfh2E>

Wiboo. (2017). *Consejos para programar*. Obtenido de <https://wiboomeia.com/programar-android/>

Workshop, L. (s.f.). *The programming language*. Obtenido de <https://www.lua.org/>