

# Comportamiento de conductores usando un asistente vial en aplicación móvil

Mónica Flores Marín / Marcelo Triana Cordero

## Resumen

Este documento tiene el propósito de exponer la tecnología de asistencia como una herramienta que mejora la calidad de vida, ayudando a los usuarios en cualquier tarea de interacción con su entorno; en este estudio se relaciona la tecnología con la información del tráfico de vehículos en tiempo real, con los servicios de localización y con dispositivos móviles. Por lo tanto, se desarrolló una aplicación en Android para mejorar la experiencia de conducción notificando los incidentes viales, los límites de velocidad y la señalética; se registran además datos de velocidad y posición. Con la herramienta en mención y siguiendo la metodología de observación sistemática, se plantean recorridos con y sin notificaciones para ser comparados; se concluye que el asistente cambió la percepción de las señales, redujo los excesos de velocidad y la variación en la velocidad promedio fue muy baja para ser considerada.

## Palabras clave:

*Asistente vial, información tiempo real, localización, dispositivos móviles.*

## Abstract

This paper has the purpose of expounding assistance technology, which is any tool that improves the general well-being of individuals and helps users in any task of interacting with their environment; this study relates real time traffic information, with location services and mobile devices in order to develop an Android application to improve driving experience; traffic incidents, speed limits and road signs are reported while speed and GPS coordinates are logged. Using this tool and systematic observation methodology, trips are planned for comparison with and without notifications. The conclusion is that the assistant changed the perception of signs, reduced speed limit infractions and the average speed variation was too low to be considered.

## Keywords:

*Road assistant, real time information, location, mobile devices.*

## Introducción

Según la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (ANT) agrupa los siniestros en veintidos posibles causas, donde la más recurrente es la impericia e imprudencia del conductor; al mismo tiempo la distracción de los conductores voluntaria, o involuntaria afecta en la seguridad vial y puede llegar a causar accidentes que se pueden prevenir respetando las señales de tránsito. Los accidentes de tránsito por no respetar las señales ocupan el segundo lugar de los siniestros, registrado de enero a agosto del 2014 con un porcentaje de 14.72%, lo que representa 3.854 accidentes de un total de 26.184. En julio del 2014 se reportaron 3.502 siniestros y en agosto esa cifra se redujo a 2.840; pero en este mes la falta de respeto de las señales de tránsito fue la principal causa con 779 registros superando a la impericia e imprudencia del conductor que tuvo 663 registros (ANT - Siniestros, 2014).

Para reducir la cantidad de accidentes, las instituciones que regulan el tránsito desarrollan campañas que buscan promover, dar a conocer las leyes y persuadir a los conductores de cambiar su comportamiento frente al volante; con el fin de reducir las infracciones y mejorar la seguridad de la comunidad (Hoekstra & Wegman, 2011). Las distracciones al conducir sin distinción de edad, reducen la seguridad por la falta de atención a las señales y afectan el flujo del tráfico por la reducción de la velocidad al momento de la distracción (Stavrinos y otros, 2013). En el 2014, el director ejecutivo de la CTE, indicó que la institución inició la campaña "Mira Al Frente" con la intención de reducir accidentes usando señales de tránsito instaladas en Guayaquil y Samborondón con el mensaje "Por tu vida mira al frente" (Comisión de Tránsito del Ecuador, 2014; Ecuavisa, 2014), dicha campaña no ha publicado resultados todavía.

Los principios de la tecnología asistiva han dado como resultado el desarrollo de varias aplicaciones que ayudan a los usuarios en distintos campos de acción, una de esas

áreas es el apoyo a los conductores en sus recorridos con información y navegación como Waze para el público en general (Waze, 2015). Debido a las necesidades del presente estudio, en este documento se usa como herramienta de medición una aplicación de desarrollo propio para registrar cómo afectaría a los conductores el uso de un asistente que utiliza localización e información en tiempo real. El diseño de esta solución busca mejorar el comportamiento, la seguridad y la experiencia de los conductores al usar sus vehículos en las calles; la información que se muestra es generada por los usuarios que registran datos y se puede consultar en tiempo real para que puedan mejorar la decisión de ruta a tomar, gracias a la posibilidad de consultar el tráfico e incidentes viales.

Con la herramienta en mención se tendrían las siguientes posibilidades de notificaciones por exceso de velocidad: alertas al acercarse a señales de tránsito, registro de posición y registros de velocidad de los distintos recorridos, para poder obtener muestras de los comportamientos y comparar resultados. El objetivo de este estudio es el de identificar y presentar los beneficios que nos brinda el uso de los asistentes viales, en los estilos de conducción, respeto de señalética e información del tráfico cercano.

## Revisión de la literatura

### Tecnología asistiva y asistentes viales

La tecnología asistiva (AT, Assistive Technology), surgió para complementar los cambios en el entorno y ayudar a personas con cualquier limitación en el cumplimiento de distintas tareas, eliminando la dependencia de terceros en sus actividades (Mann, Ottenbacher, Fraas, Tomita, & Granger, 1999); esta se dedica a encontrar soluciones para ayudar al desarrollo y superación de distintas limitaciones; facilitando el cumplimiento de varias actividades, o permitiendo realizar tareas que de otra manera no se podrían cumplir (Turner-Smith & Devlin, 2005). Para que la tecnología asistiva sea

eficiente, además de cubrir todas las necesidades de cada caso; se debe desarrollar considerando quién la va a usar, el ambiente en el que se va a usar y hacer las adaptaciones correspondientes, de ser necesario (Edyburn, 2006).

Usando el principio de la tecnología asistiva y para mejorar la experiencia de conducción, surgió el desarrollo de Sistemas Avanzados de Información de Viaje (ATIS, Advanced Traveler Information Systems). Se refiere a sistemas que integran distintas tecnologías, con el fin de ayudar a reducir tiempos y costos de viajes; usando GPS y medios de comunicación, como la señal celular para proveer información relevante antes y durante el transporte de los usuarios, especialmente para los casos de congestión no recurrentes (Huang & Li, 2007). Para el desarrollo de estos asistentes, se promueve el uso de la comunicación inalámbrica, de un vehículo con el entorno que le rodea en un protocolo llamado de Vehículo a entidad (V2X, Vehicle to Entity) y permite a los conductores una experiencia más segura al poder ser notificado de los eventos que lo rodean; pero para poder ser implementado se requiere la inclusión de sensores y medios de comunicación que sean precisos, en cuanto a ubicación y a la información que comparten con el entorno, así un vehículo en movimiento podría recibir información de las avenidas que están en reparación, intersecciones, carriles más libres, o estado de los vehículos que lo rodean, como el uso de frenos o velocidad (Williams, Alves, Lachapelle, & Basnayake, 2012).

### Información en tiempo real

La necesidad de información personalizada al momento de conducir depende de varios factores y condiciones; en los casos donde el flujo de tráfico es normal, incluso en los embotellamientos recurrentes la necesidad de información es básica y en casos donde el tráfico no es recurrente la necesidad del tiempo de llegada se convierte en la prioridad. Los conductores consideran

que es importante que la información en tiempo real esté integrada en los sistemas de navegación, para mejorar la planificación de rutas y la diversidad de información que se presenta; en cuanto a la presentación de información se necesita que sea en sectores, tanto en las congestiones recurrentes, como no recurrentes y deben ser personalizables (Zhang & Gao, 2012). En el año 2010 se realizó un estudio en Taiwán para medir el interés en Información personalizada de tráfico en tiempo real (CRTTI, Customized real-time traffic information), realizando encuestas a conductores de autopistas y se identificó que los usuarios no consideran necesaria la información en tiempo real cuando el flujo de tráfico es normal, la necesidad aparece cuando existen anomalías, especialmente las que son no recurrentes y a mayor incertidumbre, más grande es la necesidad (Rong-Chang & Ke-Hong, 2013).

