DECANATO DE INGENIERÍAS E INFORMÁTICA

ESCUELA DE INFORMÁTICA

Modelado de un sistema de información para la detección y notificación automática de accidentes de tránsito en el parque vehicular de Santo Domingo

Sustentada por:

Br. Bianco Onil Corletto Santana 2001-1325

Br. Tec. Julio Alberto Peña Ortega 2012-1314

Asesores:

Ing. Santo Navarro

Monografía para optar por el título de:

Ingeniero en Sistemas de Computación

Ingeniero de Software

Los conceptos emitidos en el presente monográfico son de la exclusiva responsabilidad de sus sustentantes.

Distrito Nacional, República Dominicana

Abril 2017

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **VII**

AGRADECIMIENTOS ..... **IX**

RESUMEN ..... **XI**

INTRODUCCIÓN **1**

1 ANTECEDENTES Y ASPECTOS GENERALES **4**

1.1 SITUACIÓN MUNDIAL Y DE LA REPÚBLICA DOMINICANA SOBRE LA MORTALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO 4

1.1.1 Informe de la Organización Mundial de la Salud sobre los accidentes de tránsito *5*

1.1.2 Papel de los gobiernos en la prevención de accidentes *7*

1.1.3 La República Dominicana, país con mayor índice de accidentes de tránsito *8*

1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA NACIONAL DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS Y SEGURIDAD DE LA REPÚBLICA DOMINICANA 11

1.2.1 Proceso para utilizar el servicio de 9-1-1 ..... *14*

1.2.2 Postura del gobierno dominicano en materia de seguridad vial *15*

1.2.3 Panorama de las aseguradoras y su papel en la seguridad vial *16*

1.2.4 Parque vehicular de la República Dominicana *19*

1.3 AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 23

1.3.1 Sistemas y propuestas desarrollados en la actualidad *24*

2 COMPONENTES CLAVES EN LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO **35**

2.1 COMPONENTES UBICADOS EN EL INTERIOR DEL VEHÍCULO 35

2.1.1 Sensores *36*

2.1.2 Diagnóstico a Bordo *42*

2.1.3 Transmisor de datos *45*

2.2 COMPONENTES DE COMUNICACIÓN 47

2.2.1 Teléfonos inteligentes *48*

2.2.2 Sistemas basados en la nube *51*

2.3 SERVICIOS WEB Y API'S 66

2.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 70

2.4.1 Introducción a los Sistemas de Información Geográfica *70*

2.4.2 Rastreo geográfico *74*

3 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA **85**

3.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO 85

3.1.1 ¿Por qué utilizar Scrum? *91*

3.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA 93

3.2.1 Descripción de los subsistemas *96*

3.2.2 Actores (usuarios del sistema) *100*

3.2.3 Historias de usuario *105*
3.2.4 Casos de uso *107*
3.2.5 Modelo de datos *108*
3.3 ASPECTOS RELEVANTES DE LA SEGURIDAD DEL SISTEMA 109
3.4 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE REQUERIDO 115
3.4.1 Lenguajes de programación *115*
3.4.2 Frameworks *116*
3.4.3 Hardware *120*
3.4.4 Software *122*
CONCLUSIONES 130
BIBLIOGRAFÍA 132
GLOSARIO 144
ANEXO A: ENCUESTA AL CIUDADANO XIII
ANEXO B: ANÁLISIS FINANCIERO PRE Y POST IMPLEMENTACIÓN DE RESCUEME XVIII

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:1 Desglose de primas cobradas por las compañías de seguros en la República Dominicana, durante el periodo del 1ro. de enero al 31 de diciembre del 2016. (Valores en millones de RD$) 18
Tabla 1:2 Parque vehicular de la República Dominicana, según tipo de vehículo y participación porcentual 2015 vs. 2016 20
Tabla 1:3 Banda de transmisión en la República Dominicana 21
Tabla 2:1 Ventajas y desventajas de los modelos de data de GIS 71
Tabla 3:1 Descripción del actor "Cliente" y sus responsabilidades en el sistema 100
Tabla 3:2 Descripción del actor "Administrador de sistema" y sus responsabilidades en el sistema.....101
Tabla 3:3 Descripción del actor "Administrador 911" y sus responsabilidades en el sistema 101
Tabla 3:4 Descripción del actor "Administrador aseguradora" y sus responsabilidades en el sistema 102
Tabla 3:5 Descripción del actor "Operador aseguradora" y sus responsabilidades en el sistema 102
Tabla 3:6 Descripción del actor "Operador 9-1-1" y sus responsabilidades en el sistema 103
Tabla 3:7 Descripción del actor "Unidad de respuesta" y sus responsabilidades en el sistema 103
Tabla 3:8 Descripción del actor "Contacto de emergencia" y sus responsabilidades en el sistema.....104
Tabla 3:9 Listado de los requerimientos del sistema.....106
Tabla 3:10 Especificaciones técnicas mínimas de los equipos para el desarrollo de los sistemas.....120
Tabla 3:11 Especificaciones técnicas mínimas de los equipos para las pruebas de las aplicaciones móviles 121
Tabla 3:12 Especificaciones técnicas mínimas de la infraestructura tecnológica que soportará los sistemas desarrollados.....122
Tabla 4:1 Costos implementación y desarrollo aplicación RescueMe XIX
Tabla 4:2 Precios propuestos para los planes que serán ofertados a los clientes XX
Tabla 4:3 Ingresos estimados por aplicación RescueMe XXI
Tabla 4:4 Costos estimados mensuales compañía Rescue Me (caso negocio 1) XXII
Tabla 4:5 Desglose de los costos evitados a las aseguradoras por la implementación de RescueMe XXIV
Tabla 4:6 Gastos estimados mensuales compañía Rescue Me (caso negocio 2) XXV
Tabla 4:7 Comparación casos de negocios proyectados a 5 años XXVI

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Las 10 causas principales de muerte en personas de 15 a 29 años, 2012 5
Figura 1.2 Tendencia de muertes por accidente de tránsito período: enero-junio 2015-2016 10
Figura 1.3 Muertes por accidente de tránsito por medio de transporte 11
Figura 1.4 Mapa de cobertura del Sistema Nacional de Emergencia 9-1-1 12
Figura 1.5 Desglose unidades de atención del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 13
Figura 1.6 Resultados de la atención del Sistema 9-1-1 13
Figura 1.7 Proceso de atención de emergencia en los servicios de 9-1-1 14
Figura 1.8 Infraestructura Sistema 9-1-1 15
Figura 1.9 Evolución del parque vehicular 2004-2016 (miles de unidades) 19
Figura 1.10 Mapa Cobertura Red Claro Dominicana 22
Figura 1.11 Mapa Cobertura Red Claro Dominicana 22
Figura 1.12 Mapa Cobertura Orange Dominicana 23
Figura 1.13 Funcionamiento del sistema onStar 26
Figura 1.14 Funcionamiento del sistema eCall 27
Figura 1.15 Funcionamiento del sistema WreckWatch 32
Figura 2.1 Sensor de temperatura 38
Figura 2.2 Sensor de velocidad 38
Figura 2.3 Sensor de presión neumáticos 39
Figura 2.4 Diagrama Esquemático de un Sensor de Inercia 40
Figura 2.5 Sensor Tipo Rolo en descanso y en impacto 41
Figura 2.6 Ubicación de los sensores en un vehículo. 41
Figura 2.7 Conector ISO 15031-3 se utiliza con el OBDII y el EOBD. Arriba se muestra el montado en el coche y abajo el de diagnóstico, que se conecta para leer los datos. 42
Figura 2.8 Dispositivo Freematics One 45
Figura 2.9 Gráfico de un acelerómetro 48
Figura 2.10 Giroscopio 49
Figura 2.11 Sensor de luz ambiental y proximidad. 49
Figura 2.12 Barómetro 49
Figura 2.13 Sensor de GPS 50
Figura 2.14 Diagrama de Salto de Frecuencia 51
Figura 2.15 Ecosistema de la nube 52
Figura 2.16 Modelo tradicional vs. modelo cloud 53
Figura 2.17 Modelos de servicio de la computación en la nube 54
Figura 2.18 Comparación de la participación proveedor/cliente en los modelos de servicios basados en la nube 56
Figura 2.19 Esquema de representación de los tipos de computación en la nube 58
Figura 2.20 Representación de las peticiones y respuestas de los servicios web 67
Figura 2.21 Diferencia entre los servicios web "RESTful" y los servicios web "SOAP" 68
Figura 2.22 Arquitectura de administración de APIs de la empresa 3scale 69
Figura 2.23 Capas de una imagen satelital para su procesamiento por un GIS 72

Figura 2.24 Esquema de funcionamiento del beacon.....79
Figura 2.25 Componentes sistema RescueMe.....83
Figura 3.1 Diagrama general de SCRUM para el desarrollo de software.....85
Figura 3.2 Ciclo de actividades por iteraciones definido por SCRUM.....86
Figura 3.3 Desglose de las actividades del proyecto en SCRUM y la relación entre roles......90
Figura 3.4 Arquitectura de los servidores de la plataforma RescueMe.....95
Figura 3.5 Pantalla de inicio de sesión aplicación RescueMe.....96
Figura 3.6 Diagrama de casos del uso del sistema de detección y notificación automática de accidentes de tránsito.....107
Figura 3.7 Diagrama ER (Entidad Relación) del sistema de detección y notificación automática de accidentes de tránsito.....108
Figura 3.8 Esquema de seguridad proporcionado por Ionic Security.....111
Figura 3.9 Ejemplo del flujo de autenticación de una petición al sistema con Spring Security.....113
Figura 3.10 Componentes de la arquitectura de una aplicación móvil híbrida desarrollada con Ionic Framework.....117
Figura 3.11 Arquitectura del framework Spring que muestra los principales módulos que la componen..118
Figura 3.12 Ejemplo de uso de google maps en diversos dispositivos.....119
Figura 3.13 Comparación de mercado de los sistemas operativos móviles a febrero 2017.....124
Figura 3.14 Resumen gráfico del Capítulo 3.....129

DEDICATORIA

Les dedico este trabajo a mis padres, que con su apoyo incondicional y su esfuerzo me ayudaron a convertirme en el hombre que hoy soy. Los quiero como a mi propia vida. Este es el fruto de lo que hemos cosechado juntos con el paso de estos años.

Julio Alberto Peña Ortega

DEDICATORIA

A mi amada esposa Yadira la cual me complementa, me demuestra su amor incondicional y me empuja a ser siempre mejor hombre para hacerla feliz. A mi hija Ariday, la cual le dejo este ejemplo de que todo lo que uno se propone lo puede lograr. A mi madre, quien nunca se rindió ni se dio por vencida y me inicio en este universo informático que tanto amo. A mi padre, el cual siempre ha estado presente en cada etapa de mi vida y demostrándome con el ejemplo lo que significa ser un buen hombre.

Bianco Corletto

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por mantenerme en salud y con la convicción necesaria para no rendirme ante las adversidades y permanecer firme en mi camino.

Luego, quiero expresar mi total admiración y darles las gracias de corazón a mis familiares. A mi mama y mi hermana por ser mis amigas incondicionales y siempre estar pendiente de mí. A mi papá por educarme con el ejemplo y por mostrarme que el esfuerzo es el combustible de las personas exitosas.

A mis profesores y compañeros de carrera, sin ellos no hubiese llegado hasta este punto. Especialmente a nuestro asesor Santo Navarro por su dedicación y entrega a este proyecto.

Por último, agradecer a todas aquellas personas que durante mis años de preparación estuvieron a mi lado, apoyándome, brindándome su amistad y cariño.

Muchas Gracias

Julio Alberto Peña Ortega

AGRADECIMIENTOS

A nuestro padre celestial, el cual hace que todo sea posible. A mis madres sustitutas quienes me apoyaron en ausencia de la verdadera en todo lo relacionado con la educación: Teresa Corletto y Margarita Pou. A Maura Corletto quien me guardaba la cena lista cuando llegaba tarde la universidad.

A mi compañero Julio Peña, el cual confió en mí para permitirme aportar con mi conocimiento y experiencia en este proyecto, así como a nuestro asesor Santo Navarro el cual estuvo disponible cada vez que lo necesitamos.

A profesores ejemplares durante toda mi carrera y compañeros que me mostraron lo que se necesita para ser un verdadero profesional.

A mis hermanos y hermanas que, aunque ausentes siempre están presentes en mi corazón y me impulsan a mejorar cada día.

Bianco Corletto

RESUMEN

La creciente cantidad de muertes por accidentes de tránsito en la República Dominicana y la inexistencia de plataformas tecnológicas que reduzcan esta problemática, sirvió como base para investigar soluciones en otros países a nivel mundial que pudiesen implementarse en territorio nacional. De ahí surgió la propuesta de un sistema con la capacidad de detectar cuando un vehículo tuvo un accidente y automáticamente realizar una notificación del hecho al Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1, a la compañía aseguradora del vehículo y a los familiares de las víctimas, con la ubicación exacta del mismo, para que se brinde asistencia lo más pronto posible y se cree un histórico que permita determinar el antes, durante y después del accidente.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la República Dominicana atraviesa una problemática en materia de seguridad vial, se trata de la alta tasa de mortalidad en víctimas de accidentes de tránsito. Incluso informes de la Organización Mundial de la Salud presentan a la República Dominicana como el principal país de América Latina con esta problemática, con un alarmante 29.3% de víctimas por cada 100,000 habitantes.

Como parte fundamental del problema se aprecia el alto crecimiento del parque vehicular del país, el cual alcanzó un crecimiento de 6.7% entre 2015 y 2016 de acuerdo a datos proporcionados por la Dirección General de Impuestos Internos. Esto supone pasar de 3,612,964 vehículos en 2015 a 3,854,038 vehículos en 2016 para un incremento de 241,074 nuevos vehículos.

Este trabajo tiene por objetivo la búsqueda de una solución que permita la reducción de la problemática, a través del uso de la tecnología y la cooperación entre los principales actores del gobierno y el sector privado.

Esta investigación tiene como alcance el análisis y diseño de un sistema que permita que al momento de un accidente el vehículo notifique a los servicios

del 9-1-1 y a la compañía aseguradora los datos necesarios para que se desplieguen los servicios de atención y que sirvan para su posterior investigación.

La monografía cuenta con la siguiente estructura. En el capítulo 1 se evidencia la problemática de los accidentes de tránsito y se presentan las soluciones tecnológicas que han implementado otros países. En el capítulo 2 se analizan los componentes necesarios para la propuesta de un sistema que logre los objetivos de investigación. En el capítulo 3 se presenta el análisis y diseño de la solución propuesta.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y ASPECTOS GENERALES

1 Antecedentes y aspectos generales

1.1 Situación mundial y de la República Dominicana sobre la mortalidad por accidentes de tránsito

Los accidentes de tránsito con el paso de los años se han ido convertido en una de las principales causas de muerte a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud (2015) afirma que cada año los accidentes de tránsito a nivel mundial cobran la vida de 1.25 millones de personas e incapacitan alrededor de 20 a 50 millones de personas que sufren traumatismos no mortales o discapacidades motoras, una cifra alarmante que sigue en crecimiento con el paso de los días.

Se prevé que de continuar la situación sin la aplicación de medidas que ayuden a frenar el avance de la problemática, de aquí a 2020 los accidentes de tránsito serán la causa de muerte de 1.9 millones de personas a nivel mundial.

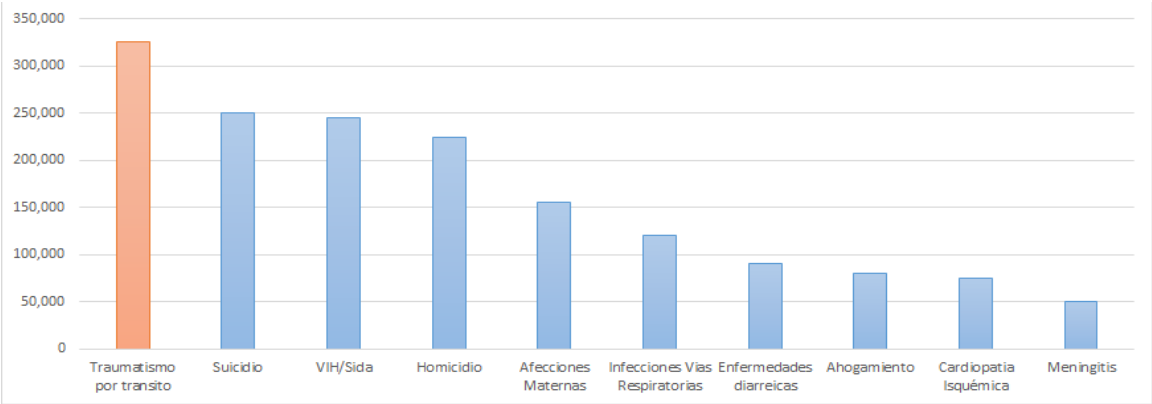


Figura 1.1 Las 10 causas principales de muerte en personas de 15 a 29 años, 2012

Fuente: Propia (Organización Mundial de la Salud, 2015)

1.1.1 Informe de la Organización Mundial de la Salud sobre los accidentes de tránsito

(Organización Mundial de la Salud, 2016) destaca en su página web, en la sección “Centro de Prensa” una serie de estadísticas a nivel mundial sobre los accidentes de tránsito que tienen una importante relevancia para que el lector se haga una idea de la problemática que se describe:

1) Alrededor del 90% de las muertes causadas por accidentes de tránsito se producen en los países de más bajos recursos. En el caso de los países de más altos recursos, el mayor volumen de muertes se produce en la población más pobre.

2) A nivel de la edad de las víctimas, se estima que el 48% de estas se encuentran en edades comprendidas entre los 15 y 44 años.

3) Entre las víctimas de accidentes de tránsito los hombres son los más afectados, representando una de tres cuartas partes de las muertes.

4) Solo 28 países cuya población alcanza los 416 millones de personas (el 7% de la población del mundo) cuentan con leyes adecuadas de seguridad vial.

5) La tasa de mortalidad vial global se ha estabilizado desde 2007 a pesar de un aumento del 16% de vehículos en circulación y de un 4% de la población mundial.

6) La reducción de las muertes y traumatismos por accidente de tránsito en un 50% para 2020 está incluida entre las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

1.1.2 Papel de los gobiernos en la prevención de accidentes

Los gobiernos juegan un papel fundamental en la solución de esta problemática, es su deber establecer los mecanismos necesarios para prevenir que los accidentes de tránsito no sucedan.

De acuerdo a investigaciones sostenidas en 2010, se estima que los países deben invertir el equivalente del 3 al 5 por ciento de su producto interno bruto para hacerle frente a los accidentes de tránsito.

Es primordial una integración entre diversos sectores de la sociedad, como son: el sector transporte, la policía nacional, el sector salud y el sector educación; para en conjunto producir una serie de medidas y proyectos que permitan mitigar la ocurrencia de los accidentes de tránsito:

- Diseño e implementación de una infraestructura más segura.
- Planeación del transporte.
- Mejorar la seguridad de los vehículos.
- Atención inmediata y eficaz de las víctimas.
- Establecimiento y cumplimiento de las leyes de seguridad vial.

1.1.3 La República Dominicana, país con mayor índice de accidentes de tránsito

La República Dominicana es el país latinoamericano con mayor índice mortalidad por accidentes de tránsito, de acuerdo al informe publicado por la Organización Mundial de la Salud en el año 2015:

> "La República Dominicana encabeza los países con mayor número de muertes por accidentes de tránsito, se estiman más de 20 muertes por cada 100,000 habitantes para un promedio de 29.3%. Seguido está Brasil con un promedio de 23.4, Bolivia (23.2), El Salvador (21.1), Paraguay (20.7), Ecuador (20.1), Guatemala (19), Honduras (17.4), Colombia (16.8), Uruguay (16.6), Nicaragua (15.3), Perú (13.9), Costa Rica (13.9), Argentina (13.6), Chile (12.4), México (12.3) y Panamá (10) por ciento". (Kogan, 2015)

Este tipo de accidentes son producto de la falta de educación en materia vial, principalmente en los países latinoamericanos donde prima el irrespeto a las leyes de tránsito. Según un estudio de la Universidad Pontificia Católica Madre y Maestra en el 2015, las principales causas de los accidentes de tránsito son:

- Escasa formación de los conductores en seguridad vial.
- Irrespeto a la ley de tránsito.

- Señalización vial inadecuada o inexistente.
- Programa inadecuado de mantenimiento de las vías públicas.
- Escasa y lenta respuesta de atención y traslado de lesionados en accidentes de tránsito.
- Gran cantidad de vehículos en mal estado circulando por las vías públicas.
- Presencia en las vías públicas de conductores en estado de embriaguez.
- Creciente uso de los teléfonos inteligentes mientras se conduce (distracción).
- Incremento gradual de la presencia de motocicletas en el parque vehicular (aproximadamente 51% de los vehículos de motor). Motociclistas no protegidos.
- Iluminación deficiente de las vías públicas en horario nocturno.

De acuerdo a las observaciones de Juan Reyes, viceministro de Economía Planificación y Desarrollo (MEPyD), el 59% de los accidentes de tránsito en el país ocurre durante el fin de semana, desde el viernes hasta el lunes en la mañana, y el 44% de los fallecidos son jóvenes entre 15 y 29 años, por otra parte, el costo de los choques y las lesiones causadas por el tránsito representa el 1.3% del producto interno bruto (PIB), lo que se traduce en RD$30 mil millones anuales. (Francisco, 2016)

“En la gráfica 1.2 se observa la tendencia de las 1,108 muertes por accidente de tránsito ocurridas durante el período estudiado. En ella se comprueba un incremento interanual del 14% en la cantidad de fatalidades, pues para el mismo período del 2015 se habían registrado 974 víctimas de este tipo”. (Observatorio de Seguridad Ciudadana República Dominicana, 2016)

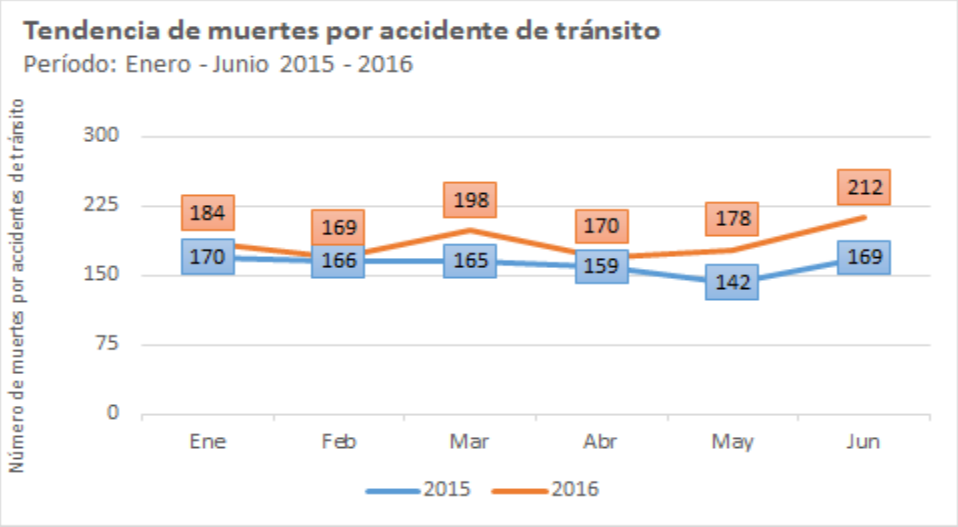


Figura 1.2 Tendencia de muertes por accidente de tránsito período: enero-junio 2015-2016

Elaboración: propia

Fuente: (Informe Estadístico sobre Seguridad Ciudadana OSC-IE 020)

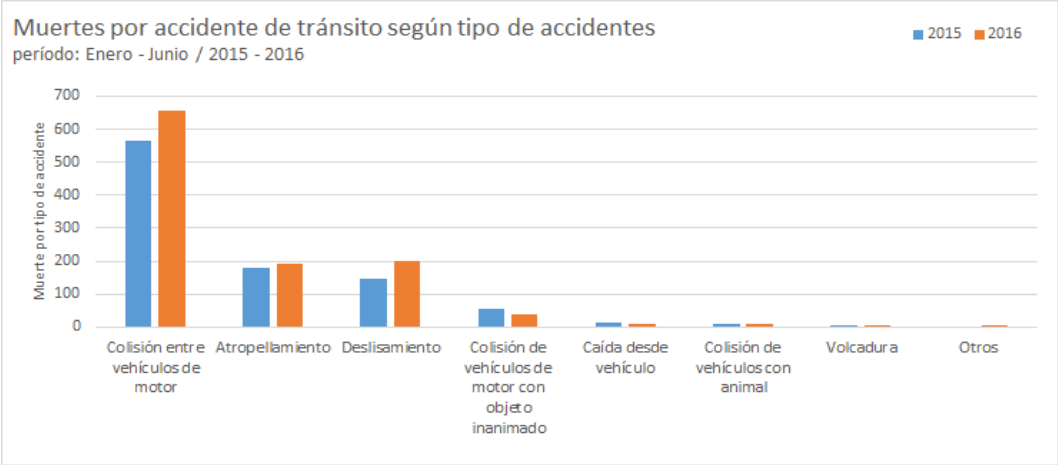


Figura 1.3 Muertes por accidente de tránsito por medio de transporte

Elaboración: propia

Fuente: (Informe Estadístico sobre Seguridad Ciudadana OSC-IE 020)

1.2 Análisis de la situación actual del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad de la República Dominicana

Una de las principales causas de muerte en un accidente de tránsito es la tardanza en la respuesta, el cual está actualmente en 13 minutos a partir de la notificación del accidente y la ineficiencia en la atención médica al momento del accidente. Cada minuto en la atención es crucial para mantener a salvo una víctima de accidente de tránsito. En cualquier caso, la respuesta rápida del servicio de emergencia ayuda a preservar la vida, y genera paz y tranquilidad en la ciudadanía que sabe que cuenta con la atención adecuada en el momento que la necesite.

Hoy en día en la ciudad de Santo Domingo, Rep. Dom. ante la ocurrencia de un accidente, ya sea la persona afectada, un pasajero o un transeúnte puede reportar el hecho marcando el 9-1-1 a través de un teléfono (fijo o móvil) para recibir asistencia del personal de rescate.

El Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 vial en su primera fase tiene cobertura en Santo Domingo Oeste, Norte y Este, Pedro Brand, San Antonio de Guerra, Boca Chica, Los Alcarrizos y el Distrito Nacional. Mientras que la segunda fase tenía cobertura en los poblados de Haina y San Cristóbal en diciembre 2016. En el transcurso de 2017 se espera la entrada del sistema en las ciudades de Santiago de los Caballeros y Puerto Plata.

