

MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE LA SEMAFORIZACIÓN
EXISTENTE E INSTALACIÓN DE NUEVOS CRUCES SEMAFÓRICOS EN EL
MUNICIPIO DE SARAVERENA-ARAUCA

AUTOR
CARLOS JAVIER CARREÑO TORRES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS – DEPARTAMENTO MMI
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PAMPLONA
2020

MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE LA SEMAFORIZACIÓN
EXISTENTE E INSTALACIÓN DE NUEVOS CRUCES SEMAFÓRICOS EN EL
MUNICIPIO DE SARAVENA-ARAUCA

AUTOR
CARLOS JAVIER CARREÑO TORRES

TRABAJO DE GRADO- MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA

DIRECTOR
LUIS E. NEIRA ROPERO
Magister(c). en Controles Industriales

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS – DEPARTAMENTO MMI
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PAMPLONA
2020

INFORMACIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE LA SEMAFORIZACIÓN EXISTENTE E INSTALACIÓN DE NUEVOS CRUCES SEMAFÓRICOS EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA							
Nombre Autor: CARLOS JAVIER CARREÑO TORRES					CC. : 1018437948		
					Firma:		
E-mail: carlosjvier.90@gmail.com					Teléfono: 3125047027		
Lugar de Ejecución del Proyecto: Municipio de Saravena							
Duración de Proyecto (en meses): 4 meses							
Modalidad:							
Investigación		Pasantía Investigación		Práctica Empresarial	X	Diplomado	
<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar mantenimiento correctivo y/o preventivo a las intersecciones semaforicas en mal funcionamiento del municipio e instalación de nuevos cruces peatonales. <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer un diagnostico actual de cada equipo. Reparar componentes electrónicos de controladores averiados. Instalar controladores semaforicos existentes. Reprogramar si fuese necesario el controlador en mantenimiento. Realizar un estudio para definir los puntos donde se instalarán los nuevos cruces peatonales y reubicarán uno de los existentes. Suministrar dos intersecciones semaforicas nuevas con controladores de tecnología reciente. Construcción y adecuación del espacio donde se instalará los controladores. Trasladar de ubicación controlador existente e instalar los nuevos cruces peatonales. Comprobar el correcto funcionamiento del trabajo realizado. 							
Valor Total del Proyecto:					\$ 160'000.000 (en pesos)		
Aceptación director(a) de la tesis: Nombre: Firma: <i>Acepto y certifico que revisé el presente anteproyecto antes de firmarlo.</i>					Autorización director(a) del programa: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Firma:		
Jurado:					Firma Jurado:		
Jurado:					Firma Jurado:		
Sustentación Anteproyecto:							

Lugar: _____	Fecha: _____	Hora: _____
Aprobado <input type="checkbox"/>	Incompleto <input type="checkbox"/>	Rechazado <input type="checkbox"/>
Observaciones del jurado:		
Firma director: _____ Firma jurado: _____ Firma jurado: _____		
Realización de Correcciones		
Lugar: _____	Fecha: _____	Hora: _____
Aprobado <input type="checkbox"/>		Rechazado <input type="checkbox"/>
Firma director: _____ Firma Jurado: _____ Firma Jurado: _____		

*A mis padres y hermanos con cariño.
A mi esposa que amo y a mi hija amor
de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

Al consorcio de semaforización Saravena 2019 por brindarme la oportunidad de participar en este proyecto permitiéndome adquirir experiencia y conocimientos en este campo.

A mis padres y hermanos por ser mi apoyo incondicional en este proceso académico y profesional.

A mi esposa e hija, por ser mi pilar y motivación para concluir este satisfactorio recorrido, permitiendo la inspiración y enfoque para realizar este proyecto.

A mis amigos que con gran aprecio me acompañaron durante este proceso de preparación profesional compartiendo sus conocimientos y experiencias, brindándome una gran ayuda para la construcción de este libro.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. ORIGEN Y FUNDAMENTOS.....	15
1.1. ESTADO DEL ARTE	15
1.1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	16
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.3. OBJETIVOS	21
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específico.....	21
1.3.3. Descripción de actividades	21
2. DEFINICIONES	22
2.1. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1.1. Hardware.....	22
2.1.2. Software	27
2.1.3. Estructura	29
3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	31
3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS	31
3.2. FICHAS TÉCNICAS	31

3.3. DIAGNOSTICO CRUCES VEHICULARES	33
3.4. DIAGNOSTICO CRUCE PEATONAL.....	34
3.5. ESTUDIO DE FLUJO VEHICULAR Y PEATONAL	35
4. EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	37
4.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO	37
4.2. PLAN DE MANTENIMIENTO	38
4.3. PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO.....	39
4.4. INSTALACIONES	52
4.5. ADECUACIONES	54
4.6. IMPREVISTOS	55
5. RESULTADOS.....	56
5.1. VERIFICACIÓN Y PRUEBAS	56
5.2. EVIDENCIA	56
6. CONCLUSIONES	72
7. RECOMENDACIONES.....	73

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción general de los equipos	31
Tabla 2. Características de los equipos.....	32
Tabla 3. Diagnóstico y control del mantenimiento	34
Tabla 4. Formulario para el censo vehicular y peatonal del sector	36

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Interfaz manejada por el programa	27
Grafica 2. Estructura de programación	28
Grafica 3. Descripción caja de control.....	37
Grafica 4. Orden en que se realizara mantenimiento	38
Gráfico 5. Ubicación de los cruces semafóricos	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modulo Led	23
Figura 2. Matriz de leds.....	23
Figura 3. PCB lampara	23
Figura 4. Tarjeta de potencia lampara.....	23
Figura 5. Etapa de alimentación	24
Figura 6. Tarjeta de potencia.....	24
Figura 7. Tarjeta de control	25
Figura 8. Tarjeta Principal.....	26
Figura 9. Instalación Canastilla	30
Figura 10. Canastilla Fundida	30
Figura 11. Mástil.....	30
Figura 12. Semáforo Peatonal	40
Figura 13. Gabinete para caja de control.....	40
Figura 14. Tarjetas de potencia	41
Figura 15. Caja de control	41
Figura 16. semáforo Vehicular.....	42

Figura 17. UPS 3KVA.....	42
Figura 18. Ensamble de cruce peatonal	43
Figura 19. Verificación e instalación de mástil- semáforo peatonal	43
Figura 20. Revisión y ensamble semáforo vehicular	44
Figura 21. Revisión de los semáforos peatonales.....	44
Figura 22. Panorámico primera intersección	45
Figura 23. Panorámico segunda intersección.....	46
Figura 24. Panorámico tercera intersección.....	47
Figura 25. Panorámico cuarta intersección	48
Figura 26. Panorámico quinta intersección	49
Figura 27. Panorámico sexta Intersección	50
Figura 28. Panorámico séptima intersección	51
Figura 29. Panorámico Octavo intersección	52
Figura 30. Revisión y mantenimiento	56
Figura 31. Adecuación nuevo semáforo	57
Figura 32. Subida y Adaptación de semáforo.....	57
Figura 33. Cambio y Sondeo del nuevo cable	58
Figura 34. Configuración y mantenimiento	58
Figura 35. Espacio de trabajo para mantenimiento.....	59
Figura 36. Revisión y mantenimiento	60

Figura 37. Montaje y Programación.....	60
Figura 38. Mantenimiento Y Programación	61
Figura 39. Excavación para la instalación del mástil.....	61
Figura 40. Imprevisto en excavación	62
Figura 41. Instalación de canastillas.....	62
Figura 42. Instalación del mástil	63
Figura 43. Instalación del semáforo peatonal	63
Figura 44. Conexión Eléctrica.....	64
Figura 45. Programación y finalización	64
Figura 46. Revisión y mantenimiento	65
Figura 47. Adecuación Caja de control	65
Figura 48. Cambio de lámpara	66
Figura 49. Adecuación puesta a tierra eléctrico	66
Figura 50. Preparación fundición del cable.....	67
Figura 51. Fundición “disparo” de puesta a tierra	67
Figura 52. Fundición varilla – cable.....	68
Figura 53. Adaptación suelo	68
Figura 54. “Enriquecimiento” del suelo	69
Figura 55. Sondeo cable de alimentación.....	69
Figura 56. Instalación y conexión.....	70

Figura 57. Pruebas de funcionamiento.....70

Figura 58. Cambio de lámpara.....71

Figura 59. Revisión de Segundo Cruce.....71

GLOSARIO

- **DIAGNOSTICO:** Se denomina la acción y efecto de establecer un estado o situación. Como tal, es el proceso de reconocimiento, análisis y evaluación de una cosa o situación para determinar sus tendencias, solucionar un problema o remediar un mal. (“Significado de Diagnóstico (Qué es, Concepto y Definición) - Significados”, 2019)

Para hacer un diagnóstico es necesario contar con cierta cantidad de datos observados y organizados de forma sistemática. De esta manera se podría realizar un mejor diagnóstico y juzgar efectivamente la situación. (“Significado de Diagnóstico - Qué es, Definición y Concepto”, 2019)

El objetivo del diagnóstico de máquinas, también denominado control del estado de las máquinas o, en inglés, CMS – Condition Monitoring System, es ejecutar un mantenimiento o reparación orientado a las necesidades y, con ello, minimizar los periodos de reparación o paralización de una máquina. (Dinámica de máquinas, 2017)

- **MANTENIMIENTO:** Acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada. (“Definiciones de Mantenimiento. Mantenimiento Mundial”,2019). existen varios de mantenimientos, tales como:
 - ❖ **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al personal capacitado para realizarlo, por usuarios de estos dispositivos.
 - ❖ **Mantenimiento Preventivo:** tiene como principio el mantener un nivel en el funcionamiento determinado de los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. (“TIPOS DE MANTENIMIENTO”, 2018)
- **ALGORITMO:** es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad. Dados un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución. Los algoritmos son el objeto de estudio de la algoritmia, a continuación,

algunas características:("ALGORITMOS :: Mantenimiento-de-equipos-biomedí", 2015)

- ❖ su estructura debe basarse y definirse en tres partes, entrada, proceso y salida.
 - ❖ este realizara cada una de las tareas de manera ordenada y debe ser preciso.
 - ❖ Debe ser definida su tarea, ejemplo, a la hora de ejecutarse dos o más veces debe de arrojar el mismo resultado.
 - ❖ La tarea del programa debe ser finita, debe de terminar o tener un número determinado de pasos en el proceso.
 - ❖ Un algoritmo debe ser legible, la estructura debe ser claro y legible de tal manera que a la hora de interpretarlo sea de fácil entendimiento.
- **SOFTWARE:** generalmente se usa este término para referirnos a una estructura de cómputo que cuenta principalmente con datos, procedimientos y pautas que permiten realizar de forma continua o paralela diferentes tipos de tareas en una máquina que cuente con un sistema informático. ("Significado de Software (Qué es, Concepto y Definición) - Significados", 2019)

A manera de información se dará a conocer algunos de los tipos de software tales como:

- ❖ Software de sistema
 - ❖ Software de programación
 - ❖ Software aplicación
 - ❖ Software malicioso
 - ❖ Software libre
 - ❖ Software propietario
- **HARDWARE:** este término está interrelacionado con el concepto de software, pues este son los elementos físicos que componen un sistema o máquina, por ejemplo; tarjetas de control, CPU, teclado, pantallas. ("Significado de Software (Qué es, Concepto y Definición) - Significados", 2019)

RESUMEN

El Municipio de Saravena se encontraba ante un notable crecimiento social, abriendo la oportunidad para realizar cambios en la estructura de la semaforización, se observó de manera urgente la realización de un mantenimiento a los equipos existentes y la necesidad de instalar una nueva intersección peatonal; sin desestimar que todo esto es debido al aumento del flujo vehicular presente, también se vio apropiado el cambio en la programación de todos los dispositivos presentes y la realización de un estudio para establecer el funcionamiento de la nueva intersección.

Estando a mi cargo la ejecución y supervisión del contrato; pero como prioridad el establecer un diagnóstico detallado del estado tanto hardware como software y consecuente a este la definición y ejecución de un plan en mantenimiento y/o reparación que satisfaga las condiciones de funcionamiento óptimo en los dispositivos eléctricos, electrónicos y de control que conforman el sistema de semaforización pública en el municipio de Saravena, los cuales deben cumplir con las especificaciones técnicas, poseer excelentes características de desempeño, durabilidad y calidad.

Todos estos cambios aparte de brindar un gran impacto social para la población, brindaron confort y confiabilidad a la hora de transitar por las diferentes zonas del municipio; que ahora no solo será para los vehículos sino ahora también para los peatones con la instalación de la nueva intersección peatonal.