### Sistemas de posicionamiento y comunicación celular

Todos estos sistemas de navegación, existen gracias al Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System); este fue creado en 1970 por el Departamento de Defensa de Estados Unidos como un sistema de navegación para uso militar (El-Rabbany, 2002); dejó de ser exclusivamente militar después de 1983, cuando se derribó a una avioneta por volar en un área no permitida, desde ahí se vio la necesidad para el público de un dispositivo que permita ver la ubicación actual, hoy estos dispositivos son muy usados en vehículos para poder transitar por áreas desconocidas y por las mejores vías disponibles (Manoharan, 2009). Con la constante integración de dispositivos de localización empezó el crecimiento de los Servicios Basados en Localización (LBS, Location Based Services), que son servicios que utilizan coordenadas para referenciar información de seguridad, marketing, navegación y más; con el fin de mejorar la experiencia de los usuarios finales se combinó el GPS con otras tecnologías, una

de estas combinaciones que ya está disponible para el consumo masivo es el GPS Asistido (AGPS, Assisted GPS) que utiliza información de las antenas celulares e internet para calcular la posición del dispositivo más rápido (Schmida, y otros, 2005).

El GPRS (General Packet Radio System, servicio general de paquetes vía radio) usado por operadoras móviles para ofrecer conexiones de datos e internet, también se ha combinado con el GPS para desarrollar dispositivos de rastreo usando las redes celulares ya existentes; usando estos dispositivos un objeto puede enviar su posición cada cierto tiempo, permitiendo el desarrollo de sistemas de transporte inteligentes, sistemas de rastreo para vehículos robados y posicionamiento de paquetes y otros servicios útiles de logística (Chadil, Russameesawang, & Keeratiwintakorn, 2008). Tener dispositivos reportando su ubicación permanentemente ayuda a los sistemas de navegación que están disponibles para el público; el mayor impacto se ve en la planificación y decisión de rutas, teniendo una visión global del estado de las rutas disponibles se puede decidir la vía más corta, más rápida y con menos tráfico; así como la posibilidad de encontrar desvíos eficientes antes de llegar a algún embotellamiento (Papinski, Scott, & Doherty, 2009).

Los primeros registros de rutas usando GPS empezaron a finales de 1990 por Murakami and Wagner, ellos realizaron un estudio a 100 hogares guardando los tiempos de viaje en sus vehículos, basándose en información obtenida de dispositivos GPS, al principio las pruebas eran con dispositivos instalados en los vehículos; con el desarrollo de estos dispositivos se empezó a usar en dispositivos más pequeños y con mejor manejo de energía (Moiseeva & Timmermans, 2010). Por parte de los usuarios una de las principales preocupaciones al usar servicios basados en localización es la privacidad, porque a pesar de todas las ventajas que tiene que usar estos dispositivos, la

información que contienen es muy sensible y alguien mal intencionado podría llegar a obtener acceso a ella, o crear aplicaciones maliciosas que registran las ubicaciones de sus usuarios sin notificarlos (Iqbal & Lim, 2010). Razón por la cual es importante presentar un documento donde se sustente el por qué del almacenamiento de esa información y resaltar los términos y condiciones del uso de los servicios (Chen, 2011).

### **Plataforma Android**

Por otro lado Android es una plataforma abierta de teléfonos inteligentes desarrollada y mantenida por Google; es muy popular a nivel mundial, por la variedad de fabricantes que lo instalan en sus dispositivos, sus capacidades multimedia, la posibilidad de usar múltiples aplicaciones al mismo tiempo y sobre todo las funciones y características que están integradas en el sistema operativo, como la localización, misma que se utilizará en este estudio (Burnette, 2008). Android empezó a estar disponible para el público en Estados Unidos en octubre 22 del 2008, desde ese día ha ido evolucionando y agregando nuevas funciones en cada actualización (Verge Staff, 2011). En la actualidad, es la plataforma móvil más usada en el mundo; cuenta con cientos de millones de dispositivos funcionando y un crecimiento de más de un millón de activaciones diarias, además de su expansión hacia otros tipos de dispositivos como tabletas y relojes (Android Developers, 2014)

### **Metodología**

Para este estudio se utilizó la metodología de observación sistemática; esta considera los fenómenos tal como son presentados sin alterarlos y se ejecuta en un ambiente controlado en reiteradas ocasiones. El estudio se realizó a un grupo pequeño de observados, con los que se definirá lo que se va a analizar y los datos a ser recogidos; así como las herramientas que los registrarán (García, Martínez, & Pilar, 2008), se compone de trece personas ya que

en la observación sistemática la cantidad de la muestra puede ser aleatoria, pero lo trascendental son las características comunes de los individuos, como en este caso, es ser mayor de 18 años y tener licencia de conducir vehículos livianos. Para obtener datos del comportamiento de los conductores en un recorrido determinado, se realizarán pruebas de campo que se harán respetando la señalética establecida por la ANT y en horarios con tráfico reducido, con el fin de que embotellamientos, accidentes y cambios climáticos no alteren como se ejecutan las pruebas, los datos registrados permitirán comparar el comportamiento hacia las normas viales.

Para las pruebas los usuarios usarán una aplicación de desarrollo propio con la que recorrerán dos rutas, una con alertas auditivas provistas por ATIS y la segunda sin alertas; ambos recorridos serán registrados para su revisión; a partir de los datos se podrá revisar si existe un encuentro entre los observados, basándose en la información provista por ATIS. Los datos son obtenidos por ATIS y por el observador para ser almacenados en un servidor de datos, la información se registrará sin intervención del usuario y se analizará si existen cambios en el comportamiento de los conductores con respecto a las señales al ser notificados de manera auditiva.

En el primer recorrido ATIS funcionará con todas las alertas activadas, reportará cuando el conductor se esté aproximando a semáforos, zona escolar y de los debidos límites de velocidad; durante ese tiempo el observador registrará si el conductor redujo, si la alerta auditiva afectó en la velocidad del vehículo. En el segundo recorrido ATIS seguirá funcionando, pero no emitirá sonidos de ningún tipo. En ambas rutas se registrará cada treinta segundos la velocidad y posición del vehículo y el respeto de las leyes de tránsito siempre estará sujeto al criterio del conductor.

Con los datos se buscará similitudes en el comportamiento de los conductores para poder identificar, si el uso de un asistente vial afecta al respeto de las señales de tránsito de reglamentación y de prevención definidas por ANT, los usuarios serán los observadores y se revisará similitudes en el comportamiento de los mismos en distintas situaciones. A partir de los datos registrados se usará la hipótesis nula y el análisis del valor de  $p$  para revisar si existen cambios realmente válidos, para afirmar que existe una diferencia al conducir con las notificaciones; la aplicación, la hipótesis nula empieza afirmando que no existe diferencia entre los promedios que se quieran comparar y es expresada como (Baston & John, 2015). En caso de existir diferencia entre los promedios, se debe hacer las validaciones correspondientes para verificar que la diferencia existente está fuera del margen de error; es decir que es lo suficientemente relevante como para afirmar que la segunda hipótesis es válida. Para este proceso se obtiene el valor de  $z$  y posteriormente se revisa el valor correspondiente a  $p$  en la tabla estándar de  $z$  en distribución normal; si  $p$  es menor a 0.05 que es el valor de significancia, la hipótesis nula se rechaza; caso contrario se acepta (Instituto Tecnológico de Chihuahua, 2015). La ecuación para encontrar  $z$  se la puede ver en la Figura 1.

