



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:** SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, MEDIANTE CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR, PARA PROYECTOS DE MOVILIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.

**AUTOR:** Ganchala Quishpe Francisco Santiago

**TUTOR METODOLÓGICO:** Ing. Mauro Fernando Bolagay Egas, Mg.

**TUTOR TÉCNICO:** Ing. Flavio David Morales Arévalo, Mg.

**QUITO – ECUADOR**

**2019**

## DECLARACIÓN

Yo Francisco Santiago Ganchala Quishpe, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Tecnológica Israel, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....

Ganchala Quishpe Francisco Santiago

C.I.: 050252052-1

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**CERTIFICACIÓN**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, MEDIANTE CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR, PARA PROYECTOS DE MOVILIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.”, presentado por el Sr. Francisco Santiago Ganchala Quishpe, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. agosto 2019

TUTOR

.....

Ing. Mauro Bolagay Egas, Mg.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**CERTIFICACIÓN**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del componente práctico certifico:

Que el trabajo de titulación “SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, MEDIANTE CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR, PARA PROYECTOS DE MOVILIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.”, presentado por el Sr. Francisco Santiago Ganchala Quishpe, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. agosto 2019

TUTOR

.....

Ing. Morales Arévalo Flavio, Mg

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero brindar mis más sinceros agradecimientos a mi Dios, por darme esa oportunidad de poder culminar mis estudios superiores.

Mi profundo agradecimiento a cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos para formarme como un buen profesional al servicio de la comunidad.

Al Ing. Flavio Morales Mg. mi gratitud, por su apoyo e insistencia en la realización del PIC, y gestionar la aprobación del mismo, además por su guía como tutor técnico de mi tema, logrando terminar con éxito este proyecto final.

De la misma manera al Ing. Mauro Bolagay Egas, Mg., quien con su paciencia y conocimiento fue guiándome para realizar el escrito de mi tesis obteniendo como resultado el anillado final.

Finalmente, a todos los compañeros con quienes compartimos parte de nuestra vida estudiantil, teniendo como meta final salir con el título de Ingeniero en nuestras manos.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación va dedicado primeramente a Dios por bendecirme y darme las fuerzas necesarias para poder cumplir con mi meta.

A mi esposa María Elena Medranda Parrales, quien con sus ánimos y consejos de seguir adelante cuando casi ya dejaba a un lado mis estudios, fue mi apoyo incondicional, a mi hijo Santiaguito Sahir Ganchala Medranda y a mi nueva hija/o que viene en camino, mi mayor razón de haber luchado por ellos para poder darles un buen futuro junto a mi esposa.

También quiero dedicar a mis padres queridos, Luis Mario Ganchala y María Santos Quishpe, por apoyarme en toda mi vida de estudios, por guiarme y no dejar que tome un mal camino directo a la perdición.

Finalmente dedicar también a mis tíos Raúl, Nelson, Flor, mi abuelita Piedad, y a mis hermanos, Carlos, Ángela, Fredy y Fernanda, por su apoyo moral y consejos sabios que me han servido de mucho para formarme como padre de familia responsable.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
OBJETIVOS .....	3
ALCANCE.....	3
DESCRIPCIÓN DE CAPITULOS .....	4
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	5
1.1 SEMÁFOROS.....	5
1.1.2 TIPOS DE SEMÁFOROS .....	6
1.2 SISTEMAS SEMAFÓRICOS .....	9
1.2.1 REQUISITOS PARA INSTALAR SISTEMAS SEMAFÓRICOS.....	10
1.2.2 VOLÚMENES DE TRÁFICO.....	10
1.3 CONTROLADOR DE TRÁFICO .....	11
1.3.2 TIPOS DE CONTROLADORES DE TRÁFICO .....	13
1.4 CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR (TRAFICAM) .....	14
1.4.1 CONCEPTO DE LA CÁMARA TRAFICAM.....	14
1.4.2 APLICACIONES.....	14
1.4.3 CÓDIGOS DEL INDICADOR LED.....	15
1.4.4 PAUTAS DE INSTALACIÓN.....	15
1.4.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CÁMARA.....	16

1.5 INTERFAZ 4TI ETHERNET .....	17
1.5.1 FUNCIONALIDAD.....	17
1.5.2 ESQUEMA ELECTRÓNICO DE SALIDAS DE LA TARJETA INTERFAZ 4TI.....	18
1.6 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO .....	19
1.6.1 DEFINICIÓN, APLICACIÓN Y COMPOSICIÓN. ....	19
1.6.2 FUNCIONAMIENTO.....	20
CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO .....	21
2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1.1 CUALITATIVO Y CUANTITATIVO.....	21
2.1.2 ESTUDIO DESCRIPTIVO.....	21
2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	22
2.2.1 EMPÍRICO.....	22
2.2.2 TEÓRICOS .....	22
2.3 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN .....	22
CAPÍTULO 3: PROPUESTA .....	24
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO. ....	24
3.2 DISEÑOS GRÁFICOS DE LA PROPUESTA.....	26
3.2.1 DISEÑO MODELO EN 3D.....	26
3.2.2 DISEÑO DE UN PLANO.....	27
3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROPUESTA .....	27
3.4 USO DE SOFTWARE Y HARDWARE DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PROPUESTA. ....	28
3.4.1 SOFTWARE SIRT PARA CONTROLADOR DE TRÁFICO. ....	28
3.4.2 SOFTWARE TRAFICAM PC TOOL PARA CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR. ....	29
3.5 ANÁLISIS DE COSTO Y TIEMPO .....	29
3.5.1 COSTO.....	29
3.5.2 TIEMPO.....	30
3.6 VENTAJAS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	30



3.6.1 VENTAJAS PARA SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN YA INSTALADOS CON TIEMPOS FIJOS. ....	30
3.6.2 VENTAJAS PARA INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS. ....	31
CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN.....	32
4.1 DESARROLLO .....	32
4.1.1 EDICIÓN DEL PROGRAMA PARA EL CONTROLADOR DE TRÁFICO.....	32
4.1.2 EDICIÓN DEL PROGRAMA PARA LA CÁMARA TRAFICAM.....	38
4.2 IMPLEMENTACIÓN.....	48
4.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO. ....	51
4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....	54
4.4.1 POR SU FUNCIONALIDAD.....	54
4.4.2 POR LO ECONÓMICO. ....	55
CONCLUSIONES .....	i
RECOMENDACIONES .....	iii
BIBLIOGRAFÍA.....	iv
ANEXOS .....	63

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Semáforo actual LED.....	6
Figura 1.2. Tipo de semáforos vehiculares.....	7
Figura 1.3. Semáforo de giro.....	7
Figura. 1.4. Semáforo 2/200 peatonal dinámico.....	9
Figura 1.5. Flujo peatonal mínimo para vía sencilla. ....	11
Figura 1.6. Ejemplo de controlador o regulador de tráfico .....	12
Figura 1.7. Esquema de un centro de gestión de movilidad.....	13
Figura 1.8. Cámara TrafiCam y partes. ....	14
Figura 1.9. Especificaciones del objetivo de TrafiCam.....	16
Figura 1.10. Tarjeta interfaz 4TI Ethernet.....	18
Figura 1.11. Esquema de cableado de salidas interfaz 4TI. ....	18
Figura 1.12. Relé de estado sólido DC/AC .....	19
Figura 1.13. Circuito equivalente de un relé de estado sólido.....	19
Figura 3.1. Equipos principales para la propuesta de instalación.....	24
Figura 3.2. Esquema gráfico de la propuesta.....	26
Figura 3.3. Estructura gráfica 3D de un sistema de semaforización con acceso a una vía principal.....	26
Figura 3.4. Plano modelo de una intersección con un sistema de semaforización actuado.....	27
Figura 3.5. Diagrama de flujo de la propuesta. ....	28
Figura 4.1. Ventana de condiciones en el software SIRT. ....	33
Figura 4.2. Ventana de condiciones configurada para un sistema actuado. ....	34
Figura 4.3. Ventana de configuración de barras.....	34
Figura 4.4. Ventana de configuración de tiempos.....	35
Figura 4.5. Ventana de configuración de planes horarios. ....	36
Figura 4.6. Verificar la comunicación entre controlador y PC.....	37
Figura 4.7. Transferencia del programa al controlador de tráfico. ....	38
Figura 4.8. Configuración de red en el computador.....	39
Figura 4.9. Ventana inicial de TrafiCam PC Tool.....	39
Figura 4.10. Ventana de dirección IP de la Interfaz.....	40
Figura 4.11. Modo Interfaz de TrafiCam PC Tool.....	40
Figura 4.12. Direccionamiento de salida en la cámara.....	41
Figura 4.13. Sentido de dirección de flujo vehicular para la detección.....	42

Figura 4.14. Modo de detección vehicular. ....	42
Figura 4.15. Parámetros predeterminados de una espira. ....	43
Figura 4.16. Parámetros editados para la detección. ....	44
Figura 4.17. Enviar la configuración a la cámara.....	44
Figura 4.18. Modo aprendizaje de la cámara TrafiCam. ....	45
Figura 4.19. Espira virtual sin detección vehicular. ....	46
Figura 4.20. Espira virtual con detección vehicular. ....	46
Figura 4.21. Cámara no detecta en sentido contrario. ....	47
Figura 4.22. Asignación de salidas a la tarjeta interfaz 4TI. ....	47
Figura 4.23. Pruebas preliminares de la cámara y controlador. ....	48
Figura 4.24. Instalación de poste y cámara TrafiCam. ....	48
Figura 4.25. Ubicación y conexión del controlador de tráfico. ....	49
Figura 4.26. Conexión del cable de seguridad al conector de la cámara.....	49
Figura 4.27. Prueba de la interfaz y relé integrada al controlador de tráfico. ....	50
Figura 4.28. Conexión e integración de la tarjeta interfaz 4TI al controlador. ....	51
Figura 4.29. Equipos instalados como demo para un sistema de semaforización actuado. ....	51
Figura 4.30. Modo normal del sistema actuado sin detección.....	52
Figura 4.31. Detección de vehículo, inicio de cambio de fase. ....	52
Figura 4.32. Detección de vehículo, continuación de cambio de fase.....	53
Figura 4.33. Detección de vehículo cambio de fase. ....	53
Figura 4.34. Retorno a la fase principal, después de la fase de detección.....	54

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Volúmenes vehiculares mínimos.....	11
Tabla 1.2. Volúmenes vehiculares mínimos en accesos a vías principales.....	11
Tabla 1.3. Código de indicador LED de TrafiCam.....	15
Tabla 1.4. Especificaciones técnicas de la cámara TrafiCam.....	16
Tabla 1.5. Distribución de borneras en la tarjeta 4TI.....	18
Tabla 3.1. Costo de equipos y materiales adquiridos por parte del auspiciante.....	29
Tabla 3.2. Costos secundarios del autor.....	30
Tabla 4.1. Cuadro comparativo de sistemas de semaforización actuado y normal.....	55
Tabla 4.2. Cuadro comparativo económico para un sistema de semaforización actuado. ..	56

## RESUMEN

El presente proyecto de grado pretende ampliar conocimientos sobre sistemas de semaforización actuados, para lo cual se realizó una investigación sobre equipos eléctricos/electrónicos de semaforización que ayuden a realizar este tipo de sistema, que tiene como finalidad eliminar tiempos innecesarios de espera (semáforo en luz roja), en una vía principal sin haber vehículos de salida de una calle secundaria, optimizando la circulación vehicular en la vía principal o evitando posibles peligros de colisión vehicular o cualquier otro accidente de tráfico.

Como ejemplo se pudo observar en campo que hay intersecciones instaladas a lo largo de la Panamericana Sur, con tiempos fijos, demostrando lo explicado anteriormente.

Cumplidos los procesos de investigación se llegó a la conclusión, que en el mercado existe la posibilidad de integrar este sistema de semaforización actuado mediante una cámara de detección vehicular y un controlador de tráfico de gama media que cuente con entradas digitales y este apto para entender la señal que emita la cámara para cambiar de fase (semáforo rojo a verde) al sistema, siempre y cuando la cámara detecte que hay un vehículo en la calle secundaria.

Finalizando con el desarrollo del tema, el prototipo instalado en la empresa INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA., con equipos existentes en el mercado, queda a disposición del área comercial para mostrar a los clientes como funciona un sistema de semaforización actuado.

Palabras claves: Semáforos, cámara, detección vehicular, sistemas actuados, controlador de tráfico.

## **ABSTRACT**

The present degree project aims to expand knowledge about semaforization systems operated, for which an investigation was carried out on electrical / electronic semaforization equipment that helps to carry out this type of system, which aims to eliminate unnecessary waiting times (traffic light in light red), on a main road without vehicles leaving a secondary street, optimizing vehicular traffic on the main road or avoiding possible dangers of vehicle collision or any other traffic accident.

As an example you could observe in the field that there are intersections installed along the Panamericana Sur, with fixed times, demonstrating what was previously explained.

Fulfilled the research processes were concluded, that in the market there is the possibility of integrating this system of frog actuated by means of a vehicle detection camera and a traffic controller of medium range that has tickets Digital and this is apt to understand the signal that the camera emits to change phase (red-to-green traffic light) to the system, as long as the camera detects that there is a vehicle in the secondary street.

Finishing with the development of the topic, the prototype installed in the company INDUSTRIAS SEBLAN CIA. Ltda., with existing equipment in the market, it is available to the commercial area to show the others how a system of acted frog works.

Key words: traffic lights, camera, vehicle detection, actuated systems, traffic controller.

# **INTRODUCCIÓN**

## **ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO**

Industrias Seblan Cia. Ltda., es una empresa con experiencia en diseño, fabricación e instalación de postes cónicos y poligonales, partes y piezas mecanizadas, soluciones integrales para iluminación, señalización y gestión inteligente de movilidad, con calidad y oportunidad; comprometida con satisfacer los requisitos de las partes interesadas y la mejora continua de sus procesos, está ubicada en la Av. 25 de Noviembre N4-145 y Antonio Salas sector Llano Grande – Quito.

En el área de gestión inteligente de movilidad (semaforización), la empresa tiene experiencia desde el año 1995, en el que ha ido evolucionando sus sistemas de semaforización desde la utilización de PLC - LOGO como sistema de control de semáforos, al pasar los años la tecnología evoluciona creando nuevos sistemas de control de semáforos llegando a remplazar estos equipos por CPU programables basada en la tecnología de memorias EEPROM (Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente), dependiendo del tipo de CPU se puede incluir cámaras de tráfico vehicular o espiras de inducción electromagnética, con el objetivo de llevar a una tecnología más alta para ciudades grandes. De esta manera se puede dar a conocer soluciones de semaforización de baja, media y alta gama.

En el 2013 realizan un proyecto de grado titulado “Diseño de un sistema de semaforización electrónico desarrollado en la empresa de gaseosas Colombiana del Sur”, utilizando sensores de presencia de vehículos TrafiCam y un con un sistema de control programado y diseñado con microcontroladores PSoC, determinando su funcionalidad dentro de una fábrica industrial y mas no direccionado al tráfico vehicular (Luz Luz & Mendigaña Figueredo, 2013).

En el 2016 Dennis Caiza, realiza un trabajo de titulación en la Universidad Tecnológica Israel titulado “Diseño y construcción de un prototipo de sistema de semaforización inteligente”, en el que simula por medio de interruptores el comportamiento

de la cámara TrafiCam para contar vehículos y cambiar los planes (tiempos de verdes) a las calles con más carga vehicular (WILLIAN, 2016).

## **PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Durante la ejecución de varios proyectos por parte de la Empresa INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA., relacionados a sistemas de semaforización con entidades públicas o privadas, se ha analizado en algunos proyectos soluciones que puedan disminuir costos sin eliminar necesidades del cliente.

En el mercado existen soluciones de tecnología avanzada completa de gama alta, para realizar sistemas de semaforización actuados, los cuales se puede implementar en pasos peatonales, líneas férreas, acceso a vías principales, etc. Desde este punto de vista se enfoca la necesidad de realizar este tipo de sistemas con productos gama media, centrándose a la solución principal enfocada por el cliente para de esta manera disminuir costos en el proyecto.

Estos sistemas son muy necesarios y solicitados en vías secundarias que tienen acceso, cruce o deficiente línea de vista a una vía principal de alta velocidad, y que al conductor se le hace difícil acceder o cruzar por esta vía, una de las causas de accidentes de tránsito se da por este tipo de vías que no tienen señalización vertical (semáforos) y el conductor se arriesga a cruzar o acceder a la vía corriendo el riesgo de un accidente. En estos casos suelen actualmente poner sistemas de semaforización con tiempos fijos los cuales en algunos casos son innecesarios ya que en la vía secundaria no hay continuamente flujo vehicular, y una de las soluciones sería implementar sistemas actuados de semaforización que están justificados en las normas INEN RTE 004 parte 5.

El problema que se ha identificado en proyectos de sistemas de semaforización actuados, específicamente en el acceso vehicular a vías principales, es el alto costo que tiene poner un sistema con procesamiento de imagen es decir cámaras de video detección vehicular que va conjuntamente con una tarjeta interfaz y un CPU de control semafórico de gama alta, esta investigación conlleva a disminuir el costo de este sistema como un valor agregado a la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda. la cual auspicia el desarrollo de este



proyecto de implementación de un prototipo para este tipo de sistemas de semaforización actuados con productos de control de semáforos (CPU) de gama media, acoplado el procesamiento de imagen (CAMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR) que se utiliza en equipos de gama alta, en un equipo de producción nacional de gama media y de esta manera llegar al cliente con una solución enfocada a una necesidad específica y sobre todo la reducción de costos en el proyecto.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Desarrollar un prototipo para un sistema de semaforización actuado, mediante cámara de video detección vehicular, para generar proyectos de semaforización en la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda.

### **Objetivos específicos**

- Analizar criterios según normas INEN de semaforización para realizar una intersección semaforizada actuada.
- Interpretar los datos que envía la cámara de video detección y el procesamiento que realiza la interfaz electrónica con estos datos, para hacer entender al controlador de tráfico.
- Verificar que el controlador de tráfico entienda los datos que envía la cámara a través de la interfaz.
- Analizar como condicionar al controlador de tráfico para que se limite a dar una sola fase cuando la cámara detecte un vehículo.
- Integrar una tarjeta electrónica capaz de limitar a la cámara de video detección, envíe datos continuos mientras la fase actuada este activa.
- Verificar el funcionamiento completo del sistema con el controlador de tráfico y la cámara.

## **ALCANCE**

En este caso el alcance del proyecto se centra a un prototipo final que servirá como guía para implementar intersecciones de semaforización actuadas, dejando como proceso de

investigación a futuro poder optimizar el sistema buscando soluciones con otro tipo de cámara de menor costo, ya que en este proyecto en cierta forma se va utilizar equipos de semaforización de alta y media gama, lo óptimo sería reducir costos a lo mínimo con la utilización de equipos de gama media centrados a la solución direccionada por el cliente.

## **DESCRIPCIÓN DE CAPITULOS**

El presente proyecto está dividido en la introducción más 4 capítulos detallados de la siguiente manera:

La introducción está contemplada toda la información realizada en el plan de proyecto previamente aprobada por delegados de la Universidad Tecnológica Israel, conteniendo información sobre, el planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcance.

En el primer capítulo se detallan fundamentos básicos de los equipos utilizados para realizar este tema de proyecto, además, normas que se debe conocer para justificar la factibilidad de implementar este tipo de sistemas de semaforización.

En el segundo capítulo consta el marco metodológico, es decir la metodología utilizada para el proceso de investigación, ejemplos del problema de investigación instalados en campo, y las estrategias utilizada para cumplir con el proyecto final.

En el tercer capítulo se detalla la propuesta formulada para el desarrollo de un sistema de semaforización actuado, los equipos utilizados para realizar el prototipo, el análisis de costos y tiempo utilizado para la ejecución de este proyecto, ventajas de este tipo de sistemas y software utilizados para programar la cámara y el controlador de tráfico.

En el cuarto capítulo se describe la implementación del prototipo final, instalación de los equipos de semaforización utilizados instalación y proceso de programación de la cámara y el controlador de tráfico, parámetros utilizados para una óptima detección de vehículos, pruebas de funcionamiento y análisis de resultados.

# **CAPÍTULO 1**

## **FUNDAMENTACIÓN TEORICA**

### **1.1 SEMÁFOROS**

Se define como un aparato luminoso integrado en la señalización vertical, usado para controlar, ordenar y regular el paso vehicular y peatonal en las vías urbanas o perimetrales, consta de 3 luminarias de color verde, amarillo y rojo, complementados en los semáforos peatonales con sonidos acústicos.

El objetivo de los semáforos es proteger a la sociedad en las vías, para evitar accidentes de tránsito y dar una mayor seguridad tanto al peatón como al conductor por medio de tiempos regulables y en algunos casos analizando el flujo vehicular de cada sentido de la vía. “Para que se cumpla esta definición, el uso y elección de estos equipos de control debe ser siempre realizada por un estudio exhaustivo de ingeniería de tránsito que evalúe las condiciones de tránsito en las vías involucradas” (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012, pág. 7).

Los semáforos (Figura 1.1), han progresado con el paso del tiempo a través de la tecnología actual y por su rentabilidad, optan por utilizar luminarias con tecnología LED para la señalización vertical luminosa, debido a que las luminarias de LED consumen solo el diez por ciento de la energía usada por las luminarias incandescentes, tienen mayor uso de vida útil, esto es aproximadamente 80.000 horas, dando como resultado importantes ahorros de energía y mantenimiento (Balles2601, 2019).



**Figura 1.1. Semáforo actual LED.**  
Fuente: (ADOSA, 2002).

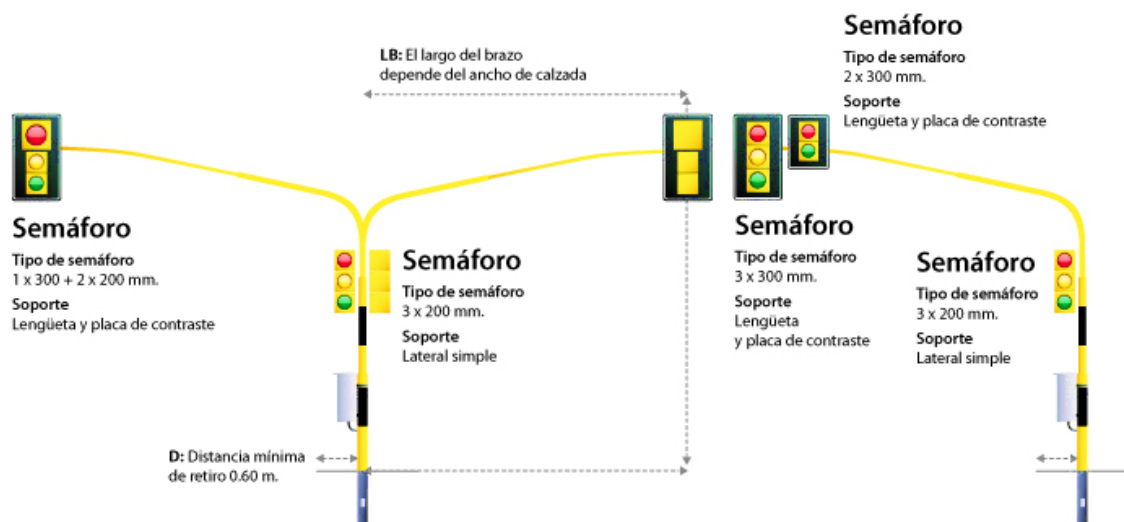
### 1.1.2 Tipos de semáforos.