Palabras claves:

- ❖ Semaforización
- ❖ Reparación
- ❖ Tarjetas de control
- ❖ Flujo vehicular
- ❖ Instalación
- ❖ Confiabilidad

Abstract

The Municipality of Saravena was facing a notable social growth, opening the opportunity to make changes in the traffic light structure, it was urgently observed to carry out maintenance on existing equipment and the need to install a new pedestrian intersection; Without disregarding that all of this is due to the increase in vehicular flow present, it was also appropriate to change the programming of all the devices present and to carry out a study to establish the operation of the new intersection.

Being in charge of the execution and supervision of the contract; but as a priority to establish a detailed diagnosis of the state of both hardware and software and consequently the definition and execution of a maintenance and / or repair plan that satisfies the optimal operating conditions in the electrical, electronic and control devices that make up the public traffic light system in the municipality of Saravena, which must meet technical specifications, possess excellent performance, durability and quality characteristics.

All these changes apart from providing a great social impact for the population, provided comfort and reliability when traveling through the different areas of the municipality; Now it will not only be for vehicles but also for pedestrians with the installation of the new pedestrian intersection.

Keywords:

- ❖ Traffic lights
- ❖ Repair
- ❖ Control cards
- ❖ Vehicle flow
- ❖ Installation
- ❖ Reliability

INTRODUCCIÓN

Para regular el paso de todos aquellos agentes que intervienen en la circulación (peatones, carros, ciclistas, etc.) existen diferentes tipos de señales de tránsito, pero sin duda una de las más importantes es el semáforo. Las personas están acostumbradas a guiarse por este simple pero útil dispositivo y cuando se encuentra alguno que no funciona se podría decir que se puede sentir perturbación o temor a la hora de realizar el cruce. El semáforo se encuentra entre una de las tres principales señales de tránsito con mayor prioridad, después de los agentes y las señales de tránsito. Con la ventaja de que puede ayudar u orientar el tráfico con solo tres luces, son dispositivos mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en las vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente; dándole gran importancia ya que puede brindar confiabilidad y seguridad, tanto de vehículos como de peatones. (“Historia del semáforo desde sus inicios hasta ahora”, 2018)

En Saravena se vio la necesidad de implementar una red de semaforización debido al rápido crecimiento del flujo vehicular por las principales vías del municipio. Sin embargo, después de su instalación, el mantenimiento que se le había hecho a estas redes era mínimo o nulo. Por tal razón se inicia un estudio en conjunto con la alcaldía municipal para determinar el estado de este, determinándose que dicha red está cumpliendo su ciclo de vida, observándose un alto deterioro tanto en la estructura, como en el funcionamiento de algunos cruces; también se ve pertinente la instalación de nuevas tecnologías ya que esto ayuda a un gran impacto social permitiéndole al municipio no solo crecer tecnológicamente, sino también, en el campo social y cultural. Para el mejoramiento de este se ve pertinente diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo y/o correctivo que permita identificar es el estado en que se encuentra y los cambios que necesita para su óptimo funcionamiento, en el estudio realizado se observa la falta de dispositivos de protección eléctrica en algunas de las cajas de control tomando como prioridad la instalación de estos en las partes que hagan falta.

Para la realización de este proyecto es de vital importancia obtener un diagnóstico y así mismo a la hora de desmotar el controlador o en su defecto tarjeta madre una rápida reparación o cambio. También se debe tener presente la conservación del orden en el tránsito para ello se ve necesario la implementación de señales que permitan informar al público que transite por el área el desarrollo de este trabajo, ayudando a conservar el orden y permitiendo que estos transiten con una mayor precaución.

En el actual libro, se encontrará la descripción del proyecto desarrollado detalladamente, procedimientos realizados durante este, conceptos e información a tener en cuenta y evidencia que lo soporta

1. ORIGEN Y FUNDAMENTOS

1.1 ESTADO DEL ARTE

Los semáforos son dispositivos que emiten señales usando luces de tres colores: el verde indica que se puede avanzar, el amarillo te alerta para reducir la velocidad antes de pasar al rojo, y el rojo es el color que indica que se debe detener para ceder el paso de otros autos o peatones.

El primer semáforo de luces de tránsito que se instaló en la historia, fue en el exterior del parlamento británico de Westminster; obra del ingeniero J.P. Knight, especialista en señales de ferrocarril.

Su invención surgió de la necesidad de crear un sistema que permitiera, tanto a carros como a peatones, transitar por las calles de una manera segura. Este aparato empezó a funcionar el 10 de diciembre de 1868 e imitaba a las señales de ferrocarril y sólo usaba las luces de gas rojas y verdes por la noche. Dos zumbidos señalaban que el tráfico que podía avanzar era el de la avenida y un sólo zumbido indicaba que era el tráfico de la calle. No tuvo una larga existencia dado un desafortunado accidente que provocó que explotase matando a un policía.

Debido a la proliferación de autos, el 4 de agosto de 1914 se instaló el primer semáforo “moderno” en Estados Unidos, inventado por Garrett Augustus Morgan, gestionaba el tráfico entre la avenida Euclid y la calle 105. Contaba con luces rojas y verdes, colocadas sobre unos soportes con forma de brazo. Además, incorporaba un emisor de zumbidos como su antecesor inglés.

El sistema cambió pocos años después y se sustituyó el zumbador por una tercera luz de color ámbar. Los primeros semáforos de tres luces aparecieron en 1920 en las calles de Detroit, en semáforos de cuatro direcciones y en Nueva York, donde se pusieron a prueba en la Quinta Avenida. En 1953 aparecieron los primeros semáforos eléctricos. Ocho años más tarde, en 1961 se introdujo en Berlín, el dispositivo regulaba la circulación de los peatones. (“Historia de los Inventos: El primer semáforo de la historia”, 2013)

La primera red de semaforización llegó a Colombia en los años cuarenta, se hizo en la ciudad de Bogotá con la disculpa de la IX Conferencia Panamericana que se realizaría en 1948. El cabildo municipal autorizó la construcción de una amplia avenida “La de las Américas” que seguía el modelo americano, de autopista, en función del automóvil, no del peatón, como la avenida Caracas o el Park Way. (“Historia del semáforo desde sus inicios hasta ahora”, 2018).

1.1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Modelo de Semaforización Inteligente para la Ciudad de Bogotá - Octavio Salcedo, Luis Fernando Pedraza, César Augusto Hernández: En este artículo se presenta el diseño de un modelo de tráfico vehicular, el cual examina el tráfico existente en una vía principal de Bogotá a través de una serie de semáforos, y a partir de esto se sincroniza el tiempo de duración y de desfase de los semáforos, utilizando para ello el Sistema de Inferencia Difusa Basado en Redes Adaptativas e intentando mantener a su vez la velocidad máxima de los vehículos permitida en la vía. El modelo es simulado en el software Matlab y se evalúan los resultados a nivel macroscópico con el modelo de temporización fija que funciona actualmente en Bogotá.(Fernando & Augusto, 2006)

Control de tráfico basado en agentes inteligentes - José A. Castán, Salvador Ibarra, Julio Laria, Javier Guzmán, Emilio Castán: La tecnología de agentes se ha demostrado ser una ciencia computacional avanzada capaz de lograr mejoras sustanciales en un rango de aplicaciones debido a su paradigma de la estructura de toma de decisiones basado en el razonamiento cognitivo. En este sentido, el artículo presenta el desarrollo de una metodología novedosa que permite incluir un modelo formal basado en agentes autónomos e inteligentes capaces de manipular las fases de los ciclos en una infraestructura de semáforos de acuerdo a las exigencias y limitaciones de la carretera. Este proceso mejora efectiva e inmediata de la calidad del servicio en una intersección, aumentando el rendimiento de la movilidad de los vehículos y mejorando la generación de emisiones, cuando los vehículos se paran en un semáforo rojo. Para corroborar esto, el artículo presenta algunos experimentos con el fin de comparar la metodología propuesta contra una infraestructura pre-programada. Por último, se presentan las conclusiones a destacar la eficacia y la utilidad de la metodología desarrollada con la intención de alcanzar el control de tráfico adecuado de una ciudad en expansión.(Castán, Ibarra, Laria, Guzmán, & Castán, 2014)

La regulación de los semáforos peatonales en España: ¿tienen las personas mayor tiempo suficiente para cruzar? – Román Romero Ortuño : En España se siguen registrando quejas ciudadanas denunciando que los semáforos peatonales en áreas urbanas no dan tiempo suficiente para cruzar las calles con seguridad, especialmente a peatones mayores y/o discapacitados. Ello se produce a pesar de existir legislaciones en materia de accesibilidad, las más favorables de las cuales disponen una velocidad de cruce peatonal de 0,7 metros por segundo (m/s). La Encuesta de Salud, Envejecimiento y Jubilación en Europa (midió la velocidad de ambulación normal de una muestra representativa de españoles de edad igual o superior a los 75 años. El presente estudio comparó la velocidad mediana de esta muestra con la velocidad de referencia de 0,7 m/s. (Romero Ortuño, 2010)

Sistema de comunicación TCP/IP para el control de una intersección de tráfico vehicular – Pedraza Martínez Luis Fernando¹, Hernández Suárez César Augusto, López Sarmiento Danilo Alfonso: Este artículo describe el desarrollo de un prototipo de un controlador de

tráfico vehicular, cuyo sistema de comunicación se basa en el protocolo TCP/IP, para monitorear y controlar remotamente el funcionamiento de las luces de los semáforos de una intersección vehicular. Los resultados muestran los tiempos de comunicación entre la central y el controlador de tráfico. Las conclusiones destacan la importancia del uso del protocolo TCP/IP en los sistemas de semaforización. (Luis Fernando, César Augusto, & Danilo Alfonso, 2013)

Control de tráfico urbano a través de equilibrios Stackelber-Nash - Israel Alvarez Villalobos, Alexander S. Poznyak: La congestión del tráfico es un problema en todas las ciudades importantes. Se han intentado muchos enfoques. En este artículo, propondremos modelar intersecciones señalizadas como cadenas de Markov controladas finitas. La intersección representa un juego no cooperativo en el que cada jugador trata de minimizar su cola, por lo que el equilibrio de ϵ -Nash es la solución y se considera un juego con líder para modelar una avenida que obtenga un Equilibrio Stackelber-Nash para todo el juego como una solución general. Este documento se centra en el problema del control del semáforo para el tráfico urbano, utilizando la teoría de juegos y el método extraproximal para su realización. Los ejemplos muestran la efectividad del enfoque sugerido. (Villalobos & Poznyak, 2009)

Una solución basada en el control para la asignación de capacidad dinámica integrada, control de congestión y programación en redes inalámbricas - Francesco Delli Priscoli: Este documento aborda el problema de gestión de recursos de garantizar una calidad de servicio (QoS) deseada a las conexiones compatibles con subredes inalámbricas, al tiempo que explota eficientemente la capacidad de la interfaz aérea relevante. En la literatura (así como en implementaciones reales), este problema muy complejo está "dividido" en varios subproblemas; Este documento se centra en tres subproblemas de gestión de recursos estrictamente relacionados, a saber, la asignación de capacidad dinámica, el control de congestión y la programación del tráfico: la asignación de capacidad dinámica se refiere a la partición entre los terminales (que son las fuentes de tráfico) presentes en la subred inalámbrica considerada de los disponibles (valioso) capacidad de la interfaz aérea, el control de congestión se refiere a la decisión sobre la porción del tráfico ofrecido (es decir, el tráfico generado por los terminales) que puede ser admitido (es decir, almacenado) en las colas del terminal (el tráfico admitido se transmitirá eventualmente a través de la interfaz aérea) y la parte que debe descartarse para evitar la congestión, la programación se refiere a la decisión sobre la parte del tráfico, almacenada en las colas del terminal, que puede ser transmitido por la interfaz aérea (es decir, a las prioridades de transmisión que se otorgan al tráfico admitido). El documento presenta una solución basada en el control original, simple, inteligente y eficiente para enfrentar conjuntamente (es decir, de manera totalmente integrada) los tres subproblemas de gestión de recursos mencionados anteriormente. Dicha solución se basa en la distribución adecuada de leyes de control simples entre algunos controladores locales (ubicados en las terminales que generan el tráfico ofrecido) y un controlador global (a cargo de coordinar los locales) y en la idea de

utilizar el control de retroalimentación proporcional para para dirigir el sistema general hacia un equilibrio ideal en el que se logra el rendimiento deseable.(Priscoli, 2010)

Detección de línea blanca para navegación visual de un vehículo que sigue la carretera - C. Lailier, J.-G. Postaire, J.-P. Deparis, F. Peyret: Este documento presenta un nuevo método para la detección de líneas blancas para vehículos autónomos diseñado para seguir la señalización horizontal. El procedimiento se desarrolla para procesar imágenes tomadas en condiciones de campo severas. Los modelos de las líneas detectadas se utilizan como entrada del sistema de navegación para un vehículo de protección contra sombras utilizado en sitios de trabajo de pintura.(Lailier, Postaire, Deparis, & Peyret, 1994)

