



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA CONFIGURACIÓN DE
PARÁMETROS DE TIEMPO Y MONITOREO REMOTO DE SEMAFOROS.**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de
Información

Profesor Guía

MSc, Ing. David Fernando Pozo Espín

Autor

Luis Fernando Ríos Carrillo

Año

2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

David Fernando Pozo Espín

Master en Ciencias

CI: 171734014-3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente.

Luis Fernando Ríos Carrillo

CI: 171735709-7

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y a mi hermana por ser mis guías y darme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida universitaria.

A mi novia por siempre estar a mi lado y brindarme las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis tíos Juan y Angie por toda su enseñanza y consejos para sacar adelante este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico de manera especial este proyecto a todas las personas que me han apoyado e influenciado en mi vida.

A Dios por darme las fuerzas y guiarme en el camino correcto para la culminación de este proyecto.

RESUMEN

El proyecto tiene el objetivo de crear un sistema de configuración de parámetros de tiempo y de proveer un monitoreo remoto de errores para una intersección vial, la misma que se encuentra en un área no controlada por la autoridad pertinente en la ciudad de Quito; con el fin de proporcionar un sistema de apoyo que acelere el proceso de revisión y reparación de los mismos. El módulo SIM900 servirá como dispositivo de conexión inalámbrica y en conjunto con el Arduino MEGA constituirán la parte electrónica del prototipo para poder manejar el cambio de luces, el envío de datos y la revisión de errores.

Al mismo tiempo, se crea un sistema web utilizando lenguajes como CSS, PHP y JavaScript en conjunto con una base de datos en MySQL para permitir el uso de la interfaz visual a ser utilizada por los administradores, donde se podrá observar la información relacionada a la intersección como: su ubicación en un mapa, el estado de sus luces, los tiempos y el ciclo establecido en la intersección. Este sistema también contará con una página de administración para controlar la información de los administradores, es decir, poder tener un acceso a la creación, modificación, eliminación, activación y desactivación de los mismos con las debidas medidas de seguridad.

Finalmente, se realizan pruebas con un circuito de luces, de control y de envío y recepción de datos con el objetivo de revisar posibles errores y evaluar la comunicación con el sistema web para presentar la información pertinente de manera correcta.

ABSTRACT

The project aims to create a time system parameter configuration and to provide a remote error monitoring for a road intersection, the same that is not found controlled by the relevant authority in the area of the city of Quito; in order to provide a support system to expedite the review process and repairing them. The SIM900 module will serve as a wireless device and together with the Arduino MEGA form the electronic part of the prototype to handle the changing lights, sending data and error checking.

At the same time, a web system using languages such as CSS, PHP and JavaScript along with a database in MySQL will allow the use of the visual interface to be used by administrators, where you can see related information that is created in an intersection as its location on a map, the state of its lights, and the cycle time set at the same location. This system will also have an admin page to control information managers, that is, to have access to the creation, modification, deletion, activation and deactivation of these with appropriate security measures.

Finally, tests are performed with a light circuit, a control circuit that is sending and receiving data in order to check possible errors and evaluate communication with the web system to submit relevant information correctly.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Sistemas de control de tránsito vehicular	4
1.1.1 Elementos principales	4
1.1.2 Organismo encargado del control de tránsito en Quito	6
1.2 Situación Actual	7
1.2.1 Consecuencias del Tráfico Vehicular	8
1.2.2 Problemática	9
1.2.3 Soluciones urbanas	13
1.2.4 Justificación.....	16
1.3 Sistema de Semaforización	17
1.3.1 Elementos Principales.....	17
1.3.2 Tecnología.....	20
1.3.3 Control y función	22
1.3.4 Fases y tiempos	26
1.3.5 Tiempos del semáforo.....	28
1.4 Descripción de las tecnologías GPRS.....	30
1.4.1 Descripción.....	30
1.4.2 Arquitectura.....	33
1.4.3 Interfaces.....	34
1.4.4 Servicios y aplicaciones	35
2 CAPÍTULO II. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO	37
2.1 Análisis del Prototipo	37
2.2 Selección del circuito para control.....	41
2.3 Arduino Mega	42
2.4 SIM900 GSM GPRS	44
2.5 Diseño del prototipo	45

2.5.1	Primera Etapa	45
2.5.2	Segunda etapa	55
2.5.3	Prototipo Físico	57
3	CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN	60
3.1	Software Web	60
3.1.1	PHP	60
3.1.2	Javascript	61
3.1.3	HTML	61
3.1.4	CSS	61
3.1.5	WAMP	62
3.2	Sistema de Arduino.....	63
3.2.1	Librerías	64
3.2.3	Métodos	65
3.2.4	Interrupciones.....	67
3.2.5	Entradas Analógicas	68
3.3	Página web de administración.....	68
3.3.1	Seguridad.....	70
3.3.2	Información PHP	71
3.4	Análisis Costos.....	77
3.4.1	Costos del proyecto Traffic Quito	77
3.4.2	Costos mensuales.....	79
3.4.3	Proyecto Traffic Quito.....	81
3.4.4	Costo beneficio.....	82
4	CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS	83
4.1	Pruebas funcionamiento prototipo.....	83
4.1.1	Pruebas de conexión GPRS.....	83
4.1.2	Prueba recepción de datos recibidos de la web	84
4.1.3	Prueba de la función de interrupciones en el Arduino	84
4.1.4	Prueba de los sensores Arduino	86
4.1.5	Pruebas del cambio de luces vía web y de ciclos	87

4.1.6	Prueba de envío de datos hacia la web.....	89
4.1.7	Prueba de los errores vía web.....	90
4.1.8	Prueba prototipo en funcionamiento.....	92
4.2	Pruebas sistema web	92
4.2.1	Inicio de sesión.....	93
4.2.2	Control de usuarios	95
4.2.3	Mapa de control.....	100
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1	Conclusiones	103
5.2	Recomendaciones.....	104
	REFERENCIAS.....	105
	ANEXOS	110

INTRODUCCIÓN

Un gran porcentaje de países en vías de desarrollo presentan un crecimiento poblacional. Mientras la población sigue creciendo, al mismo tiempo la cantidad vehicular aumenta y así conjuntamente la necesidad de las personas de movilizarse para llegar a un destino. Varias ciudades en el mundo han sufrido grandes cambios en su densidad vehicular y hoy en día existen serios problemas de tráfico que se han convertido en una costumbre de la sociedad actual.

Con el paso del tiempo Quito ha crecido y se ha convertido en una sede llena de arte y cultura; llena de actividad y movimiento tanto político como económico. Es por esto que, la vida de los pobladores ha generado una aceleración en la movilización de sus ciudadanos que necesitan desplazarse por diferentes medios ya sean públicos o privados; todo esto con el objetivo de llegar a un destino de la manera más rápida y efectiva.

Desafortunadamente, estos medios de transporte que generan soluciones de movilidad también generan varios inconvenientes como ruido, congestión, e inclusive emisión de gases de CO₂, que afectan no solo a la ciudad en sí, sino también a los individuos que habitan en la misma.

Toda esta información conlleva a hablar sobre el flujo vehicular, el cual depende del movimiento de varios vehículos. Cuando dicho flujo genera tráfico prolonga el tiempo de llegada de un usuario a su destino. Es por esta razón que es indispensable el uso y aplicación de dispositivos que proveen un manejo y control al tráfico para administrar el flujo en varias zonas donde exista mucho tránsito.

La Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) es el agente regulador y encargado del mantenimiento vial y control del flujo vehicular en la ciudad de Quito. En búsqueda de nuevas soluciones se ha optado por utilizar un nuevo sistema de semaforización para el Distrito de Quito denominado Optimus. EPMMOP afirma que:

“Con este nuevo sistema se inicia un proceso de integración y automatización de todos los componentes de movilidad, mediante el uso de un Sistema Inteligente

de Transporte, que se adapte de modo real a las necesidades de circulación vehicular y seguridad vial". Este sistema será explicado a mayor detalle más adelante en el proyecto (EPMMOP, 2012)

Lamentablemente, ésta tecnología es costosa y tiene un alcance situado de manera céntrica en la ciudad, dejando de lado muchos semáforos con tecnología antigua y medios antiguos para su control y reparación en zonas aledañas.

Este trabajo plantea el uso de un prototipo de monitoreo de semaforización con tecnología inalámbrica, mejorando así el flujo vehicular y brindando un soporte a los semáforos fuera del alcance de la entidad reguladora de control vehicular.

ALCANCE

Este proyecto tiene como alcance la construcción de un prototipo para la configuración de parámetros de tiempo y monitoreo remoto de semáforos, el que contará con un circuito electrónico y estará monitoreando el estado de una intersección con dos semáforos que dará acceso a su configuración.

Adicionalmente, cuando alguno de estos semáforos sufra un desperfecto eléctrico se enviará una señal de alerta a un programa realizado vía web donde se podrá ver la ubicación del aparato descompuesto en un mapa. En caso de ser un error manejable, es decir, un error en los parámetros de tiempo se dará un soporte remoto a través del aplicativo web antes mencionado, caso contrario se generará una alerta.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un prototipo electrónico vinculado a un aplicativo Web con el fin de tener un monitoreo remoto sobre las averías de los semáforos y configuración remota de parámetros de tiempo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Revisar y estudiar el funcionamiento de un semáforo común.
- Diseñar un dispositivo electrónico capaz de controlar la configuración de los tiempos de un semáforo y monitorear el estado del mismo de manera remota a través de tecnología GPRS.

- Implementar un aplicativo web donde se visualizará la ubicación del semáforo y se podrá dar soporte remoto gracias al circuito electrónico.
- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo.

1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Sistemas de control de tránsito vehicular

Con el fin de determinar los sistemas de control vehicular, es necesario conocer la diferencia entre tráfico y tránsito.

Su diferencia radica en la forma que fue traducido del inglés, donde tránsito es "Transit" que en español se podría entender como un flujo de elementos en un estado de movilización o circulación. Por otro lado, "Traffic" es el resultado de este flujo y es por esto que se definirá al tráfico o "tráfico vehicular" al desplazamiento de transporte u objetos por algún tipo de vía como consecuencia de dicha movilización de tránsito. (DefiniconAbc, n.d.)

1.1.1 Elementos principales

Se introducen varios elementos principales en el tráfico vehicular, estos son explicados brevemente a continuación: (INTT, n.d.)

- *Usuarios:*

El usuario o también llamados conductores, son uno de los ítems más importantes dentro del tránsito vehicular, debido a que son ellos los que conducen los automotores y los que deben estar pendientes tanto de las normas, precauciones y señales de tránsito debido a que la mayoría de estas los afectan de manera directa.

- *Peatones:*

El peatón se puede considerar como la población en general que utiliza la vía pública para movilizarse. El peatón también es parte de los elementos de la circulación y por esto también entra dentro de las normas y leyes de tráfico por las que son afectados.

- *Vehículo*

El vehículo puede ser considerado un elemento pasivo al no tener dentro del mismo un conductor. Sin embargo, se lo considerara como elemento activo por su aplicación sobre el tránsito vehicular.

Los vehículos son elementos con mucha diversificación de formas y tamaños. No todos son solo viales también existen aéreos y marítimos,

pero todos cumplen con el mismo objetivo que es transportar o movilizar personas o cosas.

- Ciclistas

Los ciclistas se han involucrado y forman parte del tránsito vehicular teniendo así sus propias señales específicas, marcas viales e inclusive sus propias vías como parte del tráfico.

- Oficiales de tránsito

Los oficiales de tránsito buscan orden y el buen uso del espacio público, dando órdenes para que se cumplan las normas establecidas y soporte vial cuando se necesita, apoyando además a la gestión y control de la movilidad.

En el caso de Quito los agentes metropolitanos están encargados de estas funciones y son una parte vital dentro de los elementos del tránsito vehicular.

- Sistema vial

El sistema vial es una red de vías donde se encuentran todos los elementos tanto pasivos como activos y que tienen como objetivo facilitar la circulación y guiar el tránsito vehicular, peatonal, entre otros.

El sistema vial diseñado de una manera correcta provee un soporte al tránsito vehicular.

- Dispositivos de control vial

Los dispositivos de control y la señalética son utilizados para dar una guía de dirección, alerta o prohibición dentro del sistema vial además de reducir riesgos en las vías.

- En las vías se pueden observar marcas, las cuales indican espacios permitidos, parqueo, cambios de carril, cambios de velocidad, direcciones permitidas, pasos peatonales y ciclo vías.
- En las aceras se encuentran las señales de tránsito o señaléticas que indican reglamentos, advertencias de peligro o información específica.

Esta señalética se divide en señalización horizontal; como los letreros viales en carreteros; vertical, utilizada en la mayor cantidad de vías y de nomenclatura predial para localizar con mayor facilidad los edificios, casas, locales, etc.

Con el paso del tiempo se han creado diversas tecnologías para el control y monitoreo, es por esto que existe un nuevo elemento vial, que es la cámara de vigilancia, cuya función es dar información en tiempo real del flujo vehicular. Además, indicará funciones de control de tráfico, monitoreo vehicular y podrá ser utilizada por organismos policiales como elemento de seguridad vial.

Por último, dentro de los dispositivos de control, el semáforo es el elemento más importante. El cual está conformado por 3 luces que representan distintas señales de tránsito específicas. Más adelante en este capítulo se hablará acerca de este dispositivo.

1.1.2 Organismo encargado del control de tránsito en Quito

La EMMOP-Q nace el 2 de mayo de 1994. Era parte del Municipio de Dirección de Obras Públicas; ésta empresa se unió con la EMSAT (Empresa Metropolitana de Servicios y Administración de Transporte) creando así en Quito el ente regulador encargado de controlar el tránsito que es la EPMMOP. (Institución EPMMOP, 2015)

La empresa municipal tiene varios objetivos y funciones, dentro de éstas las relacionadas al tema de semaforización y control son:

- Construcción de las obras públicas e infraestructura de la vialidad donde se da mantenimiento preventivo y correctivo en las vías, la rehabilitación integral de calles y avenidas y el mejoramiento de la tierra en las vías
- La seguridad vial con semaforización y señalización con nuevos planes de infraestructura y cambios en la tecnología actual para un mejor desarrollo del tránsito vehicular, el mantenimiento, calibración y servicio de consulta en caso de un derribo. Existe también una planificación y ejecución de proyectos especiales de la vialidad para unir sectores de la población y facilitar el tránsito hacia los valles y el nuevo aeropuerto.

- La señalación colocada por la EPMMOP incluye trabajos viales y nomenclatura predial.
- La creación de medios digitales web para permitir a los usuarios tener una mayor información en línea.

1.2 Situación Actual

El origen del tráfico vehicular se puede establecer debido a varios factores que afectan la movilidad de uno o varios vehículos. El primer factor es el espacio o densidad demográfica de la ciudad por la cual transitan los vehículos, es decir la cantidad de habitantes por metro cuadrado. Cabe recalcar que la densidad va a cambiar drásticamente de un ambiente rural a un ambiente urbano.

El segundo factor es la cantidad de vehículos que transitan en un preciso momento, la misma que está dada por el día, la hora y el lugar. Esta cantidad de automóviles también dependen del tipo de transporte como buses, taxis y vehículos particulares. Todos estos influyen a la congestión en especial los últimos, donde:

“Una equivalencia en una unidad de vehículos de pasajeros denominada PCU (passenger car unit). Un automóvil tiene una equivalencia de 1 pcu, y los demás vehículos una equivalencia que corresponde a su influencia perturbadora sobre el flujo de tránsito, o el espacio vial que efectivamente ocupan, en comparación con la de un automóvil.” (Thomson, 2002)

Tercero, la situación meteorológica afecta directamente a las vías, por ejemplo: en países cerca del hemisferio norte tendrán problemas asociados a la nieve y al frío que éstos ocasionan, mientras que países tropicales tendrán mucha tendencia a la lluvia la cual ocasiona deslizamientos, inundaciones, y reducirá la visibilidad de los conductores.

El cuarto factor es la calidad del servicio de transporte público y la cantidad de personas que lo utilizan. Éste factor es importante en ciudades de grandes magnitudes ya que ayuda a movilizar personas de manera rápida y eficiente, evitando así el uso de vehículos particulares. Existen casos de transportes públicos como por ejemplo el subway (metro) de New York City, el cual moviliza

un promedio semanal de 5.6 millones de personas y un promedio anual de 1.751 billones de personas. (MTA, 2015).

Finalmente, se puede hablar del estado de los elementos viales, esto incluye las vías y sus elementos. Una vía en mal estado obliga a los conductores a reducir la velocidad y puede ocasionar accidentes. En el caso de que un automóvil caiga directamente en un gran bache, al igual que un semáforo mal configurado o con fallas puede no solo ocasionar accidentes si no también errores viales que conllevan fácilmente al tráfico vehicular.

A raíz de estos factores se produce de manera incontrolable la congestión que ocasiona que los vehículos tarden un mayor tiempo en llegar a su destino, pero a pesar de ser una característica incontrolable se puede intentar reducir su densidad a través de mecanismos o soluciones urbanas.

1.2.1 Consecuencias del Tráfico Vehicular

Una de las principales consecuencias del tráfico vehicular es el efecto que recae en el desarrollo económico y social de las personas al no llegar a tiempo a sus destinos, lo cual influye directamente a la cantidad de horas productivas de los sectores privados y públicos. De igual manera es un problema para negociantes y mercaderes de productos, ya que causa un déficit en la venta de su producto y de manera social afecta el tiempo de las personas detenidas en el tráfico.

Otra consecuencia del tráfico, es el efecto en la salud que tiene sobre la población. La acumulación de vehículos y su constante expulsión de gases tóxicos crean contaminantes que viajan hacia la atmósfera y así creando “esmog” definido por la Real Academia de la Lengua como “niebla mezclada con humo y partículas en suspensión, propia de las ciudades industriales” (Española, RAE, n.d.). El cual tiene efectos en la salud a largo plazo como deficiencias en los sistemas circulatorios, problemas en el consumo de oxígeno del cuerpo al realizar tareas físicas y deficiencia de atención según estados realizados por el Centro Canadiense de Salud y Seguridad Ocupacional (CCOHS). (CCOHS, n.d.)

La acumulación de estos gases que se elevan a la atmosfera, destruyen de manera constante la capa de ozono, siendo ésta la única defensa contra rayos

ultravioleta. Estos gases causarán a largo plazo problemas como el incremento en la temperatura y efectos dañinos en la piel por el contacto casi directo con los mismos. Sin embargo, estas no son las únicas consecuencias del tráfico sobre el ser humano ya que también afecta a la salud psicológica del ser humano. La acumulación de vehículos, el tiempo de demora, la desesperación, todo concluye con el aumento del estrés de una persona. La revista CNNexpansion, afirma que:

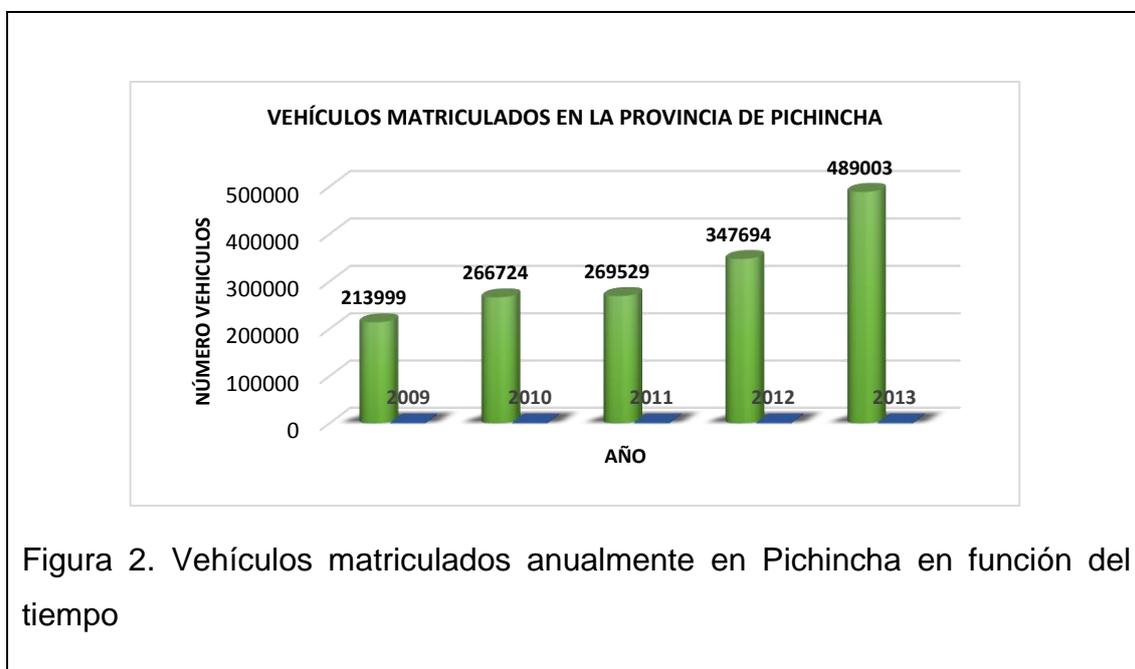
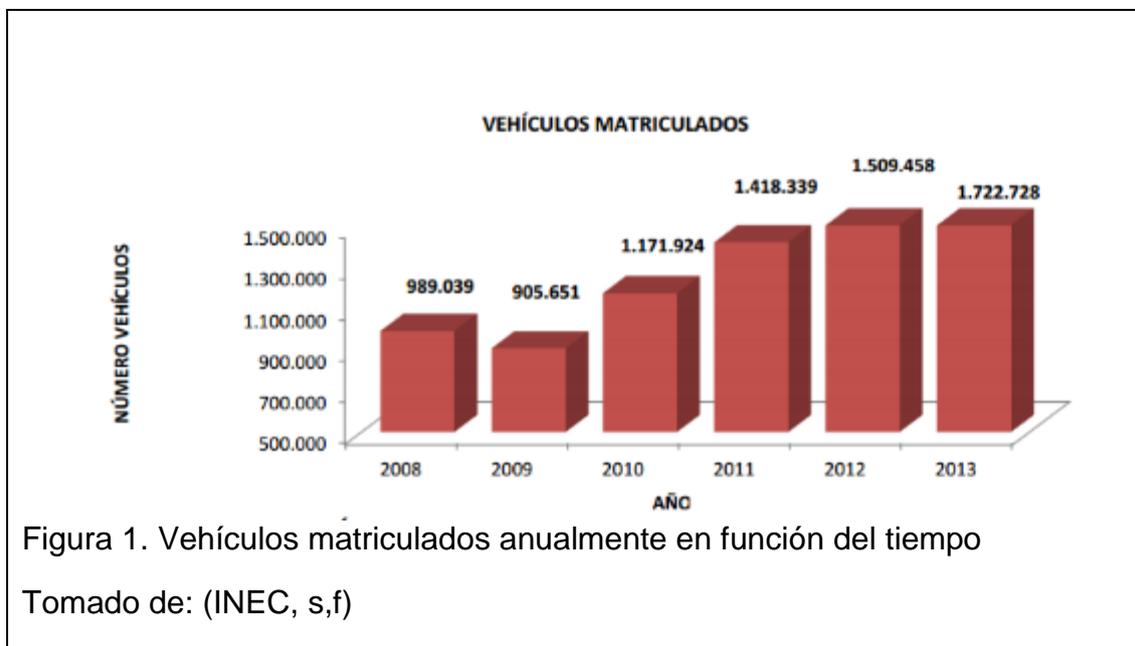
“Las reacciones que tiene una persona estresada al volante son muchas, lo primero es que se vuelve más competitiva, disminuye su percepción del riesgo y, con el afán de llegar a tiempo, olvida los estímulos del entorno como señalamientos y peatones. También tiende a incrementar la velocidad, trasgrede las normas de tráfico y guarda menos su distancia, entre otras conductas que propician accidentes, añade el especialista en salud y seguridad del trabajo”. (Vargas, 2010)

Finalmente, se puede hablar del ruido como consecuencia del tráfico vehicular, tanto de la acumulación del sonido de los motores como también de sus bocinas. El incremento en el ruido es ahora considerado como un tipo de contaminación ambiental porque afecta de diversas maneras a los animales y a su delicado ecosistema. De igual forma afecta a las personas causando molestias, depravación del sueño, somnolencia durante el día, problemas de hipertensión y cardiovasculares y problemas auditivos en jóvenes de escuelas. (Auditory and non-auditory effects of noise on health, 2014)

1.2.2 Problemática

La problemática del tráfico en Quito radica con la situación geográfica. Gracias a la ubicación de la ciudad donde ésta, está rodeada de montañas, lomas y pendientes que causan barreras, las cuales dificultan la creación de nuevas vías de transporte para alivianar el tráfico. Además, según los estudios realizados por el INEC y una comparativa en función del tiempo, se puede analizar que la cantidad de vehículos desde el 2009 se ha incrementado de manera constante en la nación con un promedio anual del 17% desde el 2009 al 2013 haciendo referencia a la figura 1 y a la información en el Anexo 5. De igual manera en la provincia de Pichincha con un promedio anual del 23% en los mismos años

tomando como referencia la figura 2 de este capítulo; es decir que anualmente se incrementa de forma considerable la cantidad de vehículos y esto es directamente proporcional al efecto del tráfico en la ciudad. (INEC, 2013)



El factor geográfico y el constante aumento vehicular conllevan a que la única forma de solventar los problemas de tráfico en la ciudad sea a través de

mecanismos de control y mejoras en dispositivos viales como los semáforos, de los cuales se hablará con mayor detalle más adelante.

Es notable recalcar que:

“Quito cuenta con 854 intersecciones reguladas con semáforos. De los cuales, 430 son administradas por la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) y 400 por la Policía Nacional. Esto se dio hasta que en julio del 2012 se firmó un convenio dando al municipio autoridad única sobre el control y mantenimiento de las 854 intersecciones” (EiComercio, 2011).

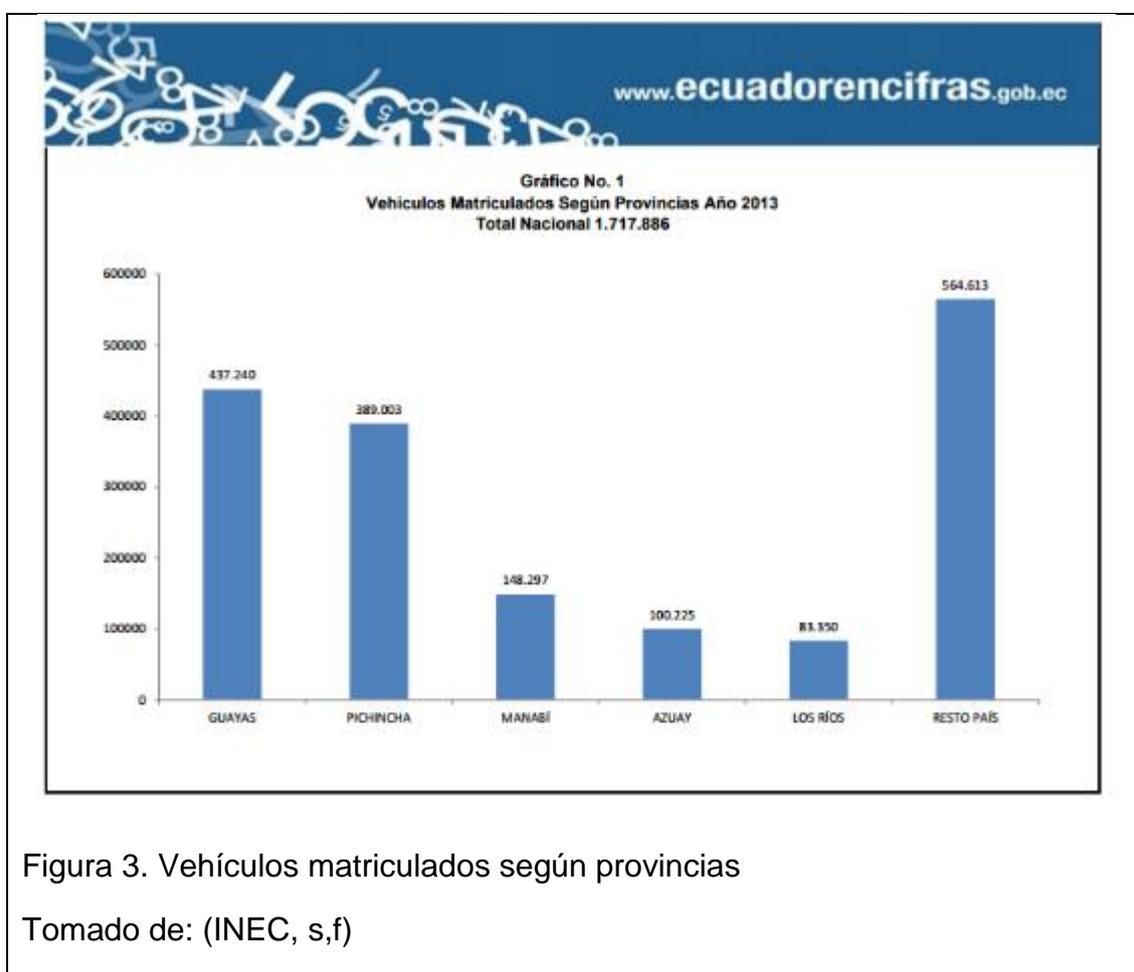
De acuerdo a la EPMMOP, algunas de las causas que ocasionan daños en los semáforos se generan debido a sobrecargas o cortocircuitos que queman las lámparas, o a los errores en las tarjetas que controlan los ciclos de cada luz. Además, los accidentes de tránsito son otra de las causas de avería, como se presenta en el anuario de estadísticas de transporte del 2013 se puede observar en la tabla 1 que hay un aproximado total de 28,000 accidentes de tránsito anuales de los cuales el 10% son causados por semáforos, o irrespeto a los mismos.

Tabla 1. Accidentes de tránsito por meses, según causa

CUADRO No. 10 ACCIDENTES DE TRÁNSITO NÚMERO DE ACCIDENTES POR MESES, SEGÚN CAUSAS													
CAUSAS DEL ACCIDENTE	TOTAL	MESES											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE
TOTAL PAÍS:	28.169	2.068	1.992	2.161	2.074	2.070	2.206	2.124	2.340	2.295	2.017	2.812	3.410
EMBRIAGUEZ O DROGA	2251	187	168	167	169	188	176	144	163	178	176	179	258
MAL REDASAMIENTO, INV. CARRIL	388	37	37	37	36	27	36	27	31	50	25	12	42
EXCESO DE VELOCIDAD	2292	217	142	148	188	144	141	139	147	164	245	309	370
IMPERF. E IMPRUD. COND.	13897	1155	1126	1013	1076	1035	1085	1048	1139	1168	1435	1316	1389
IMPRUDENCIA PEATÓN	2005	124	145	198	133	173	180	171	214	165	75	179	247
DAÑOS MECÁNICOS	373	28	31	29	36	24	34	35	48	31	15	24	40
NO RESPETAR LAS SEÑAL DE TRÁNS. PASARSE EL SEMÁFORO EN ROJO	2666	189	150	166	199	278	290	303	335	177	202	285	252
FACTORES CLIMÁTICOS	402	30	24	24	23	21	35	30	38	38	31	57	51
MAL ESTACIONADO	23	2	3	1	2	2	1	1	4	2	2	1	2
CAUSAS DESCONOCIDAS	2138	85	127	135	114	147	205	208	182	173	185	207	380
OTRAS CAUSAS	1423	23	29	225	99	30	21	18	31	151	224	233	339

Tomado de: (INEC, s,f)

Al ocurrir estos problemas o accidentes que dañan los instrumentos de control de tránsito, se incrementa la cantidad de tráfico vehicular, pero además con el análisis del incremento vehicular anterior se puede apreciar en la figura 3 donde está representado que el número de vehículos matriculados a nivel nacional del año 2013 son alrededor de 1.720.000, de los cuales solamente en Quito se concentran el 25% de los mismos (437.000 vehículos). Esto significa que la cantidad de tráfico debido al alto número de vehículos será aún mayor. Por lo que se puede concluir que la capital tiene una gran cantidad de vehículos en comparación a otras ciudades y por ende con más tráfico registrado en el país. (Dirección de Estadísticas Económicas, 2013).



La información acerca de las estadísticas de transporte se encuentra con más detalle en el Anexo 5 de este proyecto.

Pero a todo esto existe una problemática en los dispositivos de control, de las 854 intersecciones existentes, la EPPMOP ha planteado un proyecto con la empresa TELVENT ahora llamada Schneider Electric para la instalación de semáforos automatizados que se manejan de manera centralizada y se ha invertido una cantidad de 27 millones de dólares para la instalación de 510 intersecciones dejando a un lado 344 intersecciones fuera de su red y su alcance. (EPMMOP, 2014).

Estas 344 intersecciones aún ocasionan problemas viales y al no estar controladas por la EPPMOP al momento de sufrir algún tipo de percance no existen medios automatizados para saber dónde y cuándo se ha dañado el mismo; según una entrevista realizada a Wendy Pazmiño operadora de tráfico de TELVENT estas intersecciones son reportadas cuando son vistas por un agente de tránsito o por un civil a través de una denuncia telefónica o las redes sociales de Facebook y Twitter asociadas a la EPMMOP y luego proceden a ser reparadas por el área de Semaforización de la empresa (Pazmiño, 2015)

Sin embargo, a pesar de tener estos métodos de solución de problemas, no parecen ser efectivos y por ende el problema persiste.

Todos estos problemas son parte de la situación actual por la que está pasando la ciudad día a día, es por esto que se han implementado varias soluciones urbanas.

Para más información sobre las intersecciones controladas por la EPMMOP se puede hacer referencia al Anexo 7 en este proyecto.

1.2.3 Soluciones urbanas

Debido a la constante problemática del tráfico en nuestra ciudad, las entidades regulatorias y el Municipio de Quito han tomado varias medidas con el objetivo de alivianar el tráfico vehicular.

- **Pico y placa**

Esta medida inicio en mayo del 2010 y se basa en la prohibición de circulación de varios vehículos dentro de un horario establecido de 6 horas al día de acuerdo al último dígito de la placa del vehículo.

El horario es de 07h00 a 09h30 en la mañana y en la tarde y noche, desde las 16h00 a 19h30.

Los límites establecidos por esta medida son al norte por la Avenida Diego de Vázquez; al sur por la Avenida Morán Valverde; al oeste de la ciudad por la Avenida Mariscal Sucre; y al este de la ciudad con la Avenida Simón Bolívar.

El pico y placa es monitoreado por la Policía Nacional en conjunto con los agentes metropolitanos de Quito para asegurar su cumplimiento y es sancionad será sancionado con una multa económica y la retención del vehículo.