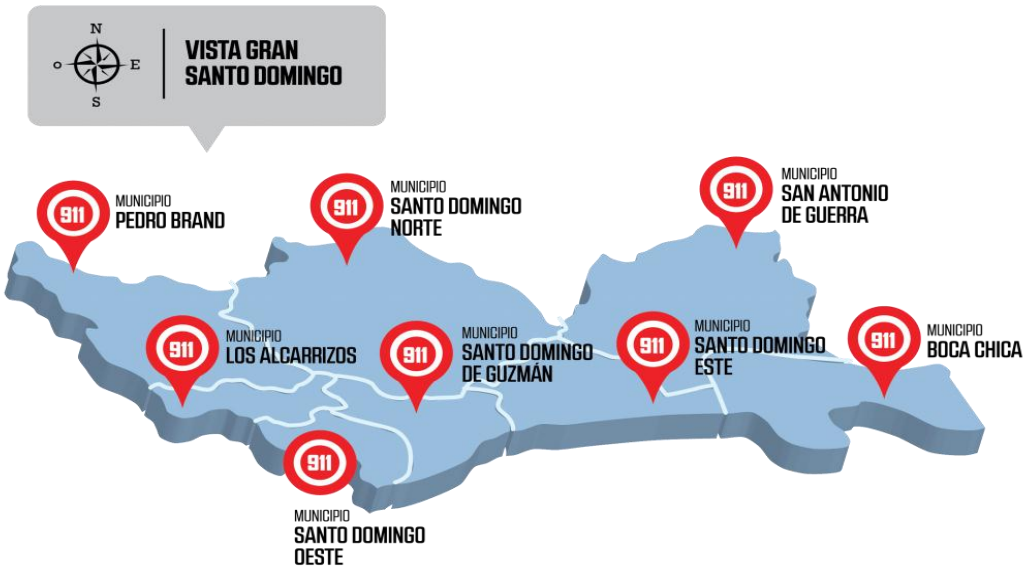


Figura 1.4 Mapa de cobertura del Sistema Nacional de Emergencia 9-1-1

Fuente: www.911.gob.do

A enero 2017 el Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 cuenta con las siguientes unidades:

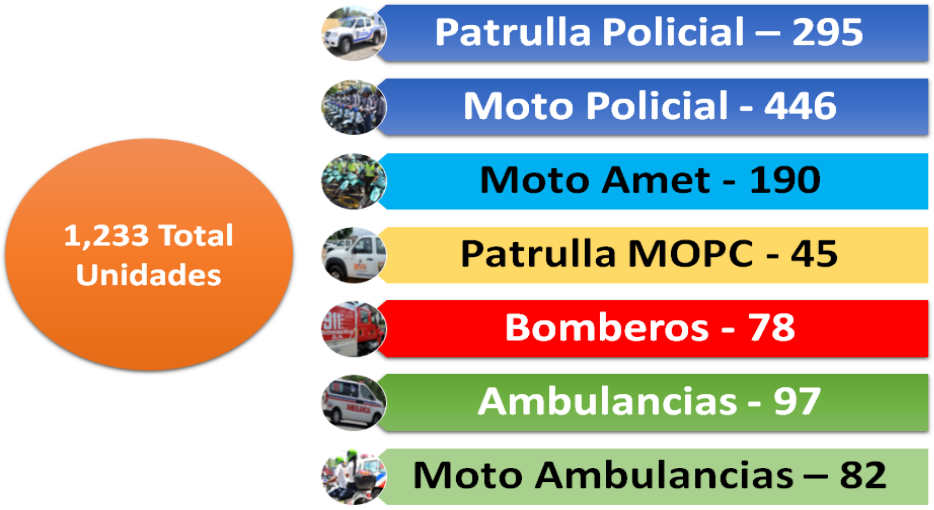


Figura 1.5 Desglose unidades de atención del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1

Elaboración: propia

Fuente: www.911.gob.do

Figura 1.6 Resultados de la atención del Sistema 9-1-1

Fuente: www.911.gob.do

1.2.1 Proceso para utilizar el servicio de 9-1-1

Cuando un ciudadano marca 9-1-1 desde su teléfono la llamada es transferida a un operador que solicitara la situación pertinente. Luego esta información se transfiere al área de Despacho en la que un representante envía la unidad más cercana al suceso.

Figura 1.7 Proceso de atención de emergencia en los servicios de 9-1-1

Elaboración: propia

Fuente: ("¿Cómo usarlo? - Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1", 2017)

En el momento de la llamada el operador le requerirá a la persona que realiza la llamada las siguientes informaciones: ¿Cuál es la emergencia?, ¿En qué localidad de la ciudad se encuentra?, ¿Nombre?, y de ser necesario el operador le solicitará que se mantenga en línea para obtener otras informaciones.

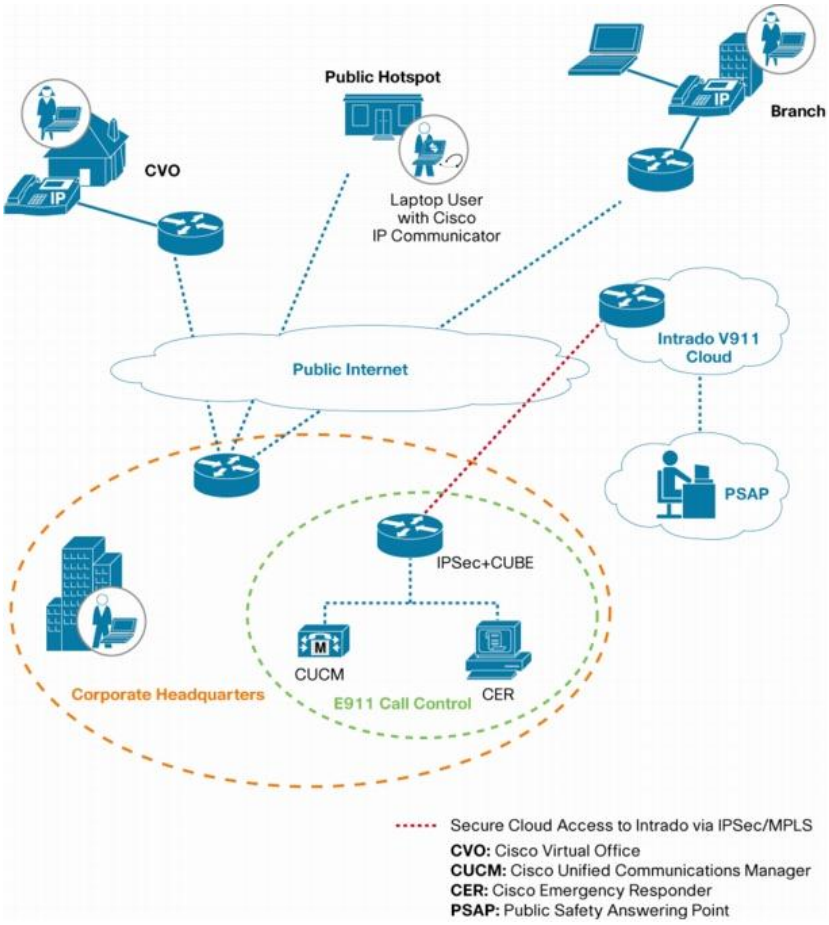


Figura 1.8 Infraestructura Sistema 9-1-1

Fuente: http://www.cisco.com

1.2.2 Postura del gobierno dominicano en materia de seguridad vial

En el 2016 el presidente Danilo Medina, mediante el decreto 263-16 nombró la comisión presidencial para la seguridad vial, para así identificar e implementar soluciones a los accidentes de tránsito del país. Los miembros de este comité son: el Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones, representantes

de los ministerios de Salud Pública y Asistencia Social, representantes de Interior y Policía, el ministro de Educación, el Procurador General de la República y el director de Tránsito y Transporte Terrestre. Además, lo integran, el director general de la Policía Nacional, representado por la Autoridad Metropolitana de Transporte, el director de Impuestos Internos, el secretario de la Liga Municipal Dominicana y un representante de alto nivel de la Federación Dominicana de Municipios.

1.2.3 Panorama de las aseguradoras y su papel en la seguridad vial

Según lo establece la Ley 146-02 de Seguros y Fianzas, en su Art. 112 dice que:

> "Toda persona física o moral, incluyendo el Estado Dominicano y sus instituciones autónomas y descentralizadas y los ayuntamientos del país, cuya responsabilidad civil pueda ser exigida por daños materiales, corporales o morales causados a terceros por un accidente en un vehículo de motor o remolque, está obligado a mantenerlo asegurado para que se le permita su circulación".

Por lo que todo vehículo de motor debe tener al día un seguro, así que las aseguradoras también intervienen en los accidentes de tránsito, pero su papel es

más pasivo debido a que el usuario las contacta una vez que ha ocurrido el suceso. Cada aseguradora tiene un procedimiento diferente para el reclamo de un accidente, pero en líneas generales, sería el siguiente:

1) Contactar la aseguradora correspondiente para recibir asistencia.
2) Recolectar datos del conductor no asegurado: cédula de identidad, nombres, teléfono, placa del vehículo, datos del seguro.
3) Dirigirse hacia el destacamento policial más cercano para el levantamiento del acta del accidente.
4) Dirigirse hacia la aseguradora con las informaciones anteriores para proceder a abrir una reclamación.

Posición	Nombre de las Compañías	Primas Vehículos de Motor	% Participación
1	Seguros Banreservas, S. A.	2,389	20.1%
2	Seguros Universal, S. A.	1,868	15.7%
3	MAPFRE BHD Cía. de Seguros, S. A.	1,703	14.3%
4	La Colonial de Seguros, S. A.	1,136	9.6%
5	Seguros Sura, S. A.	1,004	8.4%
6	Seguros Pepín, S. A.	780	6.6%
7	La Monumental de Seguros, S. A.	757	6.4%
8	General de Seguros, S. A.	339	2.8%

9	Patria, S. A. Compañía de Seguros	313	2.6%
10	Atlántica Seguros, S. A.	242	2.0%
11	Banesco Seguros, S.A.	216	1.8%
12	Seguros La Internacional, S. A.	214	1.8%
13	Compañía Dominicana de Seguros, S.R.L.	196	1.6%
14	Cooperativa Nacional de Seguros, Inc.	148	1.2%
15	Angloamericana de Seguros, S. A.	144	1.2%
16	La Comercial de Seguros, S. A.	137	1.1%
17	Seguros Constitución, S. A.	106	0.9%
18	Confederación del Canadá Dominicana. S. A.	71	0.6%
19	Autoseguro, S. A.	60	0.5%
20	Seguros APS, SRL.	44	0.4%
21	Amigos Compañía de Seguros, S. A.	22	0.2%
22	Seguros Federal, S.R.L.	2	0.0%
Totales		**11,890**	**100%**

Tabla 1:1 Desglose de primas cobradas por las compañías de seguros en la República Dominicana, durante el periodo del 1ro. de enero al 31 de diciembre del 2016. (Valores en millones de RD$)

Elaboración: propia

Fuente: Superintendencia de Seguros, 2017

1.2.4 Parque vehicular de la República Dominicana

La Dirección General de Impuestos Internos (2017) informa que, “al 31 de diciembre de 2016, el parque vehicular de la República Dominicana ascendió a 3,854,038 unidades, registrándose 241,074 vehículos de nuevo ingreso respecto al 2015” (ver figura 1.9). De acuerdo a la Cámara Dominicana de Aseguradoras y Reaseguradoras (CADOAR) tan solo el 34 por ciento, o sea 1,310,373 están asegurados.

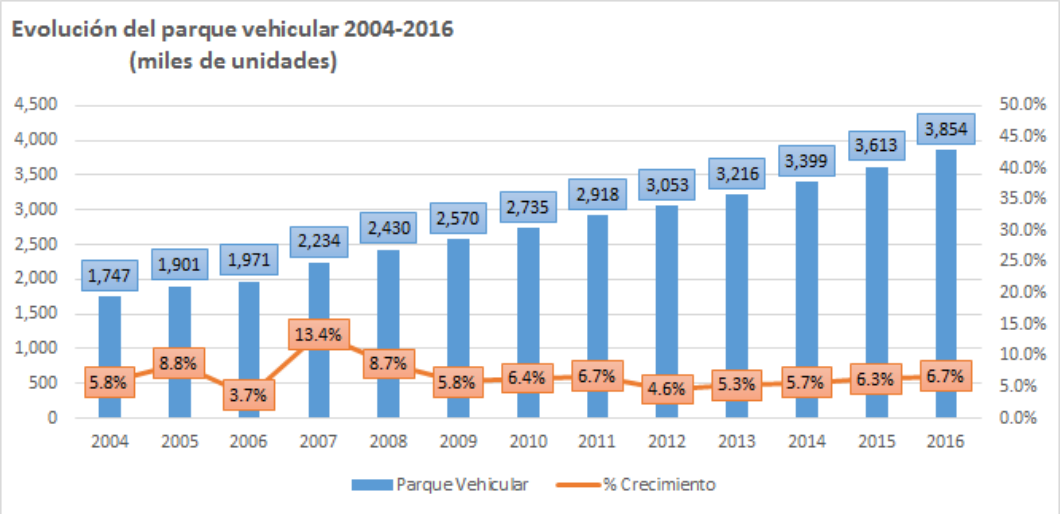


Figura 1.9 Evolución del parque vehicular 2004-2016 (miles de unidades)

Elaboración Propia

Fuente: (Dirección General de Impuestos Internos (DGII), 2017)

La Dirección General de Impuestos Internos (2017) expresa, además:

> “De los diferentes tipos de vehículos, las motocicletas presentan un mayor crecimiento absoluto con 149,602 motocicletas, para un incremento de 7.7%; seguido por los automóviles con un aumento de 43,451, representando un crecimiento de 5.6%; luego, les siguen los jeeps con un aumento de 29,678 nuevas unidades para un incremento de 8.3%” (ver tabla 1.2).

			Variación	
Tipo	**2015**	**2016**	**Absoluta**	**Relativa**
Jeep	357,028	386,706	29,678	8.3%
Motocicletas	1,946,594	2,096,196	149,602	7.7%
Automóviles	773,019	816,470	43,451	5.6%
Autobuses	88,109	92,144	4,035	4.6%
Carga	392,395	405,292	12,897	3.3%
Otros	15,391	15,845	454	2.9%
Máquinas Pesadas	20,835	21,411	576	2.8%
Volteo	19,593	19,974	381	1.9%
	3,612,964	**3,854,038**	**241,074**	**6.7%**

Tabla 1:2 Parque vehicular de la República Dominicana, según tipo de vehículo y participación porcentual 2015 vs. 2016

Elaboración: propia

Fuente: (Dirección General de Impuestos Internos (DGII), 2017)

De acuerdo al reporte estadístico suministrado por la Oficina Nacional de Estadística (ONE) en la República Dominicana hay registrados a noviembre del 2016 un total de 10,011,850 de líneas telefónicas. Con 8,673,209 líneas móviles de las cuales el 77% es prepago mientras que el otro 33% es postpago. Existen 5,873,516 del total de líneas instaladas que tienen acceso a internet. Si se comparan el total de líneas que existían a enero del 2015, unas 9,603,299 de las cuales tan solo 3,791,831 tenían acceso a internet, se habla de un crecimiento de un 4% en las líneas totales, pero de un 55% del acceso a internet. Es decir, hoy en día hay 2,081,685 más de líneas con acceso a internet que en enero del 2015.

Actualmente las compañías telefónicas de nuestro país utilizan la tecnología GSM para la comunicación móvil de sus usuarios. En la tabla 1.3 se puede observar las bandas que utilizan cada una:

Compañía	**GSM/EDGE**	**3G**	**4G**
Orange Dominicana	900/1800/1900MHz	800/900MHz	1800/1900 MHz
Claro Dominicana	850/1900 MHz	850MHz	1700/2100MHz
Viva Dominicana	1900MHz	N/A	N/A

Tabla 1:3 Banda de transmisión en la República Dominicana

Elaboración: propia

Fuente: http://gsma.indotel.gob.do/noticias/telefon%C3%ADa-de-rep%C3%BAblica-dominicana/

Figura 1.10 Mapa Cobertura Red Claro Dominicana

Fuente: www.claro.com.do

Figura 1.11 Mapa Cobertura Red Claro Dominicana

Fuente: www.viva.com.do

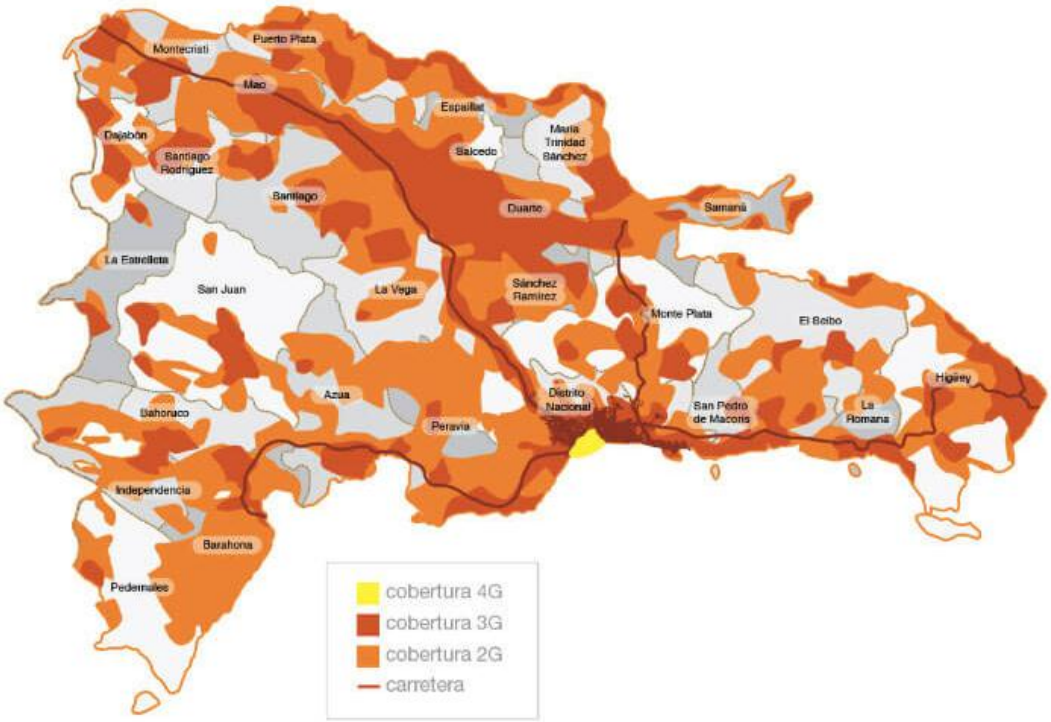


Figura 1.12 Mapa Cobertura Orange Dominicana

Fuente: www.orange.com.do

1.3 Avances tecnológicos en la detección y notificación automática de accidentes de tránsito

La necesidad de reducir la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito y mantener cierto nivel de seguridad en los vehículos de motor ha llevado tanto a empresas proveedoras de servicios como a fabricantes de vehículos a desarrollar nuevas tecnologías y adaptar las existentes para lograr este cometido.

Dos son los aspectos que resaltan en importancia, uno es la detección de un accidente y el otro la notificación del accidente a los servicios de emergencia; para cada uno de ellos hay cierto tipo de tecnologías que agilizan y automatizan el proceso. En la detección, el uso de sensores o dispositivos integrados a vehículos, o hasta el uso de los teléfonos inteligentes de los ocupantes del vehículo son de las propuestas que pueden encontrarse en la actualidad. En la parte de la notificación, el uso de la red celular GSM o hasta las tecnologías web, son parte de las opciones actualmente disponibles.

1.3.1 Sistemas y propuestas desarrollados en la actualidad

Los sistemas descritos a continuación se conocen bajo las siglas ACN (Automatic Crash Notification), son sistemas que utilizan la tecnología GPS y la comunicación celular para notificar al servicio de emergencia médica luego de la ocurrencia de un accidente. (Montana Department of Transportation, 2013)

1.3.1.1 Detección automática de accidentes basada en vehículos

Este tipo de sistemas se caracterizan por el uso de los sensores incluidos en los vehículos para detectar la ocurrencia de choques y entablar comunicaciones con un centro de emergencia mediante una llamada al centro de servicio del fabricante.

Varios fabricantes también poseen su propio sistema ACN para sus vehículos, entre los que destacan: Mercedes-Benz Tele Aid, Ford's VEM-S/RESCU system y BMW Assist. (Téllez García, 2013).

- **OnStar**

OnStar es uno de los sistemas ACN más populares, sobre todo en Norteamérica, es propiedad de la empresa General Motors. Se trata de un sistema que integra tanto servicio de atención ante accidente, asistencia en caso de robo, navegación GPS y asistencia en carretera.

El sistema realiza una lectura de una serie de sensores instalados en los vehículos para detectar la ocurrencia de un choque y notificar a un centro de atención provisto para brindar el servicio. Adicionalmente, el sistema transmite al centro de atención información sobre la colisión, la dirección geográfica del accidente y el estado del vehículo.

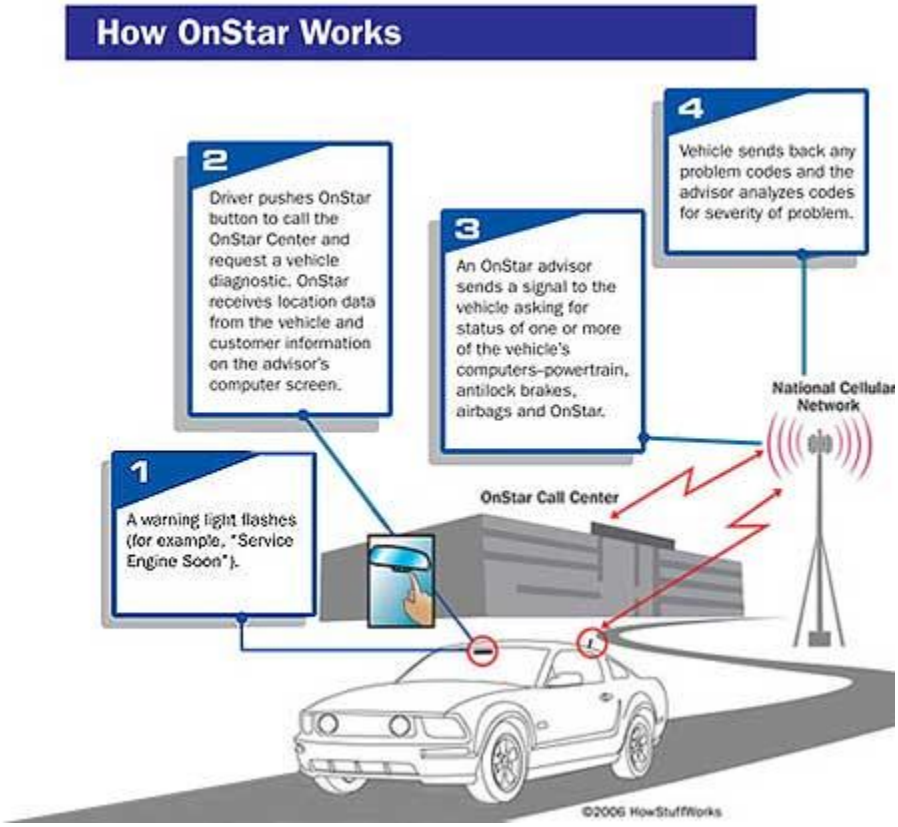


Figura 1.13 Funcionamiento del sistema onStar

Fuente: http://s.hswstatic.com/gif/onstar-6.jpg

- **eCall**

eCall es un sistema ACN muy parecido a onStar y que representa una alternativa para Europa. eCall a diferencia de onStar realiza directamente una llamada al número de emergencia europeo 112 ante la ocurrencia de un accidente.

Figura 1.14 Funcionamiento del sistema eCall

Fuente: http://www.privacidadlogica.es/2015/05/05/e-call-llamadas-de-emergencias-al-112-desde-el-coche-y-proteccion-de-datos/

El costo es un aspecto de gran importancia en los sistemas ACN de los fabricantes descritos anteriormente, resulta que para equipar vehículos antiguos con los sensores y dispositivos requeridos se debe incurrir en costos muy elevados. Para solucionar este inconveniente se hace uso de los teléfonos inteligentes que resultan más asequibles para la mayor parte de la población y que integran sensores muy útiles como el acelerómetro, el GPS, entre otros.

1.3.1.2 Detección automática de accidentes basada en teléfonos inteligentes

Los sistemas que se basan en el uso de los teléfonos inteligentes presentan una serie de ventajas frente a los basados en vehículo, desde el precio y el acceso a las nuevas tecnologías.

A continuación, un listado de las principales ventajas de este tipo de sistemas (White, Thompson, Turner, Dougherty, & Schmidt, 2011):

1) Precisión en la medición de las fuerzas experimentadas por los ocupantes del vehículo, debido a que los dispositivos generalmente están en sus bolsillos.

2) El uso de los teléfonos inteligentes está muy extendido en las sociedades y pueden ser adquiridos a precios muy bajos. Esto permite un ahorro en gastos de instalación de dispositivos a los vehículos.

3) Los sistemas generados son más mantenibles por su reducida complejidad.

4) Los servicios de procesamiento y almacenamiento son fácilmente escalables gracias a servicios basados en la computación en la nube.

Por otro lado, este tipo de sistemas no están exentos de desventajas apreciables (White, Thompson, Turner, Dougherty, & Schmidt, 2011):

1) Consumo significativo de la batería de los teléfonos.

2) Debido a los sistemas de seguridad del vehículo, la fuerza de impacto captada por el teléfono se ve reducida.

3) El impacto del accidente podría producir una avería en el teléfono que lo imposibilite para notificar sobre el accidente a los organismos correspondientes.

4) Una actualización en el sistema operativo del teléfono podría dejar obsoleto el sistema de detección.

5) Debido a los falsos positivos se dificulta pruebas de calidad del sistema.

- **WreckWatch**

WreckWatch es un sistema ACN del tipo detección automática de accidentes basado en teléfonos inteligentes. (White, Thompson, Turner, Dougherty, & Schmidt, 2011)

El sistema almacena la mayor cantidad de datos posibles referentes a los sucesos que podrían provocar un accidente; se realiza un registro de la trayectoria, la velocidad y las fuerzas de aceleración sobre un vehículo que está siendo conducido y durante un accidente.

Por otro lado, el sistema también es capaz de alertar a los servicios de emergencia de un accidente, añadiendo imágenes y vídeos realizados por testigos que se encuentren en el lugar del suceso. Es importante resaltar que este sistema no utiliza la medición de los sensores que incluye el vehículo y puede detectar los falsos positivos.

Para poder predecir la ocurrencia de un accidente, el sistema utiliza el siguiente modelo:

$$\gamma = < \phi, T_{\phi}, \rho, T_{\rho}, \beta, \varepsilon, S_{\phi}, S_{\rho}, S_{\beta}, M_{\phi}, M_{\rho}, M_{\beta}, M_{\varepsilon} >$$

Donde:

ϕ: variable de aceleración que registra el teléfono indicando la aceleración máxima registrada.

S_{ϕ}: es el período transcurrido desde un evento a partir que un evento de aceleración establece un valor para ϕ hasta que es reiniciada.

ρ: variable que registra los niveles del sonido en M_{ρ}dBs, el cual no debe ser mayor a 140 dBs.

S_{ρ}: período de tiempo que se mantendrá en 1 la variable ρ después de registrar un evento de sonido.

β: variable de velocidad que se pondrá en valor 1 si el vehículo ha estado viajando a más de M_{β}mph.

S_{β}: período de tiempo que se mantendrá en valor 1 para la variable β después de que el vehículo deje de viajar por encima de M_{β}mph.

ε: distancia recorrida por el equipo desde la última vez que la variable β cambiará de 1 a 0.

M_{ϕ}: aceleración mínima para que si hay aceleración se active la detección de accidentes.

M_{ρ}: registra el valor de decibelios mínimos requeridos para que un evento acústico active la variable ρ.

***Mβ*:** velocidad mínima, en millas por hora, que el dispositivo debe detectar para activar el sistema de detección de accidentes.

***Mε*:** distancia máxima en metros que el dispositivo puede desplazarse a una velocidad más baja que Mβ, antes de que el sistema de detección de accidentes sea desactivado.

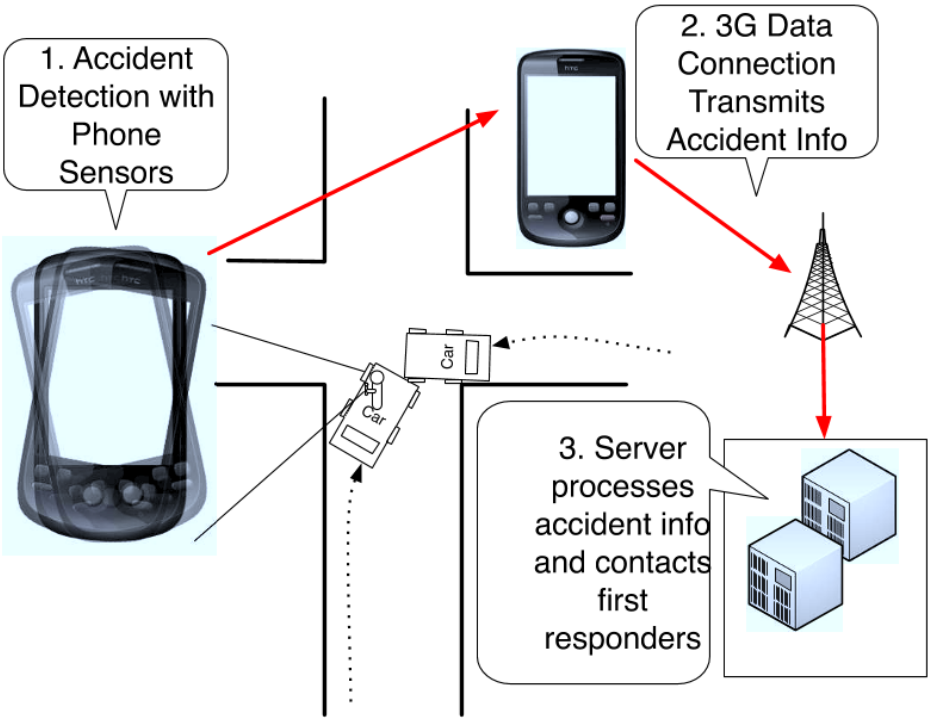


Figura 1.15 Funcionamiento del sistema WreckWatch

Fuente: (White, Thompson, Turner, Dougherty, & Schmidt, 2011)

RESUMEN

Las investigaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud dan a conocer la problemática en materia vial presente en Latinoamérica, siendo la República Dominicana el país de mayor índice de accidentes de tránsito, un total de 20 muertes por cada 100,000 habitantes.