Una formulación de programación de enteros mixtos y algoritmos de solución escalable para la coordinación del control de tráfico en múltiples intersecciones basadas en trayectorias de espacio-tiempo del vehículo - Peirong (Slade) Wang aPengfei(Taylor), Li aFarzana , R. Chowdhury aLi Zhang, Xuesong : Gracias al desarrollo de la informática móvil, las nuevas fuentes de datos de tráfico están emergiendo como los bloques de construcción prometedores para estrategias de control de tráfico más efectivas. Se espera que las trayectorias del espacio-tiempo del vehículo estén disponibles de manera ubicua en un futuro previsible. Los datos de trayectoria en tiempo real proporcionarán un patrón de espectro completo de la dinámica del tráfico entre múltiples intersecciones. En este artículo, presentaremos una nueva representación de control de tráfico para múltiples intersecciones. Se propone una nueva fase de intersección múltiple (fase MI) para representar movimientos seguros del vehículo a través de unas pocas intersecciones estrechamente conectadas. Todas las intersecciones también se ven como una "super intersección" integral dentro de la cual los vehículos se mueven de acuerdo con sus rutas planificadas. Mediante la programación de la secuencia y la duración de las fases MI a lo largo del tiempo, los vehículos cruzarán intersecciones con demoras mínimas. Este enfoque puede proporcionar más flexibilidad para la coordinación del control de tráfico que el tradicional Enfoque de *compensación de ciclo dividido*. Se presenta una formulación de programación de enteros lineales para la optimización conjunta de las trayectorias del espacio-tiempo del vehículo y el control del tráfico. También se diseñó un marco de optimización escalable para la optimización del control del tráfico en el mundo real, conocido como enfoques de "descomposición lagrangiana con aproximación de subproblemas". En este nuevo marco, se construyó el estimador de límite inferior basado en carga dinámica de red (DNL-LBE) en el que las restricciones relajadas y la sensibilidad a los precios multiplicadores lagrangianos se consideran explícitamente mientras se cargan los flujos vehiculares. Al hacerlo, el complejo proceso de carga de red dinámica controlada se puede representar a través de multiplicadores lagrangianos que interactúan con el módulo de optimización de fase MI (luego resuelto por *programación dinámica*) Este enfoque puede facilitar la heurística de búsqueda basada en el precio para encontrar soluciones de alta calidad tanto para trayectorias de espacio-tiempo vehiculares como para planes de control de tráfico sin aumentar la complejidad informática general. La eficiencia

del marco de optimización propuesto se mejora aún más a través de múltiples técnicas informáticas avanzadas. Al final, se proporcionan un ejemplo demostrativo y uno del mundo real para mostrar el rendimiento del nuevo enfoque. (Wang, Li, Chowdhury, Zhang, & Zhou, 2020)

Control de señales de tráfico para ciudades inteligentes mediante aprendizaje por refuerzo
- Hyunjin Joo, Syed Hassan Ahmed, Yujin Lima: La congestión del tráfico está aumentando a nivel mundial, y este problema debe ser abordado por el sistema de gestión del tráfico. El control de señales de tráfico (TSC) es un método efectivo entre varios sistemas de gestión de tráfico. En un entorno de tráfico dinámicamente cambiante e interconectado, los TSC basados en modelos actuales no son adaptativos. Además, con el auge de las ciudades inteligentes y la IoT, existe la necesidad de TSC eficientes que puedan manejar datos grandes y complejos. Para abordar este problema, este estudio propone un sistema TSC para maximizar la cantidad de vehículos que cruzan una intersección y equilibra las señales entre las carreteras mediante el uso de Q-learning (QL). El sistema propuesto tiene una estructura flexible que puede modificarse para adaptarse a los cambios en la estructura original de la intersección. (Joo, Ahmed, & Lim, 2020)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De conformidad con estudios de tráfico realizados de acuerdo al Manual de Señalización, adoptado por el Ministerio de Transporte mediante Resolución 1050 de 2004, existen en el municipio de Saravena cruces o intersecciones cuyos altos volúmenes vehiculares generan congestión y dificultad al paso por estos puntos; además del incremento en el riesgo de accidentabilidad, estos fueron detectados por acciones o acontecimientos populares en estos sitios a solicitud de la comunidad.

Por lo cual es necesario establecer condiciones que satisfagan los elementos que conforman el sistema de semaforización pública en el municipio, los cuales deben cumplir con las especificaciones técnicas, poseer excelentes características de desempeño, durabilidad y calidad para satisfacer las condiciones y requerimientos técnicos actuales de los sistemas de semaforización.

Para cumplir con estos requerimientos, es necesario mantener en supervisión, reparación, cambio o actualización estos dispositivos, aprovechando las fallas y averías en algunas intersecciones semafóricas, se da la oportunidad de incursionar en un nuevo tipo de dispositivo como lo es el cruce peatonal, dándole importancia al flujo peatonal y proyectando que no solo es consideración el vehicular.

El municipio de Saravena es un territorio donde se evidencian considerables tormentas eléctricas, debido a esto y observando falta de algunas protecciones eléctricas para estos dispositivos se ve pertinente el acompañamiento de artefactos que ayuden en ampliar un poco no solo vida útil, sino también, evitar daños por sobre carga eléctrica ocasionando en ocasiones daños irreparables.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Realizar mantenimiento correctivo y/o preventivo a las intersecciones semafóricas en mal funcionamiento del municipio e instalación de nuevos cruces peatonales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer un diagnostico actual de las 8 intersecciones existentes.
- Realizar mantenimiento correctivo o preventivo en los cruces semafóricos tanto físico como de programación.
- Construir espacio apto para la instalación de los dispositivos nuevos.
- Instalar cuatro semáforos peatonales nuevos de tecnología reciente.
- Adecuar espacio para la instalación de nuevos componentes.
- Comprobar el correcto funcionamiento del trabajo realizado.

1.3.3 Descripción de actividades: (Lista de tareas)

- **Mantenimiento correctivo y/o preventivo:** se realizará la revisión y mantenimiento a la caja de control y lo que está la conforma, como es: placa base, controlador, tarjetas de potencia.
- **Reparación de componentes:** Teniendo ubicadas las posibles fallas, se ejecutará la corrección de estas tanto en la parte de software como en hardware si fuera necesario.
- **Construcción y adecuación:** Se tendrá que construir una nueva estructura, donde quedará instalado un nuevo gabinete y se realizará adecuaciones para nuevas protecciones eléctricas.
- **Instalación de intersección peatonales:** Se construirá una base para mástil que contara con kit de puesta a tierra, para la instalación de la estructura.
- **Estudio y aplicación de flujo:** Debido a la implementación de los nuevos semáforos peatonales se deberá ejecutar un estudio de flujo vehicular y peatonal del sector, para ejecutarlo en la programación.
- **Programación de los controladores:** Se reprogramará con nuevos tiempos todos los cruces vehiculares existentes y nuevos con los tiempos obtenidos en el estudio realizado.

2. DEFINICIONES

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Hardware

- **SEMÁFORO:** Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control.

El semáforo es un dispositivo útil para el control y la seguridad, tanto de vehículos como de peatones. Debido a la asignación, prefijada o determinada por el tránsito, del derecho de vía para los diferentes movimientos en intersecciones y otros sitios de las vías, el semáforo ejerce una profunda influencia sobre el flujo del tránsito. Por lo tanto, es de vital importancia que la selección y uso de tan importante artefacto de regulación sea precedido de un estudio exhaustivo del sitio y de las condiciones del tránsito. Los semáforos se usarán para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones, (Alcaldía de Medellín, 2004):

- ❖ Interrumpir periódicamente el tránsito de una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular.
- ❖ Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- ❖ Controlar la circulación por carriles.
- ❖ Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- ❖ Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

La parte física de un semáforo está conformada por componentes eléctricos y electrónicos siendo una de las más importantes a continuación será definida cada una de ellas:

- **MODULO LED 8”:** Este módulo está compuesto por una matriz de leds de aproximadamente 90 unidades a 12VDC, la cual cuenta con una configuración de resistencias de 1270 ohm según tabla 1. Encontrada en (“Código de resistencias SMD - Electrónica Unicrom”, 2016).

Para evitar variaciones de tensión que puedan llegar a afectar el correcto funcionamiento de los leds; el módulo es conectado a una línea de corriente alterna entre los rangos de 85VAC a 265VAC, para poder establecer una conexión entre estos dos dispositivos AC-DC cuenta con una tarjeta de potencia que permite transformar de 120VAC a 12VDC y cubierta por una carcasa sellada para exteriores.



Figura 1. Modulo Led,
Fotografía sobre la apariencia de un módulo led 8".



Figura 2. Matriz de leds,
Estructura de una matriz de leds en módulo de 8".

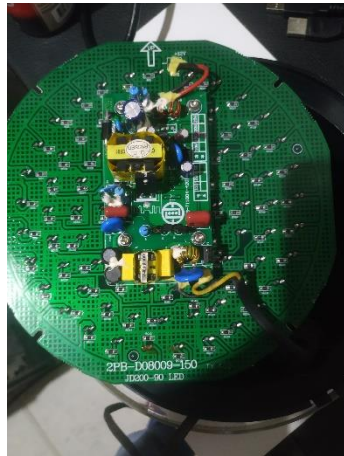


Figura 3. PCB lampara,
Composición de la placa y circuitos de un módulo.

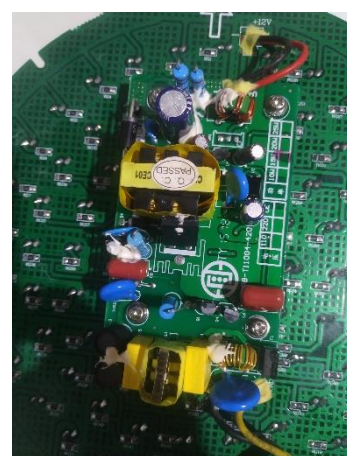


Figura 4. Tarjeta de potencia lampara,
Componentes eléctricos que conforman la tarjeta.

- **ETAPA DE ALIMENTACIÓN Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA**

Esta etapa se encuentra ubicada en la caja de control, encargada de alimentar por medio de un breaker el cual está configurado con una línea de 120VAC y energiza a toda la caja de control, pasando anteriormente por unos componentes de protección como son los fusibles y ups los cuales disminuirán en gran cantidad el riesgo de daños por variaciones de voltaje o picos de corriente.



Figura 5. Etapa de alimentación,
Composición de izquierda a derecha de la etapa de alimentación: Breacker, Fusibles, Protector de voltaje.

- TARJETA DE POTENCIA 4 GRUPOS

Esta tarjeta es la que permite por medio de transformación de estados analógicos, la comunicación entre la tarjeta principal y los niveles de corriente-voltaje necesarios para el funcionamiento de las lámparas por las lámparas.

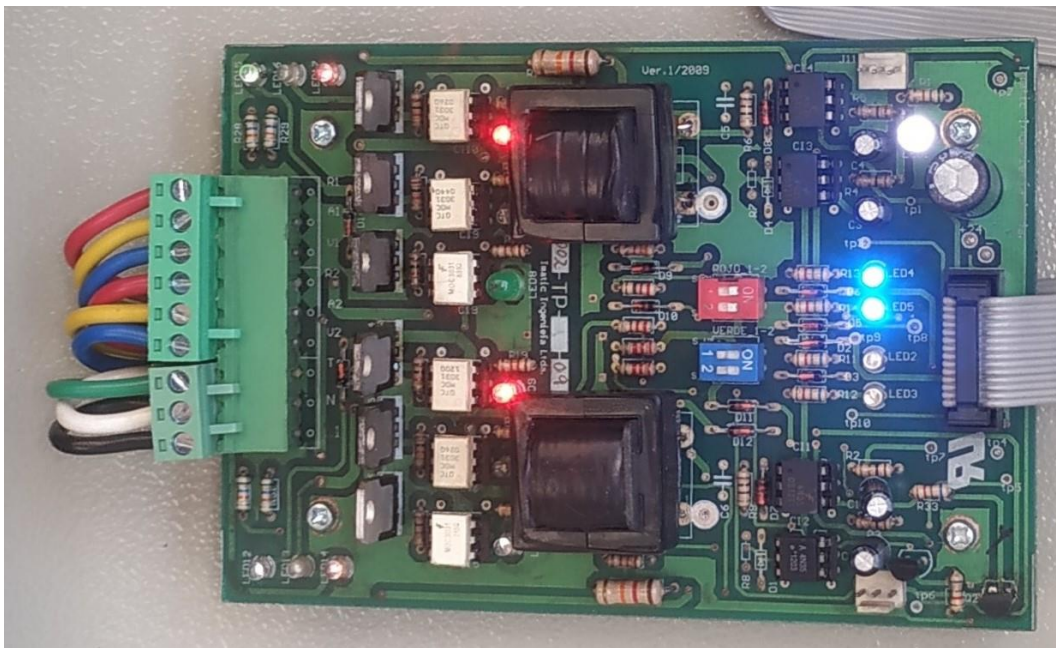


Figura 6. Tarjeta de potencia,
Visualización de la tarjeta, sus componentes y conexiones

- TARJETA DE CONTROL

Esta tarjeta es la que permite programar o modificar los tiempos de encendido de cada lampara por medio de un algoritmo definido, enviando la orden directamente a la tarjeta principal. Cuenta con un microcontrolador el cual se encarga de organizar y llevar a cabo las tareas que se le establezca al sistema.