- Semáforos vehiculares (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012).

Vehicular o para control de vehículos: El objetivo de estos semáforos en las intersecciones es, controlar y regular el tránsito vehicular. Compuesto por 3 luminarias circulares: verde, amarillo y rojo.

Estos semáforos en la actualidad están diseñados con diodos LED, la cantidad de diodos LED depende al estudio fotométrico realizado por el fabricante, para que cumplan con las exigencias solicitadas en las normas técnicas. Existen lámparas LED (rojo, amarillo y verde), de 200mm y 300mm de diámetro, por lo general las siguientes nomenclaturas son utilizados hoy en día para identificar a los tipos de semáforos vehiculares (Figura 1.2):

- Semáforos 3x200 (quiere decir 3 lámparas de 200mm, (rojo, amarillo y verde)).
- Semáforos 3x300 (quiere decir 3 lámparas de 300mm (rojo, amarillo y verde)).
- Semáforos 1x300+2x200 (quiere decir 1 lámpara de 300mm (rojo) más 2 lámparas de 200mm (amarillo y verde)).



**Figura 1.2. Tipo de semáforos vehiculares**  
Fuente: (TACUAR S.R.L., 2014).

- Semáforos vehiculares de giro

Estos semáforos son utilizados para informar el sentido que puede cruzar la vía de acuerdo al sentido de la flecha, la flecha roja prohíbe el giro, la flecha amarilla indica que habrá cambio de luz, y la flecha verde autoriza a que el conductor pueda girar (Figura 1.3).

- Semáforos 3x200 de GIRO (quiere decir 3 lámparas de 200mm, (rojo, amarillo y verde tipo flecha)).
- Semáforos 3x300 de GIRO (quiere decir 3 lámparas de 300mm (rojo, amarillo y verde tipo flecha)).
- Semáforos 1x300+2x200 de GIRO (quiere decir 1 lámpara de 300mm (rojo tipo flecha) más 2 lámparas de 200mm (amarillo y verde tipo flecha)).



**Figura 1.3. Semáforo de giro**  
Fuente: (Cactus Traffic, 2019).

- Semáforos peatonales

Los semáforos peatonales se usan para indicar a las personas el momento y el tiempo seguro que puede cruzar la intersección. Se suele utilizar en algunas intersecciones llamadas pasos peatonales, para dar prioridad al paso de personas y detener el tráfico vehicular. La mayor parte de estos semáforos no integran una luz amarilla entre el verde y el rojo, para compensar esta luz y avisar al peatón que el tiempo se termina el controlador envía una señal para que la luminaria verde o roja parpadee y anuncie el próximo cambio al rojo (EL Semáforo, 2013).

En la actualidad, en la mayoría de ciudades ya cuentan con semáforos peatonales (Figura 1.4), que integra un cronómetro en decremento, para indicar al peatón el tiempo restante que puede cruzar la vía por el paso peatonal, sin embargo en ciudades grandes este cronómetro no suele funcionar continuamente ya que en estas ciudades cuentan con sistemas centralizados de semaforización lo cual hace que este sistema sea adaptativo, por ende los tiempos de las fases varían a menudo según la información enviada por detectores vehiculares hacia el sistema del centro de gestión de movilidad. Para que el cronómetro en decremento de manera continua en cada fase, debe mantenerse en tiempos fijos la fase peatonal y vehicular, puesto que la memoria del semáforo analiza el tiempo que recibe corriente eléctrica para determinar qué tiempo está programado la fase peatonal y dar salida hacia el contador. El hombre en verde tiene animación (caminando) cuando la fase peatonal es activada por el controlador de tráfico y a los últimos segundos pasa a correr avisando así al peatón que se termina la fase.

En estos semáforos estáticos o dinámicos se puede integrar un sistema de aviso acústico, que sirve para informar a personas no videntes que hay una fase peatonal activa y pueden cruzar la vía con menor riesgo a un accidente. La siguiente nomenclatura es utilizada actualmente para los semáforos peatonales.

- Semáforo peatonal 2/200 dinámico.
- Semáforo peatonal 2/200 estático.
- Semáforo peatonal 2/300 dinámico.
- Semáforo peatonal 2/300 estático.



**Figura. 1.4. Semáforo 2/200 peatonal dinámico.**  
Fuente: (Sinowatcher Technology, 2014)

## 1.2 SISTEMAS SEMAFÓRICOS

“Los sistemas de semaforización son importantes para la regulación del tránsito de vehículos y peatones; y están obligados a desempeñar los siguientes aspectos:” (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012, pág. 8).

- Proporcionar un movimiento ordenado y seguro del tránsito.
- Optimizar los flujos vehiculares en una intersección, cuando se usan las medidas de control y diseño apropiadas.
- Reducir la frecuencia de ciertos tipos de accidentes, especialmente aquellos de ángulo recto.
- Entregar un movimiento progresivo o continuo del tránsito a una velocidad definida a lo largo de una ruta dada bajo condiciones favorables cuando se operan como un sistema interconectado.
- Interrumpir volúmenes vehiculares de tránsito e intervalos pertinentes, para permitir que otro tránsito vehicular o peatonal, pueda cruzar una vía pública.
- Proporcionar seguridad vehicular y peatonal.

“Las causas de implementar un sistema semafórico sin que se cumplan los requisitos mínimos puede dar como resultado lo siguiente:” (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012, pág. 8).

- Demoras excesivas
- Inducir a la desobediencia de las luces

- Inducir al uso de vías alternas, para evitar las vías con semáforos
- Incrementa accidentes de ciertos tipos, especialmente los choques por alcance
- Costos innecesarios
- Bajar el nivel de servicio de la intersección.

### **1.2.1 Requisitos para instalar sistemas semafóricos.**

Para justificar la instalación de un sistema de semaforización debe cumplir uno o más de los requisitos que se detalla a continuación.

- a) Volúmenes de tránsito
- b) Acceso a vías principales
- c) Volúmenes peatonales
- d) Cruces peatonales escolares
- e) Conservación de progresión
- f) Sistemas y,
- g) Combinación de requisitos.

“La información de estos requisitos debe ser realizados por estudios de ingeniería de tránsito, en caso de no tener el estudio previo no se debe poner en funcionamiento ningún semáforo, ni continuar operando alguno que haya sido instalado anteriormente” (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012, pág. 8).

### **1.2.2 Volúmenes de tráfico**

En las (Tablas 1.1, 1.2) y (Figura 1.5), se indican los volúmenes de tráfico que se deben cumplir en el estudio realizado durante 4 u 8 horas en un día laborable.



Tabla 1.1. Volúmenes vehiculares mínimos.

Número de carriles por aproximación		Vehículos / hora	
Vía principal	Vía secundaria	Vía principal	Vía secundaria
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Fuente: (Banse, 1996) (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012, pág. 9)

Tabla 1.2. Volúmenes vehiculares mínimos en accesos a vías principales.

Número de carriles por aproximación		Vehículos / hora	
Vía principal	Vía secundaria	Vía principal	Vía secundaria
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	900	100
1	2 o más	750	100

Fuente: (Banse, 1996) (RTE INEN 004 - Parte 5, 2012, pág. 9).

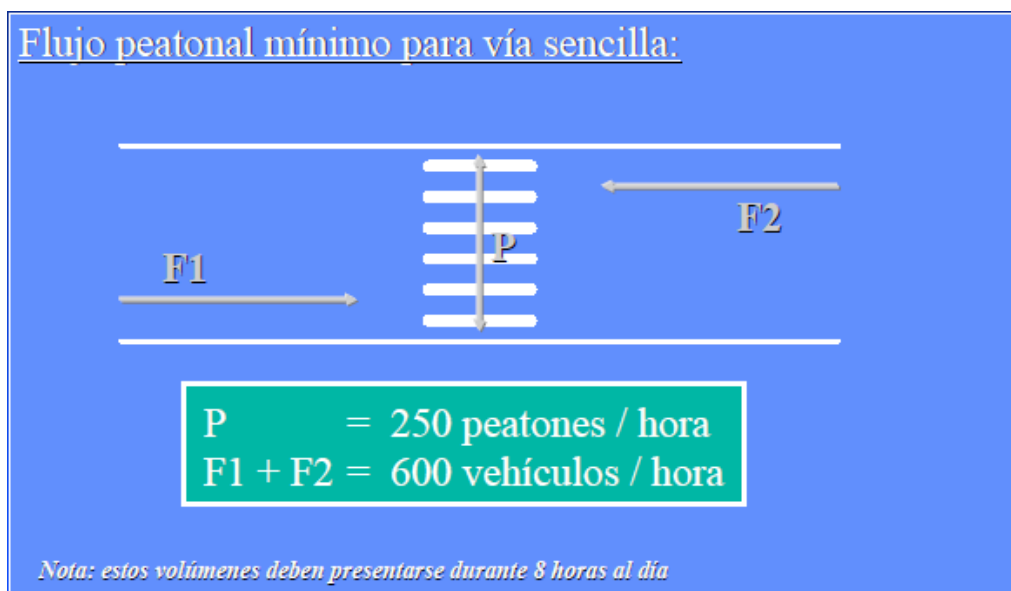


Figura 1.5. Flujo peatonal mínimo para vía sencilla.

Fuente: (Banse, 1996)

### 1.3 CONTROLADOR DE TRÁFICO

Un controlador o regulador de tráfico para semáforos (Figura 1.6), es un equipo eléctrico/electrónico que tiene la funcionalidad de regular el tráfico de peatones y vehículos

en las intersecciones viales, controlando el cambio de luces rojo, amarillo y verde, de uno o varios semáforos de acuerdo con la programación de tiempos y fases que se haya configurado en el controlador. Los cuales se interpreta como flujos vehiculares o peatonales.

Los controladores son ensamblados con partes eléctricas, electrónicas y en algunos casos para comunicación ethernet, en cajas metálicas o de acero inoxidable que se ubican en las veredas cercanas al cruce de semáforo y en un lugar que evite lo mayor posible el con un choque vehículo.

Los controladores de tráfico modernos son fabricados con diferentes tecnologías y sistemas de almacenamiento como memorias EEPROM, “una unidad de procesamiento normalmente un microcontrolador, que alberga el algoritmo de decisión o programa de fases.” (Transporte Perú, 2011).

Las fases son diseñadas por un estudio de tráfico del cruce en función del número de grupos, los flujos (fases) vehiculares, peatonales, número de luces etc. y el tiempo que debe durar cada fase. “Esta información debe ser almacenada en una memoria que el microcontrolador lee y envía a las salidas digitales” (Transporte Perú, 2011), desde estas son procesadas con componentes electrónicos de potencia para controlar el voltaje en corriente alterna que alimentan a los semáforos.



**Figura 1.6. Ejemplo de controlador o regulador de tráfico**  
**Fuente: (La Semafórica, 1945).**

### 1.3.2 Tipos de Controladores de Tráfico

- a. **Gama básica:** Utilizados en sistemas de semaforización para intersecciones de baja complejidad o intersecciones aisladas. Ejemplo: Logos, PLC, CPU básico sin entradas digitales.
- b. **Gama media:** Por costo beneficioso, este tipo de soluciones van ganando mercado en municipalidades pequeñas y medianas. Estos controladores están diseñados con microcontroladores como procesadores para su mejor funcionalidad, depende al fabricante cuentan con entradas digitales y conexión Ethernet TCP/IP o RS232. Adicional de la programación con tiempos fijos, con este tipo de controladores se puede instalar sistemas de semaforización ACTUADOS o SEMIACTUADOS, por medio de las entradas digitales.
- c. **Gama alta:** Este tipo de controladores están diseñados para integrarse a sistemas centralizados con planes horarios (tiempos fijos) o adaptativos que se utilizan en municipios grandes debido al costo de su implementación, están integrados con sensores que pueden ser espiras magnéticas, detectores de volumen y cámaras de video detección, los cuales envían datos continuos de conteo de vehículos hacia el controlador, para posteriormente enviar a una central en la que modifique los algoritmos de decisión y ordene el cambio de fases (Figura 1.7).

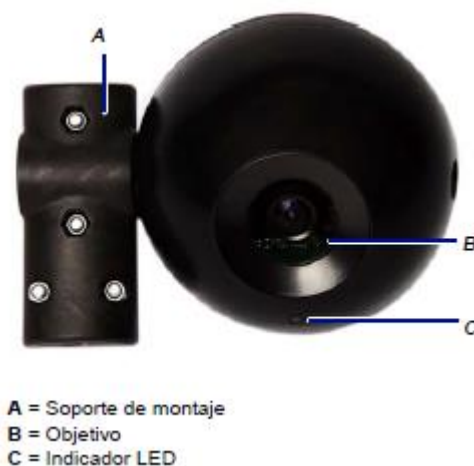


Figura 1.7. Esquema de un centro de gestión de movilidad.  
Fuente: (Avante, 2017).

## 1.4 CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR (TRAFICAM)

### 1.4.1 Concepto de la cámara TrafiCam.

El modelo de cámara TrafiCam de FLIR (Figura 1.8), es un sensor de detección de presencia de vehículos que combina una cámara CMOS y un detector de vídeo en una sola unidad. El sensor TrafiCam de FLIR se utiliza para detectar y supervisar vehículos en movimiento y parados en intersecciones señalizadas. Por medio de las salidas de detección, la información de presencia de vehículos se transmite al controlador de tráfico para que la temporización de la señal se pueda ajustar dinámicamente. De este modo, el tiempo de espera del vehículo en los semáforos se reduce y los flujos de tráfico se optimizan (FLIR Systems, 2019).



**Figura 1.8.** Cámara TrafiCam y partes.  
**Fuente:** (FLIR Systems, 2019).

### 1.4.2 Aplicaciones.

Este modelo de cámara sirve específicamente para la detección vehicular, no se puede utilizar para monitoreo o supervisión vehicular ya que su resolución es muy baja y la imagen se visualiza en blanco y negro, además al utilizar el software para configuración, al poner en modo sensor o ver la detección, la calidad de imagen y detección es lenta, por esta razón el fabricante recomienda no tener abierto el software de configuración a menos que sea para la configuración y verificación de la detección.

“El dispositivo TrafiCam se basa en tecnología de detección por vídeo probada sobre el terreno y forma parte de la gama de productos Traficon. Traficon goza de reconocimiento en todo el mundo como líder del mercado de sistemas de detección por vídeo para aplicaciones de tráfico” (Traficon International N.V. , 2011, pág. 1).

### 1.4.3 Códigos del indicador LED.

El indicador LED de la cámara informa varios sucesos de acuerdo a su comportamiento. En la (Tabla 1.3), se puede ver los códigos del indicador led de acuerdo al parpadeo que realiza.

**Tabla 1.3. Código de indicador LED de TrafiCam.**

<b>LED</b>	<b>Indicación</b>
<b>Activado</b>	Detección de presencia de vehículos
<b>Desactivado</b>	Sin detección
<b>Parpadeante</b>	TrafiCam en modo de arranque
<b>Un destello</b>	Modo failsafe (a prueba de fallos)-modo seguro de detección.
<b>Doble destello</b>	Modo failsafe (a prueba de fallos)-modo seguro de calidad.
<b>Triple destello</b>	TrafiCam está procesando información.
<b>Apagado (permanentemente)</b>	No hay alimentación.

Fuente: (Traficon International N.V. , 2011, pág. 4).

### 1.4.4 Pautas de instalación.

Para una instalación existen dos tipos, de los cuales se debe utilizar la más óptima de acuerdo a su ubicación y uso, ver (Figura 1.9).

- **De gran angular:** Detecta la presencia de vehículos cerca de la zona de la cámara y la línea de parada.
- **De tele objetivo:** Detecta a vehículos cuando están a por lo menos 15 metros de la zona de la cámara, es decir alejado a la línea de parada.

Tipo	Focal distancia	Ángulo de visión			Imagen con cámara	área de detección
		Vertical	Horizontal	De esquina a esquina		
Gran angular	2,1 mm	83°	99°	111°		0 a 20 m (0 - 65,6 pies)
Teleobjetivo	6,0 mm	24°	32°	39°		15 a 75 m (45 - 250 pies)

Figura 1.9. Especificaciones del objetivo de TrafiCam.  
Fuente: (Traficon International N.V. , 2011, pág. 8)

#### 1.4.5 Especificaciones técnicas de la cámara.

En la (Tabla 1.4), indica las especificaciones técnicas de la cámara TrafiCam.

Tabla 1.4. Especificaciones técnicas de la cámara TrafiCam.

DESCRIPCIÓN GENERAL	DETALLES
Tipo CMOS	1/4" blanco y negro
Compresión	JPEG
Funcionalidades de detección	Presencia de vehículos
Dimensiones	Montado en posición vertical: 45 x 16 x 12 cm Montado en posición horizontal: 41 x 18 x 12 cm
Longitud focal	6,0 mm
Material	Aluminio
Altura de montaje	3, 5-12 m
Parasol	Opcional
Zonas de detección	8
<b>ALIMENTACIÓN</b>	
Voltaje operativo	12-26 VCA/CC
<b>CONEXIONES Y COMUNICACIONES</b>	
PC/sensor de comunicación	Mediante interfaz
Interfaz	1TI, 4TI ETH , 4TI ETH EDGE
Salida	4 mediante interfaz 1TI 8 mediante interfaz 4TI ETH 8 mediante interfaz 4TI ETH EDGE y 4/Os xp

<b>ELECTRICIDAD Y MECÁNICA</b>	
Dirección IP	No
PC Tool para configuración	Herramienta para ordenador TrafiCam
<b>GENERACIÓN DE IMÁGENES Y ÓPTICA</b>	
Frecuencia de imagen	20 FPS
Tipo de lente	Estrecho
Resolución	640 x 480 píxeles (VGA)
<b>MEDIOAMBIENTAL Y APROBACIONES</b>	
EMC	Compatibilidad electromagnética 2014/30/UE
FCC	FCC Parte 15, Clase A
Grado de protección	IP67
Rango de temperatura	De -34° C a 80° C
Materiales	Impermeable (resistente a los rayos UV)
<b>RENDIMIENTO</b>	
Distancia de detección	15 - 75 m

Fuente: (FLIR Systems, 2019)

## 1.5 INTERFAZ 4TI ETHERNET

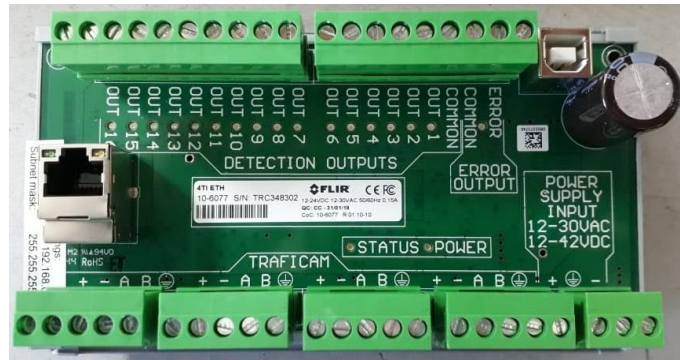
### 1.5.1 Funcionalidad

La tarjeta 4TI Ethernet (Figura 1.10), está diseñada para entender los datos que recibe la cámara al detectar un vehículo, y a través de las borneras de entradas/salidas enviar la señal al controlador de tráfico para que realice el cambio de luces de los semáforos de acuerdo a la programación ingresada en el controlador.

Tiene la opción de comunicarse con el PC mediante cable USB o por medio de comunicación Ethernet, por defecto viene configurado con la dirección IP: 192.168.0.3 y la máscara de subred: 255.255.255.0.

Se pueden conectar máximo 4 cámaras de video detección vehicular con 4 salidas por cada cámara, total 16 salidas, cuenta con bornera para salida de error en caso de fallos y su alimentación eléctrica de 12-30 Vac o 12 a 42Vdc.

En la (Tabla 1.5), se puede visualizar la distribución de las borneras de la 4TI.



**Figura 1.10. Tarjeta interfaz 4TI Ethernet.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

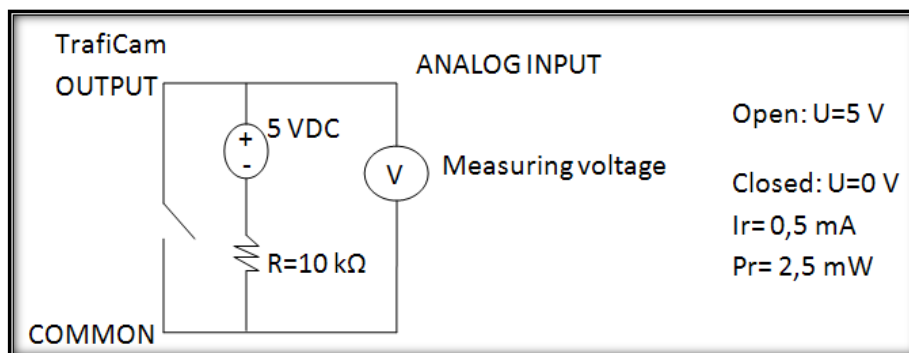
**Tabla 1.5. Distribución de borneras en la tarjeta 4TI.**

Patilla/bornera	Descripción
	Conexión a tierra
B	RS-485B
A	RS-485A
-	Suministro eléctrico -
+	Suministro eléctrico +
Error -	Salida de error -
Error +	Salida de error +
Commun	Salida commun
Output 1-16	Salidas 1 - 16

Fuente: (Traficon International N.V. , 2011)

### 1.5.2 Esquema electrónico de salidas de la tarjeta interfaz 4TI.

Cada salida de la tarjeta interfaz tiene un diagrama electrónico básico (Figura 1,11).



**Figura 1.11. Esquema de cableado de salidas interfaz 4TI.**  
Fuente: (Traficon International N.V. , 2011, pág. 17).



## 1.6 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

### 1.6.1 Definición, aplicación y composición.

El relé de estado sólido (SSR) (Figura 1.12), es un dispositivo interruptor electrónico que conmuta el paso de la electricidad cuando una pequeña corriente es aplicada en sus terminales de control.” (“Relé de estado sólido”, 2019), sirve para poner en modo operativo a dispositivos eléctricos o electrónicos mediante la señal de control que la activa.