- **Transporte Público**

En el Distrito Metropolitano de Quito existen varias alternativas para que los usuarios no utilicen sus vehículos particulares, que es el transporte público como la ecovía, la metrovía, el trole y los buses colectivos todos con sus respectivas rutas y características particulares; además de taxis y el nuevo servicio público de bicicletas del municipio denominadas BICIQUITO ubicadas en 25 estaciones con un sistema de 658 bicicletas. (BICIQUITO, n.d.)

Se puede resaltar que gran parte de estos servicios públicos no son perfectos, aún ocasionan problemas de tránsito y congestión vehicular. Además, no cubren muchas rutas dentro de la ciudad como por ejemplo los buses que se movilizan dentro de la ciudad lo hacen de mayor manera de norte a sur y viceversa pero muy poco de este a oeste.

Como un dato adicional se prevé que próximamente estará listo el metro de Quito, el cual estaría a cargo de una nueva empresa EPMMDQ (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito) con el cual se espera se reduzca considerablemente el uso vehicular y sea un impacto positivo en el transporte público.

- **Pasos deprimidos**

Quito es una ciudad con dificultades al momento de realizar construcciones viales debido al tipo de topografía como se mencionó anteriormente, por lo que se encuentra en una zona de construcción con espacio reducido. A pesar de esto, para alivianar el tráfico se han construido pasos deprimidos o también llamados pasos a desnivel que son vías alternas construidas a manera de túnel que sobrepasan el nivel normal del resto de vías, éstas construcciones sin embargo no son suficientes para contrarrestar el problema del tráfico y suelen llegar a inundarse en épocas de lluvias en la ciudad.

- **Nuevas vías**

Adicional a lo anterior mencionado y debido a la construcción de un nuevo aeropuerto a las afueras de la ciudad, el municipio se ha visto obligado a construir vías con el objetivo de alivianar la congestión en la antigua vía al aeropuerto conocida como vía al Chiche; éstas nuevas vías dan mayor facilidad de acceso al nuevo aeropuerto y al mismo tiempo dan soluciones de tráfico para los quiteños.

De igual manera en los últimos años existe una nueva tendencia ambiental a utilizar menos los vehículos y aprender a movilizarse de mejor manera en una bicicleta como se habló anteriormente de BICIQUITO, es por esto que también se han desarrollado nuevas vías exclusivas para el movimiento general de las bicicletas en la ciudad. (BICIQUITO, n.d.)

- **Semáforos**

El método más común y existente desde hace varios años como un mecanismo para combatir el tráfico es el semáforo, su manejo y control

permitirá al dispositivo regular de mejor manera el tránsito gracias a la implementación de semáforos inteligentes que son monitoreados por personas de la EPMMOP. (EPMMOP, 2012)

Estas medidas han sido implementadas de manera eficiente, con nuevas tecnologías como cámaras de tránsito, contadores de vehículos y sensores. Sin embargo, cabe recalcar que existen muchos semáforos sin control por parte de la EPMMOP y esto dará paso a la continuación de este proyecto donde se presentará un prototipo como una solución a los problemas mencionados.

1.2.4 Justificación

A pesar de las diversas formas que se han integrado al país para mejorar el problema del tráfico vehicular (pico y placa, vías alternas, más agentes de tránsito, ciclo vías, etc.), siempre existirá el más simple de todos: el semáforo.

Este es un instrumento que permite regular el tránsito que normalmente se sitúa en intersecciones viales. Sin embargo, cuando uno de ellos falla puede llegar a generar muchos inconvenientes inclusive con las diversas formas ya antes mencionadas.

El Municipio de Quito es la entidad principal encargada de la semaforización, y a pesar de que si existe un control de mantenimiento constante todavía hay muchas áreas no reguladas y sin acceso. Conjuntamente, la Policía Nacional da soporte vial cuando ocurren las fallas, mas no es suficiente el tiempo de respuesta para evitar el tráfico.

Es por esto que este proyecto se generó con el fin de optimizar los tiempos de respuesta del mantenimiento de los semáforos sin regulación y sin alcance por parte de EPMMOP en la ciudad de Quito y de proveer una configuración de parámetros de tiempo de los mismos a menor costo.

La información relevante a los costos del proyecto se encuentra adjunta en el Anexo 8.

1.3 Sistema de Semaforización

La etimología de la palabra "semáforo" proviene de un origen griego: "sema", que significa señal, y foros, que significa portador, es decir, semáforo es lo que "lleva las señales" (Roulet, 2001-2015)

Es por esto que a los semáforos se los conocía como torres de señales que daban una guía o luz y que indicaban datos importantes mucho antes de ser conocidos como hoy en día. Además, se conocía como semáforos a estaciones en las costas y en los puertos para dar a conocer avisos a los navíos. Según el Diccionario de la Real Academia Española de la lengua se conocer a un semáforo como: "aparato eléctrico de señales luminosas para regular la circulación." (Española, s,f)

Hoy en día, los semáforos controlan el tráfico de vehículos y de manera general disponen de tres señales luminosas: rojo, amarillo o ámbar y verde, la luz de color rojo es una indicación para detenerse o que existe algún bloqueo en las vías, la señal verde indica que se puede continuar con el paso y la amarilla sirve como una advertencia de transición para que el conductor y peatón se pueda preparar al cambio.

Existen semáforos con funciones similares pero orientadas a diferentes situaciones como control de bicicletas, giros, en aeropuertos, etc.

La arquitectura de un semáforo está compuesta por sus elementos físicos, su tecnología, la manera en la que se los controla y las fases o tiempos de sus ciclos, éstas características se explican a continuación.

1.3.1 Elementos Principales

Los semáforos están compuestos por varios elementos que son:

- **Soportes y báculos**

Los báculos hechos de chapas de acero galvanizado, son utilizados principalmente para sujetar al semáforo en una posición donde exista una mejor visibilidad para los conductores, y más aún si son autopistas o tipos de vías donde circulan vehículos de gran tamaño.

visera y luminaria de LEDs con un total de 843 semáforos con control en Quito y el segundo más utilizado es un semáforo de policarbonato de tres módulos 1/300 rojo + 2/200 para paso de vehículos con un total de 385 semáforos en Quito. Estas medidas representan el tamaño y en el caso de 300 mm para la unidad grande de color rojo y 200 mm para las otras dos unidades como se puede apreciar en la figura 5. Estas unidades ópticas solían estar compuestas de luces incandescentes. Sin embargo, hoy en día se utiliza una serie de 61 LEDs (Light Emitting Diode) para cada una de las unidades ópticas, y además se encuentran selladas y son resistentes al agua.

- **Lente**

El lente o también llamado visor es una estructura metálica situada sobre la unidad óptica. Su principal función es refractar la luz de la lámpara hacia los vehículos y al mismo tiempo evitar la propagación de luz en direcciones no deseadas. El lente y su forma pueden ser apreciados en los planos de la figura 5.

Los visores evitan que la cantidad de luz solar interfiera en la transmisión de luz de las lámparas.

- **Regulador Semafórico**

A pesar que el regulador semafórico no se encuentra dentro del semáforo, está ubicado dentro de armarios de control que normalmente situados en las esquinas de las intersecciones, dentro de la acera pública.

Este constituye un elemento muy importante porque dentro del mismo se encuentra la tecnología que controla las fases de los semáforos, la alimentación de energía, la detección de errores y el CPU del semáforo. (EPMMOP, 2012). Esta tecnología será descrita con más detalle a continuación.

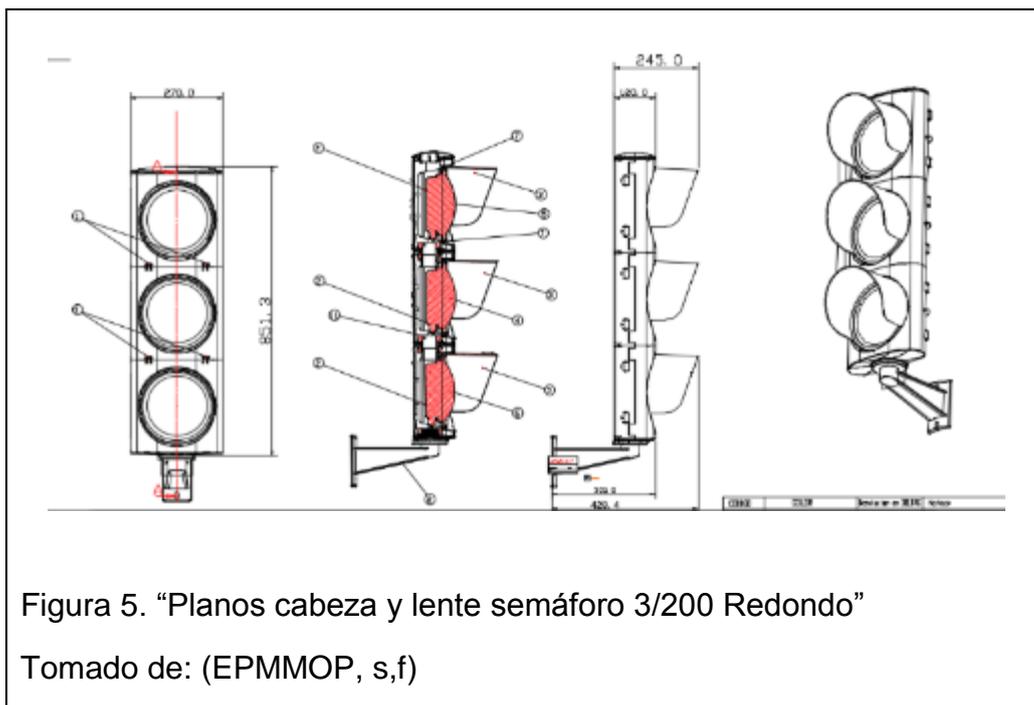


Figura 5. “Planos cabeza y lente semáforo 3/200 Redondo”

Tomado de: (EPMOP, s,f)

Para más detalle sobre los planos del semáforo se puede referir al Anexo 4 adjunto con el proyecto.

1.3.2 Tecnología

La tecnología de los semáforos está compuesta principalmente por su tipo de tecnología luminaria y el circuito regulador que controla esta luminaria.

- **Tecnología LED**

Gracias a una evolución tecnológica se han desarrollado mejoras en el tipo de tecnología emisora de luz y es por esto que hoy en día los semáforos utilizan este tipo de tecnología por varias ventajas sobre la tecnología de iluminación utilizada anteriormente.

Además de mejoras en la visibilidad, la eficiencia y la alta iluminación LED provee un mejor alcance de luz y largo ángulo visual.

Otra de las características que destacan acerca de esta tecnología es su incremento en la vida útil de los semáforos dando más de 70,000 horas de autonomía.

Finalmente, se puede decir que la tecnología produce un 90% de ahorro de energía a comparación de las luces incandescentes (Luminatti, n.d.)

Se puede destacar que en la ciudad de Quito existen 2,340 semáforos actualmente con esta tecnología entre semáforos 1/300 + 2/200, 3/200, peatonales y de dirección. (EPMMOP, 2013)

- **Regulador Semafórico**

Como se mencionó anteriormente el regulador semafórico o de tráfico es el núcleo o el corazón del semáforo, gracias a él se puede dar un control y manejo del mismo.

El regulador es un equipo electrónico cuya configuración y programación permite el control de las fases del tráfico de manera fija, coordinadas con otros equipos, independiente o centralizado mediante centrales de zona los cuales serán explicados dentro de la sección de control y función de este capítulo.

Tanto la estructura del regulador como los elementos exteriores cumplen especificaciones de la FEMP (Federación Española de Municipios y Provincias).

El regulador de tráfico multifuncional está estructurado por varias partes: (EPMMOP, 2013)

- **Fuente de Alimentación:** constituida por la unidad de alimentación del equipo formada por una fuente capaz de proveer 5Voltios, 5Amperios, así como una vigilancia de fallo de tensión en la entrada.
- **CPU:** dentro del CPU existen varios componentes para controlar la manera en la que se maneja el semáforo, a través de ítems como el microprocesador, el reloj y la memoria (RAM, EAROM, FLASH) con capacidad hasta 2mbytes; se maneja todas las configuraciones del semáforo.

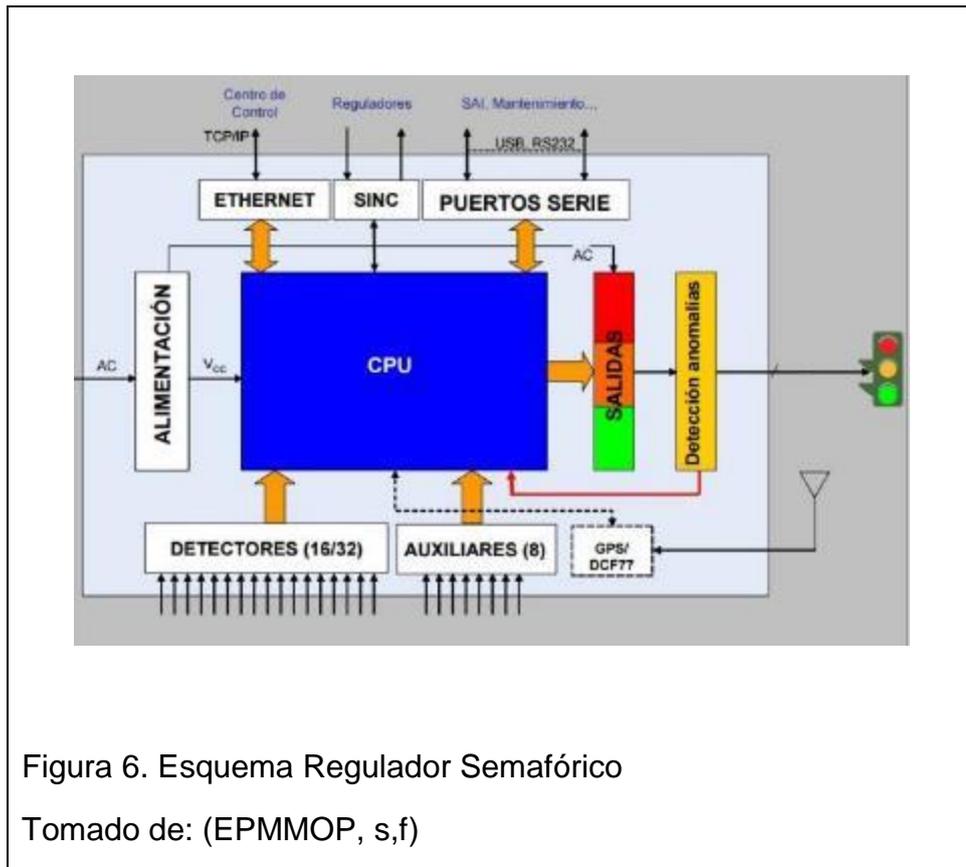
Existen dos canales RS232 programables para control local y remoto y mantenimiento del semáforo.

Un control de salida paralelo que permite control de 2 grupos semafóricos.

Adicionalmente, existe un bus de periféricos para controlar la entrada de los detectores y detectores auxiliares.

- **Modem:** permite conectar el regulador con un central de zona a través de una configuración Ethernet.
- **Módulos periféricos o detectores:** activadas mediante contactos libres de tensión, las entradas son utilizadas indistintamente para detectores, sensores o pulsadores.

Toda esta información se verá reflejada de mejor manera en la siguiente figura.



En la ciudad de Quito existen reguladores para grupos completos de 8, 10, 12, 16 y 24 semáforos siendo los de 10 los más comunes con más de 54 intersecciones disponibles. (EPMMOP, 2014)

Sin embargo, no existen reguladores para intersecciones pequeñas como 2, 4, 6 semáforos rurales para los que este proyecto estaría destinado.

1.3.3 Control y función

El control de los semáforos se divide en 3 grandes partes o sistemas: los reguladores semafóricos, los centrales de zona y la sala de control.

Una vez explicado los reguladores semafóricos se procede a entender el control que se les da a los semáforos, varios reguladores de tráfico que controlan las intersecciones están conectados a su Central de Zona, y estos a su vez están conectados a una sala de control como se presenta en la figura 7.

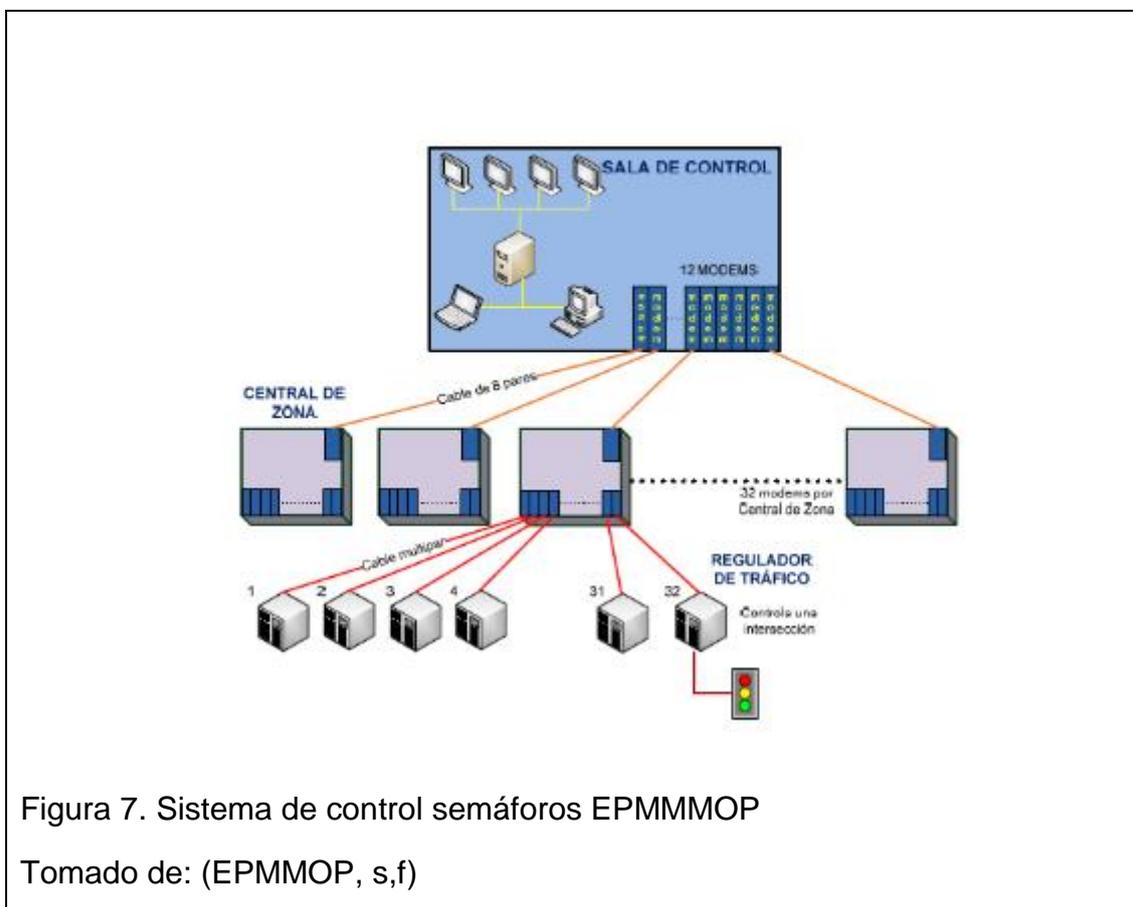


Figura 7. Sistema de control semáforos EPMMOP

Tomado de: (EPMMOP, s,f)

El central de zona permite una comunicación bidireccional entre la sala de control y los reguladores, estos se comunican con los reguladores a través del modem. Actualmente estos están conectados a 600 intersecciones. (EPMMOP, 2013).

La sala de control es el centro de operaciones de la semaforización ubicado en la EPMMOP en Av. 9 de Octubre N26-56 entre Santa María y Marieta de Veintimilla aquí se da el monitoreo y la gestión de los semáforos.

Los operadores de tránsito utilizan un sistema llamado Optimus, el cual fue creado por la empresa Schneider Electric para uso exclusivo de la EPMMOP, en la figura 8 se puede observar varios puntos donde el color verde indica poca congestión o todo funcionando de manera normal. El color azul claro indica que

existe ligera congestión; el color azul claro con una señal roja de admiración significa que existe poca congestión y algún error en los semáforos y el color rojo indica una alta congestión y/o una avería total del semáforo.

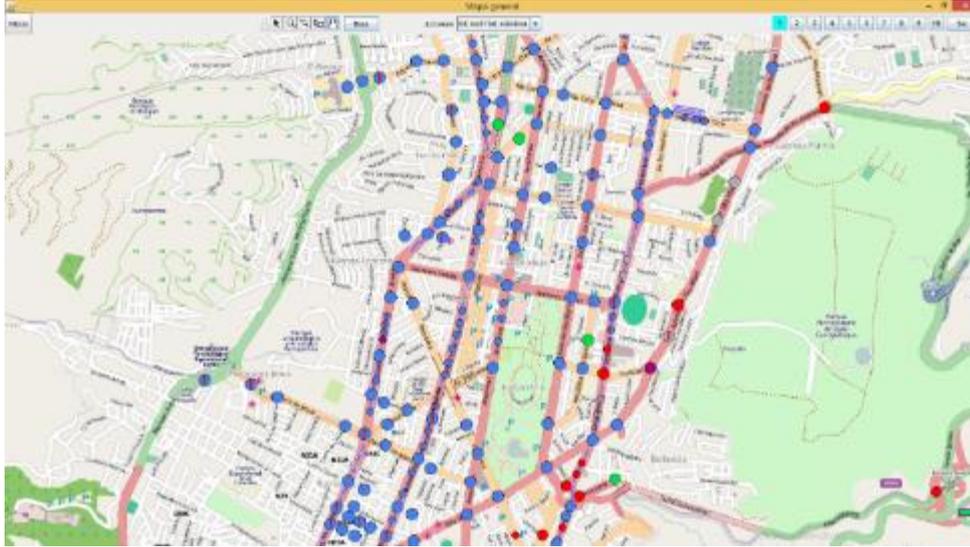


Figura 8. Sistema Optimus actual

Tomado de: (EPMMOP, s,f)

Una vez dentro del sistema se puede dar clic a cualquiera de las intersecciones para presentar información como:

- El estado de los semáforos como se aprecia en la figura 9, el cual presenta como se encuentran los semáforos; (en la figura presentada se aprecia los semáforos sin colores, esto es debido a que la intersección sufrió un apagón en ese momento)
- El diagrama de flujo que se ve reflejado en la figura 10 donde se observan las fases y los tiempos de cada intersección
- El diagrama de tránsito en el que fue construida la intersección como se muestra en la figura 11.

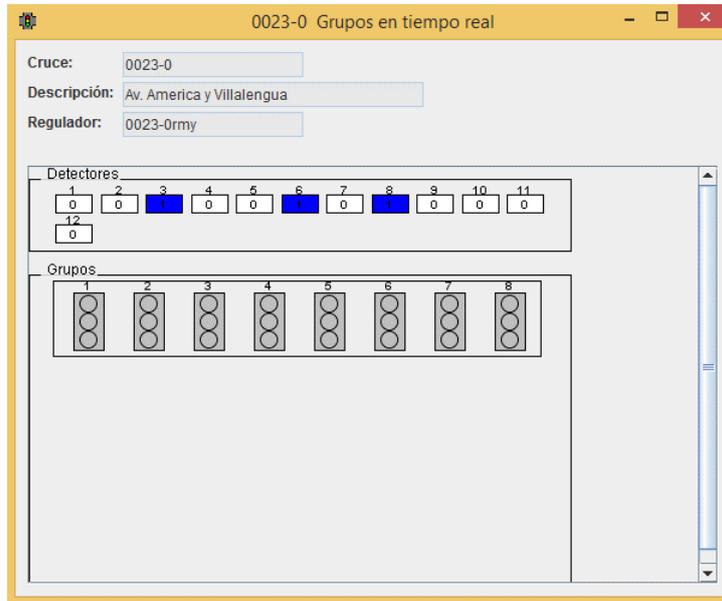


Figura 9. Semáforos en Tiempo Real

Tomado de: (EPMMOP, s,f)

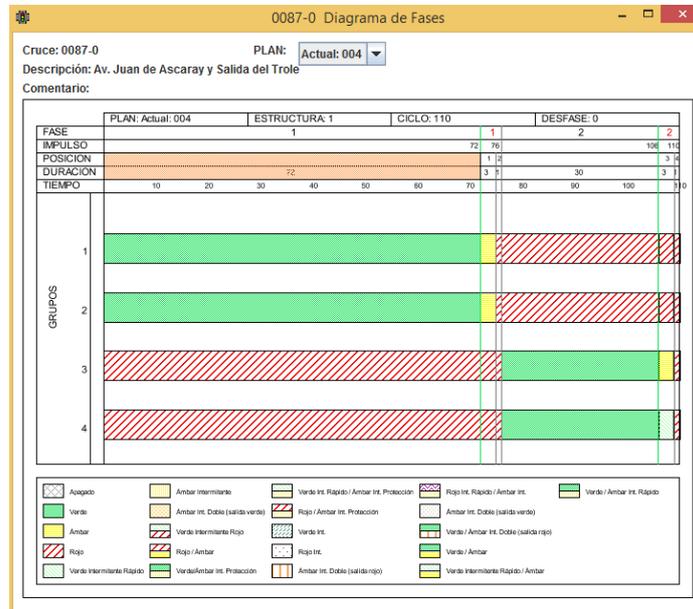


Figura 10. Diagrama de Fases

Tomado de: (EPMMOP, s,f)

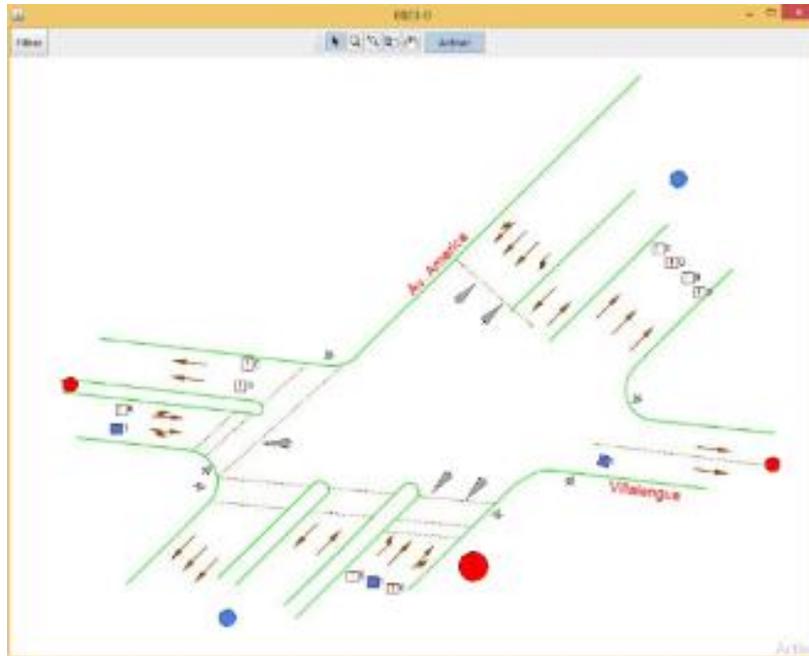


Figura 11. Diagrama de Tránsito

Tomado de: (EPMMOP, s,f)

Esta es la manera digital en que los operadores de tránsito pueden observar el estado de los semáforos de la ciudad, conjuntamente utilizan las cámaras instaladas y el apoyo de los agentes de tránsito para detectar anomalías que no se muestran en el sistema digital como una desconexión debido a un accidente de tránsito o un apagón de luz que no permita continuar con la ejecución del sistema Optimus. (EPMMOP, 2014)

Gracias a este sistema existe un mejor control de los semáforos en la ciudad, sin embargo, aún está la problemática de que existen muchas intersecciones antiguas y fuera del alcance del mismo, inclusive dentro del mismo DMQ.

1.3.4 Fases y tiempos

Para tener un mejor entendimiento del tema se explicará brevemente varios términos utilizados por la Ingeniería Vial de los semáforos.

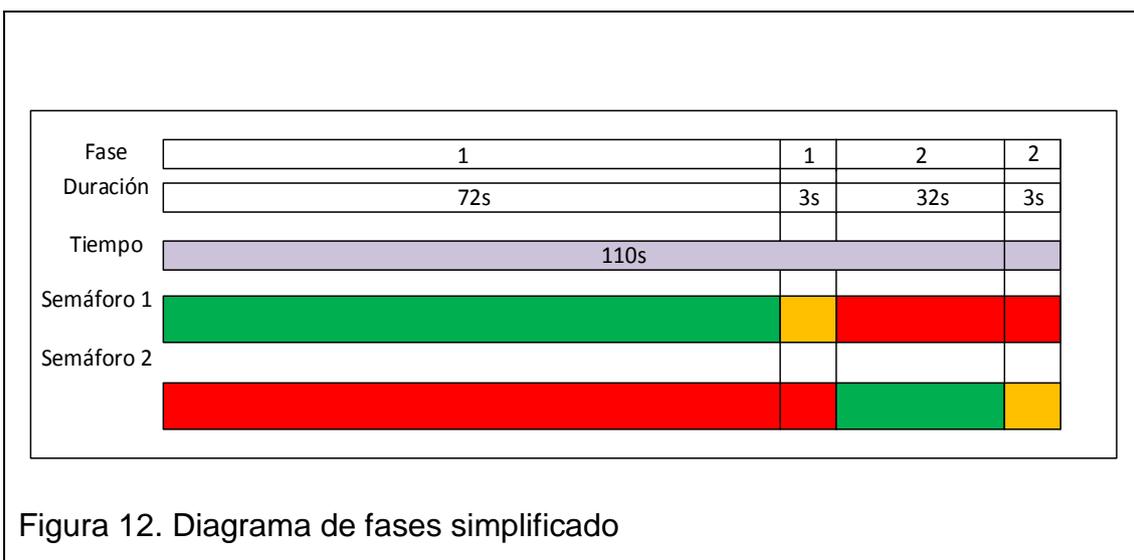
En la figura 12 se puede apreciar el *ciclo*, que es el tiempo transcurrido desde que existe el cambio del grupo de semáforos hasta la repetición de sus colores, después de dar por completa la secuencia de los semáforos en el mismo regulador. En el prototipo se ha designado un tiempo de 110 segundos similar al que utiliza la EPMMOP.

Se conoce como *fase* a los intervalos de tiempo del ciclo donde la configuración de colores de los semáforos es invariable. En este caso se utilizan 2 semáforos con sus respectivas fases.

Despeje es un término que hace referencia al tiempo que necesita un vehículo para acceder a la intersección de las calles y salir de las mismas dejando el paso libre para que no exista colisión entre vehículos de diferentes vías.

Y se conoce como *reparto del ciclo* a la división del tiempo para cada una de las fases que integran la regulación del plan de tráfico operativo. (Díaz, 2013).

Una vez comprendido los términos a utilizar se procede con una determinación de las fases, la cual no está sujeta a reglas fijas, depende de la manera en que se haya construido las vías y el tráfico que circula por ellas, la determinación de las fases se condiciona por el funcionamiento de los semáforos.



1.3.5 Tiempos del semáforo

Gracias a la información obtenida por la EPMMOP se puede confirmar que el estándar de tiempo utilizado en nuestra ciudad es 110 segundos para el ciclo del semáforo. Sin embargo, los tiempos de cada color serán distribuidos dependiendo del cruce o intersección en el que se los aplica manteniéndose dentro de un margen de tiempo estimado.

- **Cálculo del tiempo verde**

Referenciando a Díaz, Servando Pino con su trabajo de “Gestión técnica del Tráfico” donde el autor explica la repartición del tiempo para los colores del semáforo, además se debe recordar que para el ciclo completo del semáforo sea cual sea el resultado de los cálculos de la repartición de tiempos, los ciclos no pueden ser menores a 35 segundos ni mayores a 120 por que no se acomodarían a la mentalidad de los usuarios. (Díaz, 2013)

Servando Díaz afirma que cada calle tiene su tráfico característico y los intervalos son más frecuentes por cada vía. Los tiempos se hacen proporcionales al producto de las intensidades por carril y el intervalo más frecuente de los vehículos en cada calle, es decir que se debe estudiar la calle con mayor flujo y observar el mismo para de esta manera proporcionar un estudio determinando el tiempo necesario del color verde al que más lo necesite. De acuerdo a datos de la ciudad provistos por la EPMOOP las calles muy transitadas suelen tener tiempos de verde entre los 50 y 70 segundos dejando un aproximado de 30 a 40 segundos a la calle con menos tránsito.

- **Cálculo del tiempo amarillo**

La luz amarilla cumple el propósito de dar un tiempo de transición entre la verde y la roja, debido a que un vehículo no se detiene de manera instantánea, su objetivo es ayudar al conductor a prevenir la aparición de la luz roja y decidir si debe frenar o continuar dependiendo su posición y el tráfico aparente.

El tiempo amarillo está basada en dos suposiciones:

- La cantidad de tiempo de amarillo debe ser igual o mayor al tiempo necesario para desacelerar antes de una línea de pare.
- En caso de que el vehículo esté dentro de un cruce debe tener suficiente tiempo para cruzarla antes de que el semáforo cambie a luz roja.

El tiempo estimado para el cálculo del amarillo es entre 3 y/o 4 segundos, ya que la práctica indica que los valores teóricos no siempre son los más apropiados.

Este tiempo se ve reflejado en la información de la ciudad con un estándar de 3 segundos para calles y 4 segundos para avenidas (Díaz, 2013).

- **Cálculo del tiempo rojo**

El color rojo en los semáforos no tiene un cálculo directo, su cantidad de tiempo está basada en la diferencia de tiempo que otorga el ciclo menos la suma del color amarillo y verde.

Para más información sobre los tiempos y sus cálculos se pueden revisar el trabajo escrito por Díaz de manera más determinada. Sin embargo, a pesar de las formulas establecidas como menciona el autor, lo habitual es tener un tiempo amarillo uniforme para que la respuesta sea la misma y solo se deberá hacer cambios drásticos dependiendo el tipo de vía en el cual se aplique la ingeniería vial.

En el caso de este proyecto los tiempos a ser utilizados serán basados en la información de la ciudad.

Una vez obtenidas las aproximaciones de los tiempos de las intersecciones la EPMOP procede a configurar las fases de los semáforos vía remota con los diagramas de fases de las intersecciones, como se explicó anteriormente a través del programa Optimus.

1.4 Descripción de las tecnologías GPRS

GPRS cuyas siglas significan “General Radio Packet Service” fue creado a inicios del año 2000 con el ideal de la evolución del internet móvil y el envío de paquetes por el mismo.

GPRS actualiza los datos de GSM para hacerlos compatibles con redes locales y el internet y provee nuevos métodos de conexiones de los cuales se hablará más adelante.

