



DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA  
Escuela de Informática

***“Sistema de control y automatización de  
semáforos para el servicio de emergencia  
terrestre en la zona central de Santo  
Domingo, 2013”***

Trabajo de Grado para Optar por el Título de:

**Ingeniero en Sistemas de Información**

Sustentante:

Br. José Arturo Gratereaux Baldrich      2000-2204

Asesor:

Ing. Delby Ismael Acosta

“Los conceptos expuestos en  
esta investigación son de la  
exclusiva responsabilidad de  
quien lo sustenta”

Distrito Nacional, República Dominicana  
Noviembre, 2013

## RESUMEN

El trabajo de grado se basó en una investigación descriptiva, la cual especifica las propiedades, características y funciones para el desarrollo de una tecnología que controle y automatice los semáforos (semáforos inteligentes) con el propósito de apoyar a la atención fluida de los sistemas de emergencia terrestre.

La investigación también se fundamentó en documentos y estadísticas de la situación pasada y actual del tránsito nuestro país.

De igual manera, se utilizó la investigación de campo y observación la cual ayudo a descubrir lugares claves donde ocurren embotellamientos y se aplicaron entrevistas a diferentes personas encargadas de dar servicio de atención a emergencias terrestres. También se ejecutó una encuesta a un extracto de la población que ha utilizado o presenciado algún servicio de emergencia.

La investigación logro buscar solución a las problemáticas de atención tardía de emergencia terrestre, embotellamientos en horas pico, falta de asistencia (Amet) en las intersecciones, falta de una guía de rutas eficientes y semáforos de las vías largas no sincronizadas; este sirvió de apoyo al desarrollo de un sistema automatizado para ajustar la preferencia de los semáforos y brindar rutas óptimas la cual ha contribuido con la eficientización del tiempo de asistencia a las emergencias.

Al final se ofrecen las conclusiones y recomendaciones entre las cuales cabe destacar que con la implementación de las mejoras planteadas, se logra una solución tecnológica sostenible en el tiempo, a bajo costo y que mejora significativamente el sistema de transito de las zonas urbanas de nuestro país.

# INDICE

RESUMEN.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	x
DEDICATORIA .....	xi
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I CONCEPTOS BASICOS, SITUACION ACTUAL Y CRECIMIENTO DEL TRANSITO EN RD .....	4
1.1    Funcionamiento de los Semáforos y conceptos básicos .....	5
1.2    Historia del semáforo .....	7
1.3    Semáforos actuales.....	10
1.4    Semáforos inteligentes.....	13
1.4.1 Semáforo Inteligente con RFID.....	14
1.4.2 Semáforo Inteligente usando Redes de Sensores Inalámbricos.....	17
1.4.3 Semáforo Inteligente mediante Procesamiento de Imágenes.....	18
1.4.4 Semáforos inteligentes basados en Inteligencia Artificial.....	21
1.5    Diferentes aplicaciones a nivel global .....	24
1.6    Reglas básicas para transitar en Santo Domingo. ....	27
1.7    Crecimiento del parque vehicular .....	31
1.7.1 Evolución del Parque vehicular.....	34
1.7.2 Tendencia de crecimiento y proyecciones .....	35
1.8    Evolución de la estructura vial.....	37
1.8.1 División de la infraestructura vial .....	40

1.9 Funcionamiento de los sistemas de emergencia terrestres. ....	42
1.9.1 Emergencia Médica Ambulatoria o Ambulancias .....	44
1.9.2 Emergencia de desastres, Bomberos .....	48
1.9.3 Emergencia Policial o de Seguridad social .....	51
1.10 Problemáticas generales presentadas por los departamentos de emergencia terrestres en la actualidad. ....	54
CAPITULO II DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA DE INFORMACION UTILIZADA .....	56
2.1 Concepto del Raspberry Pi .....	57
2.1.1 Especificaciones técnicas .....	59
2.1.2 Software .....	60
2.1.3 Componentes.....	61
2.2 Lenguajes de programación utilizados .....	65
2.2.1 Python .....	66
2.2.2 PHP (Hypertext Pre-processor) .....	71
2.2.3 Node.JS y Socket IO .....	75
2.2.4 Base de Datos MySQL .....	78
2.2.5 HTML5 y Javascript .....	80
2.3 Conceptos de Geo Localización.....	83
2.1 Conectividad y redes de datos .....	86
2.1.1 Metropolitan Area Network (MAN) .....	86
2.1.2 Wide Area Network (WAN) .....	88

CAPITULO III SISTEMA ADAPTATIVO DE CONTROL DE SEMAFOROS PARA EMERGENCIAS .....	90
3.1 Vista general de la Aplicación .....	91
3.1.1 Diagrama de flujo, funcionamiento general.....	91
3.1.2 Diagrama de Base de datos .....	94
3.2 Explicación general de la Aplicación .....	95
3.2.1 Código de Back end .....	97
3.2.2 Código de Front end .....	103
3.2.3 Geo localización con Google maps .....	107
3.3 Sugerencia sobre Conectividad y redes de datos .....	108
3.4 Pantallas del sistema.....	109
CAPITULO IV PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	113
4.1 Mejoras como resultado de la utilización de la tecnología para la automatización de sistemas de emergencia terrestre. ....	114
4.2 Análisis de los riesgos relacionados con dicha implementación. ....	122
4.3 Cálculo del presupuesto estimado para la implementación de la tecnología sugerida.....	123
CONCLUSION.....	124
BIBLIOGRAFIA.....	128
ANEXOS	

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Semáforo diseñado por J.P. Knight.....	7
Ilustración 2 Esquema de semáforo inteligente usando RFID.....	15
Ilustración 3 Esquema de un semáforo inteligente usando sensores inalámbricos. ....	18
Ilustración 4 Flujo de semáforos inteligentes con procesamiento de imagines ..	18
Ilustración 5 Señales Restrictivas de transito .....	28
Ilustración 6 Señales preventivas .....	30
Ilustración 7 Señales servicios. ....	31
Ilustración 8 Evolución del parque vehicular 2004-2012 .....	34
Ilustración 9 Participación porcentual de los vehículos de motor .....	35
Ilustración 10 Cuerpo de Bomberos, Cuartel central .....	49
Ilustración 11 Raspberry Pi Modelo B .....	57
Ilustración 12 Componentes de un Raspberry Pi Modelo B .....	61
Ilustración 13 Mapa de pines GPIO (Raspberry Pi) .....	63
Ilustración 14 Gráfico representativo de redes MAN .....	87
Ilustración 15 Gráfico representativo de redde WAN.....	89
Ilustración 16 Diagrama de flujo Aplicación de control de semáforos (Fuente Propia).....	91
Ilustración 17 Diagrama de flujo Visibilidad de vehiculos (Fuente Propia) .....	92

Ilustración 18 Modelo de base de datos del sistema .....	94
Ilustración 19 Pantalla de login al sistema.....	109
Ilustración 20 Vista general de trazo de ruta para emergencias.....	110
Ilustración 21 Vista de status de semáforos en tiempo real .....	111
Ilustración 22 Geo localización de vehículos con movilidad en el mapa en tiempo real .....	112
Ilustración 23 Resultado de encuesta realizada vía Redes Sociales (Fuente Encuesta realizada por Jose Gratereaux) .....	116

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parque vehicular según tipo y su participación porcentual .....	36
Tabla 2 Estimación de crecimiento del parque vehicular hasta el año 2015 .....	36
Tabla 3: Condición de la red de carreteras para el 2012. ....	39
Tabla 4 Composición de red de caminos vecinales.....	41
Tabla 5 Especificaciones técnicas de Raspberry Pi, Modelo A y B .....	59
Tabla 6 Diagrama de riesgos del sistema .....	122

## AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud, principalmente está dirigida al Dios Todopoderoso por darme el don del conocimiento y haber permitido llegar al final de esta carrera.

Igualmente agradezco a la Universidad Apec por permitir mi desarrollo profesional, así como también, a los profesores que hicieron posible que dicha formación fuese de calidad.

A las instituciones públicas y privadas que abrieron sus puertas para que este trabajo investigativo fuese posible.

A mi asesor, ha trabajado incansablemente para hacer de este un trabajo de excelente calidad.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Grado, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.

## DEDICATORIA

A Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar espero ser digno por tan valioso esfuerzo.

A mi esposa, por ser esa parte vital de mí, por creer en mí y haberme apoyado en todos los proyectos que incursiono, no existen palabras para agradecerte.

A mis padres, por el ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracterizan y me han inculcado desde siempre, el valor mostrado para salir adelante y su amor incondicional.

A mi hijo, porque has traído a mi vida una luz y más fuerzas para seguir adelante.

A mis hermanas, por haber creído en mi a lo largo de este caminar, dándome en aliento necesario para dar el todo por el todo.

En fin, a todas aquellas personas que de una u otra forma, y de manera desinteresada, me brindaron toda la ayuda necesaria con la finalidad de lograr el desarrollo de un buen trabajo.

## INTRODUCCION

En las últimas dos décadas, la República Dominicana específicamente la ciudad de Santo Domingo ha experimentado cambios trascendentales en su infraestructura vial. La construcción de intersecciones elevadas, túneles, pasos a desnivel y nuevas calles alternas han incrementado la accesibilidad de la red nacional.

A pesar de estas grandes inversiones, el problema del transporte persiste, presentando mejoras puntuales que luego se desvanecen al encontrar nuevos obstáculos que entorpecen el flujo de una enorme carga vial.

Hoy en día podemos notar que transitar por una de las calles principales de Santo Domingo en horarios pico o de alto tráfico es una verdadera odisea. Los frecuentes taponamientos en las vías de la zona metropolitana trastornan la vida de la población.

Podría afirmarse que en casos mayores es bien recibida la ayuda que puede dar un agente de autoridad metropolitana (AMET) en las intercepciones más concurridas en dichos horarios, pero estos no dan abasto para cubrir la mayoría de las intercepciones de la ciudad.

Una velocidad promedio de 52 km/hr y una velocidad máxima de 156 km/hr por encima de los 45 km/hr establecidos por ley, reflejan las

características de operación de la red interna del Distrito Nacional, donde los conductores tienden a incrementar agresivamente su velocidad en tramos no congestionados para recuperar el tiempo perdido, amenazando la vida de los peatones y de los demás usuarios del sistema vial.

Es común visualizar vehículos de los diferentes servicios de emergencia de nuestra ciudad accionando en esa misma línea, corriendo riesgos para poder atender casos y trasladarse con agilidad desde su punto inicial a su destino; y de igual manera quedando atrapados bajo la línea de vehículos estancados en los embotellamientos.

Enfocado en una mejora sostenible a la situación presentada, el modelo que estaré trabajando refleja una solución al problema observado en las zonas principales de la ciudad de Santo Domingo.

Se combina la gestión de los sistemas de información para dar solución a dicha problemática, automatizando los sistemas de tránsito en caso de emergencias. Esta acción provocaría un impacto positivo en salvaguardar la vida de las personas, atendiendo emergencias en un tiempo reducido ya sea del sector salud, bomberos o policial.

Es oportuno brindar un avance tecnológico de esta categoría, ya que nuestro país muestra un crecimiento continuo en el parque vehicular y poco crecimiento en la infraestructura física vial.

Esta investigación se estará enfocando en la solución al problema del desplazamiento fluido de los servicios de emergencia terrestre: Policial, Ambulancia y Bomberos, contribuyendo así en el servicio a tiempo de las emergencias y por consiguiente salvando vidas.

En el siguiente trabajo de grado se demostrará que con sistemas innovadores y de bajo costo, podemos dar un paso adelante en la innovación y el desarrollo.

El informe final o Tesis tienen la siguiente estructura. En la Capítulo I se presentan los conceptos básicos, situación actual y crecimiento del tránsito en República dominicana. En el Capítulo II describo la tecnología utilizada para la automatización. En el Capítulo III se enfoca en la metodología y el Capítulo IV concluye con los resultados y recomendaciones.

CAPITULO I  
CONCEPTOS BASICOS, SITUACION ACTUAL Y  
CRECIMIENTO DEL TRANSITO EN RD

# 1. CONCEPTOS BASICOS, SITUACION ACTUAL Y CRECIMIENTO DEL TRANSITO EN RD

## 1.1 Funcionamiento de los Semáforos y conceptos básicos

Los semáforos son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales, pasos de peatones y otros lugares para regular el tráfico y el tránsito de peatones.

La palabra "semáforo" es de origen griego: sema, que significa señal, y foros, que significa portador, es decir, semáforo es lo que "lleva las señales".<sup>1</sup>

En castellano, desde hace siglos, se llamaba semáforos a las torres de señales que se extendían por todo el territorio, desde las que por medio de señales ópticas (luces de noche, banderas de colores de día) se comunicaban las noticias importantes, más deprisa que con caballo al galope.<sup>2</sup>

También a las estaciones desde las que se trasmitían las señales del telégrafo óptico establecido en las costas y en los puertos y cuyo objeto era dar a conocer las llegadas y las maniobras de los buques que venían de alta mar o navegaban a la vista o bien darles a conocer avisos urgentes por medio de bolas o de banderas o recibirlos de ellos.

---

<sup>1</sup> (Real Academia Española, n.d.)

<sup>2</sup> (Ministerio de Transporte Colombia, 2004)

El semáforo consistía en un elevado mástil en el cual los vigías efectuaban las señales por medio de travesaños con la expresadas bolas o bien con banderas y si era de noche, con linternas. Por lo general, los semáforos estaban en comunicación con las estaciones telegráficas cercanas.

Actualmente un semáforo se puede considerar un dispositivo mecánico o eléctrico que regula el tráfico de vehículos y peatones en las intersecciones de caminos.

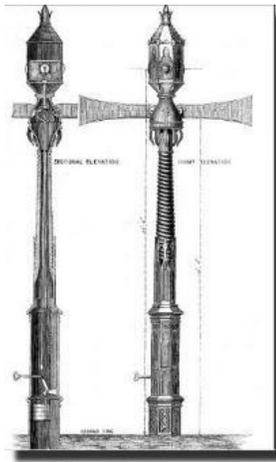
El tipo más frecuente tiene tres luces de colores:

- Rojo, para detenerse inmediatamente. En algunos países, si el rojo está parpadeando, actúa como una señal de Alto/Pare/Stop.
- Verde, para avanzar, puesto que no hay obstáculos.
- Amarillo, para avanzar con cuidado y bajar la velocidad, puesto que va a cambiar a rojo.

## 1.2 Historia del semáforo <sup>3</sup>

El 10 de diciembre de 1868 se instaló el primer semáforo en Londres. Fue diseñado por el ingeniero ferroviario John Peake Knight, quién se basó en las señales ferroviarias de la época. Como podemos ver en la Ilustración 1, el primer semáforo fue muy diferente al actual, con dos brazos que se levantaban para indicar el sentido que tenía que detenerse, además usó lámparas de gas de colores rojo y verde para su uso nocturno. Sin embargo, este primer semáforo era manual por lo que requería que un policía lo controlase todo el tiempo. Este primer semáforo explotó tan solo dos meses después, el 2 de enero de 1869, hiriendo de gravedad o causándole la muerte al operador.

*Ilustración 1 Semáforo diseñado por J.P. Knight*



Fuente (antcastillog.blogspot.com, 2011)

---

<sup>3</sup> (Diccionario enciclopédico popular ilustrado Salvat, 1906-1914)

En 1910, Earnest Serrine mejoró el semáforo volviéndolo automático. Él también cambió las luces rojas y verdes por las palabras en inglés "proceed" (proceder) y "stop" (detenerse).

En 1912, Lester Wire, un oficial de policía de Salt Lake City, optó por regresar al anterior sistema con las luces rojas y verdes. Aunque era manual la innovación fue usar luces eléctricas y un zumbador para advertir del cambio de estado, además permitía a las estaciones de policía y bomberos cambiar el estado del semáforo en caso de emergencias. Por ser un empleado del gobierno estadounidense su invención nunca fue patentada.

El primer semáforo automático que utilizaba luces rojas y verdes eléctricas fue patentado por William Ghiglieri en San Francisco, California en 1917. Su diseño también incluía un modo manual.

En 1920, William Potts, inventor de varios semáforos para ese momento, añade la luz amarilla al semáforo. Para ese momento los semáforos ya se habían expandido al rededor del mundo, pero, a diferencia de los demás de dos etapas, el de tres etapas permitía advertir de una mejor manera al conductor sobre el inminente cambio a la luz roja. Potts era un oficial de policía de Detroit, por lo que al igual que Wire nunca patentó su invención.

Garrett Morgan en 1923 fue la primera persona en lograr la patente por un semáforo de tres etapas eléctrico en 1923. Sin embargo su semáforo aún

distaba del actual pues tenía dos brazos y usaba palabras iluminadas. Vendió su diseño a General Electric por aproximadamente USD \$ 40 000.

En 1936, Charles Marshall creó una señal rotatoria que permitía indicar el tiempo restante antes del cambio de estado del semáforo.

En 1917 se consiguió en Salt Lake City controlar mediante un interruptor manual hasta seis intersecciones consecutivas.

En 1922, en Houston, Texas, se instala el primer mando automático de semáforos conexos. La imposibilidad de instruir a un policía en cada intersección se diseñó un sistema eléctrico para su automatización, la electrónica aún no está disponible. Pasarán algunos años hasta que Europa comparta activamente estas experiencias.

En 1927, en Wolverhampton, Inglaterra, se instalan los primeros semáforos experimentales automáticos. En los años 50 se colocaron los primeros automatizados en Toronto, Canadá.

### 1.3 Semáforos actuales

Los semáforos han ido evolucionando con el paso del tiempo y actualmente y debido a su rentabilidad, se están utilizando lámparas a LED para la señalización luminosa, puesto que las lámparas de LED utilizan sólo 10% de la energía consumida por las lámparas incandescentes, tienen una vida estimada 50 veces superior, y por tanto generan importantes ahorros de energía y de mantenimiento, satisfaciendo el objetivo de conseguir una mayor fiabilidad y seguridad pública.<sup>4</sup>

Entre las mayores ventajas que tienen las señales luminosas con LED figuran:

- Muy bajo consumo y por tanto ahorran energía.
- Mayor vida útil de las lámparas.
- Mínimo mantenimiento.
- Respeto por el medio ambiente.
- Simple recambio.
- Unidad óptica a prueba de luz solar y Alto contraste con luz solar.
- Señalización luminosa uniforme.

---

<sup>4</sup> (Iluminación vial y urbana > Semáforos LED, 2013)

- Evita el fundido de las luces, al estar formadas estas por una matriz de diodos por lo que en ese caso solo lo harán unos cuantos diodos y no todo el conjunto, de forma que el semáforo nunca se apagará por un fallo de este tipo.
- Mayor seguridad vial.
- Se pueden cambiar las imágenes fácilmente (ej, en Madrid durante el día de la mujer añadieron falda a los muñequitos)
- Animaciones como peatón moviéndose, cuentas atrás, etc.
- Su bajo consumo permite que funcionen automáticamente mediante una batería durante cierto tiempo.
- Precaución a los peatones
- Incorporación de sonidos intermitentes cuando el muñeco verde esté parpadeando para ponerse en rojo. Actualmente se utiliza una voz grabada con el nombre de la calle para que un peatón ciego no se pueda confundir con otros semáforos cercanos e incluso con los cantos de canarios, como sucedía con los primeros semáforos con este sistema.

La óptica de LED está compuesta por una placa de circuito impreso, policarbonato de protección, casquillo roscante E-27, todos estos elementos están integrados sobre un soporte cónico. El circuito impreso, policarbonato de

protección y envolvente cónica, poseen orificios de ventilación para facilitar la evacuación de calor de su interior.

Aunque los diodos LED ofrece multitud de ventajas respecto a las bombillas tradicionales uno de sus mayores inconvenientes es que no soportan bien los cambios bruscos de energía, que es lo que ocurre cuando se encienden o se apagan cada una de las luces del semáforo, ya que además cada luz debe apagarse rápidamente para no provocar confusión con el resto de las luces, lo que provoca que algunos diodos se fundan.

Desde hace algunos años se viene utilizando la tecnología inalámbrica en los semáforos, después de que los semáforos inteligentes no hayan llegado a funcionar todo lo bien que se esperaba.

En varias ciudades de España los medios de transporte y los de emergencia incorporan equipos informáticos emisores y receptores digitales de señales de radio de muy corto alcance.<sup>5</sup>

Estas unidades permiten que cuando el vehículo que las porta se acerca a un semáforo equipado con otro equipo ambos dispositivos se conectan entre ellos y después de verificar el código de autorización los semáforos que regulan la intersección se coordinan para dar vía libre al autobús o ambulancia, consiguiendo de esta forma un tráfico fluido del transporte público o el paso de una ambulancia en servicio de forma segura en los cruces.

---

<sup>5</sup> (Semáforos actuales, n.d.)

## 1.4 Semáforos inteligentes

Es considerado semáforo inteligente a todo aquel dispositivo capaz de tomar decisiones dependiendo de una serie de parámetros de entrada (flujo de vehículos, velocidad media, identificar calles, entre otros). En otras palabras, el comportamiento del mismo, es de forma dinámica y se ajusta de acuerdo a reglas de negocios o necesidades.

Estos semáforos se presentan para solucionar varios problemas de tránsito comunes, por ejemplo:

- Congestión vehicular.
- Tiempos de viajes prolongados.
- Esperas innecesarias.
- Mayor gasto de combustible.
- Mayor contaminación del medio ambiente.

Existen diferentes formas de implementarlos, y esto puede abarcar desde una simple decisión del estado en que debe permanecer (si es luz roja o verde) de acuerdo al tránsito hasta una decisión de mayor jerarquía, como la de tomar una acción luego de detectar un accidente.

La toma de decisión de un semáforo dependerá del tipo de tecnología que se implemente.

### 1.4.1 Semáforo Inteligente con RFID<sup>6</sup>

RFID son las siglas de Radio Frequency Identification, en español identificación por radiofrecuencia)

La idea principal es tener un control inteligente del tráfico, haciendo variar los tiempos de espera en los puntos de intersección de acuerdo a la congestión vehicular.

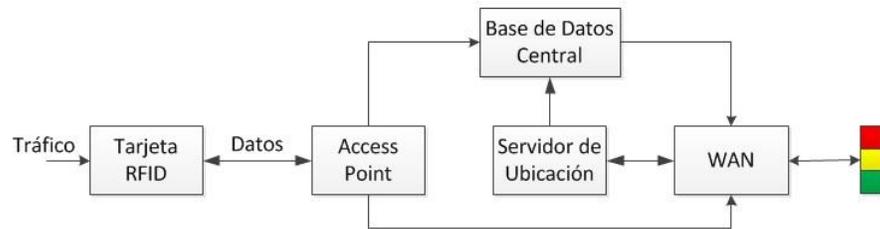
El sistema consta de 4 partes principales:

1. La tarjeta RFID.
2. Punto de acceso o Access Point.
3. Ubicación de servidor de redes WAN.
4. Cuenta con una base centralizada que almacena los datos y a partir de ellos escoge una alternativa.

---

<sup>6</sup> (Anoroza, pp. 2-5)

Ilustración 2 Esquema de semáforo inteligente usando RFID



Fuente: Anoroza, Semáforos Inteligentes

En la Ilustración 2 podemos observar que el proceso de decisión para el control de tráfico inteligente depende de la información en tiempo real proporcionado por el sistema RFID.

Se captan los datos y son almacenados en una base de datos centralizada. Estos sensores captan la ubicación y el tiempo de cada vehículo y se guardan como una etiqueta que puede ser referenciada a través de un identificador.

En cada cruce, la espera de los semáforos depende de la congestión, la longitud de la cola y otros parámetros de entrada. La comunicación entre el semáforo y el algoritmo de decisión se hace a través de internet.

Con los sensores ubicados en diferentes sectores se toman los tiempos, así como los tipos de vehículos; todos los datos se van cargando en una tabla.

Es posible determinar la velocidad media de los vehículos que están transitando, velocidad después de estar parado, saber características específicas de los vehículos entre otros parámetros.

Si ocurre una situación extraña como un accidente, todavía es posible controlar el tráfico ya que los datos acumulados en la base centralizada pueden ser utilizados. El sistema puede aprender las decisiones y puede producir un escenario general del flujo de tráfico mediante la identificación de una variedad de situaciones:

- Determinar el patrón de circulación de vehículos en un determinado día.
- Determinar la secuencia más eficaz.
- Identificar la ruta más activa.

## 1.4.2 Semáforo Inteligente usando Redes de Sensores Inalámbricos

Esta tecnología maneja, básicamente la misma idea que los semáforos que utilizan RFID. Este sistema cuenta con 2 partes principales:

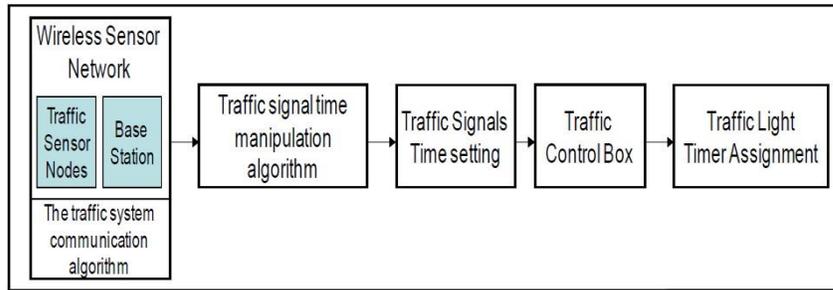
- 1- La red de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Network o WSN)
- 2- La estación base (Base Station o BS), que se encarga de ejecutar los algoritmos de control.

La red de sensores inalámbricos, consiste en un grupo de sensores diseñados para proporcionar la infraestructura de comunicación de tráfico y facilitar el flujo del tránsito. Cada sensor se encarga de generar los datos de tráfico como el número de vehículos, los procesos de salida, velocidad de cada vehículo, su longitud. Los datos recopilados se envían en tiempo real a la base de datos.

Dichos datos generan una serie de informaciones que permiten controlar el tránsito mediante los datos estadísticos que se generan.

En la ilustración 3 podemos ver el flujo en que opera dicho esquema.

Ilustración 3 Esquema de un semáforo inteligente usando sensores inalámbricos.

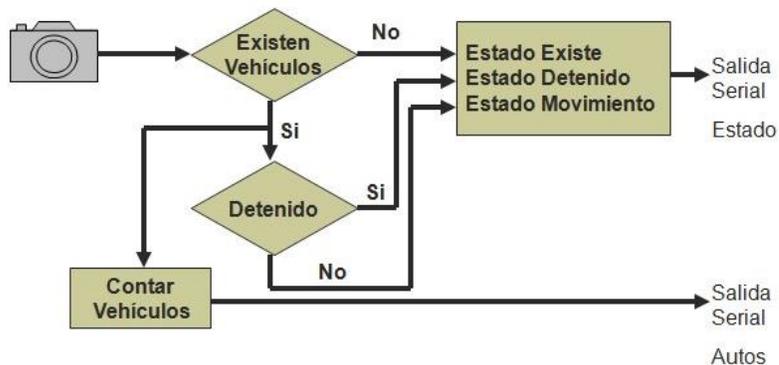


Fuente: Anoroza, Semáforos Inteligentes

### 1.4.3 Semáforo Inteligente mediante Procesamiento de Imágenes

Mediante el control del tráfico utilizando procesamiento de imágenes, es posible medir la densidad del tráfico y de acuerdo a los datos obtenidos modificar los tiempos del semáforo.