**Figura 1.**  
Ecuación de valor  $z$  para hipótesis nula.

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - H_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

$H_0$  representa a la hipótesis nula.

$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$  representa  $H_a$  en la diferencia de promedios.

$\sigma$  representa a las respectivas desviaciones estándar.

$n$  representa el número de pruebas.

Fuente: Instituto Tecnológico Chihuahua.

### Participantes

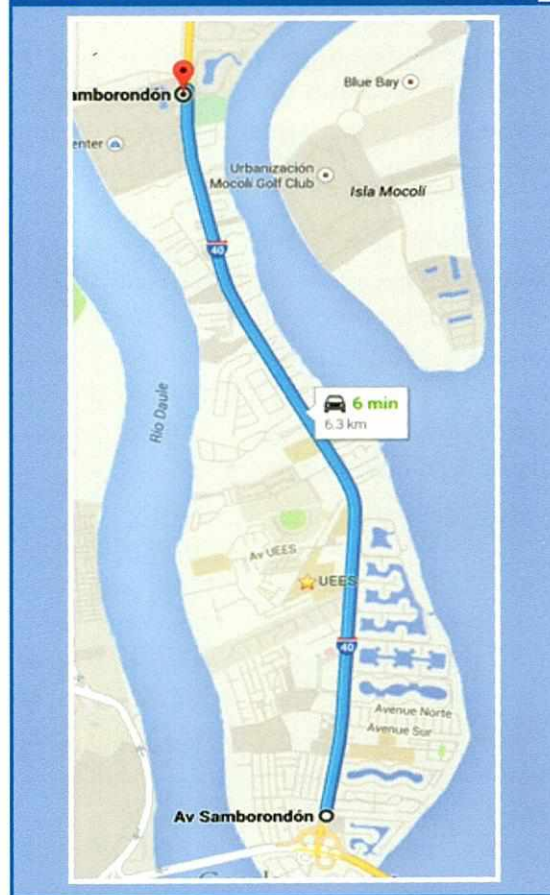
Para estas pruebas se reunirán trece personas que manejarán dos recorridos con condiciones similares. Los usuarios conducirán con ATIS activado y siempre se registrará la posición y velocidad del vehículo usando un dispositivo con GPS. Estas personas conducirán en un ambiente con un universo de diecisiete señales de tránsito, de las que nueve se usarán como muestra de cambio de comportamiento al conducir con el asistente vial.

### Recorrido

Ambas rutas cubren una distancia de 6.3 kilómetros aproximadamente y el tiempo estimado de conducción es de alrededor de siete minutos en condiciones óptimas, las pruebas se realizarán en horarios con tráfico ligero y sin consideraciones climáticas que afecten a la conducción. El área seleccionada cuenta con semáforos, zona escolar y límites de velocidad de setenta y noventa kilómetros por hora para vehículos livianos. El recorrido a seguir por los usuarios se puede observar en la Figura 2.

El primer recorrido será transitado con las notificaciones de ATIS y el segundo sin ellas. La lista de elementos incluidos en las

**Figura 2.**  
Recorrido de pruebas, sector Samborondón Guayaquil - Ecuador.



Fuente: Google Maps

rutas fijadas se puede revisar en las Tablas 1 y 2.

**Tabla #1**  
Señales recorrido con notificaciones

	Latitud	Longitud	Señal
1	-2.1480149	-79.8643237	Semáforo Río Grande
2	-2.1445870	-79.8637014	Semáforo Santa Teresita
3	-2.1410143	-79.8634546	Semáforo Riocentro
4	-2.1322649	-79.8629397	Inicio de Zona 90
5	-2.1287727	-79.8627305	Zona Escolar La Moderna
6	-2.1228343	-79.8647046	Semáforo Retorno UEES
7	-2.1166652	-79.8682504	Semáforo Guayaquil Tennis Club
8	-2.1066820	-79.8721879	Semáforo Almacenes Boyacá
9	-2.0969456	-79.8738992	Semáforo Plaza Lagos

Fuente: Los autores

**Tabla #2****Señales recorrido sin notificaciones**

	Latitud	Longitud	Señal
1	-2.1068800	-79.8725810	Semáforo Almacenes Boyacá
2	-2.1169040	-79.8684150	Semáforo Guayaquil Tennis Club
3	-2.1286730	-79.8629850	Zona Escolar La Moderna
4	-2.1321880	-79.8631820	Fin de Zona 90
5	-2.1335580	-79.8632790	Semáforo UEES
6	-2.1408860	-79.8637380	Semáforo Riocentro
7	-2.1447020	-79.8640110	Semáforo Santa Teresita
8	-2.1477660	-79.8645640	Semáforo Río Grande

Fuente: Los autores

**Materiales***Aplicación móvil (Asistente vial)*

ATIS es una aplicación desarrollada para este estudio y se encuentra disponible para Android; permite a los usuarios revisar la información disponible de las señales en el servidor usando datos de posicionamiento y a su vez envía información al servidor para registrar los recorridos.

*Conexión de la aplicación móvil*

Para registrar datos, la aplicación móvil usa una comunicación transparente con el servidor; respetando la privacidad, no se almacenan datos de los usuarios móviles ni se necesitan cuentas para el uso de la aplicación. Los usuarios no se registran, pero todos los dispositivos móviles cuentan con un número de Identidad Internacional de Equipo Móvil (IMEI, International Mobile Equipment Identity) (GSM Association, 2011) que se obtiene y almacena con el fin de poder registrar los recorridos enviados por cada dispositivo y agruparlos para futuras consultas. El almacenamiento de este identificador permite también revisar la concurrencia que tiene la aplicación manteniendo el anonimato y llevar un control de cuántas conexiones se realizan y cuántas personas han instalado la aplicación.

Después de registrar la sesión iniciada, se obtiene la localización del usuario con el fin de descargar información de las señales registradas y de los incidentes reportados cercanos. Para la agrupación de información de señales de tránsito se utilizan zonas virtuales que funcionan calculando límites geográficos en la aplicación móvil; cuando el usuario salga de su zona definida la aplicación consultará nuevamente la información cercana y generará una nueva zona virtual, al solicitar la información de señales el servidor obtiene datos de un radio de diez kilómetros de la ubicación reportada y la aplicación móvil guarda donde fue la última consulta de señales exitosa; cuando se detecta que el usuario está a más de cinco kilómetros de donde realizó la última descarga, vuelve a consultar al API las señales cercanas, de esta manera se reduce la cantidad de consultas al servidor y se tiene datos disponibles, aunque la descarga de datos falle por algún motivo.

Debido a la volatilidad de la información de incidentes para la consulta, se descarga información por intervalos de tiempo, al solicitar la información al API de los incidentes cercanos este agrupa los

accidentes, obras en la vía y reportes de tráfico de las últimas horas en un radio de diez kilómetros. Al pasar diez minutos de la descarga exitosa previa, el dispositivo móvil solicitará información nuevamente para poder tener datos siempre actualizados.