La aparición de esta tecnología gracias a la ETSI (European Telecommunications Estándar Institute) estableció un nuevo estándar en la interfaz aire. (Omar, 2012). Esta tecnología aún se encuentra presente y se la ve presente todavía en zonas celulares donde las nuevas coberturas no están completas o disponibles.

1.4.1 Descripción

El sistema GPRS actualiza los servicios de GSM para extender su funcionalidad con acceso a redes y capacidad de enviar paquetes usando la red de telefonía por satélite, GPRS encapsula los paquetes con su destino y origen dentro de la cabecera para que cada paquete pueda seguir diferentes rutas, es decir los paquetes no se envían en intervalos de tiempo si no solo cuando se los necesita, de esta manera GPRS asigna recursos solo cuando hay algo que necesita ser enviado. De esta manera se sabe que GPRS es necesario para el proyecto debido a sus funcionalidades.

Estas características y diferencias entre GSM y GPRS que muestran las ventajas de GPRS se aprecian en la siguiente tabla.

Tabla 2. Diferencias entre GSM Y GPRS

Diferencias entre GSM y GPRS		
	GSM	GPRS
Velocidad TX	9.6kbps	14.4 a 115kbps
Cobro	Basado en tiempo	Basado en tráfico de paquetes
Conexión	Tecnología de Switches de Circuito	Tecnología de Switches de Paquetes

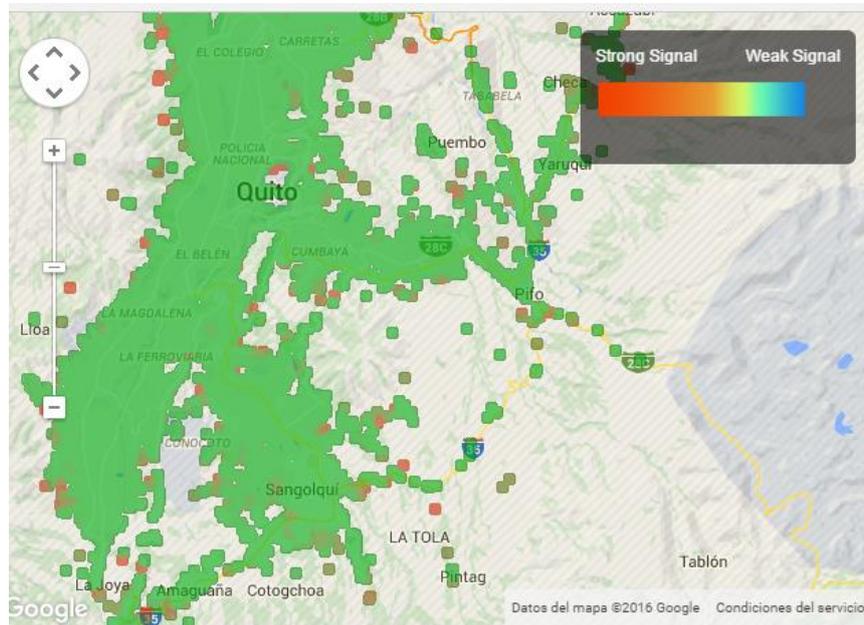
Tomado de: (Radio-Electronics, 2013)

Es importante tomar en cuenta que el GPRS permite pagar solo por la información enviada y recibida. De esta manera se aprovecha los recursos para enviar solo cuando son necesarios; mientras que GSM envía a todo momento. Ésta información es importante para el prototipo debido a que permitirá controlar los circuitos solo en momentos necesarios sin necesidad del gasto continuo de datos. (Radio-Electronics, 2013)

Finalmente, cabe recalcar que hoy en día las tecnologías móviles han mejorado mucho desde la evolución del GPRS. Sin embargo, esta tecnología en el país aún se encuentra en desarrollo y es por esto que gran parte de la cobertura celular no llega a los semáforos destinados para este prototipo.

Como se puede apreciar en la figura 13 muchas zonas llenas de semáforos aún se encuentran sin acceso a coberturas 4G, pero si tienen acceso a la tecnología 2G. De esta manera se concluye que para este prototipo es preferencial el uso de GPRS para el envío de datos de manera inalámbrica.

Cobertura 2G



Cobertura 4G

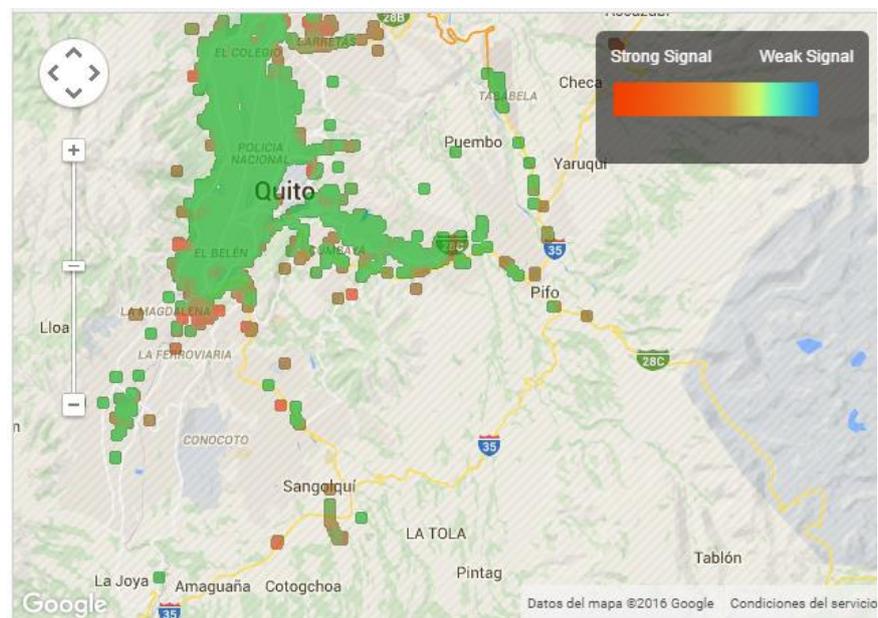


Figura 13. Comparación de cobertura red celular Quito Ecuador
Tomado de: (OpenSignal, s,f)

1.4.2 Arquitectura

Para entender de mejor manera la arquitectura del GPRS se presenta la información en la figura 14.

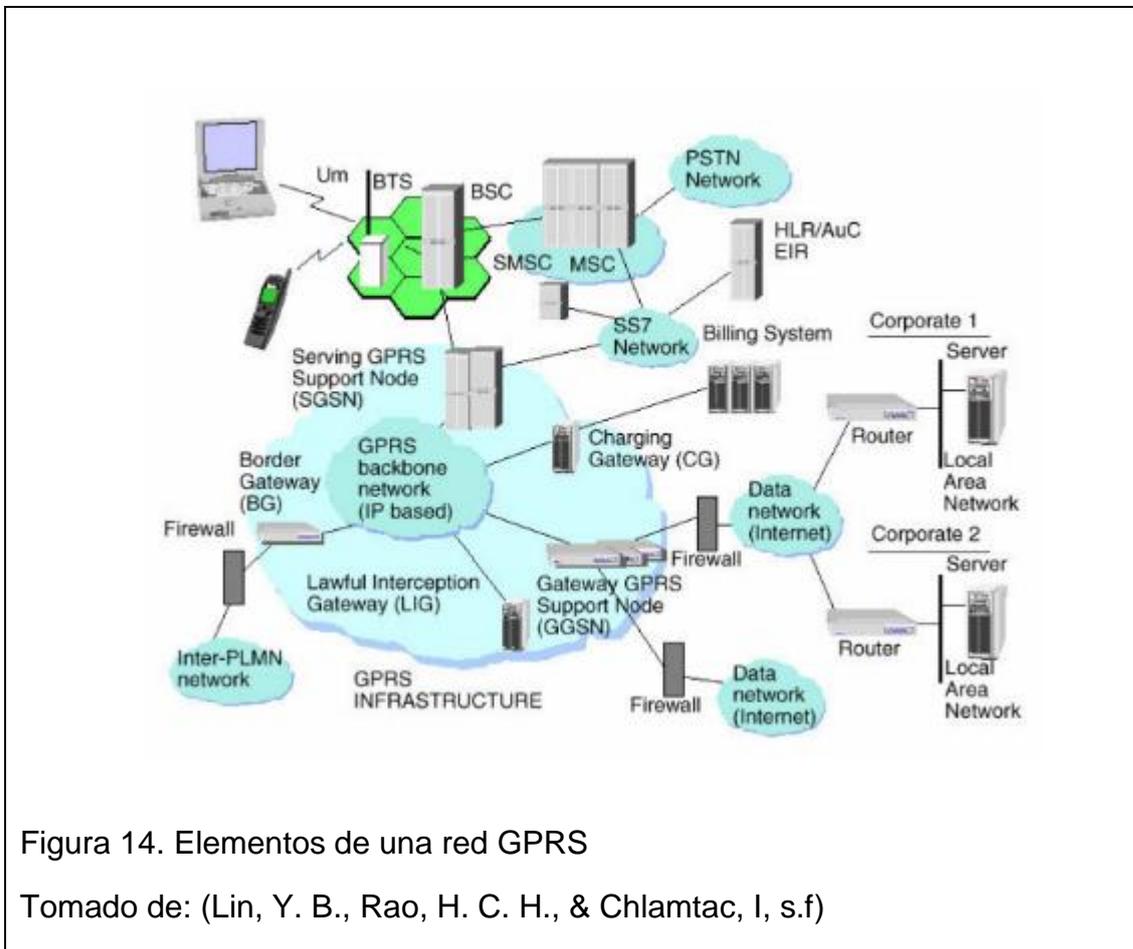


Figura 14. Elementos de una red GPRS

Tomado de: (Lin, Y. B., Rao, H. C. H., & Chlamtac, I, s.f)

- El componente principal es el Serving GPRS Support Node (SGSN), el cual se conecta a las Base Station Controller (BSC) y conforma un punto de acceso para los equipos móviles. Sus funciones están basadas en el reenvío de información entre terminales en ambas direcciones; gestionar la autenticidad de los móviles y conmutar paquetes a nivel funcional, se podría decir que la SGSN cumple funciones similares a una MSC (Mobile Switching Center).
- El siguiente componente es el GGSN (Gateway GPRS Support Node) el cual provee una interconexión entre la red GPRS y los paquetes que provienen de manera externa como el internet o intranet empresariales.

Sus principales funciones son recibir paquetes y enviarlos mediante procesos de túnel, garantizar una red segura para la información enviada entre las redes GPRS y las redes externas

- Adicionalmente, se puede observar el elemento como el BG (border Gateway) cuya función es soportar conexiones seguras para resistir itinerancia.

El DNS (domain name system), necesario para la traducción de nombres en las direcciones físicas.

El CG (charging Gateway) funciona a manera de un colector de pago que recoge la información que pasa a través de los SSGNs y el GGSNs para poder procesar y proceder a facturar.

- Finalmente existe un firewall, que actúa de la misma manera que en otras redes a manera de una barrera, para evitar ingresos externos a los nodos que puedan ocasionar daños. (General Packet Radio Service (GPRS): architecture, interfaces, and deployment., 2001, pp. 77-92)

1.4.3 Interfaces

Las interfaces de una red GPRS se pueden ver presentadas en la siguiente figura.

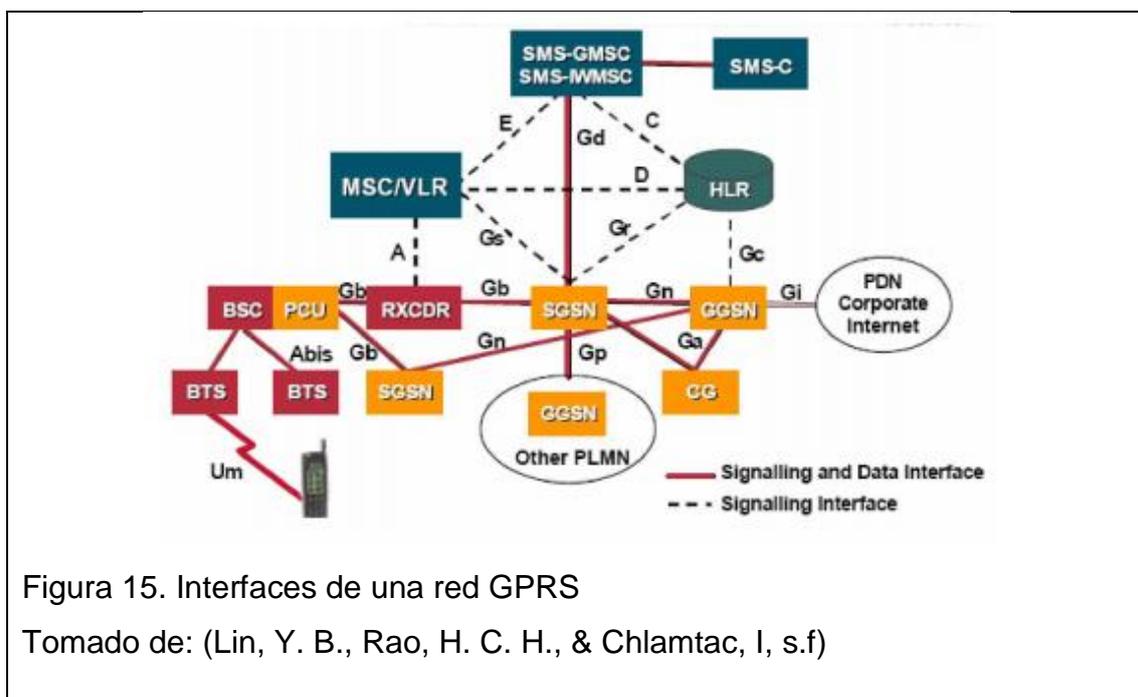


Figura 15. Interfaces de una red GPRS

Tomado de: (Lin, Y. B., Rao, H. C. H., & Chlamtac, I, s.f)

Se procede a describir estas interfaces.

- **Interfaz Gb:** encargada de conectar el SGSN con la BSS. Portadora del tráfico GPRS y basada en una conexión Frame Relay
- **Interfaz Gi:** Interfaz ubicada únicamente en el GGSN, mediante esta se ingresa a las redes de datos externas.
- **Interfaz GN:** encargada de transmisión de información. Opera a través de un protocolo de túnel con mecanismos de "Tunnelling".
- **Interfaz Gc:** interfaz entre el GGSN y el HLR que permite conocer localización y datos de un usuario con el fin de actualizaciones.
- **Interfaz Gd:** permite que el MS pueda enviar y recibir mensajes a través de canales GPRS.
- **Interfaz Gr:** permite acceder a la información de los abonados y se encuentra ubicada entre el SGSN y el HLR.
- **Interfaz Gs:** sirve para coordinar envío de señales en terminales móviles y conmutación de paquetes, se encuentra entre el MSC y el SGSN.

1.4.4 Servicios y aplicaciones

El uso de GPRS está asociado a los servicios en base a un protocolo IP, es decir asociados a uso de datos e internet.

Sus principales servicios son:

- Siempre encendido
- Facturación en base al uso
- Movilidad
- Numero de Time Slots según servicio

Dentro de las aplicaciones de GPRS se encuentran algunas como:

- Email
- Chat
- SMS mejorado
- Envío de imágenes
- Uso web
- Servicio de localización.

Se debe tomar en cuenta que esta tecnología tiene ya varios años y su velocidad de transmisión no pasa de los 100kbps por lo que muchas de estas aplicaciones servían pero no de manera instantánea.

Una vez seleccionada la tecnología que ayudará con el proyecto se procederá a hablar acerca de su diseño y construcción. (T Halonen, 2004).

2 CAPÍTULO II. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

2.1 Análisis del Prototipo

Este proyecto surgió de la problemática donde un porcentaje de semáforos en la ciudad de Quito y fuera de ella no poseen un control y monitoreo definido y su avería conlleva a ser un problema constante que puede pasar meses sin ser arreglado. Se ha tomado como ejemplo particular el estudio y seguimiento al semáforo ubicado en las calles Mañosca y Francisco Cruz de Miranda, uno de los semáforos sin control por parte de la EPMOP y a pesar que varios agentes de tránsito y policías han transitado por estas vías e incluso se ha realizado la denuncia civil vía telefónica y vía redes sociales, el semáforo estuvo 53 días sin reparación. Convirtiéndose así en un problema vial constante.



Figura 16. Semáforo de prueba descompuesto

Para entender más acerca de este ejemplo y poder analizar los tiempos a ser utilizados en el prototipo; se realizó un estudio donde se analizó los tiempos y la cantidad de vehículos que circulan en estas vías.

Nota: Los datos y número de vehículos fueron analizadas según un muestreo de tiempo realizados en una intersección sin control y representan un promedio estimado de la cantidad de vehículos reales.

Tabla 3. Muestreo de tiempo y cantidad de vehículos por hora.

Estudio particular intersección para prototipo		
	Vía Principal	Vía Secundaria
Tiempo Verde	70	34
Tiempo Amarillo	3	3
Tiempo Rojo	37	73
Cantidad de vehículos que circulan por hora		
Hora		
6:00 - 7:00	297	92
7:00 - 8:00	598	367
9:00 -10:00	584	358
10:00 - 11:00	432	232
11:00 - 12:00	456	256
12:00 - 13:00	669	388
13:00 - 14:00	634	376
14:00 - 15:00	208	419
15:00 - 16:00	443	215
16:00 - 17:00	437	187
17:00 - 18:00	462	191
18:00 - 19:00	685	392
19:00 - 20:00	668	388
20:00 - 21:00	321	114

Tabla 4. Total de vehículos en el día

Número de Vehículos Estimados al Día		
	Vía Principal	Vía Secundaria
Total	6.894	3.975

Tabla 5. Cantidad de vehículos en la intersección

Número de vehículos totales en la intersección	
Tráfico Total	
06:00 -21:00	10.869

Con la información presentada anteriormente se aprecia que por la vía principal circula el 63% de la cantidad de vehículos en la intersección y es por esto que el tiempo de color verde asignado es mayor y tiene una preferencia sobre la otra vía.

Este estudio representa un correcto funcionamiento de los tiempos del semáforo. Sin embargo, existen dos grandes inconvenientes que se presentaron en este estudio. Uno de ellos fue mencionado anteriormente respecto al tiempo sin reparación y el segundo, que a pesar de que la calle secundaria solo recibe un 35% del tiempo del ciclo, existe una hora específica del día la cual debería tener prioridad a causa de mayor fluidez de vehículos la cual ocasionó tráfico en la vía.

Una vez concluido el estudio se analiza que el diseño del prototipo será considerado en base a los datos proporcionados del mismo.

Este diseño se considera para los sectores rurales de Quito y los valles, para proveer una mejor accesibilidad a los semáforos fuera de la red de control de la EPMOP.

El diseño utilizado en este proyecto consta de cuatro partes principales y está basado en un esquema similar al estudio e investigación realizado en este proyecto:

- **Software de control**

A través del software de monitoreo y control web se podrá visualizar la información que llegue del circuito de transmisión y enviar el cambio de ciclos al circuito. Este software será explicado con mayor detalle en el siguiente capítulo.

- **Circuito de transmisión y recepción de información**

El circuito de transmisión estará conformado por un módulo Shield SIM900 GSM/GPRS, el cual está a cargo del envío y la recepción de la información almacenada en la página web hacia el circuito de control.

- **Circuito de control del semáforo**

Este circuito consta de un arduino MEGA y un circuito diseñado por el autor, el cual será explicado de mejor manera más adelante. Éstos estarán encargados de controlar el cambio de las luces en el semáforo y enviar señales de alerta hacia el circuito de transmisión; además de recibir señales de cambio de fases para el cambio de tiempos en los semáforos.

- **Semáforo**

Finalmente, se incluirá dos sets de luces leds diseñados para representar las luces de dos semáforos en una intersección y poder mostrar con mayor claridad el cambio de las fases en el prototipo.

El diagrama del prototipo está representado en la figura 17.

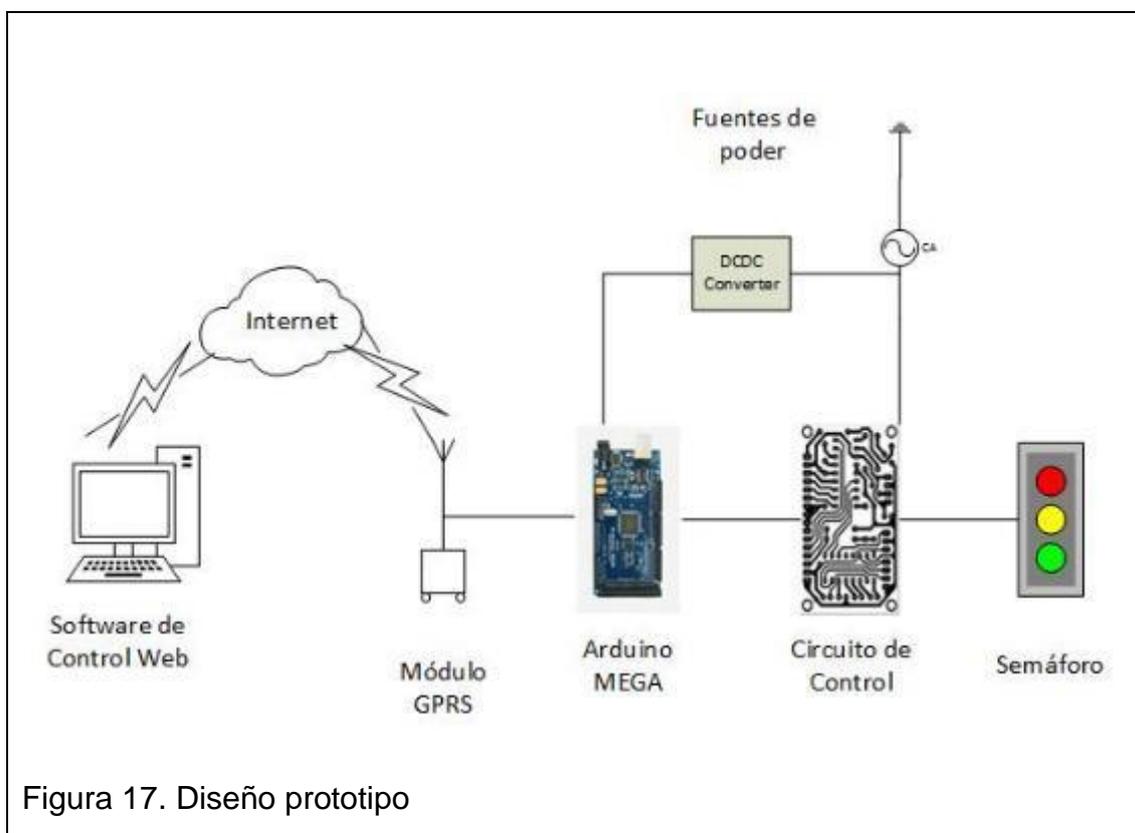


Figura 17. Diseño prototipo

2.2 Selección del circuito para control

En el mercado hay varias opciones a escoger que pueden dar funcionalidad a este proyecto, entre los más comúnmente utilizados se observa Raspberry Pi, Arduino Uno y Arduino Mega. En la siguiente tabla se puede ver las diferencias entre los dispositivos mencionados. (Markershed, n.d.)

Tabla 6. Comparación de características de placas.

Placa	Arduino Uno	Arduino Mega	Raspberry Pi
Precio	\$18	\$22	\$40
Explicación	Placa microcontroladora con tecnología de software libre con entradas y salidas modificables.	Placa microcontroladora con tecnología de software libre con entradas y salidas modificables.	Micro computer Board con especialidad en gráficos y contenido multimedia.
Sistema Procesador	ATmega328	ATmega2560	ARM1176JZF-S
Cantidad de pines analógicos	6	16	-
Cantidad de pines digitales	14 (6 PWM)	54 (15 PWM)	8 GPIO Digital
Memoria	SRAM 2KB - EEPROM 1KB	SRAM 8KB - EEPROM 4KB	RAM 512MB
Lenguaje de Programación	<ul style="list-style-type: none"> Lenguaje propio de Arduino C/C++ 	<ul style="list-style-type: none"> Lenguaje propio de Arduino C/C++ 	Compatibilidad de lenguajes de Linux.
Método de programación	USB, ISP	USB, ISP	Se puede programar directamente con editores de texto en el Raspberry Pi
Accesorios	Accesorios denominados Shield que conectan y comunican con facilidad	Accesorios denominados Shield que conectan y comunican con facilidad	Accesorios que incluyen opciones como el Plato Pi y Pi de Cobre

Tomado de: (Electronics, 2016)

La opción más óptima para el proyecto es Arduino, ya que tiene un bajo costo y no es necesaria la funcionalidad de contenido multimedia para el proyecto. Además de tener compatibilidad con el módulo de conexión inalámbrica GPRS Shield SIM900. Sin embargo, se tomó en consideración al momento de realizar

pruebas con la programación, que la memoria del Arduino UNO no fue suficiente presentando un mensaje de error de estabilidad y que en el caso de tener un incremento el número de periféricos se necesitaría una mayor cantidad de pines analógicos y digitales para sustentar la necesidad del proyecto. Dado lo antes mencionado, se tomó la decisión de elevar a un modelo superior en la serie Arduino y utilizar el MEGA como el circuito correspondiente a este prototipo.

2.3 Arduino Mega

El Arduino es una placa con un microcontrolador ATmega2560. Dispone de 54 pines digitales de entrada y salida; 16 entradas analógicas; un cristal de 16Mhz; conexión USB y entrada de poder. La distribución de los pines se puede apreciar con mejor claridad en la figura 18.

La serie de Arduino funciona de manera sencilla y en la web se aprecia todo tipo de contenido para poder emplear circuitos simples como encender leds hasta sistemas más complejos como: almacenar información y enviarla hacia otros dispositivos o inclusive configuraciones de control. Además, cuenta con diferentes accesorios periféricos que permiten extender o aumentar las funcionalidades del Arduino (Arduino, Arduino mega, s.f.)

Dentro del Arduino se emplea código y se lo debe compilar simplemente conectándolo al computador vía serial e instalando el software donde se escribirá mismo.

El Arduino MEGA emplea varias ventajas:

- El software con el que trabaja el Arduino puede ser instalado en varios sistemas operativos como Linux, Mac OS X y Windows.
- El ambiente de desarrollo de programación es fácil de utilizar para el usuario y además existe bastante información en línea para saber más sobre su manejo.
- El software puede extender sus funcionalidades importando librerías.
- La cantidad de pines en el hardware facilita las opciones a ser realizadas.
- Bajo costo para la cantidad de tareas que pueden ser realizadas
- Tiene más memoria que el Arduino UNO para evitar errores de estabilidad del proyecto.

Gracias a estas ventajas se puede decir que Arduino es una buena elección frente a otros modelos u marcas tomando en cuenta que el proyecto no contiene funcionalidades multimedia. Adicionalmente, se utilizará un módulo GSM compatible con Arduino para la comunicación, facilitando así su conexión al tener una mejor compatibilidad.

2.4 SIM900 GSM GPRS

A manera de que el prototipo pueda comunicarse con la página web vía inalámbrica se ha escogido el módulo Shield SIM 900, el cual provee una manera de comunicación inalámbrica utilizando la red GSM celular y además es compatible con la serie Arduino por lo que fue seleccionada para el proyecto. La placa permite conectividad vía SMS (short message service), MMS (Multimedia Messaging Service), GPRS.

SIM900 tiene como característica conexión a bandas 850, 900, 1800 ,1900 MHZ por lo que sí es compatible con las bandas ecuatorianas.

En la figura 19 se aprecia con mayor detalle las características y puertos principales del diagrama de hardware del SIM 900.

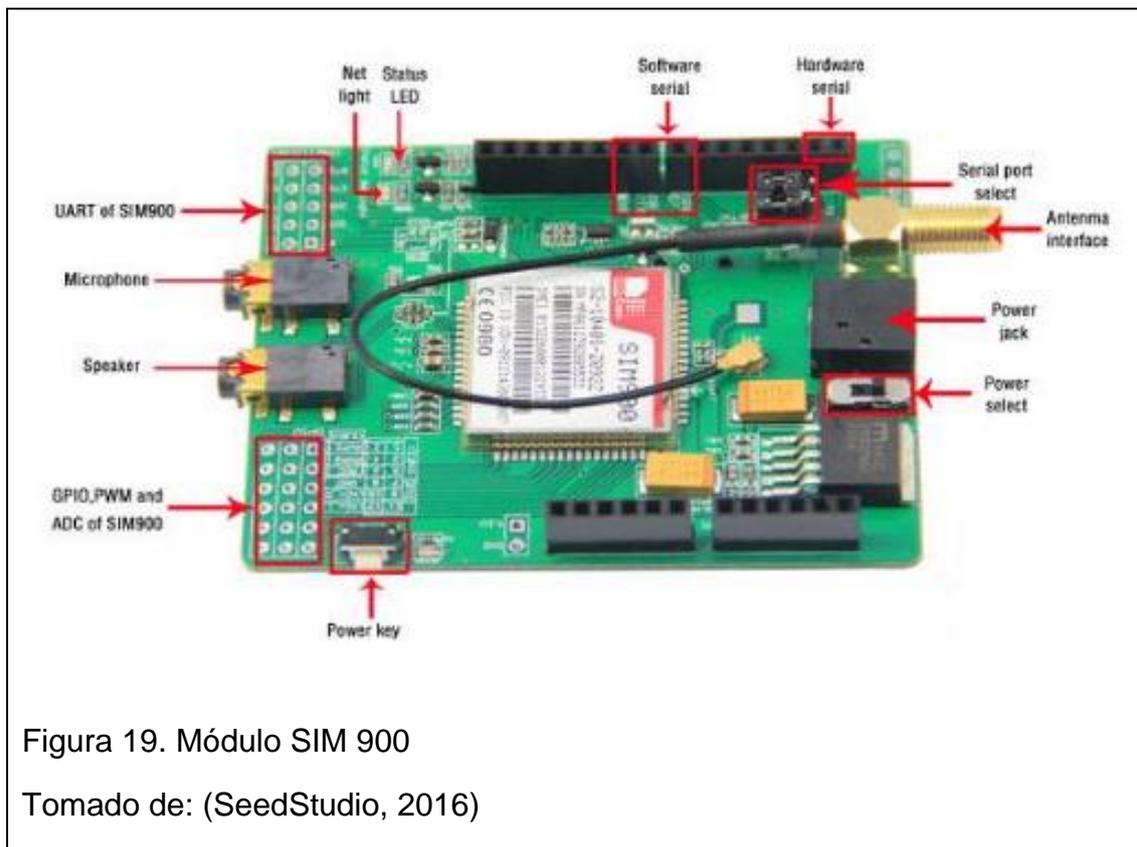


Figura 19. Módulo SIM 900

Tomado de: (SeedStudio, 2016)

2.5 Diseño del prototipo

Durante la construcción del circuito, se emplean dos etapas diferentes para describir el prototipo, siendo la primera etapa el proceso de diseño del modelo y la segunda etapa el modelo virtual y la construcción del prototipo físicamente.

2.5.1 Primera Etapa

Durante la primera etapa de diseño, se utiliza un programa llamado Proteus para crear la simulación virtual del prototipo, donde se muestra el esquema del prototipo de control y su circuito de fuente de poder, y el circuito para detectar errores.

El circuito de control se va a conectar al Arduino MEGA como unidad central de procesamiento de información y estará conectado a los circuitos de luces como se mostró anteriormente en la figura 17.

2.5.1.1 Diagramas de la Etapa

Primero se ha diseñado un modelo de luces para representar de mejor manera a los semáforos del prototipo.