Ilustración 4 Flujo de semáforos inteligentes con procesamiento de imágenes



Fuente: Anoroza, Semáforos Inteligentes

Como vemos en la Ilustración 4, para este método se requiere instalar cámaras infrarrojas que capten la vía a que pertenece dicho semáforo.

La idea es la siguiente:

1. Recolección de imágenes. Se captura la carretera vacía y la imagen con el tráfico actual. La imagen de carretera vacía se guarda como una imagen de referencia. Se convierte ambas imágenes RGB a la escala grises.
2. Mejora y procesamiento de la imagen. Verificar coincidencia entre la imagen de referencia y la imagen con el tráfico actual. Se utiliza el método de detección de borde morfológica porque requiere menos cálculo computacional y también es capaz de extraer los bordes independientemente de su dirección. Además de los bordes que causados por los vehículos también hay bordes extras, que son causados por factores no deseados como la carretera dañada o marcas blancas en la superficie del camino, la sombra de los árboles y edificios, entre otros.

3. Después de un procedimiento de detección de bordes de ambas imágenes, los semáforos se pueden controlar basándose en el porcentaje de coincidencia.

Por ejemplo:

Si la coincidencia es entre 0 a 10% de match, la luz verde permanecería encendida durante 90 segundos, en cambio, si coincide entre 10 a 50%, la luz verde está encendida durante 60 segundos, y así ocurre en los diferentes rangos posibles.

Este sistema trae problemas en cuanto a su costo muy elevado.

Otras ventajas que se puede extraer con esta tecnología es que puede ser utilizado como sistemas de seguridad y control, monitoreo de las calles 24 horas, entre otros aspectos. Todo esto con la misma cámara.

#### 1.4.4 Semáforos inteligentes basados en Inteligencia Artificial

Existen diferentes enfoques en cuanto a este tema, entre ellos están los basados en lógica difusa, algoritmos genéticos y refuerzo de aprendizaje.

##### Lógica Difusa

Para el sistema de semáforo inteligente, la técnica más común es el uso del controlador de lógica difusa. La tecnología de lógica difusa permite la aplicación de las reglas de la vida real similar a la manera en la que los seres humanos podrían pensar.

Por ejemplo, los seres humanos podrían pensar de la siguiente manera para controlar la situación del tráfico en un cruce seguro: si el tráfico es más pesado en el norte o el sur de los carriles y el tráfico en el carril este u oeste es menor, entonces el semáforo debería permanecer verde más tiempo en los carriles norte y el sur.

El controlador de lógica difusa está diseñado para una intersección cualquiera. En el semáforo controla dos parámetros: la cantidad de tráfico en el lado de llegada (llegada) y la cantidad de tráfico en el lado de cola (espera). Si el norte y el lado sur es verde, entonces este sería el lado de llegada mientras que el oeste y el lado este se considera como el lado de espera y viceversa.

La variable de salida difusa sería la extensión necesaria de la luz verde de acuerdo al flujo en el tráfico de llegada. Así, sobre la base de las condiciones de tráfico actuales, las reglas difusas se pueden formular de modo que la salida del controlador difuso extenderá o no luz verde actual. Si no hay ninguna extensión de la luz verde actual, el estado del semáforo cambiará inmediatamente, permitiendo que el tráfico procedente a la fase alternativa.

#### Refuerzo de Aprendizaje

La idea es la siguiente. Suponga que hay un número de vehículos parados en cierta dirección esperando el cambio de la luz del semáforo. El semáforo detecta la cantidad de vehículos desde su lugar específico y este debe ser capaz de tomar la decisión óptima para minimizar el tiempo promedio de espera de cada vehículo.

Los controladores de tráfico inteligente deben solucionar este problema mediante la estimación de cuánto tiempo le tomaría a un vehículo llegar a su destino (siendo que cruza varios semáforos) cuando la luz se puso en verde, y cuánto tiempo le tomaría si la luz se pone en rojo. La diferencia de tiempos de espera de cada estado es la ganancia para el vehículo. Los controladores deben ser capaces de maximizar la ganancia promedio.

La estimación de los tiempos de espera se realiza mediante el refuerzo de aprendizaje que realiza un seguimiento de los tiempos de espera de los vehículos y utiliza de forma inteligente para calcular los promedios a largo plazo en los tiempos de espera utilizando algoritmos de programación dinámica.

Todos los datos son guardados en una base de datos para su futura evaluación por los sistemas de inteligencia.

## 1.5 Diferentes aplicaciones a nivel global

Los investigadores Stefan Lämmer y Dirk Helbing, ambos Alemanes, idearon un sistema de semáforos que regula la duración de sus luces dependiendo del nivel de tráfico que los rodea.

Esto con la idea de responder a la típica situación al manejar de noche o cuando hay pocos autos cerca: no hay nadie en las calles y aun así hay que esperar que pase la luz roja y salga la verde para poder avanzar. Más allá del tiempo perdido, esa espera genera pérdidas de dinero (en combustible) y además hace que el auto libere gases dañinos para el ambiente sin siquiera moverse.

El sistema permite que la duración de las luces sea menor, siendo el mismo semáforo el que monitorea los alrededores (sin influencia de elementos como botones para peatones o placas en el asfalto que indican la presencia de autos).

Lo que hicieron fue crear un modelo virtual de la ciudad de Dresden, en Alemania. Este modelo funcionaba con información proveniente de semáforos en la ciudad. Los semáforos virtuales del modelo se comunicaban entre ellos para coordinar sus tiempos, con lo que lograron disminuir los tiempos de espera entre 10% y un 30%.

Este sistema también ayudaría en momentos de mucho tráfico, regulando los tiempos para que las calles no estén tan embotelladas o darles más tiempo para moverse en ciertas direcciones.

En otro orden, la empresa brasileña Digicon ha implementado un software de control de tráfico en tiempo real (SCATS) desarrollado por Tyco y RTA (Roads and Traffic Authority) en Sidney, Australia. Consiste en el sistema en tiempo real más práctico para el control inteligente del tráfico urbano.

La misma se ha instalado en más de 100 ciudades y en más de 20,000 intersecciones.

Scats utiliza el abordaje adaptativo de tráfico en tiempo real para controlar el tráfico urbano, midiendo las condiciones de tráfico actual y, enseguida, hace el ajuste del:

- Ciclo Length (ciclo semafórico completo),
- Splits (duración del tiempo de los verdes) y
- Off Set (para garantizar un sincronismo entre los semáforos, la conocida "ola verde").

Su respuesta en tiempo real garantiza las condiciones más apropiadas y seguras a las fases de la señal de tránsito en los cruces.

La misma no requiere intervención del operador en el día a día. Los operadores tienen acceso instantáneo a las informaciones de flujo de tráfico, el estado del sistema y fallas hasta al nivel de una única lámpara. Scats ® se adapta a las exigencias de la evolución de los flujos de tráfico.

En España, empresas como Siemens Traffic Solutions donde conjuga las ventajas de una empresa de fuerte raigambre local, al estar presente en España desde hace más de 110 años, con las de una multinacional con más de 165 años de existencia y un profuso enfoque internacional como consecuencia de su ubicación en más de 190 países. La innovación, tanto tecnológica como en gestión, y la constante orientación al cliente conforman parte de su vocación empresarial. Precisamente y como consecuencia de ello, a comienzos del 2008 realizaron una importante reorganización de su compañía constituyendo una nueva División de Negocio “Mobility” que respondiera a las necesidades de la sociedad en todos los segmentos de la movilidad, desde el transporte ferroviario, el tráfico aeroportuario o el rodado (en ciudades, carreteras, autopistas, aparcamientos, túneles y peajes). De esta manera, Siemens aporta soluciones de movilidad en toda la cadena de valor y en todos los segmentos sin que exista competidor ni portfolio tan completo.

Ofrecen soluciones inteligentes para el tráfico. Pretenden aligerar los flujos de tráfico terrestre, mejorar la fluidez de la circulación del transporte público, brindar modernización, recopilar datos estadísticos, etc.

## 1.6 Reglas básicas para transitar en Santo Domingo.

Las señales de tránsito son nuestra guía en las calles y carreteras. Nos indican distancias entre ciudades, curvas, puentes y todo aquello de que tanto el conductor como el peatón necesitan ser informados para proteger su seguridad vial.

El manual del conductor dominicano de la Dirección General de Tránsito Terrestre, define estas señales como todas las marcas, rótulos y semáforos para la dirección y control del tránsito. Estas son fijadas o levantadas en una vía pública autorizada por la propia Dirección.<sup>7</sup>

La universalidad de los signos que las componen, garantiza que personas de diversas lenguas y culturas puedan interpretar los mensajes.

Existen tres tipos de señales de tránsito que podemos encontrar en Santo Domingo las cuales son:

- Señales Restrictivas (SR)
- Señales Preventivas
- Señales de Servicios

---

<sup>7</sup> (Terrestre, 2003)

Las Señales restrictivas son tableros fijados en postes con símbolos y/o leyendas que tienen por objetivo indicar al usuario, tanto en la zona rural como urbana, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito.

En la ilustración 5 podemos encontrar señales como Alto, Ceda el paso, No entre, No estacione, etc.

*Ilustración 5 Señales Restrictivas de tránsito*



Fuente: (Terrestre, 2003)

Las señales preventivas, denominadas además de advertencia de peligro, tienen como propósito advertir a los usuarios de las vías de riesgos y/o situaciones imprevistas de carácter permanente o temporal e indicarles su naturaleza.

Estas señales requieren que los conductores tomen las precauciones del caso ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y las de los peatones.

El uso de estas señales es de gran importancia para los conductores. Para una mejor claridad sobre estas señales se ha realizado la siguiente clasificación:

- Riesgos por Diseño de la Vía: Son Señales que indican giros o advertencias de la vía de acuerdo a su estructura o diseño. Por ejemplo Curvas, Pendientes, contracurvas, Angostamiento de las vías, Altura Máxima, etc.
- Riesgos por Irregularidades Físicas de las Vías: indican la proximidad de los riesgos causados con el propósito de reducir la velocidad de los vehículos. Por ejemplo: Resaltos simples o como le llamamos en Santo Domingo, policía acostado, también Badenes, etc.
- Riesgos Generales en la Vía: Nos informa cuando se aproximan intersecciones la cual deben generar una atención del conductor, como por ejemplo: Rotondas, cruces o Bifurcaciones, Zonas de escuela, Cruces Ferroviarios, Cruce peatonales, etc.
- Otros Riesgos: Son señales de prevención para enterar al conductor cuando está próximo a un semáforo, o una zona de derrumbe, pavimento resbaladizo, etc.

Ilustración 6 Señales preventivas



Fuente: (Terrestre, 2003)

Las señales de servicios se utilizan para informar a los usuarios la existencia de un servicio o un lugar de interés turístico y/o recreativo. En algunos casos estas señales podrán usarse combinadas con una informativa de destino en un mismo tablero.

Estas muestran proximidad a centros de servicios tales como: hospitales, estaciones de gasolina, restaurantes, aeropuertos, servicios de mecánica, etc...

La ilustración 7 muestra un ejemplo de diferentes señales de servicio que podemos encontrar en las vías.

Ilustración 7 Señales servicios.



Fuente: (Terrestre, 2003)

## 1.7 Crecimiento del parque vehicular

En la publicación del “Boletín Estadístico Parque Vehicular en la República Dominicana al 31 de diciembre de 2012” realizado por la Dirección General de Impuestos Internos en Abril del 2013 podemos encontrar las principales estadísticas y transacciones realizadas por los contribuyentes mostrando la composición del parque vehicular por tipo de vehículo, origen, marca, color, sexo, edad y año de fabricación.

Adicionalmente, se muestra la recaudación por concepto de impuestos de vehículos de motor y la participación de la misma en el total de la recaudación de la DGII.

Esto arroja información valiosa de la situación de nuestro tránsito con relación a la cantidad de vehículos por demarcación o zona y nos brinda la posibilidad de delimitarlo a nuestra zona de estudio.

Al 31 de diciembre de 2012, el parque vehicular ascendió a 3,052,686 unidades, registrándose 117,195 vehículos de nuevo ingreso respecto al 2011. Del total de vehículos, el 51.3% son motocicletas y el 22.8% corresponde a automóviles. La mayor parte de los vehículos se encuentran en el Distrito Nacional, Santo Domingo y Santiago de los Caballeros, con una participación de 30.3%, 15.8% y 8.2% respectivamente.

En cuanto al tipo de persona, el 64.0%, del parque vehicular está registrado a nombre de personas físicas, mientras que el restante 36.0% pertenece a personas jurídicas. Si observamos esta variable por el género, el 77.6% pertenece a personas del sexo masculino, mientras que el restante 22.4% al sexo femenino. En cuanto a la edad del propietario, del total de vehículos registrados a nombre de personas físicas, el 28.4% corresponden a personas cuya edad se encuentra entre 36 y 45 años, el 25.2% a los que se encuentran entre 46 y 55, el 24.5% a personas mayores a 56 años, el 18.9% a personas que poseen entre 26 y 35 años y el restante 3% a los menores de 25 años.

Con estos datos podemos estimar los horarios de accesos a las vías públicas ya que podemos tomar como promedio las personas que realizan actividades recurrentes según sus edades, por ejemplo los jóvenes y adultos de 19 años hasta 60 que se dirigen a sus trabajos diariamente en horarios de la mañana y regresan de los mismos en horarios de las tardes.

También podemos tomar como dato estadístico, un promedio de personas en edades de 18 a 25 años la cual se dirigen a universidades o centros de estudio en horarios de 6pm a 7 pm y regresan a sus hogares entre 9pm a 10pm. Esto nos puede arrojar un estimado de las horas picos de la zona central de Santo Domingo.

Al enfocarse por país de origen, la mayoría de los vehículos son japoneses, representando el 75.7% del total de automóviles y el 70.1% de los jeeps. En cuanto al año de fabricación, predominan los del año 2007 hacia atrás, representando el 96.5% del total de automóviles, y el 84.0% del total de jeeps.

Según la preferencia de color, el gris, el blanco y el azul, son los más predominantes para el caso de los automóviles, con una participación de 18%, 17.2% y 16.8%, respectivamente. <sup>8</sup>

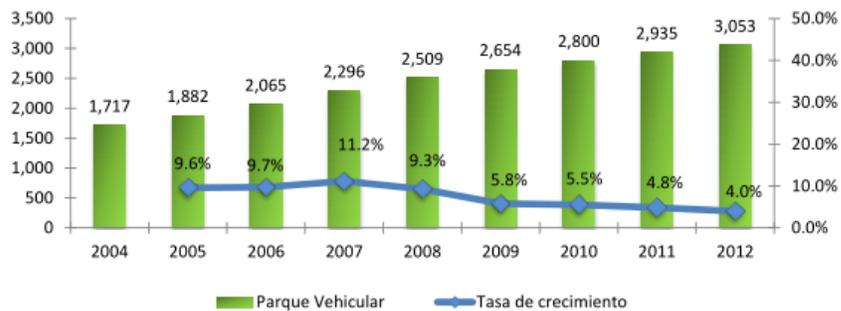
---

<sup>8</sup> Datos estadísticos extraídos de informe (DGII, 2012)

### 1.7.1 Evolución del Parque vehicular

Podemos notar en la Ilustración 8 que el parque vehicular al finalizar el año 2012 ascendió a 3,052,686 unidades, registrando un incremento de 117,195 unidades nuevas, equivalente a un 4%.

Ilustración 8 Evolución del parque vehicular 2004-2012

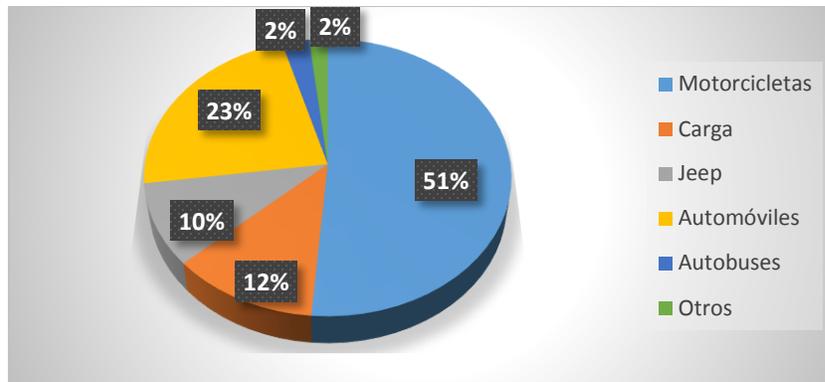


Fuente: (DGII, 2012)

De los diferentes tipos de vehículos, las motocicletas presentan un mayor crecimiento absoluto con 69,156 motocicletas, para un incremento de 4.6%; seguido por los jeeps con un aumento de 18,240, representando un crecimiento de 6.6%.

Luego, les siguen los automóviles con un aumento de 18,216 nuevas unidades para un incremento de 2.7%, todos estos datos podemos verlos de forma gráfica en la ilustración 9.

Ilustración 9 Participación porcentual de los vehículos de motor



Fuente (DGII, 2012)

Al clasificar el parque vehicular por provincia nos damos cuenta que el 59.8% está distribuido entre el Distrito Nacional, Santo Domingo, Santiago de los Caballeros y La Vega; y el restante 40.2% está ubicado en las demás provincias que conforman el territorio nacional.

Podemos determinar que el 42.4% de automóviles se encuentra alojado en el Distrito nacional que es donde se comprende nuestro estudio y en cuanto a las motocicletas el 21.1% de las totales en el país.

### 1.7.2 Tendencia de crecimiento y proyecciones

Si nos fijamos en la tendencia de crecimiento que ha venido teniendo el parque vehicular al pasar de los años a simple vista nos podemos dar cuenta que cada año la cantidad de automóviles crece en nuestras ciudades a un ritmo más acelerado que el crecimiento de la estructura vial. Esto provoca que los

organismos refuercen las calles con agentes del tráfico para mitigar la crisis de embotellamiento que va en constante crecimiento.

*Tabla 1 Parque vehicular según tipo y su participación porcentual*

Tipo	2011	2012	Variación	
			Absoluta	Relativa
Automóviles	678,964	697,180	18,216	2.7%
Autobuses	76,413	78,888	2,475	3.2%
Jeep	275,661	293,901	18,240	6.6%
Carga	355,674	363,439	7,765	2.2%
Motocicletas	1,497,659	1,566,815	69,156	4.6%
Volteo	18,656	18,941	285	1.5%
Máquinas Pesadas	18,911	19,429	518	2.7%
Otros	13,553	19,429	5,876	4.0%
<b>Total</b>	<b>2,935,491</b>	<b>3,052,686</b>	<b>117,195</b>	<b>4.0%</b>

Fuente: (DGII, 2012)

Si tomamos estos datos de la tabla 1 y estimamos un crecimiento proyectado al 2015 basados en los últimos datos arrojados hasta la fecha tendremos lo siguiente:

*Tabla 2 Estimación de crecimiento del parque vehicular hasta el año 2015*

Tipo	2011	2012	2013	2014	2015
Automóviles	678,964	697,180	725,067	754,070	784,233
Autobuses	76,413	78,888	82,044	85,325	88,738
Jeep	275,661	293,901	305,657	317,883	330,599
Carga	355,674	363,439	377,977	393,096	408,819
Motocicletas	1,497,659	1,566,815	1,629,488	1,694,667	1,762,454
Volteo	18,656	18,941	19,699	20,487	21,306
Máquinas Pesadas	18,911	19,429	20,206	21,014	21,855
Otros	13,553	19,429	20,206	21,014	21,855
<b>Total</b>	<b>2,935,491</b>	<b>3,058,022</b>	<b>3,180,343</b>	<b>3,307,557</b>	<b>3,439,859</b>
Variación por año		122,531	122,321	127,214	132,302

Fuente: DGII & Estimaciones propias

Podemos observar en la Tabla 2 que cada año la tendencia es creciente como vemos a continuación si estimamos un crecimiento de un aproximado a 4% estaríamos aumentando cada año de 122,000 a 132,000 promedio aumentando considerablemente el flujo de vehículos en las zonas principales de nuestro país en horas pico.

### 1.8 Evolución de la estructura vial.

En las últimas dos décadas, la República Dominicana ha experimentado cambios trascendentales en su infraestructura vial. La construcción de intersecciones elevadas, túneles, pasos a desnivel y nuevas carreteras han incrementado la accesibilidad de la red nacional.

A pesar de estas grandes inversiones, el problema del transporte persiste, presentando mejoras puntuales que luego se desvanecen al encontrar nuevos obstáculos que entorpecen el flujo de una enorme carga vial. La ciudad de Santo Domingo ha sido la mayor benefactora de las partidas presupuestarias dedicadas al transporte, con una inversión aproximada de más de US\$2,750 millones en la última década. Sin embargo, en esta se perciben las mayores demoras y congestionamientos del territorio nacional.

Una velocidad promedio de 52 km/hr y una velocidad máxima de 156 km/hr por encima de los 45 km/hr establecidos por ley, reflejan las características de operación de la red interna del Distrito Nacional, donde los

conductores tienden a incrementar agresivamente su velocidad en tramos no congestionados para recuperar el tiempo perdido, amenazando la vida de los peatones y de los demás usuarios del sistema vial.

En el transcurso del tiempo se ha requerido de un inmenso trabajo y del esfuerzo de varias generaciones para lograr configurar la red vial de la República Dominicana, que consta de una longitud del orden de 18,075 kilómetros, de los cuales 5,403 kilómetros son de carreteras, 8,672 kilómetros son de caminos vecinales y 4,000 kilómetros de caminos temporales y trochas.

Esta longitud vial es adecuada para la extensión territorial de 48,442 kilómetros cuadrados que tiene el país y para los 10.1 millones de habitantes que en él habitan. La densidad vial es de 290 m/km<sup>2</sup>, incluyendo las carreteras y los caminos vecinales.

Estos datos están actualizados hasta Diciembre del 2012 donde el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) se encarga de registrar cada año fiscal.<sup>9</sup>

La tabla 3 presenta la clasificación funcional del sistema de carreteras del país y su estado para el año 2012, de las cuales el 25% son carreteras troncales o principales, 48% carreteras regionales o secundarias y 27%

---

<sup>9</sup> Condición de la red de carreteras para el 2012 (Comunicaciones, 2012)

carreteras locales. Los caminos vecinales no tienen clasificación funcional, pero sus características geométricas y estructurales dependen del tráfico y la pluviométrica de la zona donde se localizan los mismos.

*Tabla 3: Condición de la red de carreteras para el 2012.*

Condición Carreteras	Longitud (Kms)							
	Troncal	%	Regional	%	Local	%	Totales	%
Buena	842.46	62.77%	542.88	20.96%	512.45	34.83%	1,897.79	35.12%
Regular	499.60	37.23%	1,638.40	63.26%	485.76	33.02%	2,623.76	48.56%
Mala	-	0.00%	408.60	15.78%	472.87	32.14%	881.47	16.31%
Total Red Carreteras	1,342.06	100.00%	2,589.88	100.00%	1,471.08	100.00%	5,403.02	100.00%

Fuente: (Comunicaciones, 2012)

## 1.8.1 División de la infraestructura vial

### CARRETERAS TRONCALES

Carreteras caracterizadas por proporcionar un elevado nivel de movilidad, para grandes volúmenes de tráfico; su función principal, es atender el tránsito de larga distancia y conectar las principales ciudades o centros generadores de actividad. Para la red troncal se han escogido los números del 1 al 9, los cuales están inscritos dentro de la forma de un escudo dominicano con los colores rojo, blanco y azul y las leyendas en blanco.

### CARRETERAS REGIONALES

Las carreteras regionales son aquellas que sirven a la demanda de tráfico de una región, entre ciudades o centros de menor actividad no servidos por la red troncal o sistema primario, con volúmenes de vehículos medianos, es decir inferiores a 4,000 veh/día, y sirven para alimentar el sistema troncal. Se codifican con los números del 10 al 199, inscritos en negro dentro de un círculo blanco centralizado en una placa cuadrada y es la mayor cantidad de kilómetros de tipo de carreteras del país, con una densidad de 53 m/km<sup>2</sup>. En la figura No.3, se presenta un mapa con la cobertura de dicha red regional.

### CARRETERAS LOCALES

Las carreteras locales sirven a la demanda de tráfico de corta distancia y a un área homogénea, ya sea un Municipio o Distrito Municipal, sirviendo de

nexo, entre las pequeñas localidades o poblados con el sistema secundario. Con volúmenes vehiculares bajos, es decir menores de 2,000 veh/día, las carreteras locales con una densidad de 30 m/km<sup>2</sup>, se codifican desde el número 200 al 999, inscribiéndose dichos números en una placa diseñada con iguales dimensiones y características, que las empleadas para identificar la red regional, utilizando un cuadrado en lugar de un círculo para alojar el número.

#### RED DE CAMINOS VECINALES

Caminos que proporcionan acceso principalmente a las zonas de producción agrícola y a los poblados de difícil acceso. Estos caminos denominados comúnmente en vialidad, como “de la plantación al mercado”, representan generalmente los de mayor número y son aquellos que poseen un tráfico reducido (20 - 300 veh/día).

La red nacional de caminos vecinales inventariados está constituida por 8,672 kilómetros, distribuidos por tipo de superficie, de la manera siguiente:

*Tabla 4 Composición de red de caminos vecinales*

Tipo de superficie	Longitud (km)	%
Empedrado	49	0.60%
Pedregoso	1,890	12.80%
Grava	2,917	33.60%
Suelo fino	1,571	18.10%
Tratamiento asfáltico	897	10.30%
Mezcla asfáltica	1,348	15.50%
<b>Total</b>	<b>8,672</b>	<b>100%</b>

Fuente: (Comunicaciones, 2012)

## 1.9 Funcionamiento de los sistemas de emergencia terrestres.

Los servicios de Emergencia forman parte integral de todo sistema público de seguridad y salud. Su función principal es proporcionar atención inmediata ya sea de seguridad física o médica en todas las situaciones de emergencia, incluyendo desastres.

La atención urgente debe corresponderse con un Sistema integral de urgencias, como conjunto de actividades secuenciales complejas y ordenadas a través de protocolos dirigidos a optimizar la asistencia a personas en situaciones críticas desde el momento de aparición del proceso hasta su incorporación a la vida social o laboral.

La atención a una emergencia tiene como objetivo evitar la muerte y/o disminuir las posibles secuelas.

Cuando nos referimos a emergencias, nos referimos a una acción que está directamente relacionado con el tiempo transcurrido desde que se producen hasta que son atendidas. En la emergencia ha de primar la llegada rápida al lugar del incidente, con los recursos más adecuados disponibles, así como la capacidad para discernir la evolución prevista de las personas que han necesitado la asistencia en los próximos minutos.

Algunos puntos para determinar características diferenciadoras posee una emergencia son:

- Riesgo vital a corto plazo
- Necesidad de respuesta inmediata (en minutos)
- Alertante por terceros
- Necesidad de coordinación con otros servicios de emergencia. (Bomberos, policías, médicas)
- Imprescindible personal con entrenamiento específico
- Necesidad posterior de Ingreso hospitalario.