Además de los reportes, la aplicación notifica también por velocidad, sin distinción de lugar, las alertas predefinidas están para los setenta, noventa, cien y ciento veinte kilómetros por hora. Al superar estos límites se informa al usuario una vez con el fin de alertarlos en caso de que ese exceso sea involuntario y puedan reducir la velocidad de ser necesario; si la aceleración es voluntaria el conductor puede ignorar esta notificación y mantener su velocidad sin ser molestado. La información de alertas de velocidad se restablece cada vez que el usuario se transporta a menos de setenta kilómetros por hora.

La última función de la aplicación es el registro de recorridos, para esto la aplicación envía al API su latitud, longitud y velocidad cada 30 segundos, esta información de rutas genera información que puede servir a las entidades reguladoras de tránsito para tener un control de las vías más transitadas, la velocidad promedio de las calles y las vías alternas que se podrían dar a conocer a los conductores. Los datos generados también podrían ser usados para tener información en tiempo real para las autoridades, ya que cada dispositivo con la aplicación se convertiría en un sensor de la velocidad y la concurrencia de dispositivos permite revisar el flujo vehicular de cada vía.

La aplicación obtiene la posición constantemente para poder cumplir con las funciones previamente mencionadas, sin tener que interactuar con los conductores, cada uno de estos procesos usa los datos del GPS de manera diferente y este análisis constante de información permite las notificaciones para los usuarios; cada vez

que se obtiene localización se revisa el registro de puntos cercanos para presentar las alertas respectivas y se informa del incidente más cercano y la señal más cercana.

Además de los reportes automáticos la aplicación permite a los usuarios reportar señales, o cuando existe un incidente de tránsito; para el registro los usuarios ingresan el tipo de incidente con una descripción breve y la aplicación móvil se encarga de obtener las coordenadas que se adjuntan. Por otro lado, el servidor se encarga de controlar duplicados para almacenar los datos agregando la hora y con un tiempo de vida. Las señales de tránsito no tienen una caducidad, mientras que los incidentes si tienen; todos los incidentes reportados tienen un tiempo de vida de seis horas que es controlado por el servidor al momento de enviar los datos al dispositivo móvil; de esta manera se mantiene limpia la lista de notificaciones que reciben los usuarios y se extiende cada vez que alguien intenta reportar nuevamente un incidente.

Las alertas provistas por ATIS son auditivas, automáticas y no intrusivas; se alerta al conductor al acercarse a algún punto señalado y por lo tanto no necesitan interacción del usuario, ni hace falta usar el teléfono móvil para revisar eventos cercanos, porque la aplicación estima la distancia a los distintos puntos reportados. Con las notificaciones se busca llamar la atención del conductor para que se fije en la vía; adicionalmente la distancia a la que se alerta, depende de la velocidad para que los conductores puedan tener la oportunidad de frenar, o buscar rutas alternas antes de llegar. Además de ser informados con alertas los usuarios pueden revisar los incidentes y señales desde la pantalla de la aplicación, las consultas se pueden revisar en mapas que muestran la ubicación donde se reportaron los distintos puntos y la lista permite una visualización rápida de los distintos incidentes.



Para el almacenamiento de datos, el servidor va a tener tres repositorios principales con toda la información generada por los teléfonos inteligentes. El primer repositorio de datos es el de sesiones, ya que aunque no existan datos de inicio de sesión, el uso de la aplicación se almacena en sesiones basándose en el IMEI del dispositivo cada vez que los usuarios inician la aplicación. Dentro del servidor de aplicación, las sesiones se relacionan con las señales e incidentes y el registro de sesiones puede permitir el control de quien tiene autorización al envío de reportes a la aplicación.

El segundo repositorio contiene las señales e incidentes registrados por los usuarios, los datos son almacenados con un tipo, descripción, fecha de creación e información de la localización. Debido a que varias personas pueden interactuar y aportar con información al mismo tiempo, la aplicación móvil controla la posibilidad de que existan duplicados en las notificaciones, obteniendo solo el punto más cercano. Finalmente, el tercer repositorio almacena la información de recorridos, almacena la ubicación de los usuarios que es enviada al API cada 30 segundos, los registros constan de hora, posición, velocidad y sesión a la que corresponden.

#### *Registros*

Los registros a ser comparados constarán de datos de identificación y datos de posición. Para la identificación se usará tiempo y el IMEI del dispositivo que lo registró; para los datos de posición se usará latitud, longitud y velocidad en metros por segundo. El tiempo se usará también como identificador para separar las distintas sesiones de usuarios.

#### *Hardware*

Para este experimento se usará una aplicación móvil compatible con dispositivos Android 4.0, o superior con GPS integrado.

### **Análisis de resultados**

Con los datos obtenidos de las pruebas se pudo realizar tres comparaciones; la primera es la respuesta de los conductores ante las señales de tránsito, que hace referencia al cambio de velocidad, o estilo de conducción al acercarse a una señal, ya sea con o sin notificación.

La hipótesis nula en esta comparación es de que las notificaciones adicionales no afectan a cómo conducen las personas, la segunda hipótesis es que las notificaciones cambian el comportamiento de los conductores ante las señales de tránsito.

Con los porcentajes mostrados en la Tabla 3, se puede observar que los cambios en la conducción bajaron notablemente al no tener notificaciones adicionales a la señalética propia de la ruta, con estos datos se realizó la comparación de promedios para validar si la hipótesis nula se acepta o rechaza.

**Tabla #3**

**Resumen comparativo de la respuesta de los usuarios a las señales de tránsito con notificaciones de ATIS y sin notificaciones**

Sujetos	Notificaciones	
	Si	No
1	55.56	12.5
2	66.67	25
3	66.67	25
4	33.33	12.5
5	55.56	12.5
6	66.67	12.5
7	66.67	25
8	66.67	12.5
9	66.67	12.5
10	66.67	12.5
11	66.67	12.5
12	33.33	12.5
13	44.44	0

Fuente: Los autores

En la Tabla 4 se puede revisar que el promedio de respuesta a señales de parte de los trece conductores es del  $58.12\% \pm 12.95$  con notificaciones y  $14.42\% \pm 6.93$  sin notificaciones; la diferencia entre ambos promedios es 43.7 puntos y el error estándar es de 4.07 puntos, lo que da un valor de  $z$  de 10.72 que se sale de la distribución normal resultando  $p$  en 0. Para estos resultados se estableció un nivel de significancia de 0.05 que es mayor a  $p$  dando como resultado el rechazo de la hipótesis nula, por lo que si hubo diferencia entre manejar con las notificaciones adicionales y sin ellas.

**Tabla #4**

<b>Resultados obtenidos usando datos de la tabla 3 para la validación</b>	
Dato	Valor
Promedio con notificaciones ( $\bar{x}_1$ )	58.12
Desviación estándar con notificaciones ( $\sigma_1$ )	12.95
Número de sujetos ( $n_1$ )	13
Promedio sin notificaciones ( $\bar{x}_2$ )	14.42
Desviación estándar sin notificaciones ( $\sigma_2$ )	6.93
Número de sujetos ( $n_2$ )	13.00
<b>Resultados para validación de hipótesis nula</b>	
Diferencia entre promedios ( $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ )	43.70
Error estándar ( $\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$ )	4.07
Valor $z$	10.72
Valor $p$	0

Fuente: Los autores

La segunda comparación es de la velocidad promedio registrada por ATIS en los recorridos, está la hipótesis nula que indica que ambos recorridos se realizaron a la misma velocidad promedio y la segunda hipótesis que el uso de ATIS redujo la velocidad a la que conducían las personas.