Utilizan semiconductores de potencia como tiristores y transistores para permutar corrientes hasta más de 100 amperios (Figura 1.13). El relé SSR tiene la capacidad de permutar a muy altas velocidades (milisegundos) a diferencia de los electromecánicos, la ventaja que no consta de contactos mecánicos que se puedan desgastar. Cuando se utilice este tipo de relés se debe tomar en cuenta que no soportan sobrecargas momentáneas por su baja tolerancia, “comparado con los relés electromecánicos, y su mayor resistencia al paso de la corriente en su estado activo.” (Llamas, 2016).



Figura 1.12. Relé de estado sólido DC/AC  
Fuente: (Llamas, 2016).

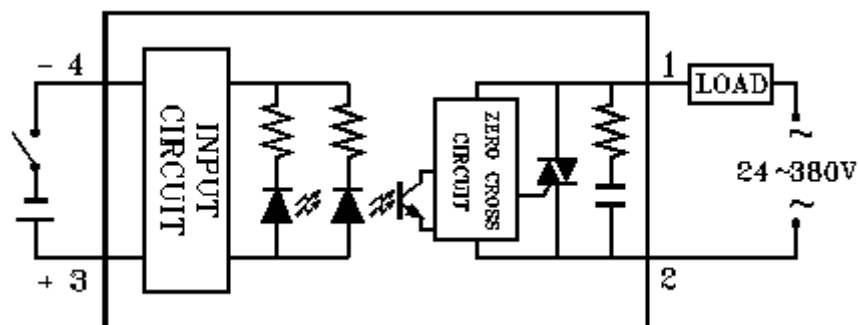


Figura 1.13. Circuito equivalente de un relé de estado sólido.  
Fuente: (Llamas, 2016).

### 1.6.2 Funcionamiento

“Un SSR basado en un único MOSFET, o múltiples MOSFET en paralelo, puede trabajar bien para cargas de CC” ("Relé de estado sólido", 2019).

“Para CA (bi-direccional) se suele usar un TRIAC que consta de dos SCR conectados en direcciones opuestas. Los TRIAC se utilizan porque la corriente alterna está constantemente cambiando de dirección; cuando la puerta del TRIAC deja de recibir corriente, el TRIAC cortará el paso de electricidad cuando el ciclo de la alterna pase por 0 (que sucede cada 20 ms si es de 50 Hz), por lo que nunca se interrumpe el paso en un pico de la alterna, de esta manera evita los voltajes altos transitorios que de otra forma se producirían si se obstaculizara el paso bruscamente debido al colapso repentino del campo magnético sobre el inducido.” ("Relé de estado sólido", 2019).

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1 Cualitativo y cuantitativo.**

Para alcanzar el objetivo de este proyecto se realizó una investigación de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo), cualitativo porque se trata de observar e interpretar problemas que existen en intersecciones vehiculares de varias provincias del Ecuador, en la que el acceder o integrarse, de una vía secundaria a una vía principal hay peligros que el conductor se expone al cruzar una vía principal, por el hecho de no tener señalización vertical es decir un sistema de semaforización actuado mediante una cámara de detección vehicular. Por otra parte la investigación cuantitativa, se afronta a la realidad existente en sistemas de semaforización instalados con tiempos fijos, en el que de una muestra se podrá observar la cantidad de vehículos que circulan por una vía principal y una secundaria, para determinar si es necesario tener este tipo de semaforización instalado con tiempos fijos, de no ser necesario se podría optar a la integración de una cámara de detección vehicular, y así obtener una mejor fluidez continua en la vía principal, siempre y cuando no exista un vehículo en la vía secundaria que sea detectado por la cámara y esta envíe una señal al controlador de tráfico para que le permita acceder al o los vehículos a la vía principal con mayor seguridad.

##### **2.1.2 Estudio descriptivo.**

Se realizó también un estudio descriptivo que permitió buscar y definir como generar más proyectos de movilidad en la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda., para entidades públicas o privadas que se interesen en este tipo de sistemas, centrándose en la seguridad vial o mejora en caso de tener ya instalado con tiempos fijos.

## **2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1 Empírico.**

Para la recolección de información los métodos y técnicas empleados fueron desde un inicio parte del método empírico la revisión documental en las normas INEN DE SEMAFORIZACIÓN a partir de estas normas se pudo verificar que es justificado implementar un sistema de semaforización en intersecciones que hay acceso a vías principales.

### **2.2.2 Teóricos.**

El la propuesta se realizó un método demostrativo, es decir que se investigó las funcionalidades de una cámara de detección vehicular de alta gama para integrar a un controlador de tráfico certificado de gama media y que en conjunto cumpla con la solución y el objetivo planteado en este proyecto, además el de reducir costos con estos equipos para que así sean más accesibles a en proyectos de entidades públicas o privadas que tengan un presupuesto referencial bajo, pero que estén interesados en este tipo de solución.

## **2.3 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN**

Para determinar el problema de este proyecto se pudo realizar una técnica de investigación principalmente visual, en la que se pudo observar en una intersección semafórica instalada en una vía principal (Panamericana Sur), que hay tiempos de espera innecesarios en la vía principal por el cambio de colores (fases) de los semáforos de verde a rojo, sin existir vehículos en la vía secundaria que quiera cruzar o acceder a la vía principal. Esta inspección visual se pudo grabar por un lapso de aproximadamente 4 minutos y en ese tiempo no salía ningún vehículo de la vía secundaria sin embargo los cambios de colores de los semáforos eran continuos.

Para la implementación se realizó una investigación técnica del controlador de tráfico sobre su unidad de control (CPU), tarjetas electrónicas de potencia, tarjeta de incompatibilidades, sistema de protección eléctrico, entradas digitales, software de configuración y lo principal que permita integrar la cámara de video detección vehicular para

realizar la demanda objetivo de esta investigación. En la cámara se realizó una investigación sobre las funcionalidades que presta para poder detectar vehículos, datos que envía hacia el controlador de tráfico a través de una interfaz electrónica, procesamiento de imagen, resolución, tipo de tecnología, tipo de cable que utiliza para la comunicación y alimentación eléctrica, consumo eléctrico, software de configuración.

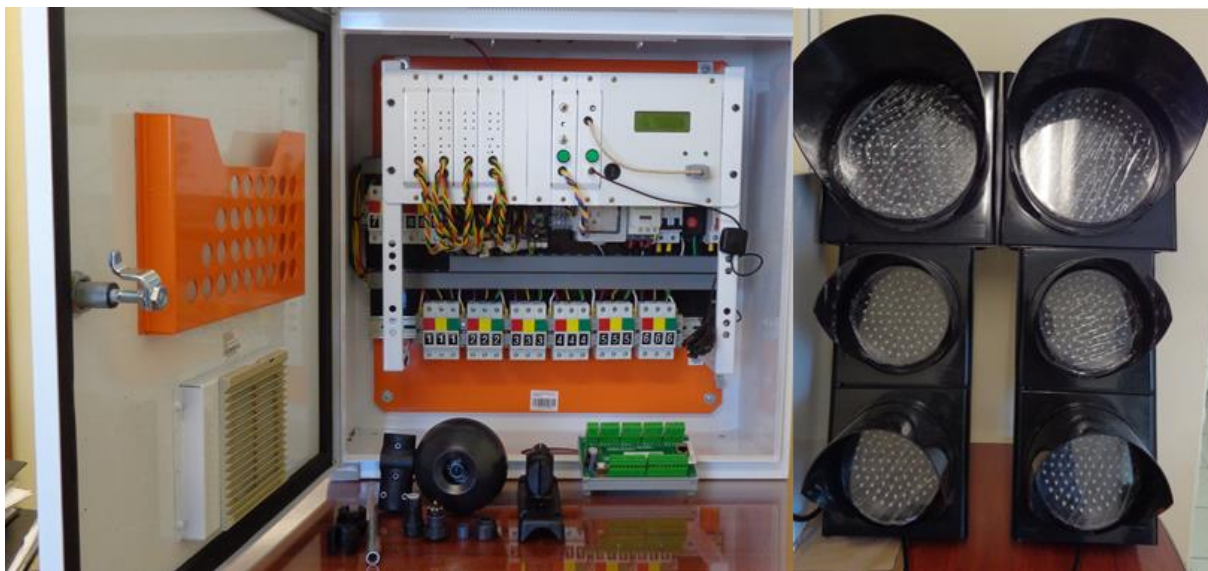
Como la implementación esta direccionada para generar proyectos de movilidad reales, se deja realizando un diseño ejemplar (plano sin escala de un sistema de semaforización actuado) y un explicativo de la programación general para implementar este tipo de sistema actuado (ver capítulo de implementación), que irán direccionados a técnicos de entidades públicas o privadas encargados de estos mantenimientos.

## CAPÍTULO 3

### PROPUESTA

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La propuesta general de este proyecto trata sobre la implementación de un sistema de semaforización actuado mediante una cámara de video detección vehicular para posibles proyectos que puedan generar el área comercial de la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda, integrando equipos CERTIFICADOS de gama alta (cámara) y gama media (controlador de tráfico), para cumplir con esta propuesta se utilizarán los siguientes equipos (Figura 3.1).



**Figura 3.1. Equipos principales para la propuesta de instalación.**  
Fuente: Elaborado por el autor

Este sistema de semaforización está dirigido para entidades públicas o privadas a nivel nacional, que tengan la necesidad de implementar semáforos en intersecciones críticas, justificando la instalación de acuerdo a uno de los requisitos detallado en el REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004: 2012 Parte 5 SEMAFORIZACIÓN que indica ACCESO A VÍAS PRINCIPALES, en la página 8, ítem 5.1, literal b., ver ANEXO 1 realizando el estudio previo para la instalación se podrá implementar este tipo de sistemas de semaforización.

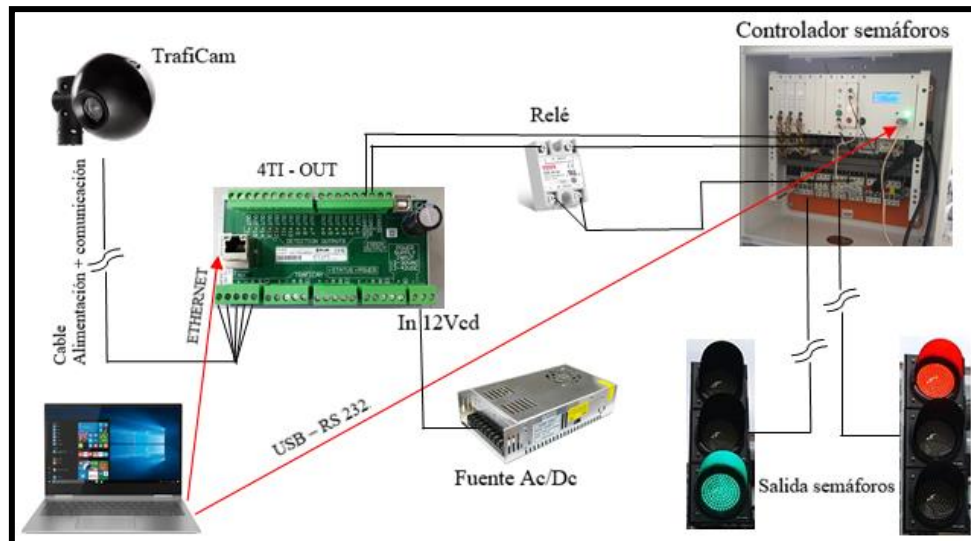
En la actualidad, en algunos lugares existen sistemas de semaforización instalados justificando por el acceso a vías principales, pero que se instalan con tiempos fijos para dar la señal de verde a la vía principal y a la secundaria, es decir que estos tiempos cambian continuamente así en la vía secundaria no exista ningún vehículo de salida hacia la vía principal.

Lo que se pretende con este proyecto es integrar a estos sistemas o instalar un sistema nuevo, con una cámara TrafiCam que tendrá el trabajo de detectar a un/os vehículos en la calle secundaria para que solo en ese momento envíe la señal hacia el controlador de tráfico y este haga el cambio de luces a los semáforos para que pueda salir el vehículo con mayor seguridad, si la cámara no detecta ningún vehículo en la vía secundaria, la vía principal se mantendrá en verde siempre, fluyendo el tráfico de mejor manera y evitando esperar tiempos innecesarios de cambio de luces de los semáforos sin haber vehículos de salida de la calle secundaria.

En caso de integrar esta cámara a sistemas de semaforización ya instalados, se deberá hacer un análisis técnico del controlador de tráfico, y que este cuente con entradas digitales para poder integrar la cámara de detección vehicular y realizar el propósito de este proyecto, en caso de no cumplir con este requisito el controlador de tráfico se deberá instalar un nuevo controlador que cumpla con este requisito.

Se investigó la factibilidad que existiera de integrar una cámara de video detección vehicular y sus funciones, a un controlador de gama media, ya que este tipo de cámaras en la actualidad especialmente en Ecuador, se conoce que funciona en sistemas de semaforización centralizados para ciudades grandes como: Quito, Guayaquil, Ibarra, Ambato, y al ser un sistema centralizado el costo del controlador de tráfico utilizado y que procesa la información enviada de la cámara son de muy alto costo, haciendo diferencia al costo de un controlador de tráfico de gama media se hablaría de un 80% menos costoso que el centralizado, y uno de los objetivos es bajar costos para generar proyectos de movilidad con la solución indicada en esta propuesta para la Empresa Industrias Seblan Cia. Ltda.

En el siguiente esquema gráfico (Figura 3.2), se presenta la idea integral de la propuesta.

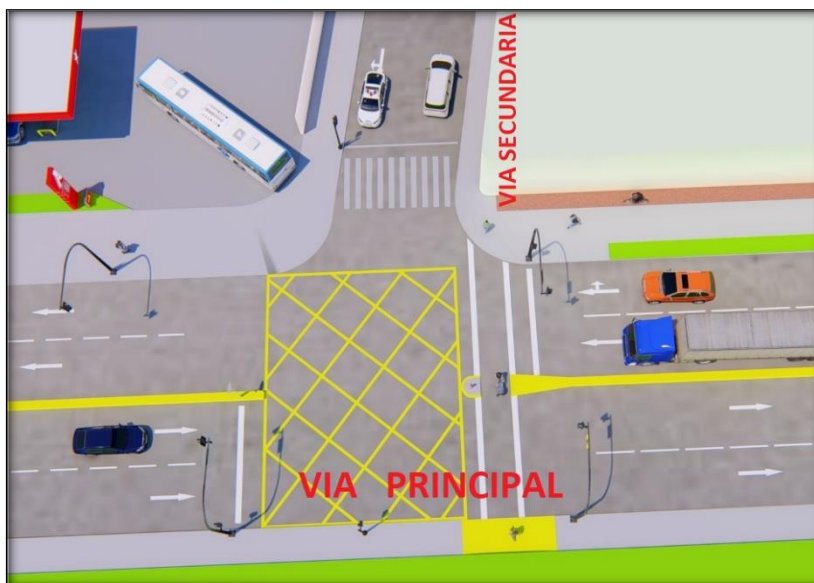


**Figura 3.2. Esquema gráfico de la propuesta**  
Fuente: Elaborado por el autor.

## 3.2 DISEÑOS GRÁFICOS DE LA PROPUESTA

### 3.2.1 Diseño modelo en 3D.

El siguiente diseño (Figura 3.3), es un ejemplo de una intersección con acceso a vías principales, modelo que se propondrá implementar con un sistema actuado de acuerdo al estudio realizado por alguna entidad solicitante.



**Figura 3.3. Estructura gráfica 3D de un sistema de semaforización con acceso a una vía principal.**  
Fuente: Estudio en proceso para implementación GADM Loja.



### 3.2.2 Diseño de un plano.

Este plano (Figura 3.4), representa una intersección de semáforos con el sistema actuado mediante una cámara de tráfico, y su simbología de acuerdo a las normas INEN de SEMAFORIZACIÓN.

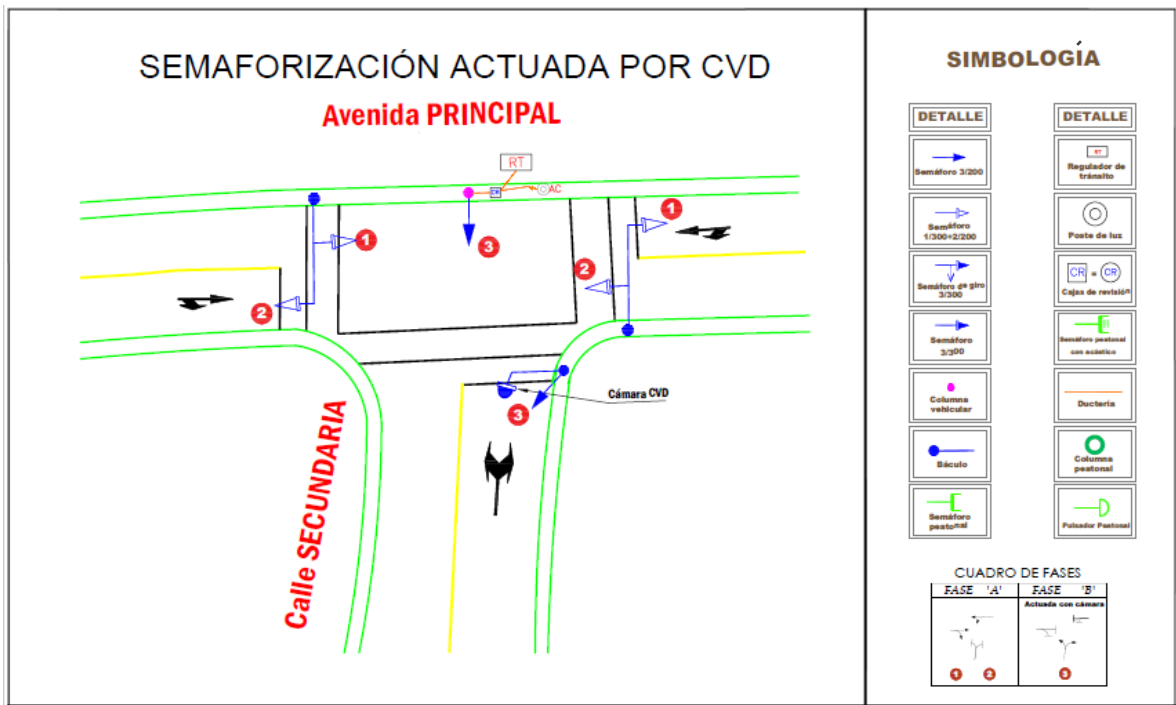
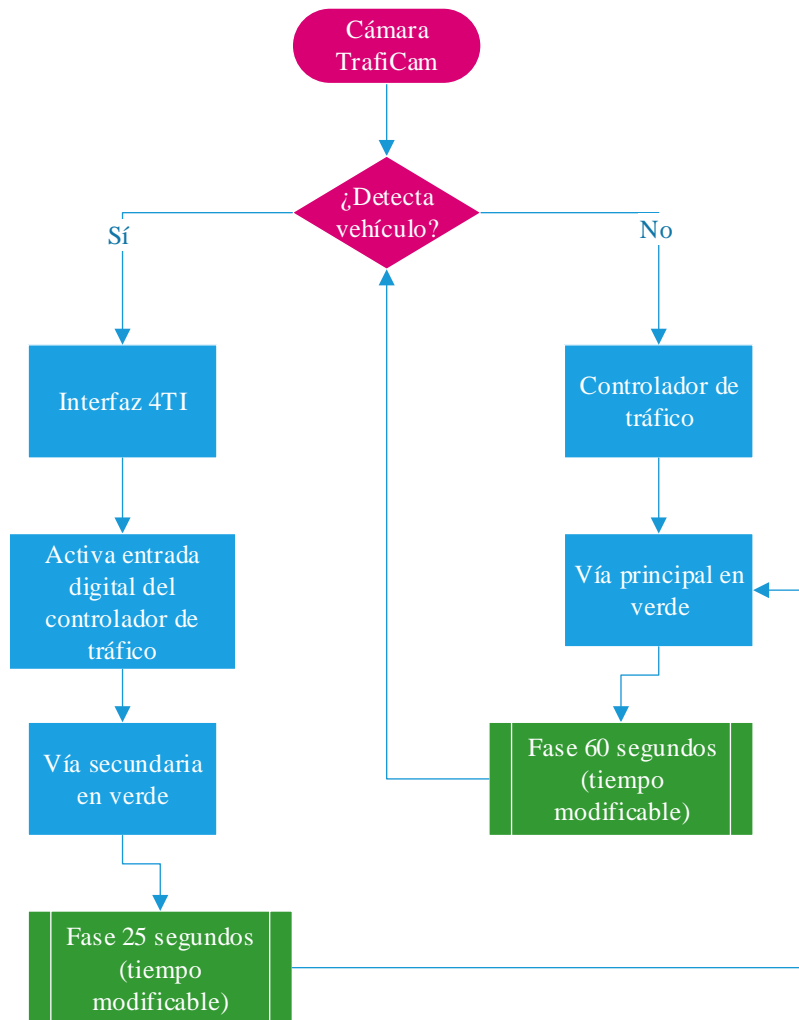


Figura 3.4. Plano modelo de una intersección con un sistema de semaforización actuado.  
Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROPUESTA

En el siguiente diagrama de flujo (Figura 3.5), se muestra la idea central de la propuesta de este proyecto, haciendo referencia el esquema grafico presentado en la Figura 3.2.



**Figura 3.5. Diagrama de flujo de la propuesta.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.4 USO DE SOFTWARE Y HARDWARE DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PROPUESTA.

Para el desarrollo de esta propuesta se utilizaron softwares de programación, tanto para el controlador de tráfico como para la cámara TrafiCam de video detección vehicular.

#### 3.4.1 Software SIRT para controlador de tráfico.

Este software sirve para la programación de controladores de tráfico marca GOIA, presta utilidades importantes como para programación de intersecciones subreguladas, escoger el número de grupos que existen en la intersección, planes horarios, tiempos, barra de colores, demandas en las entradas digitales, etc.

### 3.4.2 Software TrafiCam PC Tool para cámara de video detección vehicular.

TrafiCam PC Tool es el software que permite configurar la cámara TrafiCam y 4TI o 1TI, en la cámara viene integrado un CD de instalación con este software, se debe conocer e interpretar bien los parámetros que se programará a la cámara y a la interfaz para que su detección vehicular de la cámara sea óptima.