Actualmente, la República Dominicana posee el Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 con cobertura en Santo Domingo Oeste, Norte y Este, Pedro Brand, San Antonio de Guerra, Boca Chica, Los Alcarrizos, el Distrito Nacional, Haina y San Cristóbal.

De acuerdo a la Dirección General de Impuestos Internos entre el 2015 y el 2016 el parque vehicular presentó un incremento de 73,129 automóviles y jeeps. De acuerdo a la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) a noviembre de 2016 se encuentran un total de 5,873,516 líneas instaladas que tienen acceso a internet.

En el panorama global ya se encuentran disponibles sistemas instalados en vehículos para la asistencia de los servicios de emergencia en caso de accidentes, entre los que destacan Mercedes-Benz Tele Aid, Ford’s VEM-S/RESCU system y BMW Assist.

CAPÍTULO II

COMPONENTES CLAVES EN LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

2 Componentes claves en los sistemas de detección y notificación automática de accidentes de tránsito

2.1 Componentes ubicados en el interior del vehículo

A partir del siglo XXI se ha evidenciado la preocupación de la industria automotriz sobre el tema de la seguridad de los vehículos, produciendo así diversos artefactos que incluyen en sus diseños y que con el paso del tiempo han ido evolucionando enormemente. En la actualidad los vehículos modernos incorporan sistemas y sensores que permiten identificar la ocurrencia de accidentes, por ejemplo: BMW's assist, Ford Sync's 911, GM's OnStar, Lexus Link, Mbrace en Mercedes Benz, entre otros.

Todos estos sistemas trabajan con la utilización de un dispositivo de comunicación con un especialista quien le asiste y lo comunica con los organismos de socorro de ser necesario.

Nuestra meta es homologar el esquema de detección y notificación de accidentes para vehículos de baja y media gama en el parque vehicular del Gran Santo Domingo sin necesidad de una comunicación con el especialista, sino que sea desde el vehículo de manera automática la notificación a los organismos de socorro.

2.1.1 Sensores

Los sensores son pequeños dispositivos electrónicos, también como sonda o transmisor, los cuales se encargan de convertir una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. La señal eléctrica de salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o asimismo la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos "resistencia", "capacidad" e "inductancia".

En los últimos años, la industria electrónica ha ido evolucionando en la utilización de los sensores para la extracción de gases y petróleo, control de procesos industriales, aviación y en el caso que abordaremos en este trabajo en automóviles. Se han desarrollado microsistemas integrados inalámbricos que combinan el alto rendimiento con el procesamiento de señales e interfaces inalámbricas. Por ende, los automóviles modernos han insertado esta tecnología para controlar todos los aspectos de las funciones del motor para mantener la eficiencia operativa.

Los sistemas micro electromecánicos (MEMS Micro Electro Mechanical System), son dispositivos en miniatura compuestos por elementos mecánicos y eléctricos con la finalidad de detectar e informar las propiedades físicas de su entorno. Muchas tecnologías MEMS son dependientes de la nanotecnología y viceversa. Algunos ejemplos de uso en la vida cotidiana son: el despliegue de la bolsa de aire en automóviles; la detección de movimiento, la orientación en teléfonos inteligentes, y la medición de la presión arterial en las líneas IV y catéteres.

A continuación, se detallan los principales tipos de sensores que integran los fabricantes en sus vehículos modernos:

- **Sensor de Temperatura (ECT)**

Sensor de temperatura de las siglas en inglés ECT (Engine Coolant Temperature), es un tipo de sensor utilizado para determinar y medir la temperatura del refrigerante del motor. Cuando este indica alta temperatura la resistencia es baja y cuando indica baja temperatura la resistencia está baja. La lectura de esta resistencia es enviada al PCM (Powertrain Control Module) y puede ser utilizada para activar los controles de emisión o encender el abanico del motor.

Figura 2.1 Sensor de temperatura

Fuente: https://www.obd-codes.com/faq/ect-sensor.php

- **Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS)**

El sensor de velocidad del vehículo, se trata de un tipo de sensor utilizado por varios módulos del sistema del vehículo, el VAPS (Variable Assist Power Steering) lo utiliza para regular la presión de la dirección asistida para mejor asistencia a menor velocidad, permitiendo así realizar las maniobras de parqueo más fácil. También el ABS (Anti-lock Brake System) lo utiliza para determinar cuándo una rueda está bloqueada, liberando la presión para que las ruedas mantengan la estabilidad de dirección.

Figura 2.2 Sensor de velocidad

Fuente: https://www.yotamasters.com

- **Control de Presión de Neumáticos**

El control de presión de neumáticos o (TPMS Tire Pressure Monitoring System), es un sensor que mide la presión de inflado y transmite el dato a una centralita, que puede ofrecer el dato desglosado por cada neumático. Estos sensores pueden medir la presión y la temperatura del neumático, además de informar al sistema empleando ondas de baja frecuencia de su posición en el neumático y del estado de su batería.

Figura 2.3 Sensor de presión neumáticos

Fuente: https://www.kwik-fit.com/tyres/information/tpms

- **ACRS (Air Cushion Restraint System)**

ACRS es el sistema que podría proteger al conductor de un vehículo de algunas lesiones serias en caso de un choque. El típico sistema de bolsa de aire consiste de sensores de choque, bolsa de aire, una unidad de monitoreo y diagnóstico, una bobina conectada al volante y una luz indicadora. Todos interconectados a través de un cableado y motorizado por la batería del vehículo. Los sensores de choque previenen que las bolsas de aires se disparen por cual choque menor.

- **Sensor Tipo Masa**

Se trata de un sensor de impacto que se coloca en su normalidad dentro del motor en el frente del vehículo debido a que es el lugar donde más frecuente ocurre un choque. El mismo mide la intensidad del choque para determinar si el impacto es lo suficientemente fuerte para desplegar la bolsa de aire.

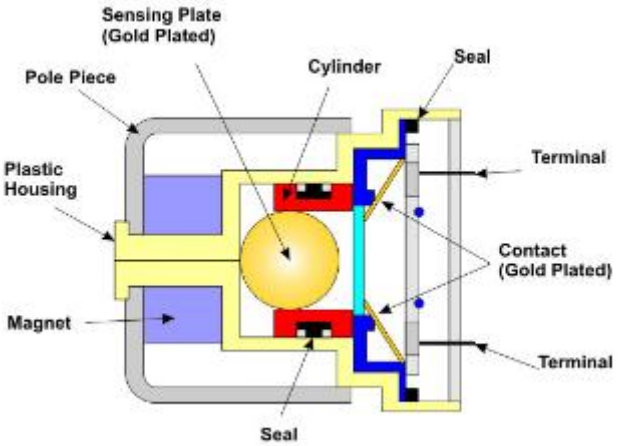


Figura 2.4 Diagrama Esquemático de un Sensor de Inercia

Fuente: Duffy, J.E. (2001). I-Car Professional Automotive Collision Repair. New York: Delmar, a division of Thomas Learning.

- **Sensor Tipo Rolo**

Es un tipo de sensor el cual utiliza un peso conectado a una bobina tipo resorte, durante el impacto del vehículo, el peso es movido hacia adelante el cual altera la tensión de la misma y hace contacto con el circuito para desplegar la bolsa de aire.

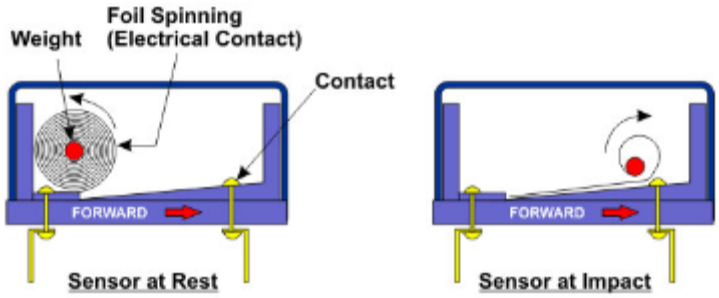


Figura 2.5 Sensor Tipo Rolo en descanso y en impacto

Fuente: Erjavec, J. (2010). Automotive Technology: A Systems Approach. New York: Delmar, Cengage Learning

A continuación, se presenta un diagrama con las partes internas de un vehículo y la disposición de los sensores con los que cuenta el mismo:

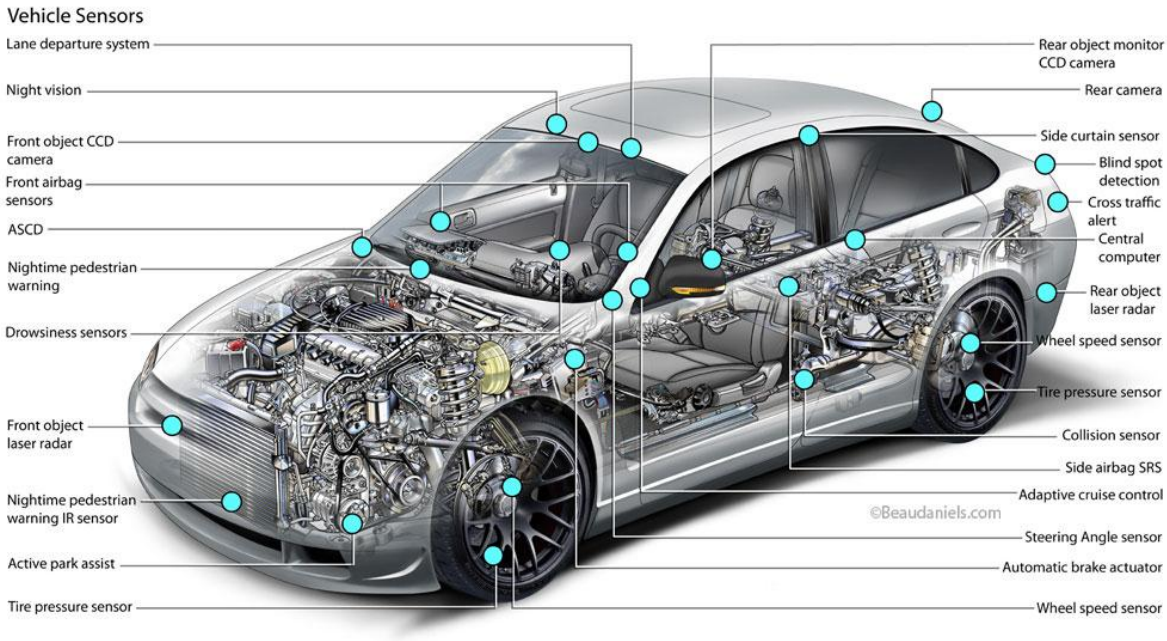


Figura 2.6 Ubicación de los sensores en un vehículo.

Fuente: http://beaudaniels-illustration.com/Generic-car-web-2015/Vehicle-sensors.html

2.1.2 Diagnóstico a Bordo

El diagnóstico a bordo del inglés OBD (On Board Diagnostic), “se trata de un sistema de diagnóstico integrado en la gestión del motor, ABS, etc. del vehículo, por lo tanto, es un programa instalado en las unidades de mando del motor. En el momento en que se produce un fallo, el OBD lo detecta, se carga en la memoria y avisa al usuario mediante un testigo luminoso situado en el cuadro de instrumentos denominado (MIL Malfunction Indicator Light). El OBDII permite estandarizar los códigos de averías para todos los fabricantes y posibilitar el acceso a la información del sistema con equipos de diagnosis universales.” (Blasco, s. f.)

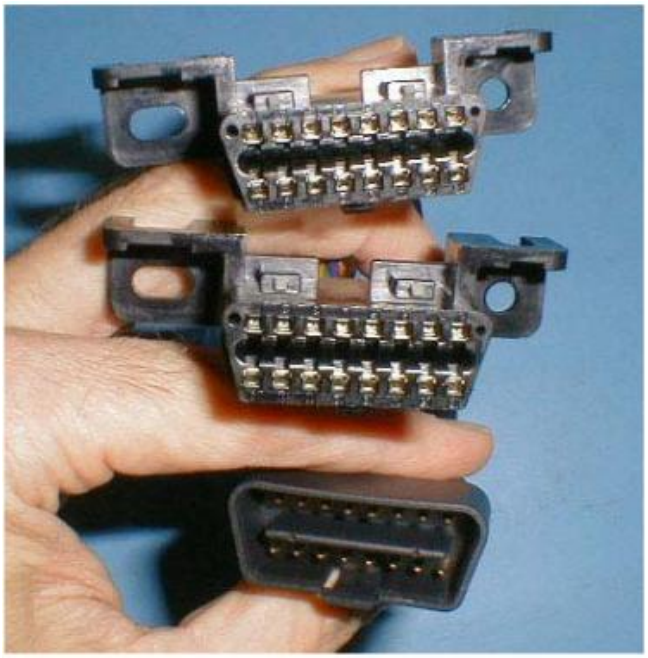


Figura 2.7 Conector ISO 15031-3 se utiliza con el OBDII y el EOBD. Arriba se muestra el montado en el coche y abajo el de diagnóstico, que se conecta para leer los datos.

Fuente: (Blasco, s. f.)

Todos los vehículos construidos en Estados Unidos después del primero de enero del 1996 fueron construidos con el OBDII integrado. Para visualizar si el vehículo tiene conector OBDII solo hay que revisar debajo del guía hacia la izquierda, está ubicado a tres pies del conductor (ver figura 2.7) para identificarlo. Aunque tiene espacio para 16 pines no todos están llenos, la ubicación de los mismos dependerá del protocolo de señal utilizado.

Algunos modelos como los vehículos europeos (VW, Skoda, Seat) y asiáticos (Nissan, Hyundai, Kia, etc.) utilizan el conector SAE J1962. Los protocolos de señales más comúnmente usados son los 5 siguientes:

- **SAE J1850 PWM:** el ancho del pulso no puede ser cambiado, soporta un voltaje máximo de 5V. Velocidad de transmisión de 41.6 kbps. Comúnmente utilizado en los vehículos FORD. Utiliza el pin 1 y 2 para transmitir la data.

- **SAE J1850 VPW:** el ancho de pulso es variable, un voltaje máximo de 7V. Velocidad de transmisión de 10.4 kbps. Habitualmente utilizado por la General Motor (GM). Utiliza el pin 1 para transmisión de data.

- **ISO 9141-2:** el envío de datos es asíncrono. Transmisión de 10.4 kbps y es regularmente utilizado en Europa, Asia y por Chrysler. Utiliza el pin 7 para transmitir y en ocasiones el 15.

- **ISO 14230-4 (KWP (2000):** muy común en vehículo de fabricación del 2003, transmite a 10.4 kbps. Utiliza el pin 7 para el envío de la data.

- **ISO 15765-4/SAE J2480 (CAN (Control Area Network)-BUS):** utilizado en los Estados Unidos desde el 2008 obligatorio en los vehículos fabricados. Velocidad de 250 kbps y 500 kbps. Utiliza el pin 7 para enviar información.

No todos los códigos son necesariamente los mismos para cada fabricante debido a que no está del todo estandarizado. Pero se puede conectar una herramienta de lectura de código de OBD-II al puerto, acceder al DTC (Diagnostic Trouble Code), leerlo e identificar el problema en el vehículo. Dependiendo el problema detectado el OBD II le transmite la comunicación al panel de luz de chequear el motor (Check Engine) el cual se ilumina intermitentemente o fija. Para ver una lista de los códigos de cada vehículo, se puede acceder al enlace https://www.obd-codes.com/trouble_codes/.

2.1.3 Transmisor de datos

El OBD-II Freematics ONE es un dispositivo que se instala en el puerto OBD del vehículo y se utiliza para la transmisión de la información desde el vehículo hacia los servidores en la nube de la aplicación.

Figura 2.8 Dispositivo Freematics One

Fuente: http://freematics.com/pages/products/freematics-one/

<u>Características</u>

- Procesador Arduino programable.
- Accesos a todos los estándares de OBD-II.
- Lectura y limpieza de códigos de problemas.

- Medición de la fuerza G con el acelerómetro.
- Medición del voltaje de la batería a través del voltímetro.
- Posicionamiento GPS de alta velocidad de actualización (receptor externo GPS).
- Almacenamiento de información en tarjeta microSD (hasta 32GB)
- Posicionamiento GPS de alta velocidad de actualización.
- Intercambio de información a través de Bluetooth a dispositivos iOS y Android.
- Transmisión de data a la nube a través de WIFI o red celular GSM.

Especificaciones técnicas

- Controlador ATmega328p (100% compatible con Arduino UNO).
- Solución basada en estándar STM32 y SPI.
- Módulo BLE CC2541.
- MEMS MPU-6050 o MPU-9250.
- Ranura integrada xBee para módulo de intercambio inalámbrico de información.
- Módulo SIM800L GSM.
- Módulo WIFI ESP8266.
- Receptor GPS externo.

Interfaz Física

- Conector Macho OBD-II.
- Puerto microUSB.
- Puerto tarjeta microSD.
- Puerto tarjeta SIM.
- Conector GPS Molex.
- Ranura xBee.

2.2 Componentes de comunicación

Hoy en día, los medios de comunicación se han convertido en parte esencial de la vida en sociedad y la proliferación de tecnologías que permiten una comunicación global ha sido uno de los principales detonantes del creciente desarrollo económico y social.

La sociedad cada día demanda mayor información y cada vez más inmediata, por lo cual se ha hecho necesaria la evolución de los teléfonos convencionales a teléfonos inteligentes o Smartphone.

En esta sección se estarán abordando las tecnologías disponibles para una implementación costo efectiva y mantenible en el tiempo para lograr una

notificación automática y en tiempo real de la ocurrencia de accidentes en el Gran Santo Domingo.

2.2.1 Teléfonos inteligentes

Se conoce como teléfono inteligente o Smartphone al teléfono móvil que integra un sistema operativo que permite que el teléfono tenga mayores funciones de conectividad y capacidad de cómputo avanzadas. Estos dispositivos nos permiten mediante el sistema operativo y una serie de sensores detectar diferentes circunstancias.

Estos sensores son los que permiten que la mayoría de las aplicaciones dentro de los teléfonos inteligentes realicen sus respectivas funciones, algunos de estos sensores son:

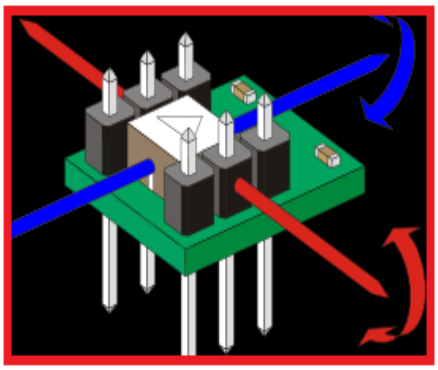


Figura 2.9 Gráfico de un acelerómetro

Fuente: www.techulator.com

1) Acelerómetro: es un pequeño sensor de silicio que utiliza la fuerza de la gravedad y la física para poder percibir los cambios en la orientación del teléfono en referencia al punto de vista del operador. Utiliza coordenadas tridimensionales (X, Y, Z axis) para cambiar la imagen que estemos observando de horizontal a vertical o viceversa si cambiamos la posición del teléfono.

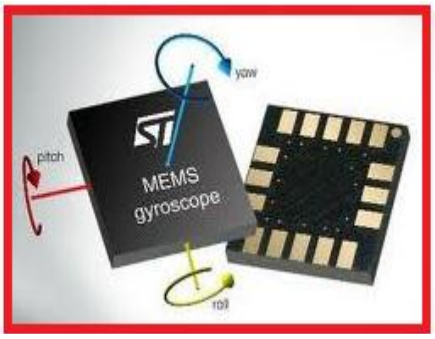


Figura 2.10 Giroscopio

Fuente: www.techulator.com

2) Giroscopio: es un dispositivo utilizado para mantener y controlar la posición, nivelar y orientar basado en el principio del moméntum, trabaja de la mano con el acelerómetro para detectar la rotación del teléfono en dirección diagonal, gracias a la aceleración angular.

Figura 2.11 Sensor de luz ambiental y proximidad.

http://www.diarioelectronicohoy.com

3) Sensor de luz ambiental y proximidad: es un sensor capaz de detectar la intensidad de la luz del ambiente utilizando fotodiodos que son sensibles a los diferentes cambios en la luz, la convierte en señales eléctricas para que así pueda ser leída por el teléfono. Además, mide la distancia que existe entre el teléfono y un objeto.

4) Barómetro: es un sensor que mide la presión ambiental del aire, sirviendo estos datos para saber a qué altura sobre el nivel del mar nos encontramos, mejorando así nuestra ubicación.

Figura 2.12 Barómetro

Fuente: http://gadgetstouse.com/

Figura 2.13 Sensor de GPS

Fuente: http://gpsworld.com/

5) Sensor de GPS: es un sensor para calcular correctamente nuestra ubicación geográfica recibiendo información desde los satélites de GPS (Global Positioning System).

Los teléfonos inteligentes utilizan diferentes tecnologías inalámbricas para comunicarse con otros dispositivos. El más utilizado es el Bluetooth®, el cual utiliza las radiofrecuencias en vez de cable para conectar los dispositivos entre sí. Esta comunicación solamente se logra en un rango corto de un máximo de 200 pies (60 metros) en su versión 4.0, ya la última versión (5.0) permite hasta 800 pies (240 metros). Las frecuencias son transmitidas bajo la banda de 2.4 a 2.485 GHz. A una velocidad de hasta 50 Mbit/s.

La tecnología Bluetooth utiliza el espectro ensanchado por salto de frecuencia (del inglés Frequency Hopping Spread Spectrum o FHSS), dividiendo la información transmitida en paquetes para transmitirlo a uno de sus 79 canales asignados. Al utilizar la transmisión por radio durante breves periodos y rápidamente va dando salto a través de la frecuencia de los canales utilizando un

código de secuencia conocida tanto para el transmisor como el receptor, esto hace difícil de detectar y monitorear.

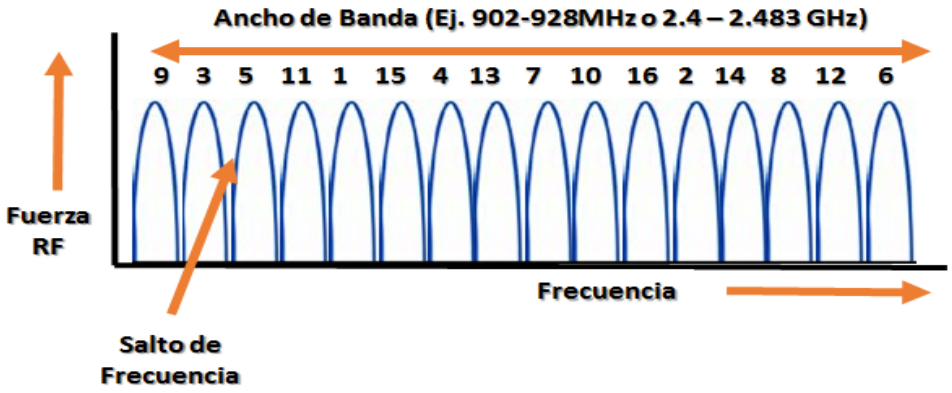


Figura 2.14 Diagrama de Salto de Frecuencia

Elaboración: propia

Fuente: http://www.data-linc.com/articles/spsptech.htm

2.2.2 Sistemas basados en la nube

La computación en la nube es un término que está ganando popularidad en todo el ámbito de TI. Ha producido una creciente revolución en la infraestructura tecnológica de las empresas de todos los sectores de mercado.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos (NIST) ha definido el concepto de computación en la nube como sigue:

“Cloud computing es un modelo que permite el acceso viable a las redes bajo demanda de un conjunto compartido de recursos de computación

configurable (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente abastecidos y administrados con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción del prestador de servicios. Este modelo promueve la disponibilidad y se compone de cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de despliegue."

Figura 2.15 Ecosistema de la nube

Elaboración: propia

Fuente: (La nube: oportunidades y retos para integrantes de la cadena de valor, 2012)

Según la modalidad de Cloud Computing o Computación en la nube, las empresas tienen nuevas oportunidades de mantenerse a la vanguardia de la tecnología por costos bajos. En lugar de gestionar sus propios sistemas informáticos bajo este enfoque las empresas contratan los servicios que necesitan a un tercero que los presta desde sus centros de proceso situados en la nube (internet).

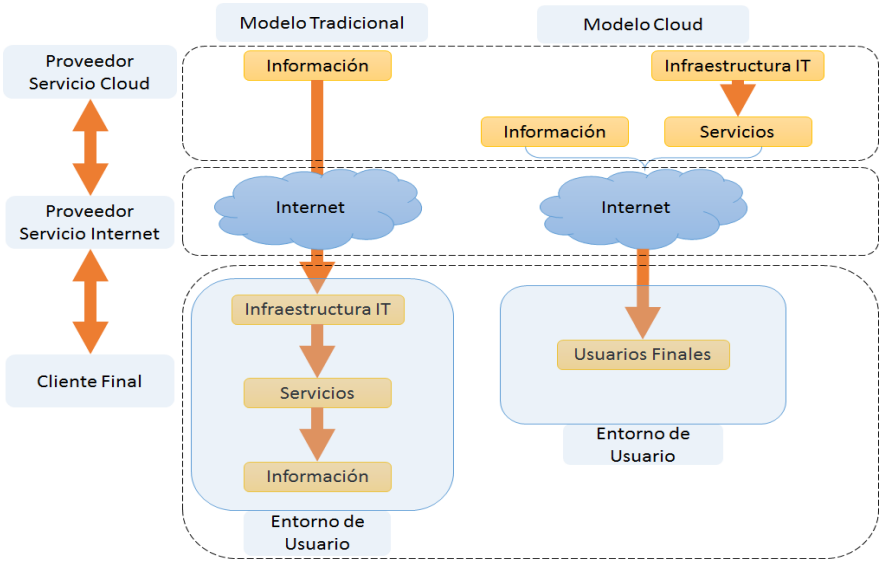


Figura 2.16 Modelo tradicional vs. Modelo cloud

Elaboración: propia

Fuente: (La nube: oportunidades y retos para integrantes de la cadena de valor, 2012)

2.2.2.1 Modelos de servicio de computación en la nube

Existen tres modalidades para la oferta de servicios a los usuarios finales en la nube, los cuales pueden representarse en niveles en una capa de abstracción de servicios, los cuales se conocen como: infraestructura como

servicio (IaaS - Infrastructure as a Service), plataforma como servicio (PaaS - Platform as a Service) y software como servicio (SaaS - Software as a Service) (ver figura 2.17).

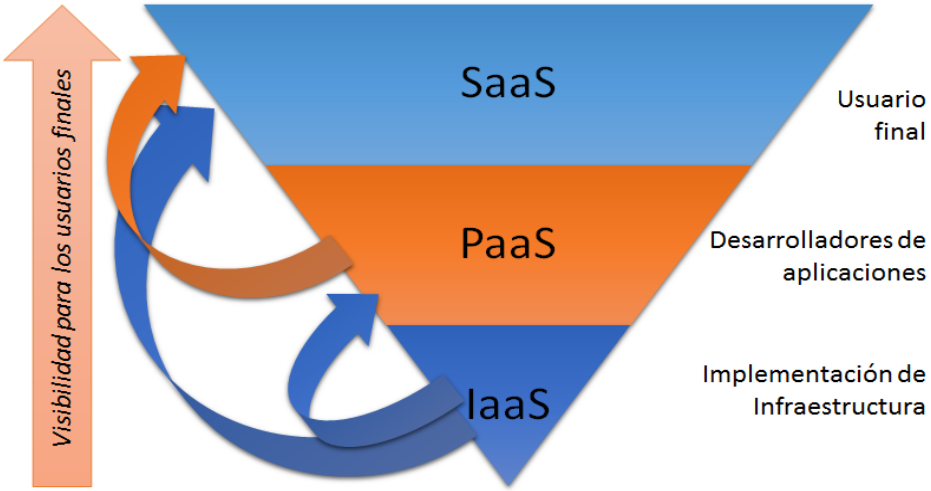


Figura 2.17 Modelos de servicio de la computación en la nube

Elaboración: propia

Fuente: https://gabosnake.wordpress.com/2015/06/13/computacion-en-la-nube/

- **IaaS** es un modelo de servicios en el que al cliente se le ofrecen tanto el almacenamiento como capacidades de cómputo en la red, haciendo uso de sistemas operativos virtualizados en servidores distribuidos.

