



FACULTAD DE INGENIERÍA
20 años, formando ingenieros solidarios para la competitividad

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DE SEMÁFOROS QUE
OPTIMICE LOS CAMBIOS DE LUZ MEDIANTE EL USO DE SENSORES
PARA EL MUNICIPIO DE SOACHA**

Presentado por

**JUAN CARLOS CALA AGUDELO
ANDREA DEL PILAR TORRES APONTE**

Correos

juanc.cala@campusucc.edu.co
andreatorresa@campusucc.edu.co

**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ
2021**



FACULTAD DE INGENIERÍA
20 años, formando ingenieros solidarios para la competitividad

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DE SEMÁFOROS QUE
OPTIMICE LOS CAMBIOS DE LUZ MEDIANTE EL USO DE SENSORES
PARA EL MUNICIPIO DE SOACHA**

Presentado por:

**JUAN CARLOS CALA AGUDELO
ANDREA DEL PILAR TORRES APONTE**

**Modalidad de grado Seminario de perfeccionamiento
Requisito Parcial para obtener el título de Ingeniero de
Sistemas**

Director

Yovanny Laureano Vela Sáenz



**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ
2021**



NOTA DE ACEPTACIÓN

PRIMER JURADO

SEGUNDO JURADO



Tabla de contenido

Contenido

LISTADO DE ILUSTRACIONES.....	5
LISTADO DE TABLAS.....	6
LISTADO DE ANEXOS.....	7
GLOSARIO.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. TITULO DEL TRABAJO.....	10
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	10
2.1. Formulación del Problema.....	10
2.2. Justificación del problema.....	11
2.3. Objetivo General.....	12
2.4. Objetivos Específicos.....	12
3. MARCOS DE REFERENCIA.....	13
3.1. Marco Teórico.....	13
3.2 Marco Conceptual.....	14
3.3 Marco Legal.....	15
4. METODOLOGIA.....	16
4.1. Ciclo de vida de SCRUM.....	16
Scrum Team.....	16
Etapas.....	16
5. DISEÑO DE INGENIERIA.....	18
6. DISEÑO DE CODIGO.....	24
7. COSTOS.....	26
7.1. Inversión CAPEX-OPEX.....	26
8. CRONOGRAMA.....	27
9. ANEXOS.....	28
10. CONCLUSIONES.....	30
11. RECOMENDACIONES.....	31
12. BIBLIOGRAFIA.....	32



LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Flujo de procesos de SCRUM.....	17
Ilustración 2 Estructura de dispositivo de control	18
Ilustración 3 Diagrama de Conexiones de Arduino ONE.....	20
Ilustración 4 Circuito de Semáforo	21
Ilustración 5 Detector de Bucle	22
Ilustración 6 Sensores de impulsos de apertura	23
Ilustración 7 Código de Arduino	24
Ilustración 8 Ubicación Espacial.....	25



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Características del Arduino ONE.....	19
Tabla 2 Presupuesto Capex.....	26
Tabla 3 Presupuesto Opex.....	26
Tabla 4 Cronograma de Implementación	27



LISTADO DE ANEXOS

Anexo A. Maqueta del Prototipo del Semáforo.....	28
Anexo B. Video del Funcionamiento del Prototipo.....	29



GLOSARIO

PGTI: Procesos de gestión de tecnologías de la información.

SCRUM: Es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo y obtener el mejor resultado posible de proyectos

Product Backlog del Sprint: También llamado pila de producto es un listado de todas las tareas que se pretenden hacer durante el desarrollo de un proyecto.

Sprint: El Sprint es el período en el cual se lleva a cabo el trabajo en sí.

Semáforo: Son señales luminosas que indican quién debe pasar o detenerse, en el caso de un peatón cuándo debe cruzar una calle o en el caso de un conductor cuándo debe esperar porque es el turno de los peatones o cuándo circular.

Prototipo: Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica



INTRODUCCIÓN

Este documento se fundamenta en explicar el diseño de un prototipo de control de semáforos que optimice los cambios de luz mediante el uso de sensores en la intersección de la carrera séptima con calle primera en el municipio de Socha Cundinamarca. esto aplicando lo aprendido en el seminario de PGTI (Gestión de Proyectos de Tecnologías de la Información) aplicando la metodología ágil SCRUM.

Para que el denso tráfico de las ciudades se mantenga en orden es necesario que una autoridad imponga sus directrices más allá del raciocinio de los conductores. A partir de determinados niveles de tráfico ya no basta con la señalización vertical/horizontal, sino que hay que regular los tiempos de paso en cada una de las intersecciones, Estos tiempos se establece de forma fija en el semáforo ubicado en la intersección de la carrera séptima con calle primera ya que cuenta con una tecnología IMES es decir antigua.



1. TITULO DEL TRABAJO

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DE SEMÁFOROS QUE OPTIMICE LOS CAMBIOS DE LUZ MEDIANTE EL USO DE SENSORES PARA EL MUNICIPIO DE SOACHA

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Formulación del Problema

De acuerdo con el secretario de movilidad de Soacha, Carlos Giraldo, explicó que el municipio maneja los semáforos desde 2017. “Luego de estar dañados durante aproximadamente 2 años, en el 2017 fueron arreglados y entregados al municipio, ellos nos los adjudicaron por 5 años, tiempo durante el cual nosotros tenemos la responsabilidad de mantenerlos” explico (Publico, 2020) (1)

Teniendo en cuenta esta información se evidencia que la tecnología con la que cuentan los semáforos del municipio actualmente es antigua esto dificulta el buen funcionamiento de estos al estar programados con tiempos fijos para el cambio de luz de verde a rojo y viceversa, este tipo de semáforos de tiempos fijos se basan en una regulación para la toma de tiempos que maneja los siguientes criterios:

El tiempo de encendido de cada luz debe estar determinado por unos criterios: la luz verde que permite el paso a los coches debe durar lo mismo que la roja del cruce perpendicular que impide el paso a los peatones y la duración de la luz ámbar debe durar el tiempo suficiente para que pase el peatón de paso más lento. El ancho de la calzada debe determinar la duración de la luz verde para los peatones. La necesidad de dar salida a un tráfico denso determina la duración de la luz verde para los coches (cuanto más tiempo esté abierta más coches cruzarán).