Este diseño consiste en un arreglo de luces led en serie y paralelo donde cada color de luz será representado por 13 leds de alto brillo. El diseño estará conectado al circuito de control para realizar el cambio de luces y funciona con la energía de una fuente de 12V. El diseño de las luces se aprecia de mejor manera en la siguiente figura:

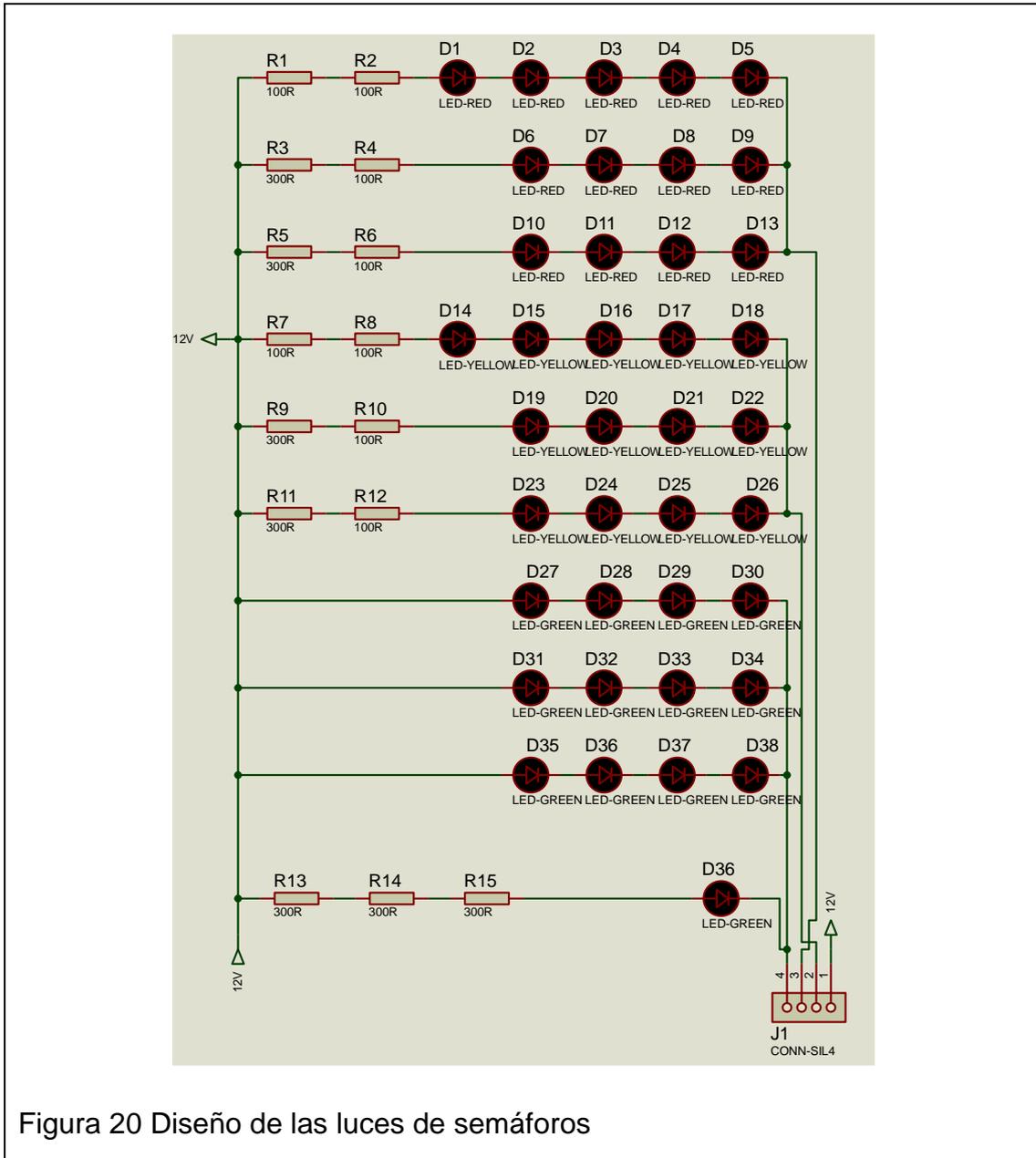
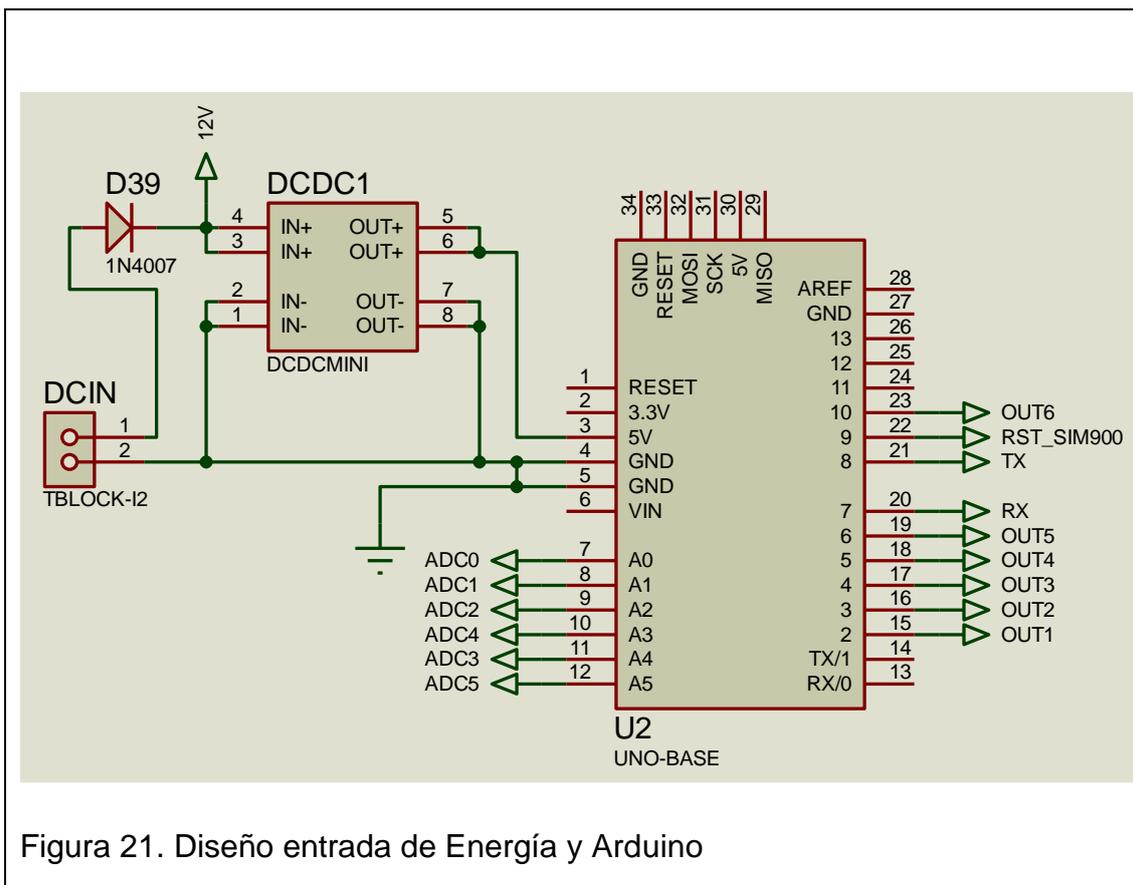


Figura 20 Diseño de las luces de semáforos

Se debe tomar en consideración que los leds escogidos en este proyecto tienen un voltaje típico entre 2 y 3 Voltios, y un consumo entre 20mA y 40mA dependiendo del color del foco. (HEBEILTD, 2016)

Una vez diseñado el semáforo se procede con el diseño de la entrada de energía, ésta alimentará tanto a las luces como al Arduino y al módulo SIM900. En la siguiente figura se aprecia su diseño:



Nota: La información acerca de los pines de los componentes más relevantes se encuentra adjunto en el Anexo 3 del proyecto.

Al lado izquierdo de la figura 21 se aprecia la entrada de energía que es el ingreso de la fuente de poder, la cual funcionará con una fuente de 12V que alimentará el circuito de las luces y pasará por el DCDCMINI para ser regulada a 5V y alimentar al módulo Shield SIM900 y al MEGA. Al momento de utilizar una fuente única con los circuitos, los semáforos empezaron a generar flickering (cambio de luz repentino de tenue a brillante continuamente causando parpadeo. (Cambridge, 2016)), por su consumo, por lo que se optó por utilizar fuentes independientes. Adicionalmente, el diodo D39 actuará como una seguridad para evitar flujo de corriente en el sentido equivocado.

Al lado derecho se observa una versión base del Arduino Uno (esta versión base se la presenta por el diseño a manera de Shield) donde se aprecia los pines que van a ser utilizados por el prototipo, para un mejor entendimiento se puede ver la siguiente tabla para entender las conexiones de los pines.

Tabla 7 Conexiones del Sistema

ARDUINO MEGA	PLACA DE CONTROL	PLACA DE CONTROL	CIRCUITO DE LUCES	ARDUINO MEGA	SIM900
A0	ADC0	OC1	Luz Verde 1	7	RX
A1	ADC1	OC2	Luz Amarillo 1	8	TX
A2	ADC2	OC3	Luz Roja 1	9	RST_SIM900
A3	ADC3	OC4	Luz Verde 2		
A4	ADC4	OC5	Luz Amarillo 2		
A5	ADC5	OC6	Luz Roja 2		
2	OUT1				
3	OUT2				
4	OUT3				
5	OUT4				
6	OUT5				
10	OUT6				

Los pines A0, A1, A2, A3, A4, A5 van a ser utilizados por las entradas de conversión análoga a digital del Arduino para el control de errores de las luces, mientras que los pines 2, 3,4, 5, 6,10 al lado derecho serán utilizados como las salidas del Arduino para el cambio de luces en los focos.

Las conexiones de las luces del semáforo se unirán con los circuitos de activación presentados en la figura 22, más adelante se explica su funcionamiento.

Adicionalmente, el pin 7 y 8 servirán como recepción y transmisión entre el Shield SIM900 y el Arduino. Por último, el pin 9 se utiliza para poder hacer un reset al

módulo SIM900 desde el Arduino el cual es necesario para poder iniciarlo a través de código del Arduino.

Posteriormente se procede al diseño del circuito de control dividido en varias partes como se observa a continuación:

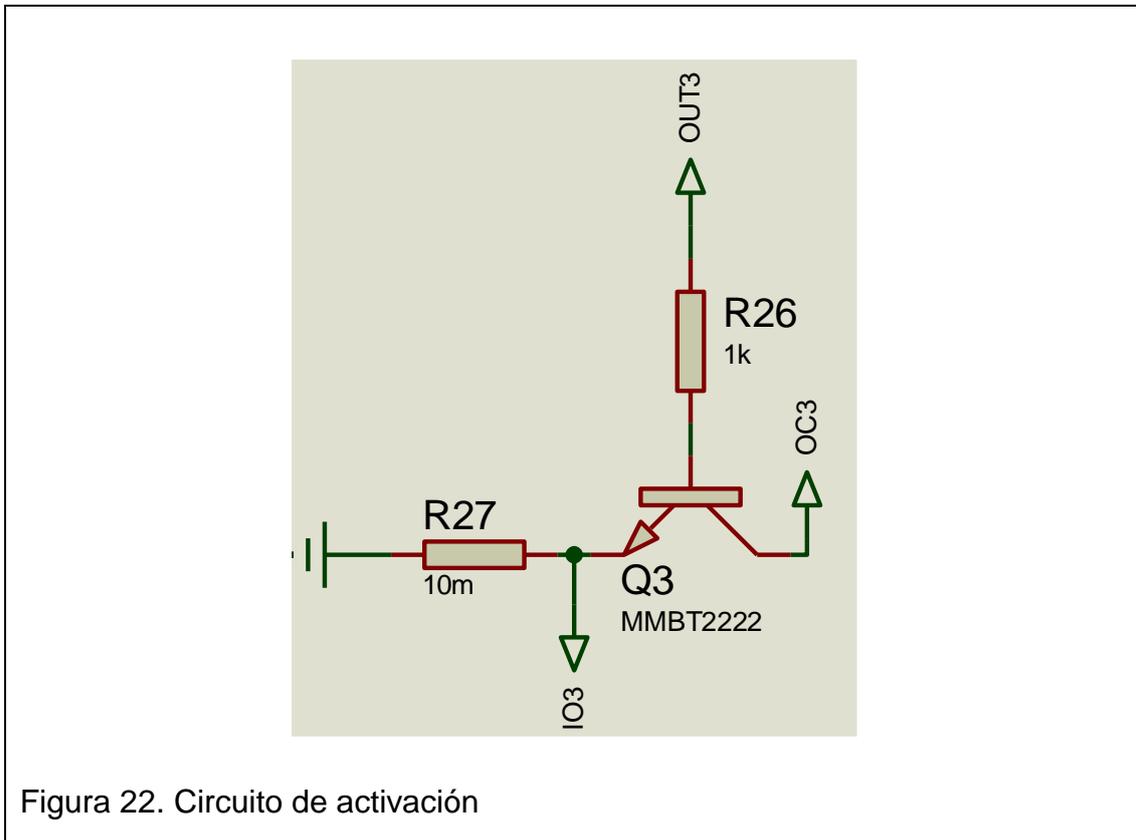


Figura 22. Circuito de activación

En el diagrama de la figura 22 se puede observar el circuito encargado de la activación de las luces, a través de un transistor cuya salida OC3 (open collector) estará conectada al circuito de las luces y su entrada OUT3 proviene del Arduino como se explicó en la tabla número 7.

De igual manera este circuito se utilizará para censar la corriente y detectar fallas a través de la R27. Para censar la corriente R27 debe tener un valor despreciable para evitar pérdidas de potencia es por esto que se seleccionó:

$$R_{27} \ll 1\Omega$$

$$R_{27} = 0.01\Omega$$

Para la activación del transistor se debe concluir las siguientes fórmulas:

Sabiendo que:

Consumo de luces promedio= 35mA por ramal

$\beta=35$ (Datasheet PN2222, 2014)

Se tiene:

$$I_{\text{colector}} = \beta * I_{\text{base}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$140\text{mA} = 35 * I_{\text{base}}$$

$$I_{\text{base}} = 4\text{mA}$$

Se utiliza la siguiente fórmula para obtener la resistencia 26, sabiendo que se resta 0,7V porque es la caída de tensión del transistor:

$$\text{Resistencia}_{\text{Transistor}} = \frac{V-0.7}{I_{\text{base}}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\text{Resistencia} = \frac{5-0.7}{4\text{mA}}$$

$$R_{26} = \frac{5-0.7}{4\text{mA}} = 1\text{K}\Omega$$

Luego se calcula el voltaje en la resistencia 27:

$$V = I * R \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$V_{R_{27}} = 140\text{mA} * 10\text{m}\Omega = 1.4\text{mV}$$

El voltaje en la resistencia de censado seria aproximadamente de 1.4milivoltios, es por esto que se debe amplificar para poder censar en la entrada del Arduino MEGA a través del circuito que se observa a continuación:

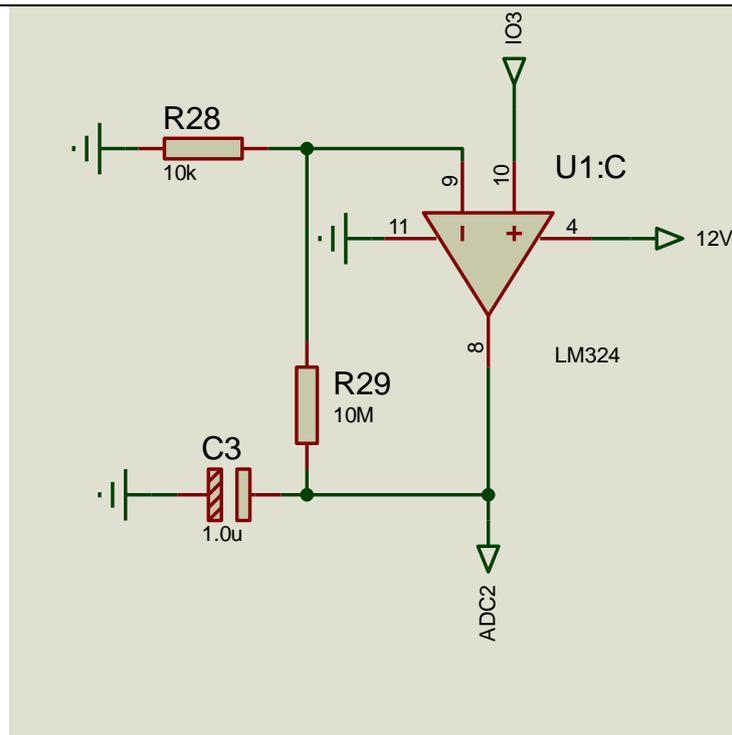


Figura 23. Circuito de Amplificación no inversor.

El circuito constará de seis amplificadores que utilizan el integrado LM324, uno para cada luz de los semáforos; en la figura 23 se define los valores a través de las siguientes fórmulas:

Sabiendo que se desea amplificar 1000 veces el voltaje a la salida ADC2 se tiene que:

$$V_{\text{SalidaEsperado}} = 1.4\text{V}$$

$$V_{\text{Entrada}} = 1.4\text{mV}$$

$$R_{28} = 10\text{k}\Omega$$

Se tiene:

$$\Delta\text{Voltaje} = 1 + \frac{R_f}{R_i} = \frac{V_f}{V_i} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$\Delta\text{Voltaje} = \frac{V_f}{V_i} = \frac{1.4\text{V}}{1.4\text{mV}} = 1000$$

$$\Delta\text{Voltaje}=1+\frac{R_f}{R_{28}}=1000$$

$$R_f=999*10\text{k}\Omega=10\text{M}\Omega$$

A la salida de este circuito se coloca un capacitor a manera de eliminar ruido para poder realizar mejores lecturas de voltaje conectando esta salida a la entrada ADC del Arduino.

Esta información es analizada en el conversor análogo a digital del Arduino, es decir que al medir el voltaje que ingresa al Arduino se puede saber si existe algún problema con los focos del semáforo debido al diferencial de voltajes y esto servirá como un método de control de daños del prototipo.

Finalmente, el diseño completo del circuito de control se lo puede apreciar en la siguiente figura con los seis amplificadores conectados al Arduino. Cabe recalcar que en la figura solo se presenta las luces de un semáforo y el Arduino MEGA debe ir conectado al segundo set de controles de luces para controlar al segundo semáforo.

2.5.2 Segunda etapa

En la segunda etapa del diseño, se conecta los componentes en el programa para crear la conexión de los mismos y proceder con la construcción real del prototipo.

Con las opciones del programa ARES dentro de Proteus se puede visualizar el diseño preliminar. Este diseño fue creado de manera que actúe como un circuito estilo SHIELD de Arduino, es decir que se pueda acoplar al mismo de tal forma que quede sobrepuesto al Arduino. El diseño se presenta a continuación.

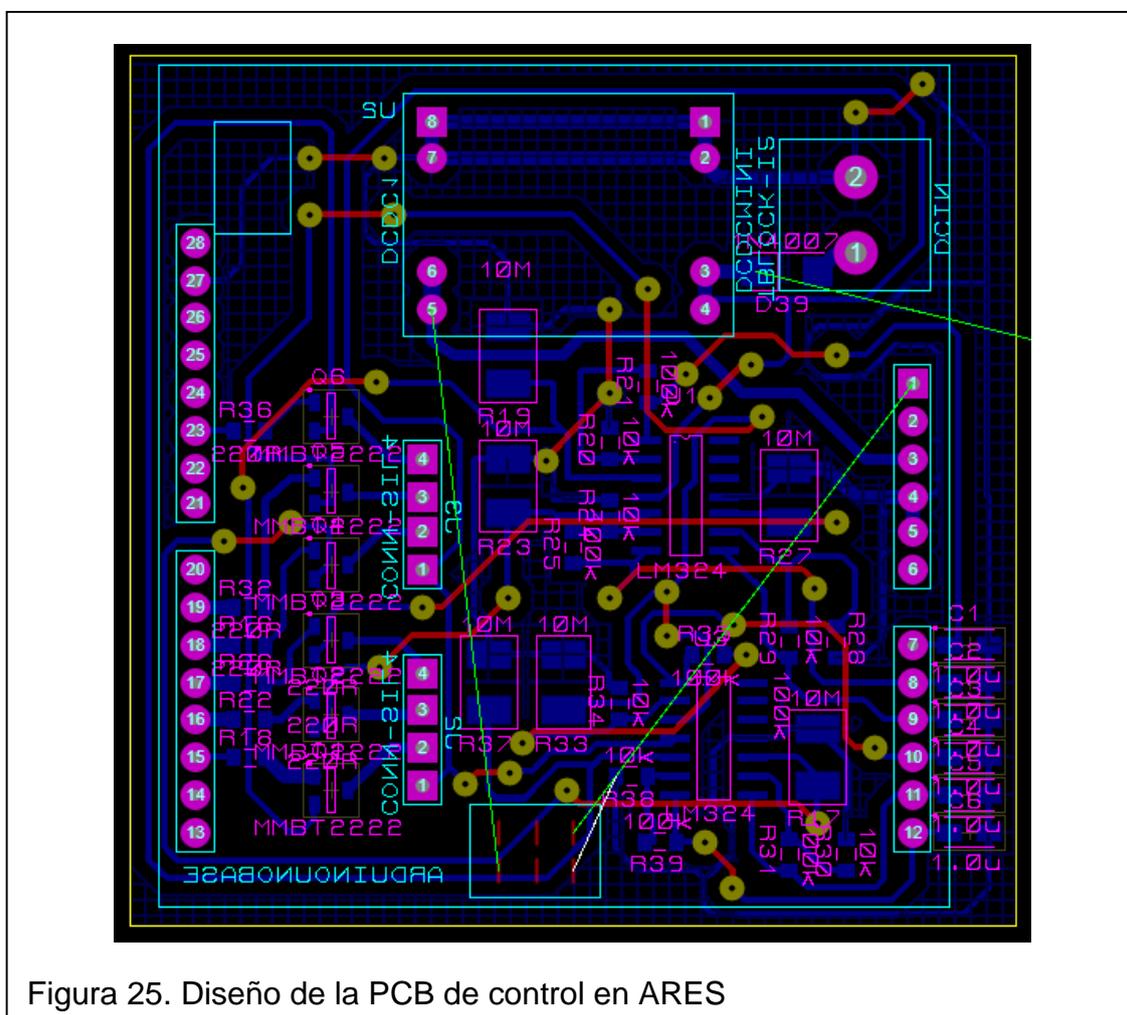


Figura 25. Diseño de la PCB de control en ARES

De igual manera se puede apreciar las vistas de PCB de las luces del semáforo de manera frontal.

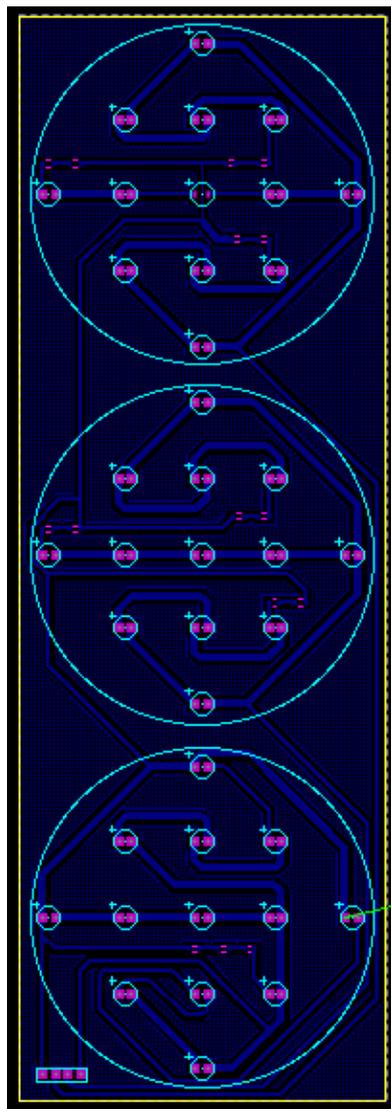


Figura 26. Diseño de la PCB de luces en ARES

2.5.3 Prototipo Físico

El resultado físico del prototipo se lo aprecia en la siguiente figura.

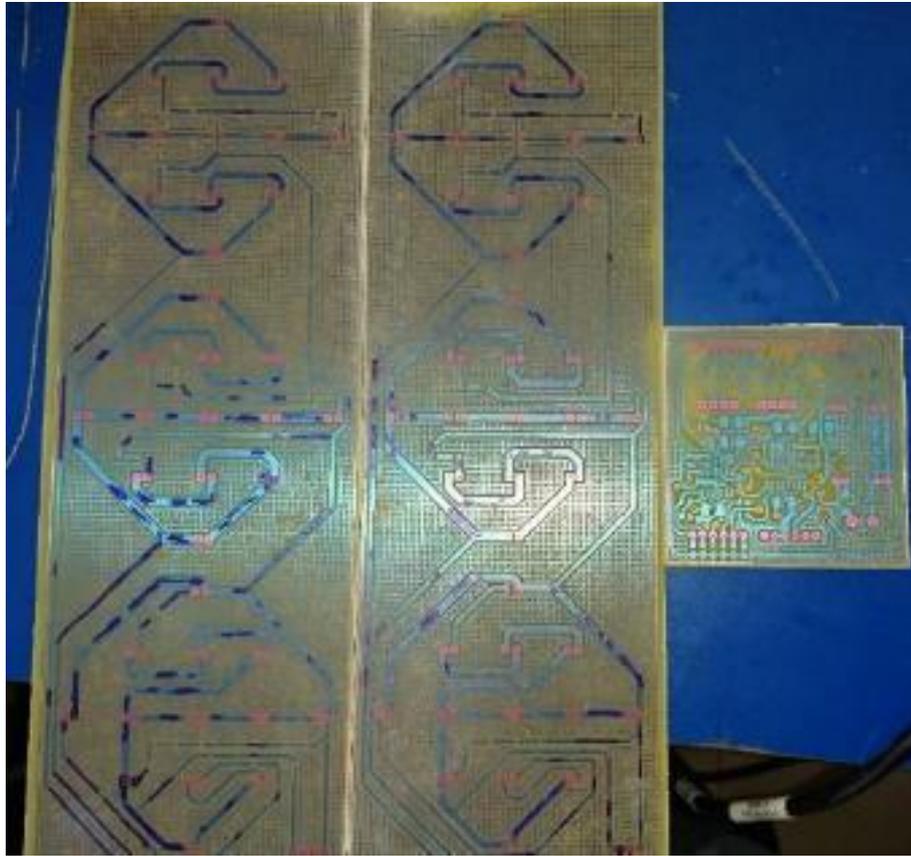


Figura 27.Placas en PCB

En la figura 28 se aprecia el prototipo del circuito de control. Y de igual manera, en la figura 29 se puede apreciar el prototipo del circuito de luces del semáforo y el circuito GPRS sobre el Arduino MEGA.

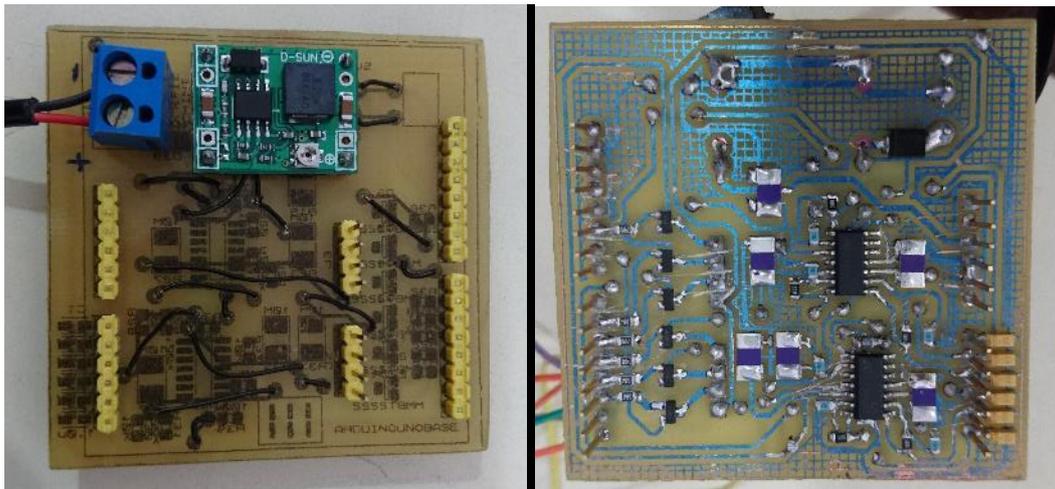


Figura 28. Prototipo del Circuito de Control vista frontal y posterior



Figura 29. Prototipo del circuito de luces del semáforo y Shield SIM900 sobre Arduino Mega

Finalmente, se conecta el Arduino Mega con el Shield SIM900 y nuestro prototipo de control a las luces de los semáforos lo cual se presenta en la siguiente figura.

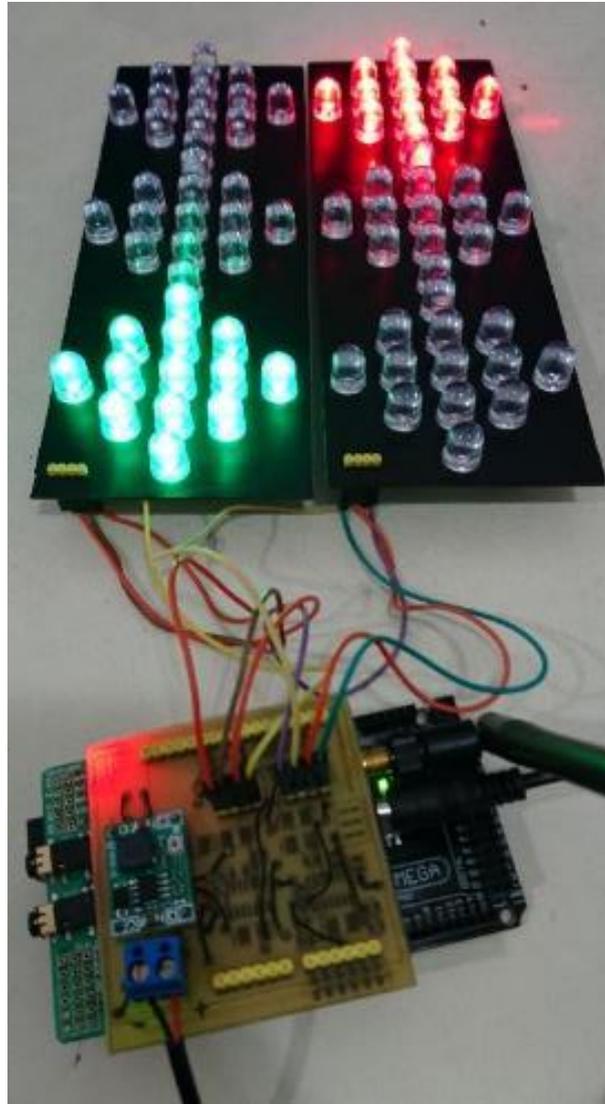


Figura 30. Prototipo Finalizado y conectado

3 CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN

El proyecto a ser desarrollado tiene un software de administración, el cual se utilizará para poder visualizar los datos informativos sobre luces y los tiempos de la intersección que está siendo monitorizada. Esta información se presenta con el acceso correspondiente a un administrador que en el caso del prototipo correspondería a un monitor específico.

El sistema obtiene la información enviada por el Arduino a través del circuito GPRS y la interpreta para que pueda ser visualizada de mejor manera.

El sistema está constituido por el programa en Arduino, el programa de envío por GPRS y el software web construido en PHP, HTML, JavaScript y CSS, respectivamente. Adicionalmente, se utiliza una herramienta llamada WAMP para crear un ambiente de desarrollo.

3.1 Software Web

3.1.1 PHP

“Hypertext Preprocessor” o mejor conocido como PHP es un lenguaje de programación cuya utilidad permite desarrollar páginas web de mejor manera facilitando la comunicación con la base de datos y ejecutando sentencias que permitirán desarrollar este proyecto. PHP es un lenguaje de código abierto que puede ser utilizado en la mayoría de navegadores web. Sus funciones se ejecutan directamente en el servidor y funciona en conjunto con HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheet), Javascript. (W3Schools, s.f.)

En el caso del prototipo se utilizará PHP sobre otros lenguajes como .NET o webforms debido a su compatibilidad con sistemas operativos y diferentes tipos de servidores. Además, permite mayor control sobre lo que se está realizando y en el caso del prototipo da ciertas funciones específicas a la página. (Velasquez, 2013).

3.1.2 Javascript

Un lenguaje de programación conocido como JavaScript es un lenguaje de programación muy útil, el cual sirve para cambiar el contenido HTML mediante funciones y eventos que son insertados dentro de la cabecera o el cuerpo HTML y de esta manera poder programar el comportamiento de las páginas web a ser utilizadas. (W3schools, n.d.)

JavaScript tiene varias aplicaciones dentro del proyecto y trabaja en conjunto con HTML y CSS para la presentación del sistema web.

Dentro de JavaScript se utiliza jQuery como una librería que permite crear animaciones dentro del contenido del sistema. (W3schools, n.d.)

3.1.3 HTML

El lenguaje conocido como HTML, denominado “Hyper Text Markup Language” es utilizado para definir contenido de documentos web (páginas web), funciona a través de etiquetas las cuales determinan diferentes tipos de contenidos y sirven para que los exploradores web puedan observar e interpretar el documento o la información dentro de las mismas. (W3schools, HTML Tutorials, n.d.)

En el caso del proyecto irá de la mano con CSS, PHP y JavaScript para presentar de mejor manera el sistema en la web.

3.1.4 CSS

CSS cuyas siglas significan “Cascading Style Sheets” es un lenguaje que precede el control de los estilos de las páginas y permite aplicarlos de manera dinámica, de esta manera facilita su aplicación a las páginas web. (W3C, s.f.)

El CSS será aplicado dentro de la página de administración para poder presentar las páginas web con estilos específicos y tener una mejor presentación del proyecto.

3.1.5 WAMP

Para poner en funcionamiento el ambiente de desarrollo de la página web se utilizará un servidor llamado WAMP cuyas siglas significan (Windows, Apache, MySQL, PHP) (WampServer, n.d.). Permitirá manejar servicios como Apache y MySQL y ejecutar la página web de manera local para gestión y pruebas. Gracias a la herramienta de WAMP, se diseña la base de datos directamente con la herramienta phpMyAdmin ubicada dentro del programa, la cual gestionará la información de la página web.

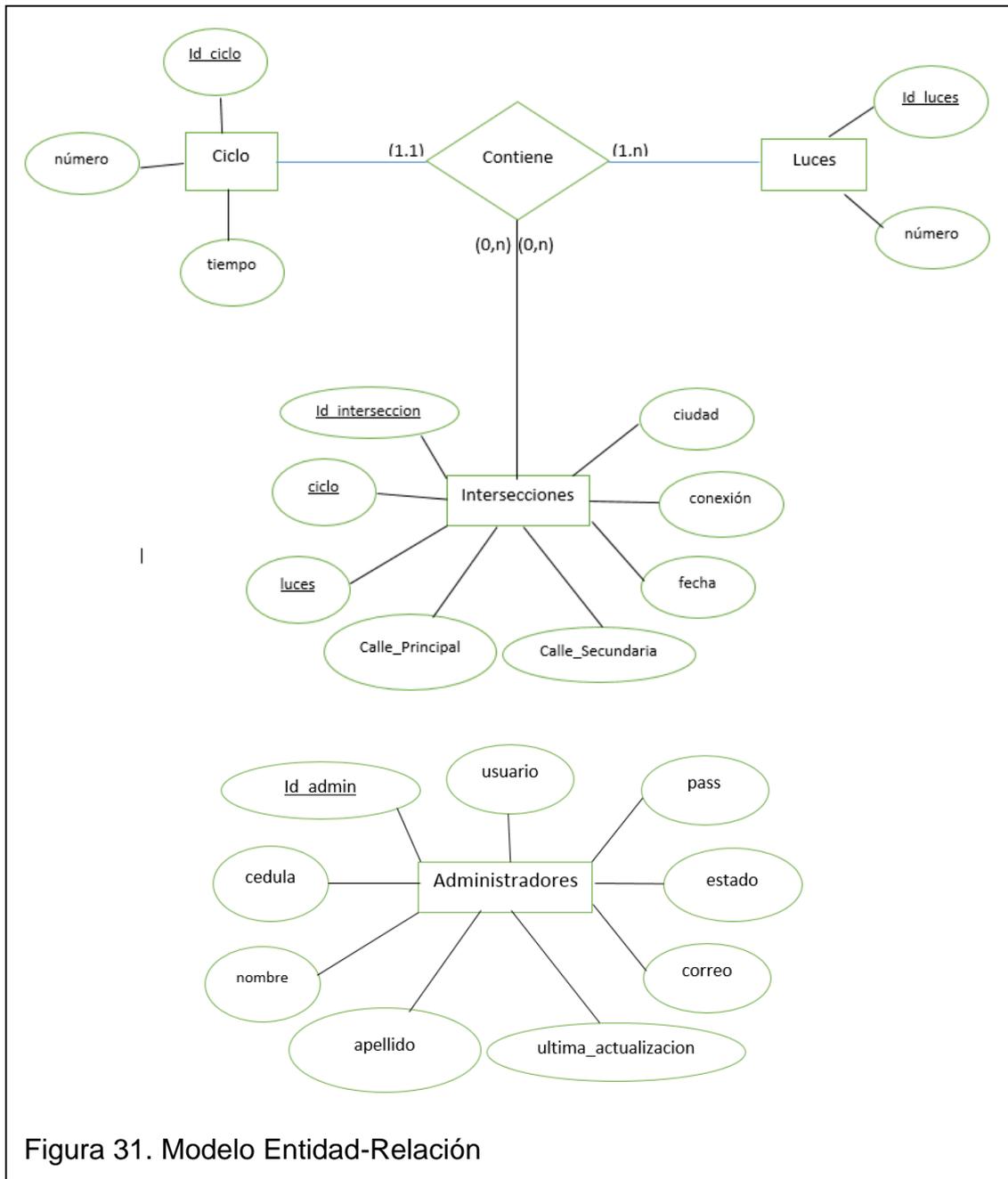
Esta opción ha sido seleccionada con el objetivo de administrar con mayor facilidad todas las partes que conformarán la página web y debido a algunos de sus beneficios frente a la competencia (XAMPP, MAMP).