La atención urgente atiende situaciones diferentes que, si bien requieren una adecuada asistencia en el tiempo, no necesitan la inmediatez anterior. La gravedad de la urgencia puede ser más o menos importante y el tiempo de respuesta mayor o menor. Como primer paso de la atención es necesaria la clasificación de la demanda para adjudicar a la misma los recursos apropiados en el tiempo requerido, en razón a protocolos establecidos. Esta atención puede realizarse bajo diferentes modalidades, desde los centros coordinadores sin movilización de recursos, consulta telefónica (como por ejemplo el 911), a domicilio (con llamadas directas a centros de asistencia. Por ejemplo: Movimed), y más raramente en la calle con movilización de recursos (Personal de emergencia que encuentra casos casualmente, como por ejemplo Policía Nacional).

En República Dominicana existen tres servicios de emergencia básicos las cuales se trasladan de un punto a otro mediante un llamado previo, estos son:

- Emergencia Médica Ambulatoria (Ambulancias, Defensa Civil)
- Emergencia de Seguridad social (Policial)
- Emergencia de Desastres (Bomberos)

### 1.9.1 Emergencia Médica Ambulatoria o Ambulancias

Una ambulancia es un vehículo destinado al transporte de personas enfermas o heridas, hacia, desde o entre lugares de tratamiento.<sup>10</sup>

La historia bíblica del Buen Samaritano, las experiencias clásicas griegas y romanas con sus primitivos servicios de carros ambulancia constituyen las primeras imágenes históricas fuertes sobre la actividad de la emergencia médica.

En la edad moderna son los novedosos servicios de recogida y clasificación de heridos del ejército napoleónico los que marcan el inicio de un largo recorrido en el que los hitos más importantes desde el punto de vista logístico y asistencial (trenes y aviones ambulancia, primeros sistemas de triaje) tienen que ver con la actividad militar que no ha dejado desde entonces de

---

<sup>10</sup> (Skinner, 1949)

innovar y adelantar en servicios médicos de todo tipo. El otro polo que va a incidir en la modernización lo constituyen los avances técnicos médico asistenciales nacidos del ingenio y de la experimentación de los profesionales de la salud, sistemas de ventilación manual y boca a boca, reanimación de ahogados, algunos de los cuales vienen ya del siglo XIX.

El avance más significativo que impulsó los servicios de emergencias extra hospitalarios fue la descripción por primera vez del masaje cardiaco en 1960 por Kouwenhoven et al y desde entonces las maniobras de RCP se han generalizado.

La primera ambulancia con un desfibrilador portable, fue puesta en marcha en 1965 por Frank Pantridge en el Royal Victoria Infirmary en Belfast, creando así la primera unidad de emergencia extra hospitalaria de cuidados coronarios. Este concepto fue rápidamente adoptado en Estados Unidos y el resto del mundo. Una editorial en Lancet en 1967 afirmaba que Patridge and Geddes habían revolucionado la medicina de emergencia.

En Francia, en 1965 se aprobó un decreto creando los Servicios Móviles de Urgencia y Reanimación de base hospitalaria (S.M.U.R). Y finalmente, en 1968 nacieron los SAMU para coordinar las actividades de los SMUR, incorporando una central de regulación médica de llamadas.

Pero evidentemente, son los servicios civiles, inicialmente en EEUU y posteriormente en Europa, en los que se manifestó el profundo avance en la

implantación de todo tipo de unidades asistenciales para la emergencia médica. Se trata, por ejemplo, de la incorporación temprana de técnicas de comunicación, especialmente la radio, al tiempo que la creación y desarrollo de técnicas de soporte vital avanzado y de reanimación cardiaca.

En República Dominicana aparte de los servicios de ambulancias que se brindan en hospitales existen diferentes servicios privados, entre ellas podemos encontrar empresas como: Movimed, Promed, Franco Ambulancias, Grup Rescue, entre otros.

De una entrevista<sup>11</sup> arrojada a un personal capacitado en una de las principales empresas de servicio ambulatorio terrestre nos indica que están comprometidos con mantener la vida e integridad de las personas en caso de emergencia. Para ellos se considera como emergencia a toda situación de salud que pone en riesgo la vida del paciente o la integridad de un órgano función y que requiere atención médica inmediata.

El servicio está diseñado para ofrecer un tiempo de respuesta no más de 15 minutos a partir del llamado, y es brindado por una Unidad Móvil de Terapia intensiva operada por personal médico y paramédico asistido al equipamiento moderno que poseen los vehículos.

---

<sup>11</sup> (Polanco, 2013) Anexo V Entrevistas

Recalcan que la atención incluye medicamentos y el material gastable, así como el transporte al centro médico elegido por el paciente en caso que la gravedad de su situación así lo requiera.

Una de las quejas más comunes entre los afectados y las empresas que brindan el servicio es el grado de congestión que puede presentar la vía pública al momento del desplazamiento y esto es lo que nos indican que no pueden controlar. El momento les dicta las acciones que tienen que tomar. En caso de encontrar embotellamientos, los choferes optan por elegir vías alternas en caso de ser posible y en caso de que no puedan, cometen imprudencias que para ellos son legales ya que están asistiendo un llamado de emergencia.

Dice el experto en medicina de emergencia “Es común tener que tomar la vía contraria para evitar entaponamientos o cometer imprudencias mayores ya que tenemos que atender el llamado a un corto tiempo y no tenemos opción”.<sup>12</sup>

También recalcan que reciben la ayuda que pueden de los sistemas de control de tránsito terrestre del país pero estos a su vez tampoco pueden controlar a un 100% las calles ya que los mismos reaccionan al momento de cuando detectan visualmente un vehículo que requiere de su asistencia, es decir mientras no lo ven, no ejecutan ninguna acción de descongestión.

---

<sup>12</sup> (Smester, 2013) Anexo V Entrevistas

Como último comentario agregan que para ellos las horas picos les afecta en el tiempo de traslado y reconocen que los horarios más pesados se encuentran entre las 5pm a 7pm que es mayormente el horario en que las personas regresan de sus trabajos a hogares y los universitarios se trasladan a los centros de estudio y todo esto agregándoles el caos del transporte público.

### 1.9.2 Emergencia de desastres, Bomberos

Bombero es la persona que se dedica a extinguir incendios, tradicionalmente mediante bombas hidráulicas, que se utilizaban para sacar agua de pozos, ríos o cualquier otro depósito cercano al lugar del siniestro. Se atribuye al emperador César Augusto la creación del primer cuerpo de bomberos en Roma.<sup>13</sup>

La mayoría de los bomberos pertenecen a cuerpos de titularidad pública y pueden ser de dos tipos: asalariados o voluntarios.

El teléfono de los bomberos del Distrito Nacional es el 809-682-2000. A partir del llamado, los bomberos garantizan asistir la emergencia en un período entre seis y siete minutos. En los últimos años, el Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) y el Cuerpo de Bomberos se han establecido en trece

---

<sup>13</sup> (Este, n.d.)

estaciones y un Cuartel General dentro de los 92 kilómetros cuadrado capitaleños.

La descentralización, asegura el jefe de los bomberos del Distrito Nacional, general Guillermo García, "permite tener una primera atención en tiempo por debajo de los parámetros internacionales, tenemos una estación por cada 6.5 kilómetros cuadrado. Inclusive en horas de mucho tráfico, entre cuatro y seis minutos".

Los bomberos han podido establecer un sistema de atención a emergencias que a su entender ha demostrado funcionar con eficacia. "Tenemos la ciudad cuadrículada, ante un llamado, inclusive durante el peor momento del tránsito, podemos identificar de cuál estación podrá llegar primero un camión de bomberos. Porque si no podemos llegar con el más cercano desde una estación lo podemos hacer con otra", dice.

*Ilustración 10 Cuerpo de Bomberos, Cuartel central*



*Fuente bomberosdn.com.do*

Pese a la capacidad de respuesta que podamos tener, los primeros minutos son los que determinan la función de los bomberos. Si no se hace la llamada rápidamente, lo que es un conato de incendio se puede convertir en un fuego en el que se pierda todo", dice García.

Llama la atención que con frecuencia los que hacen la llamada telefónica son las personas que no tienen relación directa con el incendio. "La mayoría de las llamadas que recibimos son de las personas que no ven el fuego, hasta que sale de la casa. En esos casos lo que se busca es tratar de evitar la pérdida total", concluye el general.<sup>14</sup>

Según el personal entrevistado el único bloqueo al transitar por las calles principales de Santo Domingo son los cruces o intercepciones de calles principales ya que los vehículos tienden a no respetar los semáforos en horas pico y entorpecen las vías al no poder cruzar.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> (Libre, 2012) Diario Libre, Entrevista al General Guillermo García

<sup>15</sup> (Pineda, 2013) Anexo V Entrevistas

### 1.9.3 Emergencia Policial o de Seguridad social

La palabra “policía” es definida por el diccionario de la Real Academia como: “buen orden que se observa y guarda en las ciudades y repúblicas, cumpliéndose las leyes y ordenanzas establecidas para su mejor gobierno”. También, Cuerpo encargado de velar por el mantenimiento del orden público y la seguridad de los ciudadanos y a las órdenes de las autoridades políticas.<sup>16</sup>

El origen etimológico proviene del latín policía y del griego politeia, del que deriva la palabra “polis” que significa ciudad o ciudad-estado, con la cual se quiere significar lo relativo a la constitución de la ciudad, el ordenamiento jurídico del estado, gobierno y calidades cívicas del individuo.

En la vida práctica del pueblo griego no existió un cuerpo que pudiera definirse como policía, ni siquiera en los pueblos que heredaron su cultura, ya que la paz, la seguridad y el sosiego de las familias estuvieron encomendadas al Ejército que tenía como misión principal la vigilancia de los extranjeros porque se consideraba en aquella época que la alteración del orden era suscitada por éstos.

Cabe decir con cierta propiedad que la policía tuvo su origen en Roma, dos siglos A. C. cuando se creó un cuerpo de ediles con la función dentro de su deber de: custodiar el templo de Ceres en donde reposaban los archivos del

---

<sup>16</sup> (digital., 2013)

estado y se encontraba la ley creadora del tribunal. El sistema de ediles constituyó el primer movimiento defensivo de la sociedad contra las extralimitaciones de la ciudadanía.

La policía Nacional Dominicana fue creada en el año 1936, Mediante decreto No.1523 del 2 de Marzo. Tiene lugar el nacimiento de la POLICÍA NACIONAL, NOVENO SISTEMA POLICIAL, como un cuerpo con jurisdicción nacional, con la misión de mantener el orden, la tranquilidad pública, la seguridad de las personas y de la propiedad, la prevención de las infracciones, la persecución y aprehensión de los delincuentes y su sometimiento a la acción de la justicia.

La emergencia policial es administrada en primera orden por el servicio 911 del país, donde atienden los llamados y asignan al personal necesitado de acuerdo al tipo de emergencia.

Está previsto que en diciembre comience a funcionar en el Gran Santo Domingo este moderno sistema, destinado a garantizar la respuesta conjunta del Estado ante situaciones de emergencia, con el objetivo de preservar la integridad y seguridad del pueblo dominicano.

El 9-1-1 servirá como número único de contacto para la recepción y trámite de reportes de emergencias y atención de las mismas. “El país nunca antes ha contado con una herramienta así para dar respuesta a la población. Creemos que este sistema supondrá una mejora sin precedentes de la atención

a los ciudadanos y visitantes en el país”, explicó el Ministro de la Presidencia Gustavo Montalvo en el acto de prensa sobre el nuevo servicio del sistema 911.

La atención es inmediata y prometen un tiempo de respuesta de 7 a 8 minutos después del llamado.

“Es importante destacar que los servicios policiales mayormente se encuentran patrullando en las calles y avenidas de la ciudad”, indica el Primer Teniente Julio Moquete, la cual labora en la entidad policial y fue entrevistado para el desarrollo de este informe.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> (Moquete, 2013) Anexo V Entrevistas

## 1.10 Problemáticas generales presentadas por los departamentos de emergencia terrestres en la actualidad.

Después de haber sostenido entrevistas con los diferentes organismos y haber estudiado la información arrojada por cada una hemos determinado las siguientes problemáticas que tienen en común:

1. Embotellamientos en horas pico afectan el desplazamiento de los vehículos a la zona de emergencia.
2. La falta de asistencia en el servicio de tráfico (AMET) en las intersecciones importantes de la ciudad provoca cometer “infracciones permitidas” que ponen en peligro a transeúntes, vehículos alternos o hasta el mismo personal de los vehículos de emergencia.
3. El servicio oportuno ayuda a salvar vidas, es decir, que la problemática de desplazamiento en la zona central provoca deficiencia o declive en el objetivo principal de dichas instituciones, salvaguardar vidas humanas. Una llegada a destiempo provoca un desastre mayor.

4. Por la falta de una guía de rutas se provoca un retraso en el traslado, es decir, muchas direcciones son difíciles de encontrar sin las herramientas adecuadas.
5. Es un problema cuando los semáforos no están sincronizados y la espera se torna más larga porque los vehículos van encontrando los semáforos en rojo a medida que van transitando.

CAPITULO II  
DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA DE INFORMACION  
UTILIZADA

## 2.1 Concepto del Raspberry Pi

El Raspberry Pi es un computador del tamaño de una tarjeta de crédito y es de bajo costo la cual fue desarrollada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas. De hecho, en enero de este año Google donó más de 15.000 Raspberry Pi para colegios en Reino Unido.<sup>18</sup>

*Ilustración 11 Raspberry Pi Modelo B*



Fuente ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org), 2013)

Este proyecto fue ideado en 2006 pero no fue lanzado al mercado febrero de 2012.

El diseño incluye un System-on-a-chip Broadcom BCM2835, que contiene un procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz (el firmware incluye unos modos “Turbo” para que el usuario pueda hacerle overclock de

---

<sup>18</sup> ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org), 2013)

hasta 1 GHz sin perder la garantía), un procesador gráfico (GPU) VideoCore IV, y 512 MB de memoria RAM aunque originalmente al ser lanzado eran 256 MB.

El diseño no incluye un disco duro o una unidad de estado sólido, ya que usa una tarjeta SD para el almacenamiento permanente; tampoco incluye fuente de alimentación de energía, se puede utilizar un alimentador de 5v con terminal micro USB. El modelo B se vende a US\$35 y el modelo A a US\$25. El 29 de febrero de 2012 la fundación empezó a aceptar órdenes de compra del modelo B, y el 4 de febrero de 2013 del modelo A.

La fundación da soporte para las descargas de las distribuciones para arquitectura ARM, Raspbian (derivada de Debian), RISC OS 5, Arch Linux ARM (derivado de Arch Linux) y Pidora (derivado de Fedora); y promueve principalmente el aprendizaje del lenguaje de programación Python, y otros lenguajes como Tiny BASIC, C++ y Perl5.

## 2.1.1 Especificaciones técnicas

Tabla 5 Especificaciones técnicas de Raspberry Pi, Modelo A y B

	Modelo A	Modelo B
Mother Board	Broadcom BCM2835 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + puerto USB) <sup>3</sup>	
CPU:	ARM1176JZF-S a 700 MHz (familia ARM11) <sup>3</sup>	
Memoria (SDRAM):	256 MB (compartidos con la GPU)	512 MB (compartidos con la GPU)
Puertos USB 2.0:	1	2 (vía hub USB integrado)
Entradas de vídeo:	Conector [[MIPI] CSI que permite instalar un módulo de cámara desarrollado por la RPF	
Salidas de vídeo:	Conector RCA (PAL y NTSC), HDMI (rev1.3 y 1.4), Interfaz DSI para panel LCD	
Salidas de audio:	Conector de 3.5 mm, HDMI	
Almacenamiento integrado:	SD / MMC / ranura para SDIO	
Conectividad de red:	Ninguna	10/100 Ethernet (RJ-45) vía hub USB
Periféricos de bajo nivel:	8 x GPIO, SPI, I <sup>2</sup> C, UART	
Consumo energético:	500 mA, (2.5 W)	700 mA, (3.5 W)
Fuente de alimentación:	5 V vía Micro USB o GPIO header	
Dimensiones:	85.60mm × 53.98mm <sup>64</sup> (3.370 × 2.125 inch)	
Sistemas operativos soportados:	GNU/Linux: Debian (Raspbian), Fedora (Pidora), Arch Linux (Arch Linux ARM), Slackware Linux.	

Fuente: ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org), 2013)

## 2.1.2 Software

El Raspberry Pi usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debian que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse.

Para este dispositivo se recomienda utilizar distribuciones de Linux que sean ligeras por varios motivos: Capacidad de almacenamiento reducido, Cantidad de memoria RAM y tamaño en procesamiento son de las más fundamentales.

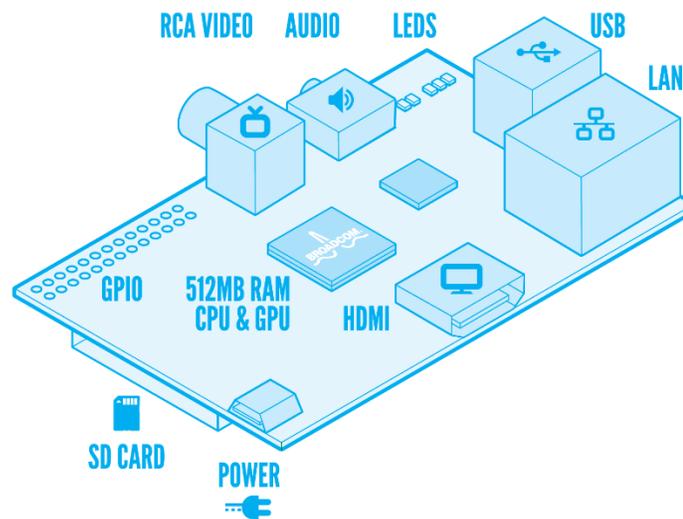
Algunas otras distribuciones de Linux que se han optimizado para la utilización de ellas en el Raspberry Pi son:

- Arch Linux
- Pidora
- Risc OS
- OpenELEC
- Raspbian

### 2.1.3 Componentes

En este trabajo de grado me usaré el Raspberry Pi Modelo B ya que es con el cual estaré desarrollando la aplicación.

*Ilustración 12 Componentes de un Raspberry Pi Modelo B*



Fuente ([www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org), 2013)

Como podemos observar en la Ilustración 12 el Raspberry contiene diferentes interfaces para entrada y salida la cual permiten interactuar con el aparato y componentes o accesorios adicionales que pueden ser manipulados por el mismo.

Salida de video RCA: Nos permite conectar una TV o pantalla con este tipo de conexión para poder utilizarlo como display.

Salida de Audio: nos permite conectar un Jack mono o estéreo de 1/8” para la salida de sonido.

Leds de estado: Nos indica si el equipo esta encendido o procesando con los diferentes leds.

Puertos USB: contiene 2 puertos USB la cual nos permite conectar periféricos de entrada de datos ya sea mouse, teclado, lector de códigos, cámara, etc.

Puerto LAN: Nos permite la conexión a redes de datos mediante un conector RJ45.

Salida HDMI: Nos permite conectar una salida de video HDMI (High-Definition Multimedia Interface) donde podemos conectar un display que contenga este tipo de conexión. Esto nos permite mejorar la calidad del video de salida.

Power Micro-USB: mediante este puerto le enviamos energía eléctrica al Raspberry la cual solo necesita 5v para operar.

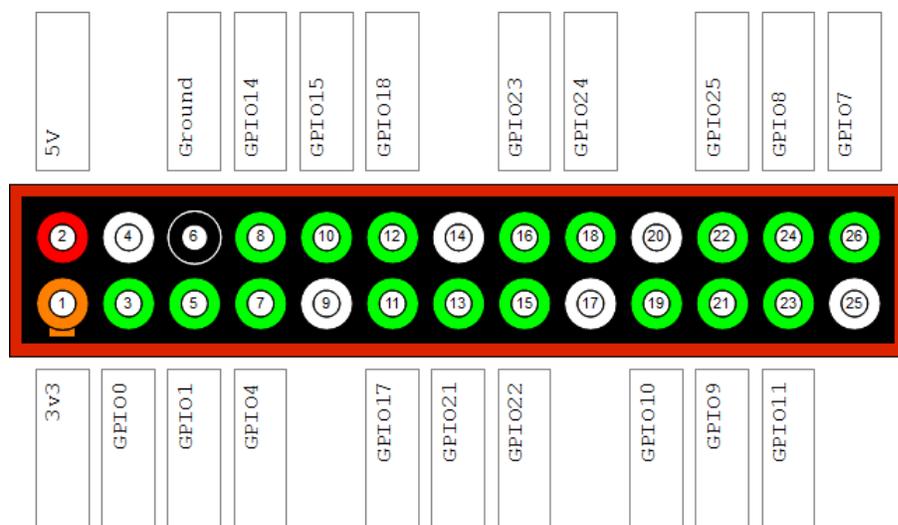
Puerto SD CARD: Podemos conectar una memoria SD la cual nos servirá como disco de almacenamiento de datos ya que el equipo no contiene memoria interna. Se recomienda tener al menos 2 GB de ram para instalar una de las distribuciones de Linux más arriba mencionadas.

GPIO PINS: Son una serie de pins que nos permiten interactuar con equipos electrónicos y la Raspberry, contiene 26 pins las cuales están divididos

en pines de energía eléctrica (5v y 3v), de tierra y pines que sirven como interruptores.

### 2.1.3.1 Mapa de GPIO PINS

Ilustración 13 Mapa de pines GPIO (Raspberry Pi)



Fuente (www.raspberrypi.org, 2013)

Como podemos ver en la Figura 13, el Raspberry Pi contiene 26 pines que nos permiten operar para interactuar con componentes electrónicos. Dos de ellos, el pin 1 y 2, son utilizados para generar energía de 3v y 5v respectivamente.

Los pines marcados en blanco (4, 9, 14, 17, 20 y 25) no son pines de salida ni entrada, no se usan para manipular componentes externos

El pin 6 es la tierra y luego contamos con 17 pines (marcados en verde) que son los que están disponible para la manipulación de datos y conexión de aparatos externos.

Existen 6 ranuras adicionales las cuales se le pueden soldar pines adicionales en caso de ser necesario. Para esto necesitamos una soldadora manual, estaño y conocimientos básicos de electrónica.

Existen 6 ranuras adicionales las cuales se le pueden soldar pines adicionales en caso de ser necesario. Para esto necesitamos una soldadora manual, estaño y conocimientos básicos de electrónica.

## 2.2 Lenguajes de programación utilizados

Para el desarrollo del trabajo he utilizado los siguientes lenguajes de programación:

1. Python, como lenguaje de máquina (back end) para interactuar con el Raspberry pi y el cliente o front end
2. PHP, como lenguaje secundario la cual utilizo para la comunicación con la base de datos (MySQL)
3. Node.JS y Socket.IO, utilizado para crear el servidor que permitirá la comunicación constante cliente – servidor.
4. Base de datos MySQL, con esta guardamos los datos generados y necesarios para la operación.
5. HTML5 y Javascript, nos permite construir la interface gráfica del usuario o UI.

## 2.2.1 Python <sup>19</sup>

Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía es desarrollada en poseer una sintaxis muy limpia y que favorezca un código legible tanto para los que son programadores como para los que no.

Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, a baja escala, programación funcional. Es un lenguaje interpretado y es multiplataforma.

Es administrado por la Python Software Foundation. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia pública general de GNU.

El lenguaje fue creado a finales de los ochenta por Guido van Rossum en el Centro para las Matemáticas y la Informática (CWI, Centrum Wiskunde & Informatic), en los Países Bajos, como un sucesor del lenguaje de programación ABC, capaz de manejar excepciones e interactuar con el sistema operativo Amoeba.

El nombre del lenguaje proviene de la afición de su creador, por los humoristas británicos Monty Python.

---

<sup>19</sup> (Python.org, 2013)

## Características

Python es un lenguaje de programación multiparadigma. Esto significa que más que forzar a los programadores a adoptar un estilo particular de programación, permite varios estilos:

- programación orientada a objetos,
- programación imperativa
- programación funcional.

Python usa tipado dinámico y conteo de referencias para la administración de memoria. Una característica importante de Python es la resolución dinámica de nombres; es decir, lo que enlaza un método y un nombre de variable durante la ejecución del programa (también llamado enlace dinámico de métodos).

Otro objetivo del diseño del lenguaje es la facilidad de extensión. Se pueden escribir nuevos módulos fácilmente en C o C++. Python puede incluirse en aplicaciones que necesitan una interfaz programable.

Aunque la programación en Python podría considerarse en algunas situaciones hostiles a la programación funcional tradicional del Lisp, existen bastantes analogías entre Python y los lenguajes minimalistas de la familia Lisp como puede ser Scheme.

Python fue diseñado para ser leído con facilidad. Una de sus características es el uso de palabras donde otros lenguajes utilizarían símbolos. Por ejemplo, los operadores lógicos (!, || y &&) en Python se escriben not, or y and, respectivamente.

En Python todo es un objeto (incluso las clases). Las clases, al ser objetos, son instancias de una metaclasses. Python además soporta herencia múltiple y polimorfismo.

Se pueden crear todo tipo de programas. No es un lenguaje creado específicamente para la web, aunque entre sus posibilidades sí se encuentra el desarrollo de páginas.

De las características más relevantes se encuentran:

1. Multiplataforma:

Hay versiones disponibles de Python en muchos sistemas informáticos distintos. Originalmente se desarrolló para Unix, aunque cualquier sistema es compatible con el lenguaje siempre y cuando exista un intérprete programado para él.

2. Interpretado

Quiere decir que no se debe compilar el código antes de su ejecución. En realidad sí que se realiza una compilación, pero esta se realiza de manera transparente para el programador. En ciertos casos, cuando

se ejecuta por primera vez un código, se producen unos bytecodes que se guardan en el sistema y que sirven para acelerar la compilación implícita que realiza el intérprete cada vez que se ejecuta el mismo código.

### 3. Interactivo

Dispone de un intérprete por línea de comandos en el que se pueden introducir sentencias. Cada sentencia se ejecuta y produce un resultado visible, que puede ayudarnos a entender mejor el lenguaje y probar los resultados de la ejecución de porciones de código rápidamente.

### 4. Orientado a Objetos

La programación orientada a objetos está soportada en Python y ofrece en muchos casos una manera sencilla de crear programas con componentes reutilizables.

### 5. Funciones y librerías

Dispone de muchas funciones incorporadas en el propio lenguaje, para el tratamiento de strings, números, archivos, etc. Además, existen muchas librerías que podemos importar en los programas para tratar

temas específicos como la programación de ventanas o sistemas en red o cosas tan interesantes como crear archivos comprimidos en .zip.

#### 6. Sintaxis clara

Por último, destacar que Python tiene una sintaxis muy visual, gracias a una notación indentada (con márgenes) de obligado cumplimiento. En muchos lenguajes, para separar porciones de código, se utilizan elementos como las llaves o las palabras clave begin y end. Para separar las porciones de código en Python se debe tabular hacia dentro, colocando un margen al código que iría dentro de una función o un bucle. Esto ayuda a que todos los programadores adopten unas mismas notaciones y que los programas de cualquier persona tengan un aspecto muy similar.