La secuencia de las luces de un semáforo será: verde, ámbar y roja. Cada una con un tiempo diferente en la mayoría de los casos. La secuencia se repite indefinidamente (semaforos, 2020) (2)

Este tipo de tecnología y medición de tiempo funciona correctamente en intersecciones donde no se maneje un alto flujo de vehículos, pero en una vía principal genera embotellamientos en horas picos ya que al manejar los mismos tiempos siempre no tiene en cuenta que en las horas pico transitan más vehículos por las vías principales y las intersecciones secundarias cuentan con menos tránsito lo cual obliga a utilizar policías de tránsito para que realicen la regulación del tráfico para no impactar la movilidad.



2.2. Justificación del problema

En el municipio de Soacha se evidencia que hay un problema de semaforización por lo que se presentan constantes inconvenientes de tráfico debido a la gran cantidad de vehículos que transitan diariamente por la autopista sur; según Nelson Salgado, edil y veedor ciudadano en su momento de Soacha, afirmó que en el municipio solo sirve un semáforo en su totalidad y que el resto presenta intermitencias o fallas considerables, aumentando trancones, congestiones y accidentes. Además, denuncia que los agentes de tránsito de Cundinamarca son irresponsables y abusivos en la prestación de su servicio. (Retrieved, 2020) (3)

Actualmente encontramos múltiples alternativas tecnológicas para mejorar esta problemática como lo son “las Smart cities las cuales son fundamentales para los desarrollos tecnológicos a nivel mundial y por ellos no podemos dejar pasar sus tendencias para guiarnos correctamente y seguir su camino para que nuestra solución tenga Smart city, la que más se aplica a nuestro caso son los Sistemas predictivos, el futuro de la movilidad está siendo transformado por la utilización de sensores, tecnología red y los grandes datos que se generan. Esta información permite conocer, predecir y prevenir aspectos relacionados con la movilidad, la conducción y la gestión del tráfico. (Inarquia, 2020) (4)

Cabe resaltar que si se continua utilizando semáforos de tiempos fijos en el municipio al tener una vía principal como lo es la autopista sur incrementaran los atascos lo cual prolongara los tiempos de viaje de un lugar a otro es por esto que queremos implementar una solución estructural con el uso de sensores en los semáforos los cuales nos ayuden a identificar el flujo vehicular que está circulando por las vías para que de forma programada el semáforo tome la decisión de cambiar de un color a otro según unos parámetros establecidos, los cuales medirán la frecuencia con la cual transitan los vehículos por la vía permitiendo que los tiempos entre luces sean variables según la necesidad. Los sensores nos ayudaran a determinar si hay un flujo continuo de vehículos en la calle, con ello el semáforo permanecerá en su luz verde hasta que el sensor no reciba más información de flujo, en ese momento se activara el semáforo de la otra calle.



2.3. Objetivo General

Desarrollar un prototipo de control de semáforos que optimice los cambios de luz mediante el uso de sensores para el sector de la autopista sur y la calle primera ubicado en el municipio de Soacha tomando como marco metodológico la metodología ágil Scrum.

2.4. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las tecnologías con las cuales se encuentran los sistemas de semaforización.
- Diseñar mediante la metodología SCRUM el prototipo que serán propuestos a movilidad Soacha.
- Validar los diseños utilizando un emulador para realizar pruebas de funcionamiento y calidad al sistema desarrollado con la revisión del Product Backlog.



3. MARCOS DE REFERENCIA

3.1. Marco Teórico

Movilidad

La movilidad de una ciudad va ligada a la accesibilidad que tienen sus habitantes a actividades y destinos que les permitan obtener ingresos o satisfacer sus necesidades. En las últimas décadas se ha producido un aumento de la movilidad el espacio público está tomado por los coches privados, la calle tradicional se convierte en vía de circulación. Las grandes ciudades y metrópolis modernas comparten problemas relativos a los accidentes de tránsito, la congestión vehicular, la contaminación atmosférica y acústica, junto con las desigualdades sociales derivadas de este modelo.

En torno a estos graves hechos ha surgido una literatura económica, no exenta de crítica, cuyo objetivo es cuantificar los costos externos del transporte. Al mismo tiempo, los aspectos relativos a la sostenibilidad, la accesibilidad y la exclusión social se han incorporado a los estudios científicos de movilidad. En la política local, la movilidad urbana sostenible se ha convertido en uno de los pilares de la mejora de la calidad de vida. (Lizarraga, 2012) (5)

Smart City – Movilidad

El concepto de movilidad en una Smart City se refiere a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia de los sistemas de transporte e infraestructuras, así como a la accesibilidad local, nacional e internacional. Una buena parte de las medidas a tomar en términos de movilidad se pueden enmarcar dentro de los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS):

Un PMUS es un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles dentro de una ciudad. Incluyen desde la manera en que nos desplazamos -caminar, bicicleta, transporte público- hasta el tipo de combustible que utilizamos para impulsar estas formas de transporte. Es decir, la implantación de modos de transporte que hagan compatibles el crecimiento económico, la cohesión social y la defensa del medio ambiente, garantizando así una mejor calidad de vida para los ciudadanos. (Enerlis, 2012) (6)

Internet de las cosas (IoT)

La teoría del internet de las cosas aplicada en los semáforos en la ciudad de Bogotá para así lograr el control del tránsito vehicular para ello se requiere de una infraestructura inalámbrica e inteligente que detecte a los infractores de las leyes de tránsito y sus normas, de igual forma controlar la circulación de los automotores en forma ordenada sin



perjuicio a la comunidad. La red de sensores inalámbricos se fundamenta en una infraestructura vial mejor diseñada, que descongestione el tránsito en calles secundarias para ello se utilizará dispositivos inalámbricos de comunicación y transmisión de señal mediante canales de transmisión con el apoyo de internet y sus protocolos TCP/IP. (Gomez, 219) (7)

Teoría del control del tránsito

Debido a que el tráfico vehicular es ocasionado debido a varios factores se hace necesario un centro de control de tránsito, el cual está encargado de optimizar el tráfico de acuerdo con la información enviada por los dispositivos interconectados en la red de semáforos inteligentes Aplicando principios de movilidad sobre las colas en las principales vías y las que se han asignado para el descongestionamiento, en especial las que se consideran horas pico. (Gomez, 219) (7)

Bases teóricas.