Principalmente el servidor web será ejecutado en un ambiente de sistema operativo de Windows que es una herramienta gratuita que proveerá administración del servidor web de manera estable.

El servidor de desarrollo se lo utiliza hasta tener lista la página para posteriormente subirlo a un servidor público para que pueda ser accedido en cualquier lugar. La información de la página se la explica con más claridad en los siguientes capítulos.

La base cuenta con información de las entidades, intersecciones, ciclos, luces y admins. Las entidades de intersección se relacionan de uno a uno con la entidad de ciclos y de uno a muchos con la entidad luces. La intersección posee un identificador único, sus respectivos ciclos y luces; además de su información como calle principal, calle secundaria, fecha de instalación, última conexión del circuito y ciudad. En el ciclo se ingresa un identificador único, el número de ciclo y tiempo del semáforo. En las luces se ingresará el identificador único y el número de luces por cada semáforo para el control de errores. Por último, se tiene a los admins o administradores con su identificador principal, cédula, nombres y apellidos, correo, estado, última actualización, usuario y contraseña, los cuales tendrán acceso a la administración de los usuarios vía web.

Se debe tomar en cuenta que el sistema tiene un súper usuario denominado Admin el cual tiene prioridad sobre los demás usuarios y no puede ser eliminado.



3.2 Sistema de Arduino

El sistema utilizado por el Arduino emplea lenguaje de programación establecido por el usuario para calcular los tiempos, establecer la conexión, revisar errores y envío de información.

Gracias a las configuraciones del Arduino se puede emplear código a manera de ejemplo para realizar conexiones iniciales del prototipo con los circuitos Shield compatibles. (Nussey, 2013)

En orden para poder observar la información obtenida por el Arduino se debe conectar al computador vía puerto serial para poder ver en la consola la información impresa en el código del Arduino, de esta manera se podrá detectar errores con más facilidad y posteriormente poder realizar pruebas.

3.2.1 Librerías

Las librerías que se importan son dos; soportadas por el Arduino que son Timer y el puerto serial. Adicionalmente, se utilizan comandos AT para comunicarse con el módulo SIM900:

- **Serial:** Arduino tiene forma de comunicarse vía puerto serial para monitoreo inclusive mientras realiza tareas. Esto se conoce como UART (universal asynchronous receiver/transmitter). Esta librería ha sido desarrollada para permitir comunicación serial en pines digitales del Arduino. (Arduino, Arduino Timer Library, s.f.)
- **Timer:** Se utiliza la siguiente librería con la finalidad de generar un contador que trabaje con eventos de forma independiente a las líneas de código que se estén ejecutando en ese momento en el micro controlador, y a manera de tener un control sobre el tiempo del ciclo de los semáforos. (Arduino, Arduino Timer Library, s.f.)
- **Sim900:** La librería Sim900, se la incluye para poder realizar funciones específicas y permitir la interacción entre el Arduino con los módulos SIM 900. A través de un lenguaje denominado AT que es una serie de comandos que son insertados para permitir la configuración del módulo SIM900.

Esta librería es importada de manera diferente en el Arduino y no necesita ser declarada al inicio del programa.

3.2.3 Métodos

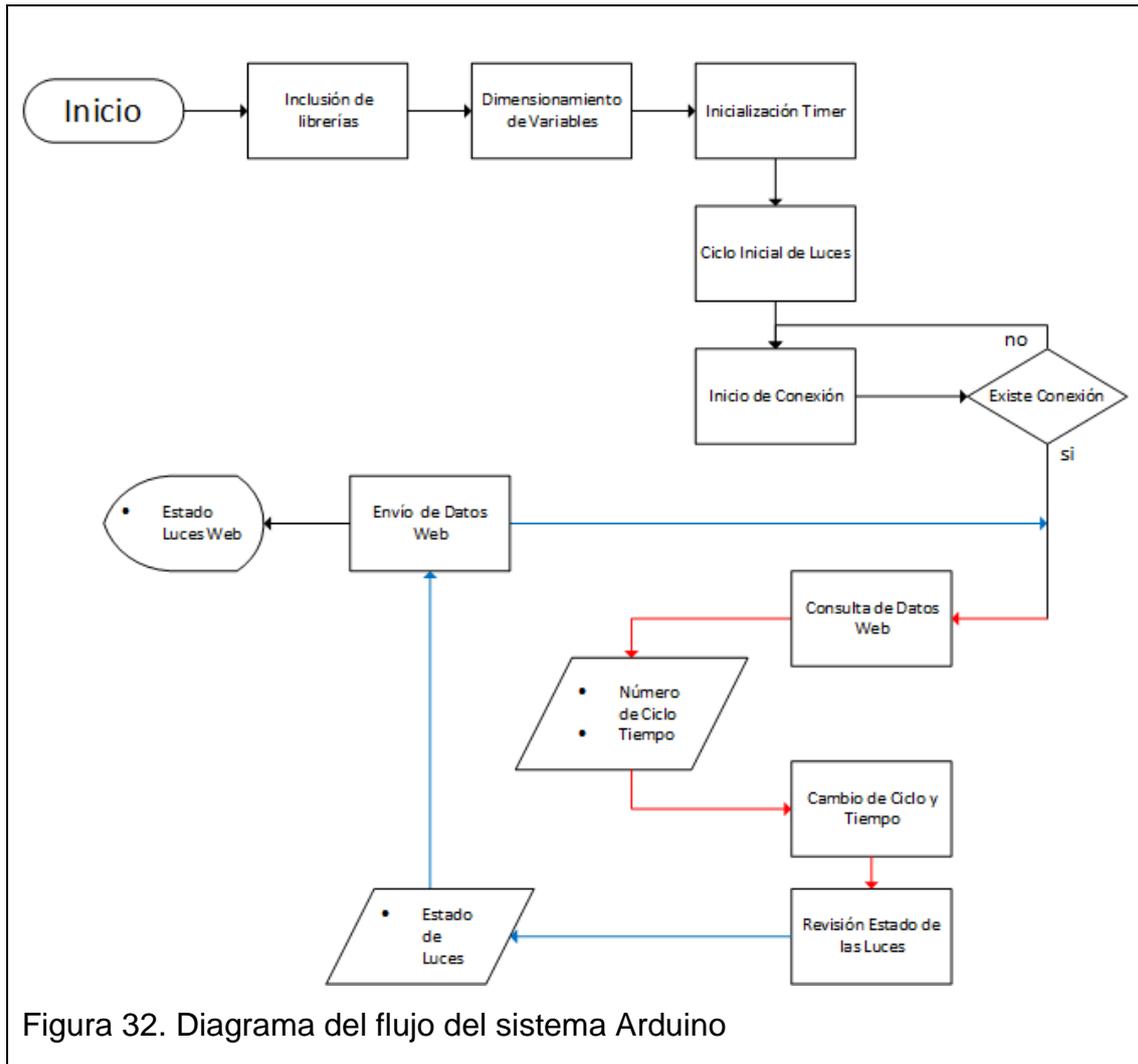
Dentro del sistema se puede visualizar métodos con diferentes funcionalidades específicas al proyecto como por ejemplo el envío de información, la conexión a la página web y el proceso de cambio de luces de los circuitos de control.

Tabla 8. Métodos del programa del Arduino

MÉTODOS	FUNCIÓN
Void leer()	La función de este método es leer los datos que almacena el sim900 en su serial, mientras no recibe información vuelve a intentar y cuando encuentra datos los almacena en la variable inSIM900 y s3 para ser utilizada.
Void consultar()	Este método va ligado al anterior y el objetivo de éste es recorrer el dato recibido por la página web para guardarlo y procesarlo para asignar los valores a las variables de tiempos de los semáforos y el ciclo escogido.
Void escribir()	La función de este método es enviar información hacia la página web para enviar el control de los errores. La información es enviada directamente a un URL (Uniform Resource Locator) de una página para de esta manera modificar los datos dentro de la base de datos. Se ha incluido un envío de ID por razones de seguridad para identificar el dispositivo realizando la conexión.
Void ini()	Este método tiene dos objetivos principales: el primero es prender automáticamente el sim900 y segundo preparar las configuraciones iniciales que sirven para conectar el Arduino a internet a través de los comandos AT mencionados anteriormente.
Void timerIsr()	En la función de este método se programó la configuración del cambio de luces en el semáforo. Además del control de los errores, se imprime constantemente el tiempo gracias al timer que es utilizado como un contador para dar ayuda a este método.

Void setup()	<ol style="list-style-type: none"> 1. Primero se habilita los pines de salida del Arduino para comenzar a enviar los datos inicializados. 2. Se inicializa un timer de un segundo el cual utilizará interrupciones para ejecutar constantemente el método timerIsr() sin afectar al método de conexión hacia el internet. 3. Se inicializa el serial del sim900. 4. Comienza la conexión serial entre el MEGA y el SIM900. 5. Por último, se ejecuta el método ini () como se mencionó anteriormente.
Void loop()	<p>La importancia de este método se encuentra en que continuará ejecutando la conexión a la página para revisar si existen cambios en el tiempo establecido inicialmente y procesando los datos de los errores a través de los métodos consultar() y escribir()</p>

Para un mejor entendimiento del sistema, en la siguiente figura se observa el diagrama de flujo donde se hace mención a los métodos ya establecidos.



3.2.4 Interrupciones

Como se mencionó anteriormente en las librerías; las interrupciones en Arduino ayudan con eventos de forma asíncrona con independencia de las líneas de código que se estén ejecutando en ese momento en el micro controlador. (Arduino, n.d.) En el caso del prototipo se ha utilizado las interrupciones a manera de un timer para poder tener un contador del tiempo de los ciclos del semáforo sin afectar a las líneas de código que son ejecutadas mientras sucede esto.

En el caso específico del prototipo se utilizó el timer1 y se lo configuró de tal manera que genere un contador de 1 segundo para controlar el ciclo de tiempo del semáforo.

Gracias a esto se ha programado el funcionamiento de los cambios de colores y ciclos en el semáforo sin afectar el funcionamiento de la conectividad y así mantener el cambio de luces en el semáforo.

3.2.5 Entradas Analógicas

Los datos que se observan en el mundo real no son representados digitalmente y, a veces no se puede traducir de manera tan sencilla. Es por esto que se utilizan sensores para leer los parámetros como corriente, temperatura, luz o movimientos.

Como se explicó anteriormente el control de errores de las luces se lo inspecciona mediante los pines de entradas análogas del Arduino, tomando en cuenta que Arduino no puede manejar la información como los humanos. Se debe traducir los datos analógicos para que Arduino pueda entenderlos y se pueda interpretar para mejor entendimiento.

Para los pines digitales, HIGH y LOW significan 5V y 0V respectivamente. Sin embargo, los pines analógicos pueden diferenciar cualquier valor intermedio que se interpreta con valores entre 0 a 1023. Estos niveles equivalen a un rango entre 0V a 5V, es decir que en el caso del prototipo se censa el nivel de voltaje que ingresa a las entradas analógicas, utilizando los niveles de rango se puede detectar si el foco ha sufrido algún desperfecto, y de esta manera enviar el error hacia la página web. (Arduino, 2016)

Para más información a detalle sobre todo el código utilizado por el Arduino se puede referir al Anexo 6 de este proyecto.

3.3 Página web de administración

La página de administración se encuentra alojada en un servidor privado y está subida públicamente al internet en un subdominio de una empresa ecuatoriana, la misma se divide en varias páginas para una mejor presentación de la información del proyecto.

Las páginas principales se dividen en un ingreso y un menú el cual contiene los ingresos al mapa y a los usuarios como se puede apreciar en la siguiente figura.

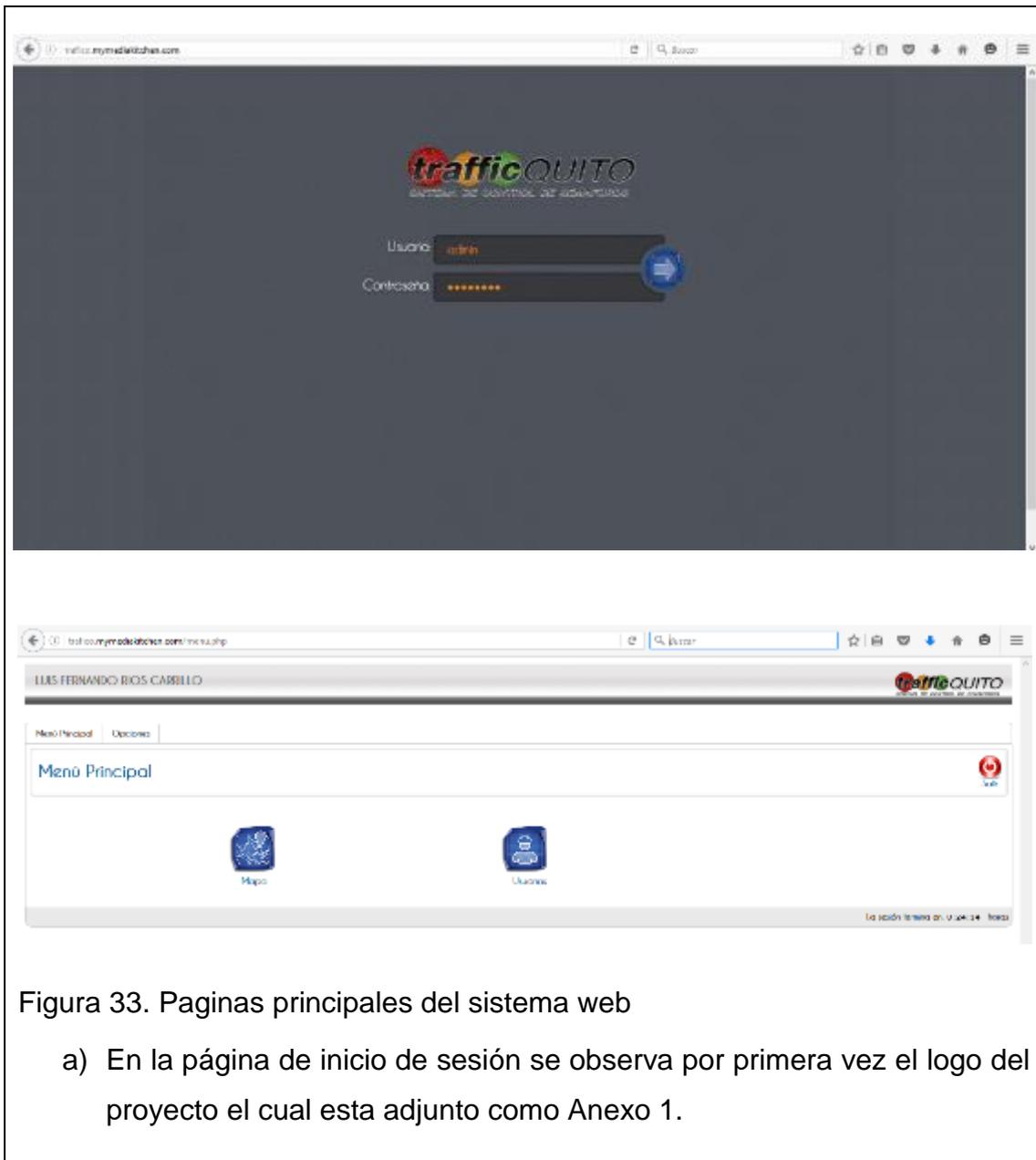


Figura 33. Páginas principales del sistema web

- a) En la página de inicio de sesión se observa por primera vez el logo del proyecto el cual esta adjunto como Anexo 1.

Los detalles y funciones de la página serán explicados con mejor detalle más adelante empezando por la seguridad implementada dentro de la página.

3.3.1 Seguridad

Las vulnerabilidades de las páginas web tienen un incremento significativo en esta generación dando paso a muchos tipos de ataques informáticos. Es por esto que se deben tomar varias medidas de seguridad en el sistema para garantizar un correcto funcionamiento sin intrusiones ni ataques. (Spinellis, 2016).

Dentro del programa web se han incorporado algunas normas de seguridad para asegurar el control de los datos y el acceso hacia la base. Estas normas se las describe a continuación:

- **Usuarios:** primero se han creado dos tipos de jerarquías de administración en el proyecto, un súper usuario con privilegios y el resto de los usuarios, dando así un mejor control sobre quien puede y no puede manejar la información. Adicionalmente, estos usuarios contarán con sus propias contraseñas las cuales les dará acceso a la página de administración.
- **Inactivo:** dentro de los atributos de los usuarios se ha adicionado un campo para manejar un estado entre activo e inactivo, es decir que un usuario a pesar de estar creado en la base de datos debe tener un estado activo para poder acceder a la misma.
- **Fin de sesión:** se ha incorporado un acceso de sesión de usuarios con un tiempo predeterminado, es decir que durante un tiempo específico si este usuario no refresca o utiliza el sistema, automáticamente se generará un fin de sesión para evitar el uso del sistema por alguien además del administrador.
- **Código:** dentro del código php se ha tomado en cuenta medidas preventivas para evitar conexiones exteriores o accesos a la base mediante inyección SQL.
- **Redirección:** como se mencionó anteriormente el Arduino envía información directamente a un URL de la página para hacer la recepción y la transmisión de información. Para mantener una seguridad respecto a cualquier otro tipo de información que ingresa a este URL se ha implementado dos métodos de control:

1. Cualquier persona que acceda a uno de los URLs de la página sin una previa autenticación o ingreso de sesión, será automáticamente re direccionado al index.php el cual se explicará con mayor detalle más adelante.
2. Dentro de la información que se envía del Arduino hacia la página se ha incluido un id único. De esta manera se obtendrá ese id y dará acceso solo al Arduino un permiso especial para que no sea afectado por el punto número 1 y así controlar que dispositivos se encuentran conectados a la página.

Estas normas de seguridad se han tomado en cuenta para que la página tenga un mejor nivel de seguridad.

3.3.2 Información PHP

Como se mencionó anteriormente el sistema está conformado por varias páginas las cuales almacenan y utilizan distintos tipos de información cada una con sus respectivas validaciones o seguridades. Estas páginas se las puede apreciar de mejor manera en la tabla 10 presentada a continuación.

Tabla 9. Páginas PHP con su respectivo funcionamiento

PÁGINA	FUNCIONAMIENTO
index.php	<p>En la página del index.php se presenta un inicio de sesión para los administradores, este php controla tanto el login como el logout de los usuarios.</p> <p>Login es un ingreso correcto de usuario existente en la base de datos el cual provee acceso a la siguiente página.</p> <p>Logout se divide en 3 partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bad login: esto genera un error al tener un mal inicio de sesión, es decir cuando el ingreso con datos no existe en la base de datos o cuando el ingreso proviene de un usuario desactivado.

	<ul style="list-style-type: none"> • Logout: ocurre cuando un usuario que ya se encuentra dentro del sistema cierra la página o da clic en el botón para salir, cerrando así su sesión en el sistema. • Fin de Sesión: por temas de seguridad explicados anteriormente se implementó un tiempo predeterminado de sesión por usuario, es decir que después de que este tiempo termine el sistema automáticamente hará un logout al usuario. <p>Cada parte contiene sus validaciones para informar los errores que se presentan.</p>
menu.php	<p>Dentro del menú se ha ingresado la información de la página principal la cual contiene botones de acceso al mapa y a la administración de usuarios. Además, se pueden observar varias opciones como el nombre del administrador en uso, el tiempo de sesión y un botón para salir del sistema.</p>
users.php	<p>Al seleccionar la opción de Usuarios mencionado en el menú ingresamos a una pantalla con varias opciones.</p> <p>Dentro de esta página se puede observar la información de los usuarios que se encuentran creados en el sistema con su respectiva información.</p> <p>Adicionalmente, se han incluido varios botones con diferentes funciones listadas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuevo: se dará acceso a un diferente php llamado users_add donde se ingresa un nuevo administrador. • Editar: da acceso a un diferente php llamado users_edit el cual valida que se haya seleccionado un usuario antes de funcionar.

	<p>Se debe tomar en cuenta que el súper usuario admin no es modificable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contraseña: provee acceso a un php llamado users_edit1 donde se podrá cambiar la contraseña. Al igual que el botón anterior existe una validación de selección y el súper usuario no es modificable. • Borrar: funciona directamente en la página users.php dando una validación de selección y una confirmación antes de eliminar. • Activar: su función es dar un estado de activo a un usuario seleccionado para que tenga acceso al sistema. • Desactivar: la función de este botón es quitar el acceso a un usuario seleccionado para que no tenga acceso al sistema. El súper usuario no puede ser desactivado.
users_add.php	<p>Para el caso de crear un nuevo administrador se ingresará una página donde se presentan los campos para el ingreso de la información del administrador.</p> <p>Se adicionan tres botones para grabar, limpiar el formulario y regresar a la página anterior.</p> <p>Al dar clic en el botón de grabar los campos realizan diferentes validaciones y son ingresados de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificador Personal: <ul style="list-style-type: none"> • Cédula de identidad: este campo es obligatorio, máximo 10 caracteres y un sistema de validación de cédula. • Nombre 1: ingreso del nombre de la persona en mayúsculas, este campo es obligatorio.

	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre 2: ingreso segundo nombre de la persona en mayúsculas • Apellido 1: ingreso del apellido en mayúsculas, campo obligatorio. • Apellido 2: ingreso del segundo apellido en mayúsculas. • Email: ingreso del correo del administrador, se valida que el campo tenga por lo menos una @ y un punto después del dominio y es un campo obligatorio. <p>2. Identificador Sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre usuario: nombre que será utilizado para el ingreso de sesión del usuario y con validación de que sea un usuario único. • Contraseña y confirmar contraseña: estos dos campos ingresarán la nueva contraseña del usuario a ser creado y su validación es una comparación entre ellas para confirmación. <p>Una vez que todos los campos son ingresados correctamente el nuevo usuario es registrado.</p>
users_edit.php	<p>Dentro de la pantalla de edición de usuarios se presenta la información del usuario que fue seleccionado anteriormente y permite modificar al usuario teniendo en consideración las validaciones anteriormente mencionadas para los campos a ser modificados.</p> <p>Esta opción no modifica contraseña.</p> <p>Una vez modificado existe un botón de grabar para almacenar la información que ha sido rectificadas.</p>

users_edit1.php	<p>Dentro de la pantalla de edición de contraseña presenta la información del nombre y apellido del usuario que fue seleccionado anteriormente pero no permite cambiar los mismos.</p> <p>Adicionalmente, se encuentran campos para editar la contraseña con las validaciones mencionadas en users.php</p> <p>Una vez modificado existe un botón de grabar ingresar los datos ingresados.</p>
maps.php	<p>Finalmente, al dar clic en el botón de mapa se despliega un mapa realizado en google maps (GOOGLE, 2016) con varios semáforos que se muestran con sus respectivos estados y un botón de retorno al mapa.</p> <p>Se presentan 3 tipos de semáforos en el mapa, semáforos con funcionamiento normal, semáforos con errores parciales es decir uno o más focos con error y semáforos desconectados el cual se presenta al no existir una conexión entre el circuito de control y la página. Estos estados cambiarán automáticamente dependiendo el estado.</p> <p>A manera de presentación se han incluido varios semáforos en el programa.</p> <p>Al dar clic en uno de estos semáforos se muestra un acercamiento a la intersección, la información de cada uno referente a sus datos, sus tiempos, y sus respectivos errores.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Datos: muestra los datos acerca de la información referente a la intersección obtenida de la base de datos.

	<p>2. Tiempos: presenta 4 botones con diferentes opciones y el tiempo de cada color del semáforo además de un gráfico animado creado en jQuery que nos presenta la información con mayor claridad.</p> <p>Se debe tomar en cuenta que los tiempos de cada color pueden ser calculados solo con el tiempo del color verde principal. A continuación, se describen las funciones de cada botón presentado:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Botón Preferencial Primario: asigna un valor preferencial a la calle principal con un valor de 70 segundos de color verde, en este ciclo no permite realizar cambios en los tiempos.2. Botón Preferencial Secundario: asigna un valor preferencial a la calle secundaria con un valor de 70 segundos de color verde, en este ciclo no permite realizar cambios en los tiempos.3. Botón Intermitente: Genera intermitencias amarillas de 1 segundo de duración, al igual que los dos botones anteriores este ciclo no es modificable.4. Botón Modificable: se habilita el cambio del valor verde para poder modificar los valores a la preferencia del administrador. Se ha tomado una validación de no permitir que el valor del color verde sobrepase los 80 segundos o sea inferior a 30 segundos por motivos de seguridad. <p>3. Errores: los errores se presentan como semáforos donde sus luces cambian al estar en un estado de daño.</p>
--	--

Para una mejor apreciación del funcionamiento de la página web se puede visualizar la siguiente figura donde se muestra el diagrama de flujo del sistema web.

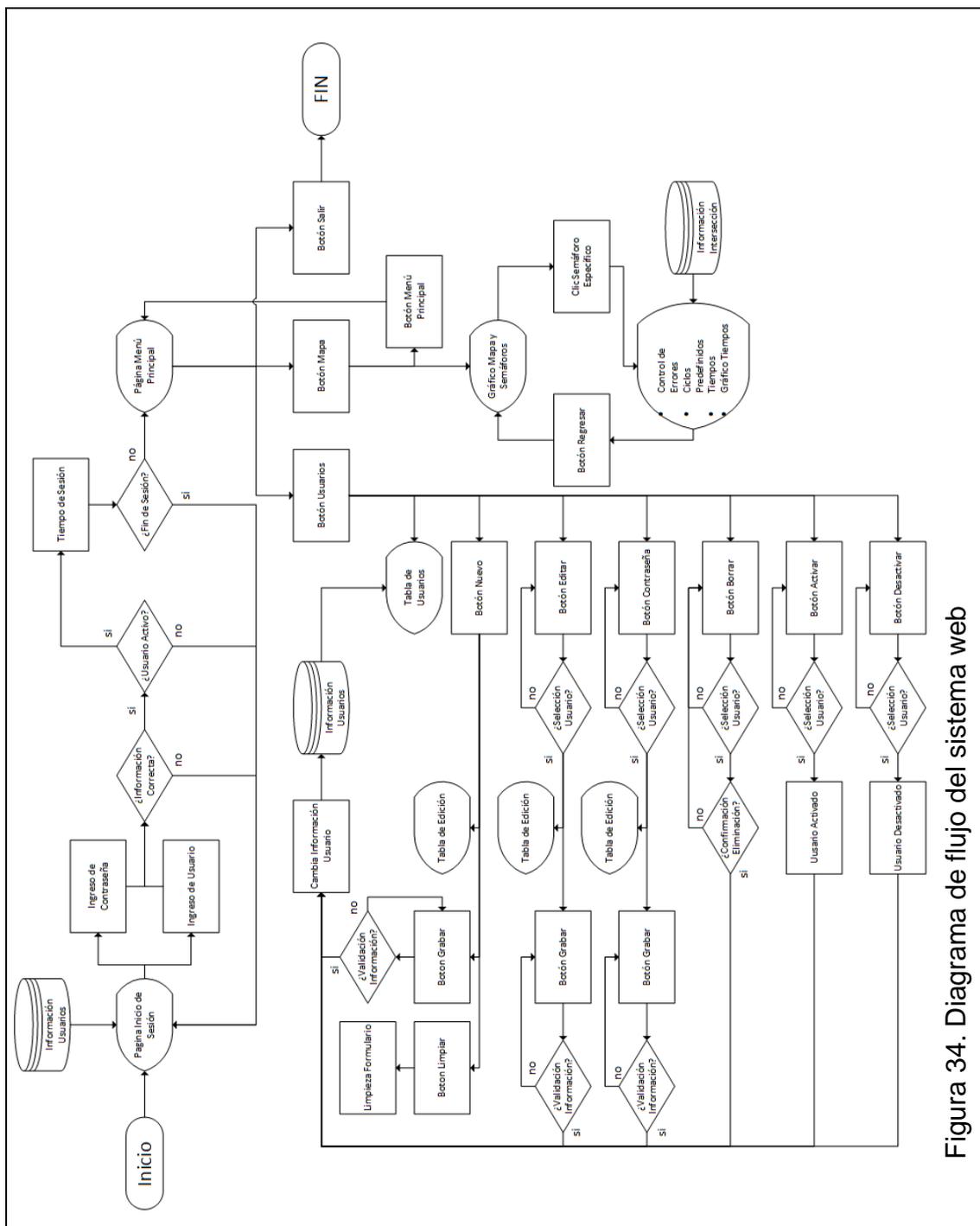


Figura 34. Diagrama de flujo del sistema web

3.4 Análisis Costos

3.4.1 Costos del proyecto Traffic Quito

Se ha realizado un análisis de los costos en la creación e implementación del prototipo, Mediante el presente análisis se pretende dar una explicación de ganancias respecto al proyecto. En este análisis se toma en cuenta factores decisivos en la creación e implementación del prototipo.

Tabla 10. Materiales

MATERIAL	CANTIDAD	VU	TOTAL
Arduino Mega	1	\$ 10,00	\$ 10,00
SIM900 GPRS SHIELD	1	\$ 10,00	\$ 10,00
PCB	3	\$ 2,00	\$ 6,00
Diodo 1N4007	6	\$ 0,20	\$ 1,20
Led Rojo	26	\$ 0,50	\$ 13,00
Led Amarillo	26	\$ 0,50	\$ 13,00
Led Verde	26	\$ 0,50	\$ 13,00
Borneras M2	1	\$ 0,10	\$ 0,10
Transistor MMBT2222	6	\$ 0,20	\$ 1,20
LM324	2	\$ 2,00	\$ 4,00
Capacitor 1uf	6	\$ 0,03	\$ 0,18
DCDCMINI	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Resistencia 100	8	\$ 0,02	\$ 0,16
Resistencia 330	7	\$ 0,02	\$ 0,14
Resistencia 220	6	\$ 0,02	\$ 0,12
Resistencia 10m	6	\$ 0,02	\$ 0,12
Resistencia 10k	6	\$ 0,02	\$ 0,12
Resistencia 100k	6	\$ 0,02	\$ 0,12
Regleta 4 Pines	3	\$ 0,10	\$ 0,30
			\$ 75,76

Se requiere de un aprovisionamiento del 10% de materiales para construir prototipos de reserva en caso de que el dispositivo sufra un daño total.

Tabla 11. Aprovisionamiento adicional

Intersecciones	Aprovisionamiento	Cálculo	Total
344	10%	$35 \cdot 75,76$	\$2.651,60

Tabla 12. Costos instalación del prototipo

DESCRIPCIÓN	VU	3 meses
Personal	\$ 366,00	\$ 1.098,00
Herramientas	\$ 0,00	\$ 500,00
Transporte	\$ 0,00	\$ 97,20
		\$ 1.695,20

Se requieren de 3 Personas para armar los 344 dispositivos en un lapso de 3 meses. Las herramientas que se utilizarán para la construcción del dispositivo, ascienden a un monto de \$500 como pago único y se establece un valor de \$97,20 como valor total del gasto de gasolina.

3.4.2 Costos mensuales

Para el proyecto Traffic Quito, se requiere de conectividad a un servidor con las características acordes a las necesidades planteadas en capítulos anteriores.

Tabla 13. Costos sistema web

DESCRIPCIÓN	VU	3 meses
Servidor nube (Empresa Claro)	\$ 200,96	\$ 601,92
Web host (Renta dominio por un año)*	\$ 10,00	\$ 30,00
Técnicos instalación (EPMMP)	\$ 610,00	\$ 1.830,00
	\$ 820,96	\$ 2461,92

Los valores detallados hacen referencia a la instalación del prototipo que son 3 meses. Posterior a este período se dará soporte durante un año de funcionamiento.

* El valor del Web Host es equivalente a un pago único anual de \$120 por el uso del dominio.

Para armar el prototipo se requiere de la totalidad de materiales por los 344 dispositivos a producir más los 35 dispositivos de emergencia o backup.

Tabla 14. Costo total de materiales y producción de prototipo

DESCRIPCIÓN	VU	Cantidad	Total
Materiales	\$ 75,76	379	\$ 28.694,09
Producción	\$ 2,81	379	\$ 1.064,99
	\$ 78,57	379	\$ 29.759,08

La conectividad para cada dispositivo se coloca como costo mensual.

Tabla 15. Costo conexión al servidor mensualizado por dispositivo

DESCRIPCIÓN	VU	Cantidad	Total
Conectividad por dispositivo	\$ 1,34	344	\$ 460,96
	\$ 1,34	344	\$ 460,96

El mantenimiento de conectividad de cada dispositivo se evalúa en un precio de \$1,34 por punto, para mantener los 344 en un periodo anual se necesita \$5531,16.

Se aplica al final un margen de rentabilidad de acuerdo a los costos del proyecto actual.

Tabla 16. Costos finales con margen del 20%

Detalle	Valor	Margen 20%	Total cobro al cliente
Personal de instalación del prototipo	\$1,098.00	\$219.60	\$1,317.60
Técnicos de instalación web	\$1,830.00	\$366.00	\$2,196.00
Conectividad por dispositivo	\$ 1.34	\$ 0.27	\$ 1.61
Prototipo (materiales + producción)	\$ 78.57	\$ 15.71	\$ 94.28
			\$3,609.49

Obteniendo un margen de ganancia del 20% se cobra al cliente un total de \$3609,49, tomando en cuenta los diferentes rubros como son el personal de instalación, los técnicos web, la conectividad por dispositivo y el prototipo.

Este valor será el pago inicial que permita el inicio de las actividades para su posterior instalación y funcionamiento.

3.4.3 Proyecto Traffic Quito

Tabla 17. Detalle costos Traffic Quito

Detalle	Pago único
Prototipo de monitoreo de control de tránsito	\$ 35,733.64
Instalación de equipos en sitio (pago único)	\$ 1,695.00
Conectividad y mantenimiento por 1 año	\$ 5,531.16
TOTAL	\$ 42,959.80

Finalmente se estima que el valor total del proyecto será de \$42,959.80 para la elaboración, instalación y mantenimiento del prototipo.

- **Análisis de proyecto actual vs Proyecto Traffic Quito**

Valor unitario por dispositivo regulador proyecto actual \$ 144,12.