Python está en movimiento y en pleno desarrollo, pero ya es una realidad y una interesante opción para realizar todo tipo de programas que se ejecuten en cualquier máquina. El equipo de desarrollo está trabajando de manera cada vez más organizada y cuentan con el apoyo de una comunidad que está creciendo rápidamente.

Algunas empresas que utilizan Python son Yahoo, Google, Walt Disney, la NASA, Red Hat, etc.

### 2.2.2 PHP (Hypertext Pre-processor) <sup>20</sup>

PHP es un acrónimo recursivo que significa PHP Hypertext Pre-processor. Es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante. PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. PHP puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo.

PHP fue creado originalmente por Rasmus Lerdorf en 1995. Actualmente el lenguaje sigue siendo desarrollado con nuevas funciones por el grupo PHP.2 Este lenguaje forma parte del software libre publicado bajo la licencia PHP que

---

<sup>20</sup> (php.net, 2013)

es incompatible con la Licencia Pública General de GNU debido a las restricciones del uso del término PHP.

Puede ser desplegado en la mayoría de los servidores web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno. El lenguaje PHP se encuentra instalado en más de 20 millones de sitios web y en un millón de servidores. El enorme número de sitios en PHP ha visto reducida su cantidad a favor de otros nuevos lenguajes no tan poderosos desde agosto de 2005. El sitio web de Wikipedia está desarrollado en PHP.5 Es también el módulo Apache más popular entre las computadoras que utilizan Apache como servidor web.

El intérprete de PHP solo ejecuta el código que se encuentra entre sus delimitadores. Los delimitadores más comunes son `<?php` para abrir una sección PHP y `?>` para cerrarla.

El propósito de estos delimitadores es separar el código PHP del resto de código, como por ejemplo el HTML.<sup>22</sup>

Las variables se prefijan con el símbolo del peso (\$) y no es necesario indicar su tipo. Las variables, a diferencia de las funciones, distinguen entre mayúsculas y minúsculas.

Las cadenas de caracteres pueden ser encapsuladas tanto en dobles comillas como en comillas simples, aunque en el caso de las primeras, se

pueden insertar variables en la cadena directamente, sin necesidad de concatenación.

## Características

1. Orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una base de datos.
2. Es considerado un lenguaje fácil de aprender, ya que en su desarrollo se simplificaron distintas especificaciones, como es el caso de la definición de las variables primitivas, ejemplo que se hace evidente en el uso de php arrays.
3. El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador web y al cliente, ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable.
4. Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.

5. Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos (llamados ext's o extensiones). Posee una amplia documentación en su sitio web oficial, entre la cual se destaca que todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
6. Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos. Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos. Incluso aplicaciones como Zend framework, empresa que desarrolla PHP, están totalmente desarrolladas mediante esta metodología.
7. No requiere definición de tipos de variables aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución.
8. Tiene manejo de excepciones (desde PHP5).

Si bien PHP no obliga a quien lo usa a seguir una determinada metodología a la hora de programar, aun haciéndolo, el programador puede aplicar en su trabajo cualquier técnica de programación o de desarrollo que le permita escribir código ordenado, estructurado y manejable. Un ejemplo de esto

son los desarrollos que en PHP se han hecho del patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), que permiten separar el tratamiento y acceso a los datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en tres componentes independientes.

Debido a su flexibilidad ha tenido una gran acogida como lenguaje base para las aplicaciones WEB de manejo de contenido, y es su uso principal.

### 2.2.3 Node.JS y Socket IO <sup>21</sup>

Node.js es un entorno de programación en la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript, con I/O de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor JavaScript V8. Fue creado con el enfoque de ser útil en la creación de programas de red altamente escalables, como por ejemplo, servidores web.

Fue creado por Ryan Dahl en 2009 y su evolución está apadrinada por la empresa Joyent, que además tiene contratado a Dahl en plantilla.

Al contrario que la mayoría del código JavaScript, no se ejecuta en un navegador, sino en el lado del servidor. Node.js implementa algunas especificaciones de CommonJS. Node.js incluye un entorno REPL para depuración interactiva.

---

<sup>21</sup> (nodejs.org, 2013)

Node.js incorpora varios "módulos básicos" compilados en el propio binario, como por ejemplo el módulo de red, que proporciona una capa para programación de red asíncrona y otros módulos fundamentales, como por ejemplo Path, FileSystem, Buffer, Timers y el de propósito más general Stream. Es posible utilizar módulos desarrollados por terceros, ya sea como archivos ".node" precompilados, o como archivos en javascript plano. Los módulos JavaScript se implementan siguiendo la especificación CommonJS para módulos, utilizando una variable de exportación para dar a estos scripts acceso a funciones y variables implementadas por los módulos.

En cuanto a Socket.IO, es una librería de JavaScript que ayuda a la realización de aplicaciones web en tiempo real. Consta de dos partes, una biblioteca de cliente que se ejecuta en el navegador y una biblioteca de servidor para Node.js. Ambos componentes tienen una API casi idéntica y es orientada a eventos.

Socket.IO utiliza principalmente el protocolo WebSocket, pero si es necesario puede desplegarse en varios otros métodos, tales como Adobe Flash sockets, JSONP votación, y AJAX tiempo de votación, sin dejar de ofrecer la misma interfaz.<sup>22</sup>

Los sockets de Internet constituyen el mecanismo para la entrega de paquetes de datos provenientes de la tarjeta de red a los procesos o hilos

---

<sup>22</sup> (<http://socket.io/>, 2013)

apropiados. Un socket queda definido por un par de direcciones IP local y remota, un protocolo de transporte y un par de números de puerto local y remoto.

Para que dos programas puedan comunicarse entre sí es necesario que se cumplan ciertos requisitos:

Que un programa sea capaz de localizar al otro.

Que ambos programas sean capaces de intercambiarse cualquier secuencia de octetos, es decir, datos relevantes a su finalidad.

Para ello son necesarios los dos recursos que originan el concepto de socket:

Un par de direcciones del protocolo de red (dirección IP, si se utiliza el protocolo TCP/IP), que identifican la computadora de origen y la remota.

Un par de números de puerto, que identifican a un programa dentro de cada computadora.

Los sockets permiten implementar una arquitectura cliente-servidor. La comunicación debe ser iniciada por uno de los programas que se denomina programa "cliente". El segundo programa espera a que otro inicie la comunicación, por este motivo se denomina programa "servidor".

Un socket es un proceso o hilo existente en la máquina cliente y en la máquina servidora, que sirve en última instancia para que el programa servidor y el cliente lean y escriban la información. Esta información será la transmitida por las diferentes capas de red.

#### 2.2.4 Base de Datos MySQL <sup>23</sup>

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. MySQL AB —desde enero de 2008 una subsidiaria de Sun Microsystems y ésta a su vez de Oracle Corporation desde abril de 2009— desarrolla MySQL como software libre en un esquema de licenciamiento dual.

Por un lado se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos deben comprar a la empresa una licencia específica que les permita este uso. Está desarrollado en su mayor parte en ANSI C.

MySQL es usado por muchos sitios web grandes y populares, como Wikipedia, Google (aunque no para búsquedas), Facebook, Twitter, Flickr, YouTube, etc.

---

<sup>23</sup> (MySQL, 2013)

## Características

1. Inicialmente, MySQL carecía de elementos considerados esenciales en las bases de datos relacionales, tales como integridad referencial y transacciones. A pesar de ello, atrajo a los desarrolladores de páginas web con contenido dinámico, justamente por su simplicidad.
2. Poco a poco los elementos de los que carecía MySQL están siendo incorporados tanto por desarrollos internos, como por desarrolladores de software libre. Entre las características disponibles en las últimas versiones se puede destacar:
3. Amplio subconjunto del lenguaje SQL. Algunas extensiones son incluidas igualmente.
4. Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas.
5. Posibilidad de selección de mecanismos de almacenamiento que ofrecen diferente velocidad de operación, soporte físico, capacidad, distribución geográfica, transacciones...
6. Transacciones y claves foráneas.
7. Conectividad segura.
8. Replicación.
9. Búsqueda e indexación de campos de texto.

## 2.2.5 HTML5 y Javascript

HTML5 (HyperText Markup Language, versión 5) es la quinta revisión importante del lenguaje básico de la World Wide Web, HTML. Este lenguaje especifica dos variantes de sintaxis para HTML: un “clásico” HTML (text/html), la variante conocida como HTML5 y una variante XHTML conocida como sintaxis XHTML5 que deberá ser servida como XML (XHTML) (application/xhtml+xml). Esta es la primera vez que HTML y XHTML se han desarrollado en paralelo.<sup>24</sup>

Todavía se encuentra en modo experimental, lo cual indica la misma W3C; aunque ya es usado por múltiples desarrolladores web por sus avances, mejoras y ventajas.

Al no ser reconocido en viejas versiones de navegadores por sus nuevas etiquetas, se le recomienda al usuario común actualizar a la versión más nueva, para poder disfrutar de todo el potencial que provee HTML5.

Establece una serie de nuevos elementos y atributos que reflejan el uso típico de los sitios web modernos. Algunos de ellos son técnicamente similares a las etiquetas <div> y <span>, pero tienen un significado semántico, como por ejemplo <nav> (bloque de navegación del sitio web) y <footer>. Otros elementos proporcionan nuevas funcionalidades a través de una interfaz estandarizada, como los elementos <audio> y <video>.

---

<sup>24</sup> (W3C, 2013)

Mejoras en el elemento <canvas>, capaz de renderizar en los navegadores más importantes (Mozilla, Chrome, Opera, Safari e IE) elementos 3D.

Algunos elementos de HTML 4.01 han quedado obsoletos, incluyendo elementos puramente de presentación, como <font> y <center>, cuyos efectos son manejados por el CSS. También hay un renovado énfasis en la importancia del scripting DOM para el comportamiento de la web. 2.0.

En otro orden JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas<sup>4</sup> aunque existe una forma de JavaScript del lado del servidor (Server-side JavaScript o SSJS).

JavaScript se diseñó con una sintaxis similar al C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java. Sin embargo Java y JavaScript no están relacionados y tienen semánticas y propósitos diferentes.

<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> (W3schools, 2013)

Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM).

Tradicionalmente se venía utilizando en páginas web HTML para realizar operaciones y únicamente en el marco de la aplicación cliente, sin acceso a funciones del servidor. JavaScript se interpreta en el agente de usuario, al mismo tiempo que las sentencias van descargándose junto con el código HTML.

JavaScript fue desarrollado originalmente por Brendan Eich de Netscape con el nombre de Mocha, el cual fue renombrado posteriormente a LiveScript, para finalmente quedar como JavaScript. El cambio de nombre coincidió aproximadamente con el momento en que Netscape agregó soporte para la tecnología Java en su navegador web Netscape Navigator en la versión 2.002 en diciembre de 1995. La denominación produjo confusión, dando la impresión de que el lenguaje es una prolongación de Java, y se ha caracterizado por muchos como una estrategia de mercadotecnia de Netscape para obtener prestigio e innovar en lo que eran los nuevos lenguajes de programación web.

## 2.3 Conceptos de Geo Localización

La geo localización es un término, que se ha venido usando desde más o menos mitad del año 2009, y que hace referencia a conocer nuestra ubicación geográfica automáticamente.

La georreferenciación o geolocalización hace referencia al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas determinado.

Hay varias maneras para hacer uso de esta herramienta, y como es natural, los dispositivos móviles son los que más fácil permiten la ubicación precisa de nuestra posición, por su portabilidad y movilidad.

### Propósitos generales

- Promover el uso de los equipos portátiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Promover el trabajo en red y colaborativo, la discusión y el intercambio entre pares, la realización en conjunto de la propuesta, la autonomía de los alumnos y el rol del docente como orientador y facilitador del trabajo.

- Estimular la búsqueda y selección crítica de información proveniente de diferentes soportes, la evaluación y validación, el procesamiento, la jerarquización, la crítica y la interpretación.

Podemos obtener la ubicación geo referenciada de 3 maneras:

- Por medio de GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento mundial), obtienen su localización vía satélites y es la más usada y confiable de todas, por la cobertura, movilidad y sobre todo la precisión que ofrece. Ejemplo: GPS Dedicados, Sistemas de Navegación, algunos teléfonos inteligentes.
- Triangulación de antenas de redes celulares, la más distribuida y la menos usada, esto debido a que no es muy difundido por las compañías, el coste no es muy accesible, en muchos casos las mismas compañías bloquean el acceso. Aunque la precisión no es tan buena, se aproxima bastante.

- Por dirección IP, ya muchos scripts y nuevos estándares son capaces de ofrecernos información sobre nuestra localización por medio de IP, sin embargo, es aún de las más inexactas en la mayoría de las ciudades, debido a que localiza el último nodo que nos distribuye señal a nuestro hogar u oficina, a veces puede ser muy cercano, aunque a veces puede no serlo, dependerá de nuestro proveedor de Internet, que tan bien mapeados y distribuidos estén sus nodos de conexión.

Los teléfonos celulares de gama alta o Smartphone, traen integrados receptores GPS que mediante la red de satélites que rodea al planeta, puede ubicarnos en cualquier punto del globo.

Existen herramientas como Google Maps que ofrecen la geo localización sin necesidad de tener GPS en el celular, pues con base en las torres de telefonía celular calcula la intensidad de la señal, y triangula la posición estimada en el mapa. Las tablets con acceso a la red de internet tienen la capacidad de mostrarnos su ubicación por medio de su dirección IP.

## 2.1 Conectividad y redes de datos

En nuestro país existe una infraestructura limitada para utilizar una red cableada, es por esto que mi sugerencia va en torno a las redes inalámbricas. Existen dos formas de crear la conectividad inalámbrica o Wireless del sistema central con los controladores de tránsito:

- Redes de área metropolitana (MAN)
- Redes de área amplia (WAN)

### 2.1.1 Metropolitan Area Network (MAN) <sup>26</sup>

Comprende una ubicación geográfica que utiliza una cobertura mayor que 4 km., utilizándose más frecuentemente para unir sucursales de una empresa, etc. Utilizan dos buses unidireccionales (hacia una sola dirección, ya sea enviar o recibir tramas) cada uno independiente del otro.

---

<sup>26</sup> (Conectividad de datos, Computer World, 2012)

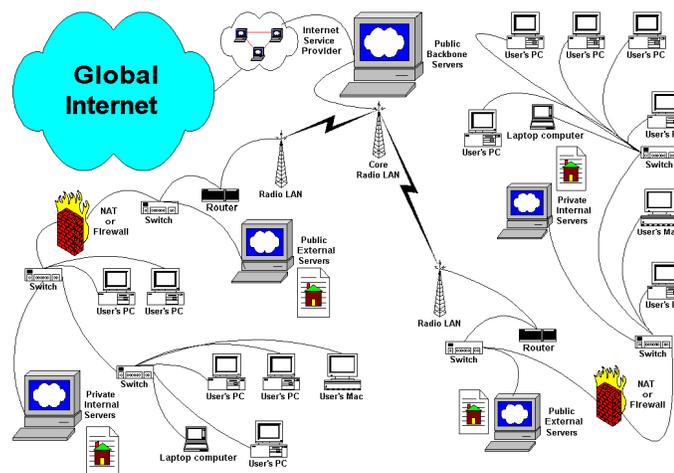
### Características:

- Puede ser una red pública o privada
- Puede alcanzar una distancia de 500 km. dependiendo del alcance entre nodos y utilizando repetidores
- Su velocidad es de 10 Mb/s hasta 75 Mb/s sobre cables y mediante fibra óptica de 100 Mb/s hasta 1Gb/s
- Capacidad de reconfiguración cuando se producen fallos
- Transmisión CAD/CAM

### Ventajas:

- Control de Acceso al Medio (MAC) que permite a los nodos compartir un medio de transmisión de forma más equitativa.
- Utiliza servicios de VoIP.

Ilustración 14 Gráfico representativo de redes MAN



Fuente (Conectividad de datos, Computer World, 2012)

### 2.1.2 Wide Area Network (WAN) <sup>27</sup>

Una red de área amplia, o WAN, por las siglas de (wide area network en inglés), es una red de computadoras que abarca varias ubicaciones físicas, proveyendo servicio a una zona, un país, incluso varios continentes. Es cualquier red que une varias redes locales, llamadas LAN, por lo que sus miembros no están todos en una misma ubicación física.

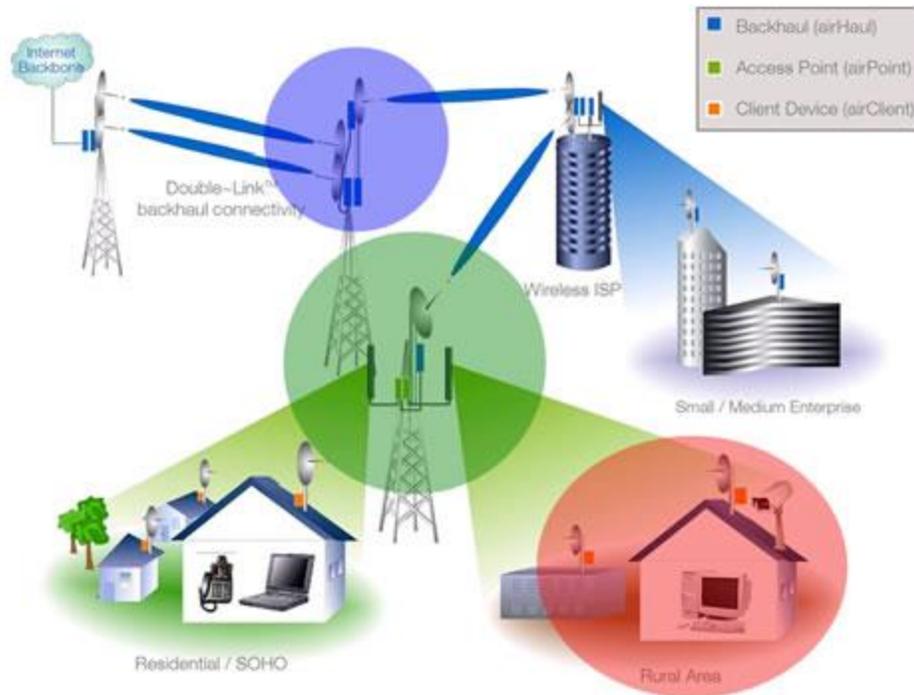
Muchas WAN son construidas por organizaciones o empresas para su uso privado, otras son instaladas por los proveedores de internet (ISP) para proveer conexión a sus clientes.

Hoy en día, internet brinda conexiones de alta velocidad, de manera que un alto porcentaje de las redes WAN se basan en ese medio, reduciendo la necesidad de redes privadas WAN, mientras que las redes privadas virtuales que utilizan cifrado y otras técnicas para generar una red dedicada sobre comunicaciones en internet, aumentan continuamente.

---

<sup>27</sup> (Conectividad de datos, Computer World, 2012)

Ilustración 15 Gráfico representativo de red WAN



(fuente viasatelital.com)

CAPITULO III  
SISTEMA ADAPTATIVO DE CONTROL DE SEMAFOROS  
PARA EMERGENCIAS

### 3.1 Vista general de la Aplicación

#### 3.1.1 Diagrama de flujo, funcionamiento general

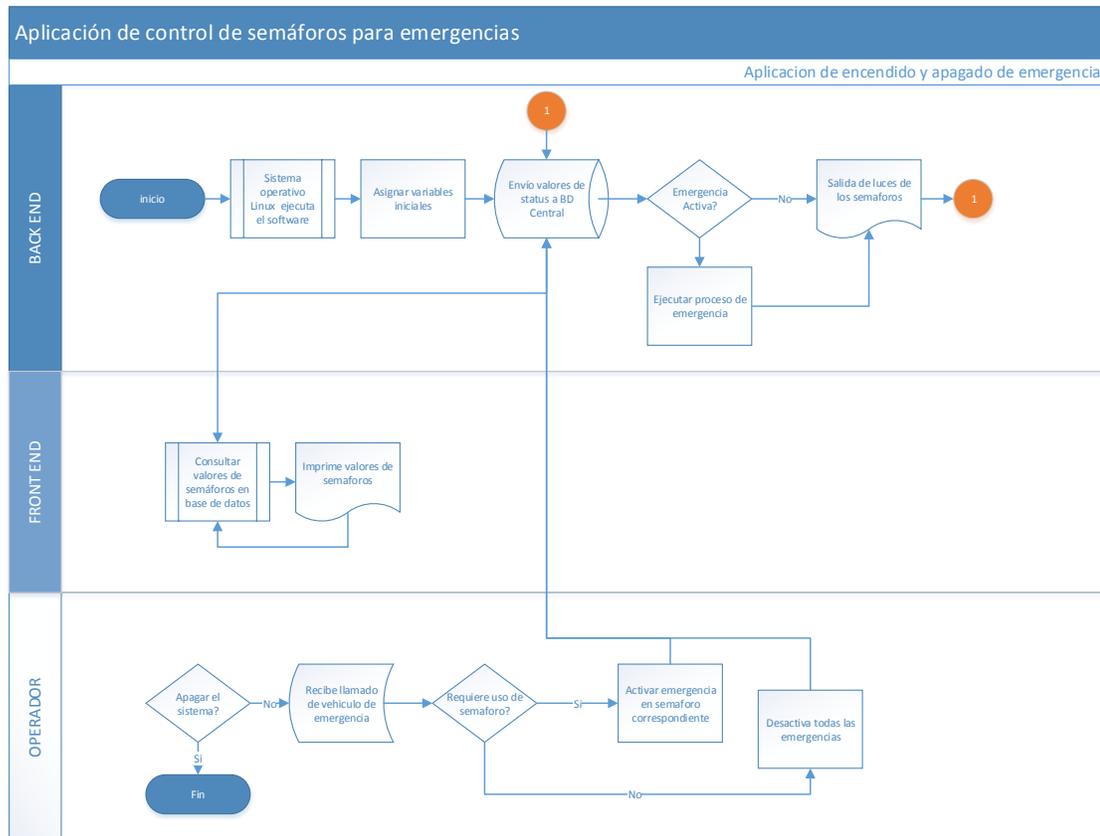


Ilustración 16 Diagrama de flujo Aplicación de control de semáforos (Fuente Propia)

En la Ilustración 16 se describe el diagrama de flujo del sistema de control de semáforos para emergencia. Cuenta con tres actores principales, La interfaz de back end, front end y el usuario u operador.

El inicio es automatizado al encender el dispositivo, la misma carga el sistema operativo y ejecuta el software sin intervención de terceros. Luego ejecuta la primera acción de

asignar las variables iniciales que se encuentran en la configuración del sistema y más adelante se comunica con la base de datos central para informar su status.

El sistema opera normalmente hasta ser alertado por un operador que existe una emergencia, este ejecuta los procesos correspondientes y quedan en un loop para verificar si ha sido desactivada o activada nuevamente.

Al final el sistema solo termina o es apagado si el operador así lo desea. Solo debe ser ejecutado el comando de apagado, es decir, el sistema se mantiene en funcionamiento constante.

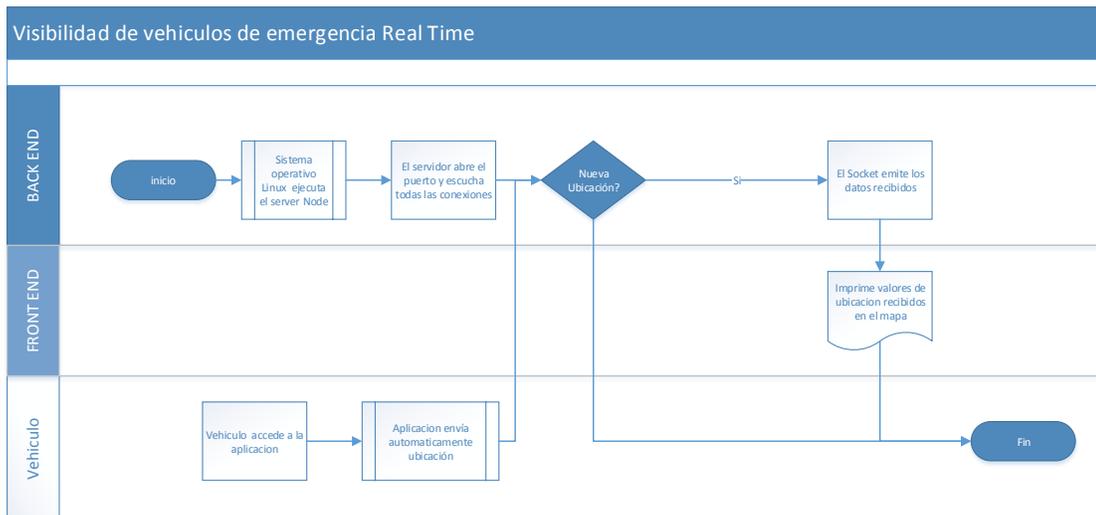


Ilustración 17 Diagrama de flujo Visibilidad de vehículos (Fuente Propia)

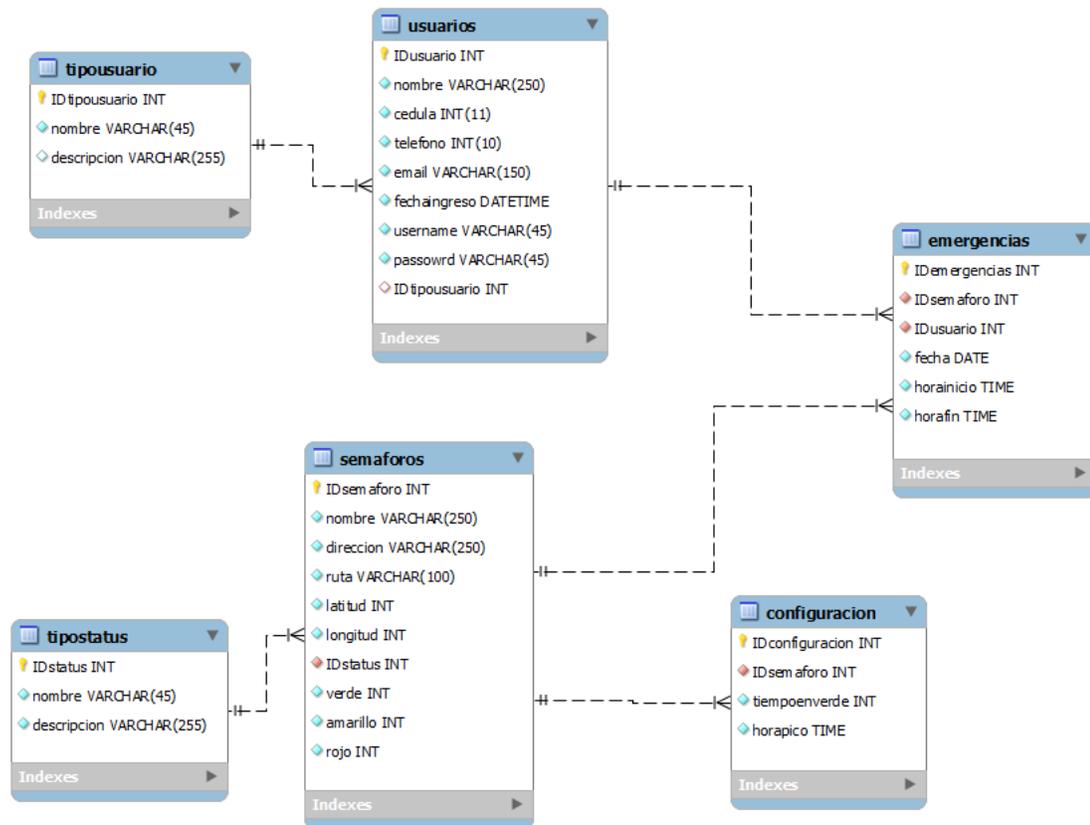
En la ilustración 17 podemos ver que se destaca la función de mantener informado al sistema de geo localización que sirve para visualizar el movimiento en el mapa de cada vehículo registrado. Para esto al inicio del sistema este crea un servidor y da acceso a escuchar las conexiones remotas por el puerto configurado.