Figura 7. Tarjeta de control,
Estructura y composición de la tarjeta de control

- TARJETA PRINCIPAL

Esta tarjeta es la encargada de la conversión analógica- digital (ADC) permitiendo una interfaz entre usuario y maquina por medio de un puerto serial, facilitando la modificación directa en la tarjeta de control en cuanto a la programación y dirigiendo esta al resto del sistema de forma que lo entienda. También cuenta con una etapa de memoria la cual permite almacenar esta información de tal forma que, aunque el sistema se quede sin energía esta-

conservara el algoritmo cuando se reinicie, sin efectuar ningún tipo de cambio en él, ni perdida de la estructura.

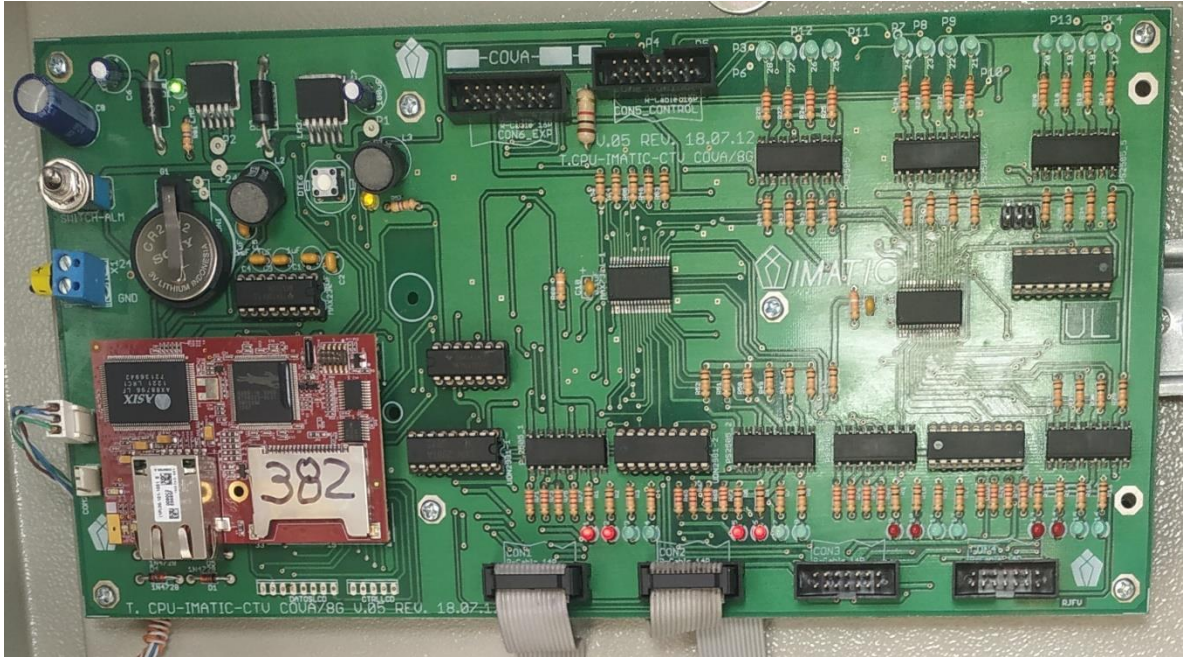
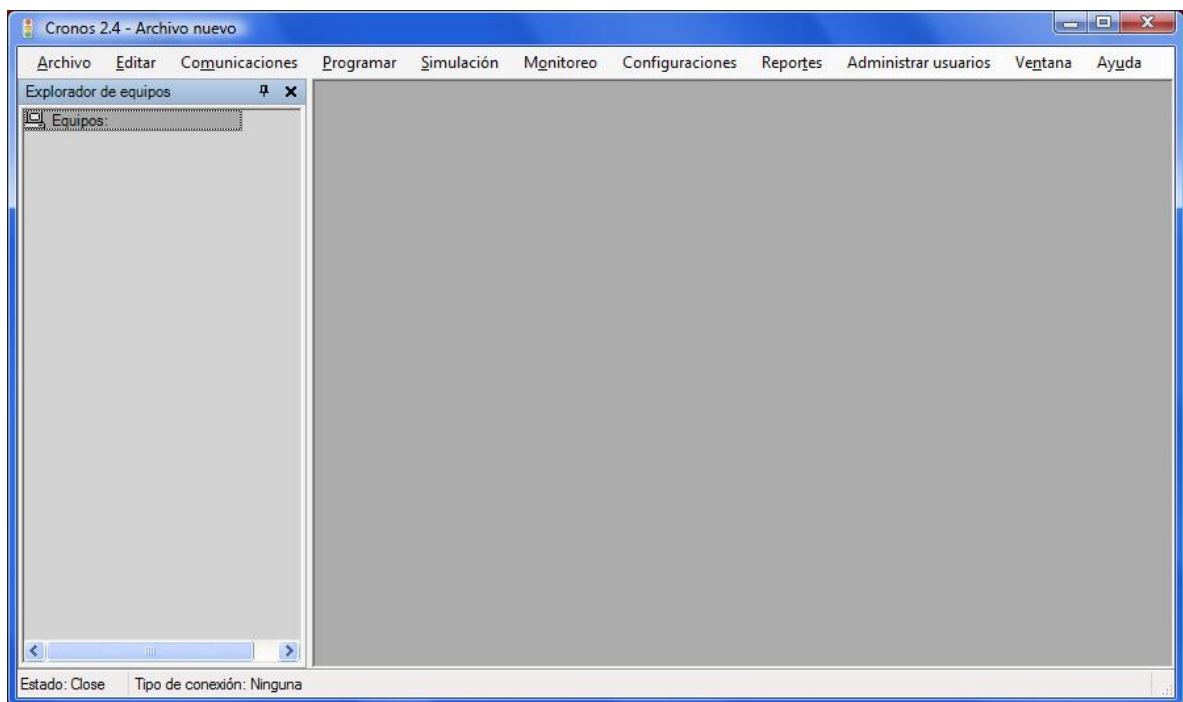


Figura 8. Tarjeta Principal,
Estructura física y componentes eléctricos, electrónicos y control que la conforma esta tarjeta IMATIC.

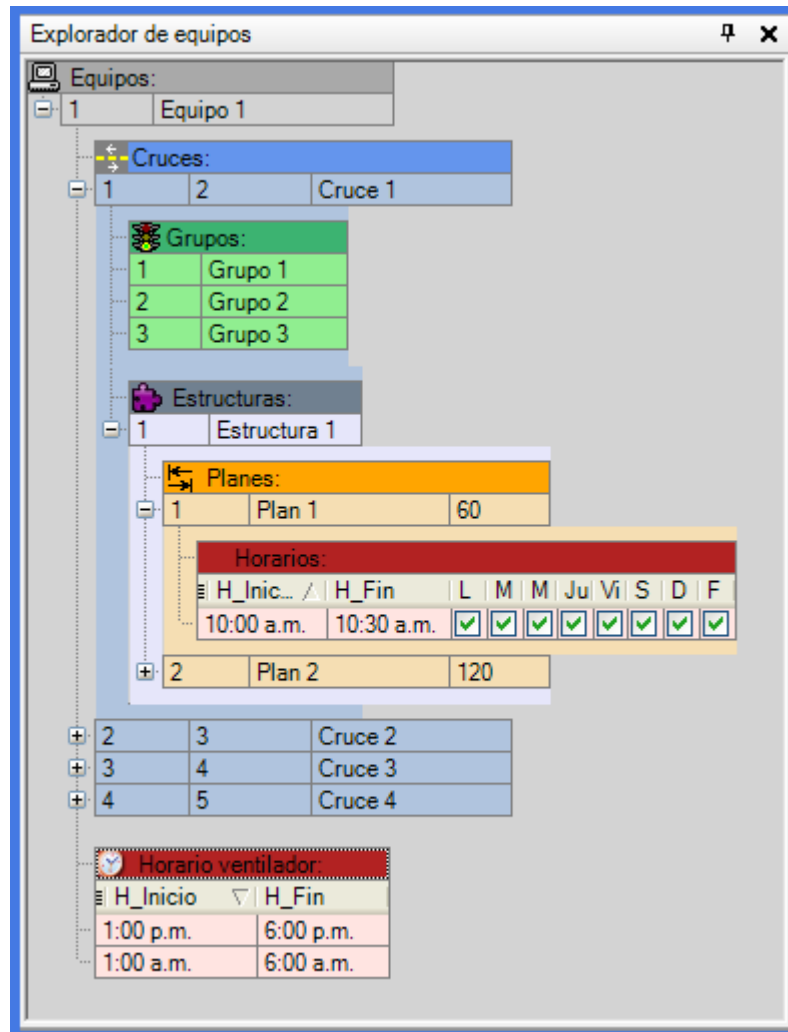
2.1.2 SOFTWARE

- Cronos 2.4

El software usado para la programación del controlador es llamado IMATIC INGENIERÍA Cronos 2.4 suministrado por la empresa SOLUTRAFFIC, este programa es un editor que permite configurar de manera gráfica (bloques) los equipos de semaforización según el “MANUAL PARA LA PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS DE SEMAFORIZACIÓN (No, 2015),” que fue suministrado por personas encargadas del campo al ingeniero contratista.



Drago. (2015). Interfaz manejada por el programa. [Grafica 1], *Recuperado de:* “MANUAL PARA LA PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS DE SEMAFORIZACIÓN”.



Drago. (2015). Estructura de programación. [Grafica 2], *Recuperado de: "MANUAL PARA LA PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS DE SEMAFORIZACIÓN"*.

La estructura de programación se define por grupos o como el ingeniero sugirió "familias", seguido de esto se solicita el establecimiento de un plan u horario de funcionamiento, también allí se podrá modificar los tiempos intermedios los cuales los cuales definen el periodo de transición entre el cambio de lámparas.

Este programa también permite generar un Backup o respaldo de la programación que se encuentre en el controlador en ese momento y contando con un simulador incorporado el cual muestra la secuencia y posibles conflictos que haya entre los cruces en caso de un error, estas dos herramientas fueron claves a la hora de aprender a usar este programa la cual fue de gran ayuda a la hora de comenzar.

- Puerto serial

La conexión y comunicación entre la máquina y el programador se realiza por medio de un puerto serial-USB (tarjeta principal -pc), este tipo de puerto se observa en la mayoría de dispositivos que se usan en nuestro computador de escritorio como es el cable del mouse, teclado e incluso una unidad flash USB.

Se define como una interfaz de comunicación digital en la cual se transmiten datos de forma secuencial bit a bit por los conductores según. un pequeño ejemplo del funcionamiento sería dando start a nuestra transmisión de información recibiendo esta información y convirtiéndola cada carácter en código ASCII y con una señal de alto el sistema quedara a la espera de una nueva palabra o instrucción, existen tres tipos de comunicación con esta configuración, (“Puerto serie – Qué es, para qué sirve y tipos”, 2020):

- ❖ **Simplex:** transmisión de información unidireccional, es decir, un solo emisor un solo receptor.
- ❖ **Dúplex:** cada extremo puede emitir o recibir información de forma simultánea, para esto es necesario el uso de cable distintos para enviar y recibir, o en su defecto se transmite con frecuencias distintas para no mezclarse.
- ❖ **Semi-Dúplex:** su principio de funcionamiento es similar al Dúplex, con la diferencia de que mientras un dispositivo transmite el otro recibe la información.

2.1.3 Estructura

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de las estructuras ya se encontraban instaladas con sus respectivos semáforos y enfatizando que ninguna de estas fue modificada o reinstalada, se presentara la estructura que se tuvo en cuenta según manual y especificaciones entregadas por la alcaldía municipal y el proceso de instalación necesario por concepto del oficial de construcción con experiencia en el tema.

- ❖ **Canastilla:** varillas en forma de cono amarrada con alambre dulce, y soldada a placa de acero la cual fue necesario la apertura de un agujero de 60x60x70 para permitir maniobrarla para posteriormente instalarla a nivel y fundir



Figura 9. Instalación Canastilla, Nivelación para la instalación y posterior fundición.