Valor por los 344 dispositivos actuales \$ 49.577,28

Tabla 18. Análisis de proyecto actual vs Proyecto Traffic Quito

DESCRIPCIÓN	Proyecto actual	Traffic Quito
Dispositivo regulador para semáforos	\$ 49.577,28	\$ 42.959,80

TRAFFIC QUITO propone un ahorro del 15% en la disposición y ejecución del proyecto de los 344 reguladores de los semáforos, en relación a la cotización de la empresa que actualmente maneja los reguladores de los semáforos inteligentes de la ciudad de Quito.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el prototipo no está diseñado como un reemplazo del sistema actual. Está diseñado para proveer soporte externo a los semáforos fuera del área de control de la EPMOOP, y se demuestra que su valor representa un ahorro en comparación al uso actual.

Adicionalmente, hay que recalcar que la señal GPRS que recepta el semáforo depende de la operadora con la que el EPMOOP tenga convenio. El proyecto propone la idea mediante pruebas realizadas con las operadoras Claro y Movistar.

3.4.4 Costo beneficio

Una vez evaluado los costos del proyecto se toma en consideración los beneficios sociales y económicos que brindaría el mismo al ser implementado.

Beneficios sociales

- Al reducir la cantidad de flujo vehicular se produce una reducción de tráfico, ocasionando así menor estrés al usuario que se encuentra en el mismo.
- Generación de cambio en la afluencia pico de vehículos en las horas de mayor movilidad en los sectores donde la EPMMOP no controla.
- Minimizando el tiempo sin reparo de un semáforo de una intersección incrementa la seguridad vial previniendo así accidentes.
- Existiría un ordenamiento disciplinado del tránsito.

Beneficios económicos

- La reducción del tiempo de manejo provoca un ahorro de combustible lo cual afecta económicamente a los usuarios.
- Se incrementa el tiempo de productividad de un usuario y al mismo tiempo se genera un ahorro de costos de traslado de productos y/o servicios.
- La prevención de accidentes representa un ahorro en costos de reparación de daños materiales causados por los mismos.

4 CAPÍTULO IV. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se presenta con mayor detalle las pruebas realizadas en el avance del proyecto y las pruebas realizadas en el programa web.

4.1 Pruebas funcionamiento prototipo

Durante el diseño del proyecto, se probó varios aspectos referentes a la funcionalidad y la conexión del prototipo de acuerdo a lo establecido en el planteamiento del proyecto. Estas pruebas tienen la finalidad de asegurar el cambio de las luces además de la conexión y envío de datos en sentido bidireccional en conjunto con la información presentada vía web.

4.1.1 Pruebas de conexión GPRS

Dentro de las pruebas iniciales se realizó una prueba para verificar la conexión entre la página web y el Arduino a través del módulo GPRS. Ésta prueba consistió en el uso de los métodos que fueron explicados en el capítulo anterior para recibir una respuesta de la página web y presentarla en la consola del Arduino. En la figura 35 se aprecia la respuesta obtenida una vez que la conexión es exitosa.

```
GSM 2400
INI GEN
AT INI
CONF2
CONF3
CONF4
INI OK
CONF5
CONF6
CONF7
```

Figura 35. Conectividad GPRS VIA Comandos AT

En el caso de no tener conexión GPRS o no poder tener acceso a la página web la configuración 4 presentará un error e intentará realizar de nuevo la conexión. Adicionalmente, se realizaron pruebas con dos operadoras del país (Claro, Movistar) las dos operadoras funcionan con el circuito GPRS, pero se debe tener en cuenta que hay que cambiar el APN (Access Point Name) en la configuración para que funcione con normalidad.

4.1.2 Prueba recepción de datos recibidos de la web

Cuando la conexión web es exitosa el Arduino se conecta a las páginas anteriormente mencionadas y obtiene la información almacenada del ciclo y el tiempo del semáforo para hacer los cambios de tiempo en el circuito.

Como se puede apreciar en la figura 36 en la página web se ha seleccionado el ciclo 1, es decir un ciclo preferencial primario, y el Arduino presenta la información consultada vía web.

Ciclos Predefinidos

Preferencial Primario

Preferencial Secundario

Intermitente

Modificable

```

GSM 2400
INI GEN
AT INI
CONF2
CONF3
CONF4
INI OK
CONF5
CONF6
CONF7
CONSULTA
Ciclo: 1
Verde: 70
          
```

SEMAFORO 1	SEMAFORO 2
VERDE <input style="width: 50px;" type="text" value="70"/>	VERDE <input style="width: 50px;" type="text" value="34"/>
AMARILLO <input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>	AMARILLO <input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>
ROJO <input style="width: 50px;" type="text" value="37"/>	ROJO <input style="width: 50px;" type="text" value="73"/>

Figura 36. Prueba Recepción del ciclo y tiempo del semáforo

Una vez adquirido el ciclo y el tiempo del color verde primario se configura el arduino para realizar el cambio de colores tomando en cuenta las interrupciones y lo mencionado en el capítulo anterior.

4.1.3 Prueba de la función de interrupciones en el Arduino

Dentro de la programación del Arduino se ha utilizado interrupciones para controlar el timer que fue mencionado anteriormente en el proyecto, para así controlar los cambios de las luces de los semáforos. Adicionalmente este tiempo se probó en conjunto con la conexión para asegurar el funcionamiento inicial del prototipo, es decir que una vez iniciado el prototipo el semáforo utiliza el timer para iniciar su cambio de colores sin obtener aun la consulta web, y una vez obtenida la procesa para ejecutarla al finalizar el ciclo inicial.

En la figura 37 se puede observar la impresión del timer para ver su funcionamiento mientras el semáforo se conecta a la web.

```

GSM 2400
INI GEN
S:1
S:2
S:3          Ciclo: 1
S:4          Verde: 50
S:4          S:34
AT INI       ESCRIBIR
S:5          S:35
S:6          S:36
CONF2        S:37
S:7          S:38
S:8          S:39
CONF3        S:40
S:9          S:41
S:10         ok
S:11
S:12
S:13         S:42
S:14         CONSULTA
S:15         S:43
S:16         S:44
CONF4        S:45
S:17         S:46
S:18         S:47
INI OK       S:48
CONF5        S:49
S:19         S:50
S:20         S:51
S:21         S:52
CONF6        S:53
S:22         S:54
S:23         S:55
CONF7        Ciclo: 1
S:24         Verde: 50
S:25         S:56
CONSULTA     ESCRIBIR

```

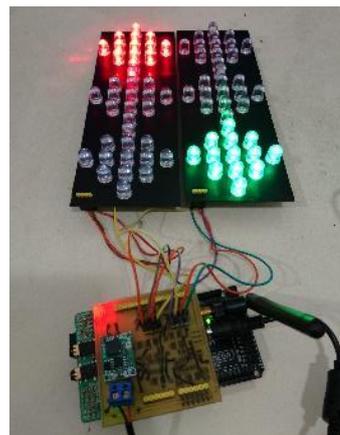
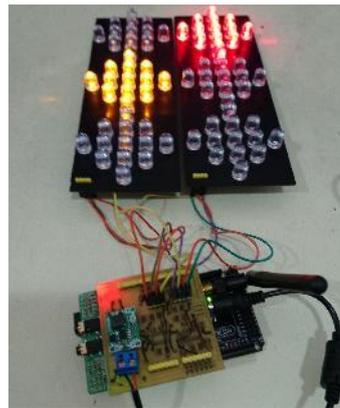
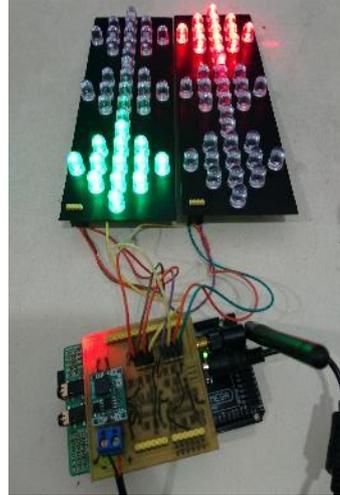


Figura 37. Prueba cambio de luces con el timer y obtención de datos de la web

4.1.4 Prueba de los sensores Arduino

Como se explicó en el capítulo 2 se utilizaron los convertidores analógicos a digitales del Arduino para el control de errores.

Se probó cada una de las luces en estado prendido (OK) o en Estado de Error que significa un estado totalmente apagado, para obtener información que nos permitirá analizar los voltajes y así determinar los valores promedios que servirán para controlar el error en las luces.

En la siguiente figura se puede apreciar la información obtenida a manera de ejemplo para entender con mayor facilidad y poder observar el diferencial entre una luz prendida y apagada.

```

SENSOR verde1; 473 SENSOR amarillo1; 154 SENSOR rojo1; 168
SENSOR verde1; 473 SENSOR amarillo1; 153 SENSOR rojo1; 168
SENSOR verde1; 468 SENSOR amarillo1; 154 SENSOR rojo1; 167
SENSOR verde1; 466 SENSOR amarillo1; 152 SENSOR rojo1; 96
SENSOR verde1; 120 SENSOR amarillo1; 154 SENSOR rojo1; 96
SENSOR verde1; 122 SENSOR amarillo1; 58 SENSOR rojo1; 98
SENSOR verde1; 122 SENSOR amarillo1; 54 SENSOR rojo1; 97
SENSOR verde1; 123 SENSOR amarillo1; 52 SENSOR rojo1; 96
SENSOR verde1; 127 SENSOR amarillo1; 52 SENSOR rojo1; 97
SENSOR verde1; 125 SENSOR amarillo1; 53 SENSOR rojo1; 168
SENSOR verde1; 125 SENSOR amarillo1; 153 SENSOR rojo1; 166
SENSOR verde1; 465 SENSOR amarillo1; 155 SENSOR rojo1; 169
SENSOR verde1; 467 SENSOR amarillo1; 157 SENSOR rojo1; 167
SENSOR verde1; 472 SENSOR amarillo1; 155 SENSOR rojo1; 168
SENSOR verde1; 470 SENSOR amarillo1; 156 SENSOR rojo1; 167

```

Figura 38. Resultado Obtenido al Probar los Sensores del Arduino

En la figura 38 se observan los valores representados en la escala de datos del Arduino, siendo los valores altos una subida de voltaje y los valores bajos una pérdida de voltaje.

Antes de proceder con las pruebas de los errores se procederá a revisar el cambio de luces en el circuito.

4.1.5 Pruebas del cambio de luces vía web y de ciclos

Una vez adquirido el dato de los tiempos vía Web, se procede a conectar todo el circuito del prototipo a las luces de los semáforos para realizar pruebas de funcionamiento, cambio de color, tiempo y cambio de ciclos.

En la siguiente tabla se aprecia capturas del prototipo en funcionamiento para cada color y para las intermitencias amarillas.

Adicionalmente, se incluyeron dos validaciones en esta parte de pruebas:

El circuito no puede cambiar su tiempo de manera inmediata lo cual ocasionaría un accidente vehicular de ser real, se considera que debe terminar el ciclo para proceder al cambio de luces.

El ciclo intermitente o ciclo de precaución no espera hasta finalizar los 110 segundos del ciclo para cambiar de vuelta a un tiempo normal; este cambia de manera inmediata apenas el circuito de control recibe la información de la página web.

Tabla 19. Tabla de Resultados de la recepción de datos y sus respectivas imágenes

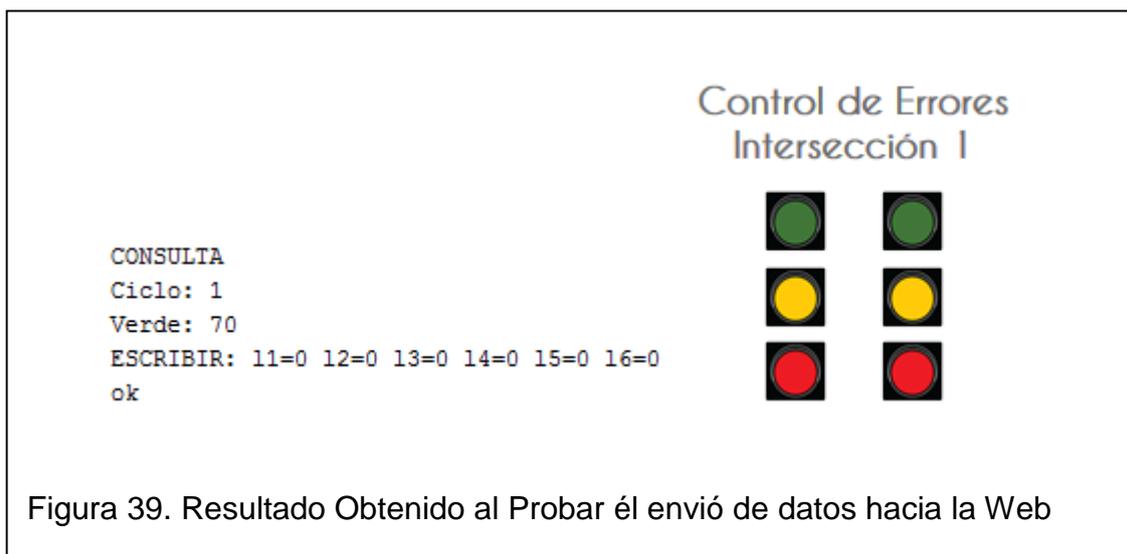
Información Web	Información Arduino	Resultado Luces
<p style="text-align: center;">Ciclos Predefinidos</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Preferencial Primario"/> <input checked="" type="button" value="Preferencial Secundario"/> <input type="button" value="Intermitente"/> <input type="button" value="Modificable"/> </p> <p>SEMAFORO 1 SEMAFORO 2</p> <p>VERDE <input type="text" value="34"/> VERDE <input type="text" value="70"/></p> <p>AMARILLO <input type="text" value="3"/> AMARILLO <input type="text" value="3"/></p> <p>ROJO <input type="text" value="73"/> ROJO <input type="text" value="37"/></p>	<p>CONSULTA Ciclo: 2 Verde: 34</p>	
<p style="text-align: center;">Ciclos Predefinidos</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Preferencial Primario"/> <input type="button" value="Preferencial Secundario"/> <input checked="" type="button" value="Intermitente"/> <input type="button" value="Modificable"/> </p> <p>SEMAFORO 1 SEMAFORO 2</p> <p>VERDE <input type="text" value="0"/> VERDE <input type="text" value="0"/></p> <p>AMARILLO <input type="text" value="3"/> AMARILLO <input type="text" value="3"/></p> <p>ROJO <input type="text" value="0"/> ROJO <input type="text" value="0"/></p>	<p>CONSULTA Ciclo: 3</p>	
<p style="text-align: center;">Ciclos Predefinidos</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Preferencial Primario"/> <input type="button" value="Preferencial Secundario"/> <input type="button" value="Intermitente"/> <input checked="" type="button" value="Modificable"/> </p> <p>SEMAFORO 1 SEMAFORO 2</p> <p>VERDE <input type="text" value="35"/> VERDE <input type="text" value="69"/></p> <p>AMARILLO <input type="text" value="3"/> AMARILLO <input type="text" value="3"/></p> <p>ROJO <input type="text" value="72"/> ROJO <input type="text" value="38"/></p>	<p>CONSULTA Ciclo: 4 Verde: 35</p>	

Esta información concluye las pruebas de recepción de datos vía web. Se procede a realizar pruebas en el envío de los datos para proceder con el control de errores.

4.1.6 Prueba de envío de datos hacia la web

El envío de datos a través del dispositivo GPRS hacia la página web se lo realiza a través de un método post y con un id de acceso como se explicó en el capítulo anterior. La información de errores a ser enviada es recibida por el sistema web de tal manera que se presente en la página para poder ilustrar de una mejor forma.

En la siguiente figura se aprecia la información de datos enviados por el Arduino y la respuesta obtenida vía Web.



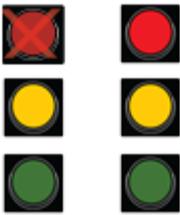
Se puede apreciar en la figura que el Arduino envía un número hacia la página, siendo 1 cuando una luz se encuentra apagada y 0 cuando las luces están en estado OK.

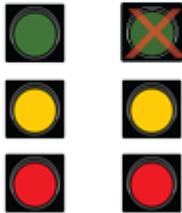
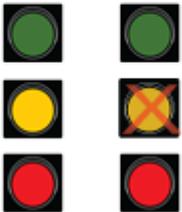
Durante esta etapa de pruebas se comprobó que el tiempo aproximado de envío y recepción de datos desde el Arduino hacia la página tiene un tiempo de delay alrededor de los 10-15 segundos. Es por esto que la página web no puede presentar datos en tiempo real porque el cambio desde el foco hasta la base no ocurre de manera instantánea.

4.1.7 Prueba de los errores vía web

Una vez comprobado el envío de errores se procede a realizar pruebas en los focos a través de interruptores que simulan errores para mostrar los cambios en la página Web.

Tabla 20. Tabla de resultados del envío de datos y sus respectivas imágenes.

Envió Errores Arduino	Resultado Web
<pre>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=1 12=0 13=0 14=0 15=0 16=0 ok</pre>	<p data-bbox="975 667 1294 752">Control de Errores Intersección I</p> 
<pre>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=1 13=0 14=0 15=0 16=0 ok</pre>	<p data-bbox="970 1099 1286 1184">Control de Errores Intersección I</p> 
<pre>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=0 13=1 14=0 15=0 16=0 ok</pre>	<p data-bbox="965 1529 1281 1615">Control de Errores Intersección I</p> 

<p>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=0 13=0 14=1 15=0 16=0 ok</p>	<p>Control de Errores Intersección I</p> 
<p>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=0 13=0 14=0 15=1 16=0 ok</p>	<p>Control de Errores Intersección I</p> 
<p>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=0 13=0 14=0 15=0 16=1 ok</p>	<p>Control de Errores Intersección I</p> 
<p>CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=1 12=1 13=1 14=1 15=1 16=1 ok</p>	<p>Control de Errores Intersección I</p> 

Además, se toma en consideración que la detección de errores solo ocurre cuando el foco debe encenderse y no lo hace, es decir, que al iniciar el programa si todos los focos se encuentran apagados se debe esperar el paso del encendido en el orden del ciclo para que el sensor detecte el error y la página lo muestre.

4.1.8 Prueba prototipo en funcionamiento

Una vez concluidas las pruebas referentes a la parte del circuito, se procede a colocar el prototipo en una maqueta para su presentación final como se muestra en la siguiente figura.



4.2 Pruebas sistema web

De igual manera se realizaron pruebas en varias partes del sistema web para comprobar su funcionamiento y correcto uso de su diseño.

A continuación, se describen las pruebas y resultados conseguidos en el sistema web actual del proyecto.

4.2.1 Inicio de sesión

Al iniciar la página web se presenta una pantalla de inicio de sesión con el logo adjunto en el Anexo1. Esta pantalla sirve gestionar el ingreso de los usuarios hacia la información de la página como se presenta en la siguiente figura.

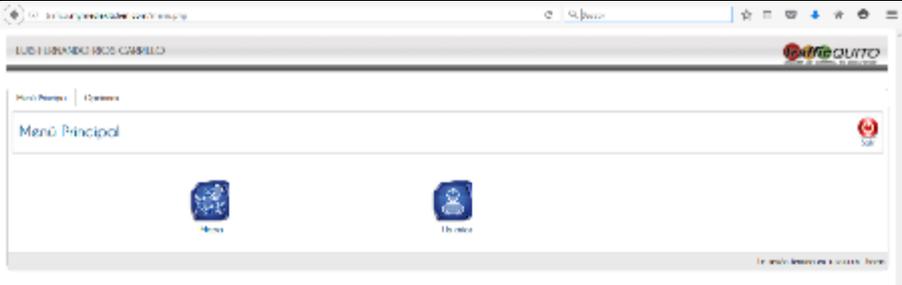


Dentro de esta página existen 3 tipos de validaciones:

- **Ingreso incorrecto:** ocurre al momento de ingresar con usuario no existente o con una contraseña incorrecta.
- **Ingreso bloqueado o desactivado por un administrador:** ocurre cuando un usuario ha sido bloqueado he intenta ingresar al sistema.
- **Ingreso correcto:** cuando un usuario ingresa correctamente su contraseña tiene acceso al sistema.

Esta información se observa a continuación:

Tabla 21. Tabla de Resultados Ingreso web.

Tipos de Ingreso Web	Resultado
Ingreso Incorrecto	
Ingreso Inactivo	
Ingreso Correcto	

Es importante tomar en cuenta que cuando un usuario ingresa al sistema, se crea una sesión con un contador que dura 25 minutos y que se reinicia cada que una página se refresca. En caso de tener inactividad por más de 25 minutos el sistema automáticamente terminará la sesión como se presenta a continuación en la siguiente figura:



Figura 42. Fin de Sesión debido a Inactividad

Una vez dentro del sistema se tendrá acceso al control de usuarios y al mapa de control como se mencionó en el capítulo anterior.

4.2.2 Control de usuarios

Primero se creó en la base de datos un súper usuario llamado admin para poder manipular la información de la página web. Este usuario no es modificable vía web; al intentar modificarlo obtendremos la siguiente pantalla de error.

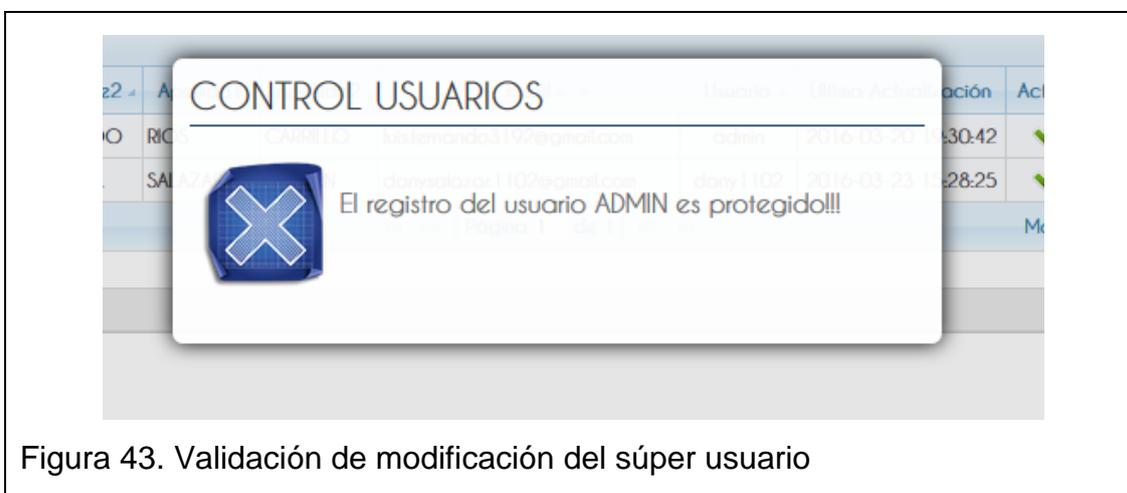


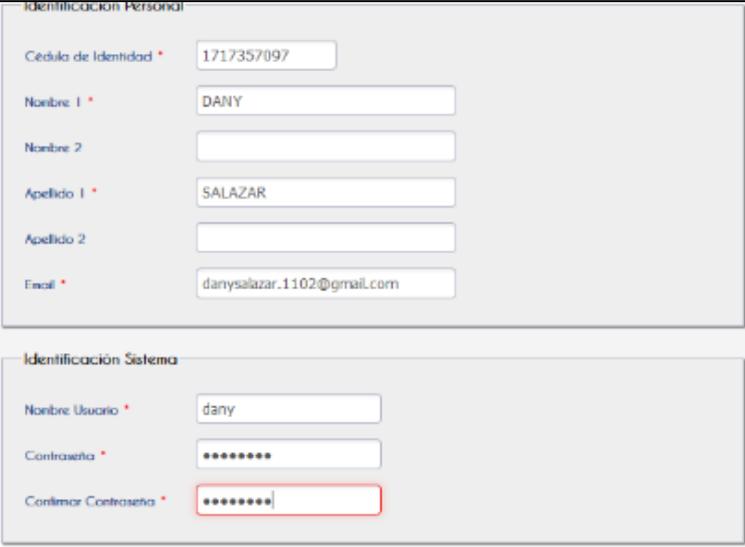
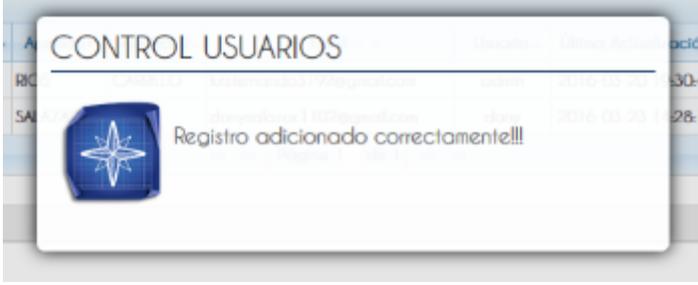
Figura 43. Validación de modificación del súper usuario

Una vez comprobado el ingreso se da clic al botón de control de usuarios para poder tener un control sobre los usuarios gestionados desde la página web. En esta pantalla se procede a crear, borrar, editar, y desactivar administradores ingresados en el sistema como se observa a continuación.

- **Creación de un usuario**

A continuación, se presenta la información referente al ingreso de un usuario en el sistema web.

Tabla 22. Tabla de Resultados Ingreso nuevo usuario

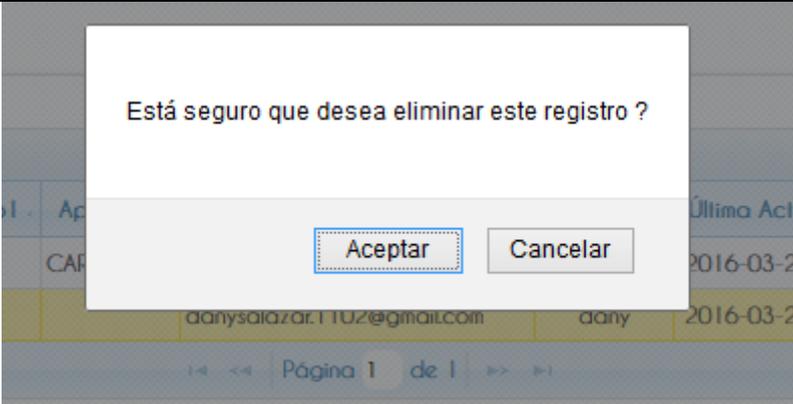
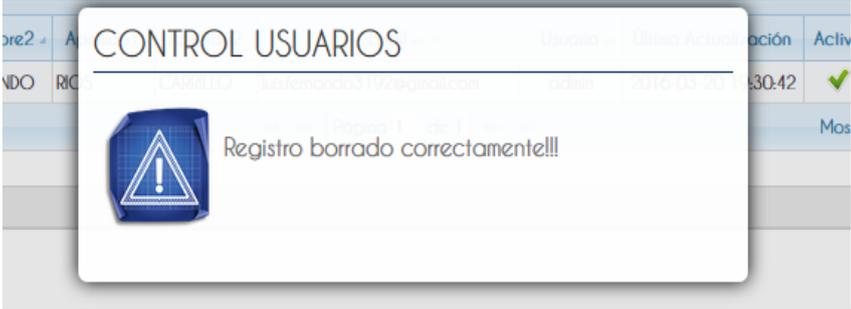
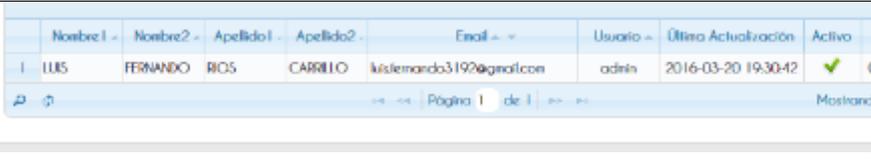
ACCIÓN																															
RESPUESTA																															
RESULTADO	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Nombre 1</th> <th>Nombre 2</th> <th>Apellido 1</th> <th>Apellido 2</th> <th>Email</th> <th>Usuario</th> <th>Última Actualización</th> <th>Activo</th> <th>Form Id</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>LUIS</td> <td>FRANANDO</td> <td>RICO</td> <td>CABRILLO</td> <td>luisfranando3192@gmail.com</td> <td>admin</td> <td>2016-03-20 19:30:42</td> <td>✓</td> <td>0000000002</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DANIELA</td> <td></td> <td>SALAZAR</td> <td></td> <td>danyosalazar.1102@gmail.com</td> <td>dany</td> <td>2016-03-23 14:08:04</td> <td>✓</td> <td>0000000003</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre 1	Nombre 2	Apellido 1	Apellido 2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	Form Id	1	LUIS	FRANANDO	RICO	CABRILLO	luisfranando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	0000000002	2	DANIELA		SALAZAR		danyosalazar.1102@gmail.com	dany	2016-03-23 14:08:04	✓	0000000003
	Nombre 1	Nombre 2	Apellido 1	Apellido 2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	Form Id																						
1	LUIS	FRANANDO	RICO	CABRILLO	luisfranando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	0000000002																						
2	DANIELA		SALAZAR		danyosalazar.1102@gmail.com	dany	2016-03-23 14:08:04	✓	0000000003																						

Como se explicó en el capítulo del software existen varias validaciones en el ingreso del usuario que se verán con mayor claridad en la siguiente figura.

- **Eliminación de un usuario**

De igual manera se realizaron pruebas con la eliminación de un usuario específico, estos son los resultados:

Tabla 23. Tabla de Resultados eliminación de un usuario

ACCIÓN																	
RESPUESTA																	
RESULTADO	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre 1</th> <th>Nombre 2</th> <th>Apellido 1</th> <th>Apellido 2</th> <th>Email</th> <th>Usuario</th> <th>Última Actualización</th> <th>Activo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LUIS</td> <td>FERNANDO</td> <td>RICOS</td> <td>CARRILLO</td> <td>luisfernando3192@gmail.com</td> <td>admin</td> <td>2016-03-20 19:30:42</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre 1	Nombre 2	Apellido 1	Apellido 2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	LUIS	FERNANDO	RICOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓
Nombre 1	Nombre 2	Apellido 1	Apellido 2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo										
LUIS	FERNANDO	RICOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓										

Nota: para poder eliminar un usuario primero se debe hacer una selección de lo contrario obtendremos un error como se presenta a continuación:

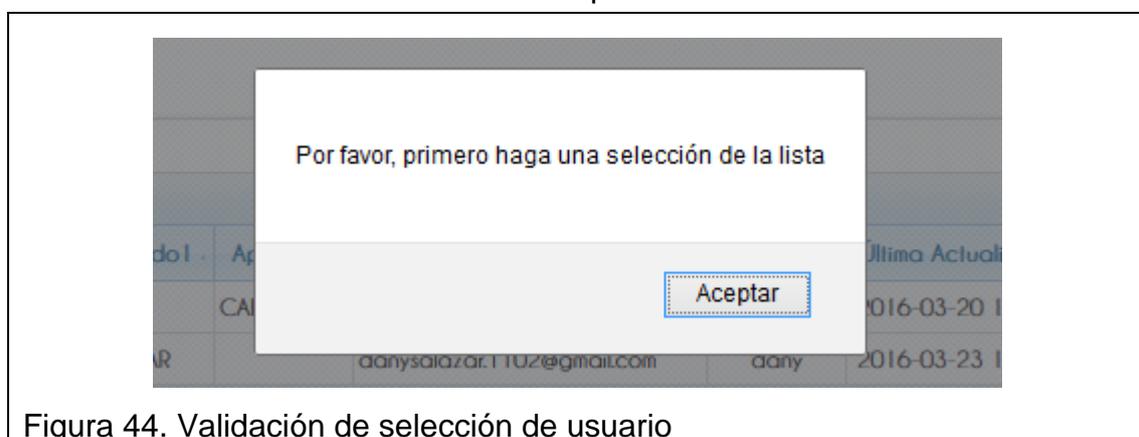
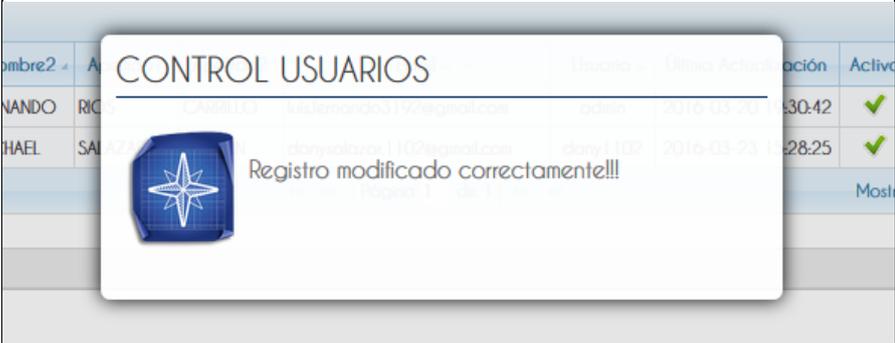


Figura 44. Validación de selección de usuario

- **Edición de un usuario**

Las pruebas de edición de usuario son muy similares a las pruebas anteriores con la misma validación de selección. A continuación, se presenta los resultados establecidos:

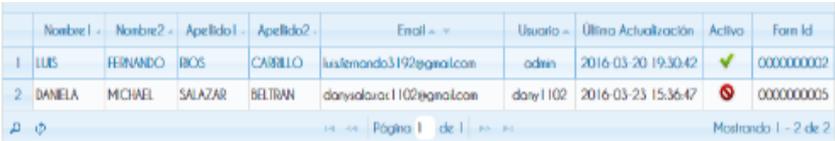
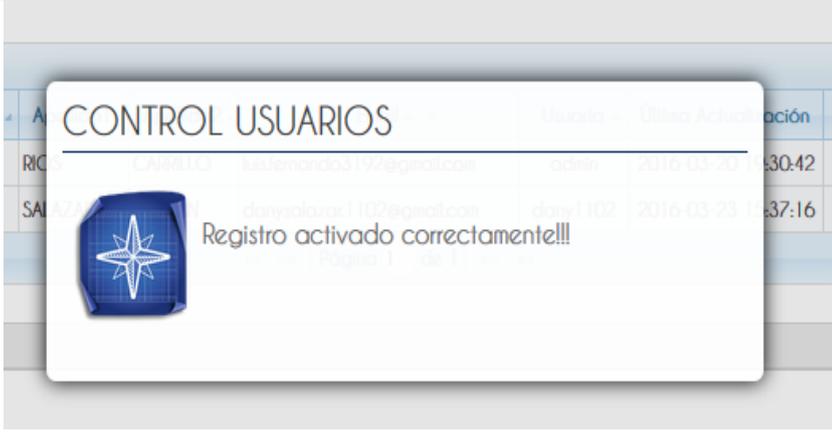
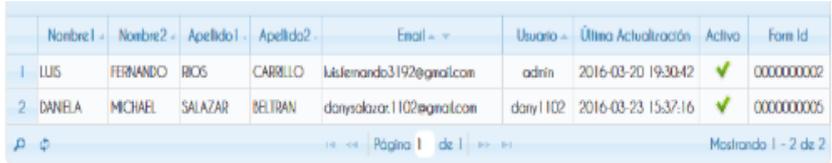
Tabla 24. Tabla de Resultados eliminación de un usuario

ACCIÓN	<div data-bbox="491 508 1342 972"> <p>Identificación Personal</p> <p>Cédula de Identidad * <input type="text" value="1717357097"/></p> <p>Nombre 1 * <input type="text" value="DANIELA"/></p> <p>Nombre 2 <input type="text" value="MICHAEL"/></p> <p>Apellido 1 * <input type="text" value="SALAZAR"/></p> <p>Apellido 2 <input type="text" value="BELTRAN"/></p> <p>Email * <input type="text" value="danysalazar.1102@gmail.com"/></p> </div> <div data-bbox="491 1010 1342 1151"> <p>Identificación Sistema</p> <p>Nombre Usuario * <input type="text" value="dany1102"/></p> </div>																											
RESPUESTA																												
RESULTADO	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Nombre 1</th> <th>Nombre 2</th> <th>Apellido 1</th> <th>Apellido 2</th> <th>Email</th> <th>Usuario</th> <th>Última Actualización</th> <th>Activo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>LUIS</td> <td>FERNANDO</td> <td>RIOS</td> <td>CARRILLO</td> <td>luisfernando3192@gmail.com</td> <td>admin</td> <td>2016-03-20 19:30:42</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DANIELA</td> <td>MICHAEL</td> <td>SALAZAR</td> <td>BELTRAN</td> <td>danysalazar.1102@gmail.com</td> <td>dany1102</td> <td>2016-03-23 15:28:25</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre 1	Nombre 2	Apellido 1	Apellido 2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	1	LUIS	FERNANDO	RIOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	2	DANIELA	MICHAEL	SALAZAR	BELTRAN	danysalazar.1102@gmail.com	dany1102	2016-03-23 15:28:25	✓
	Nombre 1	Nombre 2	Apellido 1	Apellido 2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo																				
1	LUIS	FERNANDO	RIOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓																				
2	DANIELA	MICHAEL	SALAZAR	BELTRAN	danysalazar.1102@gmail.com	dany1102	2016-03-23 15:28:25	✓																				

- **Activación y desactivación de un usuario**

Los usuarios tienen un estado donde pueden estar activos o inactivos. El momento que un usuario se encuentra inactivo no tiene acceso al sistema a pesar de ingresar de manera correcta la contraseña como se explicó en el anterior capítulo. Se ha creado esto a manera de seguridad interna de los administradores que controlan la página.