## 3.5 ANÁLISIS DE COSTO Y TIEMPO

### 3.5.1 Costo.

En el PIC realizado para la factibilidad de este tema se indicó los gastos que generaran la adquisición de los materiales a utilizar en este proyecto. Como es auspiciante la Empresa Industrias Seblan Cia. Ltda., se detalla el cuadro de costos actualizado de los equipos y materiales adquiridos (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1. Costo de equipos y materiales adquiridos por parte del auspiciante.**

<b>Equipos / Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
Mini poste para cámara	1	\$150	\$150
Semáforo	2	\$360	\$720
Controlador de tráfico	1	\$2.650	\$2.650
Cámara de tráfico con tarjeta interfaz.	1	\$1.045	\$1.045
Cable 4 x18 AWG	10m	\$0,55	\$5,5
Cable de seguridad 6x18 AWG.	40m	\$1,62	\$64,80
Accesorios varios para instalación	1	\$100	\$100
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$4.735,30</b>

**Fuente: Elaborado por el autor.**

El costo por parte del autor del proyecto es (Tabla 3.2):

**Tabla 3.2. Costos secundarios del autor.**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
Impresiones	250	0,10	\$25
Movilización asuntos varios	5	\$5,5	\$27,5
Anillado / empastada tesis	1	\$25	\$25
Grabado en digital	1	\$10	\$10
Visita a verificar el proyecto final por delegación de la Universidad.	1	\$30	\$30
Imprevistos.	1	\$100	\$100
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$217.5</b>

**Fuente: Elaborado por el autor.**

### **3.5.2 Tiempo.**

Para desarrollar la programación se recibirá un asesoramiento técnico de parte de los fabricantes de los equipos, de manera presencial o virtual de aproximadamente 3 a 4 horas semanales por 4 semanas, para obtener conocimientos de los parámetros que se debe tener en cuenta para la programación y la realización de mantenimientos preventivos o correctivos (en caso de terminar la garantía), de las partes eléctricas/electrónicas de los equipos.

## **3.6 VENTAJAS DEL SISTEMA PROPUESTO**

Con la implementación demo de este sistema de semaforización actuado, se pretende generar proyectos de movilidad para la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda., la misma que aporte a la sociedad con algunas ventajas que a continuación se detallan.

### **3.6.1 Ventajas para sistemas de semaforización ya instalados con tiempos fijos.**

En este tipo de sistemas se puede ofrecer la integración de la cámara de video detección vehicular TrafiCam, siempre y cuando el estudio de tráfico cumpla con el requisito de acceso a vías principales que indica en las normas RTE INEN de SEMAFORIZACIÓN, y, que antes de brindar esta solución se realice un análisis de las especificaciones técnicas del controlador de tráfico que está operando en la intersección, como requisito mínimo deberá contar con

entradas digitales que permita programar una demanda para integrar la cámara. Cumpliendo con esto se pretende obtener las siguientes ventajas principales:

- En la vía principal mejor flujo vehicular durante el tiempo ( $\geq$  de la fase) que la cámara detecte a uno o varios vehículos en la calle secundaria. Es decir que, si el tiempo programado en la vía principal para el semáforo en verde es de 60sg. mínimo, y si transcurrido este tiempo no hay presencia de vehículos en la calle secundaria, el controlador de tráfico seguirá dando color verde en la vía principal, el tiempo que sea necesario hasta que haya presencia de uno o varios vehículos en la calle secundaria.
- En la vía secundaria dar mayor seguridad a los vehículos al cruzar o ingresar hacia la vía principal, evitando así accidentes de tránsito que el conductor pueda correr el riesgo.
- Eliminar tiempos de espera innecesarios por el cambio continuo de colores en los semáforos.

### **3.6.2 Ventajas para intersecciones no semaforizadas.**

Para intersecciones que aún no cuentan con un sistema de semaforización, se brindara la solución completa del sistema de semáforos actuado por la cámara TrafiCam, cumpliendo con las ventajas mencionadas en el literal 3.6.1., y adicional:

- Evitar accidentes de tránsito vehiculares, en la que se puede perder vidas humanas, causado por no tener ningún tipo de señalización en intersecciones críticas.
- Ser más viable el poder implementar este tipo de sistemas con presupuestos de bajo costo, con equipo de control de gama media (controlador de tráfico).

## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN**

#### **4.1 DESARROLLO**

##### **4.1.1 Edición del programa para el controlador de tráfico.**

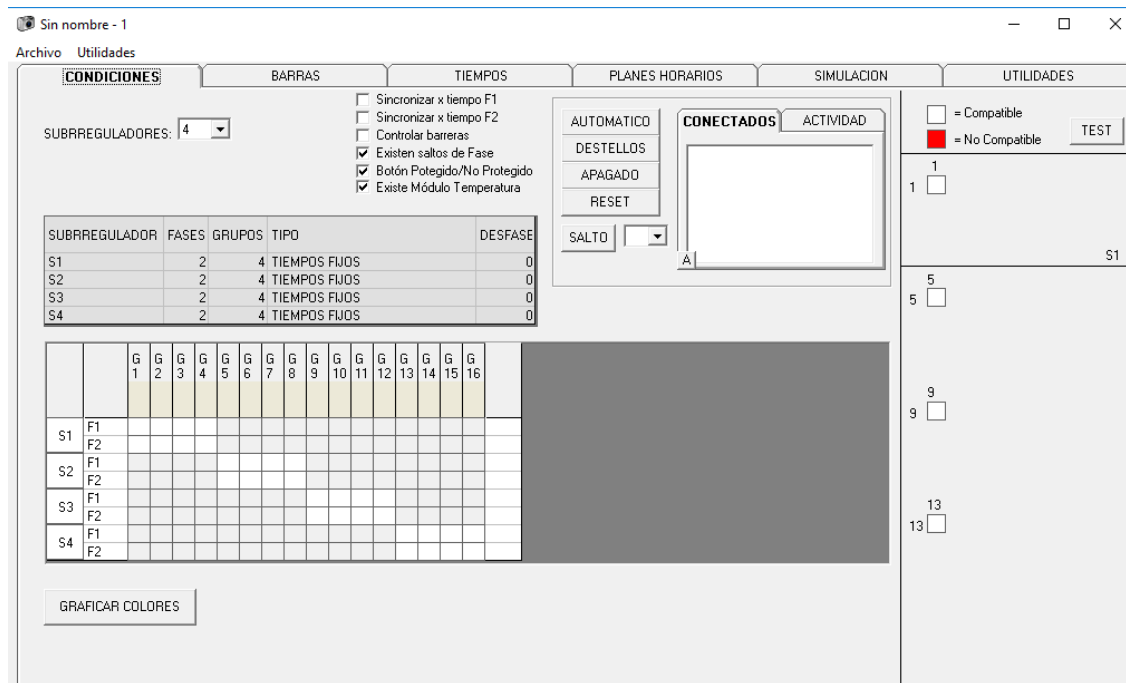
- **Software SIRT.**

El software SIRT para controladores de tráfico marca GOIA, sirve para programar los tiempos, fases, planes y demandas recibidas en las entradas digitales, para dar salidas a los semáforos que los controlan en una intersección.

Al adquirir un controlador de tráfico, viene incluido el software de programación y en el mismo CD el procedimiento de instalación.

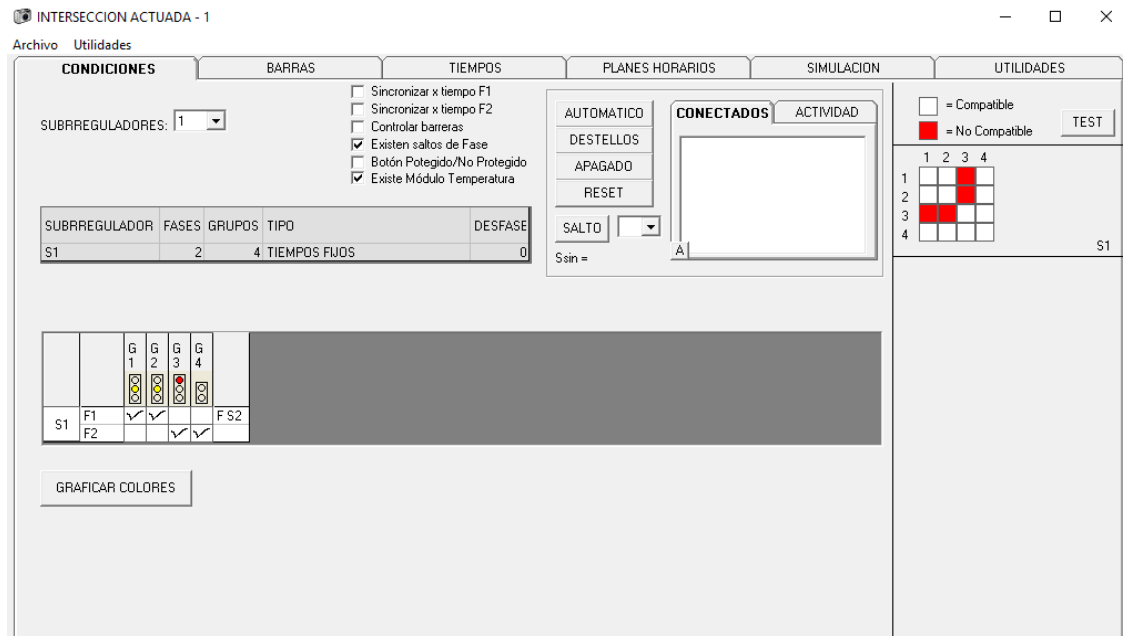
- **Creación de un nuevo programa para controlar un sistema actuado.**

Al abrir SIRT el software se abre un panel con dos opciones, CONTROLADOR Y RED, se escoge la opción CONTROLADOR, y aparece la siguiente ventana (Figura 4.1):



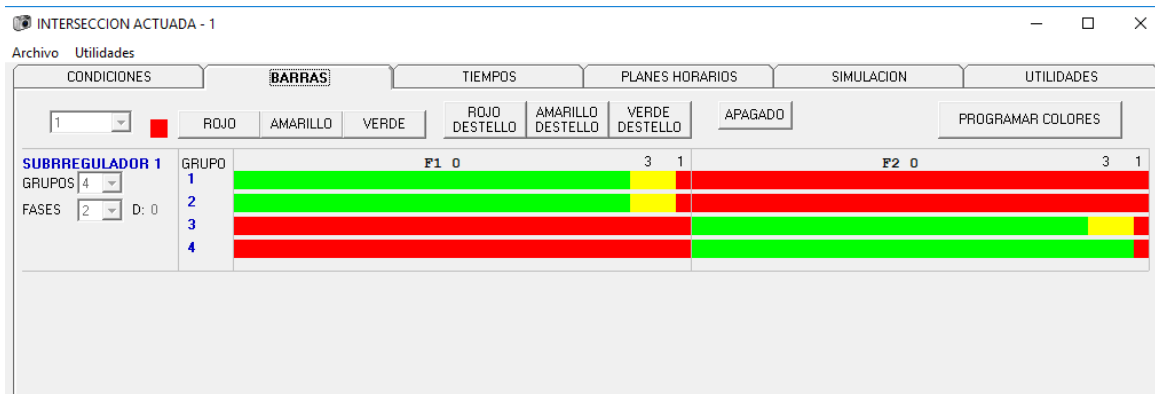
**Figura 4.1. Ventana de condiciones en el software SIRT.**  
**Fuente: Software SIRT.**

Aquí se selecciona las siguientes opciones, para configurar las fases y grupos de salidas de potencia por los cuales el controlador envía el voltaje hacia los semáforos, importante la pestaña EXISTEN SALTOS DE FASE se activa porque va a funcionar a través de una demanda para cambiar de fase, en la parte inferior (cuadro de grupos G1, G2, G3 y G4), se observa la palabra FS2, al seleccionar esto se indica al controlador que cuando haya una actuación en la entrada digital 2 cambie a la fase 2 y finalice el proceso en la fase 1, para retomar nuevamente otra actuación después de pasar el ciclo de las dos fases. Para seleccionar la parte de semáforos de destello en amarillo o en rojo, dar doble click bajo G1 y seleccionar si el semáforo destellara en amarillo, rojo o es un semáforo peatonal, el mismo proceso se realiza para los grupos existente en la intersección. En la (Figura 4.2), se muestra lo descrito en el párrafo.



**Figura 4.2. Ventana de condiciones configurada para un sistema actuado.**  
**Fuente: Software SIRT.**

Teniendo ya programado la ventana de condiciones, dar click en GRAFICAR COLORES inmediatamente se visualiza la siguiente ventana (Figura 4.3), en esta parte indica como saldrán los colores hacia los semáforo, se puede modificar los colores de acuerdo al estudio realizado, como por ejemplo, si en alguna fase se quiere que en lugar de estar en verde el semáforo, esté destellando, lo que se hace es dar un click en el botón AMARILLO DESTELLO, luego dar click en la barra de color verde del grupo de semáforo que se desee cambiar, en la (Figura 4.3), se puede visualizar un pequeño cambio que se realizó al grupo 4, programado como semáforo peatonal que en los 3 segundos de amarillo siga el semáforo en verde, esto se realiza porque un semáforo peatonal no tiene color amarillo solo verde y rojo.



**Figura 4.3. Ventana de configuración de barras**  
**Fuente: Software SIRT.**

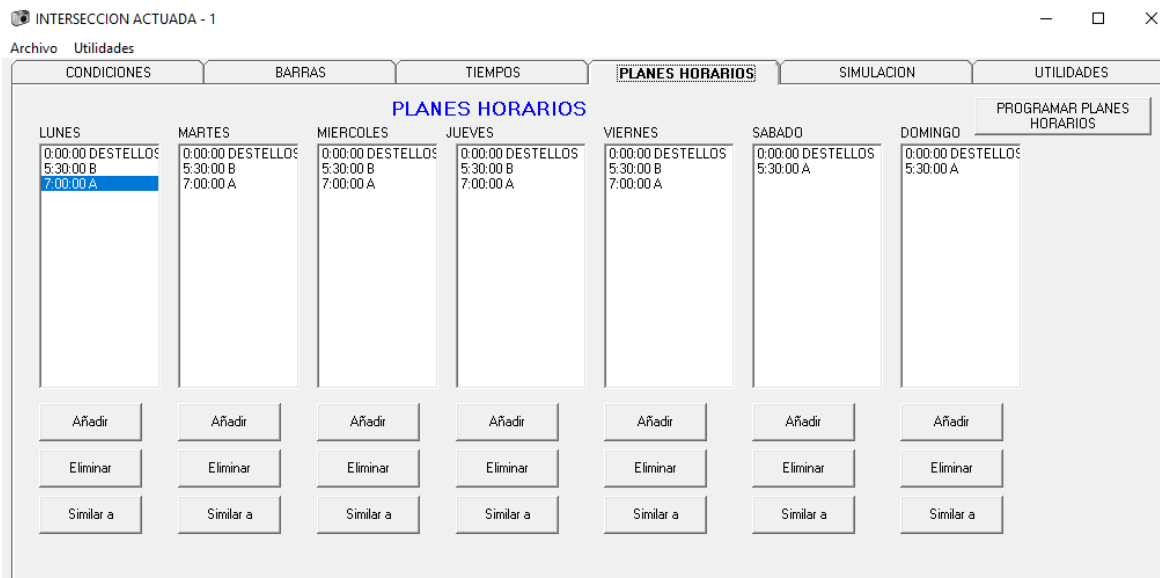


Dando click en la ventana de TIEMPOS, permite configurar los tiempos de cada fase para cada grupo de semáforos, dando como resultado el ciclo total que tendrá el sistema que se está programando, aquí da la opción de escoger varios planes (tiempos y ciclo total), de acuerdo al flujo vehicular de cada horario, por ejemplo, para horas pico (A) un ciclo, para horas normales (B) otro ciclo, como se muestra en la (Figura 4.4), por último la pestaña activa INCLUIR TRANSITORIOS, se activó para que tome en cuenta en la sumatoria total del ciclo los 3 segundos de amarillo y el 1 segundos de verde.



**Figura 4.4. Ventana de configuración de tiempos**  
Fuente: Software SIRT.

En la siguiente ventana de PLANES HORARIOS se puede configurar e ir incluyendo los tiempos programados en la anterior ventana de acuerdo a los horarios en los que exista más vehículos y horarios que haya un flujo normal de vehículos. La siguiente (Figura 4.5), muestra la configuración realizada como ejemplo para este proyecto.



**Figura 4.5. Ventana de configuración de planes horarios.**  
Fuente: Software SIRT.

Las ventanas de SIMULACIÓN y UTILIDADES no son necesarias para la programación del controlador de tráfico GOIA, son ventanas de uso del fabricante.

- **Transferir el programa al controlador de tráfico.**

Para transferir el programa creado de la intersección actuada se realiza mediante un cable convertidor de comunicación (USB a RS 232), se conecta en el PC el conector USB y el conector RS 232 al controlador de tráfico. Se determina que la comunicación entre el computador y el controlador este en óptimas condiciones de la siguiente manera; dar click en la pestaña UTILIDADES y seguidamente en CONSULTAR HORA (Figura 4.6), si la comunicación esta perfecta aparecerá una pequeña ventana indicando la fecha y hora actual del controlador de tráfico, caso contrario se debe verificar lo siguiente; en el computador ingresar a equipo/propiedades/administrador de dispositivos, aquí se verifica en que puerto de comunicación está conectado el cable (COM 1, COM 2..... etc.), después de realizar esta verificación se abre nuevamente al software en utilidades/puerto, se activa el puerto verificado en el PC y de esta manera debería haber comunicación entre el PC y el controlador de tráfico.



**Figura 4.6. Verificar la comunicación entre controlador y PC**  
Fuente: Software SIRT.

El procedimiento para transferir el programa al controlador es el siguiente:

- ✓ Primero guardar el programa dando click en ARCHIVO/GUARDAR COMO, poner el nombre del programa y guardar.
- ✓ En la ventana de planes horarios, dar click en PROGRAMAR PLANES HORARIOS.
- ✓ Terminada la transferencia anterior abrir la ventana de tiempos, dar click en PROGRAMAR TIEMPOS.
- ✓ Seguidamente dirigir a la ventana de barras, dar click en PROGRAMAR COLORES.
- ✓ Por último en la pestaña UTILIDADES dar click en PROGRAMAR NOMBRE.
- ✓ Finalmente, el controlador de tráfico se reiniciará al finalizar la transferencia del programa, y estará listo para realizar la función programada.

En la (Figura 4.7), se muestra la transferencia hacia el controlador, del programa realizado para este proyecto.



**Figura 4.7. Transferencia del programa al controlador de tráfico.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

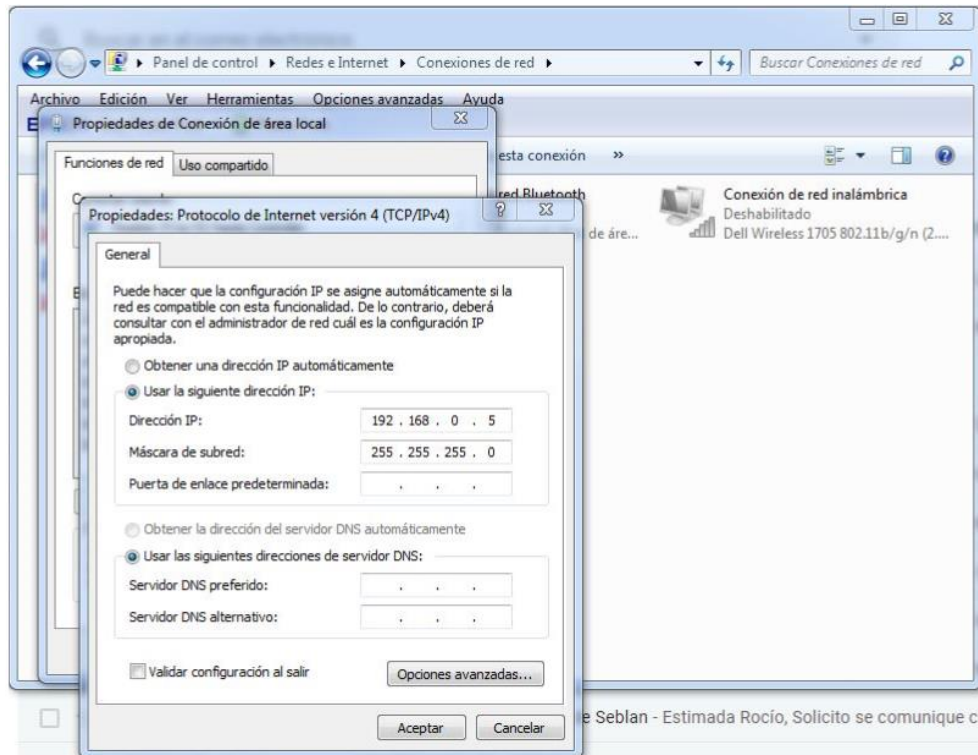
#### **4.1.2 Edición del programa para la cámara Traficam.**

- **Software TrafiCam PC Tool.**

Este software está diseñado para programar cámaras de video detección vehicular (Traficam) marca FLIR, en el que permite programar espiras virtuales con ciertos parámetros de detección, comunicación dirección IP, relaciones lógicas, etc., de acuerdo al uso que se tiene previsto que opere la cámara. La programación y transferencia se realiza a través de una tarjeta electrónica (interfaz 4TI Ethernet), específicamente diseñada para entender y procesar los datos enviados por la cámara hacia el controlador de tráfico.

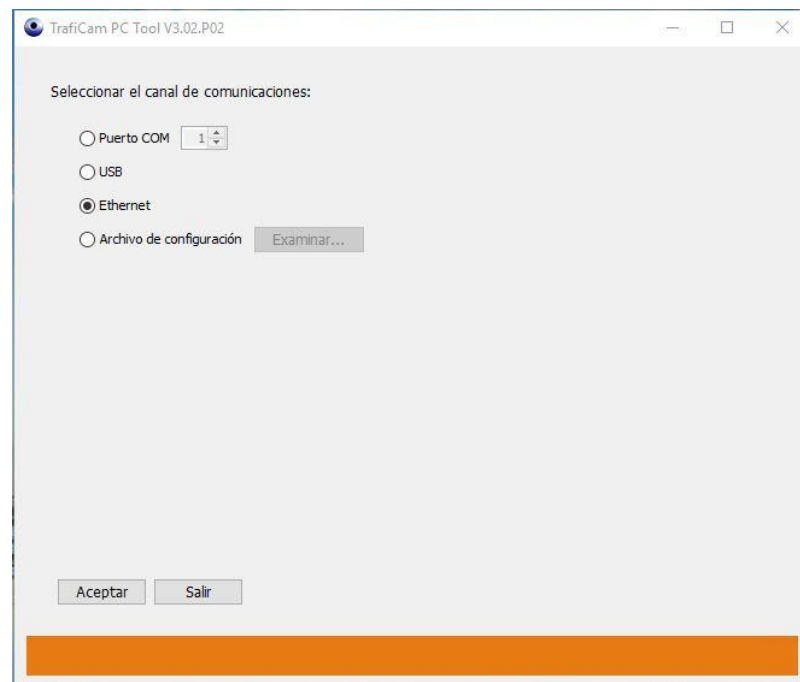
- **Creación de un nuevo programa para la detección vehicular de la cámara.**

Antes de iniciar el software se debe cambiar la configuración de red Ethernet del computador. Ingresando a Panel de control/Redes e Internet/Conexiones de red/Propiedades de Conexión del área local/Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4), seleccionar **Usar la siguiente dirección IP**, e ingresar la misma red y mascara que viene por defecto en la interfaz 4TI (IP:192.168.0.3 Subnet: 255.255.255.0), cambiando únicamente el número del HOST, por ejemplo, como se visualiza en la (Figura 4.8).