Figura 10. Canastilla Fundida, Apariencia de la canastilla después de fundida, lista para instalación de mástil.

- ❖ **Mástil:** Tuvo metálico galvanizado de 6" de diámetro y 2.10 metros de altura aproximadamente soldado a base con ángulos que brindaran mayor soporte y con pintura reflectiva para la fácil visualización a la hora de ser alcanzados por la luz de los vehículos o motocicletas.



Figura 11. Mástil, Evidencia sobre la estructura y apariencia del mástil.

3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la establecer la condición en la que se encontraban los semáforos fue necesario ir uno a uno, revisando y organizando de alta a baja prioridad el arreglo de estos, en cuanto al flujo se vio necesario en usar técnicas de obtención de información que en lo posible no dependiera de mi presencia, sin bajar la precisión de la información a la hora de analizarla, en este capítulo explicare detalle a detalle el procedimiento.

3.2 FICHAS TÉCNICAS

En esta etapa se llevaron a cabo diferentes procedimientos que guiaron en hacer la recolección de datos necesarios para iniciar el proyecto. Inicialmente se presentó la propuesta a la alcaldía del municipio, en este proceso se debió diligenciar las fichas técnicas solicitadas por la alcaldía.

En estas fichas técnicas se encontraba información sobre toda la instrumentación necesaria para llevar a cabo cada procedimiento de mantenimiento o instalación, también habría datos físicos de las estructuras y medidas que se tendrán en cuenta a la hora de hacer la instalación de un nuevo semáforo. Para algunos de estos datos se tuvo el acompañamiento de un técnico electricista para que todos estos procedimientos den cumplimiento a las leyes y métodos necesarios para obedecer en una práctica.

En la Tabla 1. y Tabla 2. se presenta un ejemplo de una ficha técnica presentada para la instalación de un semáforo, cabe aclarar que no hace parte de las fichas técnicas presentadas a la alcaldía, solo es un ejemplo.

Dirección de Transito Bucaramanga. 2018. Descripción general de los equipos. [Tabla 1], Recuperado de: <https://www.transitobucaramanga.gov.co/files/2018/contratacion>.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Semáforo vehicular de tres luces de 200 mm (3x200mm), con cuerpo en policarbonato, módulos luminosos tipo LED, para fijación a poste de pedestal (mástil).	1

2	Semáforo vehicular de tres luces de 200 mm (3x200mm), con cuerpo en policarbonato, módulos luminosos tipo LED, para fijación a poste de ménsula (con brazo).	1
3	Semáforo peatonal de dos luces de 200 mm (2x200mm), con cuerpo en policarbonato, módulos luminosos tipo LED, para fijación a poste de pedestal (mástil).	2
TOTAL		4

Dirección de Transito Bucaramanga. 2018. Descripción general de los equipos.

[Continuación Tabla 1], Recuperado de:

<https://www.transitobucaramanga.gov.co/files/2018/contratacion>

Dirección de Transito Bucaramanga. 2018. Características de los equipos. [Tabla 2],

Recuperado de: <https://www.transitobucaramanga.gov.co/files/2018/contratacion>

ITEM	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
1	CUERPO DEL SEMÁFORO	POLICARBONATO
2	ÍNDICE DE PROTECCIÓN (HERMETICIDAD IP)	≥ 55
3	ÍNDICE DE IMPACTO (IK)	≥ 0.8
4	NORMA EQUIVALENTE	NEMA 4 O MIL-STD 810 F
5	CONEXIÓN ELÉCTRICA INTERNA	REGLETA CON TORNILLOS
6	LENTES O TAPAS FRONTALES	TRANSPARENTES
7	COLOR DEL CUERPO DEL SEMÁFORO	NEGRO
8	LUMINANCIA Lmin:Lmax	$\geq 1:10$
9	TAMAÑO DEL LENTE	200mm
10	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	120 VAC (+/- 15%) y a 60Hz(+/- 5Hz)
11	COMPATIBILIDAD DE LOS SEMÁFOROS DE LEDS	CON EQUIPOS GE
12	COMPATIBILIDAD DE LOS SEMÁFOROS DE LEDS	CON EQUIPOS MP
13	POTENCIA OFRECIDA POR MÓDULO LUMINOSO TIPO LED	$\geq 12W$ y $\leq 15W$
14	LONGITUD DE ONDA COLOR ROJO	625 nm +/- 5nm
15	LONGITUD DE ONDA COLOR AMARILLO	590 nm +/- 5nm
16	LONGITUD DE ONDA COLOR VERDE	505 nm +/- 5nm
17	INTENSIDAD LUMINOSA	> 400 cd y ≤ 2500 cd
18	VIDA ÚTIL ESTIMADA DE LOS MÓDULOS LUMINOSOS	≥ 70.000 Horas

19	CONDICIONES ÓPTICAS EXIGIDAS AL CABO DE LA VIDA ÚTIL	80%
20	MARCACIÓN INTERNA DE LOS MÓDULOS (ETIQUETA ADHESIVA)	NOMBRE DEL FABRICANTE, N° DEL MODELO, CONSUMO DE POTENCIA, VOLTAJE DE OPERACIÓN, CONSUMO DE ORRIENTE, COLOR DE LU EMITIDA, N° DE LOTE, N° SERIAL ÚNICO Y CÓDIGO DE BARRAS.
21	MARCACIÓN EXTERNA DE LOS MÓDULOS	DIRECCIÓN DE TRNASITO, CONTRATO N° XXXX DE 20XX, FECHA DE FABRICACIÓN XXXX
22	GARANTÍA	OCHO AÑOS

Dirección de Transito Bucaramanga. 2018. Características de los equipos.

[Continuación Tabla 2], Recuperado de:

<https://www.transitobucaramanga.gov.co/files/2018/contratacion>

3.3 DIAGNÓSTICO CRUCES VEHICULARES

Culminadas estas actividades, se recolecta la información necesaria para dar paso a realizar un diagnóstico en el estado de los equipos que se encuentran instalados, a los cuales se les hará mantenimiento o en su defecto serán reemplazados, comenzando con una revisión superficial para observar el estado físico y funcionamiento general del cruce, verificando que las tres lámparas estén realizando el cambio de sus colores sin ninguna interferencia todo esto se hace con el fin de establecer un estado de importancia y trazar una ruta u orden el cual facilite el desarrollo del trabajo, si alguna de las lámparas no encienden, se procede a realizar una revisión apresurada en la caja de control, verificando el estado de reguladores, conexiones y protección (fusibles), cabe aclarar que esto como ya se ha mencionado antes solo se hace para dar un diagnostico general y establecer un orden de desarrollo.

También tomando a consideración la revisión del nuevo equipo adquirido para repuesto, comenzando con la verificación del estado visual o físico que no se presente ninguna fisura en la estructura o con avería que pueda llegar a presentarse por motivo de transporte y procediendo con una revisión general de la parte eléctrica comprobando que las lámparas enciendan y no se presente inconvenientes de intensidad en la luminosidad e incluso que algunos leds no enciendan, una forma que se encontró para realizar un plan de mantenimiento es crear una tabla donde se podía diligenciar las fallas encontradas, así como se muestra a continuación en la Tabla 3.:

TABLA PARA CONTROL DEL MANTENIMIENTO				
FECHA: _____				
DIRECCIÓN: _____				
LAMPARA				
ROJO				
ÁMBAR				
VERDE				
OBSERVACIÓN:				
ELÉCTRICA – ELECTRÓNICA				
OBSERVACIÓN:				

*Tabla 3. Diagnósticos y control del mantenimiento,
Tabla diseñada establecer de forma ordenada y general el diagnostico de los cruces semafóricos.*

3.4 DIAGNÓSTICO CRUCE PEATONAL

Teniendo en cuenta que este cruce se instalara desde prácticamente cero se deben hacer varias estudios, revisiones y verificaciones; realizando un estudio previo del lugar de la instalación y teniendo en cuenta que sea de gran utilidad debido a al flujo peatonal en la zona y también como objetivo ir culturizando a la ciudadanía en el uso de este, seguido de la revisión en la caja de control confirmando la disponibilidad para la instalación y programación de una nueva tarjeta de control; Con lo anterior en cuenta y establecido, se estudia los puntos en los cuales se instalaran las estructuras (canastas, mástiles, lámparas), y se definen en base a que estos, no sean lugares donde queden obstruyendo el paso, la visión u otro factor importante para tránsito o circulación de vehículos y peatones.

Luego de esto y no menos importante se debe verificar el estado en el cual llegan los componentes, tanto electrónicos como físicos los cuales se instalarán, de igual manera de la cual se realizó con el material para repuesto de los semáforos vehiculares.

3.5 ESTUDIO DE FLUJO VEHICULAR Y PEATONAL

Seguido al diligenciamiento de estas fichas técnicas y a la aprobación por parte de la alcaldía municipal, se procede a realizar el aforo vehicular, este estudio tiene por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o una intersección, el cual permitirá clasificar a los vehículos por tipo, etc. Este se lleva a cabo también porque dos de las rutas a ser intervenidas son vías nacional y departamental. Este estudio entregara los siguientes datos:

- ❖ Tránsito Mensual: Número de vehículos que pasan durante un mes.
- ❖ Tránsito Semanal: Número de vehículos que pasan durante una semana.
- ❖ Tránsito Diario: Número de vehículos que pasan durante un día.
- ❖ Tránsito Horario: Número de vehículos que pasan durante una hora.
- ❖ Volúmenes de tránsito: Es el número de vehículos que pasa a un punto determinado durante un periodo específico de tiempo.
- ❖ Densidad de tránsito: Es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud en carretera en un instante dado.

El equipo usado es variado; desde hojas de papel marcando cada vehículo hasta contadores electrónicos con teclados. Ambos métodos son manuales.

Durante periodos de tránsito alto, es necesario la instalación de cámaras en el cruce para efectuar los aforos. La exactitud y confiabilidad de los aforos depende de la condición climática, calidad en la obtención del video, supervisión y la cantidad de información a ser obtenida por cada cámara. A raíz de este estudio salen algunos valores que se utilizan para calcular cuánto serán los tiempos que se deben establecer en cada cambio según el flujo de autos y motos, también el tiempo que pueden durar los semáforos peatonales.

No solo se ve necesario la obtención del material multimedia, se debe realizar un censo con la ayuda de este para estipular los tiempos de cambio, para ello se crea un formulario como antes fue interpretado y a continuación mostrado:

FORMULARIO PARA CENSO VEHICULAR Y PEATONAL DEL SECTOR																
DIRECCIÓN: _____																
FECHA: _____																
AUTOMÓVILES																
PARTICULAR																
TRANSPORTE PUBLICO																
CARGA PESADA																
MOTOCICLETAS																
PEATONES																

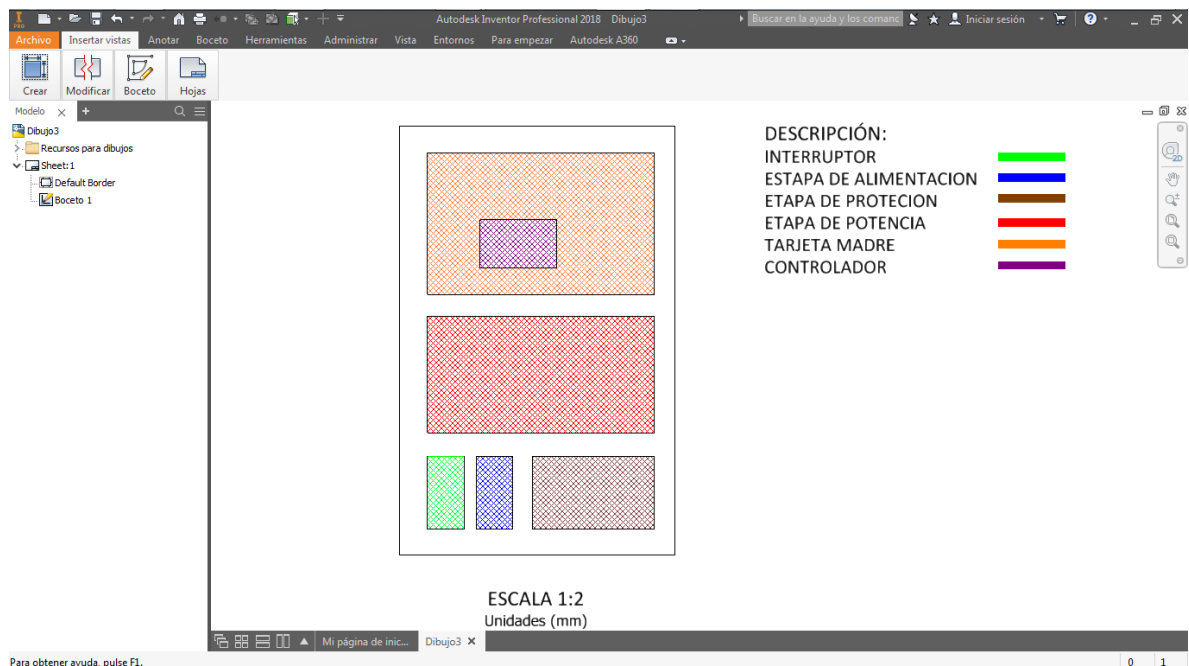
Tabla 4. Formulario para el censo vehicular y peatonal del sector,
Tabla diseñada para el control y clasificación del flujo de cualquier tipo de diferentes tipos de vehículo y peatones

4. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO

Esta es sin duda es una de las partes más importantes del libro, pues a partir de este capítulo, se expondrán detalladamente los diferentes procedimientos que se llevaron a cabo a lo largo de este proyecto. En pocas palabras hasta el momento se expuesto la parte del estado y estimaciones que se tuvieron en cuenta, pasando de aquí en adelante a la parte de ejecución y repentinos percances presentando en el transcurso de esta.