Tabla 25. Tabla de Resultados eliminación de un usuario

ACCIÓN	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre1</th> <th>Nombre2</th> <th>Apellido1</th> <th>Apellido2</th> <th>Email</th> <th>Usuario</th> <th>Última Actualización</th> <th>Activo</th> <th>Form Id</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>LUIS</td> <td>FERNANDO</td> <td>RIOS</td> <td>CARRILLO</td> <td>luisfernando3192@gmail.com</td> <td>admin</td> <td>2016-03-20 19:30:42</td> <td>✓</td> <td>0000000002</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DANIELA</td> <td>MICHAEL</td> <td>SALAZAR</td> <td>BELTRAN</td> <td>danyalaxa:1102@gmail.com</td> <td>dany1102</td> <td>2016-03-23 15:36:47</td> <td>✗</td> <td>0000000005</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre1	Nombre2	Apellido1	Apellido2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	Form Id	1	LUIS	FERNANDO	RIOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	0000000002	2	DANIELA	MICHAEL	SALAZAR	BELTRAN	danyalaxa:1102@gmail.com	dany1102	2016-03-23 15:36:47	✗	0000000005
Nombre1	Nombre2	Apellido1	Apellido2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	Form Id																						
1	LUIS	FERNANDO	RIOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	0000000002																					
2	DANIELA	MICHAEL	SALAZAR	BELTRAN	danyalaxa:1102@gmail.com	dany1102	2016-03-23 15:36:47	✗	0000000005																					
RESPUESTA																														
RESULTADO	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre1</th> <th>Nombre2</th> <th>Apellido1</th> <th>Apellido2</th> <th>Email</th> <th>Usuario</th> <th>Última Actualización</th> <th>Activo</th> <th>Form Id</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>LUIS</td> <td>FERNANDO</td> <td>RIOS</td> <td>CARRILLO</td> <td>luisfernando3192@gmail.com</td> <td>admin</td> <td>2016-03-20 19:30:42</td> <td>✓</td> <td>0000000002</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DANIELA</td> <td>MICHAEL</td> <td>SALAZAR</td> <td>BELTRAN</td> <td>danyalaxa:1102@gmail.com</td> <td>dany1102</td> <td>2016-03-23 15:37:16</td> <td>✓</td> <td>0000000005</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre1	Nombre2	Apellido1	Apellido2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	Form Id	1	LUIS	FERNANDO	RIOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	0000000002	2	DANIELA	MICHAEL	SALAZAR	BELTRAN	danyalaxa:1102@gmail.com	dany1102	2016-03-23 15:37:16	✓	0000000005
Nombre1	Nombre2	Apellido1	Apellido2	Email	Usuario	Última Actualización	Activo	Form Id																						
1	LUIS	FERNANDO	RIOS	CARRILLO	luisfernando3192@gmail.com	admin	2016-03-20 19:30:42	✓	0000000002																					
2	DANIELA	MICHAEL	SALAZAR	BELTRAN	danyalaxa:1102@gmail.com	dany1102	2016-03-23 15:37:16	✓	0000000005																					

De igual manera cabe recalcar que el Admin no puede ser inactivado.

Se procede a regresar al menú principal al dar clic en la opción de mapa; se ingresa al mapa donde se podrá ver la información relativa a los semáforos de control.

4.2.3 Mapa de control

Para finalizar el proyecto se ha creado una página donde se puede observar la información del mapa principal con todos los semáforos en funcionamiento. Se han añadido 3 semáforos a manera de prueba de escalabilidad. Sin embargo, solo uno está realmente conectado al circuito y por ende funciona realizando cambios al momento de conectar el circuito.

Al dar clic en uno de estos semáforos se obtendrá toda la información necesaria referente a la intersección, luces y su respectivo ciclo.

The screenshot displays a web-based traffic light control interface. At the top, a browser address bar shows the URL 'trafico.mymediakitchen.com/maps.php'. Below the browser, a navigation menu includes 'Menu Principal' and 'Opciones'. The main content area is divided into three sections:

- Mapa:** A Google Map showing the intersection of Avenida General Enriquez and Autopista Gral. Ruminahui. A traffic light icon is overlaid on the map at the intersection.
- Control de Errores Intersección 1:** A section with a 'Funcional' button and six traffic light icons (two red, two yellow, two green) arranged in a 2x3 grid.
- Ciclos Predefinidos:** A section with a 'Interrupción Secundaria' button and sub-buttons for 'Interrumpir' and 'Modificable'.

Below these sections, there are controls for two traffic lights:

- SEMAFORO 1:** Includes a dropdown menu, a 'VERDE 70' input field, an 'AMARILLO 3' input field, and a 'ROJO 37' input field.
- SEMAFORO 2:** Includes a 'VERDE 34' input field, an 'AMARILLO 3' input field, and a 'ROJO 73' input field.

At the bottom of the control panel, there are two color-coded light indicators: 'Semáforo 1' (green, yellow, red) and 'Semáforo 2' (red, yellow, green). A 'REGRESO' button is located at the bottom right of the control panel. The footer of the page contains the text 'La sesión termina en: 0:05:50 hora'.

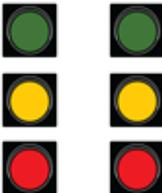
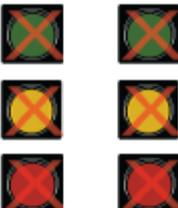
Figura 45. Información de la intersección uno en el mapa del software web

En la anterior figura se aprecia toda la información con más detalle. Al lado izquierdo de la pantalla se presenta el mapa y al lado derecho se presenta la información del control de luces, ciclos y el tiempo establecido en esa intersección.

Dentro del mapa se encuentran semáforos cuyas imágenes cambian dependiendo el estado enviado por el sistema de control.

Como se explicó en el capítulo anterior, existen 3 tipos de imágenes que pueden aparecer en el mapa como se muestra a continuación:

Tabla 26. Tabla de resultados para pruebas cambio de imagen

Información Arduino	Respuesta Web	Mapa
CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=1 13=1 14=1 15=0 16=0 ok	Control de Errores FUNCIONAL Intersección 1 	
CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=0 12=0 13=0 14=1 15=0 16=0 ok	Control de Errores ERROR PARCIAL Intersección 1 	
CONSULTA Ciclo: 1 Verde: 70 ESCRIBIR: 11=1 12=1 13=1 14=1 15=1 16=1 ok	Control de Errores ERROR TOTAL Intersección 1 	

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Luego de cumplir con el diseño del prototipo y someterlo a pruebas de configuración y conexión se puede concluir que el prototipo cumple con el alcance y los objetivos planteados inicialmente en el proyecto.

La cantidad de vehículos se ha incrementado de manera constante en la nación con un promedio anual del 17% desde el 2009 al 2013. En la provincia de Pichincha se presenta un promedio anual del 23% de incremento en los mismos años, haciendo que el tráfico incremente proporcionalmente a las cifras mencionadas anteriormente. (INEC, 2013). Es por esto que se concluye que el proyecto es necesario para las zonas rurales donde no existe un control sobre los semáforos.

Gracias al estudio de la intersección particular se pudo concluir que los semáforos fuera del control de la EPMMOP toman demasiado tiempo en ser arreglados, convirtiéndose en un problema vial constante y que además los métodos de alerta a través de redes sociales y/o vía telefónica no aceleran el proceso de ninguna manera.

Se concluye que las tecnologías inalámbricas como GPRS son ideales para los reguladores de los semáforos rurales a los cuales se destina este proyecto, porque resuelven la problemática del cableado, cuando la distancia es muy larga y no permite realizar una instalación.

Durante el diseño y pruebas de la fuente de poder única del prototipo se observó que la transmisión de datos por parte del Shield sim900 generaba un incremento en el uso de la corriente, donde se podía visualizar parpadeos en las luces por lo que se optó por utilizar fuentes independientes para el circuito de control y el circuito de conexión GPRS.

El sistema del proyecto de tesis es escalable pues el software puede ser adaptado a un mayor número fijo de semáforos. Tomando en cuenta que en la realidad este número de intersecciones es limitado y no cambia constantemente. Adicionalmente, puede ser aplicado a la mayoría de las intersecciones rurales a

las cuales está destinado. En casos especiales como semáforos no regulares (curvas, peatonal, buses) se debería analizar punto por punto a ser instalado previo a su instalación real para no cometer errores de funcionalidad.

Después de analizar los costos de una implementación del proyecto se determina que existe un ahorro en la instalación del prototipo versus los reguladores actuales. Sin embargo, se toma en cuenta que este proyecto no está destinado al reemplazo del actual si no como un apoyo a los semáforos fuera del área de servicio.

5.2 Recomendaciones

En la ciudad de Quito se complica la creación de vías alternas para alivianar el tráfico por lo que en un futuro se debería empezar a pensar en nuevos métodos de transporte o inclusive nuevos tipos de señales más inteligentes que las actuales para ayudar a reducir este problema diario.

Se recomienda crear un estudio por cada intersección previo a la instalación de semáforos y reguladores, de esta manera se configuran correctamente los dispositivos para regular el tráfico.

Se recomienda en un futuro la implementación de tecnología más avanzada para obtener así una mejor comunicación entre semáforos y vehículos de manera inteligente, permitiendo crear una ciudad autónoma en cuanto a circulación vehicular se refiere.

El uso de los componentes electrónicos se lo utilizó a manera de escala y por ende se redujo el tamaño de las luces de los semáforos. Se toma en consideración que si el diseño de las luces cambia a uno más grande se podría optar por un cambio por relés adecuados para la nueva aplicación para poder manejar el cambio sin afectar drásticamente al diseño inicial del prototipo.

Logrando un financiamiento adecuado se podría mejorar el prototipo mediante el uso de sensores de corriente de alta calidad para optimizar la detección de los errores y el nivel de respuesta del proyecto.

Se recomienda entregar manuales de instalación y uso del software para delegar a los administradores con el objetivo de mantener un buen uso del sistema web

REFERENCIAS

- ANT. (s,f). *Agencia nacional de Transito*. Recuperado el 23 de Agosto del 2015 de http://www.ant.gob.ec/index.php/ant/vision-mision-y-objetivos#.VdiquPI_Oko
- Arduino. (2016). *Pins del Arduino*. Recuperado el 15 de Septiembre del 2015 de Analog Input Pins: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInputPins>
- Arduino. (s.f.). *Arduino mega*. Recuperado el 16 de Agosto del 2015 de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Arduino. (s.f.). *Arduino Timer Library*. Recuperado el el 16 de Agosto del 2015 de <http://playground.arduino.cc/Code/Timer>
- Arduino. (s.f.). *Interrupciones*. Recuperado el 16 de Agosto del 2015 de <https://www.arduino.cc/en/Reference/AttachInterrupt>
- Auditory and non-auditory effects of noise on health. (2014). En M. B. Basner. The Lancet.
- BICIQUITO. (s.f.). *Información sobre BICIQUITO*. Recuperado el 14 de Agosto del 2015 de <http://www.biciquito.gob.ec/index.php/info/que-es.html>
- Cambridge. (2016). *Cambridge Dictionaries Online*. Recuperado el 1 de Agosto del 2015 de <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/flicker>
- CCOHS. (s.f.). *Particles Affect Respiratory System*. Recuperado el 14 de Agosto del 2015 de https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/how_do.html
- Comercio, E. (s,f). *Historia Comisión de Transito*. Recuperado el 23 de Agosto del 2015 de <http://www.elcomercio.com/actualidad/comision-transito-historia-guayas-ecuador.html>
- DefiniconAbc. (s.f.). *Definición Tráfico*. Recuperado el 11 de Julio del 2015 de <http://www.definicionabc.com/general/trafico.php>

Díaz, S. P. (2013). *Gestión Técnica del Tráfico*. Recuperado el 11 de Julio del 2015 de www.dgt.es/Galerias/la-dgt/.../TEMA_24_GESTION_TECNICA_TRAFICO.doc

Dirección de Estadísticas Económicas. (2013). *Anuario de Estadísticas de Transporte 2013*. Quito. Recuperado el 10 de Septiembre del 2015 de Ecuadorencifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2013.pdf

El Universo. (s,f). *eluniverso*. Recuperado el 28 de Julio del 2015 de <http://www.eluniverso.com/2010/05/03/1/1447/desde-hoy-rige-pico-placa-vias-quitenas.html>

El Comercio. (s,f). *Semaforos Quito*. Recuperado el 2 de Septiembre del 2015 de http://www.elcomercio.com/app_public_pro.php/actualidad/quito/semaforos-danados-son-riesgo.html

Electronics, M. (2016). *Mouser Electronics*. Recuperado el 3 de Diciembre del 2015 de <http://www.mouser.com/applications/open-source-hardware-galileo-pi/>

EPMMOP. (s,f). *Proyecto de movilidad de semaforos*. Recuperado el 16 de Octubre del 2015 de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/movilidad/semaforos>

EPMMOP. (s,f). *Semaforos DMQ Fase1*. Recuperado el 15 de Octubre del 2015 de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/movilidad/semaforos>.

EPMMOP. (s,f). *SISTEMA CENTRALIZADO ADAPTATIVO DE SEMAFORIZACIÓN*. Recuperado el 20 de Agosto del 2015 de EPMMOP: SISTEMA CENTRALIZADO ADAPTATIVO DE SEMAFORIZACIÓN

- EPMMOP. (s,f). *Video Institucional*. Recuperado el 23 de Agosto del 2015 de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/la-empresa/video-institucional>
- EPMMOP. (s,f). *Institución EPMMOP*. Recuperado el 16 de Agosto del 2015 de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/la-empresa/institucion>
- Española, R. A. (s.f.). *Definicion Semaforo*. Recuperado el 10 de Agosto del 2015 de <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=sem%E1foro>
- Española, R. A. (s.f.). *Real Academia Española*. Recuperado el 11 de Agosto del 2015 de <http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=esmog>
- FAIRCHILD. (2014). *Datasheet PN2222*. Recuperado el 15 de Enero del 2016 de <https://www.fairchildsemi.com/datasheets/PN/PN2222A.pdf>
- GOOGLE. (2016). *API google Maps Developers*. Recuperado el 10 de Febrero del 2016 de <https://developers.google.com/maps/?hl=es>
- HEBEILTD. (2016). *10MM superbright Leds*. Recuperado el 3 de Enero del 2016 de <http://www.hebeiltd.com.cn/?p=leds.9.10mm>
- History. (s.f.). *First Electric Traffic Signal*. Recuperado el 16 de Agosto del 2015 de <http://www.history.com/this-day-in-history/first-electric-traffic-signal-installed>
- INEC. (s,f). *Anuario de Estado de Transporte 2013*. Recuperado el 9 de Agosto del 2015 de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2012.pdf
- INTT. (s.f.). *GLOSARIO DE TÉRMINOS EDUCACIÓN Y SEGURIDAD VÍAL*. Recuperado el 1 de Agosto del 2015 de http://www.intt.gob.ve/repositorio/biblioteca/educacion_y_seguridad_vial/glosario%20de%20terminos%202013.pdf

- Lay, M. (1992). En *Ways of the World: A History of the World's Roads and of the Vehicles That Used Them* (pág. 199).
- Lin, Y. B. (2001). *General Packet Radio Service (GPRS): architecture, interfaces, and deployment*.
- Markershed. (s.f.). *Microcontroller Comparison*. Recuperado el 24 de Noviembre del 2015 de <http://www.makershed.com/pages/microcontroller-comparison>
- MTA. (2015). *Subway Statistics*. Recuperado el 24 de Noviembre del 2015 de <http://web.mta.info/nyct/facts/>.
- Nussey, J. (2013). *Arduino For Dummies*. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons, Ltd.
- Omar, O. (2012). *GPRS TECHNOLOGY*.
- OpenSignal. (s.f.). *Cobertura Quito*. Recuperado el 14 de Enero del 2016 de <http://opensignal.com/networks/ecuador/movistar-cobertura>
- Pazmiño, W. (8 de Julio de 2015). *Semaforizacion*. (L. Rios, Entrevistador)
- Php. (s.f.). *Inyección de SQL*. Recuperado el 15 de Diciembre del 2015 de <http://php.net/manual/es/security.database.sql-injection.php>
- Primer Semaforo De la Historia*. (2015). Recuperado el 16 de Agosto del 2015 de <http://www.erroreshistoricos.com/curiosidades-historicas/la-primera-vez-en-la-historia/1694-el-primer-semaforo-de-la-historia.html>
- Radio-Electronics*. (2013). *Tutorial GPRS*. Recuperado el 18 de Diciembre del 2015 de http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gprs/gprs_tutorial.php
- Roulet, S. (s,f). *Significado Semaforo*. Recuperado el 20 de Agosto del 2015 de <http://etimologias.dechile.net/?sema.foro>
- SeedStudio. (2016). *GPRS SHIELD SIM900*. Recuperado el 2 de Febrero del 2016 de http://www.seeedstudio.com/wiki/GPRS_Shield_V1.0

- SIMCom. (2010). *SIM900 AT Commands Set*. Recuperado el 18 de Diciembre del 2015 de http://www.amuroboclub.in/downloads/ebooks/GSM%20MANUAL_AT%20COMMANDS_SIM900_ATC_V1_00.pdf
- Spinellis, D. (2016). *Addressing Threats and Security Issues in World Wide Web Technology*. Greece.
- T Halonen, J. R. (2004). *GSM, GPRS and EDGE Performance Evolution Towards 3G*. London.
- Thomson, I. (2002). *Cepal*. Recuperado el 1 de Agosto del 2015 de http://www.cepal.org/publicaciones/xml/6/19336/lcg2175e_bull.pdf
- Transito, D. G. (s.f.). *Direccion nacional de transito*. Recuperado el 9 de Julio del 2015 de <http://www.dgt.es/es/la-dgt/quienes-somos/historia/>
- Vargas, I. (2010). *Tráfico y estrés, ¿un problema laboral?*. Recuperado el 10 de Julio del 2015 de <http://expansion.mx/mi-carrera/2010/07/29/trafico-y-estres-un-problema-laboral>.
- W3C. (s.f.). *Guía Breve de CSS*. Recuperado el 28 de Septiembre del 2015 de <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/HojasEstilo>
- W3schools. (s.f.). *HTML Tutorials*. Recuperado el 28 de Septiembre del 2015 de http://www.w3schools.com/html/html_intro.asp
- W3schools. (s.f.). *JavaScript Tutorial*. Recuperado el 29 de Septiembre del 2015 de <http://www.w3schools.com/js/default.asp>
- W3schools. (s.f.). *jQuery Tutorial*. Recuperado el 30 de Septiembre del 2015 de http://www.w3schools.com/jquery/jquery_intro.asp
- W3Schools. (s.f.). *PHP 5 Tutorial*. Recuperado el 20 de Septiembre del 2015 de <http://www.w3schools.com/php/>
- WampServer. (s.f.). *WampServer*. Recuperado el 10 de Septiembre del 2015 de <http://www.wampserver.com/en/>

ANEXOS

Anexo 1. Ilustración Logo Propio del Proyecto



Anexo 2. Materiales Electrónicos.

Tabla 27. Ítems del Prototipo

Tabla de ítems del prototipo		
Ítems	Cantidad	Características Principales
Arduino Mega	1	Micro controlador: ATmega2560 Voltaje de operación: 5V Pines Digitales: 54 Pines Analógicos: 16 Memoria Flash: 256KB SRAM: 8KB
SIM900 GPRS SHIELD	1	Multibanda Ideal para GPRS Ancho de Banda de Descarga: 85.6KBPS Ancho de Banda de Subida: 42.8 up Compatible con Arduino
PCB	3	Printed Circuit Board Compuesto de material aislante

Diodo 1N4007	6	Pico de Voltaje de Repetición Reversa: 1000v Máximo RMS de voltaje reverso: 700V Promedio Salida de Corriente Rectificada: 1A Temperatura: -65 tú +150
Led Rojo 10mm superbright	26	Caída de Voltaje: 1.8- 2.2VDC Corriente Máxima: 40ma Uso de Corriente de 30-40ma Pico de Corriente 50ma
Led Amarillo 10mm superbright	26	
Led Verde 10mm superbright	26	
Borneras M2	1	Corriente: 22 A Tensión: 250 V Paso: 5 mm Número de polos: 2
Transistor MMBT2222	6	Voltaje Colector Base:60V Voltaje Colector Emisor: 40V Voltaje Emisor Base: 6V Corriente colector: 200mA Temperatura Funcionamiento: -65 - 150 grados C
LM324	2	Funcionamiento: 3.0 V a 32V 4 amplificadores por paquete Temperatura Funcionamiento: -65 + 150 grados C
Capacitor 1uf	6	Funcionamiento: -40 + 85 grados C Tolerancia $\pm 20\%$ at 120Hz,
DCDCMINI	1	Sistemas de alimentación independientes

		Permiten la conversión a diversos niveles de voltaje Salida de voltaje constante
Resistencia 100	8	Rango de temperatura: -55 grados a 155 grados Tolerancia: $\pm 5\%$ Voltaje máximo: 1000V
Resistencia 330	7	
Resistencia 1k	6	
Resistencia 10m	6	
Resistencia 10k	6	
Resistencia 10M	6	
Regleta 4 Pines	3	Conexiones de pines: 4 Molduras polarizadas

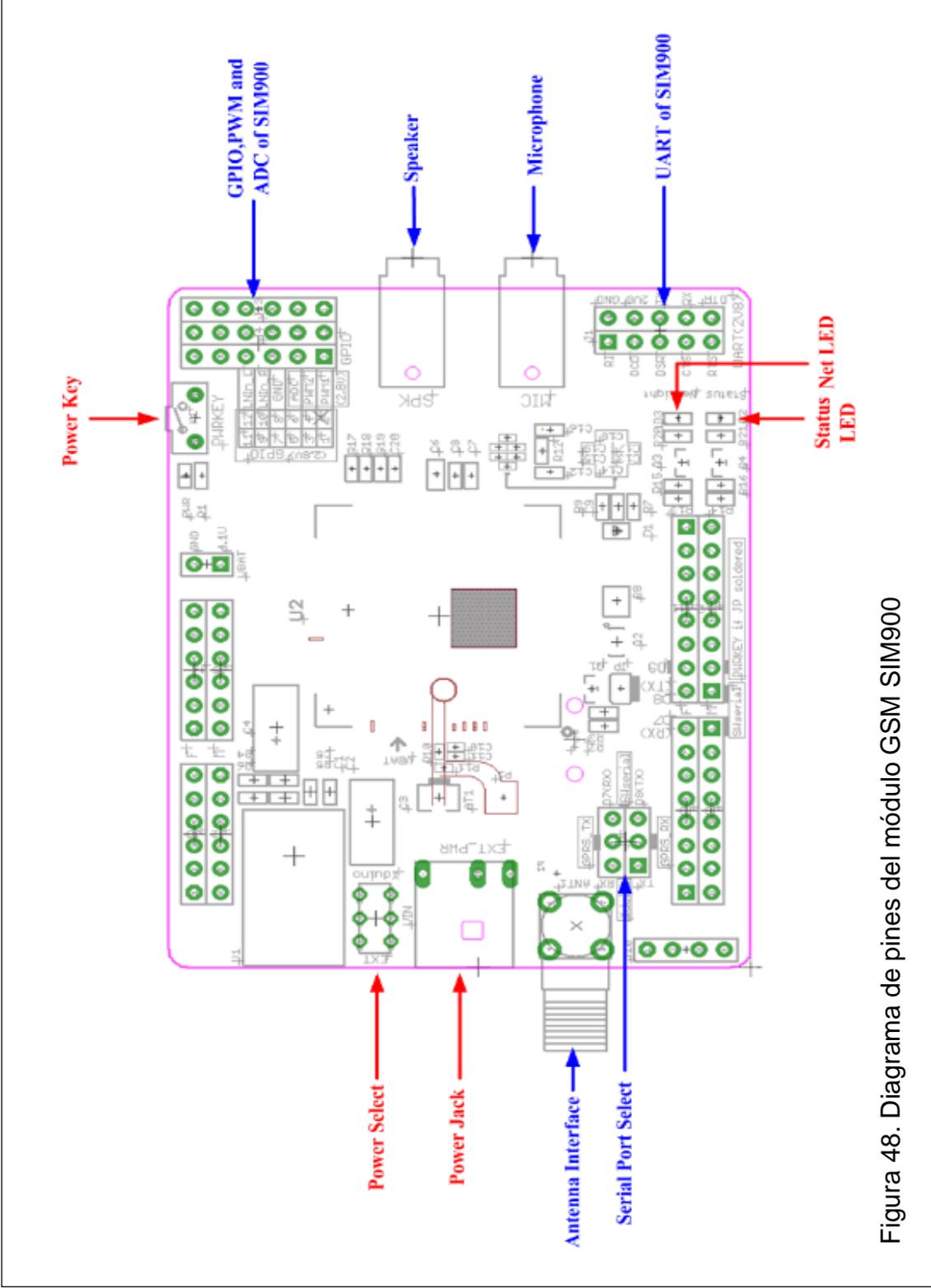


Figura 48. Diagrama de pines del módulo GSM SIM900

4V to 60V to 5V DC/DC Converter with Burst Mode Operation

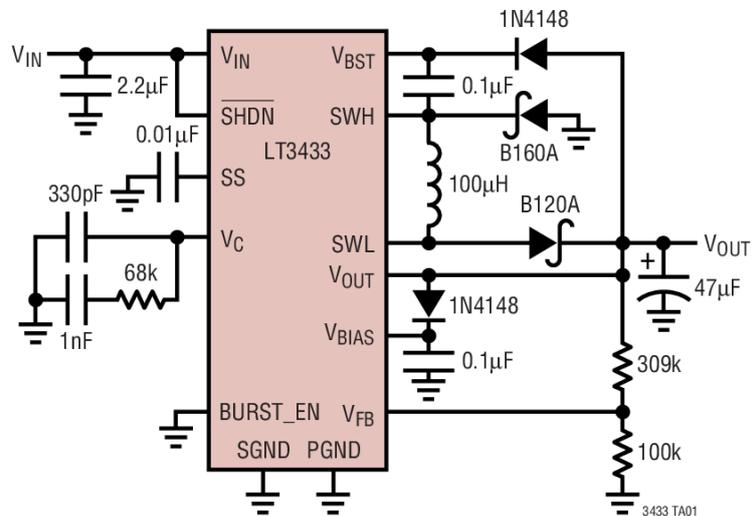


Figura 49. Diagrama de pines del DC-DC Regulador de voltaje a 5V

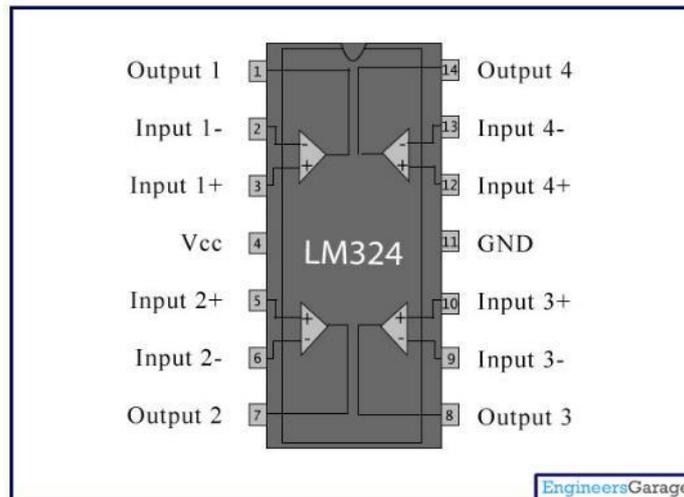


Figura 50. Diagrama de pines del amplificador operacional

Anexo 4. Planos Estructura Semáforo

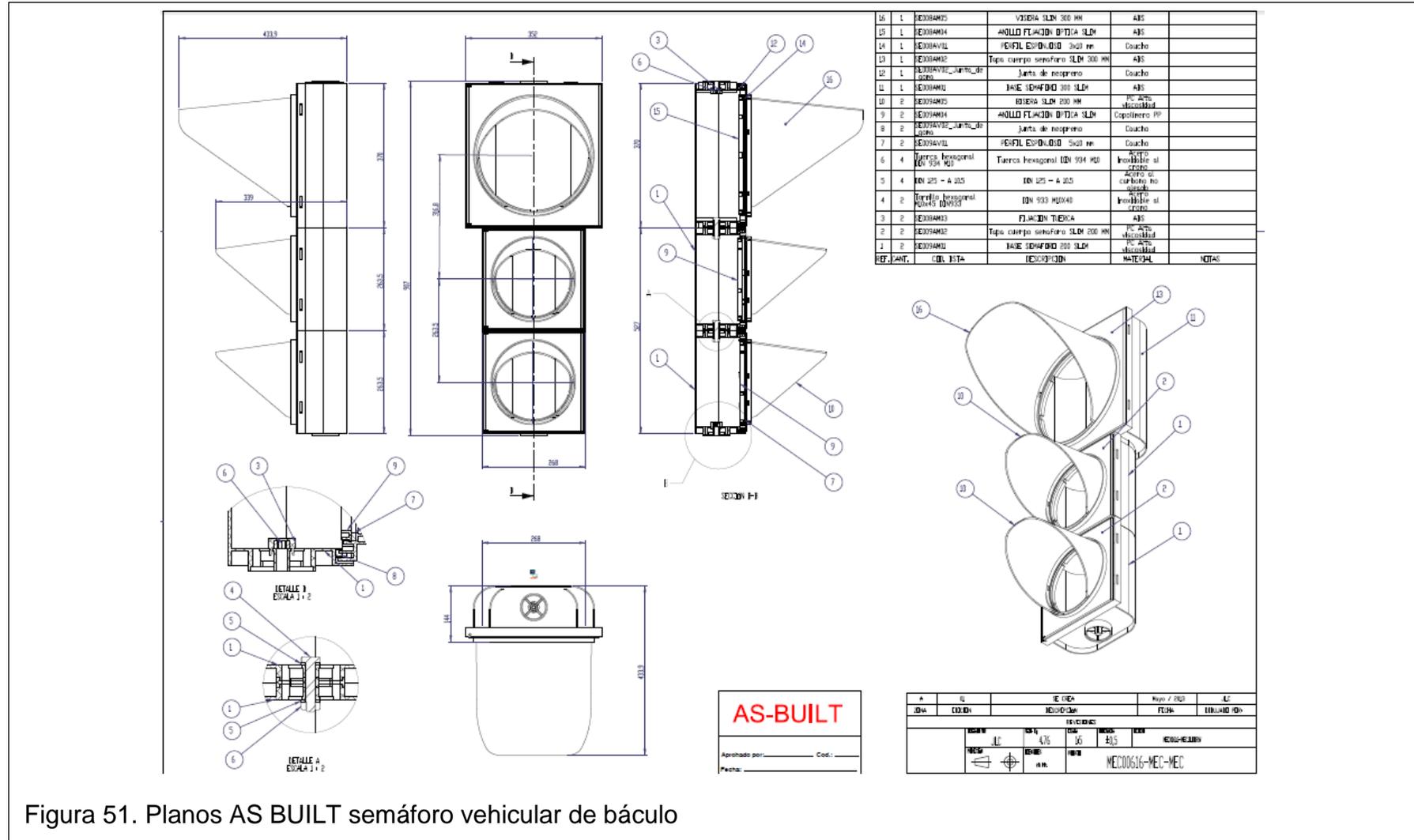


Figura 51. Planos AS BUILT semáforo vehicular de báculo

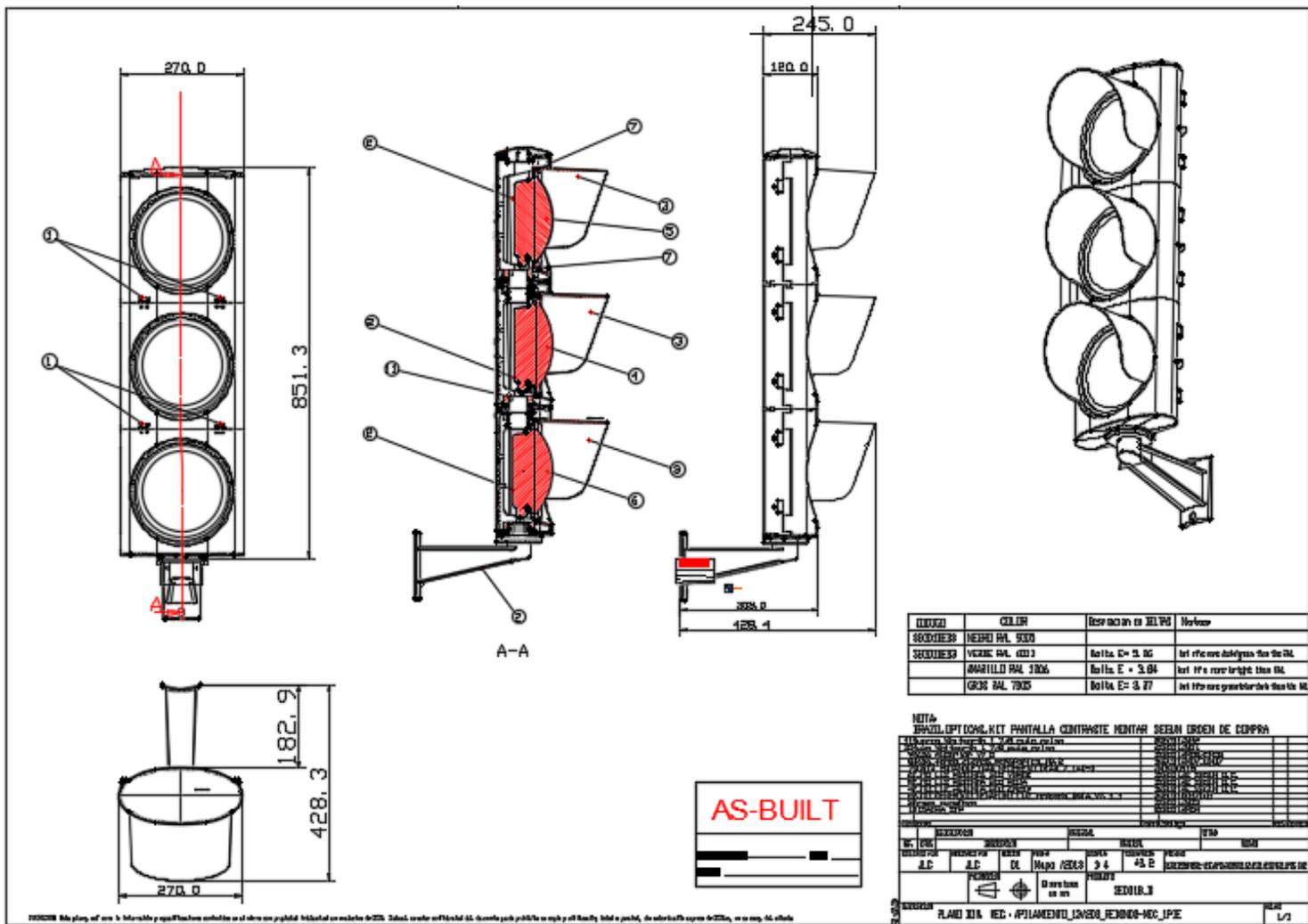


Figura 52. Planos AS BUILT semáforo vehicular

Anexo 5. Anuario de Estadísticas de Transporte

Tabla 28. Número de vehículos motorizados matriculados, por uso, según provincias