En la Tabla 5 se puede observar que los cambios de la velocidad promedio no son tan altos, como los que se observaban en la Tabla 3, estos datos se utilizarán para la comprobación de la hipótesis nula. La velocidad promedio que se muestra en los resultados está basada en las muestras tomadas por ATIS cada treinta segundos.

**Tabla #5**

<b>Resumen comparativo de la velocidad promedio de los conductores con notificaciones de ATIS y sin notificaciones</b>		
Velocidad promedio Km/h		
Sujetos	Notificaciones	
	Si	No
1	51.50769	43.75
2	50.05	44.52632
3	44.4014	48.6
4	55.09286	53.72308
5	49.8	47.1375
6	49.68	47.30625
7	41.82632	41.30526
8	45.68824	53.55
9	56.97692	50.60769
10	56.89286	52.5
11	59.68125	44.1
12	57.27857	45.405
13	55.15714	59.2875

Fuente: Los autores

En la Tabla 6 se puede revisar que la velocidad promedio de los trece conductores es  $51,85\text{Km/h} \pm 5.55$  con notificaciones y  $48.6 \pm 5.1$  sin notificaciones; aunque las velocidades promedio sean similares, existe una diferencia entre ambos de 3.25 puntos y el error estándar es de 2.1 puntos lo que resulta en un valor de  $z$  de 1.55. Al revisar en la tabla estándar de  $z$  de distribución normal obtenemos que el valor de  $p$  es igual 0.94, que es mayor al nivel de significancia establecido 0.05; por lo que la hipótesis nula se puede aceptar y decir que las notificaciones no cambiaron la velocidad promedio de los conductores.

**Tabla #6**

<b>Resultados obtenidos usando datos de la tabla 5 para la validación</b>	
Dato	Valor
Promedio con notificaciones ( $\bar{x}_1$ )	51.84871
Desviación estándar con notificaciones ( $\sigma_1$ )	5.553968
Número de sujetos ( $n_1$ )	13
Promedio sin notificaciones ( $\bar{x}_2$ )	48.59989
Desviación estándar sin notificaciones ( $\sigma_2$ )	5.097493
Número de sujetos ( $n_2$ )	13
<b>Resultados para validación de hipótesis nula</b>	
Diferencia entre promedios ( $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ )	3.248819
Error estándar ( $\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$ )	2.090841
Valor $z$	1.553834
Valor $p$	0.9394

Fuente: Los autores

La tercera comparación es con respecto a los excesos de velocidad registrados por la aplicación, la hipótesis nula en esta comparación es que las notificaciones de exceso de velocidad no afectan a como conducen las personas, la segunda hipótesis es que dichas notificaciones hacen que los conductores reduzcan su velocidad.

En la Tabla 7 se puede ver que si existe una marcada diferencia en el número de excesos, tanto, como en los promedios y resultados en general, esta tabla incluye también datos adicionales, con el fin de brindar más información sobre la situación.

Tabla #7		
Resumen comparativo de incidentes por exceso de velocidad de los conductores con notificaciones de ATIS y sin notificaciones		
Incidentes por exceso de velocidad		
	Notificaciones	
	Si	No
Número de excesos	18	31
Promedio de excesos	4.93	7.82
Máximo	15.5	26.3
Mínimo	0.9	0.2
Media	2.9	5.4
Moda	1.1	4.5

Fuente: Los autores

En la Tabla 8 se puede revisar que el exceso de velocidad promedio de los trece conductores es  $4.63 \text{ km/h} \pm 7.83$  con notificaciones y  $7.83 \pm 7.14$  sin notificaciones; existe una diferencia entre ambos de -2.89 puntos y el error estándar es de 1.68 puntos, lo que resulta en un valor de  $z$  de -1.72. Al revisar en la Tabla estándar de  $z$  de distribución normal obtenemos que el valor de  $p$  es igual 0.0427 que es menor al nivel de significancia establecido 0.05; por lo que la hipótesis nula en este caso se rechaza y se puede decir que las notificaciones por exceso de velocidad si hicieron que los conductores reduzcan su velocidad.

Tabla #8

Resultados obtenidos usando datos de la tabla 7 para la validación

Dato	Valor
Promedio con notificaciones ( $\bar{x}_1$ )	4.93447
Desviación estándar con notificaciones ( $\sigma_1$ )	4.634874
Número de sujetos ( $n_1$ )	18
Promedio sin notificaciones ( $\bar{x}_2$ )	7.825806
Desviación estándar sin notificaciones ( $\sigma_2$ )	7.140633
Número de sujetos ( $n_2$ )	31
Resultados para validación de hipótesis nula	
Diferencia entre promedios ( $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ )	-2.89134
Error estándar ( $\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$ )	1.684708
Valor $z$	-1.71622
Valor $p$	0.0427

Fuente: Los autores

## Conclusiones, limitaciones y trabajo a futuro

La tecnología asistiva ha crecido con aplicaciones y dispositivos que facilitan tareas cotidianas, haciendo que sean más seguras para los usuarios y reduciendo el tiempo de cumplimiento. La necesidad de una herramienta de registro de recorrido y el concepto de tecnología asistiva fundamentó el desarrollo del asistente vial, buscando que mejore la experiencia de conducción de los usuarios, ayude a respetar la señalética y mejore el flujo vehicular usando elementos disponibles para los conductores, se debe tener en cuenta que la adopción del uso de dispositivos GPS y servicios de localización ha sido muy importante para el desarrollo de sistemas de información en tiempo real, que conjugados con los teléfonos inteligentes ha logrado que aplicaciones como ATIS sean posibles sin tener que invertir ni fabricar nuevos dispositivos. Otro factor importante a resaltar es que la rápida adopción de estos se da gracias a los sistemas operativos móviles de alto nivel con Android, que brindan la posibilidad de ejecutar varias tareas a la vez, interactuar con varios sensores al mismo tiempo y tener siempre una conexión a internet por medio de la red celular.

ATIS si afectó directamente al estilo de conducción en el recorrido con notificaciones, todas las señales al ser escuchadas por primera vez, afectaban más a la manera como conducían, las notificaciones de zonas de velocidad a diferencia de las señales tuvieron bastante aceptación y siempre cambiaron la manera en la que los conductores controlaban la velocidad del vehículo, tanto para aumentar, como para reducir. Finalmente, con respecto a los límites de velocidad, el uso de la aplicación redujo notablemente el número de veces que los conductores superaban los límites establecidos sin afectar a la velocidad promedio y redujo también el exceso máximo, ya que todos los conductores bajaban la velocidad al escuchar la alerta, en cambio cuando no había notificaciones la aceleración continuaba.

La herramienta desarrollada tiene las siguientes limitaciones, el uso de GPS es importante por la precisión y las funcionalidades extendidas que tiene, el posicionamiento por red no obtiene la velocidad; por lo que las pruebas sin habilitar el dispositivo GPS integrado en el teléfono están limitadas a solo latitud y longitud, adicionalmente se debe tomar en cuenta que la recepción del GPS también es importante para mejorar la precisión de los registros.

Las pruebas se deben realizar con un flujo vehicular moderado o bajo debido a que es un factor que afecta notablemente a cómo conducen las personas; el clima, al igual que el tráfico cambian el estilo de conducción, Finalmente, es importante tener una conexión a internet para poder usar ATIS; los registros de puntos como señales, alertas e incidentes se almacenan en el teléfono por zonas virtuales y se pueden usar fuera de línea, pero el registro de posición y velocidad no; es importante considerar que la información al ser generada por los usuarios es limitada a un recorrido de reconocimiento en el que se registren todos los puntos y condiciones a considerar.