- **PaaS** es un modelo de servicios en el que al cliente se le ofrecen entornos para el desarrollo de aplicaciones a través de internet.

- **SaaS** es un modelo de servicios en el que se le ofrecen al cliente ciertas aplicaciones a través de internet.

Independientemente del modelo de servicio contratado existen una serie de niveles o capas en los que se integran los servicios de TIC que se ofertan al cliente (ver figura 2.18):

- **Networking**: se refiere a la capa de redes que interconectan y sirven como medio de comunicación entre los equipos que integran la infraestructura de TIC.

- **Almacenamiento**: capacidad de persistir los datos en disco físicos y/o virtuales.

- **Servidores**: equipos con capacidad de ejecución de aplicaciones.

- **Virtualización**: capa de abstracción entre el hardware y el software de las máquinas virtuales, que permite la compartición de recursos entre diversos entornos de ejecución.

- **Sistema operativo:** conjunto de programas que controlan los recursos y procesos que se ejecutan en una computadora.

- **Middleware**: capa de abstracción software que posibilita la comunicación entre las aplicaciones y los sistemas operativos o lenguajes de programación.

- **Ejecución**: entorno de gestión para las operaciones y pruebas de las aplicaciones ejecutadas por el usuario.

- **Datos**: entorno donde se sitúa la información de entrada y salida que requieren las aplicaciones para operar.

- **Aplicaciones**: programas que ejecuta el usuario para lograr un fin específico.

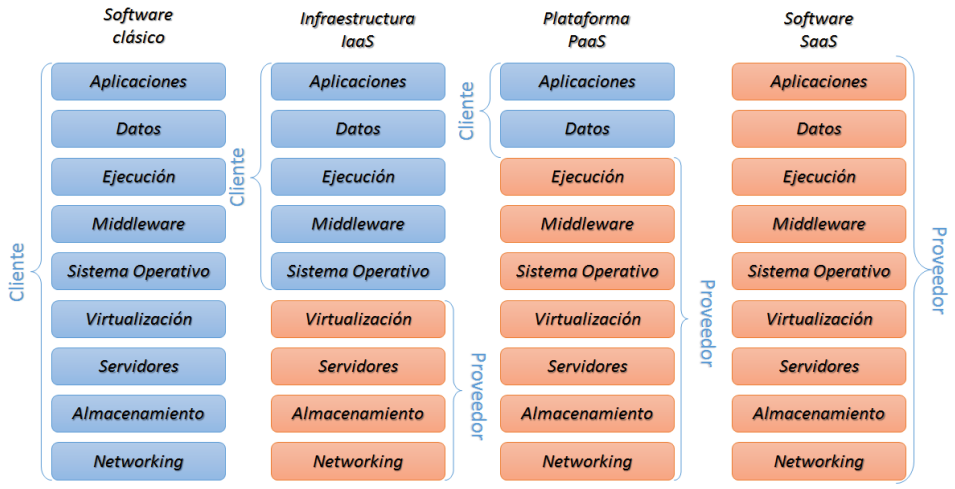


Figura 2.18 Comparación de la participación proveedor/cliente en los modelos de servicios basados en la nube

Elaboración: propia

Fuente: (La nube: oportunidades y retos para integrantes de la cadena de valor, 2012)

2.2.2.2 Modelos de despliegue

Existen diversidad de tipos de computación en la nube cada una caracterizada por el nivel de control que proveen a los usuarios finales y el tipo de gestión que se realice sobre ella.

A continuación, se presentan los tipos que en la actualidad se encuentran implementados:

- **Nubes privadas:** se trata de un tipo de nube en la cual el proveedor es propietario de la infraestructura tecnológica y se guarda el derecho de autorizar quien la utiliza. Este tipo se caracteriza por que solo puede ser accedida desde una determinada organización y proporciona mayor seguridad y privacidad de los datos.

- **Nubes públicas:** este tipo de nubes son gestionadas externamente por terceros, en las cuales se pueden albergar contenido de distintos usuarios en los mismos servidores y sistemas de almacenamiento, y con la característica de que los usuarios no tienen conocimiento del trabajo que realizan otros usuarios en los mismos recursos de servidor y red.

- **Nubes híbridas:** se trata de una mezcla de las nubes privadas y públicas, en la que el cliente tiene posesión de una parte de la infraestructura tecnológica y comparte la otra parte. Este tipo de nubes se caracterizan por su capacidad de portabilidad de aplicaciones y datos.

- **Nubes de comunidad:** se trata de un tipo de nube en la que la misma infraestructura tecnología puede ser compartida entre varias organizaciones y donde estas en conglomerado se encargan de administrar los recursos que la componen.

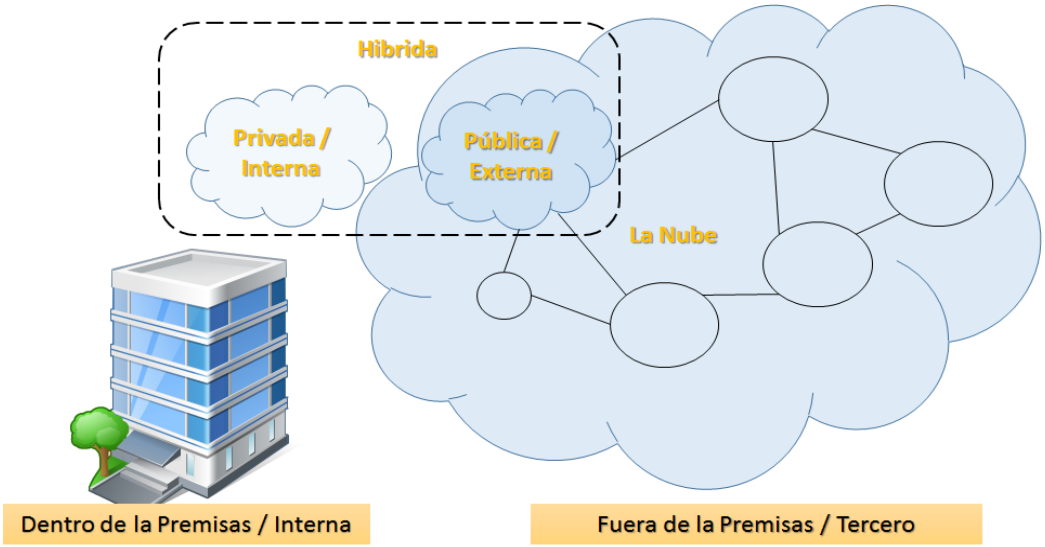


Figura 2.19 Esquema de representación de los tipos de computación en la nube

Elaboración: propia

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloud_computing_types.svg

Características imprescindibles de los servicios de computación en la nube

Todos los proveedores de servicios de computación en la nube deben equipar su infraestructura con unas características elementales para asegurar un correcto cumplimiento de servicio a sus clientes. A continuación, se mencionan estas características:

- **Autoservicio bajo demanda:** el cliente podrá disponer de los recursos que necesite en el momento que los requiera sin que deba existir interacción humana por parte del proveedor.

- **Permitir el acceso desde diversos tipos de redes** (pública, privada, híbrida, comunitaria).

- **Asignación de recursos en modo multiusuario:** las aplicaciones SaaS deben ser capaces de operar en modo multiusuario.

- **Capacidad de rápido crecimiento:** tanto en la capacidad de almacenamiento como en la capacidad de procesamiento que se le brinda a los clientes.

- **Monitoreo:** los sistemas de la nube permiten mantener un monitoreo constante del uso de los recursos.

- **Elasticidad y escalabilidad:** las aplicaciones basadas en la nube deben poder rápidamente implementadas y adaptadas.

- **Seguridad**

Riesgos asociados al almacenamiento en la nube

Aunque la computación en la nube proporciona una serie de ventajas y oportunidades de crecimiento económico para las organizaciones tiene intrínsecamente asociada una serie de riesgos que deben ser conocidos y gestionados.

A continuación, se exponen algunos de estos riesgos:

- **Acceso no autorizado a la información:** debido a que la información se alberga en servidores alrededor del mundo, el propietario de la información no tiene el control total de que su información pueda ser accedida por personas no autorizadas.

- **Sabotaje de información a manos de hackers:** dado que los datos se transmiten a través de internet (una red pública) podrían ser interceptados por “hackers” quienes o bien podrían alterar los datos que se transmiten o robarlos.

- **Pérdida de información por daños de hardware y/o software:** existe la posibilidad de que las empresas que albergan los servidores no les den el correcto mantenimiento y se descuiden en la actualización de sus equipos, provocando así que la información no pueda ser accedida en algún momento dado.

- **Imposibilidad de acceso a los datos**: esto se puede deber a problemas de internet del cliente o una baja capacidad de descarga.

Razones del éxito de la computación en la nube

La empresa Management Solutions en su reporte sobre la nube destaca una serie de ventajas y razones por las cuales la nube ha tenido un éxito creciente (*La nube: oportunidades y retos para integrantes de la cadena de valor*, 2012):

- **Consumo frente a inversión**

Aproximadamente el 70% del presupuesto de TI se dedica al mantenimiento de la infraestructura tecnológica, por lo cual contratar servicios en la nube ayudará a la organización solo asumir un pago por el consumo de recursos de TI en vez de invertir en montar la infraestructura y preocuparse por el mantenimiento a la misma. Este enfoque también ayuda a que la estructura de costes de la organización sea más flexible y elástica a los cambios.

- **Servicio inmediato**

Las organizaciones pueden demorarse meses antes de tener la infraestructura instalada y 100% operativo, en este caso la nube representa una alternativa más que razonable ya que en cuestión de minutos se puede tener esta infraestructura montada, es solo cuestión de que el proveedor asigne los recursos contratados al cliente.

- **Acceso desde cualquier localidad**

Los servicios a través de la nube permiten que los empleados de las organizaciones puedan realizar tener acceso a su trabajo desde cualquier lugar y en cualquier momento.

- **Efecto de economía de escala**

Las propuestas que los proveedores puedan hacer a sus clientes será cada vez más atractiva debido al crecimiento de los servicios basados en la nube, lo cual supone para el cliente el acceso a los servicios cada vez más baratos.

- **Elasticidad**

Gracias al modelo Cloud el proveedor puede suministrar a los clientes los recursos que este requiera, disminuyendo o incrementando los mismos a medida que el cliente los demanda. En este caso se genera un esquema de pago por uso de recursos.

- **Capacidad de innovación**

Haciendo uso de la nube las organizaciones pueden ampliar su rango de acción sin tener que preocuparse por las tecnologías que necesite y así enfocarse únicamente al uso de dichas herramientas en su beneficio. En contraste a un modelo tradicional, donde embarcarse en un proceso de aplicación requiere una inversión en hardware, software, personal capacitado y tiempo.

- **Ayuda al medio ambiente**

En la actualidad existen leyes y políticas que exigen a las organizaciones reducir el impacto que generan sobre el medio ambiente, en este sentido la nube puede aportar grandes posibilidades a través de una gestión eficiente de los gastos de energía en la que incurre.

Desventajas de implementar servicios computación en la nube en las empresas

Al igual que ventajas hay ciertas desventajas en la implementación de servicios basados en la nube. A continuación, se enuncian algunas de estas desventajas:

- **Inseguridad:** los datos dejan de estar en posesión del cliente y pasan a un tercero el cual los almacena y gestiona, y a pesar de que hay leyes y contratos de adquisición de servicios se han presentado casos en los que los proveedores entregan la información de los clientes a terceros.

- **Falta de privacidad:** ***se*** produce el mismo efecto que en el caso de la seguridad los datos son administrados por terceros.

- **Vacíos legales:** La información puede almacenarse en países distintos al cliente y/o el proveedor de servicios, con las consiguientes divergencias en términos regulatorios de aplicación a la protección y acceso de datos.

- **Concentración de riesgos:** En caso de fallo del proveedor de servicios toda la organización puede quedar expuesta a quedarse sin servicio.

- **Gestión del cambio:** La organización puede incurrir en una migración paulatina de los servicios a la nube lo que producirá por un tiempo una nube híbrida con servicios alojados en la nube y servicios que se mantienen en la infraestructura física de la organización.

- **Dependencia del proveedor:** A medida que aumentan la proporción de servicios de TI proporcionalmente aumenta la dependencia en cierto proveedor el cual en el futuro podría aumentar los precios por prestación de servicios.

- **Conectividad a la red:** Debe existir un eficiente y correcto funcionamiento de la infraestructura del proveedor de conexión a internet tanto del cliente como del proveedor de servicio.

2.3 Servicios web y API's

En la actualidad los servicios web y las interfaces de programación de aplicaciones APIs juegan un papel importante en la construcción de software a nivel mundial.

Según la documentación oficial de Oracle:

> "Los servicios Web son aplicaciones cliente y servidor que se comunican a través del Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) de la World Wide Web (WWW). Como se describe por el World Wide Web Consortium (W3C), los servicios web proporcionan un medio estándar de interoperar entre las aplicaciones de software que se ejecutan en una variedad de plataformas y marcos. Los servicios Web se caracterizan por su gran interoperabilidad y extensibilidad, así como por sus descripciones procesables por máquina, gracias al uso de XML. Los servicios web se pueden combinar de una manera poco acoplada para lograr operaciones complejas. Los programas que proporcionan servicios simples pueden interactuar entre sí para ofrecer servicios sofisticados de valor añadido" (*The Java EE 6 Tutorial*, 2013)

Los servicios web representan una forma estandarizada de integración de aplicaciones por medio del uso de tecnologías como XML, SOAP, WSDL y UDDI sobre los protocolos de internet. **XML** es utilizado para estructurar la estructura de los datos. **SOAP** es utilizado para la transferencia de los datos. **WSDL** es utilizado para describir los servicios. **UDDI** es utilizado para dar a conocer cuáles son los servicios que se encuentran disponibles.

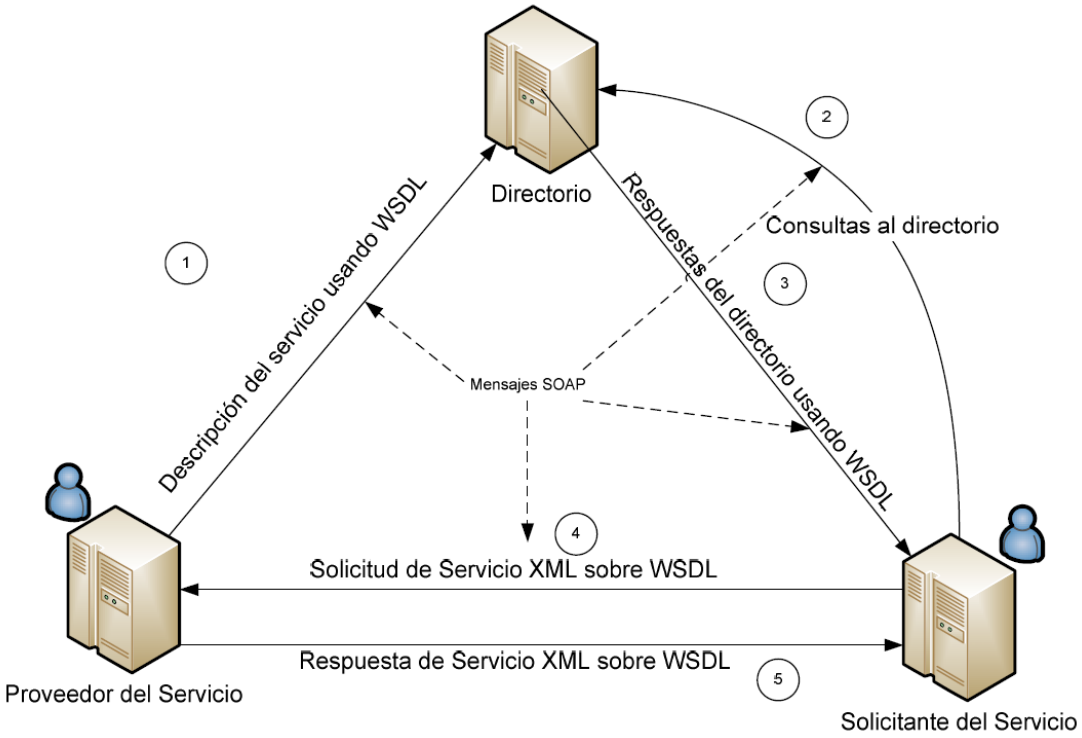


Figura 2.20 Representación de las peticiones y respuestas de los servicios web

Fuente: http://www.islavisual.com/articulos/desarrollo_web/Modelo_basico_web_service.png

Los servicios web pueden ser apreciados en dos niveles: conceptual y técnico. A nivel conceptual, son componentes de software que pueden ser accedidos a través de la red, donde tanto el cliente como el proveedor utilizan

mensajes para intercambiar información. A nivel técnico, los servicios web pueden ser implementados de diversas maneras, las principales son: como **servicios web "SOAP"** o como **servicios web "RESTful"**.

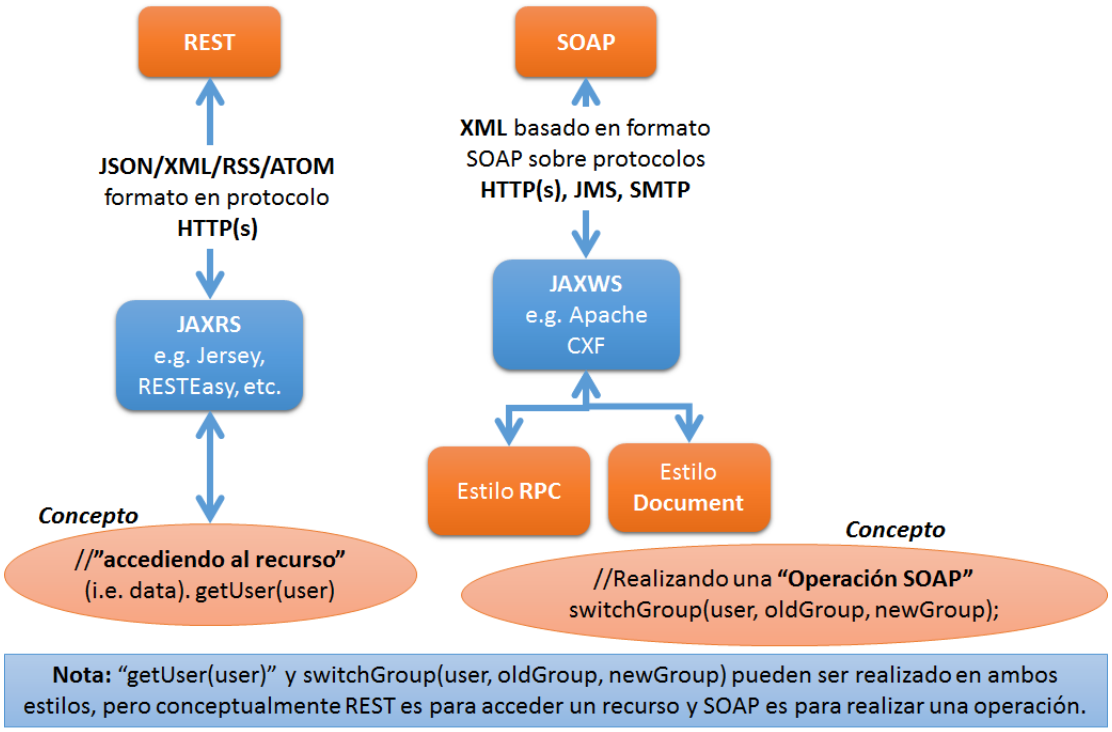


Figura 2.21 Diferencia entre los servicios web "RESTful" y los servicios web "SOAP"

Elaboración: propia

Fuente: http://www.java-success.com/wp-content/uploads/2014/08/REST-Vs-SOAP-comparison.jpg

A nivel arquitectónico, los servicios web se basan en una arquitectura orientada a servicios, esto permite que cada servicio pueda operar desacoplado del resto de servicios. También permite que el servicio pueda ser descrito de forma abstracta, implementado de diversas formas, publicado y localizado fácilmente.

Al igual que los servicios web, las APIs son ampliamente utilizadas en la actualidad para el intercambio de información, ambos conceptos se fusionan para brindar a los sistemas las capacidades de interoperabilidad necesarias. Se puede considerar a una API como una llave de acceso a las funciones que definen los servicios web.

Una **interfaz de programación de aplicaciones o API** por sus siglas en inglés no es más que un conjunto de reglas y especificaciones que los desarrolladores definen para qué aplicaciones totalmente aisladas puedan comunicarse entre ellas.

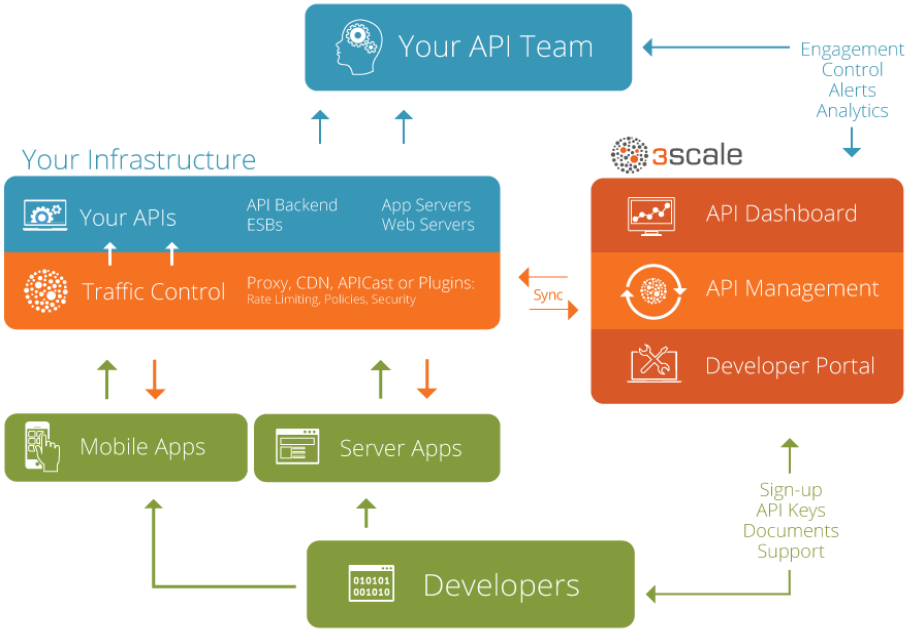


Figura 2.22 Arquitectura de administración de APIs de la empresa 3scale

Fuente: https://www.3scale.net/wp-content/uploads/2015/03/api-management-detail-diagram.png

2.4 Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información geográfica eran poco vistos hace pocos años, en los últimos diez años se han venido desarrollando diferentes tecnologías que ha permitido que podamos interactuar más con la misma. Esto le ha dado un mayor uso a la misma. Es comúnmente utilizada para llegar a una dirección en cualquier parte del mundo, para consultar estados del tiempo, entre otras cosas.

En esta sección se presenta el desarrollo de los sistemas de información geográfica, así como la utilización de las tecnologías de rastreo geográfico y localización.

2.4.1 Introducción a los Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información geográfica, mejor conocidos como **GIS (Geographic Information System)**, es todo sistema capaz de obtener, almacenar, procesar, analizar y mostrar información geográfica referenciada, y que además cuentan con la capacidad de manipular dicha información para la creación de mapas que facilitan la toma de decisiones.

Dado el concepto general de un GIS, podemos explicar cómo está estructurada la información que maneja y cómo la procesa. Primeramente, los

datos son almacenados en bases de datos, que pueden ser tanto relacionales como no relacionales, y los cuales son de diversas fuentes, por ejemplo: climatológica, demográfica, topográfica, medioambiental, económica, asociada a fenómenos naturales, asociada a fenómenos sociales, orográfica, etc.

Cualesquiera de las informaciones manejadas en los GIS, contienen mínimamente una referencia geográfica explícita, una coordenada (latitud y longitud). Una vez obtenidos los datos deben ser presentados, por lo que hay dos modelos fundamentales la información geográfica: modelo raster y vectorial.

El **modelo raster** consiste en representar la información dividiendo un mapa en celdas con un valor determinado, que podrá ser un número, una imagen, un color, etc. Mientras que en el **modelo vectorial** toda la información se codifica y almacena en un sistema de coordenadas (X, Y, Z) manteniendo las propiedades geométricas de las figuras.

	Modelo Vector	**Modelo Raster**
Ventajas	Mayor precisión de las figuras geométricas. Cálculo más preciso de áreas geográficas.	Estructura más simple. Operaciones de superposición más sencillas.
Desventajas	Estructura más compleja. Menor velocidad de proceso.	Mayor nivel de error en la precisión.

Tabla 2:1 Ventajas y desventajas de los modelos de data de GIS

Fuente: propia

Las aplicaciones de GIS le permiten al usuario realizar un filtrado por capas de forma tal que le permite filtrar la visualización del mapa en función de la información que desee ver. Ejemplo:

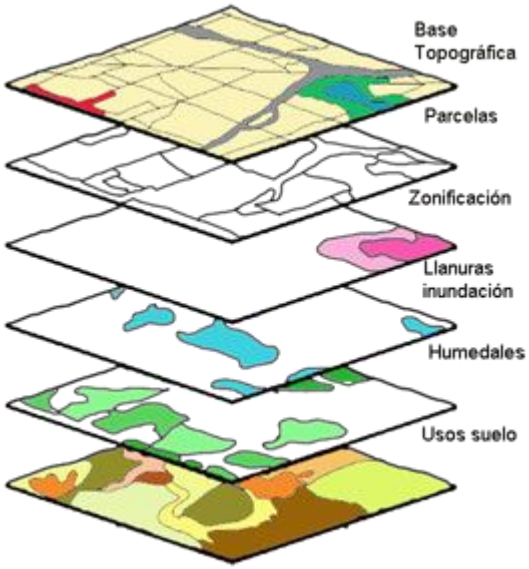


Figura 2.23 Capas de una imagen satelital para su procesamiento por un GIS

Fuente: http://www.stig.usal.es

Existen diversos estándares para manejar la información geográfica, de lo cual 3 son los de mayor aceptación:

1) **GML (Geographic Markup Language):** consiste en un lenguaje XML que se utiliza para modelar, almacenar e intercambiar la información geográfica, permitiendo así que cualquier aplicación sea capaz de trabajar con dicha información.

2) **WMS (Web Map Services):** es un servicio de producción de mapas a través de la red, define un mapa como una representación de datos cartográficos para que puedan ser visualizados en internet a través de un navegador. Utiliza los formatos PNG, GIF, JPG y SVG.

3) **WFS (Web Features Services):** es una interfaz de comunicación que permite interactuar con mapas WMS. Es utilizado para las consultas y búsquedas de datos vectoriales.

En la actualidad una de las aplicaciones de vanguardia en cuanto al uso de GIS es su integración con las redes sociales para lo cual se hace uso de herramientas conocidas como **LBSN (Location Based Social Network)**. LBSN es un framework para el desarrollo de aplicaciones basada en la geolocalización y que se integra fácilmente a las redes sociales permitiendo a los usuarios realizar diferentes acciones, tales como: localizar a sus amigos en tiempo real; buscar direcciones cercanas, lugares, usuarios cercanos a su posición actual; solicitar un taxi, entre otros.

El GIS utiliza también la **IDE (Infraestructura de Datos Espaciales)**, el cual es un conjunto de tecnologías, estándares y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la

información geográfica. Funcionando como un repositorio de datos georreferenciados, estándares de metadatos, referencias espaciales comunes y reglas de interoperabilidad para intercambiar información. (*¿Qué es una IDE?, 2017*)

2.4.2 Rastreo geográfico

Mediante el uso de satélites para localizar y posicionar un elemento, generalmente en movimiento (algunas veces inmóvil) en la superficie terrestre.

Estos sistemas se componen de dos elementos básicos:

1) Una constelación de satélites.
2) Receptores de cálculo de posición.

Los satélites proporcionan a los receptores la información para calcular la posición, mientras que los receptores deben de conocer cuáles son los satélites de los que pueden recibir información, así como la posición de los mismos. Los sistemas de localización satelital utilizan la triangulación para saber dicha posición.