Según Marian Gómez y Carolina Más En el trabajo titulado “Diseño de un semáforo inalámbrico, soportado por un subsistema de la plataforma de control de tráfico PISACOTA” este proyecto fue realizado en la escuela de ingeniería en telecomunicaciones en la universidad católica Andrés Bello en Caracas, el objetivo de este proyecto fue el diseño de una comunicación inalámbrica para el control de semáforos formando parte del proyecto PISACOTA (Plataforma Integrada para el Seguimiento, Análisis y Control del Tráfico Automotor), el cual busca ser una alternativa destinada a mitigar el los efectos del congestionamiento del tráfico vehicular. (Más, 2007) (8)

3.2 Marco Conceptual

Red de cámara IP inalámbrica.

Es un conjunto de dispositivos interconectados que sirven para la captura de imágenes y trasmisión en tiempo real al CCT “Centro de Control del Tráfico) desde cada intersección de tránsito. Las cámaras tienen un sensor para enviar la información al CCT. (Gomez, 219) (7)

Semáforos inteligentes

Son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales y otros lugares para regular el tráfico, por ende, el tránsito peatonal dispone de varias funcionalidades avanzadas para mejorar la seguridad y ayudar en la regulación del tráfico mediante sensores y conectividad. Son equipos que debido a sus múltiples funciones reciben la denominación de “inteligentes”.



En otras palabras, son semáforos tecnológicamente avanzados. Sus funciones cumplen el objetivo de mejorar la seguridad y de ayudar en lo que a regular el tráfico se refiere. (Tecnologiadelfuturo, 2020) (9)

Arquitectura Tecnológica

La arquitectura tecnológica recoge el conjunto de decisiones significativas sobre la organización del software, sus interfaces, su comportamiento y su interacción, así como la selección y composición de los elementos estructurales (infraestructura tecnológica). El diseño de la arquitectura tecnológica es la base que sostiene un rendimiento eficiente de los sistemas y redes de su empresa. (ENETIC, 2020) (10)

Intersección vehicular

Encuentro de segmentos viales para controlar el tráfico mediante semáforos. Una intersección vial hace referencia aquellos elementos de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras permiten a los usuarios el intercambio entre caminos.

Detectores de Bucle

Están diseñados para usarse con compuertas u otros sistemas de detección de vehículos. La unidad está conectada a un circuito de entrada que está enterrado en el pavimento. Si un vehículo está sobre el circuito de entrada, el detector envía una señal para realizar acciones tales como abrir una puerta, mantener una puerta abierta o indicar que un vehículo está en una bahía.

3.3 Marco Legal

El presente proyecto se encuentra definido dentro de la legalidad y el régimen jurídico del tránsito en Colombia por la LEY 769 del 2020, que es el documento establecido por el código nacional del tránsito terrestre para nuestro país: “documento que recoge con admirable cuidado, rigor y claridad, la extensa normativa aplicable al tránsito en el país. Esta compilación actualizada complementa las normativas de tránsito y transporte presentado al país hace corto tiempo. Busca contribuir a una mayor difusión de la normativa vigente para incentivar su conocimiento y por supuesto, observancia, de parte de transportadores y empresarios. Así mismo, busca ser un instrumento para respaldar las acciones de vigilancia y control que ejercen las distintas autoridades a nivel local y nacional”. El mismo se encuentra definido y amparado por la Ley 769 del 2002, donde se expide el documento y se dictan otras disposiciones (Pineda, 2010) (11)



4. METODOLOGIA

4.1. Ciclo de vida de SCRUM

El sector del diseño y desarrollo de software es el principal representante de este tipo de metodología ágil la cual se trata de planificar proyectos en pequeños bloques o Sprint. Es un marco de trabajo por el cual las personas pueden abordar problemas complejos a la vez que entregan productos de máximo valor productiva y creativa mente.

Scrum es liviano, fácil de entender y difícil de dominar, es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el trabajo en productos complejos desde principio de los años 90. Scrum no es un proceso, una técnica o método definitivo, es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varios procesos y técnicas. Scrum muestra la eficacia relativa de las técnicas de gestión de producto y las técnicas de trabajo de modo que podamos mejorar continuamente el producto, el equipo y el entorno de trabajo. (I&T, 2017) (12)

Scrum Team

Scrum Master: Persona que lidera al equipo.

Product owner (PO): clientes que usan el software.

Team: Grupo de profesionales con los conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta llevando a cabo las historias a las que se comprometen al inicio de cada sprint.

Etapas

Product Backlog: Conjunto de requisitos denominados historias descritas en un lenguaje no técnico.

Sprint Planning: Reunión durante la cual el Product Owner presenta las historias del backlog por orden de prioridad.

Sprint: Iteración de duración prefijada durante la cual el equipo trabaja para convertir las historias del Product Backlog a las que se ha comprometido, en una nueva versión del software totalmente operativo.

Sprint Backlog: Lista de las tareas necesarias para llevar a cabo las historias del sprint.

Daily sprint meeting: Reunión diaria de cómo máximo 15 minutos en la que el equipo se sincroniza para trabajar de forma coordinada.

Demo y retrospectiva: Reunión que se celebra al final del sprint y en la que el equipo presenta las historias conseguidas mediante una demostración del producto.