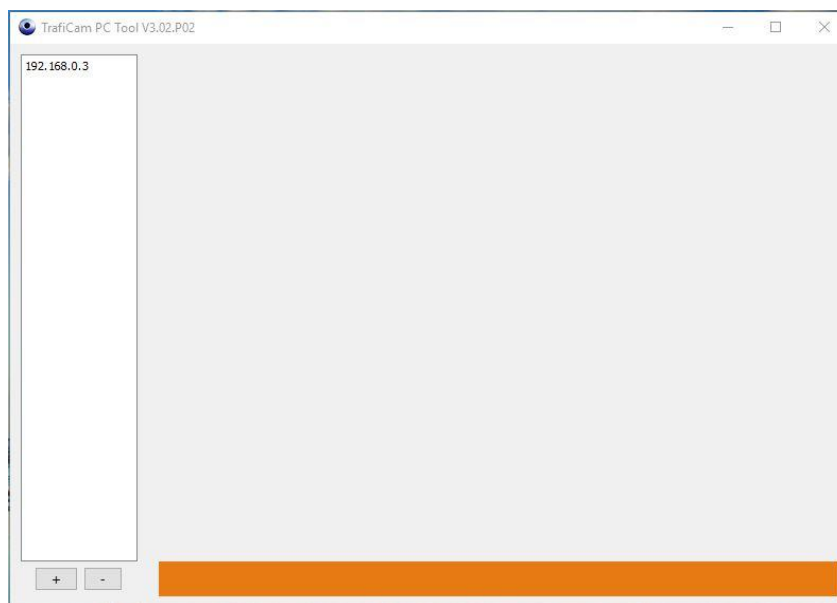
**Figura 4.8. Configuración de red en el computador.**  
**Fuente: PC Industrias Seblan.**

Al abrir TrafiCam PC Tool, aparecerá una ventana que permite elegir el tipo de conexión, elegir Ethernet y click en aceptar, (Figura 4.9).

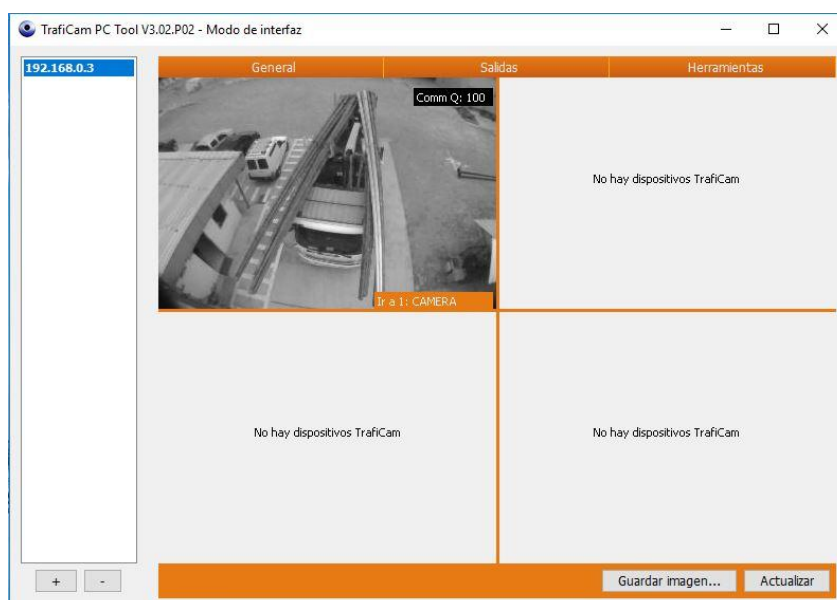


**Figura 4.9. Ventana inicial de TrafiCam PC Tool.**  
**Fuente: Software TrafiCam PC Tool.**

En la siguiente ventana se visualiza la dirección IP de la tarjeta interfaz conectada al PC (Figura 4.10), dar doble click en la dirección IP para ingresar al **Modo Interfaz** del software, donde aparecerá el número de cámaras conectadas a esta tarjeta interfaz máximo 4 cámaras (Figura 4.11), cuando no aparece ninguna cámara en esta ventana se debe mandar a buscar al software de la siguiente manera: click en la pestaña General/Búsqueda de TrafiCams y confirmar la búsqueda, en un lapso de aproximadamente 1 a 2 minutos aparecerá la cámara instalada. (si no aparece aun verificar conexiones).



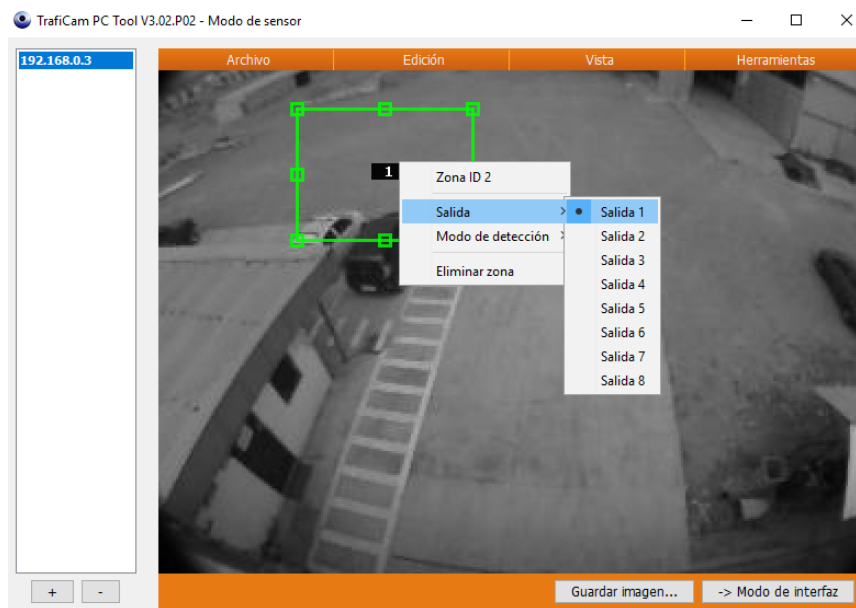
**Figura 4.10. Ventana de dirección IP de la Interfaz.**  
Fuente: Software TrafiCam PC Tool.



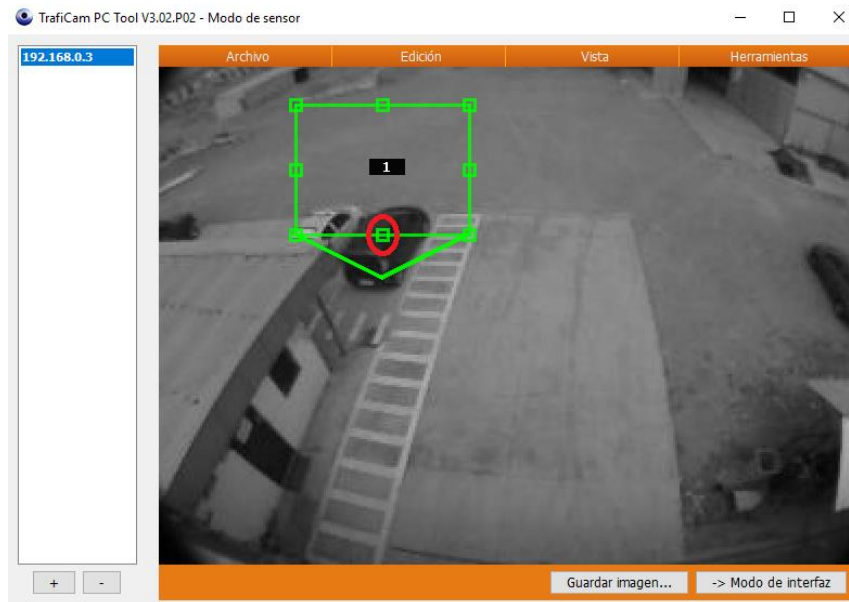
**Figura 4.11. Modo Interfaz de TrafiCam PC Tool.**  
Fuente: Software TrafiCam PC Tool.

Continuando con la programación dar click en la pestaña CAMERA, para ingresar al MODO SENSOR, de forma predeterminada viene dibujada una espira en la cámara, los siguientes pasos se debe realizar para configurar la espira:

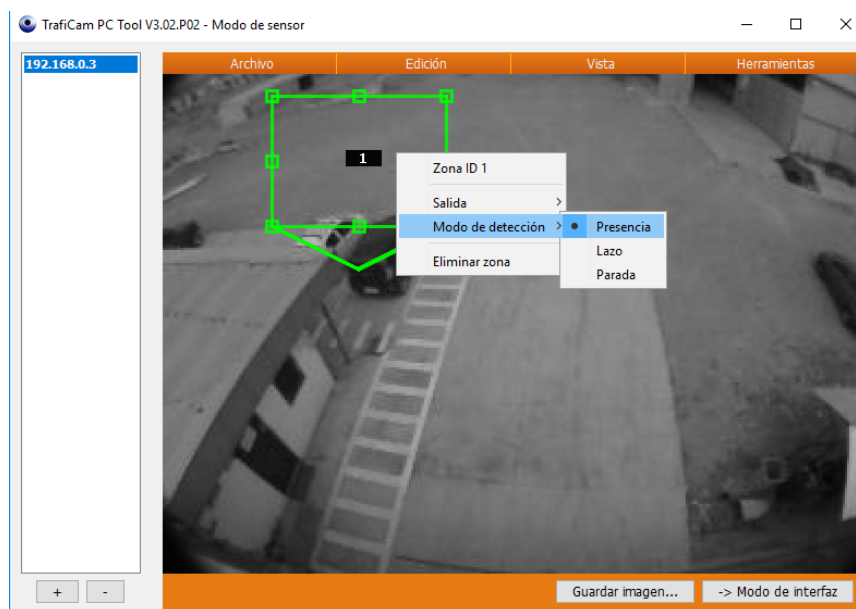
- ✓ Para configurar el número de salida de la cámara, dar doble click en la espira y elegir **salida/salida 1**, (Figura 4.12).
- ✓ Esta espira da la opción de direccionar el sentido del flujo de tráfico vehicular, para ello, dar click en el punto central lateral de la espira como se muestra en la (Figura 4.13).
- ✓ Para configurar el modo de detección de la espira, dar click en **modo de detección/presencia**, (Figura 4.14).



**Figura 4.12. Direccionamiento de salida en la cámara.**  
**Fuente: Software TrafiCam PC Tool.**



**Figura 4.13. Sentido de dirección de flujo vehicular para la detección.**  
Fuente: Software TrafiCam PC Tool.

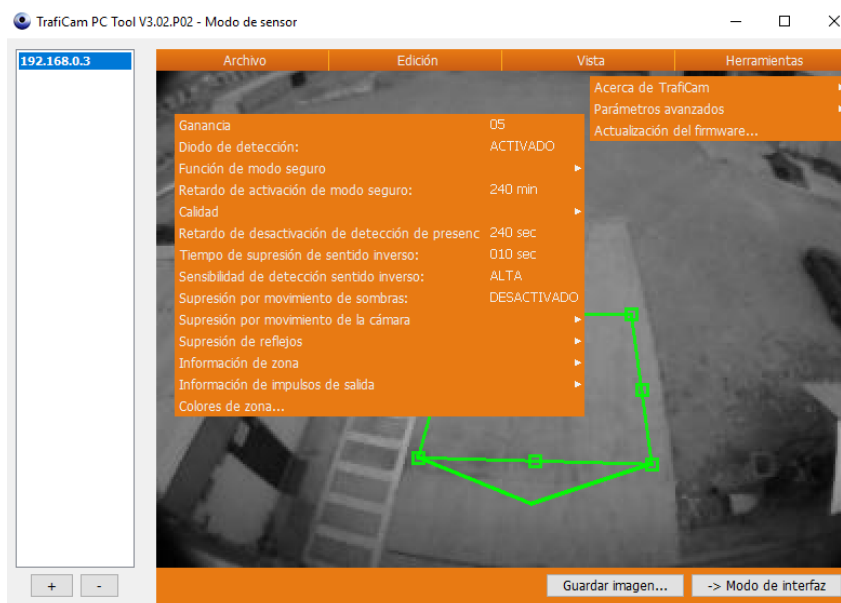


**Figura 4.14. Modo de detección vehicular.**  
Fuente: Software TrafiCam PC Tool.

Configurada la espira se debe arrastrar hacia el carril de detección y ahí dibujar la forma de la espira de acuerdo al carril y largo de un automóvil, importante tomar en cuenta que la espira debe abarcar los faros de un vehículo para la detección nocturna del vehículo.

Dando click en **herramientas/parámetros avanzados**, aparecerán los parámetros por defecto que vienen configurados en la espira (Figura 4.15).

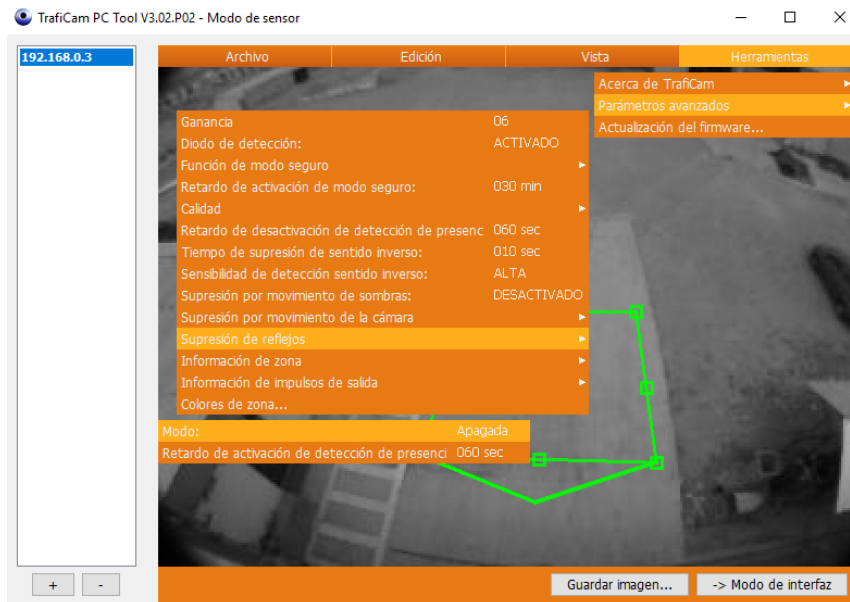




**Figura 4.15. Parámetros predeterminados de una espira.**  
**Fuente: Software TrafiCam PC Tool.**

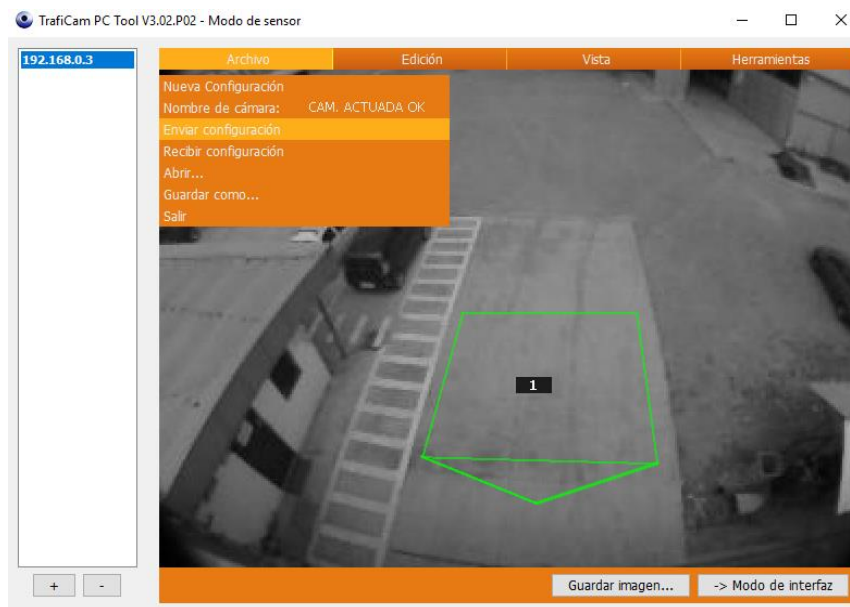
La siguiente configuración se realizó (Figura 4.16), para obtener una buena detección vehicular, y cumplir con el objetivo deseado. Se detalla los parámetros más importantes modificados para esta detección:

- ✓ Ganancia **06**, este parámetro afecta a los resultados de la detección, se incrementó +1 por tener la cámara instalada en forma vertical y había momentos en que la cámara no detectaba al vehículo.
- ✓ Retardo de activación en modo seguro **30min**, se editó este parámetro para el caso de que la cámara tenga una deficiente comunicación y detección, y no detecte ningún vehículo en 30 min este pase a un modo seguro asegurando la calidad de las imágenes y la detección.
- ✓ Retardo de desactivación de presencia **060sec**, este parámetro servirá cuando un vehículo se quede estacionado en la espira lo cual causara que haya cambios de colores innecesarios en los semáforos, este parámetro desactivará esa presencia después de 60 segundos que el vehículo se encuentre en la espira.
- ✓ Supresión de reflejos **apagada**, este parámetro es importante apagar en caso de que la cámara quiera que detecte en la noche, si esta activada no habrá detección.



**Figura 4.16. Parámetros editados para la detección.**  
**Fuente: Software TrafiCam PC Tool.**

Culminando con la configuración de los parámetros de detección se procede a cambiar el nombre de la cámara (opcional), en **Archivo/Nombre de cámara** (escribir el nombre), y finalmente enviar la configuración hacia la cámara dando click en **Archivo/Enviar configuración**, (Figura 4.17).



**Figura 4.17. Enviar la configuración a la cámara.**  
**Fuente: Software TrafiCam PC Tool.**

Al enviar la configuración la cámara pasa a modo de aprendizaje, recibiendo la nueva configuración y grabando los parámetros y puntos en los que deberá detectar al vehículo,

esto se puede visualizar dando click en la pestaña **Vista/Ver la detección**. Este aprendizaje dura aproximadamente 1 minuto (Figura 4.18).

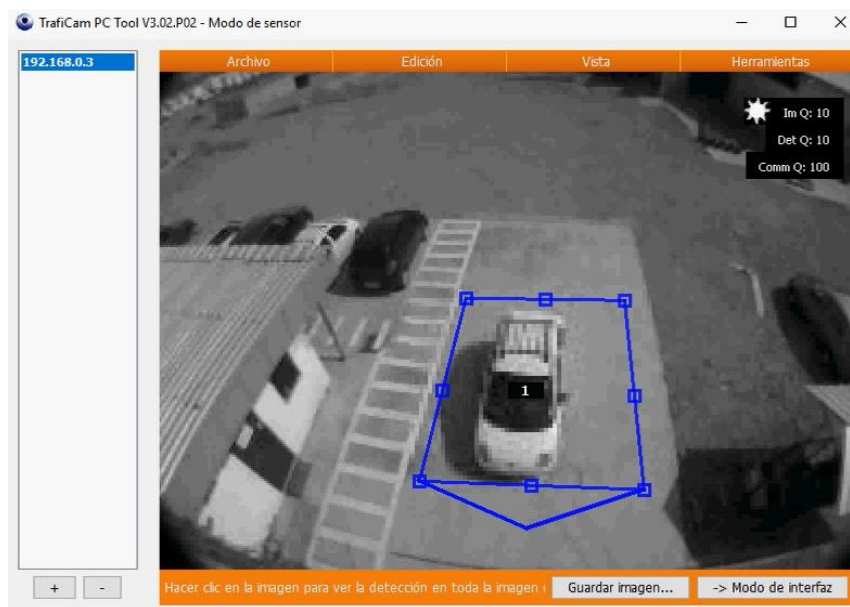


**Figura 4.18. Modo aprendizaje de la cámara TafiCam.**  
**Fuente: Software TafiCam PC Tool.**

Al finalizar el aprendizaje la espira virtual se pondrá en color verde (predeterminado), que indica que no hay detección de ningún vehículo en la espira (Figura 4.19), y cuando un vehículo entre o pase por la espira virtual cambiará a color rojo (predeterminado) azul (configurado), que indica que hay detección vehicular dentro de la espira (Figura 4.20), y esta señal será enviada al controlador de tráfico para hacer la demanda de cambio de fase vehicular, la dirección de la flecha en la espira virtual indica el sentido que la cámara detectará al vehículo al momento de pasar por la misma, ver (Figura 4.20).

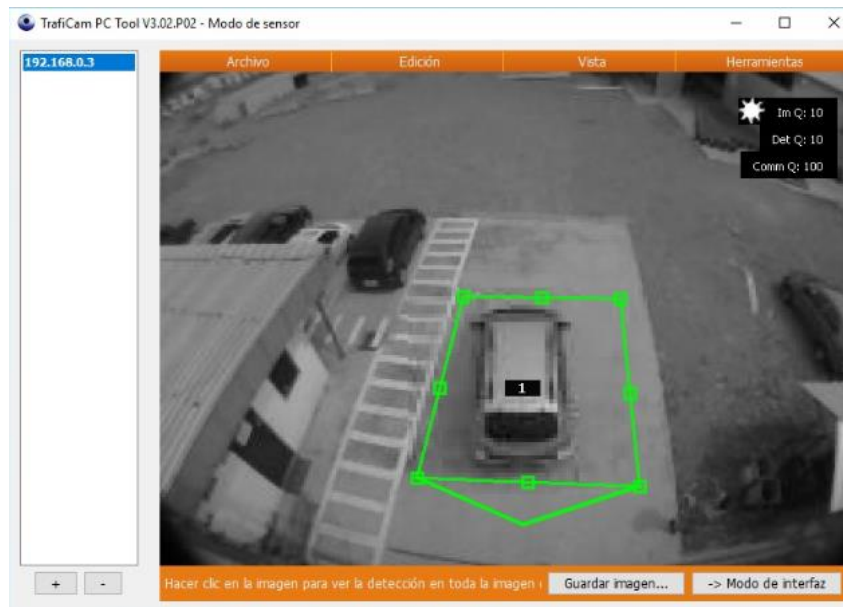


**Figura 4.19. Espira virtual sin detección vehicular.**  
Fuente: Software TrafiCam PC Tool.



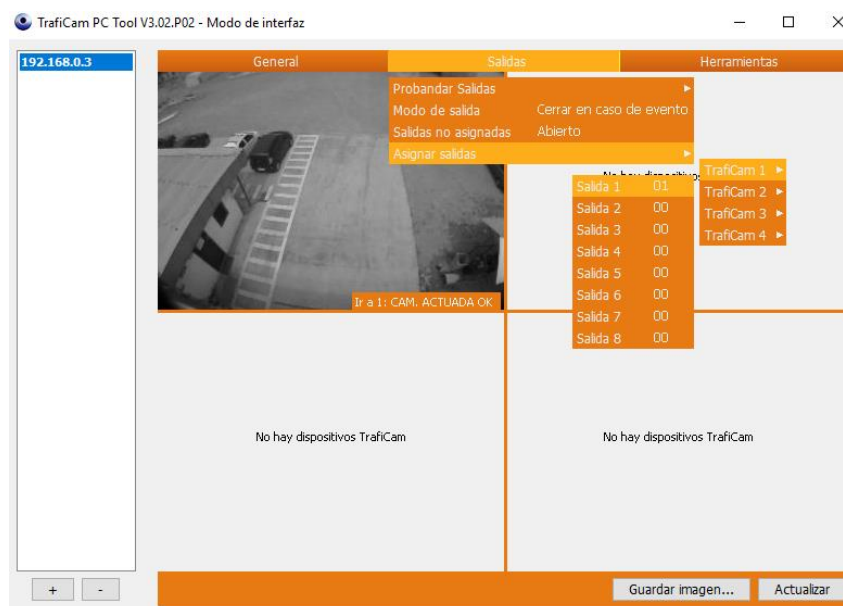
**Figura 4.20. Espira virtual con detección vehicular.**  
Fuente: Software TrafiCam PC Tool.