Para conocer la distancia entre el satélite y el objeto, se utiliza una fórmula física: Velocidad = Espacio x Tiempo. Para conocer el tiempo se utilizan los

relojes atómicos que proporcionan precisiones de nanosegundos sincronizándose todos en el sistema.

La comunicación del receptor con los tres satélites se realiza a través de radiofrecuencia inalámbrica, donde recibe una señal de cada uno sabiendo así cuando salió la señal del satélite y cuando la recibe. La velocidad a la que viaja la señal mencionada es de 300,000 metros por segundo (velocidad de la luz).

Como el receptor sabe la posición exacta de los satélites en relación a la tierra, ya sabiendo a qué distancia están, entonces puede calcular su posición exacta respecto a la superficie terrestre.

Según las tecnologías empleadas para realizar el rastreo geográfico podemos diferencias entre dos tipos de sistemas de localización: *exterior e interior.*

Rastreo geográfico externo

Los exteriores son usados para localización en grandes áreas geográficas, utilizando diferentes tecnologías tales como: GPS (Estados Unidos), GLONASS (Rusia), GALILEO (Unión Europea), GSM (Global System for Mobile Communications).

- **GPS (Global Positioning System)**

El GPS es una utilidad de los Estados Unidos que provee a los usuarios los servicios de (PNT - Positioning, Navigation, Timing):

  - **Posición:** capacidad de determinar de manera exacta y precisa la ubicación y orientación referenciada de un elemento.
  - **Navegación:** capacidad para determinar la posición actual y deseada, para así aplicar correcciones a la ruta, orientación y velocidad para obtener la posición deseada en cualquier lugar del mundo.
  - **Sincronización:** capacidad para adquirir y mantener un tiempo de manera exacta y precisa desde un estándar en cualquier lugar del mundo y dentro de los parámetros definidos por el usuario.

De acuerdo a Skytel (2017) en la actualidad hay 24 satélites operacionales para la recolección de datos para la red GPS, de los cuales están funcionando a un 95% la mayor parte del tiempo. Estos satélites están en la órbita mediana de la tierra (de sus siglas en inglés MEO-Medium Earth Orbit) a una altura aproximada de 20,200 kilómetros. Cada satélite circula la tierra dos veces al día.

- **GLONASS (Global Navigation Satellite System)**

El GLONASS es un sistema de navegación global desarrollado por la Unión Soviética que se mueve en órbita alrededor de la tierra.

De acuerdo a su página web cuenta con 24 satélites activos a una altura de 19,100 Km, moviéndose en órbita alrededor de la tierra tardando aproximadamente 11 horas en completarla. La mayoría de sus centros de control están ubicados en el territorio de Rusia, exceptuando por algunos en Brasil.

- **Sistema Galileo**

El sistema Galileo cuenta con 18 satélites en órbita a una altura de 23,600 Km (tendrá 30 satélites para el 2020), de origen y control civil, con garantías de servicio y precisión de un metro. Utiliza la técnica de multilateración que mide la diferencia de distancia de dos estaciones en posiciones conocidas por señales de emisión (emitidas) en tiempos conocidos y con las señales recibidas de los satélites, el receptor calcula la distancia de estos a través del tiempo que tardan en llegarle las distintas señales, utilizando relojes atómicos para la precisión del tiempo.

El sistema Galileo aporta cinco servicios diferentes: sistema abierto, sistema comercial, servicio público regulado, seguridad de la vida y, por último, pero no menos importante búsqueda y rescate.

Otro sistema utilizado para la localización es el GSM (Global System for Mobile Communications), **Sistema Global de Comunicaciones Móviles** es un estándar internacional de comunicaciones inalámbricas que proporciona servicio de voz de alta calidad, así como servicios de datos a través de la GPRS (Global Packet Radio Service) proporcionando así altas velocidades de transferencia de datos utilizando las mismas redes GSM.

Al igual que los satélites, GSM utiliza la triangulación para localizar, emite una señal de la antena más cercana al equipo, este proceso no requiere una llamada del mismo. Se puede realizar de manera pasiva basado en la fuerza de la señal del equipo.

Los sistemas de localización interiores son utilizados en pequeñas áreas geográficas, utilizan los ILS de sus siglas en inglés (Indoor Location Systems) mediante el uso de tecnologías inalámbricas de corto alcance como Bluetooth, Wi-Fi, Radio-Frequency Identification (RFID).

Rastreo geográfico interno

- **Beacon**

Beacon es un pequeño dispositivo que emite señales de onda corta por medio de Bluetooth de bajo consumo *(Bluetooth Low Energy - BLE)* bajo la frecuencia 2.4 GHz y llega hasta 50 metros de alcance. Cuenta con una señal única por cada dispositivo, que es capaz de definir una localización y detectar y localizar otros dispositivos. Más comúnmente utilizada para mejorar la experiencia de compra de los usuarios de un centro comercial debido a que se comunica con el teléfono inteligente que está integrando la búsqueda de señales beacon y le puede ofrecer cupones de descuentos, ofertas, catálogos, etc. (Ver figura 2.24). Se estará utilizando para la comunicación entre el OBD-II y el teléfono inteligente dentro del vehículo.

Figura 2.24 Esquema de funcionamiento del beacon

Fuente: http://www.mildmac.es/mbeacons/

- **Wi-Fi (Wireless Fidelity)**

En el contexto de localización se hace referencia al Wi-Fi como el ancla para ubicación, no como la tecnología utilizada para navegación. Los servicios de localización del sistema operativo (Android, IOS, etc.) se encargan de escanear el área de las redes Wi-Fi y envían una señal, aunque estén cerradas. El router responde dándole la localización de la red a la que se conectan.

- **RFID (Radio Frequency Identification)**

Identificación por radiofrecuencia (RFID por sus siglas en inglés) es una forma de comunicación inalámbrica que utiliza las frecuencias de radio para identificar y rastrear objetos. Es muy utilizado en distribución, logística y administración de inventario debido a la capacidad de identificar muchos artículos al mismo tiempo, aunque no estén en línea recta. Utiliza una etiqueta con un circuito integrado (chip) que almacena información identificadora y antenas que recolectan los canales y energías al chip para encenderlo.

RFID opera generalmente en una de tres frecuencias: LF (Low Frequency) 30KHz - 300KHz; HF (High Frequency) 3 - 30 MHz o UHF (Ultra High Frequency) 300 MHz. Además, utiliza los lectores quienes sirven de enlace entre las etiquetas y el sistema de la empresa que necesita la información.

Cuando se desarrolla una aplicación para determinar la ubicación en Android o iOS se pueden emplear dos mecanismos:

- **GPS (Global Positioning System),** el cual es el más preciso, pero conlleva un enorme gasto de batería y solo funciona en entornos outdoor.
- **Network Location Provider,** el cual hace uso de antenas celulares y señales Wi-Fi. Proporciona información tanto indoor como outdoor, pero en áreas interurbanas es poco preciso.

RESUMEN

En los últimos años la industria automotriz se ha preocupado por la seguridad de los vehículos por lo que han avanzado en la utilización de la tecnología de sensores por lo que muchos fabricantes han ido incorporando sistemas y sensores para la prevención y detección de accidentes.

Debido al desarrollo de la nanotecnología ha sido posible utilizar diferentes tipos de sensores y tecnologías en los automóviles que permiten de manera precisa la lectura de magnitudes eléctricas y físicas a través de un dispositivo conocido como OBDII.

Todos estos sistemas trabajan con la utilización de un dispositivo de comunicación y la intervención de un especialista que asiste y comunica con los organismos de socorro de ser necesario, en este enfoque y acercamiento de esta situación. El objetivo que se persigue es optimizar la comunicación con los organismos de emergencia, así como con las aseguradoras para disminuir el tiempo de atención de una víctima de un accidente de tránsito, agilizando así el proceso de manera que la tasa de mortalidad disminuya.

También gracias al avance de la tecnología de los teléfonos móviles inteligentes se logra una comunicación a través de envío de paquetes de datos a

cualquier parte del mundo y de una manera más rápida. Así mismo se han desarrollado los sistemas de información geográfica que permiten saber a través del sistema de posicionamiento global la ubicación exacta de un ente. Mediante el uso eficiente de estas tecnologías con la aplicación RescueMe se estará notificando a los organismos de emergencia de manera automática ante la ocurrencia de un accidente, así como la ubicación del mismo y magnitud del mismo.

El funcionamiento del sistema RescueMe será administrado a través de servicios de computación en la nube, debido a los grandes beneficios que aporta este enfoque, tales como alta disponibilidad, servicio instantáneo, baja inversión. Al utilizar las nuevas tecnologías se asegura un esquema más efectivo que en esencia mejora sustancialmente la reducción de muertes por accidentes de tránsito.

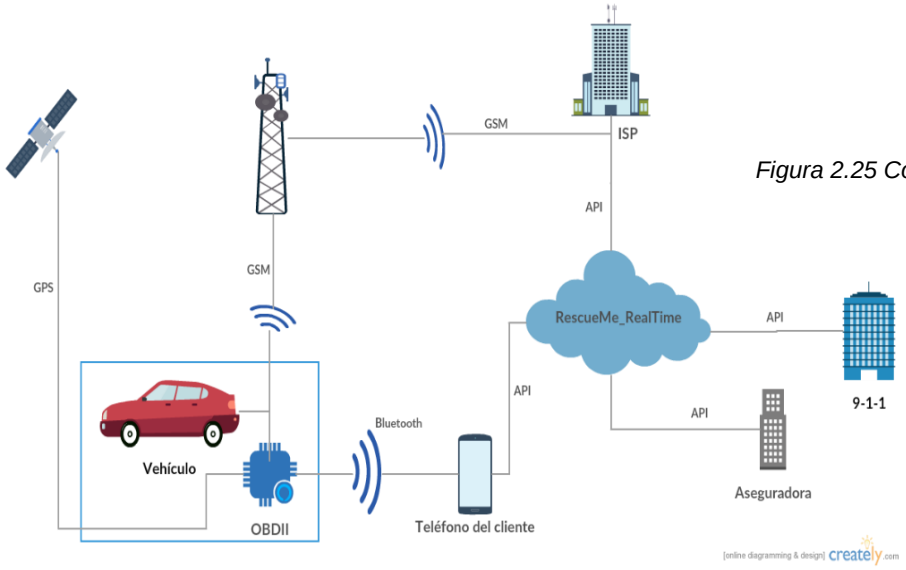


Figura 2.25 Componentes sistema RescueMe

Fuente: propia

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

3 Análisis y diseño de la solución propuesta

3.1 Metodología de trabajo

La metodología propuesta para el desarrollo del sistema es **Scrum**, una metodología con una amplia aceptación y popularidad dentro de la industria de software. Scrum surge a principios de los 80 a manos de Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi tras analizar el proceso de desarrollo de software de las principales empresas: Fuji-Xerox, Canon, Honda, NEC, Epson, Brother, 3M y Hewlett-Packard (Nonaka & Takeuchi, The New Product Development Game, 1986).

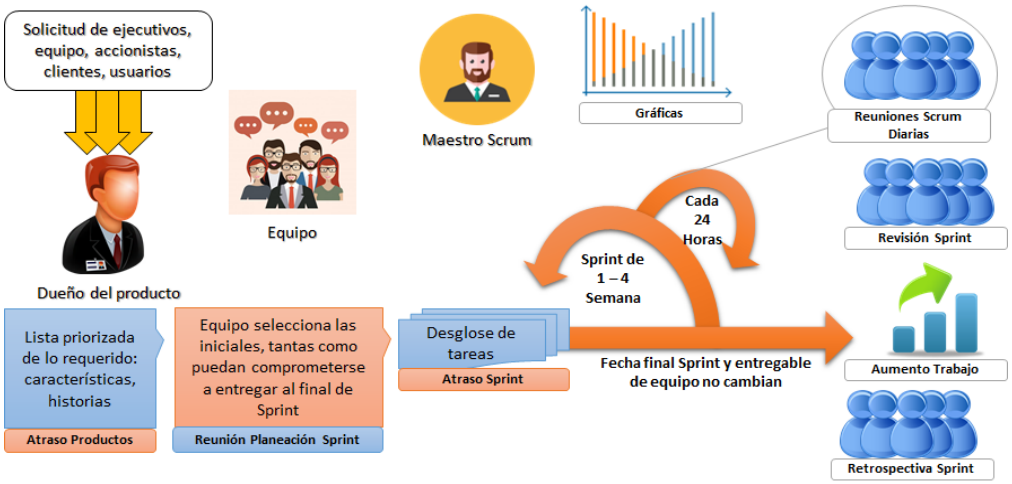


Figura 3.1 Diagrama general de SCRUM para el desarrollo de software

Fuente: propia

Según James y Walter (2017) Scrum se define como “un marco de gestión para el desarrollo de productos incrementales utilizando uno o más equipos multifuncionales y auto organizados de aproximadamente siete personas cada uno. Proporciona una estructura de roles, reuniones, reglas y artefactos”.

Scrum hace uso de iteraciones fijas conocidas como Sprint, los cuales no deben tardar más 30 días de duración. En este tiempo los equipos intentan construir un incremento del producto final.

Figura 3.2 Ciclo de actividades por iteraciones definido por SCRUM

Fuente: http://www.northware.mx/desarrollo-en-cascada-waterfall-vs-desarrollo-agile-scrum/

De acuerdo al artículo "Qué es SCRUM" (2017), Scrum se basa en varios puntos principales:

- Desarrollar incrementalmente los requisitos del proyecto en bloques temporales cortos y fijos.

- Priorizar los requisitos por valor para el cliente y costo de desarrollo en cada iteración.

- Controlar empíricamente el proyecto, mostrando al final de cada iteración el resultado real obtenido, de esta manera se realizan los ajustes necesarios para el cumplimiento.

- Potencializar el equipo, comprometiéndose a entregar lo necesario, otorgándole la autoridad necesaria.

- Sistematizar la colaboración y la comunicación entre el equipo y el cliente.

- Cronometrar las actividades del proyecto, para ayudar a la toma de decisiones y obtener resultados.

Los equipos en Scrum están conformados por diversos individuos con roles y tareas específicas. A continuación, se enuncian los principales roles:

- **Equipo de desarrollo:** conjunto de profesionales con el conocimiento técnico necesario para desarrollar los requerimientos del sprint con el que se comprometieron al principio.

- **Dueño de producto:** es el representante oficial de los accionistas y clientes que usan el software. Su trabajo se centra en la parte del negocio y se responsabiliza del ROI del proyecto (entregar un valor superior al dinero invertido).

- **Maestro Scrum:** es la persona que lidera al equipo de desarrollo guiando en el cumplimiento de las reglas y procesos de la metodología. Parte de su labor es gestionar la reducción de impedimentos del proyecto, y en conjunto con el dueño de producto maximizar el ROI.

En lo referente a las reuniones, en Scrum se llevan a cabo varios tipos de reuniones, entre los miembros del equipo de desarrollo, el dueño de producto y el cliente. A continuación, se enuncian las mismas:

- **Reunión de planificación del Sprint:** en esta reunión el dueño de producto presenta las historias del back log por orden de prioridad. El equipo se encarga de determinar el máximo de historias que pueden completar en ese sprint, además de decidir y organizar cómo lo van a conseguir.

- **Scrum diario:** esta una reunión diaria de no más de 15 minutos en la que el equipo de desarrollo se coordina, y donde cada miembro comenta lo realizado el día anterior, lo que hará hoy y si tiene algún impedimento para llevarlo a cabo.

- **Reunión de revisión de Sprint:** esta reunión se lleva a cabo al final del sprint con el fin de inspeccionar el Incremento y adaptar la Lista de Producto si fuese necesario.

- **Reunión de retrospectiva de Sprint:** se lleva a cabo al final del sprint para que el equipo presente las historias alcanzadas mediante una demostración del producto. Luego el equipo analiza qué se hizo bien, qué procesos serían mejorables y discuten acerca de cómo mejorarlos.

Por otra parte, en Scrum se definen principalmente tres artefactos o entregables, es decir, piezas de software que entregan valor al negocio, estas son:

- **Product Back log:** son los requisitos descritos en un lenguaje no técnico y priorizados por valor de negocio. Los requisitos y prioridades se revisan y ajustan durante el curso del proyecto a intervalos regulares.

- **Sprint Back log:** es una lista de las tareas necesarias para llevar a cabo las historias de un sprint.

- **Incremento:** es la suma de todos los elementos de la Lista de Producto completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprints anteriores.

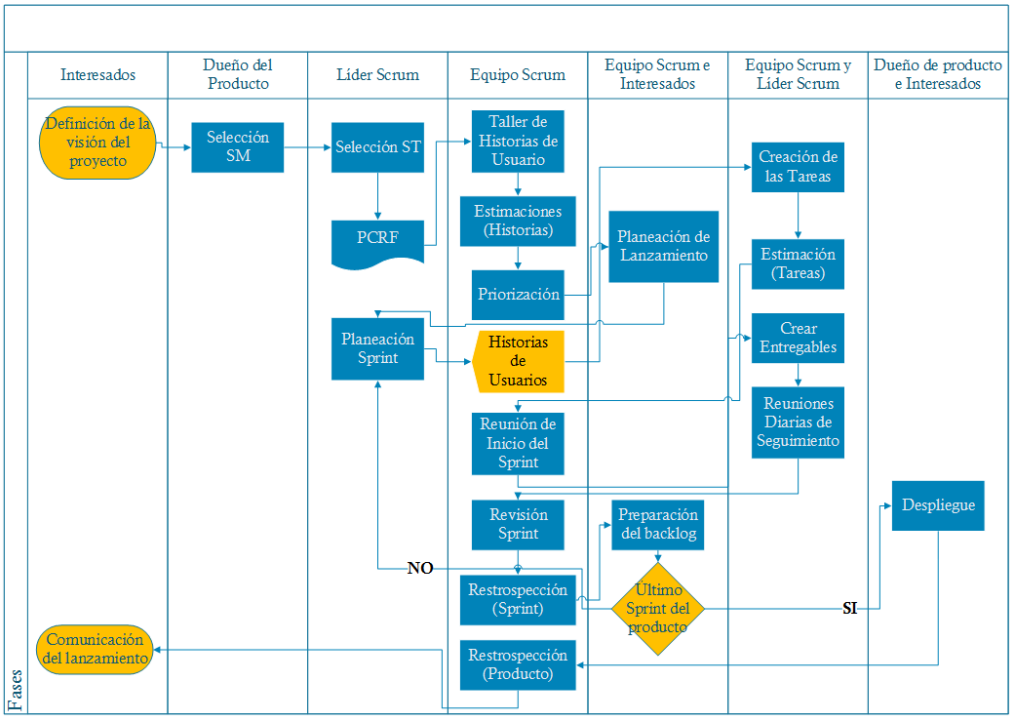


Figura 3.3 Desglose de las actividades del proyecto en SCRUM y la relación entre roles.

Fuente: propia

3.1.1 ¿Por qué utilizar Scrum?

Se ha optado por Scrum como metodología de trabajo en el desarrollo del sistema RescueMe partiendo de los siguientes supuestos:

- En un principio no se tiene total dominio del alcance del sistema, por lo cual se necesita gestionar eficientemente el cambio en los requerimientos.

- No existen las interfaces necesarias para interconectar el sistema RescueMe con los sistemas del 9-1-1 y las aseguradoras, por lo cual el desarrollo de las mismas se realiza a medida evolucione el propio sistema.

- Los servicios ofertados por RescueMe pueden ser ofrecidos no solo en el Gran Santo Domingo sino en todas las provincias en las que el 9-1-1 tenga presencia por lo cual se debe poder escalar rápidamente el sistema.

Por lo cual Scrum es la mejor opción debido a que proporciona las siguientes ventajas o beneficios:

1) **Gestión ágil del proyecto:** Scrum proporciona un esquema de gestión que facilita el flujo de información entre los interesados y el equipo de trabajo.

2) **Gestión de las expectativas del cliente:** por medio de una lista de requisitos priorizada se establecen los requerimientos en términos de su prioridad, el valor que entregan al negocio, coste de desarrollo y las fechas cuando deberán ser completados. Este enfoque permite que el cliente proporcione su opinión oportunamente y así modificar la dirección del proyecto para alcanzar los objetivos propuestos en las fechas pautadas.

3) **Gestión sistemática del Retorno de Inversión (ROI):** al contar con resultados anticipados el cliente puede recuperar su inversión rápidamente ya que en lapsos de tiempos relativamente corto obtiene una porción del sistema final y puede oportunamente solicitar los cambios necesarios para cumplir con sus objetivos de negocio.

4) **Flexibilidad y adaptabilidad:** la separación de los incrementos en Sprints permiten que en períodos reducidos se pueda entregar valor al negocio con la incorporación de nuevas funcionalidades al sistema, y posibilita que el curso del proyecto pueda ser modificado sin incurrir en grandes riesgos, puesto que Scrum en cada iteración inicia con una planificación del proyecto.

5) **Mitigación de los riesgos del proyecto:** la identificación temprana de los riesgos permite que su mitigación pueda ser gestionada con mayor

efectividad. Además, los riesgos estarán condicionados por los requisitos que deban ser completados en cada iteración, y dado el control que se mantienen sobre la efectividad del equipo, los Sprint no estarán cargados con requisitos que no puedan ser alcanzados.

6) **Mejora de la productividad del equipo y la calidad del sistema:** en cada iteración se realiza una retrospectiva del Sprint que permite analizar lo bueno y malo del trabajo desempeñado y de esa manera corregir lo necesario antes de iniciar con el siguiente Sprint.

7) **Mejora continua:** con cada Sprint se logra refinar el proceso de desarrollo, detectar los fallos con anticipación y asegurar que el sistema sea de calidad.

3.2 Análisis y diseño del sistema

RescueMe es el nombre que recibe el sistema propuesto en este trabajo, el cual está compuesto por tres aplicaciones o subsistemas. El propósito de esta sección es dar a conocer al lector una visión general de la estructura del sistema y la relación entre sus partes.

RescueMe está compuesto por tres subsistemas que se comunican entre sí por medio de servicios web:

- Aplicación móvil, en lo adelante **RescuMe_App**.
  - Para clientes propietarios de vehículos y sus dependientes.
  - Para las unidades de atención del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1.

- Sistema web de autogestión, en lo adelante **RescuMe_Management**.
  - Para el personal designado del 9-1-1.
  - Para el personal designado de las aseguradoras.

- Sistema de procesamiento en tiempo real, en lo adelante **RescueMe_RealTime.**
  - Para permitir la interoperabilidad de los sistemas.
  - Para almacenar y procesar la información transmitida desde los vehículos.

La infraestructura tecnológica de RescueMe se encuentra alojada en internet, y se ha planteado la adquisición de los servicios de la empresa Linode para la administración de la misma. El hecho de adoptar este esquema permitirá que el sistema pueda ser escalado rápidamente y asegurar niveles altos de disponibilidad al cliente. Ver figura 3.4 para apreciar la visión de la arquitectura del centro de datos.

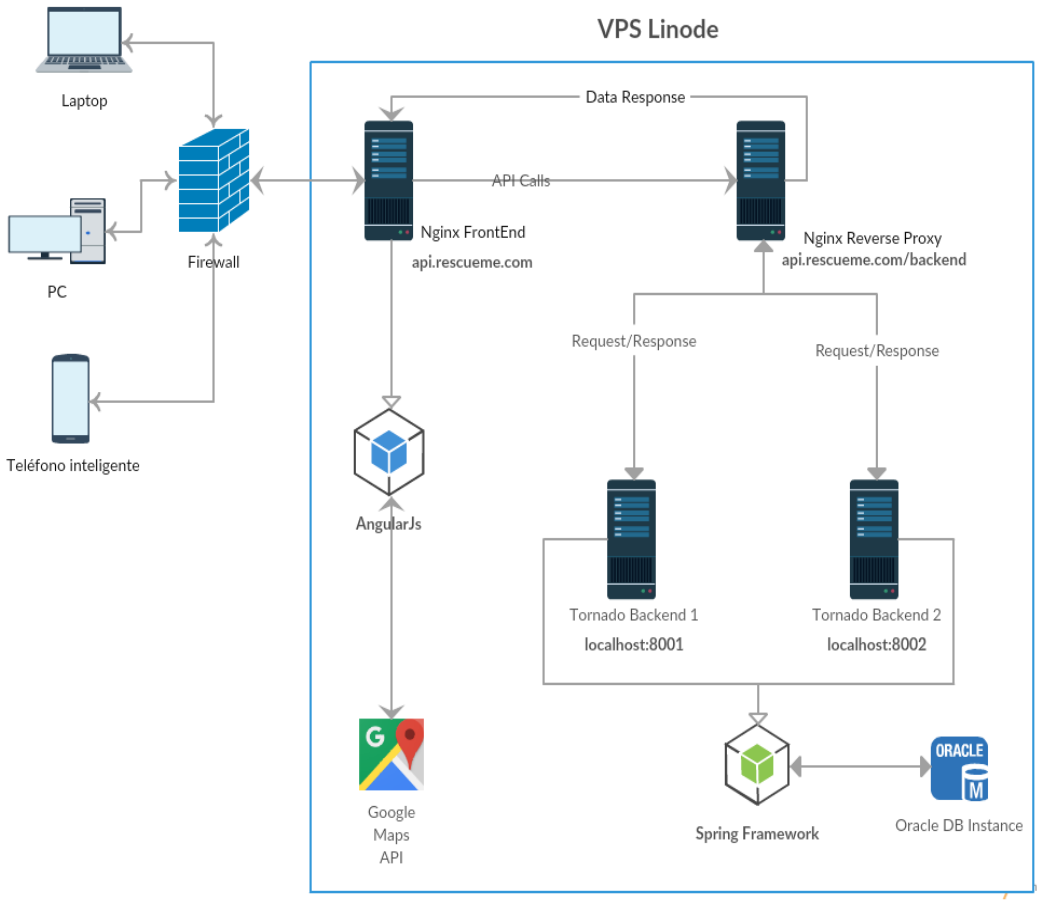


Figura 3.4 Arquitectura de los servidores de la plataforma RescueMe

Fuente: propia

3.2.1 Descripción de los subsistemas

En esta sección se describen el propósito y las características principales de cada uno de los subsistemas de RescueMe.

- **RescueMe_APP**

RescueMe_App es una aplicación para teléfonos inteligentes que puede ser ejecutada en los principales sistemas operativos del mercado (Android, iOS y Windows Phone) y descargada desde las tiendas en línea de cada uno de ellos.

Figura 3.5 Pantalla de inicio de sesión aplicación RescueMe

Fuente: propia

La misión de esta aplicación es proveedor a los clientes una interfaz amigable en sus teléfonos a través de la cual puedan realizar diversas acciones, recibir notificaciones del sistema y gestionar sus datos personales.

Características de la aplicación

- Tablero de control para visualizar el estado de los sensores del vehículo:
    - Temperatura del motor.
    - Niveles de combustible.
    - Niveles de presión de los neumáticos.
    - Velocidad promedio de recorridos.
    - Nivel de voltaje de la batería.
- Panel de registro y edición del perfil de usuario.
- Creación de grupos para asociar varias cuentas.
- Registro de vehículos por usuario individual o grupo.
- Mapa interactivo para lograr ciertos resultados:
    - Consultar la ubicación actual, tanto del teléfono como el vehículo.
    - Trazar la ruta de recorrido del vehículo.
- Reportar la ocurrencia del accidente del vehículo, adicional al reporte que realiza el propio vehículo.
- Consultar el estado del reporte de accidente y darle seguimiento.
- Copias de seguridad instantáneas de la información del usuario.

Requerimientos de cumplimiento por parte del usuario

- Proveer al teléfono con acceso a internet para acceder a las funcionalidades del sistema, aunque ciertas características podrán ser accedidas sin necesidad de esto.
- Al momento de la instalación, otorgar los permisos que solicite el instalador, de esta forma la aplicación obtiene acceso a los sensores y ciertas características del sistema operativo del teléfono.

➢ **RescueMe_Management**

RescueMe_Management es un sistema web por lo tanto puede ser accedido desde cualquier localidad utilizando internet. Su función es ampliar las funcionalidades existentes en RescueMe_App y brindar a los clientes un medio alternativo para consultar su información personal, la información que su vehículo genera y los servicios de soporte propios de la plataforma.