ATIS puede seguir siendo desarrollado y en el futuro los datos registrados podrían mejorar la experiencia de conducción por la colaboración mutua de los usuarios con los reportes de incidentes y señales. Adicionalmente, estos datos también podrían ayudar a las instituciones reguladoras de tránsito a responder rápidamente a embotellamientos, controlar incidentes e identificar las vías y rutas que podrían ser utilizadas para reducir el flujo vehicular en las vías más transitadas.

## Referencias bibliográficas

- Android Developers. (2014). *Android, the world's most popular mobile platform*. Obtenido de Android Developers: <http://developer.android.com/about/index.html>
- ANT - Siniestros. (12 de septiembre del 2014). Recuperado el 27 de septiembre del 2014, de Agencia Nacional de Tránsito: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/2464-siniestros-agosto-2014>
- Baston, V., & John, M. (31 de enero de 2015). *Hypothesis testing*. Obtenido de University of Glasgow: [http://www.stats.gla.ac.uk/steps/glossary/hypothesis\\_testing.html#h0](http://www.stats.gla.ac.uk/steps/glossary/hypothesis_testing.html#h0)
- Burnette, E. (2008). *Hello, Android Introducing Google's Mobile Development Platform*. Raleigh: The Pragmatic Bookshelf.
- Chadil, N., Russameesawang, A., & Keeratiwintakorn, P. (2008). *Real-Time Tracking Management System Using GPS, GPRS and Google Earth*. Bangkok: Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- Chen, B. (21 de abril del 2011). *Why and How Apple Is Collecting Your iPhone Location Data*. Recuperado el 9 de septiembre del 2014, de Wired: <http://www.wired.com/2011/04/apple-iphone-tracking/>

- Comisión de Tránsito del Ecuador. (7 de mayo del 2014). *Campaña "Mira al frente"*. Obtenido de Comisión de Tránsito del Ecuador: <http://www.comisiontransito.gob.ec/campana-mira-al-frente/>
- Ecuavisa. (5 de mayo del 2014). *Señales de "Mira al Frente" en Guayaquil y Samborondón buscan evitar accidentes*. Obtenido de Ecuavisa: <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/nacional/60329-senales-mira-al-frente-guayaquil-samborondon-buscan-evitar>
- Edyburn, D. (2006). Assistive Technology and Mild Disabilities. *Special Education Technology Practice* 8, 18-28.
- El Universo. (15 de julio del 2012). *Plan vial municipal colapsa a la espera de soluciones definitivas*. Recuperado el 22 de septiembre del 2014, de El Universo: <http://www.eluniverso.com/2012/07/15/1/1445/plan-vial-municipal-colapsa-espera-soluciones-definitivas.html>
- El-Rabbany, A. (2002). *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. Norwood: Artech House.
- García, M. L., Martínez, P., & Pilar, M. (2008). *La observación sistemática*. Recuperado el 8 de diciembre del 2014, de la Universidad Autónoma de Madrid: [https://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/Met\\_Inves\\_Avan/Presentaciones/Observacion\\_sistemica\\_\(trabajo\).pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Presentaciones/Observacion_sistemica_(trabajo).pdf)
- GSM Association. (27 de julio del 2011). *IMEI Allocation and Approval Guidelines*. Obtenido de GSM Association: [http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2012/06/ts0660\\_tacallocationprocessapproved.pdf](http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2012/06/ts0660_tacallocationprocessapproved.pdf)
- Herrera, J., Work, D., Bayen, A., Herring, R., Ban, X., & Jacobson, Q. (2010). Evaluation of traffic data obtained via GPS-enabled mobile phones: The Mobile Century field experiment. *Transportation Research Part C* 18, 568–583.
- Hoekstra, T., & Wegman, F. (2011). Improving the effectiveness of road safety campaigns: Current and new practices. *IATSS Research* 34, 80–86.
- Huang, H.-J., & Li, Z.-C. (2007). A multi-class, multicriteria logit-based traffic equilibrium assignment model under ATIS. *European Journal of Operational Research* 176, 1464–1477.
- INEC. (16 de mayo del 2014). *1,2 millones de ecuatorianos tienen un teléfono inteligente (Smartphone)*. Obtenido de Ecuador En Cifras: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/12-millones-de-ecuatorianos-tienen-un-telefono-inteligente-smartphone/>
- INEC. (2012). *Estadísticas Transporte*. Recuperado el 12 del agosto del 2014, de INEC: [http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com\\_content&view=article&id=52](http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=52)
- INEC. (2012). *Los usuarios de teléfonos inteligentes (Smartphone) se incrementaron en un 60%*. Obtenido de INEC: [http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=574%3Alos-usuarios-de-telefonos-inteligentes-smartphone-se-incrementaron-en-un-60&catid=56%3Adestacados&Itemid=3&lang=es](http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=574%3Alos-usuarios-de-telefonos-inteligentes-smartphone-se-incrementaron-en-un-60&catid=56%3Adestacados&Itemid=3&lang=es)
- Instituto Tecnológico de Chihuahua. (31 de enero del 2015). *Uso de valores P para la toma de decisiones*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Chihuahua: <http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap02c.html>
- International Telecommunication Unit. (15 de julio del 2008). *Global ICT Developments*. Obtenido de International Telecommunication Unit: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/ict/index.html>
- Iqbal, M. U., & Lim, S. (2010). Privacy Implications of Automated GPS Tracking and Profiling. *IEEE technology and society magazine*, 39-46.

- Mann, W., Ottenbacher, K., Fraas, L., Tomita, M., & Granger, C. (1999). Effectiveness of Assistive Technology and Environmental Interventions in Maintaining Independence and Reducing Home Care Costs for the Frail Elderly. *ARCH FAM MED* 8, 210-217.
- Manoharan, S. (2009). *On GPS Tracking of Mobile Devices*. Valencia: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Moiseeva, A., & Timmermans, H. (2010). Imputing relevant information from multi-day GPS tracers for retail planning and management using data fusion and context-sensitive learning. *Journal of Retailing and Consumer Services* 17, 189–199.
- Papinski, D., Scott, D., & Doherty, S. (2009). Exploring the route choice decision-making process: A comparison of planned and observed routes obtained using person-based GPS. *Transportation Research Part F* 12, 347–358.
- Rong-Chang, J., & Ke-Hong, J. (2013). A study of freeway drivers' demand for real-time traffic information along main freeways and alternative routes. *Transportation Research Part C* 31, 62–72.
- Schmida, A., Neubauer, A., Ehm, H., Weigel, R., Lemke, N., Heinrichs, G., et al. (2005). Combined Galileo/GPS architecture for enhanced sensitivity reception. *Int. J. Electron. Commun. (AEÜ)* 59, 297 – 306.
- Stavrinos, D., Jones, J., Garner, A., Griffin, R., Franklin, C., Ball, D., et al. (2013). Impact of distracted driving on safety and traffic flow. *Accident Analysis and Prevention* 61, 63–70.
- Turner-Smith, A., & Devlin, A. (2005). E-learning for assistive technology professionals—A review of the TELEMATE project. *Medical Engineering & Physics* 27, 561-570.
- Verge Staff. (7 de diciembre del 2011). *Android: A visual history*. Obtenido de The Verge: <http://www.theverge.com/2011/12/7/2585779/android-history>
- Waze. (2015). *Free Community-based Mapping, Traffic & Navigation App*. Recuperado el 12 del febrero del 2015, de Waze: <https://www.waze.com/>
- Williams, T., Alves, P., Lachapelle, G., & Basnayake, C. (2012). Evaluation of GPS-based methods of relative positioning for automotive safety applications. *Transportation Research Part C* 23, 98–108.
- Zhang, A., & Gao, Z. (2012). Effect of ATIS Information under Incident-based Congestion Propagation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 43, 628 – 637.