Pero antes de esto es necesario aclarar que para esta parte fue necesario el asesoramiento de personal con experiencia en el tema, acompañada de investigación en posibles métodos actualizados que pudiera asesorar sobre el diagnóstico y procedimientos en mantenimiento de dispositivos electrónicos; estableciendo un plan de manteniendo que se adapte a los recursos disponibles para el proyecto sin generar sobre costo en el mismo y ayude a diagnosticar la mejor solución posible. A continuación, presentare para mi concepto y en común acuerdo con el ingeniero encargado del contrato, el mejor procedimiento que se encontró ante la situación.



Grafica 3. Descripción caja de control,
Realizada para la explicar de las principales etapas/dispositivos que conforma una caja de control.
Recuperado de: Autodesk Inventor.

4.2 PLAN DE MANTENIMIENTO

Se procederá a la aplicación de líquidos especiales para remover la sulfatación u otro tipo de suciedad en las pistas del PCB y componentes electrónicos, seguido de esto se comprobará que el sistema embebido encienda de forma adecuada y con la respectiva programación.

Si el sistema enciende y presenta fallas se deberá realizar una revisión en la parte del software, revisando la programación y descartando daños en esta. En caso contrario, se deberá realizar una revisión en la parte de alimentación y protección eléctrica.

Seguido de esto si el sistema no presenta mejora, se procederá a la parte de hardware comenzando por el componente electrónico de mayor prioridad como es el controlador y siguiendo el flujo al resto de sistema hacia la alimentación de este.

Si así se requiere después de todas las revisiones efectuadas se realizará la reparación o cambio de los componentes que presenten fallas en la tarjeta, teniendo en cuenta que, si el daño es irreparable e incluso supera los alcances a las herramientas disponibles, se requerirá del envío a una zona especializada o compra y reemplazamiento del componente.

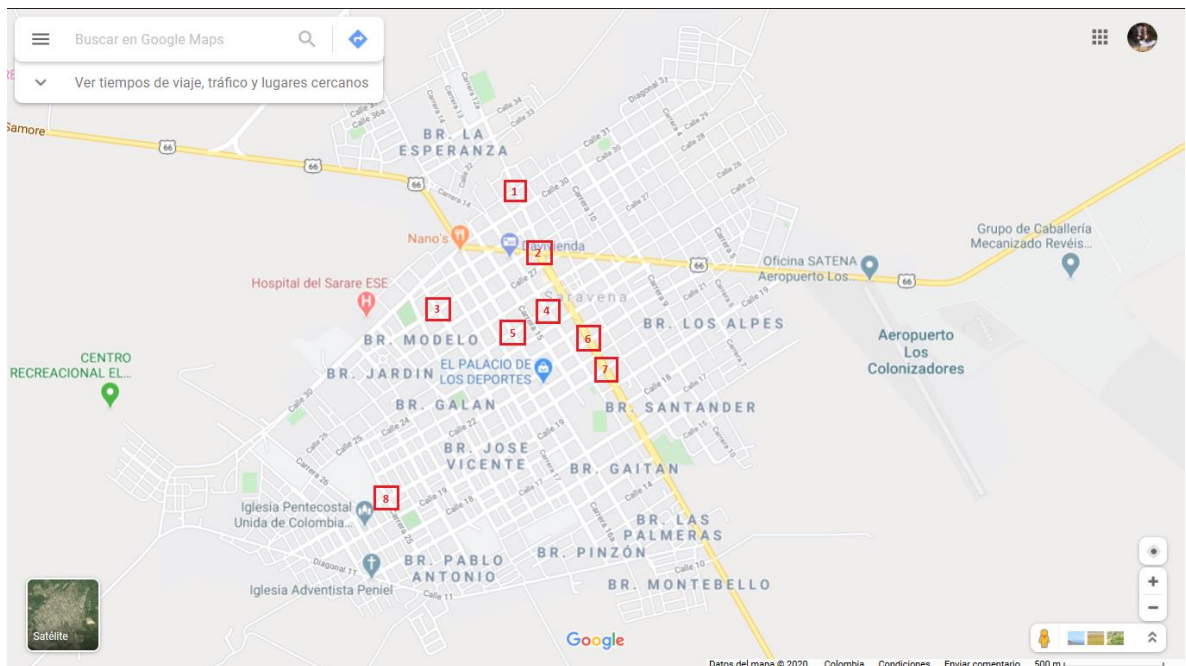
Terminando el mantenimiento se procederá a la modificación de la programación siempre y cuando el estudio del flujo vehicular demuestre resultados significativos para realizar el cambio en esta; y para finalizar, será indispensable la aplicación de una película protectora de líquidos especiales para prevención de corto circuito u otro tipo de falla a futuro.



Grafica 4. Orden en que se realizara mantenimiento, Diagrama demostrativo del flujo como se realizará el mantenimiento.

4.3 PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

No todos los dispositivos requerían al pie de la letra el plan de mantenimiento planteado, pues esto, depende de las condiciones en la que se encuentre la caja de control y sus componentes, aclarando esto, se estableció que el orden adecuado para empezar a realizar el mantenimiento y con ayuda de Google maps. seria de la parte superior a la parte inferior de municipio como se muestra en la Grafica 5. a continuación, se expondrá las ocho intersecciones existentes y el debido procedimiento que aplico en cada de uno de ellas:



Grafica 5. Ubicación de los cruces semafóricos, Identificación de las intersecciones semafóricas para un mejor plan de ejecución. Recuperado de: Google Maps.

- Recepción y revisión de material

Figura 12. Semáforo Peatonal,
Recibimiento y verificación por parte del funcionario
de la alcaldía



Figura 13. Gabinete para caja de control,
Evidencia y recibimiento del gabinete para la caja de control.

Figura 14. Tarjetas de Potencia,
Evidencia para alcaldía y revisión de las nuevas tarjetas de potencia.



Figura 15. Caja de control,
Supervisión de la nueva caja de control por parte de funcionario de la alcaldía municipal.

Figura 16. Semáforo Vehicular,
Recibimiento por parte del encargado de la alcaldía municipal.



Figura 17. UPS 3KVA,
Verificación del estado y recibimiento por parte del
funcionario de la alcaldía.

Figura 18. Ensamble de cruce peatonal, unión de las piezas que conforman el semáforo peatonal

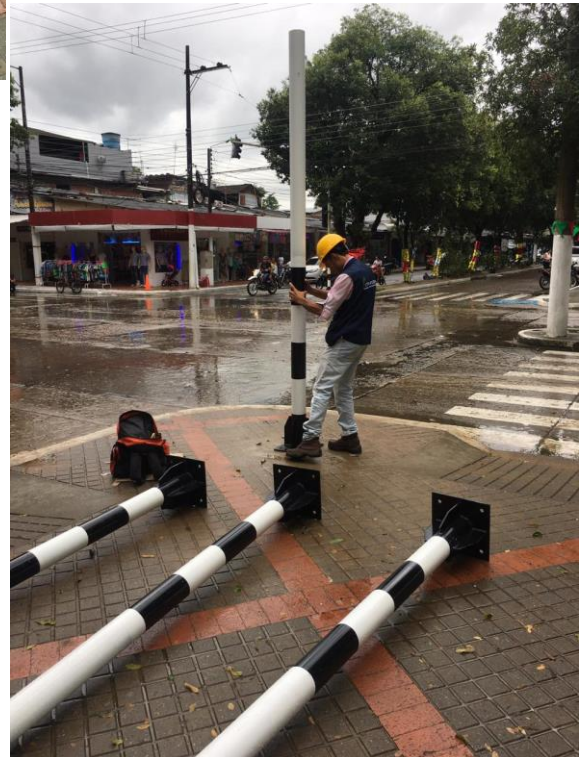


Figura 19. Verificación e instalación de mástil- semáforo Peatonal, Adecuación para mástil, el cual quedara listo para la posterior instalación del semáforo.

Figura 20. Revisión y ensamble de semáforo vehicular, Verificación del estado en el que llegó el dispositivo y ensamble para instalación.



Figura 21. Revisión de los semáforos Peatonales, Revisión del estado de los semáforos peatonales para la instalación.

- Primera intersección Vehicular, Carrera 12a con Calle 31



Figura 22. Panorámico primera intersección,
Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

Al movilizarse a este cruce se observó la caída en una de las estructuras de un semáforo, el cual fue derribado por el paso de una volqueta según argumentos de las personas que conviven alrededor de este.

También observo que no funciona de manera adecuada el cambio de luces en las lámparas y baja luminosidad en dos de los semáforos de diferentes cruces. Teniendo en cuenta esto, se debe dirigir a la caja de control y apagar el sistema seguido de la desconexión del cruce derribado, llegando a la conclusión que este estaba generando un corto circuito, pero no mejorando la luminosidad.

Procedo al retiro la tarjeta de control y tarjeta madre para la revisión y aplicación del plan de manteniendo establecido y verificar si la falta de este puede ser el motivo de la posible mal alimentación de las lámparas.

En cuanto a la estructura se ve necesario el alquiler de un carro grúa para alcanzar la altura necesaria y el acompañamiento del técnico electricista y un asistente,

observando y analizando con ayuda del técnico una posible solución al problema de la altura que se presentaba, se diseñó un mecanismo que permitiera no solo ganar altura, sino también, brindara rotación sobre el eje horizontal tanto para subir el semáforo como también permitiendo el ajuste de inclinación en la estructura, pues si no se hacía esto las lámparas quedarían a un ángulo de difícil observación.

Realizado el mantenimiento se reinstalan los componentes y se verifica que la conexión se realicen de forma correcta, tras encender se observa mejoría en la luminosidad, pero presentando fallas aun en el semáforo que se encontraba caído, debido al fuerte golpe y al estar colgando de los cables la estructura se revisa la continuidad en la conducción del cableado encontrando unos de los cables reventados, se procede al cambio y sondeo del nuevo cable dando solución a los problemas que se presentaban en esta intersección, destaco que en este cruce no fue necesario la modificación ni cambios en la programación de los tiempos en ninguno de las tarjetas de control.

A continuación, presentare un bosquejo de la pieza que se adecuo, ya que por tiempo y presupuesto en cuanto el alquiler de carro grúa no fue posible trasladar las piezas para realizar medidas y un respectivo diseño.

- Segunda intersección Vehicular, Carrera 13 con Calle 13



Figura 23. Panorámico segunda intersección, Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

En este cruce no observe ningún tipo de falla a simple vista, sin embargo, a manera de prevención fue realizado el procedimiento del mantenimiento, acompañado de una pequeña modificación de los tiempos de conmutación en las lámparas debido al notable crecimiento del flujo vehicular.

- Tercera intersección Vehicular, Carrera 18 con Calle 28



Figura 24. Panorámico tercera intersección, Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

Esa intersección presenta fallas de luminosidad en dos de sus lámparas en diferente cruce vehicular, también presente obstrucción en la visibilidad de las mismas por parte de árboles presente en la zona.

Se procede a la limpieza de la caja de control ya que presenta mucha suciedad y presencia de insectos encontrando uno de estos calcinado en la base. Seguido a esto efectuó el retiramiento de las tarjetas, realizando el mantedamiento observe la apertura de una de las resistencias ubicada en la tarjeta de potencia, llegando a la conclusión que la presencia de insecto lo haya generado, realizo la reparación.

Al realizar la instalación de la parte electrónica y de control nuevamente, no presenta mejoría la luminosidad y procedo a la revisión de las lámparas, se encontró una presencia de líquido en su interior, causando daños en algunas de las resistencias que compone la matriz de leds en la lampara. Se observa un daño considerable en la parte de los empaques de esta, llevando a común acuerdo con el ingeniero de no repararla, sino, realizar el cambio de las dos y seguido a esto se le indica al auxiliar la colaboración para remover las ramas dejando la zona de visibilidad libre.