Luego cuando el sistema detecta una nueva ubicación este envía la información al servidor para que este lo emita a todos los usuarios conectados en el sistema de administración, permitiendo así la visibilidad en tiempo real de su posición en el mapa.

### 3.1.2 Diagrama de Base de datos

- Sistema de administración de semáforos para emergencias

Ilustración 18 Modelo de base de datos del sistema



Fuente propia

### 3.2 Explicación general de la Aplicación

La aplicación controla una infraestructura de semáforos o controladores de tránsito automatizados y adaptativos la cual permite dar preferencia al tráfico en la vía que necesite transitar el vehículo llamado a atender la emergencia, de la misma manera, el sistema ante una llamada de emergencia será capaz de generar la ruta de tránsito óptima hacia la ubicación de la llamada.

Un ejemplo práctico sería el siguiente: al momento de recibir el llamado de emergencia se traza una ruta óptima por medio de los sistemas de información y se controla la preferencia de semáforos en la vía que el vehículo deba transitar.

Después de pasar por cada semáforo, el mismo puede continuar su ciclo normal, todo quedará operando de manera natural al llegar al objetivo final.

En adición a esto, a través de la geo localización el sistema permite mostrar la ubicación en el mapa de los vehículos de emergencia en tiempo real, permitiendo así conocer todo momento la disponibilidad de los mismos para atender a las diferentes llamadas.

El código se puede clasificar en Back-end y Front-end. El Back-end es la parte que procesa los datos y se comunica con el servidor para entregarle al front end data según la solicitud. En cambio el Front-end es la parte del software que interactúa directamente con el usuario.

## Front-end y back-end en diferentes contextos

En el diseño de software, front-end es la parte de un sistema que interactúa directamente con el usuario; mientras que back-end comprende los componentes que procesan la salida del front-end. La separación de los sistemas de software en "front-end" y "back-end", es una conceptualización que sirve para mantener separadas las diferentes partes de un sistema.

Algunos métodos de interacción con las computadoras personales, pueden clasificarse en front-end o back-end. Por ejemplo, un administrador de archivos gráfico (como el explorador de Windows), puede ser visto como un front-end del sistema de archivos de la computadora.

A nivel sistema operativo, el concepto de interfaz gráfica (GUI), puede ser visto como un front-end del sistema (para los usuarios en general), mientras que la línea de comandos (interfaz de comandos) es lo suficientemente técnica como para ser considerada back-end.

También esto se aplica a los paquetes de software, que tienen tanto una interfaz gráfica (front-end) como líneas de comandos (back-end).

En compiladores, el front-end se traduce al código fuente del sistema en cuestión, y el back-end trabaja con la representación interna para producir código en un lenguaje máquina. El back-end generalmente se optimiza para producir un código que se ejecute rápido.

En esta parte del trabajo de grado explicaremos los aspectos más importantes del código utilizado para ambos casos.

### 3.2.1 Código de Back end

Como he indicado anteriormente, el código Back end es la parte que procesa los datos y se comunica con el servidor para entregarle al front end data según la solicitud.

Para dicha tarea he seleccionado el lenguaje Python la cual se encarga de interactuar con el lenguaje máquina para entregar los datos necesarios para mostrar al cliente final y aquí explicaremos los códigos más relevantes.

Para utilizar una funcionalidad ya creada en nuestro programa tendríamos que importarlo. Para importar un módulo se utiliza la palabra clave *import* seguida del nombre del módulo. En nuestro caso importamos cinco módulos de la siguiente manera:

```
import RPi.GPIO as gpio  
import time  
import MySQLdb  
import sys  
import thread
```

- RPI.GPIO: nos permite utilizar los pines GPIO de la Raspberry pi mediante lenguaje de máquina.
- Time: Este paquete nos permite manejar tiempo y fecha.
- MySQLdb: es un paquete que nos brinda la opción de manejo de base de datos, en este caso MySQL que es la utilizada en el proyecto.
- Sys: nos permite manejar funciones y parámetros del sistema, provee accesos a variables usadas o mantenidas por el intérprete.
- Thread: nos permite manejar hilos para mantener una tarea trabajando constantemente hasta que suceda un evento que la cancele.

El segundo paso es importar o declarar la tabla de pines de nuestra Raspberry en el sistema y luego configurar el tipo de cada Pin que vamos a utilizar, si es de salida o entrada de información. En este caso todos los pines son de salida de datos ya que le vamos a indicar a cada pin mediante un dato enviado a encender o apagar. Este paso lo realizamos de la siguiente manera:

```

gpio.setmode(gpio.BOARD)

#semaforo 1
gpio.setup(7,gpio.OUT) #verde semaforo 1
gpio.setup(11,gpio.OUT) #amarillo semaforo 1
gpio.setup(12,gpio.OUT) #rojo semaforo 1

#semaforo 2
gpio.setup(13,gpio.OUT) #verde semaforo 2
gpio.setup(15,gpio.OUT) #amarillo semaforo 2
gpio.setup(16,gpio.OUT) #rojo semaforo 3

#luz emergencia

```

```
gpio.setup(24,gpio.OUT) #sem 1
gpio.setup(23,gpio.OUT) #sem 2
```

El código `gpio.setmode` nos permite declarar la tabla de pines para ser utilizada en nuestro sistema.

Declaramos la clase principal de Semáforo que contiene el funcionamiento de ambos y la definimos aceptando los valores de tiempo en que permanecerán en verde en ambos semáforos y el tiempo en que permanecerán en amarillo.<sup>28</sup>

```
class semaforo(object):
    """Clase principal de semaforo"""
    def __init__(self, tiempoverde1, tiempoverde2, tiempoamarillo):
```

Es así porque el sistema se configurará para que en horas pico se le pueda dar más tiempo a los verdes y así permitir mejor circulación de vehículos y en horas más livianas se le dará menos tiempo.

En esta línea creamos una variable llamada `connection` la cual está utilizando la librería de conexión de base de datos y está recibiendo los valores del `host`, `usuario`, `password` y la base de datos que consultara.

---

<sup>28</sup> Los códigos digitados luego de tripe comillas (""") o el símbolo de número (#) representan comentario en la aplicación.

```
Connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user= "root", passwd  
= "clave", db = "basededatos")
```

```
cursor = connection.cursor()
```

Definimos los valores iniciales de nuestras variables, en las primeras dos líneas indicamos los nombres de cada semáforo a manipular, luego indicamos como iniciaran las luces de cada uno, donde 1 significa encendido y 0 apagado.

```
sem1 = "Semaforo1"
```

```
sem2 = "Semaforo2"
```

```
verde1 = "1"
```

```
amarillo1 = "0"
```

```
rojo1 = "0"
```

```
verde2 = "0"
```

```
amarillo2 = "0"
```

```
rojo2 = "1"
```

Luego guardamos el valor de las luces en la base de datos así podemos brindar esta data a los usuarios que se conecten en el sistema y puedan verificar en tiempo real el color o status de cada semáforo.

```
cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",  
(verde1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO = %s",  
(amarillo1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",  
(rojo1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",  
(verde2,sem2))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO = %s",  
(amarillo2,sem2))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",  
(rojo2,sem2))
```

Al final siempre cerramos la conexión de la base de datos para evitar congestión de la misma.

```
connection.commit()  
cursor.close ()  
connection.close ()
```

Luego declaramos las clases de emergencia para cada semáforo la cual configuramos el estado en que se comportaran al momento de recibir la indicación que hay una emergencia.

```
Class emergencia1(object):  
Class emergencia2(objet):
```

De acuerdo a la indicación del operador, el semáforo en emergencia se coloca en verde y el opuesto en rojo hasta que se le indique que la emergencia ha caducado, luego se ejecuta la clase reposición para que todo regrese a la normalidad.

El sistema estará ejecutando dos hilos, uno que se mantienen observando el status en que deben operar los semáforos según la indicación enviada por la cede central y otro que revisa en que status se encuentra el semáforo para saber cómo debe operar.

Al final se ejecuta la función principal o main que le indica al semáforo como operar según el status que ha verificado.

```
def main():
    try:
        while True:
            global status
            thread.start_new_thread(checkstatus, (1,))

            if (status == 1):
                emergencia1(5)
            elif (status == 2):
                emergencia2(5)
            elif (status == 3):
                reposicion(10,10,5)

                status = 0

            else:
                semaforo(10,10,5)
```

El comando *while True* permite que el sistema se ejecute de manera infinita sin interrupción ninguna. En la segunda línea creamos una variable global llamada *status* que es donde guardara el valor que el hilo estará consultando constantemente.

Las condicionales ejecutan la acción según el valor de la variable status, donde el valor 1 significa que se ha encendido la emergencia en el Semaforo 1, el valor dos indica que es en el semáforo 2 que se enciende la emergencia, el status 3 apaga la emergencia y repone el funcionamiento de los semáforos de manera normal y reinicia el valor de status a cero. De lo contrario si el valor de dicha variable se mantiene diferente a uno de los anteriores el semáforo continúa operando de manera normal.

Esta acción se ejecutara constantemente la cual permite ejecutar los comandos de emergencia y ver la situación del semáforo en tiempo real.

### 3.2.2 Código de Front end

Para manejar la interface del usuario se utiliza la tecnología de Node.Js, Socket.IO, PHP, Javascript y HTML.

Node.js y Socket.IO nos permite crear un servidor donde podemos interactuar con el usuario y la información que nos suministra el código de back end en tiempo real.

Debemos crear un archivo para ejecutar el servidor Node e incluirle los siguientes parámetros y códigos:

```
var http = require('http');
var url = require('url');
var fs = require('fs');

var server;
var mysql = require('mysql');
var connection = mysql.createConnection({
  host    : 'localhost',
  user    : 'root',
  password : '11121980',
  database : 'proyecto',
});
```

Podemos ver las primeras líneas se tratan de instanciar los módulos de http, url y fs (file system) en diferentes variables para su posterior uso. Luego declaramos una variable que representa el servidor e instanciamos el módulo de mysql que nos permitirá acceder a la información de nuestra base de datos.

Creamos la conexión en una variable pasándole los parámetros de host, usuario, password y base de datos.

```
server = http.createServer(function(req, res){
  // your normal server code
  var path = url.parse(req.url).pathname;
  switch (path){
    case '/':
      fs.readFile('/var/www/node/index.html', function(err, data){
```

Alimentamos la variable `server` con las diferentes páginas o secciones que va a contener nuestro sistema de mapas utilizando `case` y el string o texto que utilizaremos en nuestra URL.

Ej. Si decimos `case 'mapa'`, cuando digitemos en la barra de direcciones <http://localhost:8080/mapa><sup>29</sup> estará desplegando la información referente a mapa que hemos colocado en dicho `case`.

Luego debemos asignar el puerto por el cual estaremos permitiendo a los usuarios conectarse con el hilo creado por el servidor Node de la siguiente manera:

```
server.listen(8001);
```

Como vemos le indicamos a la variable del `server` que hemos declarado más arriba que escuche el puerto dado como parámetro. Podemos utilizar cualquier número dentro del rango de puertos libres que estén permitidos en el servidor. No es recomendable utilizar el puerto 80, ya que es el predeterminado para el acceso a las páginas web normalmente.

Lo siguiente es configurar los datos que el servidor va a emitir a los usuarios o a recibir de ellos para manejar la actualización en tiempo real. Para esto utilizamos el comando `socket.emit`.

---

<sup>29</sup>Localhost se refiere cuando el servidor es local, en caso de usar un servidor remoto o en la nube debe colocarse la dirección de la misma. Ej. `182.168.10.5:8080/mapa` o `miservidor.com:8080/mapa`

El código PHP lo utilizamos para activar o desactivar el estado de emergencia en la pantalla de los operadores. En el mismo se utilizó una inyección de datos a la base de datos previamente gestionada para indicar cuando el semáforo se encuentra en estado de emergencia o no.

Para esto he escrito el siguiente código:

```
$num = $_POST["NUM"];
$sitio = $_POST["SITIO"];

$conectado = mysql_connect('localhost', 'root', '11121980')or die("Problema al
conectar al host");

mysql_select_db('proyecto',$conectado)or die("Problema al conectar la BD");

$menosinvent = mysql_query("UPDATE data SET NUM = $num WHERE
SITIO = '$sitio'", $conectado);

sleep(1);

$menosinvent = mysql_query("UPDATE data SET NUM = 0 WHERE SITIO =
'$sitio'", $conectado);

mysql_close($conectado);
```

Las dos primeras líneas de código reciben las variables de estado presionado y el sitio o semáforo a la cual se ha presionado. Luego realizamos una conexión a la base de datos y escribimos en las tablas correspondientes los datos. Para finalizar cerramos la conexión.

Dicho código se mantiene a la espera de que cualquier punto sea presionado para indicar emergencia iniciada o finalizada y ejecuta su acción al instante de recibir datos.

### 3.2.3 Geo localización con Google maps

Hemos tomado el Api o aplicación de Google porque este se mantienen en constante actualización de sus mapas así como también brindan un servicio open source, 24/7 y con un tiempo de respuesta aceptable.

Para trabajar con geo localización utilizamos el lenguaje JavaScript y podemos obtener nuestra ubicación con el siguiente código:

```
navigator.geolocation.getCurrentPosition(sucess);
```

El mismo nos entrega dos variables, latitud y longitud la cual podemos obtenerlo de la siguiente manera:

```
var data = data.latlng;  
var coordenadas = new google.maps.LatLng(data.nb, data.ob)
```

Este código nos ayuda a parsear la información objetida y crear una instancia de la data utilizando la tecnología de google maps para estructurarla y colocarla en el mapa.

### 3.3 Sugerencia sobre Conectividad y redes de datos

Para nosotros es importante destacar que este trabajo de grado se basa en el desarrollo del sistema exclusivamente. Por tal motivo para la instalación del mismo sugerimos que los puntos estén conectados mediante una red inalámbrica WAN o red de área amplia.

La misma puede ser instalada exclusivamente para el uso de este desarrollo o subcontratar un proveedor externo que provea dicha conexión. Un ejemplo de proveedores son las compañías telefónicas.

### 3.4 Pantallas del sistema

Autenticación de usuarios:

Modo de seguridad principal para filtrar los usuarios que pueden acceder al sistema mediante un username y password.

El mismo cataloga el tipo de usuario y le permite desarrollar funciones según la jerarquía que tenga.

Este módulo también posee una opción de solicitar usuario al administrador y recordar contraseña en caso de haber olvidado la misma.

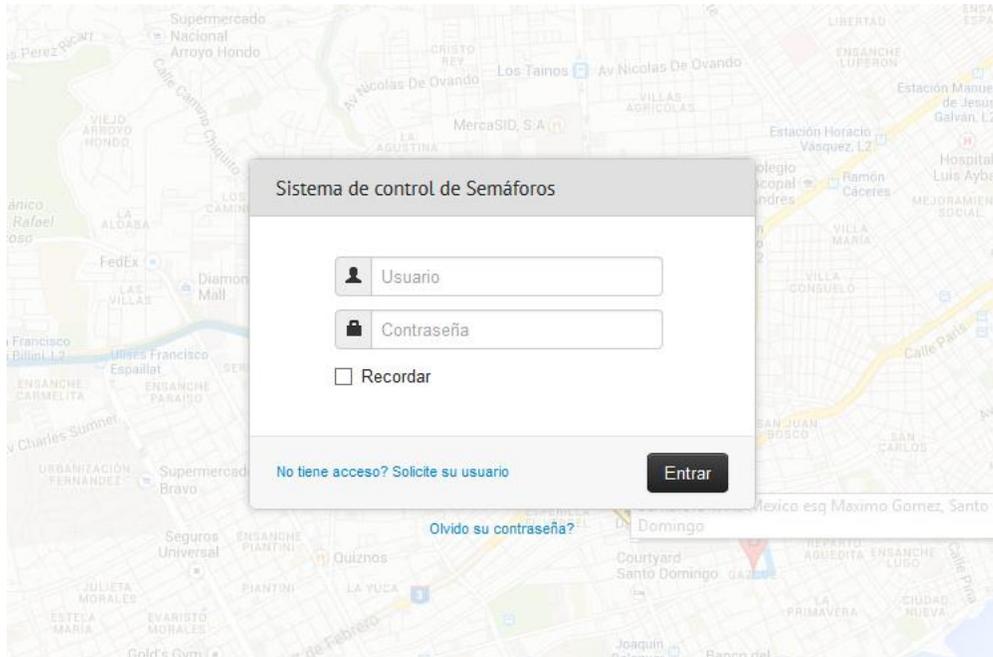


Ilustración 19 Pantalla de login al sistema

Trazo de rutas y muestra de indicaciones:

El sistema permite trazar la ruta partiendo desde su punto inicial hasta el destino que es insertado por el usuario.

Luego de consultada la dirección destino, el sistema le muestra gráficamente trazos de la ruta sugerida e indicaciones en el lado derecho de donde debe girar y el tiempo estimado de cada indicación.

Al mismo tiempo muestra en pantalla los semáforos automatizados y que son capaces de controlar.

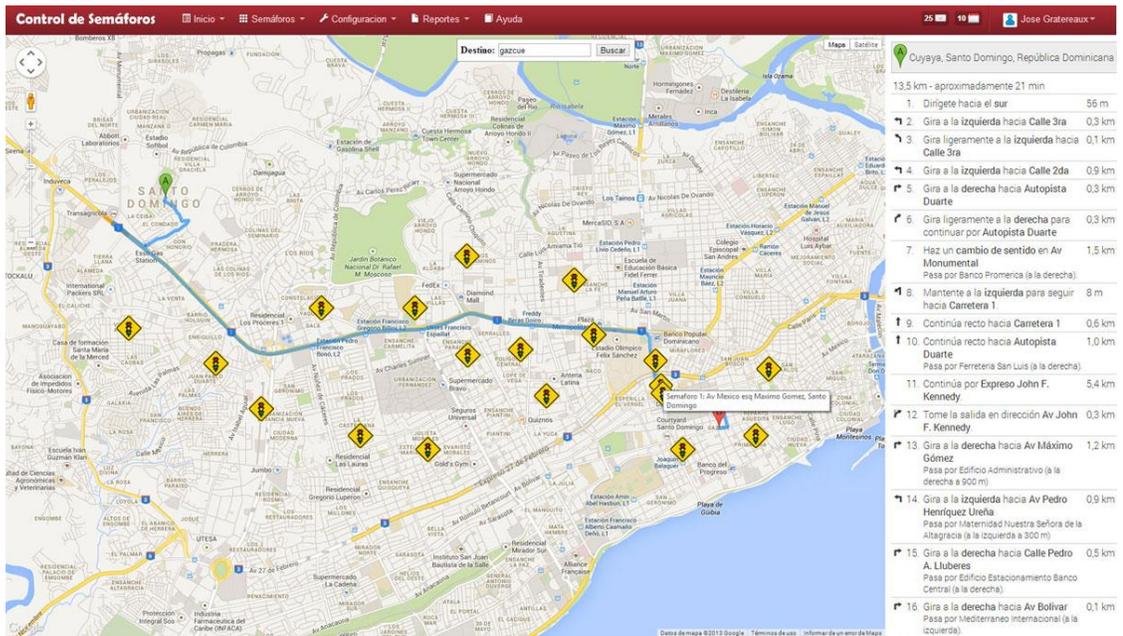


Ilustración 20 Vista general de trazo de ruta para emergencias

Estatus de semáforo y control del mismo:

El sistema permite visualizar el estatus real de cada semáforo y encender o apagar el estado de emergencia del mismo, tomando en cuenta que el mismo se encuentra sobre la ruta marcada en azul que es la óptima o la que menos tiempo le toma al vehículo para llegar a su destino.

Al hacer click en el icono del semáforo se muestran los dispositivos disponibles en esa intercepción y su color actual, cambiando las luces de manera sincronizada.

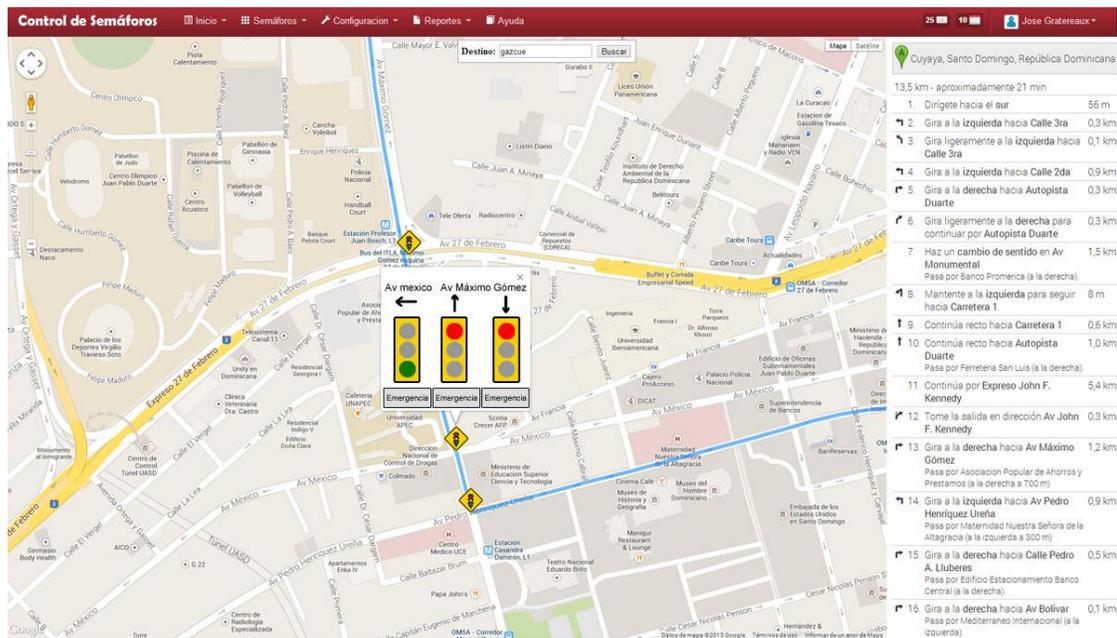
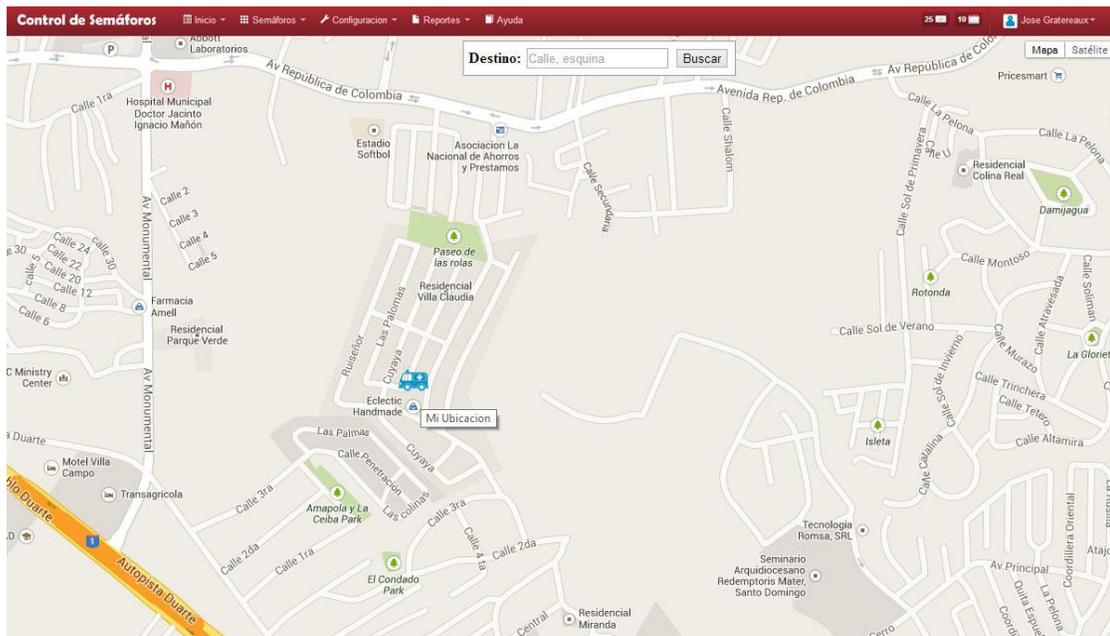


Ilustración 21 Vista de status de semáforos en tiempo real

Geo Localización de los vehículos disponibles para emergencia:

El sistema es capaz de mostrar al operador o usuario la ubicación de los vehículos de emergencias en el mapa y su movilización en tiempo real, ayudando así a la asignación óptima de las emergencias.

El vehículo que se encuentre disponible y a la vez más cercano al punto destino, es el que atiende las emergencias.



*Ilustración 22 Geo localización de vehículos con movilidad en el mapa en tiempo real*

**CAPITULO IV**  
**PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

#### 4.1 Mejoras como resultado de la utilización de la tecnología para la automatización de sistemas de emergencia terrestre.

Uno de los mayores retos que enfrenta el desplazamiento óptimo de los vehículos de emergencia en la zona centro de Santo Domingo es la mejora del tránsito en la infraestructura vial. Evitar la congestión vial se ha convertido en un reto para los diferentes organismos encargados del sistema de tránsito terrestre, los cuales han puesto todos sus esfuerzos en implementar soluciones simples y poco tecnológicas que causan un gran incremento al presupuesto y sin embargo no logran una mejora para el problema que sea significativa y sostenible en el largo plazo.

Los sistemas de emergencia terrestre han adoptado medidas que se pueden considerar peligrosas para poder ejecutar su trabajo en un tiempo prudente, no aportando estas medidas a la modernización de los procesos, al contrario, vemos frecuentemente a las unidades de emergencia infringir las leyes de tránsito para lograr llegar a sus destinos en el tiempo necesario; sin embargo con esta medida no siempre logran el cometido y como agregado ponen en peligro sus vidas y en ocasiones la de los demás.