En la siguiente imagen (Figura 4.21), se puede visualizar que la cámara no detecta a un vehículo cuando entra a la zona de la espira en sentido contrario, la espira se mantiene en modo normal (verde) sin detección.



**Figura 4.21. Cámara no detecta en sentido contrario.**  
**Fuente: Software TráficoCam PC Tool.**

Para terminar con la programación, regresar al Modo interfaz para direccionar las salidas de la cámara a las salidas de la interfaz 4TI, esto se realiza de la siguiente manera: dar click en la pestaña **Modo interfaz**, en esta ventana dar click en Salidas/asignar salidas/TrafiCam 1/Salida 1 y escribir 01, esta configuración quiere decir que la salida 1 de la cámara se direccionará a la salida 1 de la interfaz, (Figura 4.22).



**Figura 4.22. Asignación de salidas a la tarjeta interfaz 4TI.**  
**Fuente: Software TráficoCam PC Tool.**

## 4.2 IMPLEMENTACIÓN

Antes de la instalación se realizaron pruebas preliminares de detección de la cámara y funcionamiento del controlador de tráfico, para familiarizar con estos equipos.



**Figura 4.23. Pruebas preliminares de la cámara y controlador.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

Después de las pruebas preliminares y la programación en los software utilizados, se procedió con la implementación de todo el sistema.

En las siguientes imágenes se evidencia el procedimiento de instalación, del poste de la cámara (Figura 4.24), la ubicación y conexión del controlador de tráfico (Figura 4.25).



**Figura 4.24. Instalación de poste y cámara TrafiCam.**  
Fuente: Elaborado por el autor.





**Figura 4.25. Ubicación y conexión del controlador de tráfico.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

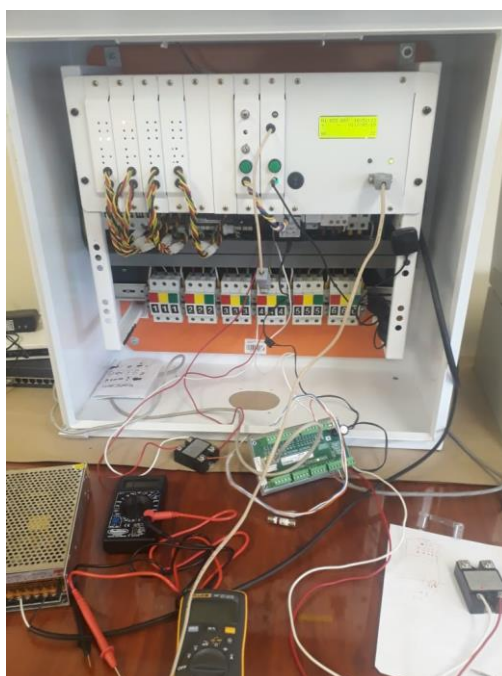
En la siguiente (Figura 4.26), se muestra la conexión del cable hacia el conector de la cámara Trafficam, como indica el manual de instalación.



**Figura 4.26. Conexión del cable de seguridad al conector de la cámara.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

Antes de integrar la tarjeta interfaz 4TI al controlador se realizó una prueba de funcionamiento del sistema actuado como se muestra en la siguiente imagen, dando como resultado una detección exitosa y cambio de fase (colores en los semáforos) del controlador de tráfico.

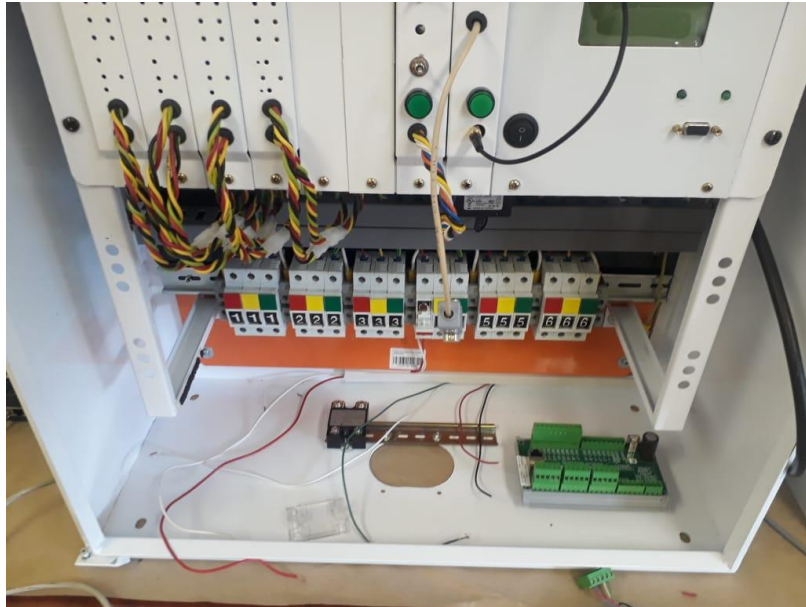
Pero apareció un problema, que cuando el controlador se ponía en destellos ámbar o amarillo, la detección vehicular de la cámara hacía que cambie bruscamente a dar fase (color verde) a la vía secundaria. Este error se logró corregir poniendo un relé de estado sólido que controle la salida de la tarjeta interfaz hacia la entrada digital del controlador, este relé se activará y dará paso a la salida solamente cuando la vía secundaria este en rojo, caso contrario si la vía secundaria está en verde o en amarillo el relé no estará activo y no dará paso a la salida de la tarjeta interfaz (Figura 4.27).



**Figura 4.27. Prueba de la interfaz y relé integrada al controlador de tráfico.  
Fuente: Elaborado por el autor.**

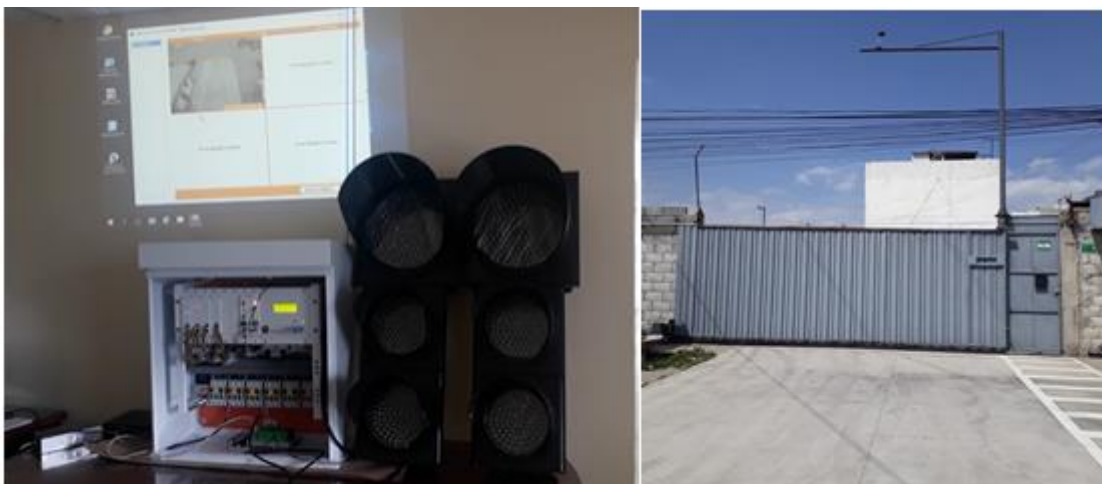
Conexiones finales integrando la tarjeta interfaz y el relé al controlador de tráfico, montadas en una base de riel din y utilizando canaletas para ocultar los cables de conexión (Figura 4.28).





**Figura 4.28. Conexión e integración de la tarjeta interfaz 4TI al controlador.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

Final de la instalación de todos los equipos para cumplir con el objetivo del tema propuesto (Figura 4.29).



**Figura 4.29. Equipos instalados como demo para un sistema de semaforización actuado.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

### 4.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Se realizaron las pruebas finales de funcionamiento y la validación de los resultados alcanzados, quedando a conformidad de mi tutor técnico y de los revisores delegados de la Universidad Tecnológica Israel y la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda. Las pruebas se

realizaron haciendo referencia que la vía secundaria era la entrada/salida de la empresa Seblan, donde se instaló la cámara y se programó la espira para la detección.

En la siguiente imagen (Figura 4.30), la cámara no detecta ningún vehículo en la vía secundaria, semáforo verde (vía principal), semáforo rojo (vía secundaria).



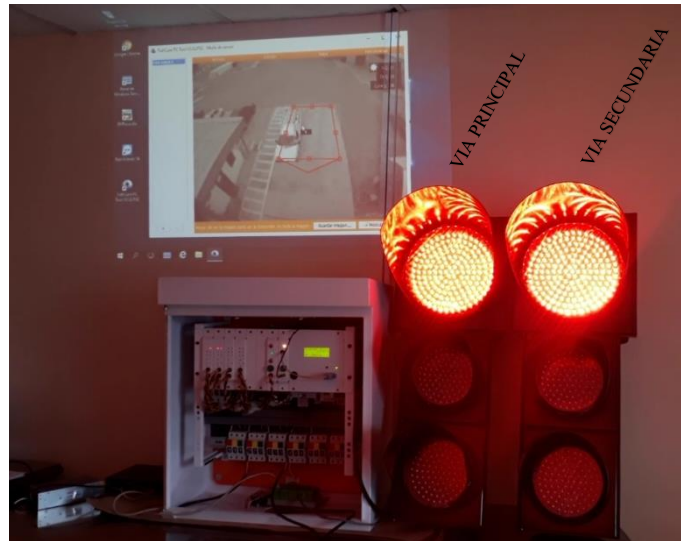
**Figura 4.30. Modo normal del sistema actuado sin detección.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

En la siguiente imagen (Figura 4.31), la cámara detecta un vehículo en la vía secundaria, semáforo en amarillo 3 segundos programables (vía principal), semáforo rojo (vía secundaria).



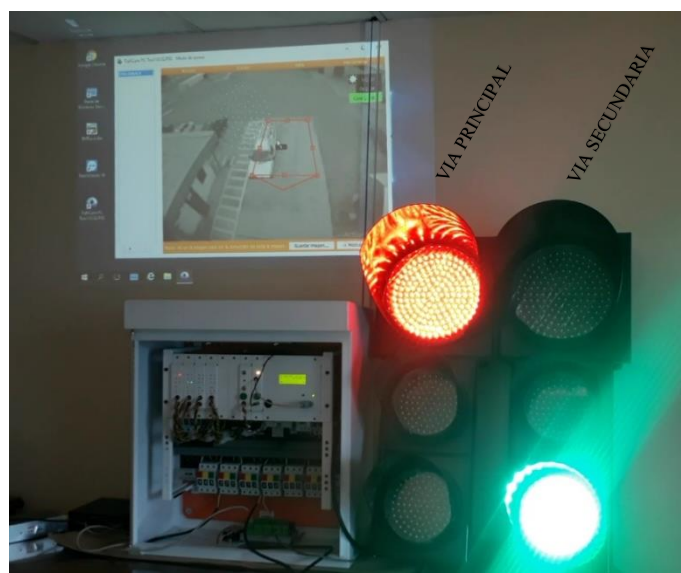
**Figura 4.31. Detección de vehículo, inicio de cambio de fase.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

En la siguiente imagen (Figura 4.32), la cámara sigue detectando al vehículo en la vía secundaria, semáforo en rojo 1 segundo programable (vía principal), semáforo rojo (vía secundaria).



**Figura 4.32. Detección de vehículo, continuación de cambio de fase.**  
**Fuente: Elaborado por el autor.**

En la siguiente imagen (Figura 4.33), se visualiza en cambio de fase (colores), semáforo en rojo (vía principal), semáforo en verde (vía secundaria), así se mantendrá el tiempo que este programado para esta fase de salida de la vía secundaria, generalmente de 10 – 40 segundos.



**Figura 4.33. Detección de vehículo cambio de fase.**  
**Fuente: Elaborado por el autor.**

Después del tiempo transcurrido, permitiendo el cruce del o de los vehículos detectados, retornara a la fase principal, semáforo en verde (vía principal), semáforo en rojo (vía secundaria) ver (Figura 4.34), **esta fase se mantendrá mínimo el tiempo de fase programada a la vía principal y en caso de no detectar la cámara a ningún vehículo continuará activa esta fase (semáforo en verde en la vía principal), hasta que la cámara detecte un vehículo y active nuevamente la demanda.**



**Figura 4.34. Retorno a la fase principal, después de la fase de detección.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

## 4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.4.1 Por su funcionalidad.

Con el análisis realizado se puede constatar las ventajas y desventajas (Tabla 4.1), que existe en implementar sistemas de semaforización actuados, o modificar intersecciones semaforizadas que funcionan a tiempos fijos, siempre y cuando sea la implementación para accesos a vías principales.

Tabla 4.1. Cuadro comparativo de sistemas de semaforización actuado y normal.

<b>SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN</b>	
<b><u>Actuado</u></b>	<b><u>Normal</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos variables</li> <li>• Cambio de fase por actuación.</li> <li>• Mejor fluidez vehicular en la vía principal <math>\geq</math> a la fase inicial.</li> <li>• Vehículos de la calle secundaria permite acceder o cruzar la vía principal con mayor seguridad.</li> <li>• Tecnología con cámara CVD vehicular.</li> <li>• Facilidad de reubicar las espiras de detección.</li> <li>• Elimina tiempos de rojos innecesarios en el flujo vehicular.</li> <li>• Funciona para acceso a vías principales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos fijos</li> <li>• Cambio de fase continuo.</li> <li>• Flujo vehicular fijo por cambios de fase continuo.</li> <li>• Vehículos de la calle secundaria permite acceder o cruzar la vía principal con mayor seguridad.</li> <li>• Tecnología tradicional.</li> <li>• No cuenta con espiras de detección vehicular.</li> <li>• Necesita esperar tiempos de rojos que interrumpe el flujo vehicular.</li> <li>• Funciona para todos los sistemas de semaforización.</li> </ul>

**Fuente: Elaborado por el autor.**

#### **4.4.2 Por lo económico.**

Como el proyecto está dirigido para realizar proyectos de movilidad para la empresa auspiciadora, se logró minimizar costos en implementación de este tipo de sistemas, específicamente en el costo del controlador de tráfico que se optó por utilizar y brindo los parámetros necesarios para integrar la cámara de video detección vehicular. En el siguiente cuadro se puede visualizar la diferencia económica al utilizar controladores de gama media y alta.

Tabla 4.2. Cuadro comparativo económico para un sistema de semaforización actuado.

<b>SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO</b>							
<b>C.T.= Controlador de tráfico</b>				<b>C.T. GAMA MEDIA</b>		<b>C.T. GAMA ALTA</b>	
<b>ITEM</b>	<b>Material, equipo y/o servicio</b>	<b>Unidad</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio Total</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio Total</b>
	<b>SEMÁFOROS, CONTROLADOR Y ACCESORIOS</b>						
1	Semáforo vehicular 3/200.	U	2	300,00	600,00	300,00	600,00
2	Semáforo vehicular 1/300 + 2/200.	U	4	360,00	1.440,00	360,00	1.440,00
3	Cámara CVD vehicular con tarjeta interfaz.	U	1	1045,00	1.045,00	1045,00	1.045,00
4	Controlador de tráfico mediano de 8 grupos.	U	1	2650,00	2.650,00		
5	Controlador de tráfico ALUVISA de 8 grupos, centralizable (adaptativo).	U	1			10.750,00	10.750,00
	<b>POSTES BÁCULOS Y ACCESORIOS</b>						
6	Báculo troncocónico	U	2	650,00	1.300,00	650,00	1.300,00
7	Poste vehicular cónico de 6m de altura.	U	2	283,72	567,44	283,72	567,44
8	Pedestal de 2,40 m. de altura.	U	1	239,40	239,40	239,40	239,40
	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>						
9	Cable 4 x 14 AWG flexible.	m	200	1,50	300,00	1,50	300,00
10	Acometida eléctrica.	PTO	1	310,00	310,00	310,00	310,00
				SUB-TOTAL	<b>\$ 8.451,84</b>		<b>\$ 16.551,84</b>

Fuente: Área comercial Industrias Seblan Cia.Ltda.

## CONCLUSIONES

- Mediante el análisis del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012 parte 5 SEMAFORIZACIÓN, se logró identificar y justificar que existe la posibilidad de instalar sistemas de semaforización actuados, según el requisito que indica en el ítem 5.1. literal b., acceso a vías principales.
- Se pudo interpretar que la cámara de video detección vehicular, envía datos análogos a través de comunicación RS 485, estos datos son enviados por medio de las salidas digitales de la interfaz 4TI Ethernet a la entrada digital del controlador de tráfico, para activar la demanda.
- Analizando las funcionalidades del controlador de tráfico de gama media, se verificó que permite integrar la interfaz 4TI para entender los datos que envía la cámara de detección vehicular, y que el controlador active la demanda de cambio de fase al momento que la cámara detecte un vehículo en la vía secundaria.
- Para que el controlador de tráfico se limite a dar una sola fase de verde a la vía secundaria cuando la cámara haya detectado un vehículo, se programó en el software SIRT un condicionante que indica cuando finaliza la fase por medio de utilidades de sistemas actuados.
- Por medio de la tarjeta interfaz 4TI y complementando la instalación con un relé de estado sólido entre la salida de la 4TI y la entrada digital del controlador de tráfico, se consiguió que la cámara envíe datos continuos al controlador de tráfico mientras que la fase actuada este activa.
- El funcionamiento de este sistema de semaforización actuado funcionó correctamente, realizando pruebas de detección vehicular y cambio de fase tanto en el día como en la noche y garantizando que el sistema se pueda ofertar para generar proyectos de movilidad en la empresa auspiciante.

- 
- La tecnología avanza día a día sin tener en cuenta que se puede realizar mejoras o nuevas soluciones en el área de movilidad vehicular, a través de investigaciones se logró integrar equipos de semaforización de gama alta y media, para formar un sistema de semaforización actuado, útil para la sociedad.
  - A través de esta investigación se pudo evidenciar que estas cámaras se utilizan en ciudades grandes, para integrar a un sistema de semaforización centralizado (adaptativo), que su función es de contar vehículos todo el tiempo para hacer el sistema adaptativo.
  - Los equipos utilizados para esta implementación cuentan con certificación de calidad, los cuales son necesarios para poder instalar en sistemas reales con servicio a la sociedad.



## RECOMENDACIONES

- Es importante en la instalación de estos equipos contar con las recomendaciones o manuales emitidos por el fabricante para salvaguardar su vida útil y garantía de los equipos.
- Al realizar una implementación para uso de la sociedad, si el cliente permite realizar un estudio técnico para elegir el cable a utilizar en las conexiones eléctricas y de comunicación, se recomienda hacer un análisis de consumos de potencia de los semáforos y equipos, para determinar el cable idóneo para su instalación.
- Al realizar un mantenimiento preventivo o correctivo de los equipos, se debe guardar respaldos de la programación ingresada en el controlador de tráfico y en la cámara, además asesorarse bien sobre las especificaciones técnicas de los componentes electrónicos y remplazar justamente el adecuado, para evitar fallos en su funcionamiento.
- Cualquier tipo de solución mejorada y orientada al área de movilidad, es conveniente que el cliente mire el funcionamiento de la solución ofertada, para convencer lo que se pretende ofertar.
- Cuando el controlador de tráfico está dentro del tiempo de garantía, es preferible sacar las tarjetas electrónicas modulares que tienen fallos y enviar al fabricante para su revisión.