- Cuarta intersección Vehicular y Peatonal, Carrera 14 con Calle 26



Figura 25. Panorámico cuarta intersección,
Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

Esta zona es la parte central del municipio en ella se presente un alto flujo vehicular y peatonal, pues se encuentra gran parte del comercio municipal, por ello fue elegida como la parte en la que se instalara el nuevo cruce peatonal, pero este, se explicara con detalle en la siguiente parte del libro, por el momento se enfocara en el cruce existente, que es el vehicular.

En esta intersección, se desmonto sin ninguna novedad la parte electrónica, se presenta un poco de obstrucción en la visibilidad de las lámparas, procediendo a darle solución, pero sin presentar fallas en ninguno de sus cruces. Se llevó a cabo el mantenimiento y re-instalación sin novedad alguna.

- Quinta intersección Vehicular, Carrera 16 con Calle 25



Figura 26. Panorámico quinta intersección, Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

Este cruce requirió adecuación completa de la caja de control, pues el espacio proporcionado para la caja de control era reducido dándonos cuenta en compañía al técnico electricista la ausencia de puesta a tierra en el punto, estas modificaciones y adecuaciones se presentarán con más detalle en el siguiente capítulo.

En cuanto al mantenimiento encuentro en unas de las tarjetas de potencia sulfatación, presencia de quemadura en una de las pistas acompañada de, al parecer, una previa reparación realizada remarcando una de las pistas de la PCB, se intentó reparar la placa sin obtener ningún resultado, llegando a común acuerdo con el ingeniero encargado del contrato, en realizar cambio completo de esta. También se encuentra lámparas en alto estado de deterioro, llevando al cambio en dos de ellas.

- Sexta intersección Vehicular, Carrera 13 con Calle 22



Figura 27. Panorámico sexta Intersección,
Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

Estos semáforos en particular, por conocimiento propio, sé que son unos de los más antiguos instalados en el municipio, encontrándose y dando control a una parte de las partes importantes de municipio como es el mercado o plaza de mercado, se observa un cruce vehicular fallando, y se procede a la revisión en la caja de control de un posible daño, desmontando la parte electrónica observó la falta de UPS de protección para esta caja. Procedo a aplicar el debido mantenimiento, se encuentra mucha suciedad en las placas, termino e instalo sin ninguna novedad todos los dispositivos, pero sin mejoría en la lampara, por ser la zona del mercado se encuentra la presencia de considerable cantidad de aves en el sector, las cuales llevan a tomar de lugar de reposos la estructuras, aportando aún más al deterioro notable de los semáforos, llevando a opacar la focos y cristalizar las estructuras debido a esto se decide cambiar por completo algunas de estas lampara, incluyendo la averiada.

- Séptima y Octava intersección Vehicular, Carrera 13 con Calle 20 y Carrera 25 con Calle 20



Figura 28. Panorámico séptima intersección, Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

Estos dos últimos cruces semafóricos se han instalado recientemente en particular, para controlar el tránsito de este lugar, ya que es una de las entradas intermunicipales y nacionales. Se observa baja luminosidad en unas de sus lámparas, al dirigirme a la caja de control se encuentra en buen estado, sin embargo, a motivo de prevención se hace pertinente realizar el debido plan de mantenimiento, desmonto la lámpara y realizo la reparación de uno de sus componentes eléctricos que presentaba fallos, procedo con la instalación sin ninguna otra novedad y dando solución a la falla encontrada; En cuanto al segundo solo fue necesario realizar el debido mantenimiento.



Figura 29. Panorámico Octavo intersección,
Espacio y fotografía donde se realizó el mantenimiento.

4.4 INSTALACIONES

Fue indispensable para el desarrollo de estos ítems el acompañamiento de personal con experiencia en el campo como es el auxiliar, técnico electricista, técnico en construcción y dos obreros para realizar las diferentes tareas que se llevaron a cabo en los respectivos lugares.

Se expondrá el procedimiento de que se llevó a cabo en estos procesos con ayuda conceptual del personal con experiencia sobre las tareas que se realizaron.

- Cuarto intersección Vehicular e instalación Peatonal, Carrera 14 con Calle 26

Para comenzar con la instalación de estos cruces, fue necesario con el ingeniero contratista definir los puntos en los cuales quedarían puestos, en el transcurso de esto encontramos cajas de electricidad subterráneas y tuberías de acueducto que manifestaban los dueños de los establecimientos comerciales existían en el lugar.

Teniendo en cuenta lo anterior se establece los cuatro lugares para excavación, para dar firmeza a los mástiles se establecieron por conceptos de maestro de construcción excavaciones de 60x60x80 unidades en centímetros, diseñando canastillas para introducir y posteriormente realizar la fundición e instalación del mástil y semáforos peatonales.

Seguido de esto indico y procedo con ayuda del técnico y auxiliar a la instalación de las estructuras, realizando las conexiones eléctricas necesarias para dejar pendiente los empalmes necesarios en la caja de control, trabajo que hago después para seguido a esto es realizar pruebas en las conexiones y los niveles de voltaje recibidos, también comprobación de conmutación en las lampara descartando cualquier tipo de falla que pueda afectar o causar daños en los componentes existentes e inclusive en los instalados recientemente, quedando en optimo estado y funcionamiento; y finalizando con la compilación de la programación realizada previamente.

Los imprevistos presentados en esta instalación serán expuestos con más detalle en una sección 4.6 del libro.

- Quinta intersección Vehicular e instalación puesta a tierra, Carrera 16 con Calle 25

En esta parte de proyecto mi aporte fue únicamente la supervisión en el desarrollo, pues es un procedimiento donde se en necesario la experiencia en este tipo de instalaciones. Aprovechando el acompañamiento para entender un poco el procedimiento.

El técnico expresa que se debe instalar una varilla de cobre porque el lugar donde se iba instalar era un separador y no contada con espacio suficiente para una maya que es lo que habitualmente se instala, procede a soldarlo con un cable trenzado de cobre y unido por medio de un método llamado como disparo según expresa él, el cual consiste en verter un material en una especie de recipiente que también contendrá pólvora y por medio del calor que genere este disolverá y unirá el cable con la varilla, seguido a esto, se deberá realizar una excavación de 60 centímetros de profundidad y dimensiones de largo y ancho de la varilla, para terminar el técnico vierte agua, abono y cal para enriquecer el suelo y explicándome que esto ayudara a hacer el suelo más conductor ayudando a forzar una descargar eléctrica por ahí.

4.5 ADECUACIONES

- Cuarta intersección Vehicular e instalación Peatonal, Carrera 14 con Calle 26

En una de los puntos establecidos se tuvo que realizar una adecuación del mástil que sostendría el semáforo, pues conceptos del maestro se concluye que los mástiles deberían de quedar nivelados para evitar deterioro mayor de la pieza más en una parte que en otra y también evitar el curvamiento lo largo del tiempo por la fuerza que el semáforo podría efectuar sobre un lado de este.

Esta adecuación manifestó el maestro que se debió a la humedad que el suelo pudo adquirir en los días de lluvia dando sedimento a la parte baja del suelo generando un hundimiento en la canasta fundida con concreto, para ellos se debió instala una placa de acero inoxidable entre la base del mástil y la placa de concreto y sellando con una especie de mezcla aislante que evitara la presencia de humedades o filtraciones de líquidos.

También debido a la poca altura que un punto de los mástiles brindaba y sin tener ningún medio por el cual se pudiera apoyar o adaptar el cable de alimentación fue necesario la instalación de una varilla de acero instalada por medio de un soldador que con ayuda de ángulos en la base para su estabilidad llevo a cabo el trabajo.

- Quinta intersección Vehicular y adecuación caja de control, Carrera 16 con Calle 25

En esta intersección también se vio necesario la adecuación del espacio para la caja de control, pues aparte de no contar con un polo a tierra, el equipo electrónico solo contaba con un parte de fusibles para su protección, dando necesidad a la instalación de una UPS que brindara respaldo.

La adecuación fue dirigida y orientada al maestro de construcción y ayudante según medidas del gabinete, para cuando esta estructura estuvo lista, se procede a la reinstalación de la parte electrónica y de control seguida de su conexión y verificación del correcto funcionamiento, efectuando un breve cambio en la programación de los tiempos.

4.6 IMPREVISTOS

Puesto en ejecución y a medida que se fue desarrollando el proyecto, fueron apareciendo situaciones e imprevistos los cuales no afectaban directamente en el cumplimiento del contrato, pero si interrumpían en su flujo, tomando prioridad y tiempo para su solución o en algunos casos ocasionando pausas que afectaban el desarrollo, afectando así las fechas estipuladas para el cumplimiento de los objetivos y la finalización de este, a continuación de expondrá alguno de los casos o situaciones que se presentaron:

El orden público fue uno de los primeros imprevistos que se presentaron, pues pocos días del inicio en la ejecución del proyecto se da a conocer a la ciudadanía el comienzo de un paro armado en cual involucraba los sectores de comercio, transporte público y particular, impidiendo así la llegada de los materiales que fueron comprados y necesarios para empezar, entre estos estarían; lámparas de repuesto, semáforos peatonales, UPS 1KVA y tarjetas de potencia.

Durante algunos días el clima fue un factor importante que obstaculizo el flujo normal del contrato, pues durante horas del día se presentaban fuertes lluvias las cuales impedían la revisión del estado de los equipos o bien el desmontar la parte electrónica de este para su mantenimiento, también afectaba las diferentes excavaciones que se realizaban en su momento para las instalaciones necesarias, como eran la puesta a tierra para uno de los cruces y el cruce de los semáforos peatonales, sin dejar a un lado el desplazamiento.

En los días que se realizaron las excavaciones se presentan un número considerable de inconvenientes, bien sea por agentes colaterales o pertenecientes a medida de se desarrollaba esta actividad, al inicio se encontró con la existencia de más de un piso de concreto a medida que se profundizaba la excavación y también la presencia de materiales como raíces, troncos piedras de tamaño considerables y que obligaban aún más la profundización, desviación o el peor de los casos la reubicación del punto.

Debido a la presencia de lluvia se tenía que realizar una pausa en los sitios ya que se maniobraban con algunas herramientas eléctricas, en ocasiones generaba inundación la cual afectaba aún más la labor, pues se debía sacar toda el agua empozada y no solo esto colocaba el terreno difícil de trabajar a tal punto de tener que esperar a que la humedad disminuyera.

5. RESULTADOS

5.1 VERIFICACIÓN Y PRUEBAS

Fue necesario dejar un periodo de tiempo para la supervisión en los componentes a los cuales se les realizó el mantenimiento, instalación, adecuación y cambio; también supervisar si el cambio que se realizó en la programación tuvo un impacto positivo en el flujo tanto vehicular como peatonal, recibiendo un sugerencia por parte de algunas personas del sector comercial, argumentan que el tiempo establecido para los cruces peatonales era muy corto para personas con discapacidad y o vendedores ambulantes, para esto fue necesario realizar una supervisión personalizada en el sector, al darme cuenta que efectivamente se había establecido un tiempo muy corto, procedo al cambio inmediato de este dando satisfacción a las peticiones y comodidad a la comunidad en general.

5.2 EVIDENCIA

- Primera intersección Vehicular, Carrera 12a con Calle 31

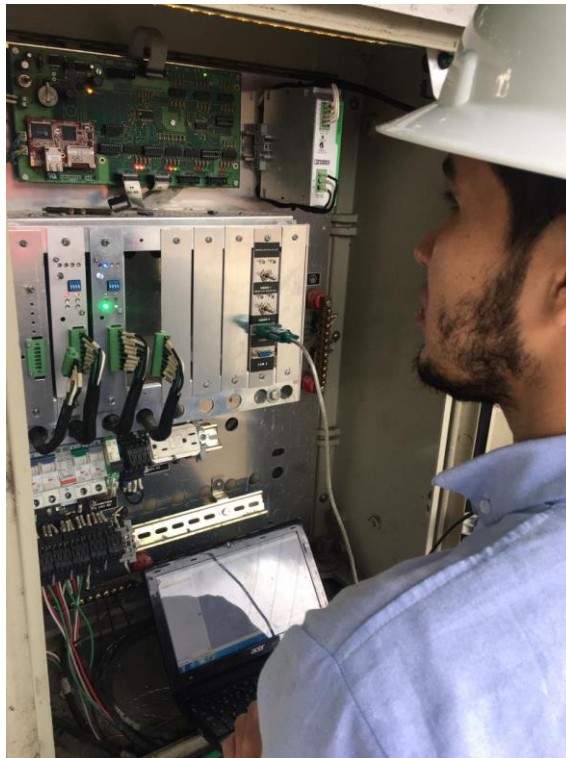


Figura 30. Revisión y mantenimiento,
Revisión del estado de funcionamiento y la programación del cruce.