Flujo de procesos de SCRUM

Scrum Process

Enter your subhead line here

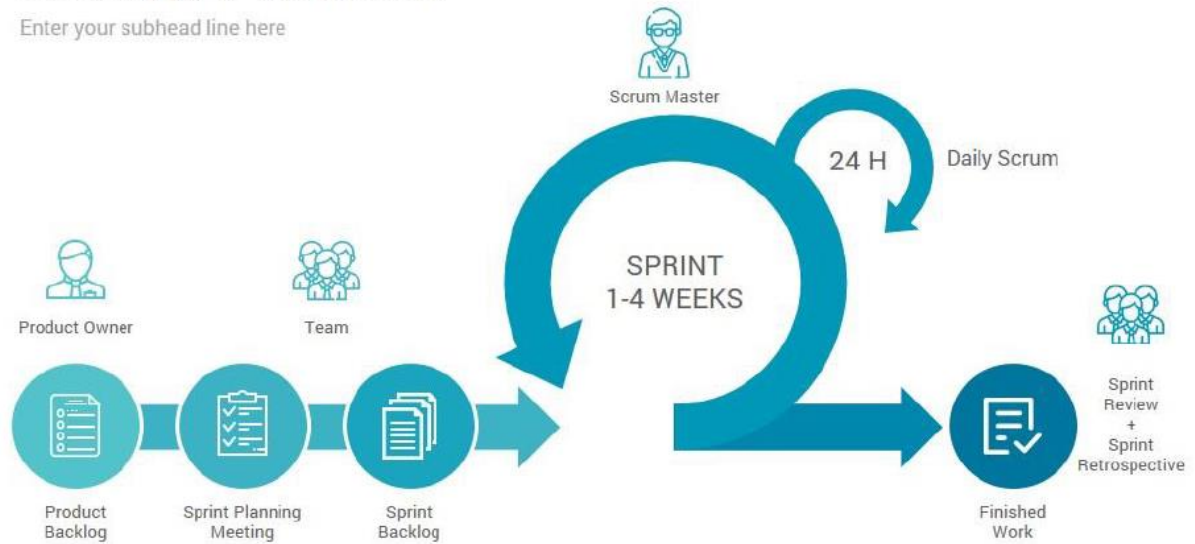


Ilustración 1 Flujo de procesos de SCRUM

¹ Figura 1: Brainhub8, Disponible en <https://brainhub.eu/blog/differences-lean-agile-scrum/>

¹ Fuente: Brainhub8, Disponible en <https://brainhub.eu/blog/differences-lean-agile-scrum/>



5. DISEÑO DE INGENIERIA

El diseño del proyecto se base en el control del tráfico vehicular en la intersección de la carrera séptima con 12 del municipio de Soacha mediante la implementación de un sistema de semaforización inteligente, el cual es controlado mediante sensores programados con Arduino permitiendo generar los tiempos adecuados para la activación de las luces rojo, verde y amarillo.

Estructura de dispositivo de control

Arduino One

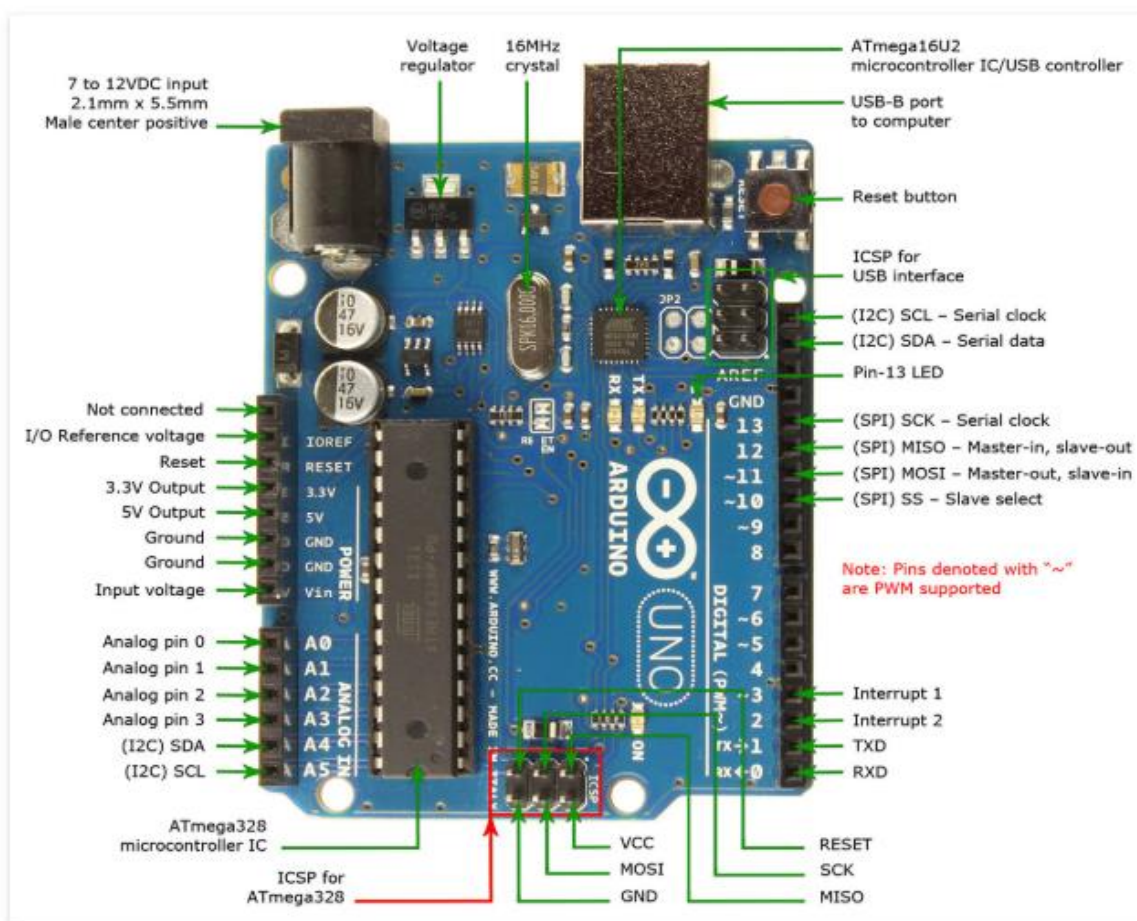


Ilustración 2 Estructura de dispositivo de control

² Figura 2. Placa Arduino ONE (esquemas eléctricos | Aprendiendo Arduino, n.d.)

² Figura 2. Placa Arduino ONE (esquemas eléctricos | Aprendiendo Arduino, n.d.)



Tabla 1 Características del Arduino ONE

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Tabla 1. Características del Arduino ONE (Arduino Uno Rev3 | Arduino Official Store, n.d.)