## BIBLIOGRAFÍA

- "Relé de estado sólido". (2019). *Relé de estado sólido*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9\\_de\\_estado\\_s%C3%B3lido](https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9_de_estado_s%C3%B3lido)
- ADOSA. (02 de enero de 2002). *Automatismos*. Obtenido de Semáforos LED's Misano: <https://www.adosa.es/automatismos/semaforo-leds-misano.html>
- Avante. (24 de Julio de 2017). *Semaforización*. Obtenido de Sistema de semaforización: <https://www.avante.gov.co/operaciones/semaforizacion>
- Balles2601. (23 de Mayo de 2019). *El semáforo*. Obtenido de Semáforo actual: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sem%C3%A1foro&oldid=116179775>
- Banse, K. (1996). *Sistemas de Semaforización*. Cochabamba - Bolivia.
- Cactus Traffic. (2019). *Productos semáforos LED*. Obtenido de Semáforo Led flechas 30 cm: <http://cactustraffic.com.mx/wp/producto/flechas/>
- EL Semáforo. (24 de Noviembre de 2013). *El Semáforo*. Obtenido de Tipos de semáforos: <http://seeemaforo.blogspot.com/2013/11/tipos-de-semaforos.html>
- Electrónica facil. (2004). *Valores normalizados cables A.W.G*. Obtenido de American Wire Gauge Standard: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/Valores-normalizados-cables-AWG.php>
- FLIR Systems. (2019). *TRafiCam sensor de presencia de vehículos*. Obtenido de TrafiCam de FLIR | FLIR Systems: <https://www.flir.com/products/traficam/>
- La Semafórica. (1945). *Controlador de tráfico*. Obtenido de Controlador de tráfico LS3: <https://www.lasemaforica.com/es/64-productos/controladores-de-trafico>
- Llamas, L. (22 de Noviembre de 2016). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de CONMUTAR CARGAS CON ARDUINO Y RELÉ DE ESTADO SÓLIDO: <https://www.luisllamas.es/arduino-rele-estado-solido-ssr/>

- Luz Luz, D., & Mendigaña Figueredo, J. E. (10 de Junio de 2013). *Diseño de un sistema de semaforización electrónico*. Obtenido de Diseño de un sistema de semaforización electrónico: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/666/643/>
- RTE INEN 004 - Parte 5. (08 de Febrero de 2012). *SEÑALIZACIÓN VIAL*. Obtenido de SEMAFORIZACIÓN: <https://181.112.149.204/buzon/reglamentos/RTE-004-5.pdf>
- Sector Electricidad. (29 de Abril de 2015). *LA comunidad de Profesionales en Ingeniería Eléctrica*. Obtenido de Cálculos de caídas de tensión: <http://www.sectorelectricidad.com/12368/calculos-de-caidas-de-tension-valores-oficiales-de-conductividad-para-cu-y-al/>
- Sinowatcher Technology. (2014). *Productos: 200mm semáforos*. Obtenido de 200mm semáforo de peatón: <http://www.trafficsolution.cn/es/products/200mm-traffic-signals/200mm-pedestrian-traffic-lights>
- Syafiqshahalam. (25 de Mayo de 2009). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED\\_Traffic\\_Light.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED_Traffic_Light.jpg). Obtenido de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED\\_Traffic\\_Light.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED_Traffic_Light.jpg): [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED\\_Traffic\\_Light.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED_Traffic_Light.jpg)
- TACUAR S.R.L. (2014). *Semáforos Vehiculares*. Obtenido de Tipos de Semáforos: <http://www.tacuar.com.ar/02-productos-semaforos-vehiculares.html>
- Traficon International N.V. . (2011). *Guia de usuario TrafiCam - 4TI*. Bélgica.
- Trafictec. (2019). *Productos*. Obtenido de Controlador de semáforos modelo GTC8: [http://www.trafictec.com/controlador\\_GTC8.php](http://www.trafictec.com/controlador_GTC8.php)
- Transporte Perú. (14 de Septiembre de 2011). *¿Qué es un regulador de tráfico?* Obtenido de *¿Qué es un regulador de tráfico?* Transporte Perú: <https://transporteperu.wordpress.com/2011/09/14/%c2%bfque-es-un-regulador-de-traffic/>

---

WILLIAN, C. O. (18 de Mayo de 2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA*. Obtenido de SISTEMAS DE SEMAFORIZACIÓN:  
<https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1210/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-15.pdf>

# ANEXO 1

RTE INEN 004 Parte 5 (páginas 8 - 9)



Quito - Ecuador

---

**REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004:2012**  
**Parte 5**

---

**SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 5. SEMAFORIZACIÓN**

**Primera edición**

TECHNICAL REGULATION ON ROAD SIGNS. PART 5. TRAFFIC LIGHTS.

First edition

---

**DESCRIPTORES:** Tránsito, transporte terrestre, control dispositivos, señales, señalización vial, vías, carreteras, calles, semáforos.  
CO: 08.02-005  
C DU: 656.05  
C IU: 5000  
ICS: 93.080.30



4.1.1 Para una operación óptima y segura del tránsito, las características de localización, diseño, indicaciones y significado legal, serán similares en la intersección (s) o sistema de semaforización.

4.2 Los sistemas semafóricos son importantes para la regulación del tránsito de vehículos y peatones; y, debido a que asignan el derecho de paso a los diversos movimientos de tránsito, estos deben cumplir entre otras los siguientes aspectos:

- a) Proveer un movimiento ordenado y seguro del tránsito.
- b) Optimizar los flujos vehiculares en una intersección, cuando se usan las medidas de control y diseño apropiadas.
- c) Reducir la frecuencia de ciertos tipos de accidentes, especialmente aquellos de ángulo recto.
- d) Proveer un movimiento continuo o progresivo del tránsito a una velocidad definida a lo largo de una ruta dada bajo condiciones favorables cuando se operan como un sistema interconectado.
- e) Interrumpir volúmenes vehiculares de tránsito a intervalos pertinentes, para permitir que otro tránsito vehicular o peatonal, pueda cruzar una vía pública.
- f) Proporcionar seguridad vehicular y peatonal.

4.2.1 Si se implementa un sistema semafórico sin que se cumplan los requisitos mínimos o si son mal diseñados, colocados de manera inapropiada, operado inadecuadamente o, tienen un pobre mantenimiento, puede dar como resultado lo siguiente:

- a) Causar demoras excesivas
- b) Inducir a la desobediencia de las luces
- c) Inducir al uso de vías alternas, para evitar las vías con semáforos.
- d) Incrementa accidentes de ciertos tipos de accidentes, especialmente los choques por alcance.
- e) Costos innecesarios.
- f) Bajar el nivel de servicio de la intersección.

## 5. REQUISITOS

5.1 Requisitos básicos para instalar semáforos. Lo siguiente es una guía general para la toma de decisión para la instalación de semáforos en las intersecciones.

No se debe instalar semáforos a menos que se cumpla uno o más de los requisitos detallados en este Reglamento; la información se debe obtener mediante estudios de Ingeniería de tránsito; si estos requisitos no se cumplen, no se debe poner en operación un semáforo, ni debe continuar en operación uno que ya haya sido instalado previamente.

Los factores que influyen para proveer a una intersección de semáforos son:

- a.- Volúmenes de tránsito,
- b.- Acceso a vías principales,
- c.- Volúmenes peatonales,
- d.- Cruces peatonales escolares,
- e.- Conservación de progresión,
- f.- Frecuencia de accidentes,
- g.- Sistemas y,



#### h.- Combinación de requisitos.

En este Reglamento, se utiliza las palabras "mayor" y "menor" para indicar las vías que llevan el volumen de tránsito grande y pequeño respectivamente.

a) **Volúmenes de tránsito.** Este requisito se aplica cuando los volúmenes de tránsito son la razón principal para considerar la instalación de semáforos. Ver tabla 5.1.

El requisito se satisface si durante 4 horas para controladores actuados por los vehículos y, 8 horas para controladores de tiempo fijo de un día laborable, se obtienen los siguientes volúmenes de tránsito:

**TABLA 5.1 Volúmenes vehiculares mínimos**

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	800	200
1	2 o más	500	200

Los volúmenes de la vía mayor y menor son para las mismas 4 u 8 horas del estudio. Durante esas 4 u 8 horas, la dirección del volumen más grande en la vía menor puede ser en un acceso por varias horas y en el acceso opuesto durante otras horas.

Cuando la velocidad de circulación segura de la vía mayor exceda de 55 km/h, o cuando la intersección objeto del estudio este dentro del límite urbano de una población aislada con una cantidad menor de 10.000 de habitantes, el requisito de volumen vehicular mínimo es el 75% de los requisitos detallados anteriormente.

b) **Acceso a vías principales.** Este requisito se aplica cuando el volumen de tránsito en la vía mayor es tal, que el tránsito de la vía menor sufre demoras innecesarias o riesgos al entrar o cruzar la vía mayor. El requisito se cumple cuando durante 4 u 8 horas de un día laborable, los volúmenes de tránsito exceden a los indicados en la siguiente tabla y la instalación de semáforos no interrumpe seriamente al tránsito; y, si no existen otras intersecciones semaforizadas cercanas las cuales pueden ser utilizadas por el tránsito de la vía menor. Ver tabla 5.2.

**TABLA 5.2 Volúmenes vehiculares mínimos**

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100



# ANEXO 2

Especificaciones técnicas cámara  
Traficam.

## FLIR serie TrafiCam

### Sensor de detección de presencia de vehículos



La serie TrafiCam de sensores de presencia de vehículos combina una cámara CMOS y un detector de vídeo. Esta serie incluye dos productos:

- TrafiCam: sensor de presencia de vehículos
- TrafiCam x-stream: sensor de presencia de vehículos y recopilador de datos con transmisión de vídeo (MJPEG, MPEG-4 o H.264)

Los dos sensores, TrafiCam y TrafiCam x-stream, se utilizan para la detección y la supervisión del movimiento y los vehículos parados en las intersecciones señalizadas. Por medio de las salidas de detección o por el protocolo IP, la información de presencia de vehículos se transmite al controlador de tráfico para que la temporización de la señal se pueda ajustar dinámicamente. De este modo, el tiempo de espera del vehículo en los semáforos se reduce y los flujos de tráfico se optimizan. Los sensores inteligentes TrafiCam son una alternativa rentable y fiable a los bucles de inducción.

#### VERIFICACIÓN VISUAL DIRECTA DE ZONAS DE PRESENCIA

La serie TrafiCam le permite posicionar y verificar con exactitud las zonas de detección de presencia de vehículos. Dado que dichas zonas se visualizan en una imagen de vídeo, puede volver a colocarlas fácilmente en caso de cambios en el estado del tráfico.



Las zonas de presencia se pueden configurar y modificar en una imagen de vídeo.



TrafiCam x-stream es un sensor elevado respecto al suelo que proporciona un amplio rango de datos de tráfico de hasta 4 carriles.

#### ZONAS DE DETECCIÓN DE VEHÍCULOS DE PRECISIÓN MÚLTIPLE Y DIRECCIONAL

TrafiCam y TrafiCam x-stream detectan vehículos de día y de noche. Esto

permite detectar la presencia de vehículos en diferentes carriles. La Serie TrafiCam dispone de zonas de detección que indican la presencia de vehículos que circulan en una determinada dirección.

#### FÁCIL INSTALACIÓN Y RÁPIDA CONFIGURACIÓN

TrafiCam es fácil de instalar. Se puede instalar sencillamente en una infraestructura existente.

#### FUNCIONES CLAVE:

- Detección de presencia de vehículos en las intersecciones
- Recopilación de datos, detección de retenciones y supervisión del flujo de tráfico (solo TrafiCam x-stream)

#### VENTAJAS CLAVE:

- SENSOR TODO EN UNO (CÁMARA + DETECCIÓN POR VÍDEO)
- NO INTRUSIVO, INSTALACIÓN ELEVADA RESPECTO AL SUELO
- COMPROBACIÓN Y MONITORIZACIÓN EN TIEMPO REAL
- VISIÓN DEL TRÁFICO EN TIEMPO REAL

## Especificaciones de la imagen

Visión general del sistema	TraficCam		TraficCam x-stream	
Funciones de detección	Presencia de vehículos		Presencia de vehículos + datos	
N.º de zonas de detección	8		24 zonas de presencia 4 zonas de datos	
N.º salidas de detección	4 vía interfaz 1TI 8 vía interfaz 4TI ETH 8 vía 4TI ETH EDGE y 4/Os xp (**)		3 para las versiones ETH, directamente o por interfaz ETH opcional (PN 10-6075) 16 para las versiones BPL, vía TI x-stream BPL	
<b>CÁMARA</b>				
Resolución	640 x 480 píxeles (VGA)		640 x 480 píxeles (VGA)	
Frecuencia de producción de imágenes	20 fps		25 fps	
Tipos de lente Distancia focal Distancia de detección	Gran angular 2,1 mm 0-25 m	Angulo estrecho 6,0 mm 15-75 m	Gran angular 2,1 mm 0-25 m	Angulo estrecho 6,0 mm 15-75 m
Altura de montaje	3,5-12m		3,5-12m	
Tipo CMOS	1/4" blanco y negro		1/4" color	
Compresión	JPEG		MJPEG, MPEG-4, H.264 (transmisión dual)	
<b>Carcasa</b>				
Material	Aluminio		Aluminio	
Dimensiones	45 cm x 16 cm x 12 cm montada verticalmente y 41 cm x 18 cm x 12 cm montada horizontalmente		45 cm x 16 cm x 12 cm montada verticalmente y 41 cm x 18 cm x 12 cm montada horizontalmente	

Parasol	Opcional	Opcional
<b>Alimentación, salidas, comunicación</b>		
Tensión de funcionamiento	12-26 V CA/CC	12-32 V CA, 12-42 V CC
Dirección IP	No	Si
Comunicación entre el PC y el sensor	Por interfaz	Por interfaz o directamente (ETH)
Interfaces	1TI, 4TI ETH, 4TI ETH EDGE (*)	TI x-stream para sensores BPL, interfaz ETH opcional para sensores ETH
Salidas (Pmax=300 mW, Imax=50 mA, Umax=48 V CC)	4 para 1TI 8 para 4TI ETH 4 para 4TI ETH EDGE (**)	16 para BPL (PN 10-6085) 3 para ETH (PN 10-6075)
PC Tool para la configuración	Ordenador de TraficCam	Traficon Configuration Tool (TCT)
<b>Normativa medioambiental</b>		
EMC	Compatibilidad electromagnética 2004/108/EG	Compatibilidad electromagnética 2004/108/EG
FCC	FCC Part 15, Class A	FCC Part 15, Class A
Rango de temperatura	De -34°C a +80°C	De -34°C a +80°C
Materiales	Impermeable (resistente a los rayos UV)	Impermeable (resistente a los rayos UV)
Grado de protección	IP67	Carcasa = IP68, conectores = IP67

(\*) Solo en EE. UU.

(\*\*) Cuatro salidas adicionales por medio de una placa de expansión 4/Os xp

## Números de piezas

TraficCam	Tipo de lente	Distancia focal	Distancia de detección
10-6080A	Gran angular	2,1 mm	0-25 m
10-6081A	Angulo estrecho	6,0 mm	15-75 m
TraficCam x-stream	Tipo de lente	Distancia focal	Distancia de detección
10-7000	BPL gran angular	2,1 mm	0-25 m
10-7008	ETH gran angular	6,0 mm	0-25 m
10-7001	BPL angulo estrecho	2,1 mm	15-75 m
10-7009	ETH angulo estrecho	6,0 mm	15-75 m

Interfaz	
10-6078	1TI
10-6077	4TI ETH
10-6083	4TI ETH EDGE (*) (**)
10-6085	TI x-stream BPL
10-6075	Interfaz ETH
10-4870	4/Os xp

**FLIR Intelligent Transportation Systems**  
Marke, Bélgica  
Tel.: +32 (0) 58 97 22 00

**FLIR Systems, Inc**  
Santa Bárbara, EE. UU.  
Tel.: +1 805.890.5097

**FLIR Systems, Inc.**  
Singapur  
Tel.: + 65 8727 5581

**FLIR Systems Australia Pty Ltd**  
Tel.: +61 1300 729 987  
(Nueva Zelanda: 0800 785 492)

**PORTLAND**  
Sede corporativa  
FLIR Systems, Inc  
27700 SW Parkway Ave.  
Wilsonville, OR 97070  
EE. UU.  
Tel.: +1 866.477.3687

**EUROPA**  
FLIR Commercial Systems  
Luxemburgstraat 2  
2321 Meer - Bélgica  
Tel.: +32 0 3685 5100  
Fax: +32 0 3303 5624  
Correo electrónico:  
flir@flir.com

[www.flir.com](http://www.flir.com)  
NASDAQ: FLIR

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.  
© Copyright 2014, FLIR Systems, Inc. Todas las demás marcas y nombres de productos son marcas registradas de sus respectivos propietarios.  
Las imágenes mostradas podrían no representar la resolución real de la cámara mostrada. Las imágenes son únicamente ilustrativas. [Creado en 10/14]

# ANEXO 3

Especificaciones técnicas del  
controlador de tráfico.

## CONTROLADOR O REGULADOR DE TRÁFICO DE 8 GRUPOS (DE 24 SALIDAS DE CONTROL)



<b>1</b>	<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>
	<b>ALIMENTACIÓN DE TENSIÓN</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación Externa nominal: 110Vac /60Hz, para acometida</li> <li>• Alimentación de componentes electrónicos:</li> <li>• Entrada: 85-240 VAC, Frecuencias Automáticas de 50/ 60Hz +/- 4%</li> <li>• Salida: Regulada estable, 12 VDC ante cambio de voltaje.</li> <li>• Protecciones para picos de corriente.</li> <li>• Protección diferencial.</li> </ul>
<b>2</b>	<b>MODULO DE INCOMPATIBILIDAD MIU</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispondrá de una Tarjeta electrónica que cumpla con el monitoreo de incompatibilidad de verdes.</li> <li>• Esta tarjeta dispondrá, como modulo independiente, una configuración por hardware de las incompatibilidades.</li> <li>• Disparará, una señal para colocar a la intersección en intermitencia (falsheo), o apagado.</li> </ul>
<b>3</b>	<b>MODULO DE CONTROL INTERNO Y SALIDAS MCS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe contar con un módulo de control de salidas, control interno del bastidor</li> <li>• Permitirá monitorear y controlar la temperatura interna, mediante un sensor.</li> <li>• Switch para el control de MANUAL, DESTELLOS, Y AUTOMATICO.</li> <li>• Pulsante para cambio de fases en modo MANUAL.</li> <li>• Realizará la interface de control entre CPU y salidas.</li> <li>• Switch para resetear el modo de lámpara quemada.</li> <li>• Tarjeta Modular, de inserción a RACK.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>CARACTERISTICAS ELECTRONICAS DEL MODULO CPU :</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mainboard, o tarjeta madre.</li> <li>• Fuente de poder de acuerdo a las características eléctricas interna.</li> <li>• Memoria ( EEPROM ), de última generación</li> <li>• Reloj calendario en tiempo real, interno en chip libre de mantenimiento</li> <li>• LCD 4 líneas , 20 caracteres de visualización de los diferentes eventos de Regulador Obligatorio</li> <li>• Bitácora de errores, básicos.</li> <li>• Control y monitoreo de elementos externos, como barreras, audio, intermitencia, pulsantes.</li> <li>• Conexión para programación in situ, RS232/ RS485/ USB</li> <li>• Control de ventilador interno.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LEDs indicadores de carga de datos</li> <li>• Interruptor ON/OFF independiente.</li> <li>• Case modular</li> </ul> <p><b>SALIDAS DE GRUPOS :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarjetas de control semafóricas de dos grupos, micro procesadas, con un total de seis salidas, por tarjeta.</li> <li>• Micro controlador, por cada grupo de salida</li> <li>• Visualización del estado de las salidas de lámpara por LED de cada señal con colores respectivos Rojo, Ámbar, Verde, e indicadores LED de avería.</li> <li>• Temperatura Industrial de operación de -40 a +85°C,</li> </ul> <p><b>GRUPOS DE ENTRADA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entradas digitales, para eventos externos: pulsantes, señales de barreras etc.</li> </ul>
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELECTRONICAS DEL MODULO PROGRAMADOR :</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualización LCD.</li> <li>• Puerto RS232, RS485, USB, con capacidad para comunicación TCP/IP, y Radio Frecuencia.</li> <li>• Temperatura Industrial de operación de -40 a +85°C</li> <li>• Software de programación y configuración de cada equipo.</li> <li>• Software con funciones de alto nivel, para estructuración, planificación y cambios en el sincronismo.</li> <li>• Totalmente interactiva, mediante PC</li> <li>• Código interno del regulador, para seguridad</li> <li>• Cuenta con capacidad para integrar una dirección IP para cada equipo.</li> <li>• Recuperación del programa, estructura y fases desde el regulador a un PC portátil.</li> </ul>
<b>6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELECTRONICAS DEL MODULO DE POTENCIA :</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La salida de los grupos deben controlar cargas LED, e incandescentes. Obligatorio, capacidad 15AMP.</li> <li>• Sensor de detección de fallas en las cargas(para modo intermitente por falla)</li> <li>• Temperatura de operación de -40 a +85 grados centígrados</li> <li>• Tarjetas provistas por, TRIAC.</li> <li>• Tarjetas Modulares.</li> </ul>
<b>7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD DEL REGULADOR TRAFICO</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 12 Salidas expandibles a 48 salidas, en un solo Regulador</li> <li>• Manejar 32 planes</li> <li>• Número de estructuras 1</li> <li>• Número de Sub Reguladores 4</li> </ul> <p><b>MODO DE FUNCIONAMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual</li> <li>• Tiempo fijo</li> <li>• Tiempo fijo Vehicular y peatonal</li> <li>• Actuado por peatonal</li> <li>• Actuado por video detección vehicular.</li> <li>• Actuado por Priorización</li> </ul> <p><b>ESTADOS DEL REGULADOR y COLORES SEMÁFOROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagado</li> <li>• Todo rojo- rojo</li> <li>• Intermitente ( Destellos)</li> <li>• Visualización de fases de acuerdo al horario.</li> <li>• Colores: rojo-ámbar-verde</li> <li>• Sincronismo automático a través de alargues en las fases, por corte de energía, y GPS</li> </ul> <p><b>SELECCIÓN DE PLANES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de planes en tiempo real en base a programación</li> <li>• Control Manual.</li> </ul>

	<p><b>SELECCIÓN DE FASES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automáticas y manual.</li> </ul> <p><b>INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO (ALARMAS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidad virtual por software</li> <li>• Hardware de incompatibilidades de verdes.</li> <li>• Colores o grupo averiado.</li> <li>• Debe aceptar sincronización directa de GPS a CPU.</li> <li>• EL regulador deberá tener la capacidad de centralizarse, con protocolos estándares de comunicación TCP/IP.</li> </ul>
<b>8</b>	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS</b>
	<p><b>ESTRUCTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provisión de seguridades eléctricas por medio de Porta fusibles armables</li> <li>• Las conexiones de salida serán por medio de borneras, o porta fusible.</li> <li>• Contará con breaker para protección de salidas, CPU, y herramientas.</li> <li>• Contará con breaker para acometida.</li> <li>• Sistema de control de temperatura interno, mediante la inserción de sensores y ventiladores, con control electrónicos.</li> <li>• Contará con un Contactor Eléctrico, para el paso a destellos y apagado.</li> <li>• Sistema de Iluminación interna, para mantenimientos nocturnos.</li> <li>• Sera provista de una entrada de aire, mediante luber o ventoleras, en donde se considere un filtro de smock y polvo,</li> <li>• Toma corriente eléctrico, para herramientas.</li> <li>• Estructura o case, con dimensiones comprendidas entre: 550x650x250 600x700x300, adecuadas para su localización en sitio.</li> <li>• Estructura adecuada, para pedestal de 2,40m., o anclaje a postes por medio de bandas metálicas, y accesorios propios del bastidor, o gabinete.</li> <li>• Los módulos serán ubicados en el interior de un gabinete de dimensiones y accesos adecuados</li> <li>• Los gabinetes serán de construcción robusta para soportar los malos tratos propios de la vía, dotados de las protecciones necesarias para su permanencia en la intemperie, contruidos con aluminio de 2.0mm de espesor, y acabado final de pintura electrostática color, blanco gris o beige.</li> <li>• Compartimento para documentación de la intersección.</li> <li>• Cerradura de seguridad de presión, llave tubular universal. No llaves triangulares, o llaves estándares en los bastidores de instalaciones eléctricas, en vista que el sistema se encontrara vulnerable al vandalismo</li> </ul>

## ACCESORIOS:

<b>MODULO GPS PARA SINCRONISMO AISLADO MGPS (ACCESORIO)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulo GPS, integrado para sincronización automática con el Regulador, sistema activo.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema habilitado para tomar sincronizar bajo la ausencia de un centro de gestión o red de comunicación.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consta de una antena, GPS con conector SMA</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulsante para realizar al acción en cualquier hora del día.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LEDs, indicadores de funcionamiento y ON/OFF.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Case o caja modular para RACK de 19"</li> </ul>

# ANEXO 4

Programación del controlador de tráfico para un sistema actuado.