### Mónica Flores Marín

Ingeniera en Electricidad, especialización Electrónica y Automatización Industrial. Magíster en Administración de Empresas. Docente tiempo completo de la Universidad Espíritu Santo – Ecuador.

**E-mail:** [mflores@uees.edu.ec](mailto:mflores@uees.edu.ec)

### Marcelo Triana Cordero

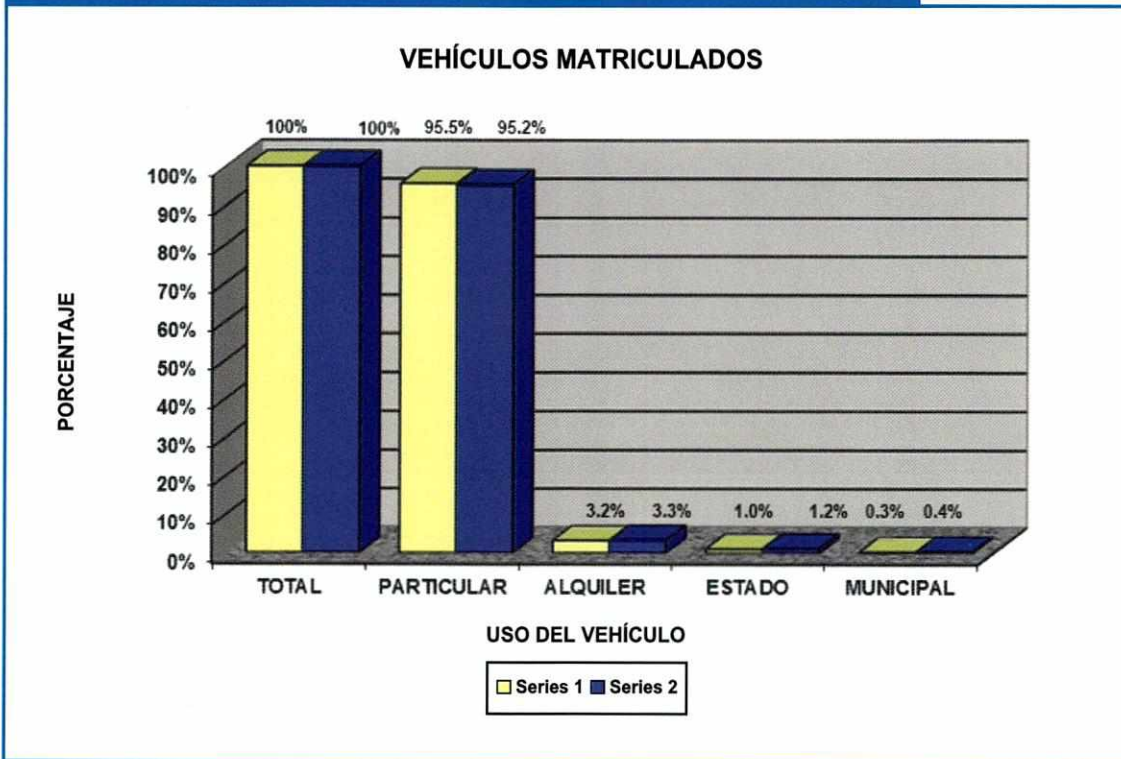
Ingeniero en Sistemas. Universidad Espíritu Santo – Ecuador

**E-mail:** [martrianac@gmail.com](mailto:martrianac@gmail.com)

**Anexos**

**Figura 3.**

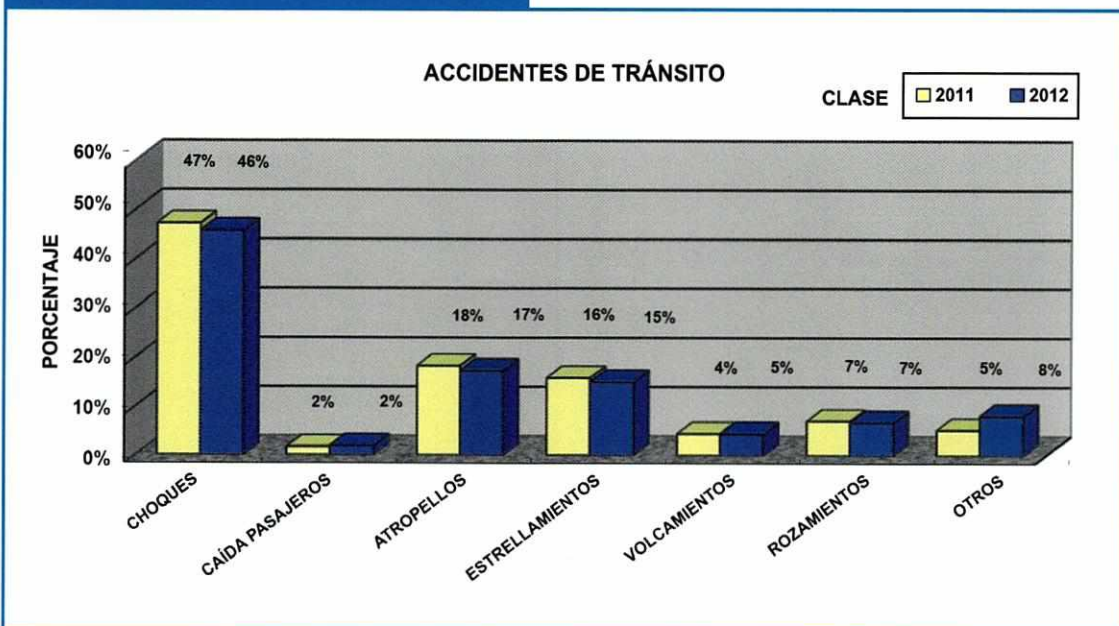
Vehículos matriculados por uso a nivel nacional en Ecuador (años: 2011-2012).



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

**Figura 4.**

Accidentes de tránsito (años: 2011-2012).