Adicionalmente, se habilita el acceso para que tanto el personal de las aseguradoras como del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 puedan acceder a una gama de funcionalidades, las cuales son descritas a continuación:

Funciones para el personal de las aseguradoras

- Registro y administración de usuarios y niveles de accesos.
- Consulta de clientes asegurados vinculados al sistema.
- Generación de reportes y estadísticas con información cruzada de los clientes y los reportes de accidentes.
- Gestión de los reportes de accidentes generados por el sistema.

Funciones para el personal del 9-1-1

- Registro y administración de usuarios y niveles de accesos.
- Mapa interactivo en tiempo real con la localización de los accidentes, identificados por el tipo de vehículo y la gravedad del accidente.
- Recepción, asignación y seguimiento de los reportes de accidentes.
- Gestión de las unidades de atención.
- Generación de reportes y estadísticas con información cruzada de los clientes y los reportes de accidentes.

➢ **RescueMe_RealTime**

RescueMe_RealTime es propiamente un API desarrollada con la finalidad de facilitar la intercomunicación entre los diversos subsistemas de RescueMe y los servicios externos con los que el sistema guarda relación.

RescueMe_RealTime define las reglas de interoperabilidad entre aplicaciones y define un esquema de intercambio de información a través de webservices. Además, contempla las siguientes funcionalidades:

- Recepción, procesamiento y almacenamiento de las trazas de información enviadas periódicamente por los vehículos vinculados al sistema.
- Endpoints para realizar operaciones sobre la base de datos.

3.2.2 Actores (usuarios del sistema)

Los actores son los usuarios (personas) que interactúan de alguna manera con el sistema. En esta sección se describen quienes son estos usuarios y las responsabilidades que tienen con el sistema RescueMe.

Actor	Cliente	**Identificador: A-USU-CLI**
Descripción	Representa a los propietarios de vehículos y sus relacionados quienes adquieren RescueMe_App y RescueMe_Management, para a través de estas gestionar su información personal y los datos generados por su vehículo.	
Responsabilidades	Gestionar su información personal. Registrar sus contactos de emergencia. Responder a las notificaciones generadas por el sistema.	

Tabla 3:1 Descripción del actor "Cliente" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Administrador de sistema	**Identificador: A-ADM-S**
Descripción	Es la persona encargada de velar por el correcto funcionamiento del sistema y brindar las atenciones de soporte a los demás actores en lo respectivo al uso de las funcionalidades dependiendo del rol de cada quien.	
Responsabilidades	Gestionar la información de los usuarios. Administrar los niveles de permisos y las configuraciones de los sistemas.	

Tabla 3:2 Descripción del actor "Administrador de sistema" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Administrador 9-1-1	**Identificador: A-ADM-911**
Descripción	Es el empleado del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 designado para gestionar los privilegios los accesos y los datos del 9-1-1 en el sistema.	
Responsabilidades	Gestionar los datos del 9-1-1 en el sistema. Registrar los operadores del 9-1-1. Registrar las unidades de atención. Generar los reportes y datos estadísticos que requiera la Alta Gerencia.	

Tabla 3:3 Descripción del actor "Administrador 911" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Administrador aseguradora	**Identificador: A-ADM-ASE**
Descripción	Es el empleado de la aseguradora designado para gestionar los privilegios de acceso, la información de la aseguradora en el sistema, y generar los reportes de sus asegurados registrados en RescueMe.	
Responsabilidades	Gestionar los datos de la aseguradora en el sistema. Registrar los operadores de la aseguradora. Generar los reportes necesarios de los asegurados que representa.	

Tabla 3:4 Descripción del actor "Administrador aseguradora" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Operador aseguradora	**Identificador: A-OP-ASE**
Descripción	Es el empleado de la aseguradora que tiene la responsabilidad de recibir los reportes de accidentes y procesarlo, de ser necesario, darle entrada a los mismos en los sistemas de la aseguradora.	
Responsabilidades	Recibir y procesar los reportes de accidentes de los asegurados que representa.	

Tabla 3:5 Descripción del actor "Operador aseguradora" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Operador 9-1-1	**Identificador: A-OP-911**
Descripción	Es el empleado del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1 designado para recibir, procesar y dar seguimiento a las solicitudes de atención de las personas que sufren un accidente de tránsito.	
Responsabilidades	Recibir y procesar las solicitudes de atención. Asignar la solicitud a la unidad de respuesta más cercana al lugar del accidente. Dar seguimiento a la respuesta de atención.	

Tabla 3:6 Descripción del actor "Operador 9-1-1" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Unidad de respuesta	**Identificador: A-USU-UR**
Descripción	Todo personal del 9-1-1 que brinde los servicios de asistencia (ambulancias, unidades motorizadas, etc.)	
Responsabilidades	Atender las solicitudes de atención que le son asignadas por el operador. Proveer información al sistema sobre el estado del accidente. Marcar como concluida una solicitud de atención.	

Tabla 3:7 Descripción del actor "Unidad de respuesta" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

Actor	Contacto de emergencia	**Identificador: A-USU-CE**
Descripción	Es toda persona relacionada al cliente y que este ha indicado que ante la ocurrencia de un accidente el sistema debe notificar la ocurrencia del mismo y los datos que sean necesarios para tomar medidas al respecto.	
Responsabilidades	Este actor no interactúa directamente con el sistema, sino que es el sistema quien le hace llegar un SMS para comunicar el accidente de tránsito de uno de sus relacionados.	

Tabla 3:8 Descripción del actor "Contacto de emergencia" y sus responsabilidades en el sistema

Fuente: propia

3.2.3 Historias de usuario

Las historias de usuario son una herramienta utilizada en las metodologías ágiles para representar los requerimientos del sistema y que deben ser escritos en frases cortas con un lenguaje de fácil entendimiento para todos los interesados en el proyecto de software. A continuación, se listan los requerimientos tanto funcionales como no funcionales que debe implementar el sistema para lograr cumplir con los objetivos propuestos en la investigación.

ID	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado
1	**Como un** cliente	**Necesito** consultar desde mi teléfono inteligente el estado de los sensores de mi vehículo	**Con la finalidad de** corroborar el buen funcionamiento de mi vehículo
2	**Como un** cliente	**Necesito** que el vehículo detecte la ocurrencia de un choque	**Con la finalidad de** notificar a los organismos de emergencia la ocurrencia del mismo
3	**Como un** cliente	**Necesito** registrar en el sistema mis contactos de emergencia	**Con la finalidad de** definir aquellas personas que serán notificadas cuando ocurra un accidente
4	**Como un** administrador sistema	**Necesito** consultar los clientes y operadores registrados en el sistema	**Con la finalidad de** gestionar la información de los mismos.
5	**Como un** contacto de emergencia	**Necesito** recibir un SMS con los datos del lugar y la magnitud del accidente	**Con la finalidad de** conocer y darle seguimiento al estado del accidentado

6	**Como un** operador 911	**Necesito** consultar los reportes de accidentes de un cliente	**Con la finalidad de** generar datos estadísticos.
7	**Como un** operador 911	**Necesito** asignar a la unidad más cercana al accidente	**Con la finalidad de** que esta brinde la asistencia
8	**Como una** unidad de respuesta	**Necesito** consultar los casos que me han sido asignados	**Con la finalidad de** suministrar información sobre los mismos.
9	**Como una** unidad de respuesta	**Necesito** marcar un caso como atendido	**Con la finalidad de** que tanto la aseguradora, el 911 y los contactos de emergencia sepan que el accidentado ha sido atendido
10	**Como un** administrador asegurador a	**Necesito** consultar los clientes asegurados por la compañía	**Con la finalidad de** generar reportes con los datos de los clientes
11	**Como un** operador 911	**Necesito** contactar al dueño del vehículo	**Con la finalidad de** obtener información de ser posible sobre el accidente
12	**Como un** contacto de emergencia	**Necesito** recibir notificaciones sobre el accidente	**Con la finalidad de** darle seguimiento al suceso y conocer el estado del accidentado.
13	**Como un** administrador 911	**Necesito** clasificar los casos por tipo, nivel de gravedad y zona	**Con la finalidad de** generar mapas de cobertura y mejorar los servicios de atención
14	**Como un** cliente	**Necesito** registrar a mis dependientes	**Con la finalidad de** crear un grupo dentro del sistema donde como usuario principal pueda gestionar la información de todos.

Tabla 3:9 Listado de los requerimientos del sistema

Fuente: propia

3.2.4 Casos de uso

Los casos de uso son una técnica de modelado ampliamente utilizada en el diseño de sistemas, su objetivo es describir las tareas que realiza un sistema y su comportamiento frente a las acciones de los usuarios. Sirven para definir de manera visual los límites del sistema y las relaciones del mismo con su entorno.

El siguiente diagrama de casos de uso describe las tareas del sistema RescueMe, su interrelación y sus relaciones con los diversos actores.

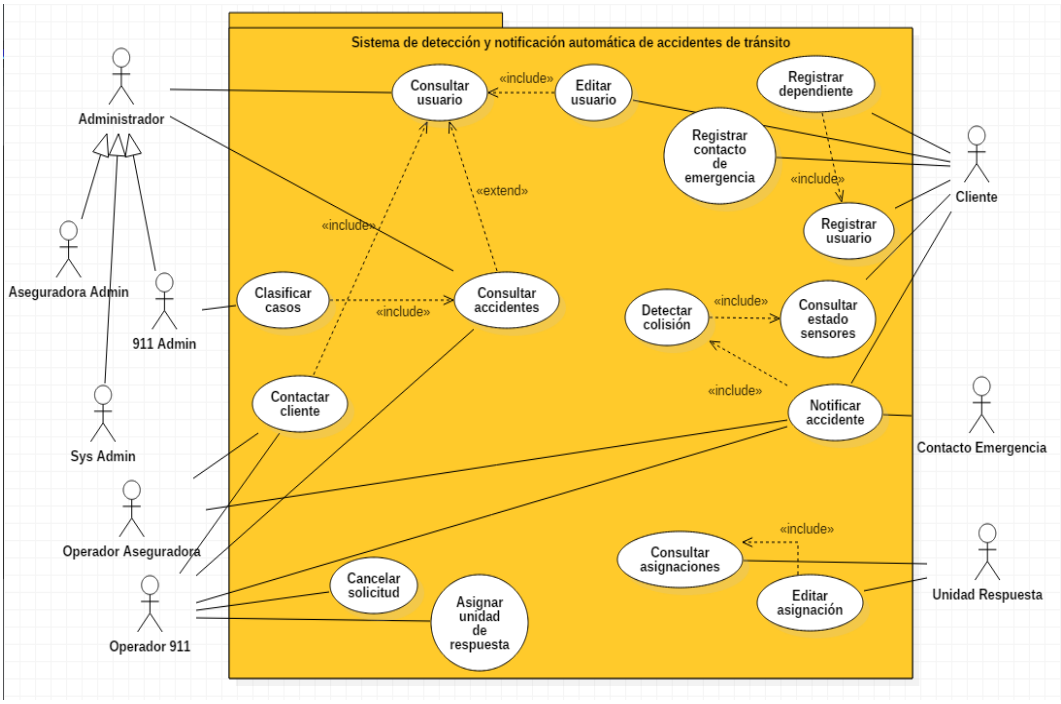


Figura 3.6 Diagrama de casos del uso del sistema de detección y notificación automática de accidentes de tránsito

Fuente: propia

3.2.5 Modelo de datos

El modelo entidad-relación ER es un modelo de datos utilizado en el diseño de sistemas para representar visualmente el conjunto de objetos (denominados entidades) y sus relaciones que servirán como base para el desarrollo de las posteriores bases de datos que almacenarán la información utilizada por el sistema.

A continuación, se presenta el modelo entidad-relación del sistema RescueMe.

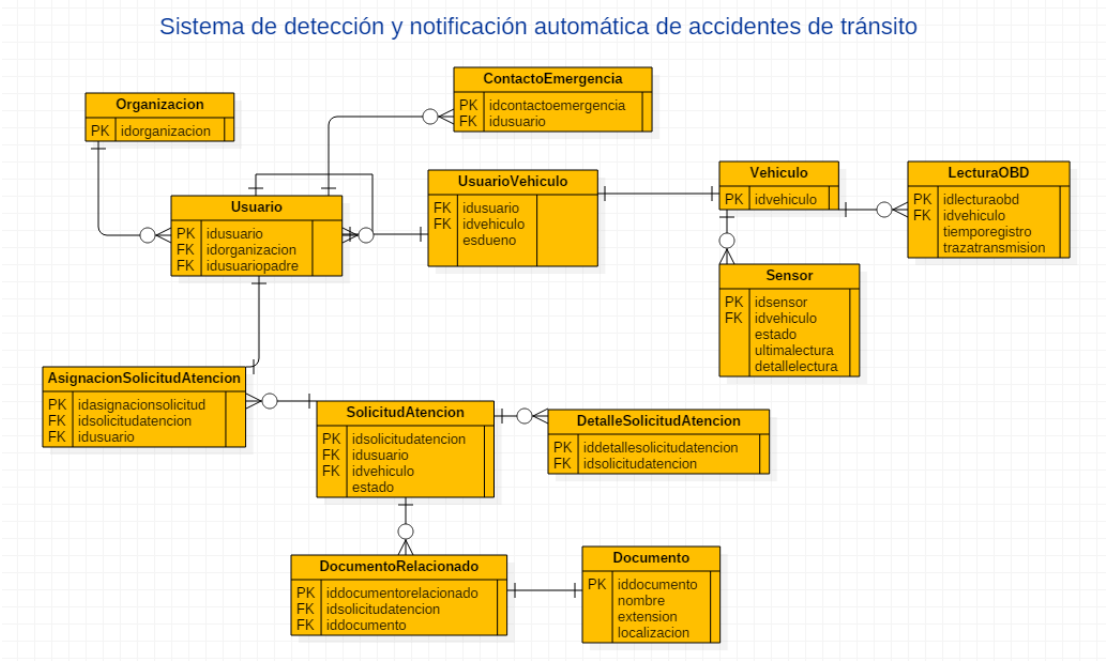


Figura 3.7 Diagrama ER (Entidad Relación) del sistema de detección y notificación automática de accidentes de tránsito

Fuente: propia

3.3 Aspectos relevantes de la seguridad del sistema

La sección 3.2 de este capítulo muestra al lector el desglose de la arquitectura del sistema RescueMe, a partir de la cual es clave realizar ciertos apuntes en el tema de la seguridad.

Cuando se habla de seguridad en el ámbito informática se hace alusión a dos tipos: seguridad física y seguridad lógica. La **seguridad física** comprende todos los mecanismos de prevención y control de las amenazas físicas contra el hardware del sistema, mientras que la **seguridad lógica** comprende todos aquellos mecanismos utilizados para impedir el acceso no autorizado a la información del sistema.

En este contexto, la seguridad física es otorgada por la empresa que provee los servicios de computación en la nube, en este caso Linode. La cual se compromete a establecer los controles necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas y la recuperación de los mismos ante desastres.

Por otra parte, la seguridad lógica podrá ser otorgada de igual forma por Linode a nivel del centro de datos, es decir, por medio de la implementación de herramientas de monitoreo y control necesarias para mantener los datos protegidos contra entes no autorizados. Adicionalmente, el sistema RescueMe por

su arquitectura interna también proveerá seguridad de este tipo a nivel de aplicación.

En seguridad se diferencian dos operaciones: la autenticación (asegurar que el usuario es quien dice ser), y la autorización (asegurar que el usuario tiene permiso para realizar determinada acción en el sistema).

Dada la existencia de tres sistemas (RescueMe_App, RescueMe_Management y RescueMe_RealTime), el primero una aplicación móvil y los otros dos son sistemas webs es necesario expresar los conceptos de seguridad por separado. Por lo cual a continuación se detallan los aspectos relevantes de cada uno de ellos.

- **RescueMe_App**

La seguridad en las aplicaciones móviles tiene un esquema propio y unos obstáculos que vencer. Por lo general, en el desarrollo de este tipo de aplicaciones los desarrolladores implementan o bien las librerías de seguridad que le proporcionan el propio sistema operativo o el framework de desarrollo, o por otra parte se auxilian de servicios de terceros para lograr este fin.

En el caso de RescueMe_App, la empresa Ionic provee un servicio de protección de datos conocido como **Ionic Security**, que permite definir políticas basadas en la nube para obtener el acceso a los documentos cifrados que se generan y transfieren entre aplicaciones.

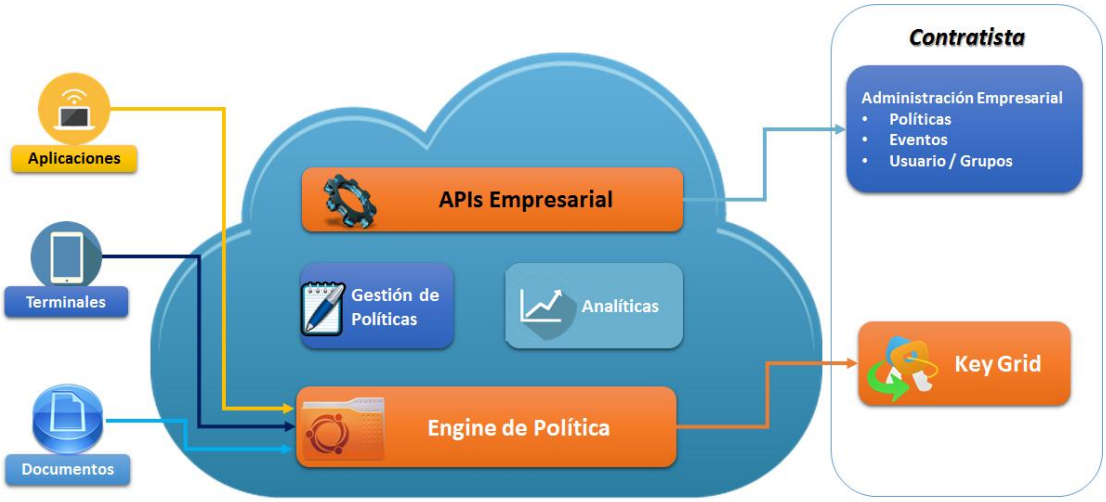


Figura 3.8 Esquema de seguridad proporcionado por Ionic Security

Elaboración: propia

Fuente:https://media.amazonwebservices.com/blog/2016/ionic_arch_2.png

El motor de políticas de Ionic Security permite que se mantenga un control en la obtención de las claves y en las solicitudes de los usuarios para autorizar que un documento sea descifrado. Este enfoque permite que, aunque sean robados los datos de los usuarios el ladrón no podrá descifrarlos ya que no cumplir con los requisitos de las políticas definidas para la obtención de las claves de descifrado.

Ionic Security es compatible con los principales sistemas operativos iOS, Android, Mac, Windows y Linux. Y brinda la capacidad de mantener registros de quien accede a los datos y en qué momento.

- **RescueMe_Management y RescueMe_RealTime**

Ambos sistemas son desarrollados en Java utilizando específicamente el framework Spring para lograr un esquema de desarrollo más robusto y mantenible en el tiempo. Una de las ventajas de Spring y que resalta en importancia en esta sección, es la existencia de un módulo específico para seguridad denominado **“Spring Security”**.

Spring Security permite a los desarrolladores mantener control sobre la seguridad de sus aplicaciones de forma declarativa y configurable, lo cual asegura además que se mantenga la portabilidad del sistema ante una migración de la plataforma.

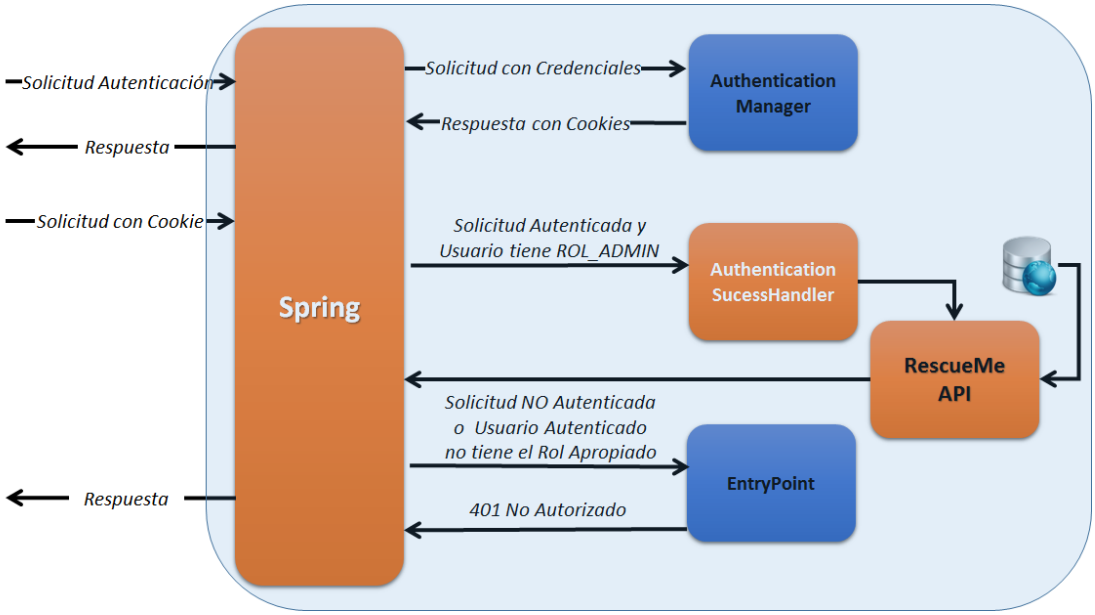


Figura 3.9 Ejemplo del flujo de autenticación de una petición al sistema con Spring Security

Fuente: propia

En Spring Security se logra definir la seguridad en términos de "autenticación" y "autorización" para lo cual dispone de varios mecanismos. A continuación, se describen ambos procesos:

1) Autenticación

Spring Security dispone de varios mecanismos de autenticación, el más popular es el login por medio del cual se capturan las credenciales del usuario, pero además estas credenciales pueden ser obtenidas a través de certificados digitales y servidores LDAP.

2) Autorización

Una vez el usuario pasa satisfactoriamente la fase de autenticación se procede a verificar que el usuario tiene permiso de acceder a los recursos del sistema que solicite. Spring Security permite que sean asociados a los recursos roles para de estar forma permitir o no el acceso al mismo.

En Spring Security pueden ser implementados diversos tipos de gestores de seguridad en las aplicaciones para llevar a cabo este proceso:

- **Administrador de accesos.**
- **Lista de control de accesos,** las cuales especifican qué operaciones puede realizar determinado usuario sobre determinado recurso del sistema.
- **Run-as managers,** por medio de los cuales se pueden ejecutar tareas cambiando el rol de los usuarios.
- **After invocation managers,** que permiten controlar que después de que el usuario haya accedido a un recurso todo quede correcto.

3.4 Descripción del hardware y software requerido

Todo proyecto de desarrollo de software debe estar apoyado por herramientas tanto hardware como software que permitan eficientizar el ciclo de desarrollo y permitir al equipo aumentar su productividad y mejorar la calidad del producto final. En esta sección se describen las herramientas propuestas para el análisis, diseño, codificación, pruebas e implementación del sistema RescueMe.

3.4.1 Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación son lenguajes diseñados para crear y transmitir instrucciones entre el hardware y software para así indicar a las computadoras que acciones deben ejecutar y en qué momento deben hacerlo.

- **Java**

Lenguaje de programación orientado a objetos que vio la luz en 1995 y con el pasar del tiempo se ha convertido en uno de los principales en el desarrollo de software empresarial.

El lenguaje Java será utilizado en el desarrollo de la plataforma web del cliente y las interfaces de intercomunicación basadas en la nube entre el RescueMe y los sistemas del 9-1-1 y las aseguradoras.

- **JavaScript**

Lenguaje de programación orientado a objetos e interpretado por los navegadores web. JavaScript se utiliza principalmente para generar dinamismos en el contenido de las páginas webs. En la actualidad, este lenguaje se está convirtiendo en el principal lenguaje de la web y es auto suficiente en el sentido que con solo JavaScript se puede trabajar tanto el backend como frontend de las páginas web y aplicaciones web.

3.4.2 Frameworks

Se conoce como framework o marco de trabajo a un conjunto estandarizado de prácticas y conceptos enfocados en una problemática y que proporcionan la base para la resolución de la misma y de problemas similares. En el ámbito de la informática, los frameworks pueden contener programas, librerías, lenguajes u otras herramientas que ayuden a desarrollar e integrar los componentes de un proyecto.

- **Ionic**

Framework de desarrollo de aplicaciones móviles híbridas creada en 2013 por Max Lynch, Ben Sperry y Adam Bradley. Ionic hace uso principalmente de dos librerías adicionales AngularJs y Apache Cordova para proveer a los desarrolladores las herramientas para desarrollar aplicaciones móviles híbridas haciendo uso de las tecnologías web CSS, HTML5 y Sass; que luego pueden ser distribuidas como aplicaciones nativas para dispositivos móviles (ver figura 3.10).

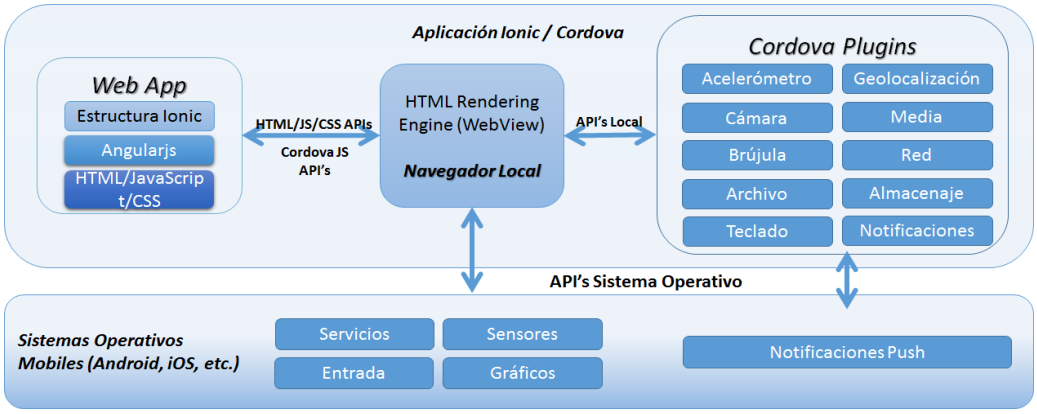


Figura 3.10 Componentes de la arquitectura de una aplicación móvil híbrida desarrollada con Ionic Framework

Elaboración: propia

Fuente:https://image.slidesharecdn.com/ionic-160225214955/95/hybrid-mobile-application-with-ionic-framework-18-638.jpg?cb=1456437253

Ionic es la mejor alternativa para el desarrollo de la app móvil RescueMe debido a que con un solo código fuente se puede generar la aplicación para las tres plataformas deseadas Android, IOS y Windows Phone, reduciendo de esta manera los costes de personal especializado por cada plataforma.

- **Spring Framework**

Spring es un framework de código abierto para el desarrollo de aplicaciones con Java. Proporciona una metodología de programación, conceptos y técnicas para el desarrollo de aplicaciones empresariales modernas de alta calidad. Está estructurado modularmente por lo que sus componentes pueden ser utilizados por separado dependiendo de las necesidades del sistema que se esté desarrollando (ver figura 3.11)

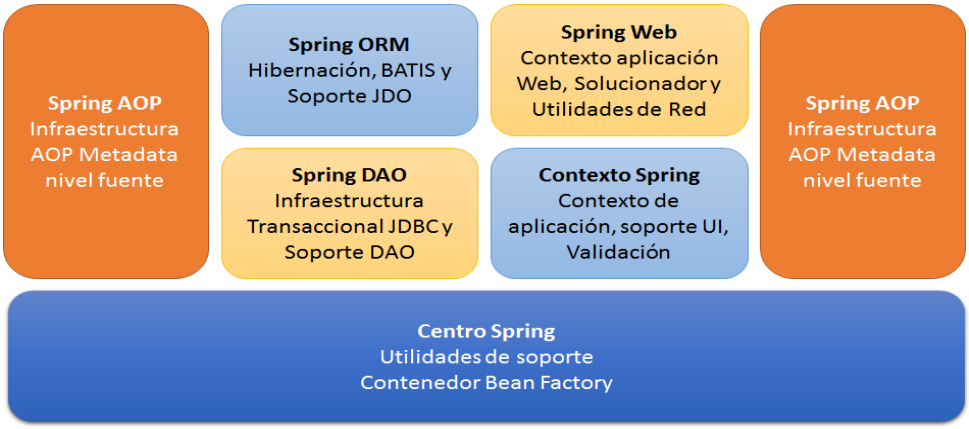


Figura 3.11 Arquitectura del framework Spring que muestra los principales módulos que la componen

Elaboración: propia

Fuente: https://www.packtpub.com/sites/default/files/Article-Images/4924_02_06.png

Spring Framework será el marco de desarrollo de las aplicaciones basadas en la nube: RescueMe_Management y RescueMe_RealTime. Su amplio soporte de la comunidad de desarrolladores y la popularidad en el ambiente empresarial hacen de Spring la opción idónea para el desarrollo de un sistema en constante expansión y que debe ser mantenible y escalado con facilidad.