En las ilustraciones 23 se detallan los resultados que ha arrojado la encuesta realizada sobre los sistemas de emergencia terrestre. Dicha encuesta fue difundida por las diferentes redes sociales en un período de 32 días

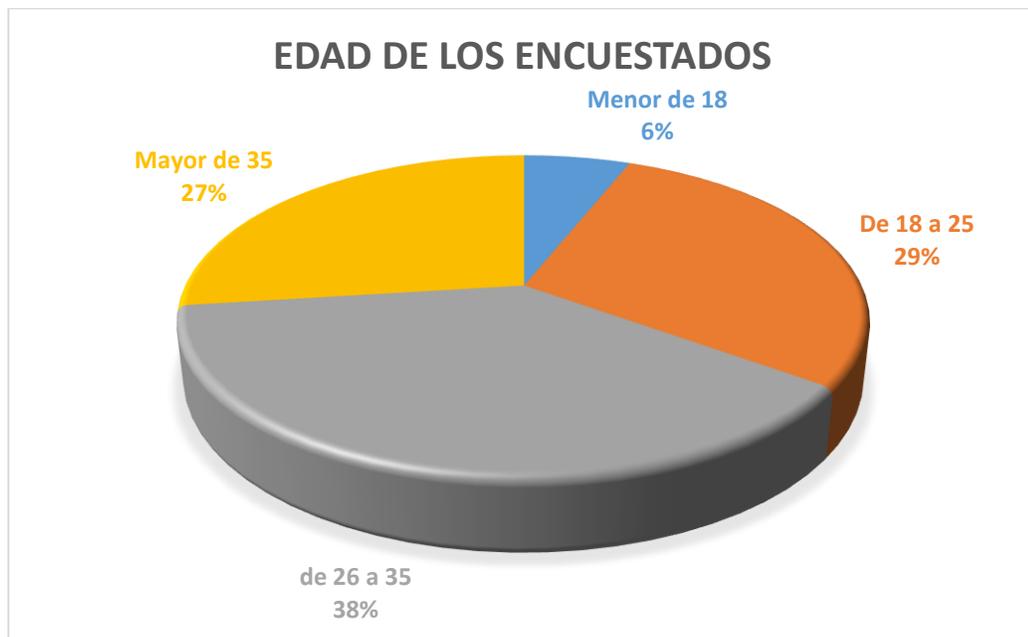
alcanzando una población de 1,284 personas encuestadas que han estado en situaciones de emergencia sea presenciando o utilizando el servicio. El objetivo de esta encuesta<sup>30</sup> es diagnosticar la situación actual de la problemática planteada en el trabajo de grado, midiendo la eficiencia de los servicios de emergencia según la percepción de los usuarios finales de dichos servicios.

---

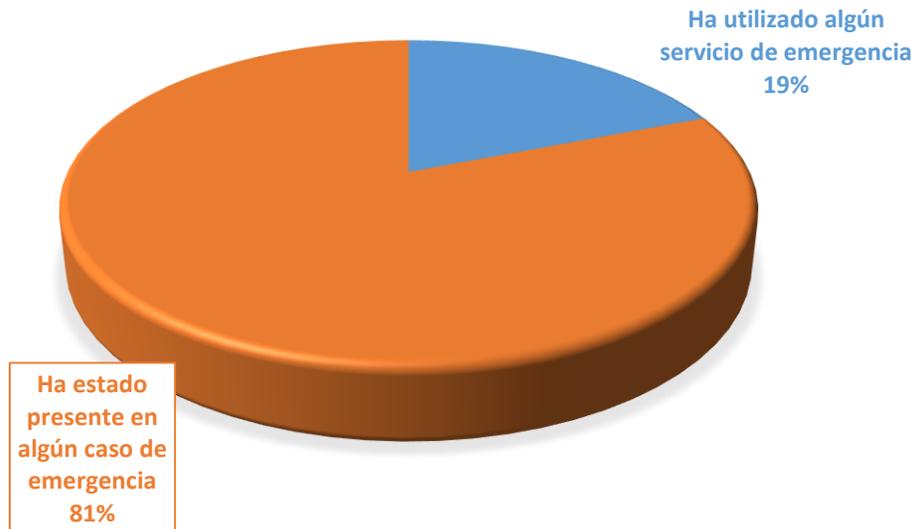
<sup>30</sup> Plantilla de encuesta en Anexo III

Después de cruzar y tabular la información obtenida, he encontrado el siguiente resultado:

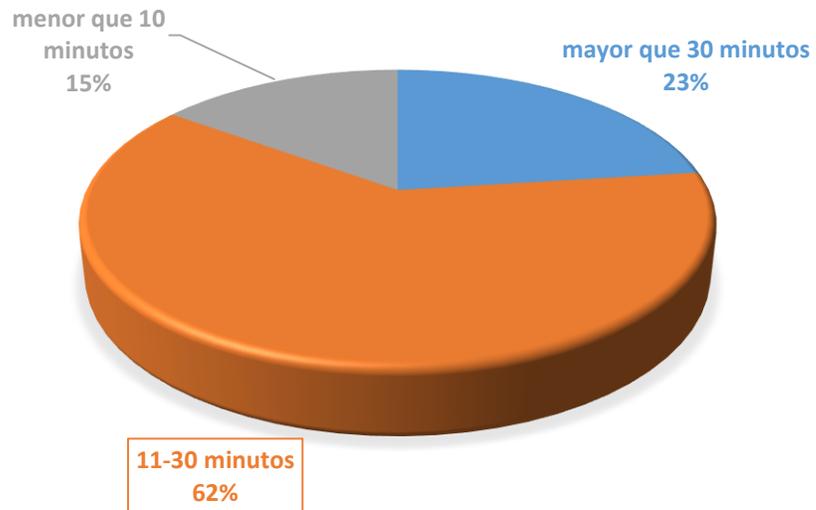
*Ilustración 23 Resultado de encuesta realizada vía Redes Sociales (Fuente Encuesta realizada por Jose Gratereaux)*



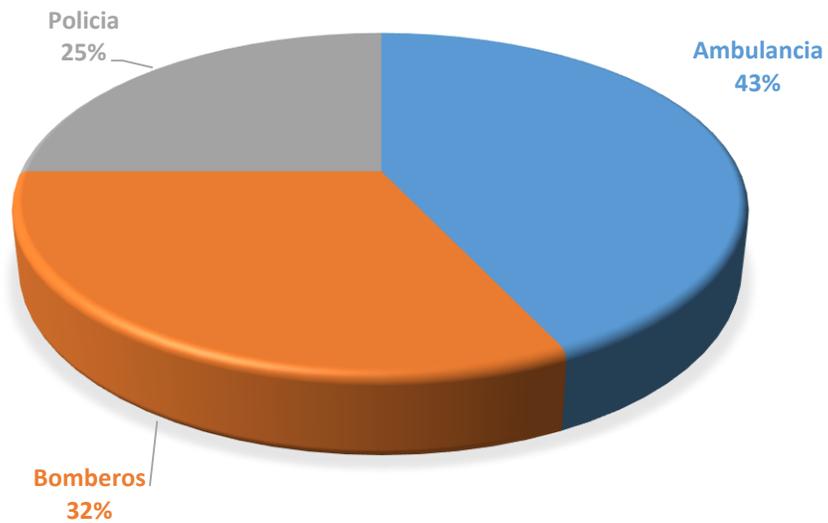
### HA UTILIZADO O ESTADO PRESENTE EN ALGUN CASO DE EMERGENCIA TERRESTRE?



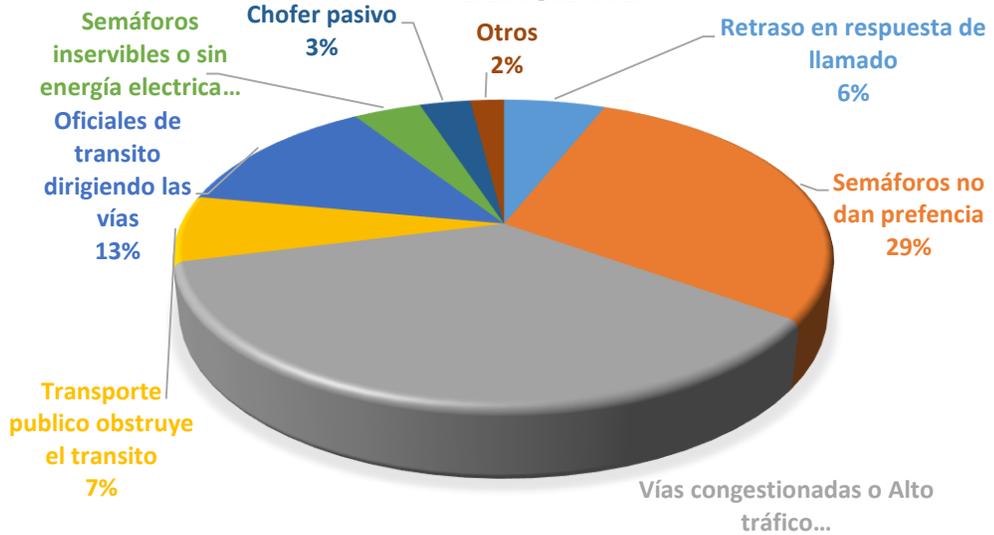
### QUE TE HA PARECIDO EL TIEMPO TRANSCURRIDO DEL VEHICULO DESDE EL LLAMADO HASTA SU LLEGADA?



### TIPO DE VEHICULO DE EMERGENCIA SOLICITADO



### RAZON PRINCIPAL POR RETRASO O SERVICIO DEFICIENTE



La encuesta basada en la percepción del servicio recibida por una población mayormente femenina entre edades de 26-35 años, refleja que el servicio de emergencia más utilizado es el de ambulancias.

En el 62% de los casos, los servicios de emergencia llegan a su destino en un rango de 11-30 minutos. Este rango excede lo establecido por las diferentes unidades 7-10 minutos, estándar que según los resultados solo se cumple en el mínimo de los casos (15%).

Los encuestados se refieren a las principales causas de los retrasos en un 36% al alto tráfico y congestión vial y en un 29% a los semáforos sin preferencia. Ambas problemáticas vienen a tener una solución viable con la implementación de la propuesta contenida en este trabajo de grado.

Las mejoras que surgirán como resultado de la implementación de los semáforos inteligentes se detallan a continuación:

1. Mejora en el tiempo de respuesta de las atenciones primarias de una emergencia. Con una reducción del tiempo de desplazamiento de los vehículos de emergencia de un 50% desde su punto de origen hasta su punto final. Todo esto gracias a la manipulación de los semáforos que se ubican en las rutas de las emergencias, a través de lo cual se ha podido

corregir el flujo continuo de los vehículos mientras los sistemas de emergencia terrestre se ven necesitados de desplazarse por dicha zona.

2. Control en tiempo real de los recursos vehiculares.

Con la geo localización en tiempo real de los vehículos podemos proveer una estadística en tiempo real de los recorridos que se realizan, quien puede proveer el servicio más rápido y desde la sede central se puede conocer el dato real de cuanta disponibilidad cuenta cada unidad de emergencia.

3. Reducción de accidentes de los vehículos de emergencia.

Al tener disponibilidad de una vía fluida, se ve mitigada la necesidad de cometer imprudencias al desplazarse velozmente desde el punto de partida hasta la llegada.

4. Manejo controlado de la preferencia de las vías de tránsito vehicular para mejorar el tiempo de desplazamiento.

5. Salvaguardar vidas a causa de la mejora en el tiempo de respuesta que puede proveer el servicio de emergencia debido a la mejora en su desplazamiento.

6. Eficientización del servicio de tránsito terrestre sin necesidad de asistencia de oficiales de tránsito.
  
7. Coordinación y alineación de las luces de los semáforos de una misma vía, de modo que el tránsito fluya de manera más eficaz evitando así los taponamientos sobre todo en vías largas que poseen muchas intersecciones.

## 4.2 Análisis de los riesgos relacionados con dicha implementación.

A continuación se detalla el cuadro de riesgos con sus respectivas causas y las acciones de control a implementar para mitigar las mismas.

Tabla 6 Diagrama de riesgos del sistema

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	CAUSA	RIESGO	OPERATIVIDAD	NIVEL	ACCIONES DE CONTROL	RESPONSABLES	TIEMPO DE RESPUESTA
Funcional	Fallo de conexión de semáforos al servidor	Problemas con la conexión inalámbrica o estructural, corte de servicio de red o daño parcial o permanente de placa de red.	Se corta la visibilidad en el sistema central y el control de emergencias del punto	Semáforos operan normalmente, sistema de emergencia no funciona en punto desconectado	Medio	Identificar si la falla es en el punto origen y enviar una brigada a corregir la conexión del punto remoto.	Brigada de emergencia Red, Departamento IT	de 1 a 4 horas
Funcional	Daño en la Base de datos central	Mal uso de los registros, apagado incorrecto o abrupto, corte de energía repentina y fallo de sistemas alternos.	Se paraliza el registro de datos para futuros reportes, no se puede acceder a datos históricos.	Semáforos operan normalmente, sistema de emergencia funciona.	Medio	Se realizará un restore del Backup realizado previamente a la Base de datos. Se corregirán las tablas corrompidas o se sustituirá la fuente o disco del dispositivo que este mal funcionando.	Departamento IT	de 1 a 2 horas
Funcional	Incendio en la zona del servidor central	Corto circuito por cable eléctrico mal instalado	Provoca daño parcial o total al servidor y los archivos que aloja	Semáforos operan normalmente, sistema de emergencia detenido hasta hacer restore de app.	Alto	Se hará un cambio al servidor alternativo que tendrá la imagen de los archivos del servidor inicial hasta restaurar el server principal	Departamento IT	de 0 a 1 hora
Funcional	Falla de corriente eléctrica en puntos remotos	Avería o corte del servicio energético general.	No posee energía eléctrica principal para el funcionamiento de los equipos eléctricos	Semaforo opera con energía de backup y sistema de emergencia queda funcional.	Bajo	Se pone en funcionamiento el banco de energía alterna, en este caso una batería recargable instalada en cada punto que entrega operatividad por 12 horas ininterrumpidas hasta recuperar el servicio principal.	Mantenimiento General	de 0 a 12 horas
Operativo	Caída de poste	Caída por choque o alguna causa natural del poste que sostiene los semáforos	Se inactiva el servicio del punto afectado	Semáforo deja de operar	Alto	Se envía la brigada a restaurar los daños causados y se reestablece el servicio.	Mantenimiento General	de 0 a 1 hora
Funcional	Desastres Naturales	Dano estructural mediante cisiones, terremotos, Inundaciones	Se inactiva el servicio del punto afectado	Semáforo deja de operar	Alto	Se envía la brigada a restaurar los daños causados y se reestablece el servicio.	Mantenimiento General	de 0 a 1 hora

### 4.3 Cálculo del presupuesto estimado para la implementación de la tecnología sugerida.

Uno de los puntos a destacar del proyecto es que la solución está pensada para implementarse a bajo costo.

A continuación se presenta el presupuesto detallado correspondiente al costo (en dólares americanos) de implementación por punto.

CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO	MONTO
1	Raspberry Pi , Modelo B	35.00	\$35.00
1	BreadBoard, 400 tie-points, 4 power rails,Board	5.50	5.50
20	Dupont cable 200mm male to female	0.17	3.40
1	Kingston 4 GB Class 4 SDHC Flash Memory Card SD4/4GB	6.22	6.22
1	SainSmart 8-Channel 5V Relay Module	18.89	18.89
12	330 Ohm Resistors - 1/4 Watt - 5% - 330R	0.05	0.60
50	Pies de Cable eléctrico #14	0.50	25.00
		TOTAL	US\$ 94.61

*Dichos costos pueden ser reducidos de acuerdo a la cantidad de equipos pedidos, este presupuesto refleja el costo por una intercepción de hasta 4 semáforos con 4 luces.*

## CONCLUSION

Como se ha podido demostrar, con el desarrollo que ha tenido la tecnología en estos últimos años se pueden desarrollar sistemas de semáforos verdaderamente inteligentes, que se ajusten a la demanda puntual en tiempo real, con una inversión mínima y un alcance a todo el territorio nacional.

Si vemos la evolución de los semáforos en el tiempo, se puede notar que las necesidades de los usuarios o conductores han cambiado originando la adaptación de los dispositivos a estas nuevas necesidades.

La evolución ha sido constante y en tiempos significativos dejando una brecha de oportunidades que han hecho que hoy en día podamos tener lo que conocemos como semáforos inteligentes.

Los sistemas de emergencia terrestre han también evolucionado y buscan constantemente la forma de acortar su tiempo de respuesta a los casos de emergencia a los que son llamados. Buscan incansablemente soluciones inmediatas sin sugerir medidas para cambiar y mejorar el sistema estructural de las vías o del tránsito en la ciudad.

Los operadores de servicios de emergencia no tienen alcance para llevar a cabo este tipo de cambios, que impacten el sistema de tránsito vial de la ciudad.

Es por esto que las problemáticas que siguen siendo constante para ellos son:

- Embotellamientos en horas pico que afectan el desplazamiento de los vehículos a la zona de emergencia.
- Falta de asistencia en el servicio de tráfico
- Semáforos no sincronizados.
- Etc...

Evitar la congestión vial se ha convertido en un reto para los diferentes organismos encargados del sistema de tránsito terrestre, los cuales han puesto todos sus esfuerzos en implementar soluciones simples y poco tecnológicas que causan un gran incremento al presupuesto y sin embargo no logran una mejora para el problema que sea significativa y sostenible en el largo plazo.

Luego de recopilar todos los datos necesarios mediante los diferentes tipos de investigación utilizados en este trabajo de grado se puede concluir que existe una solución a la problemática planteada.

Después de implementado el sistema de automatización de semáforos en la zona central de Santo domingo se observarán las siguientes mejoras:

- Mejora en el tiempo de respuesta de las atenciones primarias de una emergencia en un 50% desde su punto de origen hasta su punto final.
- Control en tiempo real de los recursos vehiculares utilizando geo localización en tiempo real de los vehículos.
- Reducción de accidentes de los vehículos de emergencia.
- Manejo controlado de la preferencia de las vías de tránsito vehicular para mejorar el tiempo de desplazamiento.
- Salvaguardar vidas a causa de la mejora en el tiempo de respuesta que puede proveer el servicio de emergencia.
- Eficientización del servicio de tránsito terrestre sin necesidad de asistencia de oficiales de tránsito.
- Coordinación y alineación de las luces de los semáforos de una misma vía.

Todo esto implica una unión estratégica de los departamentos gubernamentales responsables de la estructura vial, la seguridad y control de flujo del tránsito terrestre con un ente civil que apoye dicha tecnología; ya que se deben hacer cambios estructurales al sistema actual.

Estos cambios se pueden llevar a cabo con dos elementos:

- la instalación de un sistema de comunicación inalámbrico que permita la interconectividad de los diferentes puntos con un sistema central, para poder controlar todos los semáforos en una sede central que se responsabilice de su buen funcionamiento.
- La adición de un micro computadora a la infraestructura ya existente que permita manipular o controlar la operación de las luces y pueda emitir la información necesaria en tiempo real para tener control absoluto del mismo.

Todo esto se puede realizar con una inversión mínima. Podemos decir entonces que tendremos un sistema de semáforos inteligente que no solo da solución a la problemática actual sino que tiene la capacidad de evolucionar constantemente sin tener que invertir recursos monetarios significativos en un plazo aceptable de tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anoroza, M. m. (s.f.). *Semáforos Inteligentes*. Obtenido de <http://www.jeuazarru.com>:  
[http://www.jeuazarru.com/docs/semaforos\\_inteligentes.pdf](http://www.jeuazarru.com/docs/semaforos_inteligentes.pdf)
2. antcastillog.blogspot.com. (14 de julio de 2011). *El semáforo*. Obtenido de Tagarete: <http://antcastillog.blogspot.com/2011/07/el-semaforo.html>
3. Comunicaciones, M. d. (2012). *Condición de la red de carreteras para el 2012*. Santo Domingo: MOPC.
4. *Conectividad de datos, Computer World*. (2012). Obtenido de Computer World: <http://blogs.computerworld.com/>
5. DGII. (2012). *Evolución del parque vehicular 2004-2012*. Santo Domingo: DGII.
6. *Diccionario enciclopédico popular ilustrado Salvat*. (1906-1914). Barcelona: Editorial Salvat.
7. digital., D. d. (2013). *Diccionario de la Real Academia de la lengua española versión digital*. Obtenido de Diccionario de la Real Academia de la lengua española versión digital.: <http://lema.rae.es/drae/?val=policia>

8. Este, C. d. (s.f.). *Historias*. Obtenido de Cuerpo de Bomberos Santo Domingo Este: <http://www.bomberossde.gob.do/historias>
9. <http://socket.io/>. (2013). *http://socket.io/*. Obtenido de <http://socket.io/>: <http://socket.io/>
10. *Iluminación vial y urbana > Semáforos LED*. (16 de Agosto de 2013). Obtenido de MetroLight: <http://www.metrolight-es.com/productos/iluminacion-vial-y-urbana/semaforos-led.html>
11. Libre, D. (08 de 11 de 2012). *Artículo entrevista*. Obtenido de Diario Libre: Entrevista extraída de Diario Libre, [http://www.diariolibre.com/noticias/2012/11/08/i358791\\_bomberos-del-garantizan-respuesta-seis-minutos.html](http://www.diariolibre.com/noticias/2012/11/08/i358791_bomberos-del-garantizan-respuesta-seis-minutos.html)
12. Ministerio de Transporte Colombia. (31 de 05 de 2004). *Seccion Documentos - Capítulo 7 - Semáforos*. Recuperado el 14 de 9 de 2013, de [Mintransporte.gov.co](http://www.mintransporte.gov.co): <https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=29>
13. Moquete, T. J. (2 de Septiembre de 2013). Operador de patrulla de unidad de prevención. (J. Gratereaux, Entrevistador)
14. MOVIMED. (13 de Agosto de 2013). MOVIMED . (MOVIMED, Entrevistador)

15. MySQL. (2013). *MySQL Documentation*. Obtenido de MySQL Documentation: <http://dev.mysql.com/doc/>
16. nodejs.org. (2013). <http://nodejs.org/>. Obtenido de <http://nodejs.org/>: <http://nodejs.org/>
17. php.net. (2013). <http://php.net/>. Obtenido de <http://php.net/>: <http://php.net/>
18. Pineda, C. A. (23 de Agosto de 2013). chofer de vehículo de emergencia de Cuerpo de Bomberos. (J. Gratereaux, Entrevistador)
19. Python.org. (Septiembre de 2013). <http://python.org/>. Obtenido de <http://python.org/>: <http://python.org/>
20. Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario Online de la Real Academia de Lengua Española*. (R. A. Española, Editor) Recuperado el 7 de Septiembre de 2013, de Diccionario Online de la Real Academia de Lengua Española: <http://lema.rae.es/drae/?val=sem%C3%A1foro>
21. *Semáforos actuales*. (s.f.). Obtenido de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Semáforo>
22. Skinner, H. A. (1949). *The Origin of Medical Terms*. Baltimore: : Williams & Wilkins.
23. Smester, D. P. (17 de Agosto de 2013). Medico emergenciólogo plaza de la Salud. (J. Gratereaux, Entrevistador)

24. Terrestre, D. G. (2003). *Manual del conductor de República Dominicana*. Santo Domingo: Secretaría de Estado de Obras Públicas y Comunicaciones.
25. W3C. (2013). *HTML5*. Obtenido de W3C: <http://dev.w3.org/html5/html-author/>
26. W3schools. (2013). *JavaScript and HTML DOM*. Obtenido de JavaScript and HTML DOM: <http://www.w3schools.com/jsref/>
27. [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org). (Agosto de 2013). *sección de FAQ de*. Obtenido de Raspberry Pi: <http://www.raspberrypi.org/>

# ANEXOS

ANEXO I  
Anteproyecto de Tesis

Universidad Acción Pro-Educación y Cultura  
(UNAPEC)



FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS  
DECANATO DE INFORMATICA

*“Sistema de control y automatización de semáforos  
para el servicio de emergencia terrestre en la zona  
central de Santo Domingo”*

ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

Sustentante:

José Arturo Gratereaux Baldrich      2000-2204

Distrito Nacional, República Dominicana  
2013

## INDICE GENERAL DE CONTENIDO

INDICE GENERAL DE CONTENIDO .....	2
INTRODUCCION.....	3
JUSTIFICACION .....	5
DELIMITACION DEL TEMA.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
OBJETIVOS.....	10
Generales .....	10
Específicos .....	10
Operacionales.....	10
HIPOTESIS.....	12
MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	13
DISEÑO METODOLOGICO .....	15
Tipos de investigación .....	15
Técnicas e instrumentos .....	16
Método.....	17
FUENTES DE DOCUMENTACION .....	18
Primarias.....	18
Secundarias .....	18
Bibliografía para el Anteproyecto .....	18
ESQUEMA PRELIMINAR .....	19
GLOSARIO DE TERMINOS.....	21

## INTRODUCCION

Hoy en día podemos notar que transitar por una de las calles de Santo Domingo en horarios pico o de alto tráfico es una verdadera Odisea. Los frecuentes taponamientos en las vías de la zona metropolitana trastornan la vida de la población.

Podría afirmarse que en casos mayores es bien recibida la ayuda que puede dar un agente de autoridad metropolitana (AMET) en las intercepciones más concurridas en dichos horarios, pero para nadie es un secreto que estos no dan abasto para cubrir la mayoría de las intercepciones de la ciudad.

Es común visualizar vehículos de los diferentes servicios de emergencia de nuestra ciudad infringir leyes o correr riesgos para poder atender casos y trasladarse con agilidad desde su punto a su destino. Pero igual quedan atrapados bajo la línea de vehículos estancados en los embotellamientos.

Enfocado en una mejora continua a la situación presentada, el modelo que estaré trabajando refleja una solución al problema observado en las zonas principales de la ciudad de Santo Domingo.

Se combina la gestión de los sistemas de información para apoyar dicha problemática, automatizando los sistemas de tránsito en caso de emergencias. Esta acción provocaría un impacto positivo en salvaguardar la vida de las personas, atendiendo emergencias en un tiempo reducido ya sea del sector salud, bomberos o policial.

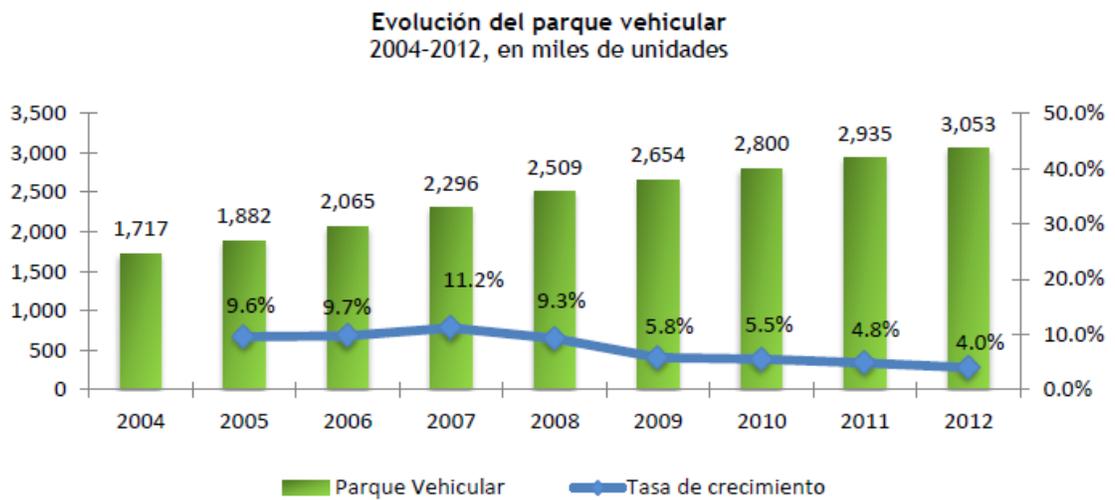
Es oportuno brindar un avance tecnológico de dicha categoría ya que nuestro país muestra un crecimiento continuo en el parque vehicular y poco crecimiento en la infraestructura física vial.