CUADRO No .-1
NÚMERO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS MATRICULADOS, POR USO, SEGÚN PROVINCIAS

PROVINCIA	TOTAL	USO DEL VEHÍCULO			
		PARTICULAR	ALQUILER	ESTADO	MUNICIPIO
TOTAL	1,717,886	1,633,693	56,703	21,003	6,487
AZUAY	99,913	96,469	2,298	713	433
BOLÍVAR	13,143	11,899	762	394	88
CAÑAR	40,092	38,584	1,013	301	194
CARCHI	19,318	17,878	1,086	276	78
CHIMBORAZO	43,511	40,541	1,863	835	272
COTOPAXI	55,015	52,494	1,837	560	124

EL ORO	73,898	71,081	2,058	581	178
ESMERALDAS	41,635	39,320	1,439	793	83
GALÁPAGOS	825	636	75	114	-
GUAYAS	437,138	418,706	15,138	2,752	542
IMBABURA	45,860	43,608	1,535	546	171
LOJA	41,579	39,299	1,211	848	221
LOS RÍOS	82,918	80,767	1,493	600	58
MANABÍ	147,807	138,056	8,260	1,302	189
MORONA SANTIAGO	7,692	6,618	530	346	198
NAPO	5,461	4,783	329	276	73
ORELLANA	12,245	10,995	765	403	82
PASTAZA	8,291	7,537	411	242	101
PICHINCHA	387,858	370,286	8,478	6,431	2,663
SANTA ELENA	13,598	12,876	461	255	6

SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	32,693	30,444	1,636	461	152
SUCUMBIOS	21,087	19,272	682	925	208
TUNGURAHUA	80,694	76,584	3,037	812	261
ZAMORA CHINCHIPE	5,615	4,960	306	237	112

Tabla 29. Accidentes de Tránsito a Nivel Nacional

ANUARIO DE ESTADISTICAS DE TRANSPORTE
ACCIDENTES DE TRANSITO A NIVEL NACIONAL (ANOS:2012-2013)

AÑOS	TOTAL	CLASE DE ACCIDENTES						
		CHOQUES	CAÍDA PASAJEROS	ATROPELLOS	ESTRELLAMIENTOS	VOLCAMIENTOS	ROZAMIENTOS	OTROS
2012	23,854	10,936	488	4,147	3,602	1,088	1,636	1,957
2013	28,169	13,145	564	4,769	5,181	1,103	1,769	1,638

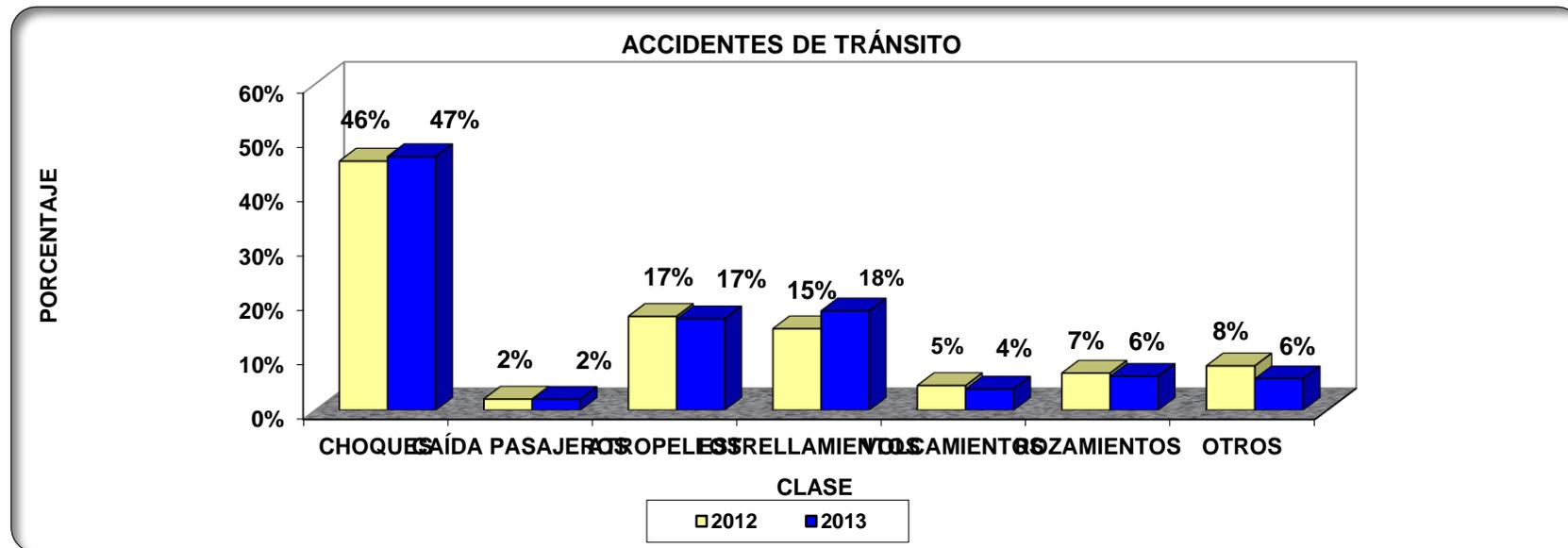


Tabla 30. Accidentes de Tránsito por Meses Según Provincia

CUADRO No.- 14
ACCIDENTES DE TRÁNSITO
NÚMERO DE ACCIDENTES POR MESES, SEGÚN PROVINCIAS

PROVINCIA	TOTAL	MESES											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TOTAL PAIS:	28,169	2,068	1,992	2,161	2,074	2,070	2,206	2,124	2,340	2,295	2,617	2,812	3,410
AZUAY	1,008	80	64	70	70	28	17	64	120	79	156	105	155
BOLIVAR	171	10	15	12	8	11	18	14	18	10	20	15	20
CAÑAR	344	32	25	26	23	25	36	26	34	27	29	34	27
CARCHI	204	16	17	23	22	19	14	21	16	16	9	16	15
COTOPAXI	685	45	56	57	51	55	66	57	58	62	58	55	65

CHIMBORAZO	680	57	47	50	53	59	80	66	51	70	55	40	52
EL ORO	995	83	87	85	79	69	81	80	94	72	77	89	99
ESMERALDAS	351	35	33	21	22	33	40	22	41	25	25	22	32
GUAYAS	10,385	756	762	783	846	817	844	834	896	833	950	946	1,118
IMBABURA	807	71	60	73	73	91	73	71	60	55	68	61	51
LOJA	864	39	37	55	49	36	53	38	27	93	205	183	49
LOS RÍOS	1,137	70	94	99	106	101	88	96	87	96	82	97	121
MANABÍ	1,398	118	100	108	96	88	90	97	134	124	139	129	175
MORONA SANTIAGO	186	16	17	15	15	14	16	12	15	18	21	16	11
NAPO	203	22	17	19	12	16	13	12	18	16	20	18	20
PASTAZA	254	21	17	19	14	19	19	25	23	24	25	21	27
PICHINCHA	5,531	352	294	368	300	353	425	353	427	425	437	717	1,080
TUNGURAHUA	979	90	67	77	77	85	89	75	70	85	78	88	98

ZAMORA CHINCHI PE	180	18	19	12	13	10	14	9	13	25	15	15	17
GALÁPAGOS	9	-	1	-	-	2	-	2	-	2	1	1	-
SUCUMBIOS	131	21	22	20	8	15	6	8	8	6	3	6	8
ORELLANA	227	19	17	29	20	25	16	17	12	13	20	13	26
STO.DOMINGO DE LOS TSACHILAS	731	39	56	66	61	50	70	72	74	61	59	60	63
STA.ELENA	709	58	68	74	56	49	38	53	44	58	65	65	81

Anexo 6. Código Utilizado en el Sistema Arduino

```
#include <TimerOne.h>   int mv2 = 100;
                        int mm2 = 160;
                        int mr2 = 249;

String inSIM900 = "";
String s1, s2, s3;
String dato = "";
int ciclo = 1;
int verde = 70;
int guardar = 1;
int iniR = 0;
long cSeg = 0;

int v1 = 10;
int m1 = 6;
int r1 = 5;
int v2 = 4;
int m2 = 3;
int r2 = 2;

int ev1 = 0;
int em1 = 0;
int er1 = 0;
int ev2 = 0;
int em2 = 0;
int er2 = 0;

int mv1 = 200;
int mm1 = 100;

int sv1 = A5;
int sm1 = A3;
int srl = A4;
int sv2 = A2;
int sm2 = A1;
int sr2 = A0;
int sV = 0;

int tc = 1;
int tv1 = 70;

int sM = LOW;
void setup(){
    pinMode(v1, OUTPUT);
    pinMode(m1, OUTPUT);
    pinMode(r1, OUTPUT);
    pinMode(v2, OUTPUT);
    pinMode(m2, OUTPUT);
    pinMode(r2, OUTPUT);
    Timer1.initialize(1000000); // set e
    Timer1.attachInterrupt( timerIsr );
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("GSM 2400");

    Serial1.begin(2400);
    ini();
    s1 = "";
}

void loop(){
    consultar();
    delay(1000);
    escribir(ev1,em1,er1,ev2,em2,er2);
    delay(1000);
}

void timerIsr(){
    if(cSeg == 0){
        tc = ciclo;
        tv1 = verde;
    }
    if(tc==1){
        if(cSeg<tv1){
            digitalWrite(v1, HIGH);
            digitalWrite(m1, LOW);
            digitalWrite(r1, LOW);
            delay(200);
            sV = analogRead(sv1);
            //Serial.print("ANALOG: ");
```



```

    }else{
        digitalWrite(v2, LOW);
        digitalWrite(m2, HIGH);
        digitalWrite(r2, LOW);
        delay(200);
        sV = analogRead(sm2);
        if(sV<mm2){
            em2 = 1;
        }else{
            em2 = 0;
        }
    }
}
if(tc==2){
    if(cSeg<110-tv1-3){
        digitalWrite(v1, HIGH);
        digitalWrite(m1, LOW);
        digitalWrite(r1, LOW);
        delay(200);
        sV = analogRead(sv1);
        if(sV<mv1){
            ev1 = 1;
        }else{
            ev1 = 0;
        }
    }else if((cSeg>=110-tv1-3) && (cSeg<110-tv1)){
        digitalWrite(v1, LOW);
        digitalWrite(m1, LOW);
        digitalWrite(r1, HIGH);
        delay(200);
        sV = analogRead(sr1);
        if(sV<mr1){
            er1 = 1;
        }else{
            er1 = 0;
        }
    }
    if(cSeg<110-tv1){
        digitalWrite(v2, LOW);
        digitalWrite(m2, LOW);
        digitalWrite(r2, HIGH);
        delay(200);
        sV = analogRead(sr2);
        if(sV<mr2){
            er2 = 1;
        }else{
            er2 = 0;
        }
    }else if((cSeg>=110-tv1) && (cSeg<110-3)){
        digitalWrite(v2, HIGH);
        digitalWrite(m2, LOW);
        digitalWrite(r2, LOW);
        delay(200);
        sV = analogRead(sv2);

```

```

        ev2 = 1;
    }else{
        ev2 = 0;
    }
}else{
    digitalWrite(v2, LOW);
    digitalWrite(m2, HIGH);
    digitalWrite(r2, LOW);
    delay(200);
    sV = analogRead(sm2);
    if(sV<mm2){
        em2 = 1;
    }else{
        em2 = 0;
    }
}
}
}

if(tc==3){

    if (sM == LOW){
        sM = HIGH;
    }else{
        sM = LOW;
    }
    digitalWrite(v1, LOW);
    digitalWrite(m1, sM);

    digitalWrite(m1, sM);
    digitalWrite(r1, LOW);
    digitalWrite(v2, LOW);
    digitalWrite(m2, sM);
    digitalWrite(r2, LOW);
    if(sM == HIGH){
        delay(200);
        sV = analogRead(sm1);
        //Serial.print("SENSOR amarillo; ");//prueba con amarillo
        //Serial.println(sV);
        if(sV<mm1){
            em1 = 1;
        }else{
            em1 = 0;
        }
        delay(10);
        sV = analogRead(sm2);
        if(sV<mm2){
            em2 = 1;
        }else{
            em2 = 0;
        }
    }
    tc = ciclo;
    tvl = verde;
    cSeg = 0;
}
}

```

```

if(tc==4){
  if(cSeg<tv1){
    digitalWrite(v1, HIGH);
    digitalWrite(m1, LOW);
    digitalWrite(r1, LOW);
    delay(200);
    sV = analogRead(sv1);
    if(sV<mv1){
      ev1 = 1;
    }else{
      ev1 = 0;
    }
  }else if((cSeg>=tv1) && (cSeg<tv1+3)){
    digitalWrite(v1, LOW);
    digitalWrite(m1, HIGH);
    digitalWrite(r1, LOW);
    delay(200);
    sV = analogRead(sml);
    //Serial.print("SENSOR amarillo; ");//prueba con amarillo
    //Serial.println(sV);
    if(sV<mm1){
      em1 = 1;
    }else{
      em1 = 0;
    }
  }else{
    digitalWrite(v1, LOW);
    digitalWrite(r1, HIGH);
    delay(200);
    sV = analogRead(srl);
    if(sV<mr1){
      er1 = 1;
    }else{
      er1 = 0;
    }
  }
  if(cSeg<tv1+3){
    digitalWrite(v2, LOW);
    digitalWrite(m2, LOW);
    digitalWrite(r2, HIGH);
    delay(200);
    sV = analogRead(sr2);
    if(sV<mr2){
      er2 = 1;
    }else{
      er2 = 0;
    }
  }else if((cSeg>=tv1+3) && (110-3)){
    digitalWrite(v2, HIGH);
    digitalWrite(m2, LOW);
    digitalWrite(r2, LOW);
    delay(200);
    sV = analogRead(sv2);
    if(sV<mv2){

```

```

    }else{
        ev2 = 0;
    }
}else{
    digitalWrite(v2, LOW);
    digitalWrite(m2, HIGH);
    digitalWrite(r2, LOW);
    delay(200);
    sV = analogRead(sm2);
    if(sV<mm2){
        em2 = 1;
    }else{
        em2 = 0;
    }
}
}
}

cSeg++;
if(cSeg>110){
    cSeg = 0;
    Serial.println("Fin Ciclo");
}
//Serial.print("S:");
//Serial.println(cSeg);

void ini (){
    while(iniR==0){
        Serial.println("INI GEN");
        digitalWrite(9, HIGH);
        delay(1000);
        digitalWrite(9, LOW);
        delay(1000);
        while(s3!="+CPIN: READY\r\n"){
            leer();
        }
        s3="";
        Serial.println("AT INI");
        Serial1.println("AT");
        while(s3!="OK\r\n"){
            leer();
        }
        s3="";
        Serial.println("CONF2");
        s2 = s1 + "AT+SAPBR=3,1,"+""+"Contype"+""+", "+""+"GPRS"+"";
        Serial1.println(s2);
        while(s3!="OK\r\n"){
            leer();
        }
        s3="";
        Serial.println("CONF3");
        s2 = s1 + "AT+SAPBR=3,1,"+""+"APN"+""+", "+""+"internet.claro.com.ec"+"";
        Serial1.println(s2);
    }
}

```

```
    leer();
  }
  delay(6000);
  s3="";
  Serial.println("CONF4");
  s2 = s1 + "AT+SAPBR =1,1";
  Serial1.println(s2);
  while( (s3!="OK\r\n") && (s3!="ERROR\r\n")){
    leer();
  }
  if(s3=="OK\r\n"){
    Serial.println("INI OK");
    iniR=1;
  }
  if(s3=="ERROR\r\n"){
    Serial.println("INI ERROR");
    digitalWrite(9, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(9, LOW);
    delay(5000);
  }
  s3="";
}

Serial.println("CONF5");
s2 = s1 + "AT+SAPBR=2,1";
Serial1.println(s2);
```

```

        leer();
    }
    s3="";
    Serial.println("CONF6");
    s2 = s1 + "AT+HTTPIPINIT";
    Serial1.println(s2);
    while(s3!="OK\r\n"){
        leer();
    }
    s3="";
    Serial.println("CONF7");
    s2 = s1 + "AT+HTTTPARA="+'"'+CID+'"'+", "+1";
    Serial1.println(s2);
    while(s3!="OK\r\n"){
        leer();
    }
    s3="";
}

void consultar(){
    Serial.println("CONSULTA");
    s2 = s1 + "AT+HTTTPARA="+'"'+URL+'"'+", "+'"'+http://trafico.mymediakitchen.com/info.php"
    /* delay(2000);
    Serial1.println(s2);
    delay(500);
    /* while(s3!="OK\r\n"){
        while(s3!=s2+"\r\n"){

```

```
}
s3="";
delay(200);
s2 = s1 + "AT+HTTPACTION=0";
Serial1.println(s2);
// while(s3!="OK\r\n"){
while(s3.substring(0,3)!="HT"){
  leer();
}
s3="";
s2 = s1 + "AT+HTTTPREAD";
Serial1.println(s2);
while(s3!="OK\r\n"){
  dato = s3;
  leer();
}
//Serial.print("Dato: ");
//Serial.print(dato);
if(dato!="AT+HTTTPREAD\r\n"){
  if(dato.length()>5){
    s2=dato.substring(0,dato.length()-5);
    ciclo =s2.toInt();
    Serial.print("Ciclo: ");
    Serial.println(ciclo);

    s2=dato.substring(2,4);
    verde =s2.toInt();
```

```
        Serial.println(verde);
    }
}
s3="";
}

void escribir(int a1,int a2,int a3,int a4,int a5,int a6){
    Serial.print("ESCRIBIR: ");
    s2 = s1 + "11="+ a1+" 12="+a2+" 13="+a3+" 14="+a4+" 15="+a5+" 16="+a6;
    Serial.println(s2);
    s2 = s1 + "AT+HTTTPARA="+''+"URL"+''+','+''+"http://trafico.mymediakitchen.com/luces.php
// delay(2000);
    Serial.println(s2);
    delay(1500);
    //while(s3!=s2+"\r\n"){
    // leer();
    //}
    //s3="";

    s2 = s1 + "AT+HTTTPACTION=0";
    Serial.println(s2);
    // while(s3!="OK\r\n"){
    while(s3.substring(0,3)!="HT"){
        leer();
    }
    s3="";
    s2 = s1 + "AT+HTTTPREAD";
```

```

while(s3!="OK\r\n"){
    dato = s3;
    leer();
}
Serial.println(dato);
}

void leer (){
    delay(200);
    int cLeer = 0;
    while (Serial1.available()==0){
        delay (100);
        cLeer ++;
        if(cLeer >= 60){
            break;
        }
    }
    if(cLeer<20){
        while (Serial1.available() > 0) {
            int inChar = Serial1.read();
            inSIM900 += (char)inChar;
            if (inChar == '\n') {
                //Serial.println(inSIM900);
                if(guardar == 1){
                    if(inSIM900.length()>2){
                        s3 = inSIM900;
                    }
                }
            }
        }
    }
    else{
        delay(200);
    }
}
}

```

Figura 53. Código programa Arduino

Anexo 7: Información de Intersecciones con Regulador Semafórico Sistema Actual

Tabla 31. Mediciones Finales de la Fase 1-4 del Sistema Actual

OC PROYECTO UTC QUITO			
Num	Ubicación	Intersección incluida	B. Regulador
138	MARISCAL SUCRE - HUAYANAY		1
184	MARISCAL SUCRE - TERMINAL TERRESTRE		1
164	CONDOR ÑAN - ENTRADA TERMINAL QUITUMBE		1
165	CONDOR ÑAN - SALIDA TERMINAL QUITUMBE		1
147	MARISCAL SUCRE / CONDOR ÑAN Y PARADA		1
152	MARISCAL SUCRE / MATILDE ALVAREZ Y PARADA		1
140	MARISCAL SUCRE - MORAN VALVERDE	Incluye ubicación 139 (PP Las Cuadras)	1
150	MARISCAL SUCRE / LUIS FRANCISCO LOPEZ y CESPEDES		1
148	MARISCAL SUCRE / CUSUBAMBA	Inc. 614 Parada Cusubamba	1
163	MARISCAL SUCRE / TAISHA PARADA		1
156	MARISCAL SUCRE / TABIAZO		1
154	MARISCAL SUCRE / PILALO = PARADA		1

158	MARISCAL SUCRE / TOACAZO ANGAMARCA		1
137	MARISCAL SUCRE - HERNAN MOINER		1
142	MARISCAL SUCRE / AJAVI	Inc. 615 Parada Ajavi	1
145	MARISCAL SUCRE / CAMACARO PARADA		1
143	MARISCAL SUCRE / ALONSO DE ANGULO	Incluye ubicación 160 (Canelo - Capiro)	1
153	MARISCAL SUCRE / MICHELENA/CHILIBULO	Incluye ubicación 146 (Chilibulo)	1
151	MARISCAL SUCRE / LUIS ITURRALDE		1
157	MARISCAL SUCRE / TNTE. HUGO ORTIZ	Inc. 616 Parada Hugo Ortiz	1
186	MARISCAL SUCRE / PURUHA		1
155	MARISCAL SUCRE / CANARIS		1
149	MARISCAL SUCRE / DE LOS LIBERTADORES		1
141	MARISCAL SUCRE - R. CHAVEZ - B. CARAQUEZ	Inc. 617 Parada Rodrigo de Chavez	1
168	GRAL. ALBERTO ENRIQUEZ / BARBA / NECOCHEA		1
180	MARISCAL SUCRE / PAYA / BARBA		1
166	MARISCAL SUCRE - INGRESO GIRO MIRAFLORES		1
35	AV. ELOY ALFARO / GASPAS DE VILLARROEL (URRUTIA)		1
185	AV. ELOY ALFARO / GASPAS DE VILLARROEL (ENTRADA)		1
38	AV. ELOY ALFARO / QUIERI		1
177	GUAYAQUIL - SUCRE		1

175	GUAYAQUIL - BOLÍVAR		1
567	MONTUFAR - MEJÍA		1
568	MONTUFAR - OLMEDO		1
566	MONTUFAR - MANABÍ		1
565	MONTUFAR - ESMERALDAS		1
569	MONTUFAR - ORIENTE		1
570	MONTUFAR / ROCAFUERTE		1
571	MONTUFAR / SUCRE		1
503	FLORES - ESPEJO		1
501	FLORES - CHILE		1
505	FLORES - MEJÍA		1
507	FLORES - OLMEDO		1
350	6 DE DICIEMBRE - INTEROCEANICA P.P.1	351 6 DE DICIEMBRE - INTEROCEANICA P.P.2	1
349	6 DE DICIEMBRE - INTEROCEANICA	342 6 DE DICIEMBRE – BELGICA	1
365	6 DE DICIEMBRE – PONCE	366 6 DE DICIEMBRE - PONCE P.P.1	1
374	6 DE DICIEMBRE – WIMPER		1
439	DIEGO DE ALMAGRO - WIMPER		1
438	DIEGO DE ALMAGRO - REPUBLICA	437 DIEGO DE ALMAGRO - PRADERA	1
370	6 DE DICIEMBRE - REPUBLICA	341 6 DE DICIEMBRE - ALPALLANA P.P.2	1
360	6 DE DICIEMBRE - ORELLANA	361 6 DE DICIEMBRE - ORELLANA P.P.1 y 362 6 DE DICIEMBRE - ORELLANA P.P.2	1

345	6 DE DICIEMBRE - CRISTOBAL COLON	348 6 DE DICIEMBRE - HOSPITAL B. O. P.P.1	1
357	6 DE DICIEMBRE - LUIS CORDERO		1
356	6 DE DICIEMBRE - LIZARDO GARCÍA		1
358	6 DE DICIEMBRE - MARISCAL FOCH	373 6 DE DICIEMBRE - WILSON	1
347	6 DE DICIEMBRE - GRAL. VEINTIMILLA	354 6 DE DICIEMBRE - J. CARRION P.P.1	1
372	6 DE DICIEMBRE - ROCA	371 6 DE DICIEMBRE - ROBLES	1
363	6 DE DICIEMBRE - PATRIA	364 6 DE DICIEMBRE - PATRIA P.P.	1
473	RIO AMAZONAS - PATRIA	457 PATRIA - JUAN LEON MERA	1
522	12 DE OCTUBRE - TARQUI		1
520	12 DE OCTUBRE - PIEDRAHITA	518 12 DE OCTUBRE - HOSPITAL	1
542	AV. GRAN COLOMBIA - SODIRO		1
526	6 DE DICIEMBRE - SODIRO		1
528	6 DE DICIEMBRE - TARQUI		1
556	COLOMBIA - CRUZ ROJA		1
574	GRAN COLOMBIA - PARADA SIMON BOLIVAR		1
470	RIO AMAZONAS - JORGE WASHINGTON		1
390	AMAZONAS - RAMON ROCA		1
428	CARRION - AMAZONAS		1
476	RIO AMAZONAS - VEINTIMILLA		1
467	RIO AMAZONAS - CORDERO		1

468	RIO AMAZONAS - CRISTOBAL COLON		1
475	RIO AMAZONAS - SANTA MARIA		1
454	ORELLANA - JUAN LEON MERA		1
472	RIO AMAZONAS - ORELLANA		1
471	RIO AMAZONAS - MARIANA DE JESUS		1
474	RIO AMAZONAS - REPUBLICA		1
466	RIO AMAZONAS - ATAHUALPA		1
392	AMAZONAS (COMANDANCIA GENERAL)		1
386	AMAZONAS - COREA	387 AMAZONAS - JAPON	1
388	AMAZONAS - NACIONES UNIDAS		1
391	AMAZONAS - VILLALENGUA	389 AMAZONAS - PEREIRA	1
477	SHYRIS - REP. DEL SALVADOR		1
465	REPUBLICA DEL SALVADOR / PORTUGAL		1
417	AV. DE LOS SHYRIS / PORTUGAL		1
420	AV. NACIONES UNIDAS - SHYRIS		1
416	AV. DE LOS SHYRIS / EL TELEGRAFO		1
326	10 DE AGOSTO - JUAN DIGUJA		1
329	10 DE AGOSTO - NACIONES UNIDAS		1
323	10 DE AGOSTO - IGNACIO SAN MARIA		1
332	10 DE AGOSTO - TOBAR		1

330	10 DE AGOSTO - RUMIPAMBA		1
328	10 DE AGOSTO - MARIANA DE JESUS		1
321	10 DE AGOSTO - CUERO Y CAICEDO	427 CUERO Y CAICEDO - INGLATERRA	1
422	BARTOLOME DE LAS CASAS - AV. 10 DE AGOSTO		1
322	10 DE AGOSTO - CRISTOBAL COLON		1
327	10 DE AGOSTO - MARCHENA - VEINTIMILLA		1
324	10 DE AGOSTO - J. CARRION		1
331	10 DE AGOSTO - SAN GREGORIO		2
325	10 DE AGOSTO - JORGE WASHINGTON		1
516	10 DE AGOSTO - SANTIAGO		1
506	10 DE AGOSTO - BOGOTA		1
510	10 DE AGOSTO - RIO DE JANEIRO		1
512	10 DE AGOSTO - RIOFRIO - ESTRADA		1
402	AMERICA - PARADA CENTRO MANOSCA		1
401	AMERICA - MONCAYO		1
403	AMERICA - RUMIPAMBA	413 AV. AMERICA - PARADA NORTE RUMIPAMBA y 414 AV. AMERICA - PARADA SUR RUMIPAMBA	1
400	AMERICA - MARIANA DE JESUS		1
397	AMERICA - CUERO Y CAICEDO		1
394	AMERICA - BARTOLOME DE LAS CASAS		1

404	AMERICA - SELVA ALEGRE		1
396	AMERICA - COLON		1
398	AMERICA - LA GASCA		1
399	AMERICA - MARCHENA		1
593	VARGAS - ESMERALDAS		1
595	VARGAS - ORIENTE		1
511	GARCIA MORENO - CHILE	513 GARCIA MORENO - ESPEJO	1
509	GARCIA MORENO - AMBATO		1
554	BENALCAZAR - BOLIVAR		1
555	BENALCAZAR - ROCAFUERTE		1
521	IMBABURA - MEJIA		1
564	MEJIA - SALIDA PARQUEADERO		1
531	LOPEZ - MEJIA	523 JOSE LOPEZ - HERMANO MIGUEL	1
527	LOJA - IMBABURA		1
533	LUIS FELIPE BORJA / COLEGIO ESPEJO		1
508	10 DE AGOSTO - F. CHECA		1
502	10 DE AGOSTO - ARENAS		1
500	10 DE AGOSTO - A. ANTE		1
514	10 DE AGOSTO - SANTA PRISCA		1
504	10 DE AGOSTO - BCO. CENTRAL		1

535	LUIS FELIPE BORJA / TARQUI		1
547	MANUEL LARREA - RIO DE JANEIRO		1
548	MANUEL LARREA - RIOFRIO		1
545	MANUEL LARREA - CHECA		1
230	Gualberto Pérez- Alamor	Vía Tren	1
231	Gualberto Pérez – Napo	Vía Tren	0
206	Alamor – Arteta Terminal Chiriyacu	Vía Tren	1
625	Miguel Carrión – Rafael Arteta García	Vía Tren	1
S/N	10 de Agosto - Patria	Solo CCTV	0
	A/F PLAZA ARGENTINA ACCESO OESTE TUNEL GUAYASAMIN		1
	A/F TUNEL GUAYASAMIN		1
	A/F INTERCAMBIADOR INTEROCEANICA-SIMON BOLIVAR ACCESO ESTE TUNEL GUAYASAMIN		1
	A/F SAN DIEGO ACCESO SUR TUNEL SAN DIEGO		1
	A/F SAN ROQUE ACCESO SUR TUNEL SAN ROQUE		1
	A/F EL TEJAR ACCESO SUR TUNEL SAN JUIAN		1
	A/F MIRAFLORES ACCESO NORTE TUNEL SAN JUAN		1
	CANTIDADES EJECUTADAS		510
	PRECIOS UNITARIOS		144.12
	IMPORTE		73501.2

Anexo 8: Costos Del Proyecto

En la siguiente tabla se adjunta los datos relevantes a la instalación en cuanto a los reguladores del sistema actual con su importe final.

Tabla 32. Planilla de Liquidación del Regulador incluida su canastilla de la empresa EPMOP

EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE MOVILIDAD Y OBRAS PUBLICAS										
PLANILLA DE LIQUIDACION DE OC										
PERIODO MENSUAL TRABAJO:					DE 11/26/2011 HASTA : 7/20/2014					
OBR A: DISEÑO, PROVISIÓN, CONSTRUCCIÓN, IMPLANTACION, PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y OPTIMIZACION DE UN SISTEMA CENTRALIZADO ADAPTATIVO DE SEMAFORIZACION, PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO					CONTRATISTA: TELVENT TRAFICO Y TRANSPORTE S.A.					
					FISCALIZADOR:					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RUBRO	DESCRIPCION	U	CANTIDADES Y PRECIOS CONTRACTUALES		CANTIDADES REALIZADAS			VALORES EJECUTADOS		
			CANTIDAD	P UNITARIO	C. CONTRATADO	PLANILLADO	MEDICION FINAL	LIQUIDACION	IMPORTE PLANILLADO	IMPORTE MEDICION FINAL
OBRA CIVIL CONTRATO PRINCIPAL										
5.01	REGULADOR INCLUYE CANASTILLA	u	544.00	144.1200	78,401.2800	491.0000	510.0000	19.0000	70,762.9200	73,501.2000