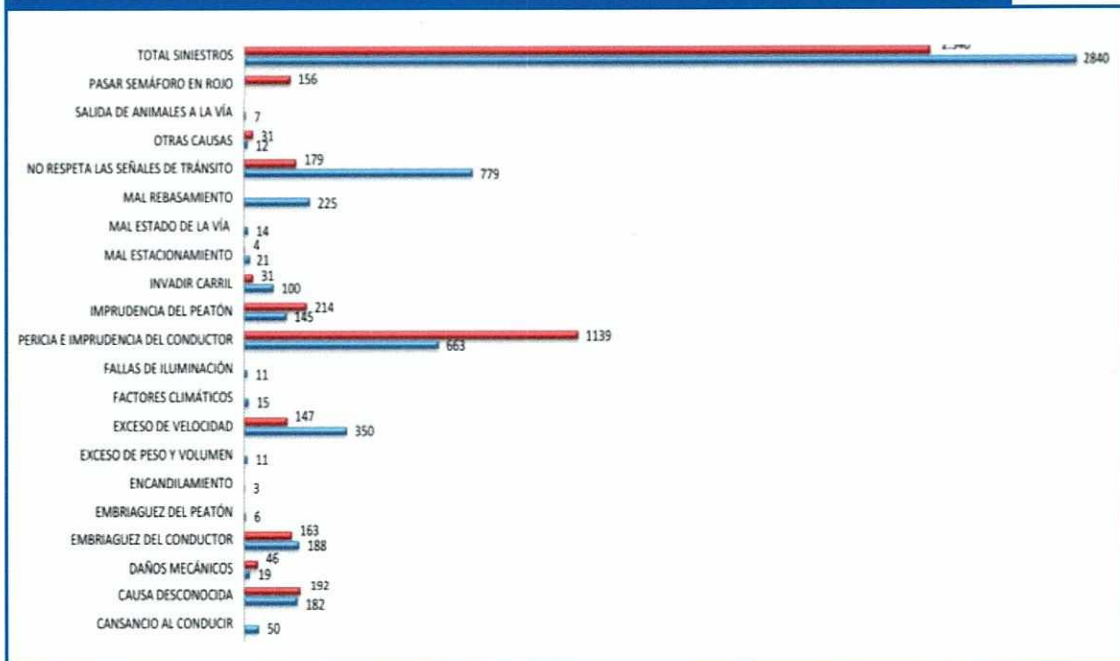
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

**Figura 5.**  
Siniestros por causas probables a nivel nacional a agosto-2014.

IMPERICIA E IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	1.321	1.457	1990	1736	1.467	952	836	663	10.422		39,80
NO RESPETA LAS SEÑALES DE TRÁNSITO	248	286	238	219	333	905	846	779	3.854		14,72
CAUSA DESCONOCIDA	248	58	65	379	644	687	390	182	2.653		10,13
EXCESO DE VELOCIDAD	193	215	246	375	283	393	417	350	2.472		9,44
EMBRIAGUEZ DEL CONDUCTOR	192	199	239	197	245	223	223	188	1.706		6,52
IMPRUDENCIA DEL PEATÓN	179	157	185	206	155	190	197	145	1.414		5,40
INVADIR CARRIL	151	0	30	149	168	80	173	100	851		3,25
MAL REBASAMIENTO	47	59	69	51	66	150	135	225	802		3,06
OTRAS CAUSAS	73	284	69	118	33	31	12	5	625		2,39
CASO FORTUITO	45	21	36	54	55	35	60	29	335		1,28
DAÑOS MECÁNICOS	20	17	31	16	37	38	40	19	218		0,83
FACTORES CLIMÁTICOS	38	14	50	20	43	23	11	15	214		0,82
CANSANCIO AL CONDUCIR	6	0	0	0	9	14	87	50	166		0,63
MAL ESTADO DE LA VÍA	21	8	11	9	21	11	12	15	108		0,41
SALIDA DE ANIMALES A LA VÍA	12	2	3	9	25	23	20	7	101		0,39
MAL ESTACIONAMIENTO	5	7	2	1	10	10	8	20	63		0,24
CALZADA RESVALADIZA	3	2	9	0	6	11	5	10	46		0,18
OBSTÁCULOS EN LA VÍA	2	0	1	0	12	5	9	7	36		0,14
EXCESO DE PESO Y VOLUMEN	2	0	0	0	8	3	10	11	34		0,13
EMBRIAGUEZ DEL PEATÓN	2	2	6	5	1	4	2	6	28		0,11
FALLAS DE ILUMINACIÓN	2	0	0	0	-	4	6	11	23		0,09
ENCANDILAMIENTO	2	0	1	0	3	1	3	3	13		0,05
<b>TOTAL</b>	<b>2.812</b>	<b>2.788</b>	<b>3281</b>	<b>3544</b>	<b>3624</b>	<b>3.793</b>	<b>3.502</b>	<b>2.840</b>	<b>26.184</b>		<b>100,00</b>

Fuente: DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Agencia Metropolitana de Tránsito - Quito, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Municipio de Ibarra

**Figura 6.**  
Comparativo Mensual, agosto 2013-2014. Número de Siniestros por Causas Probables.



Fuente: Instituto nacional de Estadísticas y Censos



**Figura 7.**

Siniestros por causas probables a nivel nacional a agosto-2014.

PROVINCIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL AGOSTO 2014	REPRESENTACIÓN	%
AZUAY	145	154	167	146	173	168	151	119	1.223	■■■■■■■■■■	4,67
BOLÍVAR	6	14	25	14	19	25	16	19	138	■■■■■■■■■■	0,53
CANAR	38	31	27	33	25	24	29	37	244	■■■■■■■■■■	0,93
CARCHI	15	15	17	13	15	17	17	15	124	■■■■■■■■■■	0,47
CHIMBORAZO	64	45	59	49	78	54	51	59	459	■■■■■■■■■■	1,75
COTOPAXI	55	52	85	48	60	55	63	60	478	■■■■■■■■■■	1,83
EL ORO	76	72	86	93	75	70	79	87	638	■■■■■■■■■■	2,44
ESMERALDAS	28	32	43	24	33	27	27	19	233	■■■■■■■■■■	0,89
GALÁPAGOS	1	-	3	-	1	3	1	-	9	■■■■■■■■■■	0,03
GUAYAS	873	851	915	894	955	949	935	721	7.093	■■■■■■■■■■	27,09
IMBABURA	58	55	63	60	71	56	48	50	461	■■■■■■■■■■	1,76
LOJA	51	58	52	55	70	68	74	45	473	■■■■■■■■■■	1,81
LOS RÍOS	112	89	131	128	125	98	116	112	911	■■■■■■■■■■	3,48
MANABÍ	163	135	174	152	150	144	129	137	1.184	■■■■■■■■■■	4,52
MORONA SANTIAGO	16	18	15	21	23	15	20	7	135	■■■■■■■■■■	0,52
NAPO	11	17	35	14	19	14	14	13	137	■■■■■■■■■■	0,52
ORELLANA	12	10	22	11	27	20	9	15	126	■■■■■■■■■■	0,48
PASTAZA	23	18	22	28	14	26	25	21	177	■■■■■■■■■■	0,68
PICHINCHA	880	910	959	1.435	1.340	1.617	1.463	1.096	9.700	■■■■■■■■■■	37,05
SANTA ELENA	44	48	98	73	64	60	59	46	492	■■■■■■■■■■	1,88
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	56	44	44	44	42	31	28	44	333	■■■■■■■■■■	1,27
SUCUMBÍOS	7	6	6	2	5	9	5	14	54	■■■■■■■■■■	0,21
TUNGURAHUA	65	103	222	196	228	227	128	96	1.265	■■■■■■■■■■	4,83
ZAMORA CHINCHIPE	13	11	11	11	12	16	15	8	97	■■■■■■■■■■	0,37
<b>TOTAL</b>	<b>2.812</b>	<b>2.788</b>	<b>3.281</b>	<b>3.544</b>	<b>3.624</b>	<b>3.793</b>	<b>3.502</b>	<b>2.840</b>	<b>26.184</b>	■■■■■■■■■■	<b>100</b>
<b>%</b>	<b>10,74</b>	<b>10,65</b>	<b>12,53</b>	<b>13,53</b>	<b>13,84</b>	<b>14,49</b>	<b>13,37</b>	<b>10,85</b>	<b>100,00</b>		

Fuente: DNCTSV, CTE, EMOV - Cuenca, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja, Agencia Metropolitana de Tránsito - Quito, Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta, Municipio de Ambato, Municipio de Ibarra