- **Google Maps API**

Google Maps API es un servicio que provee Google para que los desarrolladores puedan acceder a su librería de mapas e integrarlos en sus aplicaciones. Permite que Google Maps pueda ser integrado tanto en aplicaciones móviles como en páginas web, por lo cual puede ser accedido tanto desde dispositivos móviles como de ordenadores que dispongan de un navegador web.

Figura 3.12 Ejemplo de uso de google maps en diversos dispositivos

Fuente:https://www.espatial.com/wp-content/uploads/Route-Planning-Multiple-Devices.png

3.4.3 Hardware

El sistema *RescueMe* está compuesto por subsistemas web y móvil, cuyo desarrollo requiere de equipos ya sean laptops o equipos de sobremesa de gama media o superior, que cuenten con la potencia necesaria para el desarrollo de aplicaciones web empresariales y aplicaciones móviles. A continuación, se describen las especificaciones mínimas con las que deben contactar los equipos utilizados para el desarrollo, teniendo en consideración que se busca la posibilidad de adquirir equipos potentes de bajas prestaciones:

Procesador	Intel Core i5 Quad Core 5ta. Generación
Memoria RAM	8GB DDR3
Disco duro	256GB (Disco duro de estado sólido)
Tarjeta gráfica	NVIDIA GeForce GTX 960M 2GB

Tabla 3:10 Especificaciones técnicas mínimas de los equipos para el desarrollo de los sistemas

Fuente: propia

El ambiente de pruebas para las aplicaciones móviles requiere el uso de teléfonos inteligentes, aunque existen emuladores sobre los cuales se pueden realizar las pruebas, es necesario que se realicen pruebas sobre equipos reales para asegurar que las funcionalidades de los sistemas desarrollados y su comportamiento sean correcto en diversos entornos de hardware y software. A

continuación de describen los requisitos mínimos que deben cumplir estos dispositivos:

Procesador	Snapdragon 615 de ocho núcleos dividido en dos módulos de 1.7Ghz y 1Ghz, o su equivalente
Memoria RAM	2 GB
Almacenamiento interno	8 GB + microSD
Sistemas operativos	Android KitKat 4.4 iOS 8 Windows Phone OS 8
Otras características	GPS Acelerómetro Wi-Fi (802.11b/g) Bluetooth 2.1

Tabla 3:11 Especificaciones técnicas mínimas de los equipos para las pruebas de las aplicaciones móviles

Fuente: propia

La infraestructura tecnológica donde serán desplegados los subsistemas web requiere cumplir unos requisitos mínimos para asegurar el correcto funcionamiento y la disponibilidad de los sistemas. Dada las consideraciones de que se tratan de sistemas de alta disponibilidad y que se acceden a través de internet, la opción para mitigar los riesgos asociados es la transferencia de los mismos a una compañía que provea el servicio y se encargue del mantenimiento y administración de dicha infraestructura.

Por lo antes mencionado, el servicio IaaS (Infraestructura como Servicio) que se contrate debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos para el correcto funcionamiento de los sistemas:

Procesamiento	6 núcleos
Memoria RAM	12 GB
Almacenamiento	192 GB de almacenamiento SSD
Red	Transferencia: 8 TB Subida 40 Gbps Bajada 1 Gbps

Tabla 3:12 Especificaciones técnicas mínimas de la infraestructura tecnológica que soportará los sistemas desarrollados

Fuente: propia

3.4.4 Software

En esta sección se describen los programas y herramientas software necesarias para el desarrollo y puesta en ejecución de los sistemas desarrollados. Cabe resaltar que el software descrito a continuación parte del supuesto que se utilicen las herramientas antes descritas y también representan la visión del ambiente de desarrollo deseado.

- **Sistemas operativos**

De acuerdo a Negus y Boronczyk (2009), un sistema operativo se compone de instrucciones de software que se encuentran entre el hardware (discos, memorias, puertos, etc.) de la computadora y los programas de aplicación (navegadores, procesadores de palabras, etc.). En el centro está el kernel, que proporciona las funciones de computación más básicas (administración de la memoria, distribución del procesador, abrir y cerrar dispositivos, etc.)

  - **CentOS (Sistema Operativo Comunitario Empresarial, o Community Enterprise Operating System)**

"La distribución de CentOS Linux es una plataforma estable, predecible, manejable y reproducible derivada de las fuentes de Red Hat Enterprise Linux (RHEL). CentOS cumple con la redistribución de Red Hat y tiene como objetivo tener compatibilidad funcional completa con el producto upstream" ("Manuals/ReleaseNotes/CentOS7 - CentOS Wiki", 2017).

CentOS es el sistema operativo que albergará los servidores que servirán las aplicaciones web a través de la red.

- **Android, IOS y Windows Phone**

Son los principales sistemas operativos para dispositivos móviles. Android es propiedad de Google, mientras que IOS es de Apple y Windows Phone es de Microsoft.

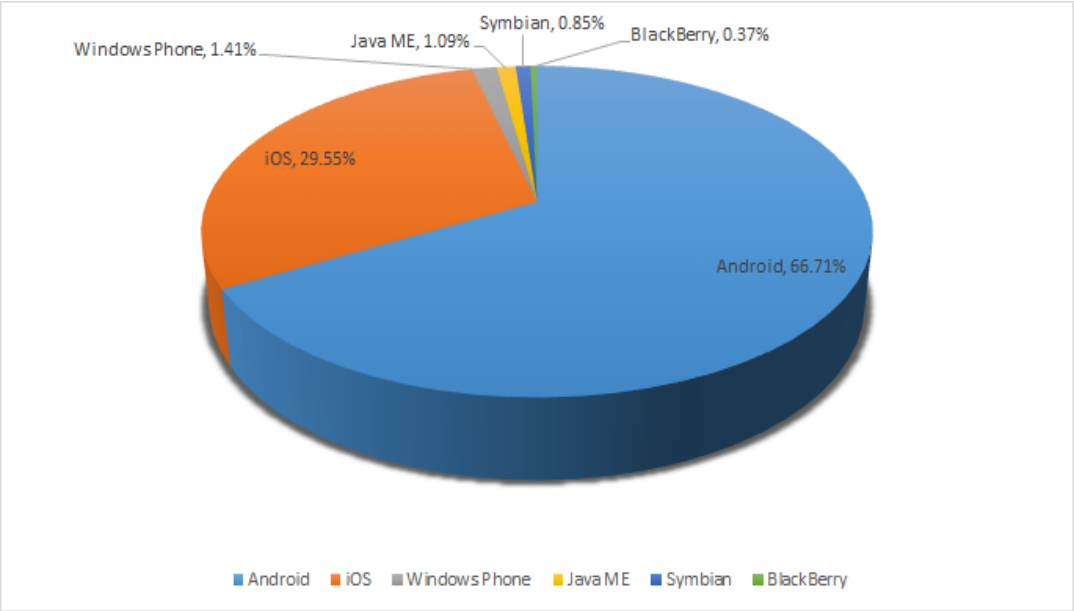


Figura 3.13 Comparación de mercado de los sistemas operativos móviles a febrero 2017

Elaboración: Propia

Fuente: https://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8&qpcustomd=1

- **Entornos de desarrollo**

Según Rouse (2016), un entorno de desarrollo integrado (IDE) es una suite de software que consolida las herramientas básicas que los desarrolladores necesitan para escribir y probar software. Normalmente, un IDE contiene un editor de código, un compilador o un intérprete y un depurador que el desarrollador accede a través de una única interfaz gráfica de usuario (GUI).

  - **IntelliJ IDEA**

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el desarrollo de programas informáticos, desarrollo por la empresa JetBrains y que brinda soporte para el desarrollo tanto de aplicaciones para escritorios, web y móviles.

Dado el amplio soporte de IntelliJ IDEA para el desarrollo de diversos tipos de aplicaciones en los que se incluyen aplicaciones basadas en el lenguaje Java y el framework Ionic es la mejor opción para este proyecto.

- **Documentación y gráficos**

Parte esencial del desarrollo de software es la documentación tanto de la gestión del proyecto como del código fuente y las pruebas.

  - **StarUML (Unified Modeling Language)**

StarUML es utilizado en la programación orientada a objetos debido a que permite mediante las gráficas crear modelos visuales de sistemas dándole acceso a los desarrolladores a visualizar, construir y documentar artefactos.

  - **GIMP (GNU Image Manipulation Program)**

Es un software de edición de imágenes gratuito y de código abierto. Se utiliza tanto para la creación como la modificación de los gráficos e imágenes propias de este proyecto.

- **Control de versiones**

Los controles de versiones son herramientas que permiten registrar todos los cambios realizados en un proyecto, permitiendo guardar versiones del producto en cada una de las fases del desarrollo.

  - **GIT**

Es un sistema de control de versiones de desarrollo en el 2005 por Linus Torvalds, es uno de los sistemas más ampliamente utilizados por la comunidad libre.

  - **Github**

Es un sitio web donde pueden adquirirse repositorios de código fuente para GIT, que provee al desarrollador una interfaz gráfica, así como herramientas de administración de sus controles de versiones.

RESUMEN

Se ha denominado **RescueMe** al sistema propuesto en este trabajo de investigación, el mismo está compuesto por tres subsistemas: **RescueMe_App**, una aplicación móvil a través de la cual los clientes pueden obtener datos sobre el estado de los sensores de su vehículo, la ubicación del vehículo y servicios de notificación de ocurrencia de accidentes de tránsito; **RescuMe_Management**, un sistema web a través del cual tanto clientes como personal de las aseguradoras y del Sistemas Nacional de Atención a Emergencia y Seguridad 9-1-1 podrán acceder a funciones administrativas de los datos generados por el sistema; por último **RescueMe_RealTime,** una API web que permite la interoperabilidad entre el resto de sistema y define las reglas de consulta y edición de la información generada por el sistema.

Para el análisis y diseño del sistema RescueMe y sus componentes se utilizan: las **historias de usuario** como marco de especificación de los requerimientos del sistema; y **UML** como herramienta de diagramación, específicamente se presentan los diagramas de Casos de Uso y Modelo de Datos.

Para el desarrollo de los sistemas antes mencionados se propone: a **Scrum** como metodología de desarrollo de software, a **Ionic** como framework de desarrollo de la aplicación RescueMe_App, a **Spring** como framework de

desarrollo de los sistemas RescueMe_Management y RescueMe_RealTime, a **Google Maps API** como servicio de generación de mapas para los sistemas, a **Git** como sistema de control de versiones de código fuente y a **Linode** como empresa proveedora de los servicios de computación en la nube.

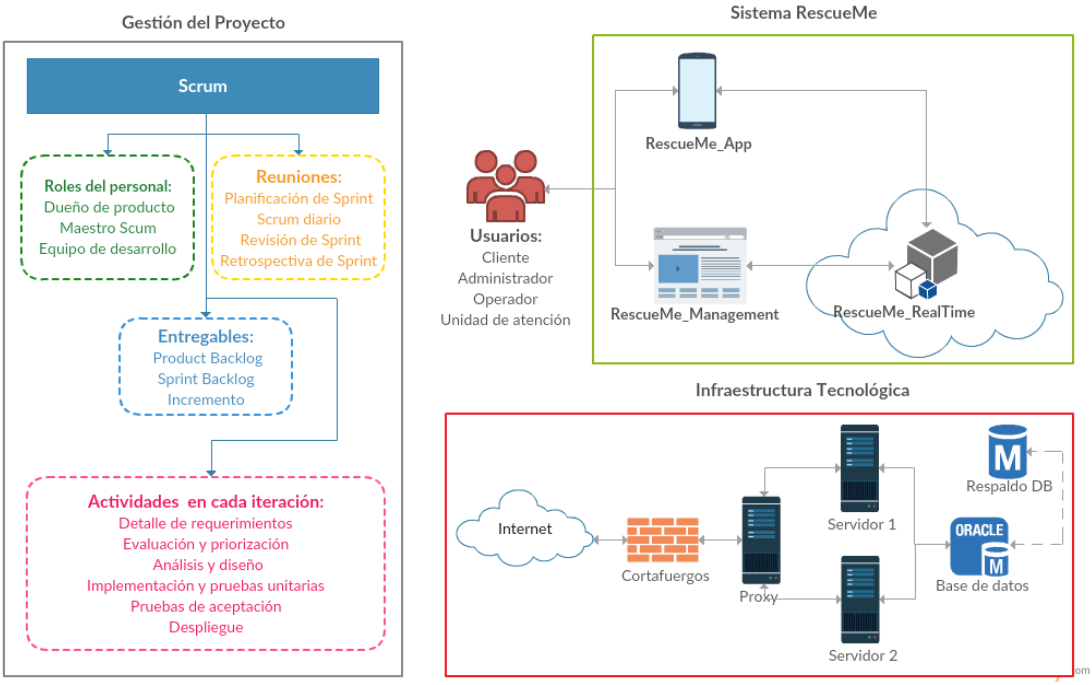


Figura 3.14 Resumen gráfico del Capítulo 3

Fuente: propia

CONCLUSIONES

La República Dominicana al igual que varios países de Latinoamérica y el mundo está pasando por una situación penosa que cobra la vida de muchos ciudadanos. La alta tasa de mortalidad por accidentes de tránsito demuestra la falta de control que presentan estas sociedades y de no implementarse medidas para combatirla seguirá creciendo aceleradamente.

El mundo de la tecnología abre nuevas posibilidades para la formación de soluciones socioeconómicas de gran impacto y sostenibles en el tiempo que representen un avance real en la solución de esta problemática.

La República Dominicana posee la infraestructura tanto gubernamental como privada para la apertura de soluciones como el sistema RescueMe, un sistema que busca reducir la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito, así como traer paz y tranquilidad a la ciudadanía.

La falta de este tipo soluciones en Latinoamérica abren la oportunidad de que República Dominicana se posicione como país pionero en materia de seguridad vial y que sea un referente para el resto de países.

La implementación de RescueMe proporciona además una gestión integral en el combate de las muertes por accidentes de tránsito, debido a que está ligada al principal organismo gubernamental de emergencia del país, el Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1, y a las compañías aseguradoras de automóviles.

Cabe destacar que el sistema RescueMe representa una oportunidad de negocio, primeramente, por la falta de este tipo de soluciones, y segundo porque pueden desarrollarse diversos modelos de negocio alrededor del mismo. Podría ofrecerse como un servicio para los propietarios de vehículos, o como un sistema que puede ser adquirido por las aseguradoras y ofertado a sus clientes como parte del paquete al momento que adquieren su seguro.

Finalmente, la visión en la arquitectura del sistema RescueMe toma en consideración mejores prácticas de la industria del software y los avances tanto en hardware como software para proveer un marco de servicios de alta disponibilidad y escalables en el tiempo, lo cual permitirá llegar a una mayor cantidad de personas, y que podrá expandirse por todo el país al mismo ritmo en el que 9-1-1 se instale en las provincias a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, D. (2012). Location - Based Social Network. INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH, 1(6). Recuperado de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.639.4809&rep=rep1&type=pdf

- Ali, H. & Alwan, Z. (2015). Car Accident Detection and Notification System Using Smartphone. IJCSMC, 4(4), 620 – 635.

- Báez, M., Borrego, A., Cordero, J., Cruz, L., González, M., & Hernández, F. et al. (2010). *Introducción a Android* (1ra. ed.). Madrid: E.M.E. Editorial.

- Bahga, A. & Madisetti, V. (2013). Cloud computing: A Hands-On Approach (1ra. ed.). CreateSpace Independent Publishing Platform.

- Blasco, V. SISTEMA DE DIAGNÓSTICO OBD II. Lecture, http://www.electronicar.net/IMG/Articulo_OBDII.pdf.

- Bluetooth Technology Website. (2017). bluetooth.com Recuperado de https://www.bluetooth.com/

- Bernabé Poveda, M., López Vázquez, C., & Abarca, O. (2012). Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales (1ra. ed., pp. 42-43). Madrid: UPM Press.

- By, R. (2001). Principles of geographic information systems (1ra. ed., pp. 32-33). Enschede, The Netherlands: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.

- Camacho-Velasco, A., Vargas-García, C., Rojas-Morales, F., Castillo-Castelblanco, S., & Arguello-Fuentes, H. (2015). Aplicaciones y retos del sensado remoto hiperespectral en la geología colombiana. REVISTA FACULTAD DE INGENIERÍA, 24(40), 17. http://dx.doi.org/10.19053/01211129.3845

- Campbell, A. & Choudhury, T. (2012). From Smart to Cognitive Phones. Pervasive Computing, (12), 7-11.

- Campbell, J. Geographic information system basics (1ra. ed., pp. 17-18). Flat World Knowledge, Inc.

- Chaudhari, P. & Naik, D. (2016). Vehicle Monitoring System for Accident Detection. IJSR, 5(5), 2008-2012.

- *Compañías Aseguradoras - Superintendencia de Seguros*. (2017). *Superseguros.gob.do*. Recuperado de http://www.superseguros.gob.do/index.php/companias-aseguradoras

- David, P. (2002). OBDII diagnostic (1ra. ed.). Boca Raton, FL: Kostia Pub.

- Deitel, P., & Deitel, H. (2010). *Java* How To Program (9na ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.

- Dirección General de Impuestos Internos (DGII), (2017). *Parque vehicular 2016* (pp. 4-6). Santo Domingo. Recuperado de http://www.dgii.gov.do/informacionTributaria/estadisticas/parqueVehicular/Documents/ParqueVehicular2016.pdf

- Duffy, J.E. (2001). I-Car Professional Automotive Collision Repair. New York: Delmar, a division of Thomas Learning.

- Duffy, J.E., Scharff, R. (2004). Auto Body Repair Technology. New York Delmar Learning, a division of Thomas Learning, Inc.

- Easttom, C. (2012). *Computer Security Fundamentals* (2da. ed.). Indianapolis, Ind: Pearson Certification.

- El Nacional, (2014). Dos millones de vehículos transitan sin seguro en RD. Recuperado de http://elnacional.com.do/dos-millones-de-vehiculos-transitan-sin-seguro-en-rd/

- Erjavec, J. (2010). Automotive Technology: A Systems Approach. New York: Delmar, Cengage Learning

- Erl, T., Mahmood, Z., & Puttini, R. (2013). Cloud computing: concepts, technology & architecture (1ra. ed.). Upper Saddle River, NJ: ServiceTech Press.

- Erl, T., Cope, R., & Naserpour, A. (2015). Cloud computing design patterns (1ra. ed.). New York: Prentice Hall.

- European GNSS Agency. (2017). Gsa.europa.eu. Recuperado de https://www.gsa.europa.eu/

- Francisco, M. (2016). Nueva ley de tránsito disminuiría índice de accidentes. *El Caribe*. Recuperado de

http://www.elcaribe.com.do/2016/07/26/nueva-ley-transito-disminuiria-indice-accidentes

- GPS.gov: Space Segment. (2017). Gps.gov. Recuperado de http://www.gps.gov/systems/gps/space/

- *GIMP*. (2017). *GIMP*. Recuperado de https://www.gimp.org/

- Henderson, B. (2006). OBD-II Electronic Engine Management Systems (Haynes Repair Manuals) (3ra. ed.). Haynes Manuals N. America, Inc.

- Hunter, David S. 2012. eBook Geotagging: Linking Literature and Location. Vol. 14, Papers in Resource Analysis. 14pp. Saint Mary's University of Minnesota University Central Services Press. Winona, MN. Recuperado de http://www.gis.smumn.edu

- Informe sobre accidentes de tránsito, según la OMS. (2014). *Toyocosta*. Recuperado de http://www.toyocosta.com/blog/informe-sobre-accidentes-de-transito/

- Iniesto, M., Nuñez, A. (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales (1ra. ed., pp. 22-26). http://publicacionesoficiales.boe.es

- Information analytical centre of GLONASS and GPS controlling. (2017). Glonass-iac.ru. Recuperado de https://www.glonass-iac.ru/en/index.php

- Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). (2017) (1ra. ed., p. 8). Recuperado de https://www.ign.es/ign/resources/cartografiaEnsenanza/ideeEso/I-IDE/I-IDE/recursos/I-IDE.pdf

- James, M., & Walter, L. (2017). *Scrum Reference Card*. CollabNet, Inc. Recuperado de https://www.collab.net/sites/default/files/uploads/CollabNet_scrumreferencecard.pdf

- Joyanes Aguilar, L. (2012). Computación en la nube: Estrategias de cloud computing en las empresas (1ra. ed.). MARCOMBO, S.A.

- Karimi, H. (2013). Advanced location-based technologies and services (1ra. ed.). Boca Raton: Taylor & Francis.

- Kogan, E. (2015). ¿En qué país de América Latina mueren más personas en accidentes de tránsito? *El Diario*. Recuperado de

http://eldiariony.com/2015/10/21/pais-america-latina-mueren-mas-personas-accidentes-transito/

- Kurose, J. & Ross, K. (2013). Computer networking: a top-down approach (6ta. ed.). Amherst: PEARSON.

- La nube: oportunidades y retos para integrantes de la cadena de valor. (2012) (1ra. ed.). España. Recuperado de https://www.managementsolutions.com/sites/default/files/publicaciones/esp/La-nube.pdf

- McCord, K. (2011). Automotive diagnostic systems (1ra. ed.). Minnesota: CarTech Inc.

- *Manuals/ReleaseNotes/CentOS7 - CentOS Wiki*. (2017). *Wiki.centos.org*. Recuperado de https://wiki.centos.org/Manuals/ReleaseNotes/CentOS7#head-fff8f6a835097f88dd3c7b1fea51ac75669c68d3

- Montana Department of Transportation, (2013). Automatic Crash Notification Project: Assessing Montana's Motor Vehicle Crash and Related

Injury Data Infrastructure. Montana: Montana Department of Transportation.

- Negus, C., & Boronczyk, T. (2009). *CentOS* (1ra. ed.). Hoboken: Wiley [Imprint].

- Nijim, S., & Pagano, B. (2014). *APIs for Dummies* (1ra. ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

- Observatorio de Seguridad Ciudadana República Dominicana, (2016). *Boletín Estadístico Enero-Junio 2016*. República Dominicana. Recuperado de https://issuu.com/ministeriodeinteriorrd/docs/osc-ie-020-boletn-trimestre-2-2016

- Organización Mundial de la Salud, (2015). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015*. OMS. Recuperado de http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/Summary_GSRRS2015_SPA.pdf

- Organización Mundial de la Salud, (2016). Lesiones causadas por el tránsito. Recuperado de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/

- Palacio, J. (2014). *Gestión de proyectos Scrum Manager* (2da. ed.). Scrum Manager. Recuperado de http://www.scrummanager.net/files/sm_proyecto.pdf

- Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, (2015). *BOLETÍN INFORMATIVO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO*. República Dominicana: PUCMM. Recuperado de https://www.pucmm.edu.do/publicaciones/Documents/boletin-seguridad/3er%20Boletin%20Seguridad%20Industrial.pdf

- Purushothaman, J. (2015). *RESTful Java web services* (2da. ed.). Birmingham: Packt Publishing.

- Rafaels, R. (2015). Cloud computing: front beginning to end (1ra. ed.). CreateSpace Independent Publishing Platform.

- Rives Alba, P. (2013). *Manual de javascript* (1ra. ed.). Madrid: Editorial Cep, S L.

- Rouse, M. (2016). Recuperado de http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/integrated-development-environment

- Shiram, A. & Ramya, P. (2013). Automatic Accident Notification System using GPS & GSM with 3G Technology for Video Monitoring. International Journal Of Emerging Trends In Electrical And Electronics (IJETEE), 1(2), 11-13.

- Shoaib, M., Bosch, S., Incel, O., Scholten, H., & Havinga, P. (2014). Fusion of Smartphone Motion Sensors for Physical Activity Recognition. Sensors, 14(6), 10146-10176. http://dx.doi.org/10.3390/s140610146

- Skytel 2017, Assisted GPS. (1ra. ed.). Recuperado de https://www.skytel.com/products/Assisted_GPS.pdf

- *Spring*. (2013) (1ra. ed.). Recuperado de http://www.jtech.ua.es/j2ee/publico/spring-2012-13/wholesite.pdf

- Stowe, M. (2015). *Undisturbed REST* (1ra. ed.). San Francisco: MuleSoft.

- Studio, C. (2017). *Conoce Android Studio | Android Studio*. *Developer.android.com*. Recuperado de https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419

- Téllez García, I. (2013). *LoRAM: Location and Remote Assistance for Motocyclists*. Ciudad Real, España: UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA. Recuperado de http://arco.esi.uclm.es/public/pfc/israel.tellez.pdf

- *The Java EE 6 Tutorial*. (2013) (1ra. ed.). Redwood City. Recuperado de http://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/javaeetutorial6.pdf

- Valencia, I. (2015). ¿Qué sensores incorpora tu Smartphone? TuTecnoMundo. Recuperado de https://www.tutecnomundo.com/que-sensores-incorpora-tu-smartphone/

- Valldorf, J., Gessner, W. (2005). Advanced Microsystems for Automotive Applications. The Netherlands: Springer Science and Business Media.

- White, J., Thompson, C., Turner, H., Dougherty, B., & Schmidt, D. (2011). WreckWatch: Automatic Traffic Accident Detection and Notification with smartphones. Mobile Networks and Applications.

- *¿Cómo usarlo? - Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1*. (2017). *Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1*. Recuperado de https://911.gob.do/como-usarlo/

- *¿Qué es SCRUM?* (2017). *Proyectos Ágiles*. Recuperado de https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/

- ¿Qué es una IDE? - Presentación - Infraestructura de datos espaciales – IDE - Cartografía y SIG - mapama.es. (2017). Mapama.gob.es. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/presentacion/que-es-ide.aspx

GLOSARIO

A

Acelerómetro: tipo de sensor incorporado en los teléfonos para percibir los cambios en la orientación del teléfono con respecto al punto de vista del operador, utilizando para ello la fuerza de la gravedad y la física.

ACN (Automatic Crash Notification): sistemas de notificación de ocurrencias de accidentes de tránsito a los servicios de emergencia utilizando tecnología GPS y de comunicación celular.

ACRS (Air Cushion Restraint System): sistema de bolsa de aire integrados a los vehículos; se componen por sensores de choque, bolsas de aire, una unidad de monitoreo y diagnóstico, y luz indicadora.

API (Application Programming Interface): conjunto de funciones, reglas y especificaciones que se definen con la finalidad de generar una interfaz para el intercambio de información entre aplicaciones.

B

Barómetro: tipo de sensor utilizado para medir la presión ambiental del aire, con la finalidad de obtener datos que sirvan para determinar a qué altura sobre el nivel del mar se encuentra el dispositivo.

Backend: término utilizado para denotar al conjunto de tecnologías de un sistema en el lado de los servidores.

D

DTC (Diagnostic Trouble Code): son códigos que aluden a averías diagnosticadas en un vehículo.

E

ECT (Engine Coolant Temperature): tipo de sensor utilizado para determinar y medir la temperatura del refrigerante del motor.

F

Framework: conjunto estandarizado de prácticas y conceptos enfocados en una problemática y que proporcionan la base para la resolución de la misma y de problemas similares.

Firewall: dispositivo usado para brindar seguridad a las redes, se encarga de supervisar el tráfico de entrada y salida de la red para impedir bloquear aquellos que no se ajusten a las reglas de seguridad definidas.

Frontend: término utilizado para denotar a todas aquellas tecnologías utilizadas para la construcción de la parte frontal de los sistemas que es lo que los usuarios ven o con lo que pueden interactuar.

G

Giroscopio: tipo de sensor utilizado para mantener y controlar la posición del dispositivo, y detectar la rotación del teléfono en dirección diagonal.

GIS (Geographic Information System): sistema de datos capaz de capturar, almacenar, analizar y desplegar información geográficamente referenciada.

GML (Geographic Markup Language): lenguaje basado en XML utilizado para modelar, almacenar e intercambiar la información geográfica.