Esta investigación se estará enfocando en la solución al problema del desplazamiento fluido de los servicios de emergencia terrestre: Policial, Ambulancia y Bomberos, la cual contribuye en el servicio a tiempo de las emergencias, salvando así vidas.

En el siguiente trabajo de grado se demostrará que con sistemas innovadores y de bajo costo, podemos dar un paso adelante en la innovación y el desarrollo.

## JUSTIFICACION

El crecimiento vehicular cada año provoca un alto congestionamiento en las principales calles y avenidas de nuestra ciudad y esta problemática afecta directamente a los sistemas de emergencia terrestre, ya que no pueden atender a tiempo las llamadas.



Nota: Cifras generadas el 04 de febrero de 2013.  
Fuente: Departamento de Estudios Económicos y Tributarios, DGII.

Como podemos ver en esta gráfica se destaca el crecimiento continuo del parque vehicular que se mantiene en nuestro país.

Si tomamos estos datos de referencia y lo cruzamos con la evolución que ha tenido la infraestructura de nuestras calles y carreteras, podemos notar que cada año incrementamos la tasa de embotellamientos en las principales calles y avenidas de nuestro país.

Partiendo de esto el enfoque de la propuesta sugerida llama a construir una infraestructura de semáforos o controladores de tránsito automatizados y adaptativos

que permitan dar preferencia al tráfico en la vía que necesite transitar el vehículo llamado a atender la emergencia.

Tomando en consideración la tecnología usada en la actualidad y visualizando la proyección y futuro crecimiento de la tecnología que invitamos a implementar, podemos tomar el canal como una de las futuras implementaciones que pueden salvar vidas.

Es importante destacar que la tecnología (software, hardware) a implementar es de bajo costo y apoyaría el sistema de gestión actual de austeridad para el desarrollo y progreso de nuestro país.

## DELIMITACION DEL TEMA

“Sistema de control y automatización de semáforos para el servicio de emergencia terrestre en la zona central de Santo Domingo”

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La concentración de la población en una gran ciudad metropolitana como lo es Santo Domingo, ha supuesto la necesidad de dotación de un transporte colectivo eficiente para el desarrollo de la vida cotidiana de éstas, así como la adquisición de vehículos de motor de diferentes categorías han aportado al incremento del parque vehicular de la zona.

En el transcurso de su historia y en miras a mejorar el tránsito en este gran núcleo urbano, se ha procedido a implantar servicios u organismos (OMSA, CONATRA, etc...) que nos permiten acortar la distancia entre puntos; colaborando con esto a que la población tenga mayor acceso a trasladarse a su trabajo y otras actividades propias de la vida cotidiana de los residentes de la zona.

En ese mismo sentido al transcurrir de los años se han acrecentado el número de vendedores de vehículos y por consiguiente las importaciones.

Por otro lado, la ciudad cuenta con una entidad que con sus servicios ayuda a mejorar el tránsito, en las intersecciones de las principales avenidas de nuestra ajetreada ciudad durante las horas pico. Pero esto solo trae una solución parcial y en pequeña escala al problema de tráfico general que experimenta la ciudad.

Para tener una idea de la dimensión de la crisis del tránsito y del carácter estructural de la misma, basta con considerar algunos elementos que trascienden el déficit de la oferta o las dificultades de acceso al servicio.

Se entiende que la movilidad en la ciudad de Santo Domingo es bastante alta, si consideramos el volumen del desplazamiento diario por cada habitante. Esto equivale a decir que cerca de un millón de habitantes realizan diariamente por lo menos un viaje de ida y vuelta hacia algún lugar.

En los últimos seis años, los gobiernos han gastado miles de millones de pesos para "solucionar" el problema del transporte urbano en Santo Domingo.

Por otra parte, la tasa de motorización es bastante alta, aproximadamente existen 80 vehículos por cada 100 habitantes que comprenden edades entre 18 y 60 años, tomando en cuenta que la distribución no es por persona, sino por cantidad de vehículos registrados en DGII versus el último Censo de población obtenido por la oficina de estadísticas. De estos vehículos sólo el 30% se dedica al servicio del transporte público y satisface la demanda del 70% de los desplazamientos. Este reparto modal del transporte, con un excesivo uso del vehículo privado, origina los grandes problemas de congestión.

Lógicamente, esto es el resultado de nunca haber apostado por un sistema de transporte masivo para satisfacer la demanda de transporte público en nuestras ciudades como alternativa al uso del vehículo privado.

El estudio de estos datos, apoyado al lento crecimiento de las vías de tránsito terrestre hace que nuestro tráfico cada día este más congestionado y provoque mayores grados de taponamiento.

Los vehículos de emergencia terrestre se ven forzados a operar frente a esta problemática y a desarrollar sus funciones en esas circunstancias. De vez en cuando se puede notar que incurren hasta en acciones peligrosas para poder llevar a cabo su objetivo. En otras ocasiones quedan atrapados en la red del tráfico pesado y deben ajustarse a la velocidad del tránsito del momento.

Esto provoca retrasos en el servicio y algunas pérdidas materiales o humanas que podrían ser fatales dada la naturaleza del servicio que ofrecen.

## OBJETIVOS

### Generales

Proveer un sistema automatizado para los servicios de emergencia terrestre (ambulancias, bomberos y patrullas policiales) para ajustar la preferencia de los semáforos en caso de emergencias utilizando sistemas de información y sistemas adaptativos.

### Específicos

1. Demostrar que dicha tecnología puede agilizar el servicio de emergencia terrestre de nuestro país y así salvaguardar vidas.
2. Crear un sistema adaptativo para el control del tráfico en Santo Domingo.
3. Incurrir en avances tecnológicos de bajo costo que apoyen la eficientización de los servicios públicos.

### Operacionales

1. Operar los semáforos desde una sede central para dar preferencia de verde en las rutas sugeridas para atender las emergencias rápidamente.
2. Conocer el status o color de cada semáforo mediante el front end de nuestro sistema de información.
3. Determinar si el semáforo está operando o no.

4. Agilizar las rutas de emergencia terrestre en caso de emergencias provocando una atención inmediata y reduciendo la tasa de mortalidad por tardanzas y esperas.

## HIPOTESIS

Salvaguardar vidas es una de las soluciones principales que brinda el proyecto en la sociedad, porque nos ofrece la oportunidad de atender casos rápidamente mediante el ahorro de tiempo en el desplazamiento de los servicios de emergencia terrestres.

Nuestros semáforos darán preferencia a las vías en que los vehículos de emergencia necesiten transitar con mayor fluidez, por ejemplo, al momento de recibir el llamado de emergencia se traza una ruta óptima por medio de los sistemas de información y se controlará la preferencia de semáforos en la vía que el vehículo deba transitar. Después de pasar por cada semáforo, el mismo puede continuar su ciclo normal, todo quedara operando de manera natural al llegar al objetivo final.

El problema de retraso en los traslados del punto de partida al punto de destino se verá mitigado por la implementación del sistema adaptativo, ya que al comenzar la ruta tendrán la preferencia en todas las intercepciones que contengan semáforos inteligentes programados para tales fines.

## MARCO TEORICO REFERENCIAL

Científicos norteamericanos y rumanos han desarrollado un modelo informático basado en información real que atribuye inteligencia a los semáforos para optimizar la gestión del tráfico. De esta forma han comprobado que se reduce un 28% el tiempo de espera en los cruces en hora punta y un 6,5% las emisiones de CO2. El modelo puede potenciarse si se incorpora a los automóviles un software específico que avise a los conductores tanto de las velocidades recomendables en función de las luces de los semáforos, como en función de la cantidad de coches que se pueden encontrar en los atascos. Esta aplicación también podría trasladar información al sistema para mejorar la regulación del tráfico mediante los semáforos.

Según explican los artífices de esta propuesta, el invento consiste en un conjunto de semáforos con capacidad de adaptación, y en un nódulo fijo de control situado en una intersección. Este nódulo determina los valores óptimos para la regulación de los cambios de color de los semáforos.

El sistema tendría mayores beneficios en comparación con otros sistemas adaptables basados en sensores o cámaras, aseguran los científicos. En los últimos treinta años, se han realizado grandes esfuerzos para crear sistemas de semáforos que puedan responder a las necesidades de un tráfico urbano cada vez más denso.

La mayoría de estos sistemas de control de señales en Estados Unidos, por ejemplo, se basan en planes de cronometraje generados sin conexión informática y han sido desarrollados por ingenieros especializados aplicando modelos de optimización. Pero son difíciles de mantener y no responden eficazmente en todas las situaciones.

Con el modelo desarrollado en la universidad de Rutgers, los investigadores comprobaron sin embargo que es posible mejorar significativamente el flujo del tráfico

con respecto a lo que consiguen otros sistemas convencionales aplicados a semáforos ya existentes.

Después de realizar ciertas pruebas con semáforos inteligentes, científicos de la universidad de Pittsburgh han demostrado en un estudio piloto que la cantidad de tiempos de viaje se redujeron en un 26% por toda la ciudad.

Esto demuestra que la tecnología de semáforos inteligentes es de gran ayuda para la agilización del tránsito.

## DISEÑO METODOLOGICO

### Tipos de investigación

La investigación será de tipo descriptiva ya que especifica las propiedades, características y funciones para el desarrollo de una tecnología que controle y automatice los semáforos (semáforos inteligentes) con el propósito de apoyar a la atención fluida de los sistemas de emergencia terrestre.

Así el estudio descriptivo identifica características del universo de investigación, señala formas de conducta y actitudes del universo investigado y establece comportamientos concretos entre las variables de la investigación.

La investigación también está fundamentada en documentos y estadísticas de la situación pasada y actual de nuestro país.

Se utilizará el conocimiento y experiencia adquirida durante nuestro proceso de aprendizaje universitario para desarrollar la plataforma del sistema en cuestión.

De igual manera utilizaré la investigación de campo y observación ya que se realizaran research en los lugares claves donde ocurren los embotellamientos. Se aplicaran encuestas a personas claves de cada área de servicio de atención a emergencias terrestres.

## Técnicas e instrumentos

Las técnicas a utilizar para la investigación serán de tipo encuesta y entrevistas estructuradas y no estructuradas a personas que laboran en diferentes organizaciones de servicio público, utilizando el método de cuestionario.

Visitaremos los Ministerios públicos encargados del desarrollo de transporte terrestre, de infraestructura vial y demás para adquirir información así como también hospitales y cuarteles de bomberos donde labora personal con experiencia en el tema de emergencia terrestre.



Para la tecnología utilizare el Raspberry Pi, desarrollada en Reino Unido por la Fundación “*Raspberry Pi*”, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas y apoyar el desarrollo de la investigación. En el trabajo de grado se explicará el modo en que opera este aparato y cómo podemos convertirlo en utilidad para sustentar la teoría.

## Método

Dentro de los métodos a utilizar en la investigación se encuentra el método inductivo debido a que pretendo partir de lo particular a lo general, donde fijaré los conceptos relacionados al uso de los sistemas adaptativos para el control de los semáforos logrando así que los lectores tengan una idea clara del fundamento del proyecto.

De igual manera trabajaré con el método estadístico ya que buscaré una serie de informaciones relacionadas al desarrollo vial y automotriz de nuestro país. Cruzaré esta data con información cualitativa para generar resultados que apoyen la investigación.

Finalmente utilizaré el método analítico ya que dividiré en secciones el tema de investigación para así analizar los conceptos que cada una posee; y poder definir, precisar y observar las causas, la naturaleza y los efectos de la investigación.

## FUENTES DE DOCUMENTACION

### Primarias

- Entrevistas con diferentes personalidades relacionadas con el tema que laboran en los diferentes centros de asistencia y emergencia.
- Observación de los procesos del comportamiento actual del tráfico.
- Fuentes bibliográficas de tecnologías similares.
- Libros relacionados a los lenguajes de programación utilizados.

### Secundarias

- Centro de información: bibliografías, hemerográficas y electrónicas.
- Estadísticas suplidas de la *Oficina Nacional de Estadísticas (ONE)*.
- Estadísticas suplidas por la *Dirección General de Impuestos Internos DGII*.
- Encuestas a usuarios del tránsito vehicular público y privado.
- Encuestas a usuarios de los servicios de emergencias.

### Bibliografía para el Anteproyecto

- [www.dgii.gov.do](http://www.dgii.gov.do)
- [www.one.gov.do](http://www.one.gov.do)
- Semaly-Bceom-MBG, «Estudio de un sistema de Transporte Rápido de Masas en Santo Domingo», Informe 1, Estudio de pre factibilidad de 4 opciones técnicas, ms, Santo Domingo, enero 1999.
- Tirado, D. "Luz verde para la AMET".
- Coing, H. , " Servicios urbanos: viejo o nuevo tema?" In Mario Unda (ed.) La investigación urbana en América Latina: caminos recorridos y por recorrer. Quito, Ciudad editor, 1990, vol. 2.
- Álvarez Huerta. "Los sistemas inteligentes de transporte".
- [http://www.tendencias21.net/Semaforos-inteligentes-reducen-la-contaminacion-y-agilizan-el-trafico\\_a2074.html](http://www.tendencias21.net/Semaforos-inteligentes-reducen-la-contaminacion-y-agilizan-el-trafico_a2074.html)

## ESQUEMA PRELIMINAR

INDICE

Agradecimientos

Dedicatorias

Resumen Ejecutivo

Introducción

### CAPITULO I.- CONCEPTOS BASICOS, SITUACION ACTUAL Y CRECIMIENTO DEL TRANSITO EN RD

- 1.1 Funcionamiento de los Semáforos y conceptos básicos.
- 1.2 Historia de los semáforos.
- 1.3 Semáforos actuales.
- 1.4 Concepto de semáforos inteligentes
  - 1.4.1 Semáforo inteligente con RFID
  - 1.4.2 Semáforo inteligente usando Redes de Sensores inalámbricos
  - 1.4.3 Semáforo inteligente mediante Procesamiento de Imágenes
  - 1.4.4 Semáforos inteligentes basados en inteligencia artificial
- 1.5 Diferentes aplicaciones a nivel global
- 1.6 Reglas básicas para transitar en Santo Domingo.
- 1.7 Crecimiento del parque vehicular.
- 1.8 Evolución de la estructura vial.
- 1.9 Funcionamiento de los sistemas de emergencia terrestres.
  - 1.9.1 Emergencia Médica Ambulatoria o Ambulancias
  - 1.9.2 Emergencia de desastres, Bomberos
  - 1.9.3 Emergencia Policial o de Seguridad social
- 1.10 Problemáticas generales presentadas por los departamentos de emergencia terrestre en la actualidad.

### CAPITULO II.-DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA DE INFORMACION UTILIZADA

- 2.2 Concepto del Raspberry Pi.
  - 2.2.1 Especificaciones técnicas.
  - 2.2.2 Software
  - 2.2.3 Componentes
- 2.3 Lenguajes de programación utilizados.
  - 2.3.1 Python
  - 2.3.2 Php
  - 2.3.3 Node.Js y Socket IO
  - 2.3.4 Base de datos MySQL
  - 2.3.5 Html5 y JavaScript
- 2.4 Conceptos de Geo Localización

### CAPITULO III.- SISTEMA ADAPTATIVO DE CONTROL DE SEMAFOROS PARA EMERGENCIAS

- 3.1 Explicación general de la aplicación.
  - 3.1.1 Código de Back end
  - 3.1.2 Código de Front end
  - 3.1.3 Geo-localización con Google Maps.
- 3.2 Modo de funcionamiento de la aplicación.
- 3.3 Conectividad, Redes de datos
- 3.4 Pantallas de salida del sistema.

### CAPITULO IV.- PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

- 5.1 Mejoras como resultado de la utilización de la tecnología para la automatización de sistemas de emergencia terrestre.
- 5.2 Análisis de los riesgos relacionados con dicha implementación.
- 5.3 Cálculo del presupuesto estimado para la implementación de la tecnología sugerida.

### Conclusión

- Resultados obtenidos en la investigación.
- Implicaciones relevantes
- Demostración de la utilización de la tecnología (Uso en vivo)

### Bibliografía

### Apéndice

### Anexos

## GLOSARIO DE TERMINOS

Los sistemas adaptativos son sistemas que pueden ajustarse o adaptarse según una necesidad del momento o un requerimiento, asumiendo nuevas reglas o normas diferentes a su estado natural.

Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad u objetivo.

La congestión vehicular o vial se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atochamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en la hora punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

El Raspberry Pi es una placa computadora (SBC o micro ordenador) de bajo costo desarrollada en Reino Unido por la Fundación *Raspberry Pi*, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas y el desarrollo investigativo.

Los Semáforos son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales, pasos de peatones y otros lugares para regular el tráfico para que no ocurran accidentes y el tránsito vehicular o de peatones.

El Lenguaje de programación Python es un lenguaje interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis muy limpia y que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos,

programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma.

Es administrado por la Python Software Foundation. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1, e incompatible en ciertas versiones anteriores.

## ANEXO II

Glosario de términos que se utilizan en la tesis

**USB:** El Universal Serial Bus es un estándar industrial desarrollado a mediados de los años 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos y dispositivos electrónicos.

**LAN:** Una red de área local, red local o LAN es la interconexión de uno o varios dispositivos.

**HDMI:** High-Definition Multimedia Interface o HDMI (interfaz multimedia de alta definición) es una norma de audio y vídeo digital cifrado sin compresión apoyada por la industria para que sea el sustituto del euroconector.

**GPIO:** (General Purpose Input/Output = Entrada/Salida de Propósito General) es un pin genérico en un chip, cuyo comportamiento (incluyendo si es un pin de entrada o salida) se puede controlar (programar) por el usuario en tiempo de ejecución.

**GPS:** El global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros.

**IP:** es la sigla de Internet Protocol o, en nuestro idioma, Protocolo de Internet. Se trata de un estándar que se emplea para el envío y recepción de información mediante una red que reúne paquetes conmutados.

**Socket:** Es un objeto que conecta una aplicación a un protocolo de red. Por ejemplo, en Unix un programa puede enviar y recibir mensajes TCP/IP abriendo un socket, y leer y escribir datos desde ese socket. Esto simplifica el desarrollo de programas porque el programador sólo necesita encargarse de la manipulación del socket y puede olvidarse de cómo hace realmente un sistema operativo para transportar mensajes por la red correctamente.

**Base de datos:** o banco de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

ANEXO III  
Extracto de código fuente del sistema  
(Controlador de semáforos y servidor Node.JS)

```
#Back End
```

```
#Controlador de semáforos, interfaz entre Rasperry Pi y sistema.  
#Nombre del Archivo: semaforo.py
```

```
import RPi.GPIO as gpio
```

```
import time
```

```
import MySQLdb
```

```
import sys
```

```
import thread
```

```
#Asignar salidas
```

```
gpio.setmode(gpio.BOARD)
```

```
#semaforo 1
```

```
gpio.setup(7,gpio.OUT) #verde semaforo 1
```

```
gpio.setup(11,gpio.OUT) #amarillo semaforo 1
```

```
gpio.setup(12,gpio.OUT) #rojo semaforo 1
```

```
#semaforo 2
```

```
gpio.setup(13,gpio.OUT) #verde semaforo 2
```

```
gpio.setup(15,gpio.OUT) #amarillo semaforo 2
```

```
gpio.setup(16,gpio.OUT) #rojo semaforo 3
```

```
#luz emergencia
```

```
gpio.setup(24,gpio.OUT) #sem 1
```

```
gpio.setup(23,gpio.OUT) #sem 2
```

```
##### VARIABLES GLOBALES #####
```

```
status = 0
```

```
#####
```

```
class semaforo(object):
```

```
    """Clase principal de semaforo"""
```

```
    def __init__(self, tiempoverde1, tiempoverde2, tiempoamarillo):
```

```
        #####SEMAFORO 1#####
```

```
        ##ACT DB ##
```

```
        connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd  
= "11121980", db = "proyecto")
```

```
        cursor = connection.cursor ()
```

```
        sem1 = "Semaforo1"
```

```
        sem2 = "Semaforo2"
```

```
        verde1 = "1"
```

```
        amarillo1 = "0"
```

```
        rojo1 = "0"
```

```
        verde2 = "0"
```

```
amarillo2 = "0"
```

```
rojo2 = "1"
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",  
(verde1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =  
%s", (amarillo1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",  
(rojo1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",  
(verde2,sem2))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =  
%s", (amarillo2,sem2))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",  
(rojo2,sem2))
```

```
connection.commit()
```

```
cursor.close ()
```

```
connection.close ()
```

```
##FIN DE DB ##
```

```
gpio.output(7,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(11,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(12,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(13,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(15,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(16,gpio.HIGH)
```

```
time.sleep(tiempoverde1)

gpio.output(7,gpio.LOW)
gpio.output(11,gpio.HIGH)
gpio.output(12,gpio.LOW)
gpio.output(13,gpio.LOW)
gpio.output(15,gpio.LOW)
gpio.output(16,gpio.HIGH)

##ACT DB ##

connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd
= "11121980", db = "proyecto")

cursor = connection.cursor ()

sem1 = "jose"
sem2 = "juan"

verde1 = "0"
amarillo1 = "1"

rojo1 = "0"

verde2 = "0"
amarillo2 = "0"

rojo2 = "1"

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))
```

```
        cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))
```

```
        cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))
```

```
        cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))
```

```
connection.commit()
```

```
cursor.close ()
```

```
connection.close ()
```

```
##FIN DE DB ##
```

```
time.sleep(tiempoamarillo)
```

```
for x in range(0,3):
```

```
    gpio.output(11,gpio.LOW)
```

```
    time.sleep(0.2)
```

```
    gpio.output(11,gpio.HIGH)
```

```
    time.sleep(0.2)
```

```
time.sleep(0.5)
```

```
#####SEMAFORO 2#####
```

```
##ACT DB ##
```

```
connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd
= "11121980", db = "proyecto")
```

```
cursor = connection.cursor ()
```

```
sem1 = "jose"
```

```
sem2 = "juan"
```

```
verde1 = "0"
amarillo1 = "0"
rojo1 = "1"
verde2 = "1"
amarillo2 = "0"
rojo2 = "0"

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))

connection.commit()

cursor.close ()

connection.close ()

##FIN DE DB ##

gpio.output(7,gpio.LOW)
gpio.output(11,gpio.LOW)
gpio.output(12,gpio.HIGH)
gpio.output(13,gpio.HIGH)
gpio.output(15,gpio.LOW)
gpio.output(16,gpio.LOW)
```

```
time.sleep(tiempoverde2)
```

```
gpio.output(7,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(11,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(12,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(13,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(15,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(16,gpio.LOW)
```

```
##ACT DB ##
```

```
connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd  
= "11121980", db = "proyecto")
```

```
cursor = connection.cursor ()
```

```
sem1 = "jose"
```

```
sem2 = "juan"
```

```
verde1 = "0"
```

```
amarillo1 = "0"
```

```
rojo1 = "1"
```

```
verde2 = "0"
```

```
amarillo2 = "1"
```

```
rojo2 = "0"
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",  
(verde1,sem1))
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =  
%s", (amarillo1,sem1))
```

```
        cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))

        cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))

        cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))

        cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))

        connection.commit()

        cursor.close ()

        connection.close ()

        ##FIN DE DB ##

        time.sleep(tiempoamarillo)

        for x in range(0,3):

            gpio.output(15,gpio.LOW)

            time.sleep(0.2)

            gpio.output(15,gpio.HIGH)

            time.sleep(0.2)

        time.sleep(0.5)

class emergencia1(object):

    def __init__(self, tiempo):

        self.tiempo = tiempo
```

```

##ACT DB ##

connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd
= "11121980", db = "proyecto")

cursor = connection.cursor ()

sem1 = "jose"

sem2 = "juan"

verde1 = "1"

amarillo1 = "0"

rojo1 = "0"

verde2 = "0"

amarillo2 = "0"

rojo2 = "1"

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))

connection.commit()

cursor.close ()

connection.close ()

##FIN DE DB ##

```

```
gpio.output(7,gpio.HIGH)
gpio.output(11,gpio.LOW)
gpio.output(12,gpio.LOW)
gpio.output(13,gpio.LOW)
gpio.output(15,gpio.LOW)
gpio.output(16,gpio.HIGH)
```

```
time.sleep(tiempo)
```

```
class emergencia2(object):
```

```
    def __init__(self, tiempo):
```

```
        self.tiempo = tiempo
```

```
        ##ACT DB ##
```

```
        connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd  
= "11121980", db = "proyecto")
```

```
        cursor = connection.cursor ()
```

```
        sem1 = "jose"
```

```
        sem2 = "juan"
```

```
        verde1 = "0"
```

```
        amarillo1 = "0"
```

```
        rojo1 = "1"
```

```
        verde2 = "1"
```

```
        amarillo2 = "0"
```

```
        rojo2 = "0"

        cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde1,sem1))

        cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo1,sem1))

        cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))

        cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))

        cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))

        cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))

        connection.commit()

        cursor.close ()

        connection.close ()

        ##FIN DE DB ##

        gpio.output(7,gpio.LOW)

        gpio.output(11,gpio.LOW)

        gpio.output(12,gpio.HIGH)

        gpio.output(13,gpio.HIGH)

        gpio.output(15,gpio.LOW)

        gpio.output(16,gpio.LOW)

        time.sleep(tiempo)
```

```
class reposicion(object):
```

```

def __init__(self, tiempoverde1, tiempoverde2, tiempoamarillo):

    ##ACT DB ##

    connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd
= "11121980", db = "proyecto")

    cursor = connection.cursor ()

    sem1 = "jose"

    sem2 = "juan"

    verde1 = "0"

    amarillo1 = "0"

    rojo1 = "1"

    verde2 = "1"

    amarillo2 = "0"

    rojo2 = "0"

    cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde1,sem1))

    cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo1,sem1))

    cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))

    cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))

    cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))

    cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))

    connection.commit()

    cursor.close ()

    connection.close ()