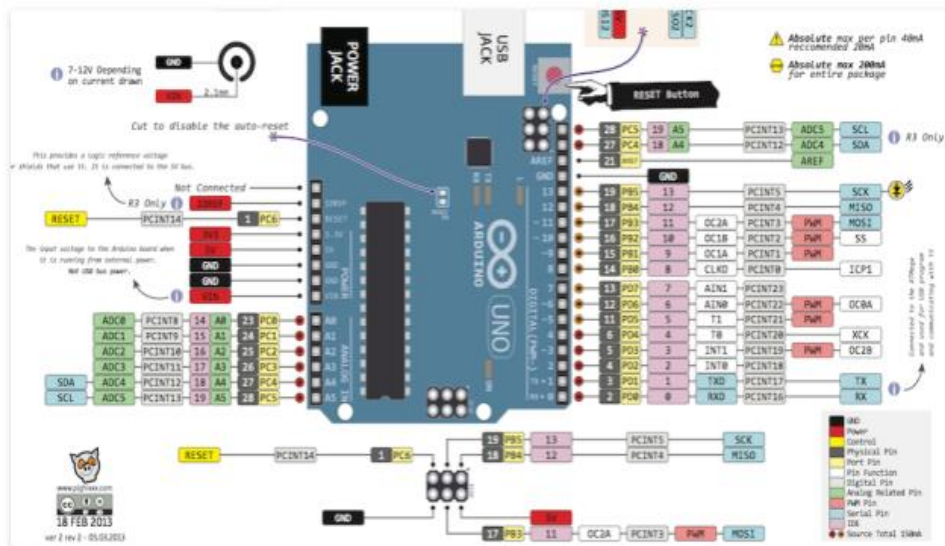


Ilustración 3 Diagrama de Conexiones de Arduino ONE

³ Figura 3. Diagrama de Conexiones de Arduino ONE (esquemas eléctricos / Aprendiendo Arduino, n.d.)

Simulación de conexión del circuito de semáforos.

³ Figura 2. Diagrama de Conexiones de Arduino ONE (esquemas eléctricos / Aprendiendo Arduino, n.d.)

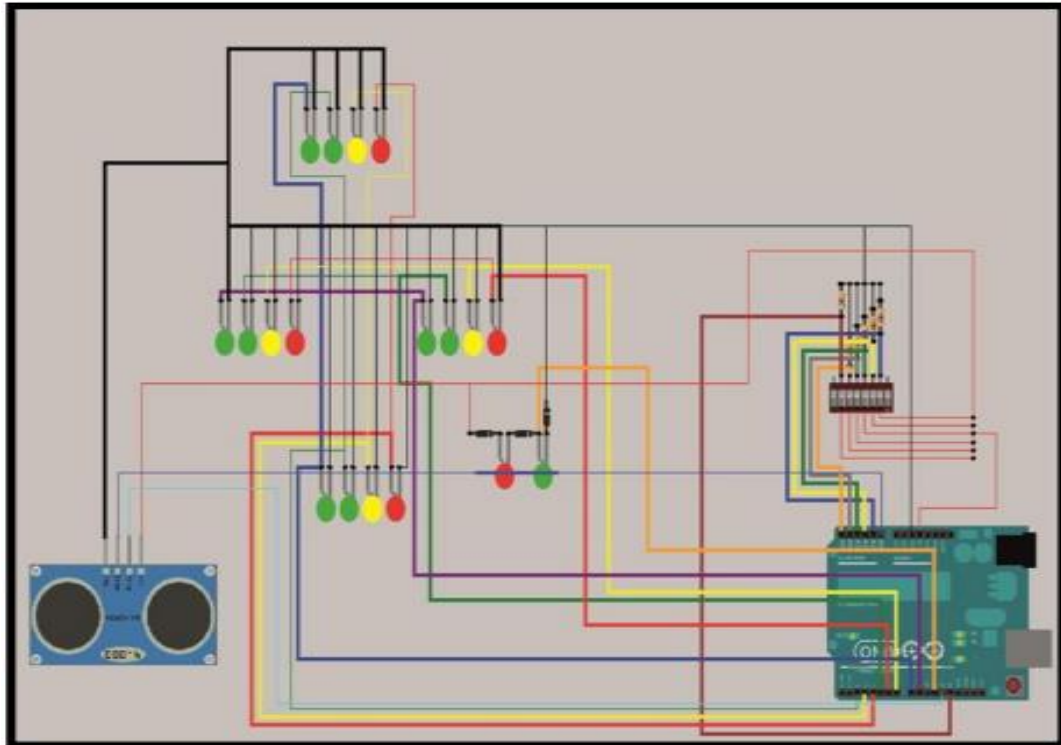


Ilustración 4 Circuito de Semáforo

⁴ *Figura 4.* Circuito de Semáforo (Alberto & Cortes, 2018)

Detectores de Bucle

En la implementación se utilizarán detectores de bucle LC10-1-D y LC10-2-D se utilizan para detectar vehículos que pasan por bucles de inducción.

Los bucles de cables insertados en el suelo representan la inducción de un circuito de oscilación de alta frecuencia. Si un vehículo con piezas metálicas se acerca al bucle de cable o se detiene dentro del bucle, se modifica la frecuencia del circuito de oscilación. El vehículo se detecta con fiabilidad mediante la salida de señales a través de relés libres de potencial. Al evaluar dos bucles de señal en modo multiplex, también es posible una ocupación anidada de bucles de cables con el LC10-2-D. También se realiza una calibración periódica de los bucles, de modo que puedan compensarse automáticamente los cambios de inducción de bucle debido a la temperatura, la humedad o los cambios de los componentes. (pepperl-fuchs, 2020) (13)

⁴ *Figura 3.* Circuito de Semáforo (Alberto & Cortes, 2018)



Detector de bucle LC20-1-DR 12-24VAC/DC

- Sistema de sensores para la detección de vehículos
- Completa interface de control para bucles inductivos colocados bajo la superficie
- Detección segura en tiempos de exposición prolongados
- Pueden ajustarse diversos modos de funcionamiento
- Función Boost para aumentar la sensibilidad
- Función de test
- Versión con 1 canal de bucle

Ilustración 5 Detector de Bucle

⁵ *Figura 5. Detector de Bucle (Sensores de impulsos de apertura | Detectores de bucle, sensores de detección de bucle | Resumen del grupo, n.d.)*

⁵ *Figura 5. Detector de Bucle (Sensores de impulsos de apertura | Detectores de bucle, sensores de detección de bucle | Resumen del grupo, n.d.)*