Figura 31. Adecuación nuevo semáforo, Instalación y conexión del nuevo semáforo vehicular dañado por una volqueta.



Figura 32. Subida y Adaptación de semáforo, Ensamble con el nuevo adaptador para el evitar un nuevo derribamiento.

Figura 33. Cambio y Sondeo del nuevo cable, Sondeo del nuevo cable y preparación para la conexión con caja de control.



Figura 34. Configuración y mantenimiento, Conexión para la verificación del estado de la maquina

- Segunda intersección Vehicular, Carrera 13 con Calle 13



Figura 35. Espacio de trabajo para mantenimiento, Espacio en el que se realizaba los mantenimientos preventivos/correctivos y sus respectivos líquidos que se aplicaban para ello.

- Tercera intersección Vehicular, Carrera 18 con Calle 28

Figura 36. Revisión y mantenimiento, Revisión del estado en la programación de la máquina.



Figura 37. Montaje y Programación, Compilación del nuevo cambio en los tiempos de cambio en las intersecciones.

- Cuarto intersección Vehicular e instalación Peatonal, Carrera 14 con Calle 26

Figura 38. Mantenimiento Y Programación,
Revisión de la programación ante conflictos con nuevos
cruces peatonales.



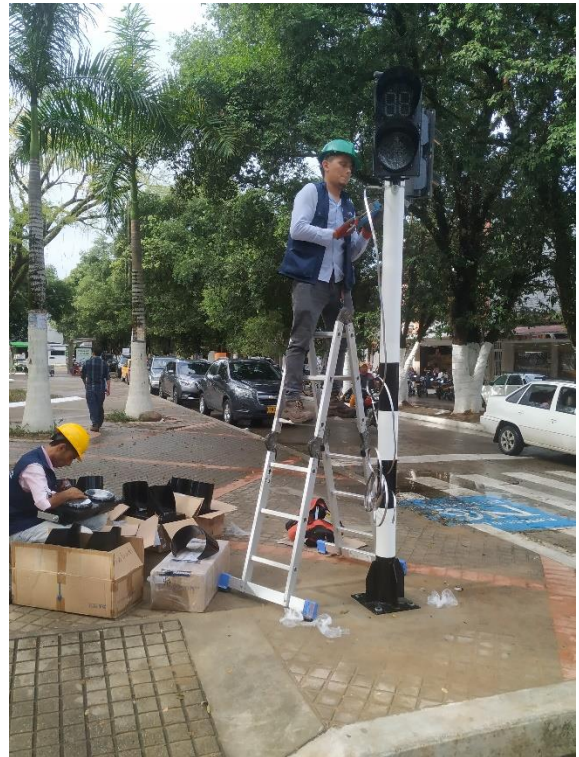
Figura 39. Excavación para la instalación del mástil,
Excavación en punto de instalación para semáforo peatonal
de 60x60x70 cm.

Figura 40. Imprevisto en excavación,
Punto de excavación con presencia de un tronco
gastando más tiempo del debido.



Figura 41. Instalación de canastillas,
Instalación de la canastilla a nivel para posterior
fundición en concreto.

*Figura 42. Instalación del mástil,
Instalación de mástil sobre la fundición de la canastilla.*



*Figura 43. Instalación del semáforo peatonal,
Instalación de las lámparas peatonales en el mástil.*

Figura 44. Conexión Eléctrica,
Conexión para la alimentación de los semáforos desde
la red de alumbrado público.



Figura 45. Programación y finalización,
Ilustración del funcionamiento luego de haber realizado
la conexión y copilado la programación.

- Quinta intersección Vehicular y adecuación caja de control, Carrera 16 con Calle 25

Figura 46. Revisión y mantenimiento, Extracción de la programación para desmontamiento y adecuación de la nueva caja de control.

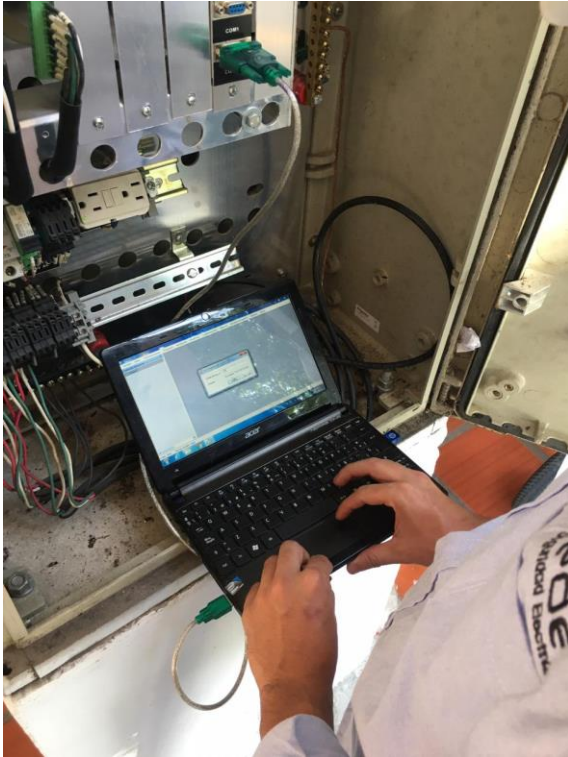


Figura 47. Adecuación Caja de control, Desconexión y demolición de la estructura para adecuación de la nueva caja de control.

Figura 48. Cambio de lámpara, cambio de lampara color ámbar que presentaba fallas.



Figura 49. Adecuación puesta a tierra eléctrico, Excavación para la instalación de puesta a tierra eléctrico.

Figura 50. Preparación fundición del cable,
Preparación de cable con la varilla para función
y vertimiento de los químicos necesarios.



Figura 51. Fundición “disparo” de puesta a tierra,
Fundición a altas temperaturas entre el cable y la varilla que
servirá como polo a tierra eléctrico.

Figura 52. Fundición varilla – cable,
Ilustración del estado final después de la fundición.



Figura 53. Adaptación suelo, adecuación del espacio para la varilla y cable.

Figura 54. "Enriquecimiento" del suelo,
Aplicación de químicos y compuestos como cal, abono entre otros.



Figura 55. Sondeo cable de alimentación,
Instalación del cable de cobre para la conexión
en caja de control.

Figura 56. Instalación y conexión, Conexión de los dispositivos en la nueva caja de control.



Figura 57. Pruebas de funcionamiento, Encendido y pruebas de funcionamiento para los componentes.

- Sexta intersección Vehicular, Carrera 13 con Calle 22

*Figura 58. Cambio de lámpara,
Apertura del semáforo para cambio de modulo led.*



*Anexo 59. Revisión de Segundo Cruce,
Desconexión de la lámpara que presenta fallas.*

6. CONCLUSIONES

Se culmina el contrato de manera satisfactoria, permitiendo encontrar un proceso del mantenimiento de manera ordenada que accediera tanto al Software como Hardware que conforman los semáforos.

Se logra con gran satisfacción encontrar un diagnostico para cada dispositivo al cual fue aplicado el mantenimiento planteado, poniendo mis conceptos y conocimientos a prueba y a veces llevándome a dedicar tiempo para investigar.

Se establece una solución óptima en cada componente en el que se encontraron fallas, siempre tratando de mantener un equilibrio en costo beneficio del contrato.

Fue exitosa la instalación de las tarjetas de potencia en casi todas las cajas de control, dejando un stock en caso de una falla tener un repuesto provisional, con el fin de dar tiempo para el mantenimiento o cambio más adelante.

La programación de los cruces nuevos fue realizada con éxito, brindándome la oportunidad de aprender a programar en un software nuevo llamado cronos 2.0 y permitiéndome realizar cambios en cruces existentes con gran satisfacción.

A pesar de los percances presentados se realizaron las adecuaciones necesarias, presentando ocasiones que, aunque no pertenecieran a mi área permitían adquirir un grato aprendizaje y experiencia.

7. RECOMENDACIONES

Se sugiere a la alcaldía municipal por falta de repuestos observado durante el proceso, el establecer un inventario mínimo de recursos el cual brinde una solución lo más rápido posible ya que en ocasiones se debía dejar inhabilito el cruce semafórico.

Para mayor comodidad el ingeniero contratista deja dos tarjetas de potencia y 2 lámparas de cada color para que en próximas reparaciones o fallas sea más cómodo el desarrollo del mantenimiento. En cuanto a la parte estructural se toma a consideración realizar una limpieza debido a la alta presencia de humedad de municipio.

Debido al impacto que genero la instalación de una intersección peatonal se propone el estudio para la posible instalación de nuevos cruces como estos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcadía de Medellín. (2004). Semáforos. *Semaforos*, 80.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- ALGORITMOS :: Mantenimiento-de-equipos-biomed. (2015). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <https://mantenimiento-de-equipos-biomed.webnode.es/algoritmos/>
- Castán, J. A., Ibarra, S., Laria, J., Guzmán, J., & Castán, E. (2014). Control de tráfico basado en agentes inteligentes. *Polibits*, 50(50), 61–68. <https://doi.org/10.17562/pb-50-9>
- Código de resistencias SMD - Electrónica Unicrom. (2016). Recuperado el 10 de junio de 2020, de <https://unicrom.com/codigos-de-resistencias-smd/>
- Definiciones de Mantenimiento. Mantenimiento Mundial. (2019). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <http://www.mantenimientomundial.com/definiciones.aspx>
- Dinámica de máquinas*. (2019).
- Fernando, L., & Augusto, C. (2006). Modelo de Semaforización Inteligente para la Ciudad de Bogotá. *Ingeniería*, 11(2), 61–69.
- Historia de los Inventos: El primer semáforo de la historia. (2013). Recuperado el 15 de junio de 2020, de <http://historia-inventos.blogspot.com/2013/12/el-primer-semaforo-de-la-historia.html?cv=1&m=1>
- Historia del semáforo desde sus inicios hasta ahora. (2018). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <https://noticias-renting.aldautomotive.es/historia-semaforo/>
- Joo, H., Ahmed, S. H., & Lim, Y. (2020). Traffic signal control for smart cities using reinforcement learning. *Computer Communications*, 154(February), 324–330.
<https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.03.005>
- Lailier, C., Postaire, J.-G., Deparis, J.-P., & Peyret, F. (1994). White Line Detection for Visual Navigation of a Road Following Vehicle. *IFAC Proceedings Volumes*, 27(12), 377–382.
[https://doi.org/10.1016/s1474-6670\(17\)47499-4](https://doi.org/10.1016/s1474-6670(17)47499-4)
- Luis Fernando, P.-M., César Augusto, H.-S., & Danilo Alfonso, L.-S. (2013). Sistema de comunicación TCP/IP para el control de una intersección de tráfico vehicular**Citación estilo Chicago Pedraza-Martínez, Luis Fernando, César Augusto Hernández-Suárez, Danilo Alfonso López-Sarmiento. Sistema de comunicación TCP/IP para el contro. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 14(4), 583–594.
[https://doi.org/10.1016/s1405-7743\(13\)72268-6](https://doi.org/10.1016/s1405-7743(13)72268-6)
- No, T. Drago, Manual para la programacion de equipos de semaforizacion (2015). *M p e s*. (9).
- Priscoli, F. D. (2010). A control based solution for integrated dynamic capacity assignment, congestion control and scheduling in wireless networks. *European Journal of Control*, 16(2), 169–184. <https://doi.org/10.3166/EJC.16.169-184>
- Puerto serie – Qué es, para qué sirve y tipos. (2020). Recuperado el 11 de junio de 2020, de <https://www.profesionalreview.com/2020/03/07/puerto-serie-que-es-para-que-sirve-y-tipos/>
- Romero Ortuño, R. (2010). La regulación de los semáforos peatonales en España: ¿tienen las personas mayores tiempo suficiente para cruzar? *Revista Espanola de Geriatria y*

- Gerontologia*, 45(4), 199–202. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2010.04.002>
- Significado de Diagnóstico - Qué es, Definición y Concepto. (2019). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <https://designificados.com/diagnostico/>
- Significado de Diagnóstico (Qué es, Concepto y Definición) - Significados. (2019). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <https://www.significados.com/diagnostico/>
- Significado de Software (Qué es, Concepto y Definición) - Significados. (2019). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <https://www.significados.com/software/>
- TIPOS DE MANTENIMIENTO. (2018). Recuperado el 12 de junio de 2020, de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>
- Villalobos, I. A., & Poznyak, A. S. (2009). Urban traffic control via Stackelber-Nash Equilibria. En *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 42). <https://doi.org/10.3182/20090902-3-US-2007.0079>
- Wang, P. (Slade), Li, P. (Taylor), Chowdhury, F. R., Zhang, L., & Zhou, X. (2020). A mixed integer programming formulation and scalable solution algorithms for traffic control coordination across multiple intersections based on vehicle space-time trajectories. *Transportation Research Part B: Methodological*, 134, 266–304. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2020.01.006>