```

```
##FIN DE DB ##
```

```
gpio.output(7,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(11,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(12,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(13,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(15,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(16,gpio.LOW)
```

```
time.sleep(tiempoverde2)
```

```
gpio.output(7,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(11,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(12,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(13,gpio.LOW)
```

```
gpio.output(15,gpio.HIGH)
```

```
gpio.output(16,gpio.LOW)
```

```
##ACT DB ##
```

```
connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd  
= "11121980", db = "proyecto")
```

```
cursor = connection.cursor ()
```

```
sem1 = "jose"
```

```
sem2 = "juan"
```

```
verde1 = "0"
```

```
amarillo1 = "0"
```

```
rojo1 = "1"

verde2 = "0"

amarillo2 = "1"

rojo2 = "0"

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo1,sem1))

cursor.execute ("UPDATE data SET VERDE = %s WHERE SITIO = %s",
(verde2,sem2))

cursor.execute ("UPDATE data SET AMARILLO = %s WHERE SITIO =
%s", (amarillo2,sem2))

cursor.execute ("UPDATE data SET ROJO = %s WHERE SITIO = %s",
(rojo2,sem2))

connection.commit()

cursor.close ()

connection.close ()

##FIN DE DB ##

time.sleep(tiempoamarillo)

for x in range(0,3):

    gpio.output(15,gpio.LOW)

    time.sleep(0.2)

    gpio.output(15,gpio.HIGH)

    time.sleep(0.2)
```

```
time.sleep(0.5)
```

```
def revisardb():
```

```
    # abrir database connection
```

```
    connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd =  
"11121980", db = "proyecto")
```

```
    # metodo cursor()
```

```
    cursor = connection.cursor ()
```

```
    # SQL query
```

```
    cursor.execute ("SELECT * from data")
```

```
    # fetch all of the rows from the query
```

```
    data = cursor.fetchall ()
```

```
    for row in data :
```

```
        if (row[0] == 'jose'):
```

```
            if (row[1] == 1):
```

```
                return 1
```

```
        if (row[0] == 'juan'):
```

```
            if (row[1] == 1):
```

```
                return 2
```

```
if (row[0] == 'jose'):
    if (row[1] == 3):
        return 3
```

```
if (row[0] == 'juan'):
    if (row[1] == 3):
        return 4
```

```
# close the cursor object
```

```
cursor.close ()
```

```
# close the connection
```

```
connection.close ()
```

```
def checkstatus(tiempo):
```

```
    while True:
```

```
        res = revisardb()
```

```
        global status
```

```
        connection = MySQLdb.connect (host = "localhost", user = "root", passwd  
= "11121980", db = "proyecto")
```

```
        cursor = connection.cursor ()
```

```
        if (res == 1):
```

```
            status = 1
```

```
        gpio.output(24,gpio.HIGH)

        dato1 = "jose"
        number = "1"
        cursor.execute ("UPDATE data SET EME = %s WHERE SITIO =
%s", (number,dato1))
        print "encendi emergencia Semaforo 1"

elif (res == 2):
        gpio.output(23,gpio.HIGH)
        status = 2

        dato1 = "juan"
        number = "1"
        cursor.execute ("UPDATE data SET EME = %s WHERE SITIO =
%s", (number,dato1))

        print "encendi emergencia Semaforo 2"

elif (res == 3):
        gpio.output(24,gpio.LOW)
        status = 0

        dato1 = "jose"
        number = "0"
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET EME = %s WHERE SITIO = %s", (number,dato1))
```

```
print "apague emergencia Semaforo 1"
```

```
elif (res == 4):
```

```
status = 3
```

```
gpio.output(23,gpio.LOW)
```

```
dato1 = "juan"
```

```
number = "0"
```

```
cursor.execute ("UPDATE data SET EME = %s WHERE SITIO = %s", (number,dato1))
```

```
print "apague emergencia Semaforo 2"
```

```
connection.commit()
```

```
cursor.close ()
```

```
connection.close ()
```

```
time.sleep(tiempo)
```

```
def main():
```

```
try:
```

```
while True:
```

```
global status
thread.start_new_thread(checkstatus, (1,))

if (status == 1):
    emergencia1(5)

elif (status == 2):
    emergencia2(5)

elif (status == 3):
    reposicion(10,10,5)
    status = 0

else:
    semaforo(10,10,5)

except KeyboardInterrupt:
    gpio.cleanup()

""" Corriendo la funcion principal """

if __name__ == '__main__':
```

```
main()
```

## Front End

```
#Servidor Node.JS
```

```
#Nombre del Archivo: server.js
```

```
var http = require('http');
```

```
var url = require('url');
```

```
var fs = require('fs');
```

```
var server;
```

```
var mysql = require('mysql');
```

```
var connection = mysql.createConnection({
```

```
  host    : 'localhost',
```

```
  user    : 'root',
```

```
  password : '11121980',
```

```
  database : 'proyecto',
```

```
});
```

```
server = http.createServer(function(req, res){
```

```
  // your normal server code
```

```
  var path = url.parse(req.url).pathname;
```

```
  switch (path){
```

```
    case '/':
```

```
      fs.readFile('/var/www/node/index.html', function(err, data){
```

```
    if (err){
        return send404(res);
    }
    res.writeHead(200, {'Content-Type': path == 'json.js' ? 'text/javascript' :
'text/html'});
    res.write(data, 'utf8');
    res.end();
});
break;
```

```
case '/socket.html':
```

```
    fs.readFile(__dirname + path, function(err, data){
        if (err){
            return send404(res);
        }
        res.writeHead(200, {'Content-Type': path == 'json.js' ? 'text/javascript' :
'text/html'});
        res.write(data, 'utf8');
        res.end();
    });
    break;
```

```
case '/estado':
```

```
    fs.readFile('/var/www/node/socket.html', function (err, data){
        if (err){
            return send404(res);
        }
    });
}
```

```
    }  
    res.writeHead(200, {'Content-Type': path == 'json.js' ? 'text/javascript' :  
'text/html'});  
    res.write(data, 'utf8');  
    res.end();  
  });  
  break;  
  
  case '/map':  
    fs.readFile('/var/www/node/mapa.html', function (err, data){  
      if (err){  
        return send404(res);  
      }  
      res.writeHead(200, {'Content-Type': path == 'json.js' ? 'text/javascript' :  
'text/html'});  
      res.write(data, 'utf8');  
      res.end();  
    });  
    break;  
  
  case '/mapa':  
    fs.readFile('/var/www/node/mapa-lite.html', function (err, data){  
      if (err){  
        return send404(res);  
      }  
    }  
  }  
}
```

```
        res.writeHead(200, {'Content-Type': path == 'json.js' ? 'text/javascript' :
'text/html'});

        res.write(data, 'utf8');

        res.end();

    });

    break;

    case '/direccion':

    fs.readFile('/var/www/node/direccion.html', function (err, data){

        if (err){

            return send404(res);

        }

        res.writeHead(200, {'Content-Type': path == 'json.js' ? 'text/javascript' :
'text/html'});

        res.write(data, 'utf8');

        res.end();

    });

    break;

    default: send404(res);

}

}),

send404 = function(res){

    res.writeHead(404);

    res.write('ERROR 404');

    res.end();

}
```

```
};  
  
server.listen(8001);  
  
// use socket.io  
var io = require('socket.io').listen(server);  
  
//turn off debug  
io.set('log level', 1);  
  
// coneccion del socket entre cliente / servidor  
io.sockets.on('connection', function(socket){  
  
    //Le envia la data del status de los semaforos (Leyendo Base de datos)  
    setInterval(function(){  
        connection.query('SELECT VERDE, AMARILLO, ROJO FROM data', function(err,  
rows, fields) {  
            if (err) throw err;  
  
            socket.emit('date1', {'date1': rows[0].VERDE});  
            socket.emit('date2', {'date2': rows[0].AMARILLO});  
            socket.emit('date3', {'date3': rows[0].ROJO});  
            socket.emit('date4', {'date4': rows[1].VERDE});  
            socket.emit('date5', {'date5': rows[1].AMARILLO});  
            socket.emit('date6', {'date6': rows[1].ROJO});  
        });  
    });  
});
```

```
}, 1000);  
  
//recieve client data  
socket.on('client_data', function(data){  
    process.stdout.write(data.letter);  
});  
  
socket.on('coords:me', function (data) {  
    // broadcast your coordinates to everyone except you  
    socket.broadcast.emit('coords:user', data);  
    console.log(data);  
});  
  
var jose = "Ola ke hace";  
socket.emit('enviajose',{ 'enviajose' : jose});  
});
```

#Sistema de cara al cliente, controlador de mapa y status de semáforos.  
#Nombre del Archivo: direccion.html

```
<!DOCTYPE html>

<html>

  <head>

    <meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no">

    <meta charset="utf-8">

    <title>Servicio de mapas y ubicacion de semaforos</title>

    <script type="text/javascript"
src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=true&language=es"></script>

    <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.7.2/jquery.js"></script>

    <script src="/socket.io/socket.io.js"></script>

  <style type="text/css">

    html, body {

      height: 100%;

      margin: 0;

      padding: 0;

    }

    #map-canvas, #map_canvas {

      margin-right: 400px;

      height: 100%;

    }

  </style>

</head>

<body>

  <div id="map-canvas">

    <img alt="Mapa de Google Maps" data-bbox="171 135 754 168" />

  </div>

</body>

</html>
```

```
@media print {  
  html, body {  
    height: auto;  
  }  
  
  #map-canvas, #map_canvas {  
    height: 650px;  
  }  
}
```

```
#panel {  
  padding: 15px;  
  position: absolute;  
  top: 5px;  
  left: 50%;  
  margin-left: -180px;  
  z-index: 5;  
  background-color: #fff;  
  padding: 5px;  
  border: 1px solid #999;  
}
```

```
#control {  
  background: #fff;
```

```
padding: 5px;
font-size: 14px;
font-family: Arial;
border: 1px solid #ccc;
box-shadow: 0 2px 2px rgba(33, 33, 33, 0.4);
display: none;
}
#directions-panel {
    float: none;
    width: auto;
}
#directions-panel {
    height: 100%;
    float: right;
    width: 390px;
    overflow: auto;
}
</style>
```

```
<script>
//SOCKET.IO FUNCTION
var socket = io.connect();
socket.on('date1', function(data){

document.getElementById("color1").src='http://10.0.0.10/proyecto/img/verde'+data.date1+'.png';
```

```
    $('#date1').text(data.date1);  
});  
  
socket.on('date2', function(data){  
  
document.getElementById("color2").src='http://10.0.0.10/proyecto/img/amarillo'+data.date2+'.png';  
  
    $('#date2').text(data.date2);  
});  
  
socket.on('date3', function(data){  
  
document.getElementById("color3").src='http://10.0.0.10/proyecto/img/rojo'+data.date3+'.png';  
  
    $('#date3').text(data.date3);  
});  
  
socket.on('date4', function(data){  
  
document.getElementById("color4").src='http://10.0.0.10/proyecto/img/verde'+data.date4+'.png';  
  
    $('#date4').text(data.date4);  
});  
  
socket.on('date5', function(data){  
  
document.getElementById("color5").src='http://10.0.0.10/proyecto/img/amarillo'+data.date5+'.png';  
  
    $('#date5').text(data.date5);  
});  
  
socket.on('date6', function(data){
```

```
document.getElementById("color6").src='http://10.0.0.10/proyecto/img/rojo'+data.date6+'.png';
```

```
    $('#date6').text(data.date6);
```

```
});
```

```
//MAP FUNCTION
```

```
var directionsDisplay;
```

```
var directionsService = new google.maps.DirectionsService();
```

```
var map;
```

```
var micoords;
```

```
var iconBase = 'http://www.picoteo.com.do/ruta/iconsem.png';
```

```
var iconcar = 'http://www.picoteo.com.do/ruta/ambulancia.png';
```

```
if(navigator.geolocation){
```

```
    navigator.geolocation.getCurrentPosition(success);
```

```
}else{
```

```
    error('Geo Localizacion No soportada');
```

```
}
```

```
//escuchar la posición de los demás usuarios conectados
```

```
socket.on('coords:user', onReceiveData);
```

```
function onReceiveData(data){
```

```
//colocando marcador de la posicion de otros usuarios
var coorduser = data.latlng;
var newcoords = new google.maps.LatLng(coorduser.nb, coorduser.ob);
marker_users = new google.maps.Marker({
    map:map,
    position: newcoords,
    zIndex: 1,
});
}
```

```
function success(position){
    var milat = position.coords.latitude;
    var milong = position.coords.longitude;
    micoords = new google.maps.LatLng(milat, milong);

    //emitiendo la coordenada del visitante base al server node
    setInterval(function(){
        socket.emit('coords:me', {latlng: micoords});
    }, 5000);
```

```
//colocando marcador de la posicion del visitante base en el mapa
marker_micoord = new google.maps.Marker({
    map:map,
    position: micoords,
```

```
        animation: google.maps.Animation.DROP,
        title: 'Mi Ubicacion',
        icon: iconcar,
        zIndex: 1,
        html: '<p>Mi Ubicacion</p>'
    });
}

function initialize() {
    directionsDisplay = new google.maps.DirectionsRenderer();
    var SantoDomingo = new google.maps.LatLng(18.501295, -69.979858);
    var mapOptions = {
        zoom:12,
        mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP,
        center: SantoDomingo
    }
    map = new google.maps.Map(document.getElementById('map-canvas'),
mapOptions);
    directionsDisplay.setMap(map);
    directionsDisplay.setPanel(document.getElementById('directions-panel'));

    setMarkers(map, semaforos);

    infowindow = new google.maps.InfoWindow({
```

```

        content: "Cargando..."

    });
}

var htmlSem1 =

    ['<div>El valor del semaforo 1 es: <span id="date1"></span><img
id="color1"></div>',

    '<div>El valor del semaforo 1 es: <span id="date2"></span><img
id="color2"></div>',

    '<div>El valor del semaforo 1 es: <span id="date3"></span><img
id="color3"></div>',

    '<br/>',

    '<div>El valor del semaforo 2 es: <span id="date4"></span><img
id="color4"></div>',

    '<div>El valor del semaforo 2 es: <span id="date5"></span><img
id="color5"></div>',

    '<div>El valor del semaforo 2 es: <span id="date6"></span><img
id="color6"></div>'

    ].join('\n');

var semaforos = [

    ['Semaforo 1: Av Mexico esq Maximo Gomez, Santo Domingo', 18.472931,-
69.912621, 1, htmlSem1],

    ['Semaforo 2: Pedro Henriquez Urena, Santo Domingo', 18.471899,-69.912363, 2,
'<p>Pedro Henriquez Urena, Santo Domingo</p>'],

```

```
['Semaforo 3: 27 de febrero esq Maximo Gomez, Santo Domingo', 18.476233,-  
69.913458, 3, '<p>27 de febrero esq Maximo Gomez, Santo Domingo</p>']
```

```
];
```

```
function setMarkers(map, markers) {
```

```
  for (var i = 0; i < markers.length; i++) {
```

```
    var semaforos = markers[i];
```

```
    var siteLatLng = new google.maps.LatLng(semaforos[1], semaforos[2]);
```

```
    var marker = new google.maps.Marker({
```

```
      position: siteLatLng,
```

```
      map: map,
```

```
      icon: iconBase,
```

```
      title: semaforos[0],
```

```
      zIndex: semaforos[3],
```

```
      html: semaforos[4]
```

```
    });
```

```
    google.maps.event.addListener(marker, "click", function () {
```

```
      infowindow.setContent(this.html);
```

```
      infowindow.open(map, this);
```

```
    });
```

```
  }
```

```
}
```

```
function calcRoute() {
```

```
var constante = new google.maps.LatLng(18.474066,-69.88803);

//var start = document.getElementById('start').value + ",Santo Domingo, República Dominicana";

var end = document.getElementById('end').value + ",Santo Domingo, República Dominicana";

var request = {
    origin:micoords,
    //origin:start,
    destination:end,
    travelMode: google.maps.DirectionsTravelMode.DRIVING
};
directionsService.route(request, function(response, status) {
    if (status == google.maps.DirectionsStatus.OK) {
        directionsDisplay.setDirections(response);
    }
});
}

google.maps.event.addDomListener(window, 'load', initialize);

</script>

</head>

<body>
```

```
<div id="panel">
  <b>Destino:</b>
  <input type="text" id="end" placeholder="Calle, esquina" onExit="calcRoute();">
  <input type="button" class="ejecutar" value="Buscar" >
</div>

<div id="directions-panel"></div>
<div id="map-canvas"></div>
<script type="text/javascript">
  jQuery('.ejecutar').click(function(e) {
    calcRoute();
  });
</script> </body> </html>
```

## ANEXO IV

Formato de encuesta suministrada a usuarios de servicios  
de emergencia terrestre vía Redes sociales

# Encuesta sobre servicio de emergencia terrestre

En Santo Domingo, República Dominicana

---

Esta encuesta persigue obtener información real de los diferentes servicios de emergencias terrestres (Ambulancia, Bomberos y Policía) que nos permita encontrar la realidad de estos. Dicha encuesta será utilizada para el trabajo de grado de "Sistema de control y automatización de semáforos para el servicio de emergencia terrestre en la zona central de Santo Domingo"

Nombre (Opcional):

Edad

Sexo:

---

---

---

---

## 1. Ha utilizado o estado presente en algún caso de emergencia terrestre?

- SI (He utilizado)       SI (He estado presente)       No

---

## 2. Tipo de vehículo de emergencia solicitado

- Policía nacional       Ambulancia       Bomberos

---

## 3. Que te ha parecido el tiempo transcurrido del vehículo desde el llamado hasta su llegada.

- Menor que 10 minutos       De 11 a 30 minutos       Mayor que 30 minutos

4. Si crees que ha tenido retraso en su llegada marca la razón que creas:

---

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Retraso en respuesta de llamado           | <input type="checkbox"/> Semáforos no dan preferencia                  | <input type="checkbox"/> Vías congestionadas o Alto Tráfico. | <input type="checkbox"/> Transporte público obstruye el tránsito |
| <input type="checkbox"/> Oficiales de tránsito dirigiendo las vías | <input type="checkbox"/> Semáforos inservibles o sin energía eléctrica | <input type="checkbox"/> Chofer pasivo                       | <input type="checkbox"/> Otros                                   |

5. En general como ha sido el servicio brindado por el servicio de emergencia?

---

- |                                    |                                    |                                |                                     |
|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Excelente | <input type="checkbox"/> Muy Bueno | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Deficiente |
|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|

Gracias por tomar este momento en completar nuestra encuesta.

Total encuestados		<b>1310</b>
Total de encuestados que han utilizado o presenciado		<b>1284</b>

1. Ha utilizado o estado presente en algún caso de emergencia terrestre?

Si (He utilizado)	236	18%
Si (He estado presente)	1048	80%
No	26	2%
	<u>1310</u>	<u>100%</u>

2. Tipo de vehículo de emergencia solicitado

Policía Nacional	321	25%
Ambulancia	552	43%
Bomberos	411	32%
	<u>1284</u>	<u>100%</u>

3. Que te ha parecido el tiempo transcurrido del vehículo desde el llamado hasta su llegada.

Menor que 10 minutos	193	15%
de 11 a 30 Minutos	796	62%
Mayor que 30 minutos	295	23%
	<u>1284</u>	<u>100%</u>

4. Si crees que ha tenido retraso en su llegada marca la razón que creas:

Retraso en respuesta de llamado	77	6%
Semáforos no dan preferencia	372	29%
Vías congestionadas o Alto Tráfico.	462	36%
Transporte público obstruye el tránsito	90	7%
Oficiales de tránsito dirigiendo las vías	167	13%
Semáforos inservibles o sin energía eléctrica	51	4%
Chofer pasivo	39	3%
Otros	26	2%
	<u>1284</u>	<u>100%</u>

5. En general como ha sido el servicio brindado por el servicio de emergencia?

Excelente	103	8%
Muy Bueno	308	24%
Bueno	539	42%
Deficiente	334	26%
	<u>1284</u>	<u>100%</u>

ANEXO V  
Entrevistas realizadas

## Entrevista al Doctor Pablo Smester (Emergenciólogo), Jefe de emergencia de Plaza de la Salud

1 - ¿Cuál es el objetivo principal de su servicio?

PS - Sabemos que cada minuto cuenta, por eso aseguramos la atención inmediata y que todo el que llegue a emergencia salga con vida. Dar servicio las 24 horas de manera higiénica, cómoda y que el paciente reciba todo lo que necesita.

2 – Según tu experiencia recibiendo emergencias ¿Cuál es el tiempo de respuesta promedio de una ambulancia desde el tiempo de traslado hasta la entrega a emergencia?

PS – Generalmente toman de 15 a 20 minutos, desde que recogen al paciente hasta que lo traen, nosotros monitoreamos el tiempo desde que nos alertan de su venida ya que tenemos que procurar que dichos pacientes tengan lugar para ser atendidos. En fin, desde que son recogidos y confirman que vienen para el recinto, toman alrededor de 15 a 20 minutos, a veces más. El promedio según el manual es que debe ser 7 a 10 minutos.

3 - En los casos de no cumplirse los tiempos, ¿Cuál entiende usted que es la problemática que causa el retraso?

PS – Bueno, yo pienso que lo peor que puede pasar una ambulancia en la calle es toparse con el mal tránsito que hay, los choferes de carros y guaguas públicas que no respetan las vías y la preferencia de los semáforos que casi nunca están verdes cuando una ambulancia quiere pasar.

4 - ¿Cómo determina que ruta debe tomar para trasladarte de un lugar a otro para cumplir el tiempo establecido?

PS – Según tengo entendido se va tomando la ruta al momento que van viendo cual calle esta menos congestionada, es decir, la van haciendo en el camino. Es

común tener que tomar la vía contraria para evitar entaponamientos o cometer imprudencias mayores ya que tenemos que atender el llamado a un corto tiempo y no tenemos opción.

5 - ¿Qué soluciones puede aportar usted para mitigar la problemática del traslado al momento de atender emergencias terrestres?

PS – Solución hay muchas, pero posiblemente difíciles de ejecutar, hay que madurar el sistema de tránsito terrestre del país, tratar de hacer que los choferes respeten cuando el vehículo (ambulancia) va en emergencia, muchos quieren aprovechar eso para tratar de salir de los tapones y lo que hacen es empeorar más la situación, también que el gobierno se ponga las pilas y modernice las vías, En estados unidos existe un carril que solo es para vehículos de emergencia o policías por ejemplo.

## Entrevista al Cabo Andrés Pineda, chofer de vehículo de emergencia de Cuerpo de Bomberos.

1 - ¿Cuál es el objetivo principal de su servicio?

AP - atender emergencias de fuegos o de peligro de vidas, dependiendo si requieren nuestro servicio. Tenemos servicios de rescate no solo de incendios.

2 - ¿Cuál es el tiempo de respuesta promedio que se deben atender las emergencias y según su experiencia en que tiempo se atienden actualmente?

AP - generalmente llegamos rápido, depende si tenemos que cruzar avenidas, según el jefe debemos llegar de 5 a 8 minutos... De vez en cuando nos tomamos más... Como 20 minutos.

3 - En los casos de no cumplirse los tiempos, ¿Cuál entiende usted que es la problemática que causa el retraso?

AP – Yo diría que el mayor bloqueo al manejar por las calles principales de santo domingo son los cruces o intercepciones de calles principales ya que los vehículos mayormente no respetan los semáforos en horas picos y se meten en el medio de las vías y al no poder cruzar forman nudos.

4 - ¿Cómo determina que ruta debe tomar para trasladarte de un lugar a otro para cumplir el tiempo establecido?

AP - Los camiones son grandes y no podemos coger calles pequeñas. Por eso hay que ir por calles que mayormente están entaponadas y vamos con la sirena prendida y diciéndole a todos que nos den paso. Tenemos nuestras rutas que siempre cogemos porque son mejores en ciertas horas.

5 - ¿Qué soluciones puede aportar usted para mitigar la problemática del traslado al momento de atender emergencias terrestres?

AP – Bueno, que la gente respete un poco más las señales y cuando vea un camino se pare a la derecha y nos deje pasar. No estaría mal que pusieran Amet siempre en las calles amplias porque ellos desde que nos ven le dan paso a los carros.

Entrevista a Máximo Polanco, Chofer de ambulancia MOVIMED.

**1 - ¿Cuál es el objetivo principal de su servicio?**

MP - Lo más importante para nosotros es mantener la vida e integridad de las personas en caso de emergencia. Cuando me refiero a emergencia quiero decir a toda situación de salud que pone en riesgo la vida del paciente o la integridad de un órgano función y que requiere atención médica inmediata. Para nosotros es importante la salud de la persona.

**2 - ¿Cuál es el tiempo de respuesta promedio que se deben atender las emergencias y según su experiencia en que tiempo se atienden actualmente?**

MP - las emergencias según el protocolo deberían atenderse en un tiempo menor de 10 minutos, lamentablemente por diferentes razones son atendidas en promedio entre 20 a 30 minutos luego de recibido el llamado y dada la orden de partida.

**3 - En los casos de no cumplirse los tiempos, ¿Cuál entiende usted que es la problemática que causa el retraso?**

MP - Hay diferentes causas, la mayoría están ligadas a los problemas de tráfico de nuestro país, por ejemplo si el llamado se lleva a cabo en hora pico, los tapones serian el primer inconveniente, los choferes no dan paso al oír la sirena encendida y al encontrarnos los semáforos en rojo sobre todo en las vías que son más transitadas.

**4 - ¿Cómo determina que ruta debe tomar para trasladarte de un lugar a otro para cumplir el tiempo establecido?**

MP - cada chofer según su experiencia y por el horario que se recibe la llamada decide cual sería la vía que uno se imagina que tiene menos tapones.

**5 - ¿Qué soluciones puede aportar usted para mitigar la problemática del traslado al momento de atender emergencias terrestres?**

MP - concientizar a los choferes sobre qué acción deben tomar al escuchar nuestra sirena, contar con más Amet que cedan el paso de los vehículos.

Entrevista al Primer Teniente Julio Moquete, encargado de patrulla de unidad de prevención, PN.

**1 - ¿Cuál es el objetivo principal de su servicio?**

JM - proteger la seguridad de los ciudadanos, mantener el orden público, sacar de circulación a delincuentes.

**2 - ¿Cuál es el tiempo de respuesta promedio que se deben atender las emergencias y según su experiencia en que tiempo se atienden actualmente?**

JM – Nosotros tenemos un tiempo estimado de respuesta de 7 a 8 minutos, a veces se complica cuando el tránsito está pesado, pero en general es así. Tú sabes que los servicios policiales mayormente se encuentran patrullando en las calles y avenidas de la ciudad. Por eso podemos llegar a tiempo. Cuando andamos en camioneta o guagua a veces se nos complica.

**3 - En los casos de no cumplirse los tiempos, ¿Cuál entiende usted que es la problemática que causa el retraso?**

JM - el problema pasa cuando no andamos en motor, si vamos en camión o camioneta el tránsito nos retrasa y los tapones que se arman en las calles grandes como por ejemplo la Churchill o la 27 que conecta a casi todos los lados. Cuando les decimos a los conductores que se muevan a veces ellos no tienen forma ni donde ir porque hay tapón.

**4 - ¿Cómo determina que ruta debe tomar para trasladarte de un lugar a otro para cumplir el tiempo establecido?**

JM - ya nosotros sabemos por dónde ir que no se arman tantos tapones pero a veces la ruta se hace largas. Nosotros cortamos por calles pequeñas dependiendo si vamos en camioneta, porque cuando vamos en camión no podemos porque no cabe.

**5 - ¿Qué soluciones puede aportar usted para mitigar la problemática del traslado al momento de atender emergencias terrestres?**

JM - mandar un flanqueador con nosotros que nos abran paso, así la vía transita más rápido.