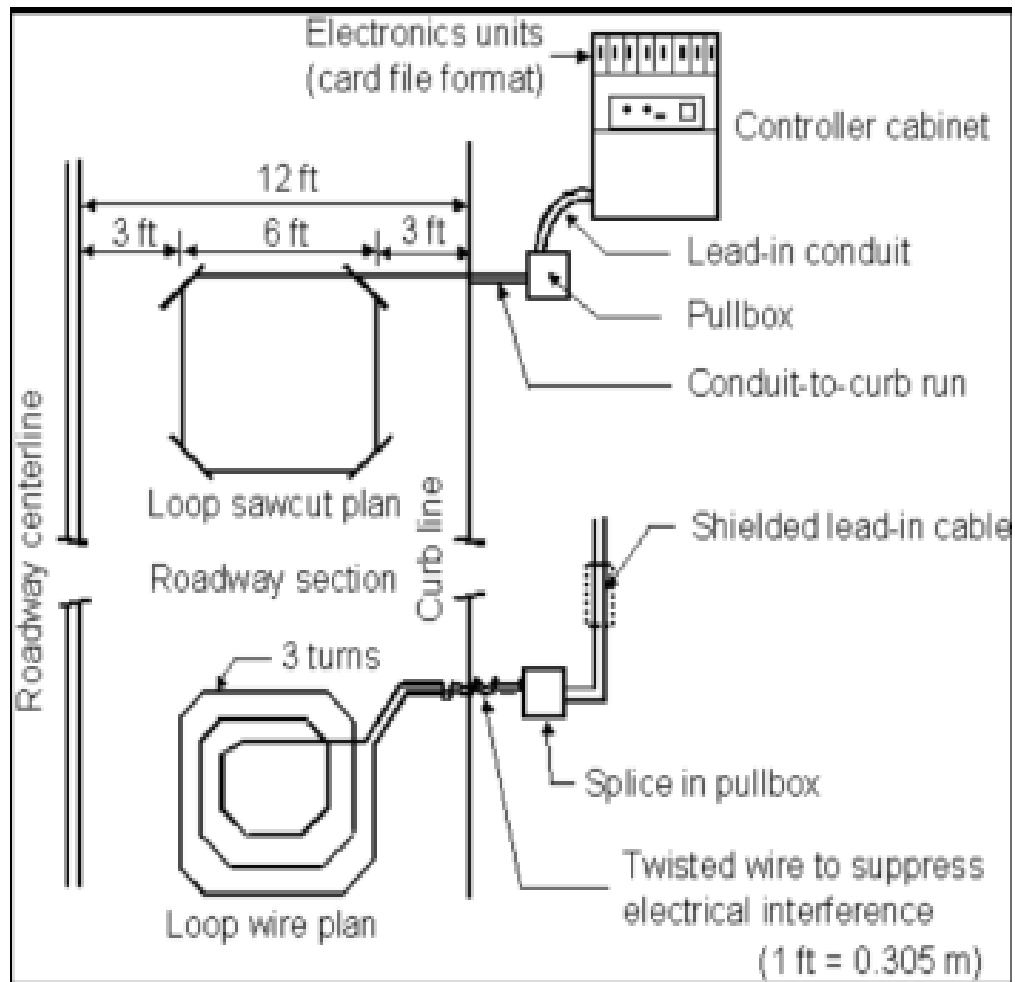


Ilustración 6 Sensores de impulsos de apertura

⁶ *Figura 6. Forma de implementar el sensor. (fig1_4.gif (494x426), n.d.)*

⁶ *Figura 6. Forma de implementar el sensor. (fig1_4.gif (494x426), n.d.)*



6. DISEÑO DE CODIGO

Se realiza creación del código en lenguaje de programación C el cual es implementado en el Arduino para el manejo variable de los tiempos en que debe quedar activo el color verde o rojo del semáforo según tiempos establecidos sobre los sensores.

```
int sensor1 = A0; // entrada fotocelda en A0 de la placa ++ carrera
int sensor2 = A1; // entrada fotocelda en A1 de la placa ++ Calle
int motorpin1 = 11; // motor calle y el laser de calle va al mismo pin
int motorpin2 = 12; // motor carrera y el laser de carrera va al mismo pin

int verde1 = 5, amarillo1 = 6, rojo1 = 7, //DECLARAMOS LOS COLORES DE SEMAFOROS
verde2 = 8, amarillo2 = 9, rojo2 = 10,
tiempovede = 10, // DECLARAMOS TIEMPOS
Sentido = 0, tiempo = 0, tiempofin = 0; //creamos variables para comparar tiempos y cambios

void setup() {
  for (int x = verde1; x <= motorpin2; x++) {
    pinMode(x, OUTPUT); //declara que los pines de los leds como salidas
  }
  for (int x = verde2; x <= rojo2; x++) {
    digitalWrite(x, LOW); // apaga todos los leds de los semaforos
  }
  digitalWrite(motorpin1, LOW); // apaga banda de calle
  digitalWrite(motorpin2, LOW); // apaga banda de carrera
  // inicia prueba de leds encienden y apagan 5 veces
  for (int x = 1; x <= 5; x++) {
    for (int x = verde2; x <= rojo2; x++) {
      digitalWrite(x, HIGH);
    }
    delay (300);
    for (int x = verde2; x <= rojo2; x++) {
      digitalWrite(x, LOW);
    }
    delay (300);
  }
  // prueba de motores
  digitalWrite(motorpin1, HIGH); // prende banda de calle
  digitalWrite(motorpin2, LOW); // confirma que banda de carrera este apagada
  delay (3000); // espera 3 segundos
  digitalWrite(motorpin1, LOW); // Apaga banda de calle
  digitalWrite(motorpin2, HIGH); // prende banda de carrera
  delay (3000); // espera 3 segundos
  digitalWrite(motorpin1, LOW); // apaga banda calle
  digitalWrite(motorpin2, LOW); // Apaga banda carrera
  delay (2000);
}
```