GPS (Global Positioning System): sistema de información que permite obtener la posición de cualquier objeto sobre el planeta.

GSM (Global System for Mobile Communications): estándar internacional de comunicaciones inalámbricas capaz de brindar servicios de voz y datos de alta calidad.

H

Hardware: cualquier parte física de una computadora o sistema informático.

I

IaaS (Infrastructure as a Service): modelo de negocio en computación en la nube donde la infraestructura tecnológica y las capacidades de almacenamiento y procesamiento se proporcionan como un servicio que puede ser adquirido.

Ionic: framework para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas.

IDE (Infraestructura de Datos Espaciales): conjunto de tecnologías, estándares y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica.

J

Java: lenguaje de programación orientado a objeto utilizado para el desarrollo de cualquier clase de sistema.

JavaScript: lenguaje de programación orientado a objetos e interpretado por los navegadores web utilizado para generar dinamismos en el contenido de las páginas web.

K

Kbps: kilobit por segundo, unidad de medida utilizada para calcular la velocidad de transferencia de información en una red.

Kernel: software que posibilita la interacción en hardware y software de un dispositivo electrónico.

L

LBSN (Location Based Social Network): framework para el desarrollo de aplicaciones basada en la geolocalización y que se integra fácilmente a las redes sociales

M

MEMS (Micro Electro Mechanical System): dispositivos en miniatura compuestos por elementos mecánicos y eléctricos cuya finalidad es detectar e informar las propiedades físicas de su entorno.

O

OBD (On Board Diagnostic): sistema de diagnóstico integrado en los vehículos.

P

PaaS (Platform as a Service): modelo de negocio en computación en la nube donde las herramientas de desarrollo de software se proporcionan como un servicio que puede ser adquirido.

R

RFID (Radio-Frequency Identification): mecanismo de comunicación inalámbrica que utiliza las frecuencias de radio para identificar y rastrear objetos.

ROI: siglas de Return on Investment o retorno de la inversión.

S

SaaS (Software as a Service): modelo de negocio en computación en la nube donde aplicaciones se ponen a disposición de los usuarios para ser utilizadas a través de internet.

Scrum: marco de gestión de proyectos para el desarrollo de productos incrementales.

Sensor: dispositivos electrónicos de tamaño reducido capaces de convertir una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) en una magnitud eléctrica.

Servidor Proxy: equipo instalado en una red informática para permitir que los usuarios se puedan conectar a servidores en una red distinta.

Smartphone: término utilizado para referirse a los teléfonos móviles con capacidades adicionales a las comunes de un teléfono cualquiera.

Sprint: período de corta duración que va de 1 a 4 semanas en los que se dividen los bloques de trabajo de Scrum para desarrollar cierto conjunto de funcionalidades del sistema.

Spring: framework de código abierto para el desarrollo de aplicaciones con Java.

SOAP (Simple Object Access Protocol): protocolo estándar de mensajería desarrollado en XML y que define cómo dos objetos pueden intercambiar información a través de la red.

Software: término utilizado para referirse a los programas de computadora.

T

TPMS (Tire Pressure Monitoring System): es un tipo de sensor que mide la presión de inflado de los neumáticos de un vehículo.

U

UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*): especificación que define un modo de publicar y recuperar información sobre los servicios web.

V

VPS (Virtual Private Server): tipo de servidor que se logra al particionar un servidor físico en múltiples servidores que pueden funcionar independientes uno del otro.

VSS (Vehicle Speed Sensor): sensor utilizado para conocer la velocidad de un vehículo a través de la medición de la velocidad de salida de la transmisión y la velocidad de la rueda.

W

Web service: se refiere a un conjunto de protocolos y estándares que permiten a las aplicaciones intercambiar información a través de la red.

Wi-Fi: tecnología que permite que varios equipos puedan conectarse a una red inalámbrica.

WFS (Web Features Services): servicios de características web, son interfaces de comunicación que permiten interactuar con servicios de mapas web, y que se utilizan para realizar consultas y búsquedas de datos vectoriales.

WMS (Web Map Services): servicios de mapas web, son servicios de producción de mapas a través de la red.

WSDL (Web Services Description Language): formato XML que permite la descripción de los servicios web como un conjunto de puntos de comunicación para el intercambio de mensajes.

X

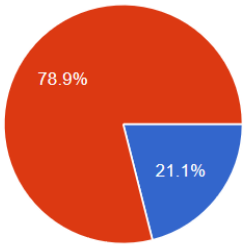
XML (eXtensible Markup Language): formato universal para la descripción de datos y documentos estructurados.

ANEXOS

Anexo A: Encuesta al ciudadano

Como parte del trabajo de investigación se realizó una encuesta a una población de 133 ciudadanos dominicanos residentes en la ciudad de Santo Domingo, titulada **"Encuesta sobre la necesidad de un sistema que disminuya la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito"** cuyos resultados son los siguientes:

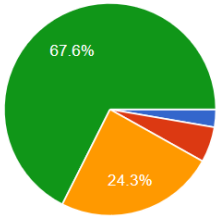
1-) ¿Has tenido algún tipo de accidente de tránsito después de instalado el 911? (Si tu repuesta es "No" ir a la pregunta 5)



Sí	**28**	21.1%
No	**105**	78.9%

(133 encuestados respondieron)

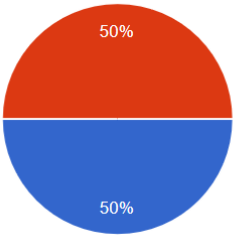
2-) ¿Qué nivel de gravedad le darías a ese accidente?



Muy grave, accidente catastrófico con perdida de vidas humanas.	**1**
Alto, daños importantes al vehículo, los ocupantes han recibido heridas considerables que requieren hospitalización.	**2**
Medio, los ocupantes han sufrido heridas leves, no han perdido el conocimiento.	**9**
Menor, solo ha supuesto daños al vehículo, los ocupantes no sufrieron heridas.	**25**

(37 encuestados respondieron)

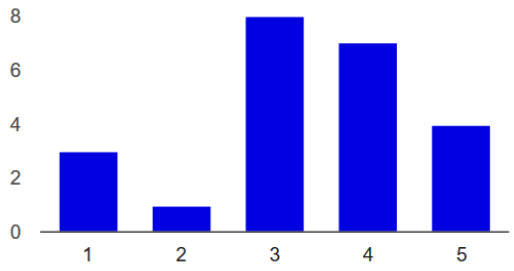
3-) ¿Luego del accidente tu o un acompañante estaban en condiciones para llamar al 911 y pedir asistencia? (Si tu repuesta es "No" ir a la pregunta 5)



Sí	**17**	50%
No	**17**	50%

(34 encuestados respondieron)

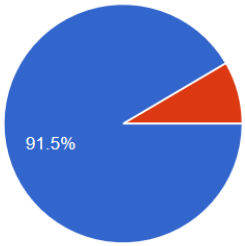
4-) ¿Como calificarias el servicio de emergencia desde el momento en que reportaste el accidente hasta el momento que recibiste la asistencia?



Pesimo: 1	**3**	13%
2	**1**	4.3%
3	**8**	34.8%
4	**7**	30.4%
Eficiente: 5	**4**	17.4%

(23 encuestados respondieron)

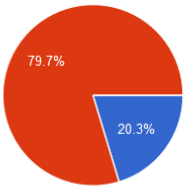
5-) Le gustaría contar con un sistema instalado en su vehículo que se encargue de notificar al 911 y su aseguradora cuando usted tenga un accidente sin que usted deba preocuparse por ello. (Si tu respuesta es "No" ir a la pregunta 9)



Sí	**119**	90.8%
No	**11**	8.4%

(131 encuestados respondieron)

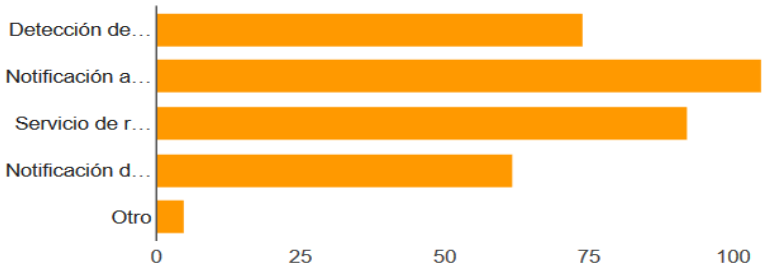
6-) ¿Como preferiría que el sistema notifique la ocurrencia del accidente?



El vehículo se comunica con el celular del conductor u otro ocupante y es el celular quien notifica a los servicios de emergencia.	**25**	20.3%
El vehículo es quien notifica a los organismos de emergencia. Se debe instalar un dispositivo GSM en el vehículo.	**98**	79.7%
Otro	**0**	0%

(123 encuestados respondieron)

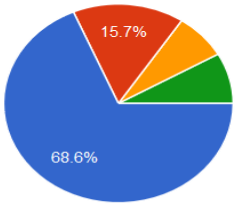
7-) ¿Cuáles de las siguientes características le gustaría que el sistema contara?



Detección de choque	**74**	60.2%
Notificación automatica de accidentes a los servicios de emergencia	**105**	85.4%
Servicio de rastreo por GPS	**92**	74.8%
Notificación del estado del vehículo (bateria, temperatura, gomas, etc.)	**62**	50.4%
Otro	**5**	4.1%

(123 encuestados respondieron)

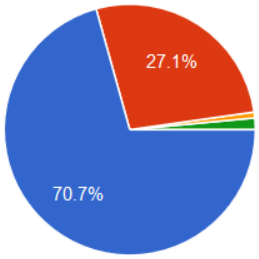
8-) ¿Cuanto estaría dispuesto a pagar mensualmente para adquirir este servicio?



RD$600 a RD$1,000	**83**	68.6%
RD$1,100 a RD$1,500	**19**	15.7%
RD$1,600 a RD$2,000	**9**	7.4%
RD$2,100 a RD$2,500	**10**	8.3%
Más de RD$2,500	**0**	0%

(121 encuestados respondieron)

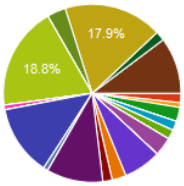
9-) ¿Qué sistema operativo opera en tu teléfono inteligente?



Android	**94**	70.7%
Iphone	**36**	27.1%
Windows Phone	**1**	0.8%
Otro	**2**	1.5%

(133 encuestados respondieron)

10-) ¿Cuál es la compañia que le provee el servicio de seguro a tu vehículo?



Amigos Compañia de Seguros, S.A.	0	0%
Angloamericada de Seguros, S. A.	2	1.7%
Aseguradora Agropecuaria Dominicana, S.A.	1	0.9%
Atlántica Seguros, S.A.	3	2.6%
Atrio Seguros, S.A.	0	0%
Autoseguro, S.A.	2	1.7%
BMI Compañia de Seguros, S.A.	0	0%
Banesco Seguros, S.A.	2	1.7%
Bupa Dominicana, S.A.	0	0%
Cuna Mutual Insurance Society Dominicana, S.A.	0	0%
Compañia Dominicana de Seguros, S.A.	4	3.4%
Compañia de Seguros APS, S.R.L.	0	0%
Confederacion del Canada Dominicana, S.A.	0	0%
Cooperativa Nacional de Seguros, S.A. (COOPSEGUROS)	8	6.8%
General de Seguros, S.A.	3	2.6%
Humano Seguros, S.A.	2	1.7%
La Colonial, S.A.	12	10.3%
La Comercial de Seguros, S.A.	0	0%
La Monumental de Seguros, S.A.	1	0.9%
MAPFRE-BHD Seguros, S.A.	15	12.8%
Multiseguros Mehr, S.A.	0	0%
Reaseguradora Santo Domingo, S.A.	0	0%
REHSA Compañia de Seguros y Reaseguros, S.A.	0	0%
Scotia Seguros, S.A.	1	0.9%
Seguros Ademi, S.A.	0	0%
Seguros Banreservas, S.A.	22	18.8%
Seguros La Intercontinental, S.A.	0	0%
Seguros Patria, S.A.	4	3.4%
Seguros Pepín, S.A.	21	17.9%
Seguros Sura, S.A.	2	1.7%
Seguros Universal, S.A.	12	10.3%
Worldwide Compañia de Seguros, S.A.	0	0%

(177 encuestados respondieron)

Anexo B: Análisis financiero pre y post implementación de RescueMe

Este análisis financiero pretende mostrar los estados de resultados de la empresa RescueMe, así como los costos de desarrollo e implementación de la aplicación. Bajo el considerado de ingresos estimados en la cantidad de vehículos (automóviles y jeep) que hay registrados en la Dirección General de Impuestos Internos, los cuales adquirieron el servicio basado en los porcentajes y resultados de la encuesta realizada por nosotros.

Costos de desarrollo e implementación de aplicación RescueMe

El desarrollo de la aplicación se llevará a cabo en un tiempo estimado de 6 meses, por lo que los costos estimados de implementación se basan en dicho tiempo. Se han tomado los salarios competitivos actuales del mercado laboral dominicano. Los precios del software y hardware fueron tomados en moneda norteamericana (dólares) a una tasa actual de **RD$47.25** de acuerdo a informe del Banco Central de la República Dominicana.

Los espacios de oficina serán rentados por el período mencionado, así como los servicios de computación en la nube, lo que permitirá reducir los costos de desarrollo e implementación.

Algunos de los recursos humanos no se necesitan durante todo el proyecto, por lo que podrían estar siendo convocados al principio, mediano o final del período del proyecto.

Costo de Proyecto						
Tipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Sub-total	Tiempo (Mes)	Total
Hardware	Laptop Dell 15.6" (6th Gen Intel Quad-Core i5-6300HQ, 8GB DDR3, 256GB SSD, Nvidia GeForce GTX 960M, Windows 10)	3	RD$42,300.00	RD$126,900.00		RD$ 126,900.00
Sub-Total						**RD$ 126,900.00**
Software	Base de Datos Oracle Edición Empresarial	1	RD$ 9,823.00	RD$ 9,823.00		RD$ 9,823.00
	Licencia Windows Empresarial	3	RD$ 587.50	RD$ 1,762.50	6	RD$ 10,575.00
	Costo Licencia Apple para Desarrolladores	1	RD$ 4,653.00	RD$ 4,653.00		RD$ 4,653.00
	Costo Licencia Android para Desarrolladores	1	RD$ 1,175.00	RD$ 1,175.00		RD$ 1,175.00
	Costo Licencia Windows para Desarrolladores	1	RD$ 893.00	RD$ 893.00		RD$ 893.00
	Costo Licencia uso API Google Maps	1	RD$ 1,410.00	RD$ 1,410.00	1	RD$ 1,410.00
	Costo Licencia IntelliJ Idea para Desarrolladores	1	RD$18,800.00	RD$ 18,800.00		RD$ 18,800.00
Sub-Total						**RD$ 47,329.00**
Personal	Desarrollador Web / Móvil	3	RD$48,567.00	RD$145,701.00	6	RD$ 874,206.00
	Ingenierio Mecatrónico	1	RD$15,040.00	RD$ 15,040.00	3	RD$ 45,120.00
	Analista Jr de Sistema	1	RD$25,000.00	RD$ 25,000.00	6	RD$ 150,000.00
	Database Administrator (Oracle)	1	RD$43,456.00	RD$ 43,456.00	1	RD$ 43,456.00
Sub-Total						**RD$1,112,782.00**
Infraestructura	Espacio Oficina Rentada Freeworking.do	3	RD$ 5,000.00	RD$ 15,000.00	6	RD$ 90,000.00
	Servidores Web (6 Nucleos, 12 GB RAM, 192 GB Hard Drive, 40Gbps / 1 Gbps)	1	RD$ 3,760.00	RD$ 3,760.00	2	RD$ 7,520.00
Sub-Total						**RD$ 97,520.00**
Total General						RD$1,384,531.00

Tabla 3:13 Costos implementación y desarrollo aplicación RescueMe

Fuente: propia

- **Caso de negocio 1**

Al presentar un análisis de costo de los gastos que representaría el desarrollo de este proyecto, es necesario mostrar los ingresos estimados de la misma.

Plan	Costo
Silver	RD$1,000.00
Gold	RD$1,500.00
Platinum	RD$2,000.00

Tabla 3:14 Precios propuestos para los planes que serán ofertados a los clientes

Fuente: propia

Se plantea presentar a los usuarios diferentes planes de servicios, los cuales oscilan entre los **RD$1,000 y RD$2,000** (ver tabla 4.2). En la encuesta realizada a un grupo de personas de clase media y media alta, se obtuvieron los siguientes resultados:

"El 90.8% de las personas encuestadas le gustaría contar con un sistema instalado en su vehículo que se encargue de notificar al 911 la ocurrencia de un accidente de tránsito, sin que el usuario tenga que preocuparse por esto. Un 68.6% está dispuesto a pagar la suma de RD$600.00 a RD$1,000.00, mientras que un 15.7% un monto de RD$1,100.00 a RD$1,500.00 y un 8% RD$2,100.00 a RD$2,500.00"

Según la Dirección General de Impuestos Internos existen en República Dominicana para el 2016 una cantidad de 1,203,176 en automóviles y jeeps, de los cuales se estima que 24,064 (2%) obtendrán la aplicación RescueMe. Por lo que se obtendría un ingreso total de **RD$26,169,078.00** mensuales (ver tabla 4.3).

%	Cantidad	Plan	Costo Plan	Total
69%	16,508	Silver	RD$1,000.00	RD$ 16,507,574.72
16%	3,778	Gold	RD$1,500.00	RD$ 5,666,958.96
8%	1,997	Platinum	RD$2,000.00	RD$ 3,994,544.32
				RD$ 26,169,078.00

Tabla 3:15 Ingresos estimados por aplicación RescueMe

Fuente: propia

Se estima que una vez el proyecto entre en una fase de operación erogaría los siguientes gastos como una partida inicial para la estructuración de la empresa y la prestación de los servicios al cliente (ver tabla 4.4).

Gastos Estimados Mensuales						
Tipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario		Precio Total	
Software	Base de Datos Oracle Edición Empresarial	1	RD$	9,823.00	RD$	9,823.00
	Licencia Windows Empresarial	15	RD$	587.50	RD$	8,812.50
	Costo Licencia Apple para Desarrolladores	1	RD$	4,653.00	RD$	4,653.00
	Costo Licencia Android para Desarrolladores	1	RD$	1,175.00	RD$	1,175.00
	Costo Licencia Windows para Desarrolladores	1	RD$	893.00	RD$	893.00
	Costo Licencia uso API Google Mapas	1	RD$	11,985.00	RD$	11,985.00
	Costo Licencia IntelliJ Idea para Desarrolladores	2	RD$	1,566.67	RD$	3,133.33
Sub-Total					**RD$**	**40,474.83**
Personal	Desarrollador Web / Móvil	2	RD$	48,567.00	RD$	97,134.00
	Ingeniero Mecatrónico	1	RD$	15,040.00	RD$	15,040.00
	Administrador de Base de Datos	1	RD$	43,456.00	RD$	43,456.00
	Soporte Instalador	2	RD$	18,566.00	RD$	37,132.00
	Asistente Administrativa	1	RD$	16,545.00	RD$	16,545.00
	Director Administrativo	1	RD$	86,456.00	RD$	86,456.00
	Gerente Servicios	1	RD$	65,007.00	RD$	65,007.00
	Analista QA	1	RD$	45,675.00	RD$	45,675.00
	Soporte Técnico	5	RD$	16,540.00	RD$	82,700.00
	Administrador de Data Center	1	RD$	54,789.00	RD$	54,789.00
	Gerente Técnico	1	RD$	87,654.00	RD$	87,654.00
	Impuestos Empleados	1	RD$	221,055.80	RD$	221,055.80
Sub-Total					**RD$**	**852,643.80**
Infraestructura	Alquiler Local Oficina	1	RD$	50,000.00	RD$	50,000.00
	Electricidad	1	RD$	18,000.00	RD$	18,000.00
	Telecomunicaciones	1	RD$	15,000.00	RD$	15,000.00
	Agua y Basura	1	RD$	3,500.00	RD$	3,500.00
	CCTV y Alarma	1	RD$	2,000.00	RD$	2,000.00
	Servidores Web (6 Núcleos, 12 GB RAM, 192 GB Hard Drive, 40Gbps / 1 Gbps)	2	RD$	3,760.00	RD$	7,520.00
Sub-Total					**RD$**	**96,020.00**
Misceláneos	Gastos de Publicidad	1	RD$	80,000.00	RD$	80,000.00
	Costo Sensores	3000	RD$	5,000.00	RD$	15,000,000.00
	Gastos de Imprevistos	1	RD$	100,000.00	RD$	100,000.00
	Impuestos Gobierno	1	RD$	450,000.00	RD$	450,000.00
Sub-Total					**RD$**	**15,630,000.00**
Total General						**16,619,138.63**

Tabla 3:16 Costos estimados mensuales compañía Rescue Me (caso negocio 1)

Fuente: propia

Al final se obtendrá una ganancia mensual neta en el primer año aproximada de **RD$9,549,939.37**, proyectando una ganancia anual de **RD$114,599,272.40 el primer año**. La aceptación del mercado, así como el crecimiento del producto ofrecido proyectará el personal y la capacidad tecnológica requerida para los años siguientes.

- **<u>Caso de negocio 2</u>**

En otro enfoque de negocio, se plantea vender el producto a las aseguradoras para que puedan tener un control de los accidentes de tránsito en los que se ven envueltos los asegurados. Planteando el costo evitado en pagos de arreglos de vehículos por la acumulación de choques por parte del usuario, se presenta el siguiente caso bajo el considerando que el asegurado tiene un deducible por evento de RD$3,500.00.

En la eventualidad de un primer choque con costos aproximados de arreglo de RD$7,000.00 mientras que, si ocurre un segundo choque acumulado al primero de aproximadamente el mismo monto, tendríamos un total de RD$14,000.00. La aseguradora deberá pagar un total de RD$10,500.00 mientras que el asegurado cubrirá su deducible RD$3,500.

En la notificación inmediata por parte de la aplicación en la eventualidad de un primer choque con costos aproximados de arreglo de RD$7,000.00 la aseguradora debería de pagar RD$3,500 (deducible de RD$3,500.00). En la ocurrencia de un segundo choque con costos similares también serán los mismos, por lo que aseguradora pagaría un total de RD$7,000.00, representando esto un costo evitado de RD$3,500.00 para la compañía por este caso.

Si utilizamos este monto como media de costo evitado por la aseguradora se obtendrán los resultados presentados en la tabla 4.5.

Clientes	Costo evitado	Costo evitado RD$	Costo evitado US$	Beneficio empresa
50,000	3,500.00	175,000,000.00	3,723,404.26	3,500,000.00

Tabla 3:17 Desglose de los costos evitados a las aseguradoras por la implementación de RescueMe

Fuente: propia

El proyecto RescueMe recibirá un 2% mensual del costo evitado a las aseguradoras, por lo que recibirá un estimado de **RD$3,500,000.00.**

Se estima que una vez el proyecto entre en una fase de operación erogaría los siguientes gastos como una partida inicial para la estructuración de la empresa y la prestación de los servicios al cliente (ver tabla 4.6).

Gastos Estimados Mensuales						
Tipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario		Precio Total	
Software	Base de Datos Oracle Edición Empresarial	1	RD$	9,823.00	RD$	9,823.00
	Licencia Windows Empresarial	14	RD$	587.50	RD$	8,225.00
	Costo Licencia Apple para Desarrolladores	1	RD$	4,653.00	RD$	4,653.00
	Costo Licencia Android para Desarrolladores	1	RD$	1,175.00	RD$	1,175.00
	Costo Licencia Windows para Desarrolladores	1	RD$	893.00	RD$	893.00
	Costo Licencia IntelliJ Idea para Desarrolladores	2	RD$	1,566.67	RD$	3,133.33
Sub-Total					**RD$**	**27,902.33**
Personal	Desarrollador Web / Móvil	2	RD$	48,567.00	RD$	97,134.00
	Ingenierio Mecatrónico	1	RD$	15,040.00	RD$	15,040.00
	Database Administrator (Oracle)	1	RD$	43,456.00	RD$	43,456.00
	Asistente Administrativa	1	RD$	16,545.00	RD$	16,545.00
	Gerente Servicios	1	RD$	96,756.00	RD$	96,756.00
	Analista QA	1	RD$	45,675.00	RD$	45,675.00
	Administrador de Data Center	1	RD$	54,789.00	RD$	54,789.00
	Soporte Técnico	5	RD$	16,540.00	RD$	82,700.00
	Gerente Técnico	1	RD$	87,654.00	RD$	87,654.00
	Impuestos Empleados	1	RD$	134,937.25	RD$	134,937.25
Sub-Total					**RD$**	**674,686.25**
Infraestructura	Alquiler Local Oficina	1	RD$	50,000.00	RD$	50,000.00
	Electricidad	1	RD$	18,000.00	RD$	18,000.00
	Telecomunicaciones	1	RD$	15,000.00	RD$	15,000.00
	Agua y Basura	1	RD$	3,500.00	RD$	3,500.00
	CCTV y Alarma	1	RD$	2,000.00	RD$	2,000.00
	Servidores Web (6 Nucleos, 12 GB RAM, 192 GB Hard Drive, 40Gbps / 1 Gbps)	2	RD$	3,760.00	RD$	7,520.00
Sub-Total					**RD$**	**96,020.00**
Misceláneos	Gastos de Publicidad	1	RD$	80,000.00	RD$	80,000.00
	Gastos de Imprevistos	1	RD$	100,000.00	RD$	100,000.00
	Impuestos Gobierno	1	RD$	450,000.00	RD$	450,000.00
Sub-Total					**RD$**	**630,000.00**
Total General						**1,403,839.58**

Tabla 3:18 Gastos estimados mensuales compañía Rescue Me (caso negocio 2)

Fuente: propia

Al final se obtendrá una ganancia mensual neta en el primer año aproximada de RD$2,096,160.42, proyectando una ganancia anual de RD$25,153,925.00 el primer año. La aceptación del mercado, así como el crecimiento del producto ofrecido proyectará el personal y la capacidad tecnológica requerida para los años siguientes.

Comparación entre los casos de negocio

Tomando como referencias las ganancias representadas en los casos de negocio 1 y 2. Se proyectó dicha ganancia anual a un periodo de 5 años, mostrando los esquemas de crecimiento.

En el caso no. 1 se estima una ganancia anual de **RD$314,028,936.00,** tomando como base un 2% de la cantidad de automóviles y jeep que hay registrados en el país. Se considera que el crecimiento de dichos vehículos es de un 6.4% (ver tabla 1.2).

Mientras que en el caso no. 2 se estima una ganancia anual de **RD$25,153,925.00,** tomando como base 50,000 cliente de una sola aseguradora. Estaremos incorporando como plan estratégico la incursión de 3 aseguradoras cada año los que nos proyecta al 5to año a contar con 13 aseguradoras.

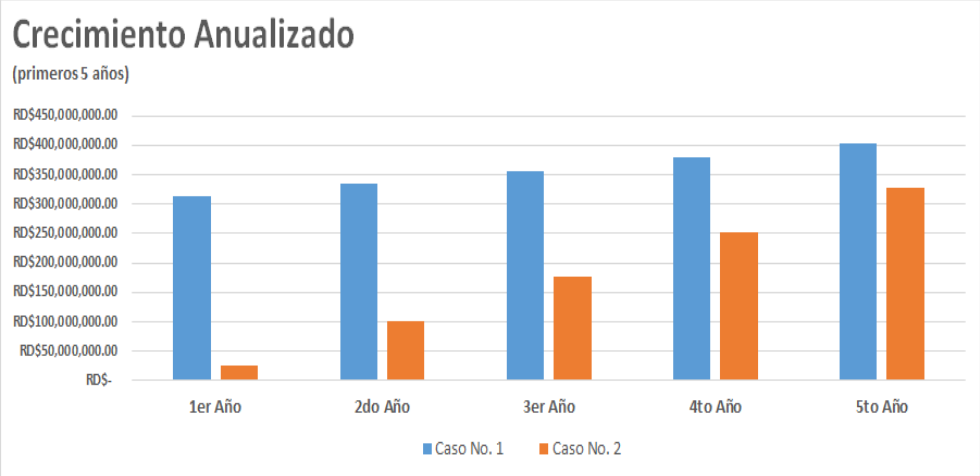


Tabla 3:19 Comparación casos de negocios proyectados a 5 años

Fuente: propia