Ilustración 7 Código de Arduino

⁷ Figura 7. Código de Arduino, tomado del código diseñado en C, Autores

⁷ Figura 7. Código de Arduino, tomado del código diseñado en C, Autores



Ubicación espacial

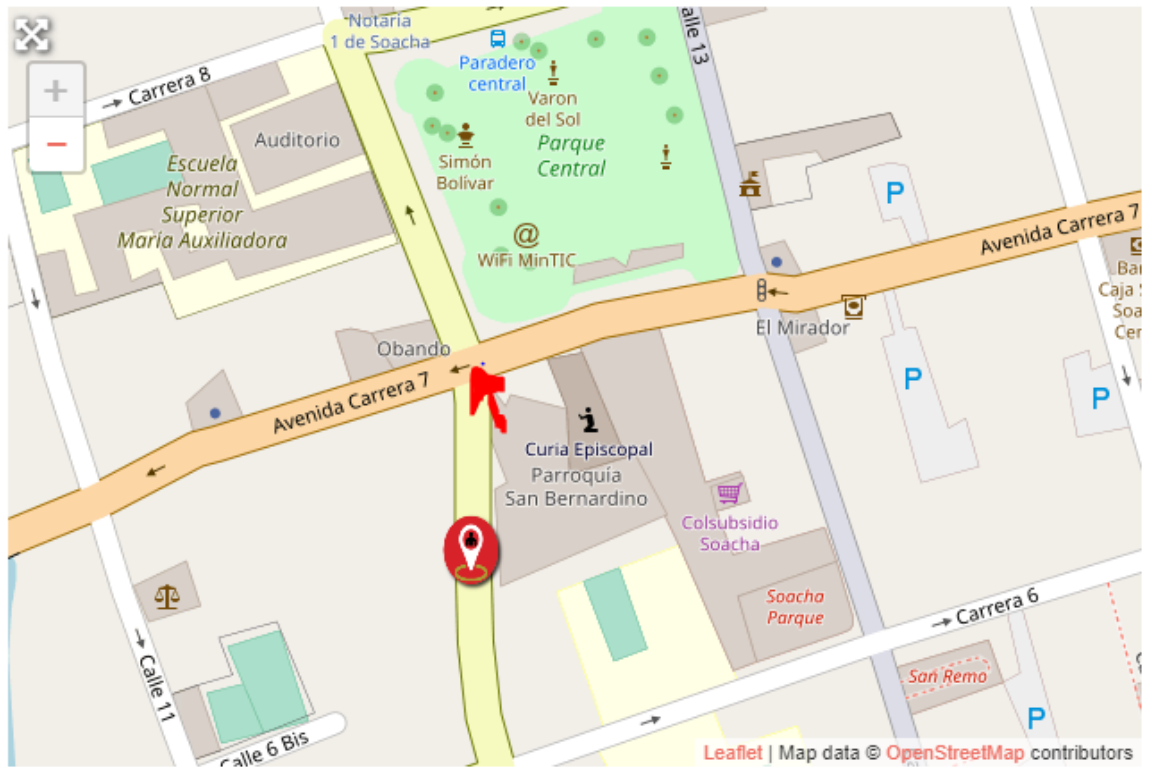


Ilustración 8 Ubicación Espacial

⁸ *Figura 8. Intersección carrera séptima con 1, Municipio de Soacha. (SOACHA - Direccion Colombia, n.d.)*

⁸ *Figura 8. Intersección carrera séptima con 1, Municipio de Soacha. (SOACHA - Direccion Colombia, n.d.)*



7. COSTOS

7.1. Inversión CAPEX-OPEX

Tabla 2 Presupuesto Capex

CAPEX			
Material	Inversión	cantidad	Total
Equipo de computo	\$ 1500000,00	1	\$ 1.500.000
Kit Arduino One	\$ 180.000,00	2	\$ 360.000
LC20-2-DR 12-24VAC/DC	\$ 494.422,93	2	\$ 988.846
Luz LED IP65 200mm de 220VAC	\$ 214.519,64	6	\$ 1.287.118
Pasacables de suelo	\$ 70.000,00	4	\$ 280.000
Total			\$ 4.415.964

Tabla 2. Presupuesto Capex

Tabla 3 Presupuesto Opex

OPEX	
Mantenimiento	\$ 200.000,00
Programador Arduino	\$ 1.200.000,00
Total	\$ 1.400.000,00

Tabla 3. Presupuesto Opex



8. CRONOGRAMA

Tabla 4 Cronograma de Implementación

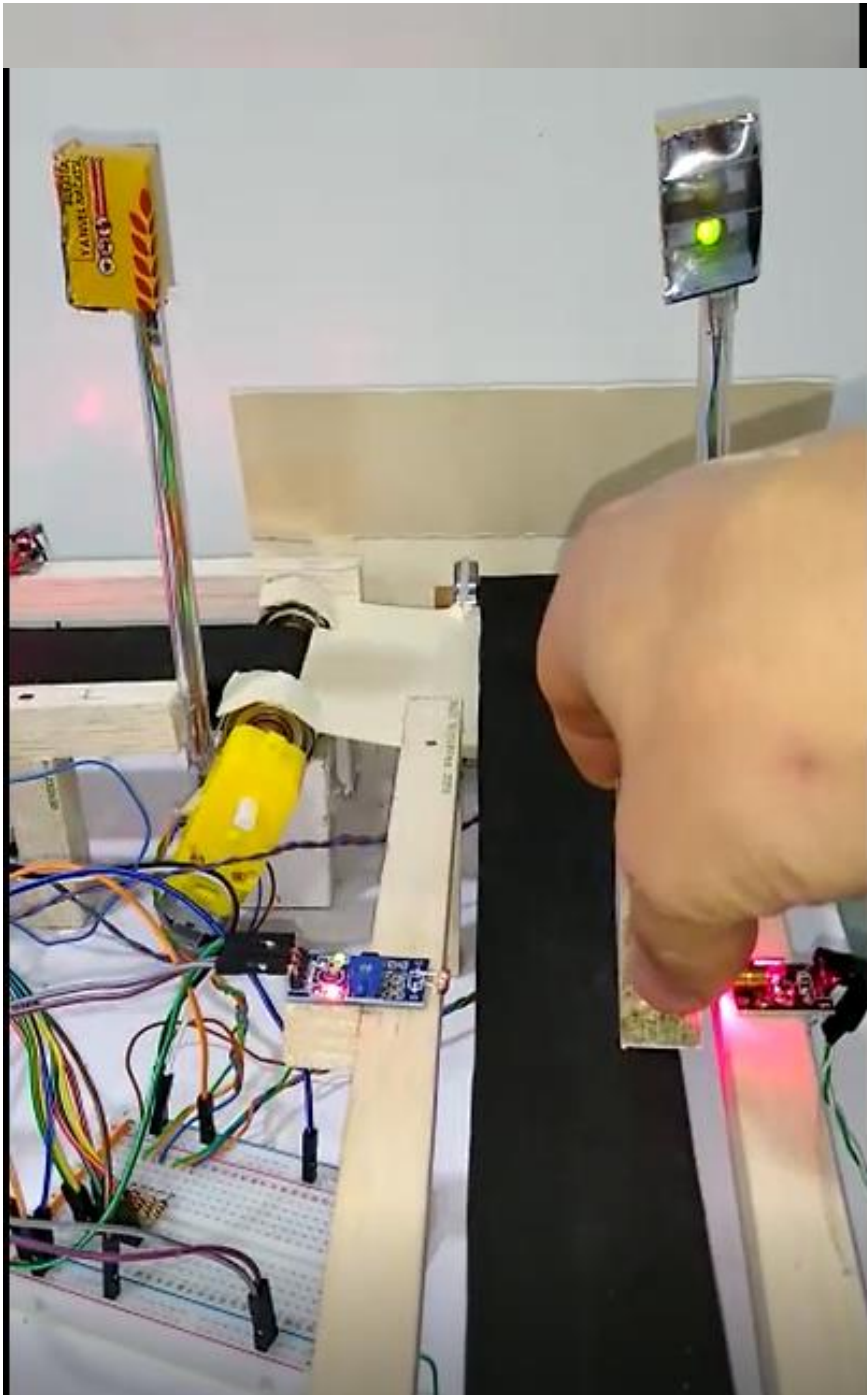
Cronograma	II Semestre 2020				I Semestre 2021					
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Levantamiento de Información	■									
Desarrollo del código	■	■								
Creación Prototipo		■	■							
Análisis de datos Obtenidos			■	■						
Implementación de Sensores en la intersección					■	■				
Configuración de Semáforos con Arduino							■			
Pruebas de dispositivo Instalado								■		

Tabla 4. Cronograma de Implementación proyecto semáforo



9. ANEXOS

Anexo A. Maqueta del Prototipo del Semáforo





Anexo B. Video del Funcionamiento del Prototipo

<https://youtu.be/CjaxAfzIV1o>



10. CONCLUSIONES

Implementando la metodología Scrum se obtuvo el diseño del prototipo de un semáforo inteligente para la intersección de la carrera séptima con calle 1 en el Municipio de Soacha tomando como base las actividades priorizadas en el Product Backlog, para evaluar el progreso hacia la meta de cada uno de los Sprint conformados por actividades organizadas y desarrolladas en el tiempo estimado.

Con la implementación de este proyecto se reforzaron los conceptos con respecto a la metodología Scrum, obteniendo un prototipo funcional y el cual cumple con el alcance propuesto.

Diseñar secciones que entreguen valor al avance del proyecto dentro del tiempo estimado.

Priorizar los requisitos de mayor impacto.



11. RECOMENDACIONES

Elegir horarios de baja afluencia de carros que permitan realizar inicialmente la prueba piloto del prototipo.

Deberá destinarse el recurso humano necesario y crear una manual de usuario que indique al usuario el uso y beneficios obtenidos al usar la aplicación.

Se recomienda la realización del software funcional, con un enfoque hacia las metodologías ágiles.



12. BIBLIOGRAFIA

- Brainhub. (3 de Agosto de 2019). *Lean, Agile and Scrum: A Simple Guide*. Obtenido de Lean, Agile and Scrum: A Simple Guide: <https://brainhub.eu/blog/differences-lean-agile-scrum/>
- Enerlis, Y. E. (2012). *Libro blanco Smart cities*.
- ENETIC. (Marzo de 2020). *ENETIC Soluciones tecnológicas*. Obtenido de ENETIC Soluciones tecnológicas: <https://enetic.es/servicios/disenio-arquitectura-tecnologica/>
- Gomez, D. (219). Arquitectura IoT Para La Prestación Del Servicio De Semaforización Inteligente En Bogotá. En D. Gomez, *Arquitectura IoT Para La Prestación Del Servicio De Semaforización Inteligente En Bogotá* (pág. 97).
- I&T, S. (2017). *Scrum-Guide*. EE.UU: EXENTIA and AXELOS Limited. Obtenido de Scrum-Guide.
- Inarquia. (4 de Abril de 2020). *Tendencias y oportunidades de las ciudades inteligentes*. Obtenido de Tendencias y oportunidades de las ciudades inteligentes : <https://inarquia.es/tendencias-y-oportunidades-de-las-ciudades-inteligentes>
- Lizarraga, C. (2012). *Expansión metropolitana y movilidad*. Obtenido de Expansión metropolitana y movilidad: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612012000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Más, M. G. (2007). *Diseño de un semáforo inalámbrico, soportado por un subsistema de la plataforma de control de tráfico PISACOTA*. Obtenido de Diseño de un semáforo inalámbrico, soportado por un subsistema de la plataforma de control de tráfico PISACOTA: http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ8712_1.pdf
- pepperl-fuchs. (2020). *Detectores de bucle, sensores de detección de bucle*. Obtenido de Detectores de bucle, sensores de detección de bucle : https://www.pepperl-fuchs.com/global/es/classid_1582.htm
- Pineda, O. D. (2010). *Fondo de prevención Vial*. Bogota: C. DE, & Comentador.
- Publico, P. (5 de Marzo de 2020). *Periodismo Publico*. Obtenido de Periodismo Publico: <https://periodismopublico.com/semaforo-del-altico-genera-caos-constante-en-la-movilidad-de-soacha>
- Retrieved. (5 de Marzo de 2020). *Periodismo Publico*. Obtenido de Periodismo Publico: <https://periodismopublico.com/preocupacion-en-soacha-por-problemas-de-semaforizacion>
- semaforos, R. d. (30 de Abril de 2020). *Teleformacion.edu*. Obtenido de Teleformacion.edu: http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicalInteractiva/semaforos/Teor_semaf.htm
- Tecnologiadelfuturo. (5 de Marzo de 2020). *10. Semáforos inteligentes, los semáforos del futuro*. Obtenido de 10. Semáforos inteligentes, los semáforos del futuro : <https://tecnologiadelfuturo.es/smart-city/semaforos-inteligentes-los-semaforos-del-futuro/>