## PROGRAMA DE CONTROL PARA UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO.

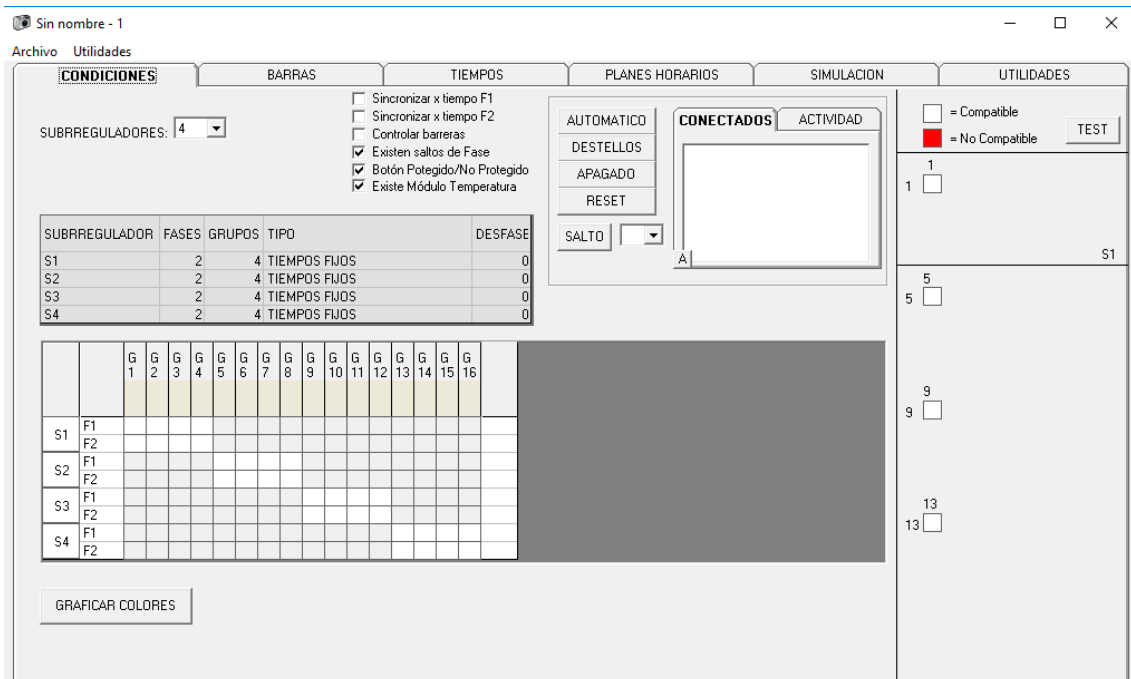
El siguiente programa esta realizado en el software SIRT, para un controlador de tráfico marca GOIA.

Al abrir el software SIRT nos abre un panel con dos opciones, CONTROLADOR Y RED, escogemos la opción CONTROLADOR.



**Figura 35**

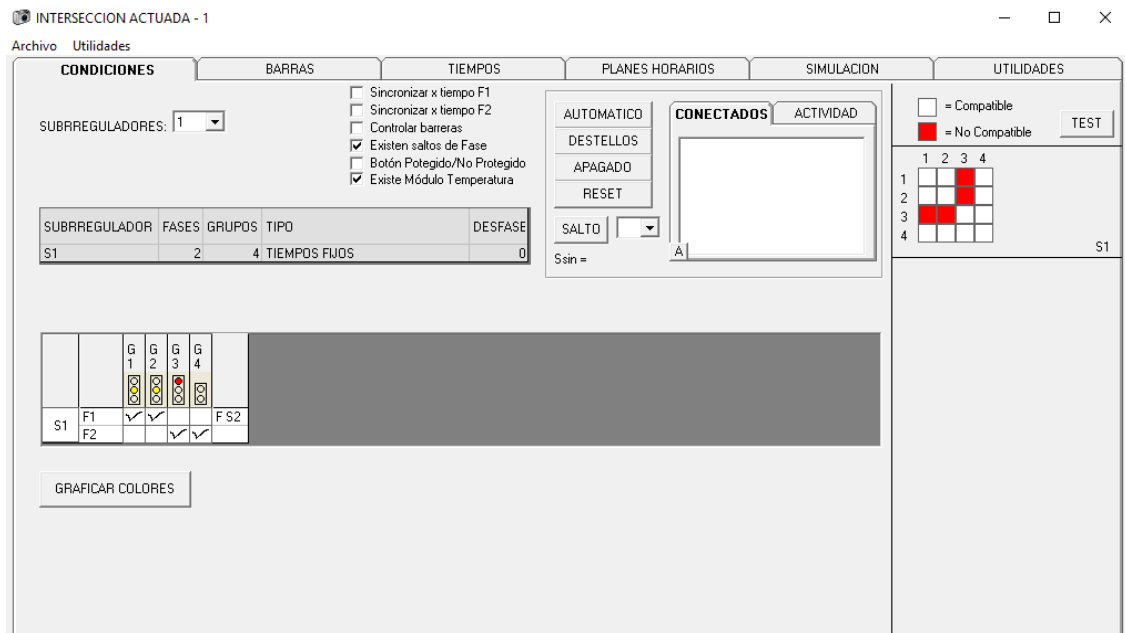
Nos aparece la siguiente ventana figura 2



**Figura 36**

Seleccionamos las siguientes opciones, para configurar las fases y grupos de salidas de potencia por los cuales el controlador envía el voltaje hacia los semáforos, importante la pestaña EXISTEN SALTOS DE FASE se activa porque va a funcionar a través de una demanda para cambiar de fase, en la parte inferior (cuadro de grupos G1, G2, G3 y G4), se

observa la palabra FS2, al seleccionar esto le decimos al controlador que cuando haya una actuación en la entrada digital 2 cambie a la fase 2 y finalice el proceso en la fase 1, para retomar nuevamente otra actuación después de pasar el ciclo de las dos fases. Para seleccionar la parte de semáforos de destello en amarillo o en rojo, damos doble click bajo G1 y seleccionamos si el semáforo destellara en amarillo, rojo o es un semáforo peatonal, el mismo proceso se realiza para los grupos existente en la intersección ver figura 3.



**Figura 37**

Teniendo ya programado la ventana de condiciones, damos click en **GRAFICAR COLORES** inmediatamente nos visualiza la siguiente ventana figura 4.3., en esta parte nos indica como saldrán los colores hacia los semáforo, podemos modificar los colores de acuerdo al estudio realizado, como por ejemplo, si en alguna fase queremos que en lugar de estar en verde el semáforo, esté destellando, lo que hacemos es dar un click en el botón **AMARILLO DESTELLO**, luego dar click en la barra de color verde del grupo de semáforo que se desee cambiar, en la figura 4, se puede visualizar un pequeño cambio que se realizó al grupo 4, programado como semáforo peatonal que en los 3 segundos de amarillo siga el semáforo en verde, esto se hace porque un semáforo peatonal no tiene color amarillo solo verde y rojo.

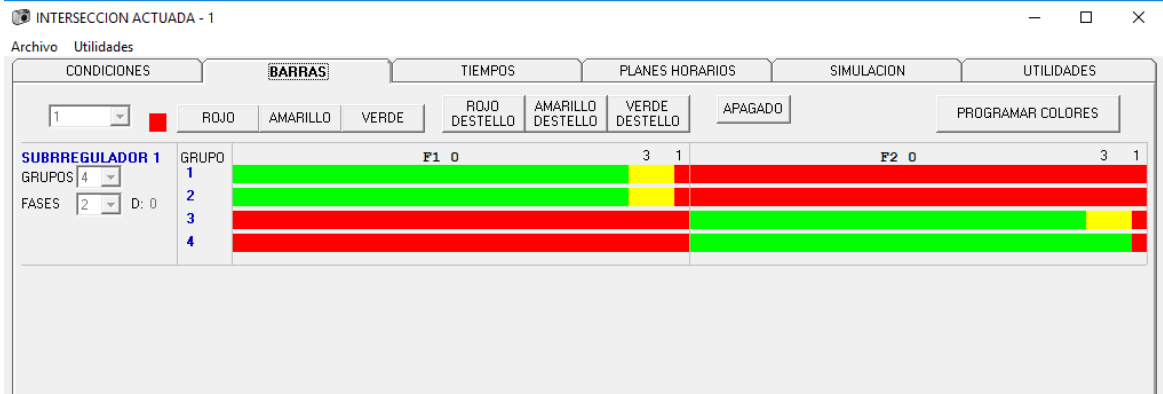


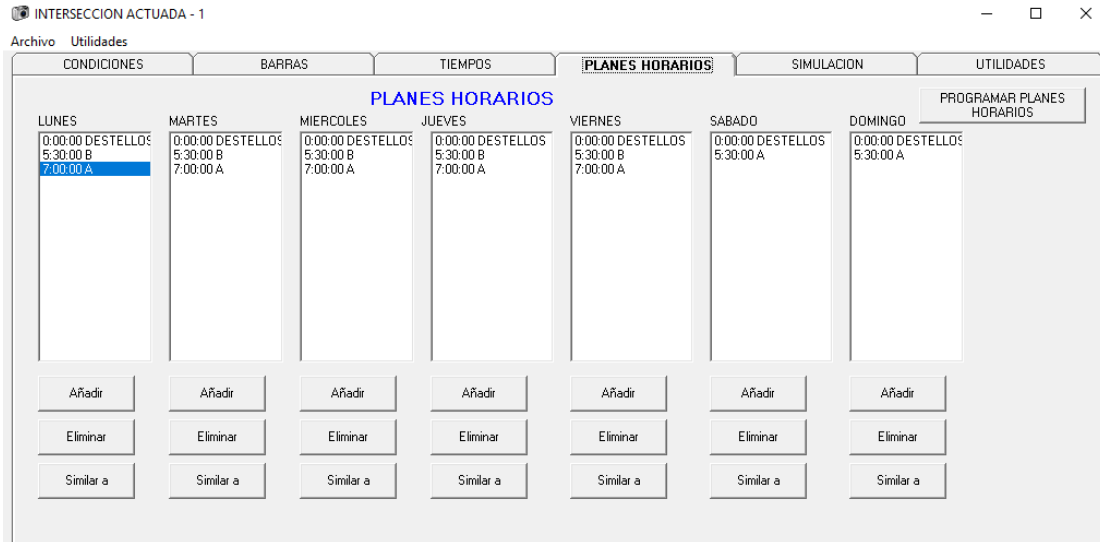
Figura 38

Dando click en la ventana de TIEMPOS, nos permite configurar los tiempos de cada fase para cada grupo de semáforos, dando como resultado el ciclo total que tendrá el sistema que se está programando, nos da la opción de escoger varios planes (tiempos y ciclo total), de acuerdo al flujo vehicular de cada horario, por ejemplo, para horas pico (A) un ciclo, para horas normales (B) otro ciclo, como se muestra en la figura 5, por último la pestaña activa INCLUIR TRANSITORIOS, se activó para que tome en cuenta en la sumatoria total del ciclo los 3 segundos de amarillo y el 1 segundos de verde.



Figura 39

En la siguiente ventana de PLANES HORARIOS se puede configurar e ir incluyendo los tiempos programados en la anterior ventana de acuerdo a los horarios en los que exista más vehículos y horarios que haya un flujo normal de vehículos. La siguiente figura 6, muestra la configuración realizada como ejemplo para este proyecto.

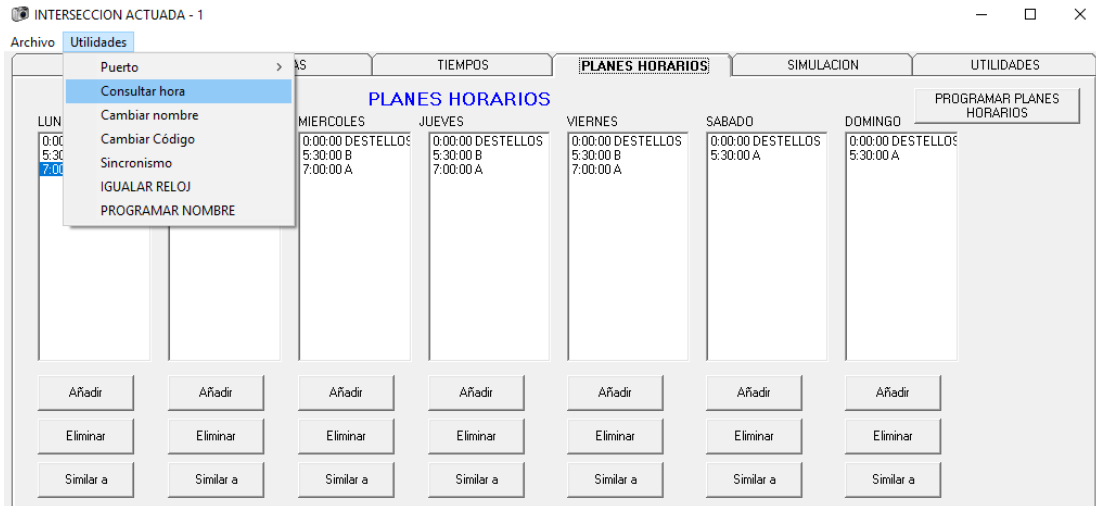


**Figura 40**

Las ventanas de SIMULACIÓN y UTILIDADES no son necesarias para la programación del controlador de tráfico GOIA, son ventanas de uso del fabricante.

- **Transferir el programa al controlador de tráfico.**

Para transferir el programa creado de la intersección actuada se realiza mediante un cable convertidor de comunicación (USB a RS 232), se conecta en el PC el conector USB y el conector RS 232 al controlador de tráfico. Se determina que la comunicación entre el computador y el controlador este en óptimas condiciones de la siguiente manera; damos click en la pestaña UTILIDADES y seguidamente en CONSULTAR HORA figura 7, si la comunicación esta perfecta nos deberá aparecer una pequeña ventana indicando la fecha y hora actual del controlador de tráfico, caso contrario debemos verificar lo siguiente; en nuestro computador ingresamos a equipo/propiedades/administrador de dispositivos, aquí verificamos en que puerto de comunicación está conectado el cable (COM 1, COM 2..... etc.), y después de realizar esta verificación vamos nuevamente al software en utilidades/puerto, activamos el puerto verificado en el PC y de esta manera debería haber comunicación entre el PC y el controlador de tráfico.



**Figura 41**

El procedimiento para transferir el programa al controlador es el siguiente:

- ✓ Primero guardamos el programa dando click en ARCHIVO/GUARDAR COMO, ponemos el nombre del programa y guardar.
- ✓ En la ventana de planes horarios, damos click en PROGRAMAR PLANES HORARIOS.
- ✓ Terminado la transferencia anterior nos dirigimos a la ventana de tiempos, damos click en PROGRAMAR TIEMPOS.
- ✓ Seguidamente nos dirigimos a la ventana de barras, damos click en PROGRAMAR COLORES.
- ✓ Por último en la pestaña UTILIDADES damos click en PROGRAMAR NOMBRE.
- ✓ Finalmente, el controlador de tráfico se reiniciará al finalizar la transferencia del programa, y estará listo para realizar la función programada.

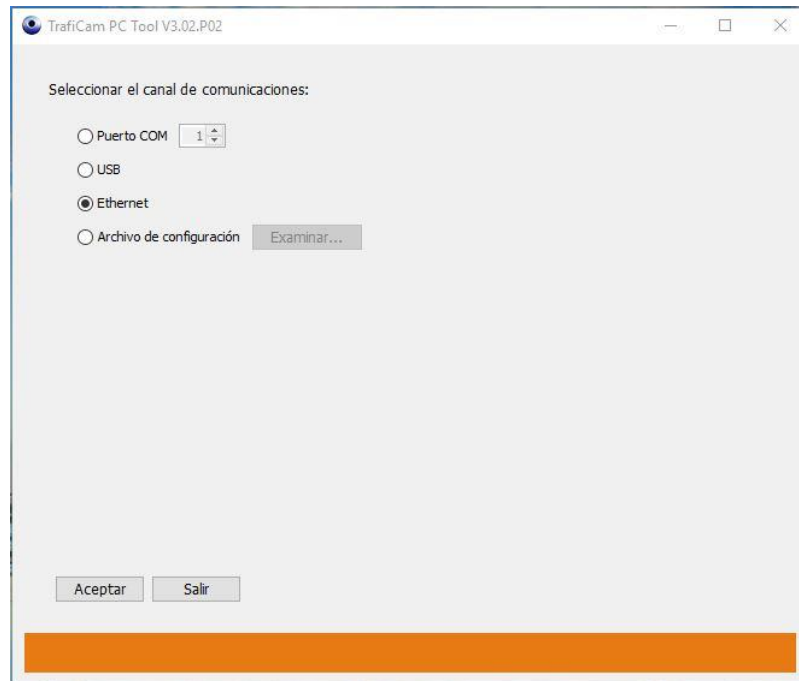
# ANEXO 5

Configuración de la cámara TrafiCam  
para un sistema actuado.

## CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA TRAFICAM

Esta configuración se realiza en el software TrafiCam PC Tool, para que la cámara detecte la presencia de un vehículo, y envíe la señal hacia el controlador de tráfico para que haga el cambio de fase, sistema de semaforización actuado por la cámara.

Al abrir TrafiCam PC Tool, aparecerá una ventana que permite elegir el tipo de conexión, elegimos Ethernet y click en aceptar, figura 1.



**Figura 1. Ventana inicial de TrafiCam PC Tool.**

En la siguiente ventana visualizaremos la dirección IP de la tarjeta interfaz conectada al PC figura 2., damos doble click en la dirección IP para ingresar al **Modo Interfaz** del software, donde nos aparecerá el número de cámaras conectadas a esta tarjeta interfaz máximo 4 cámaras figura 3, cuando no aparece ninguna cámara en esta ventana debemos mandar a buscar al software de la siguiente manera: click en la pestaña General/Búsqueda de TrafiCams y confirmamos la búsqueda, en un lapso de aproximadamente 1 a 2 minutos aparecerá la cámara instalada. (si no aparece aun verificar conexiones).

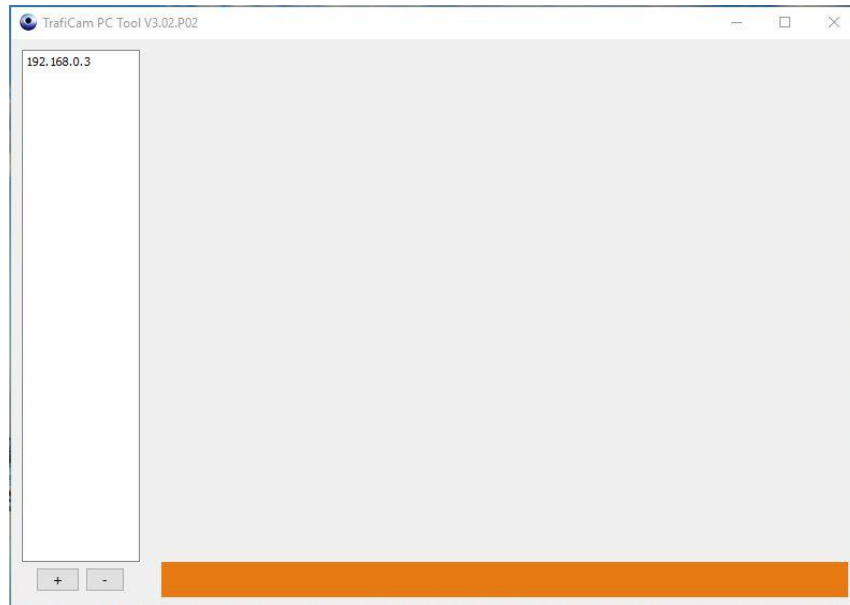


Figura 2. Ventana de dirección IP de la Interfaz.

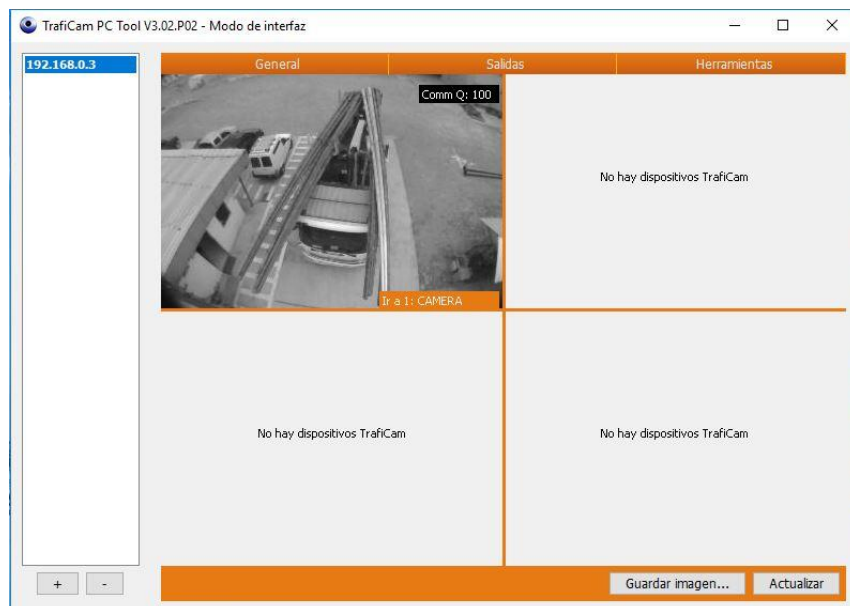


Figura 3. Modo Interfaz de Traficam PC Tool.

Continuando con la programación damos click en la pestaña CAMERA, para ingresar al MODO SENSOR, de forma predeterminada viene dibujada una espira en la cámara, los siguientes pasos debemos realizar para configurar la espira:

- ✓ Para configurar el número de salida de la cámara, damos doble click en la espira y elegimos **salida/salida 1**, figura 4.



- ✓ Esta espira nos da la opción de direccionar el sentido del flujo de tráfico vehicular, para ello damos click en el punto central lateral de la espira como se muestra en la figura 5.
- ✓ Para configurar el modo de detección de la espira hacemos click en **modo de detección/presencia**, figura 6.

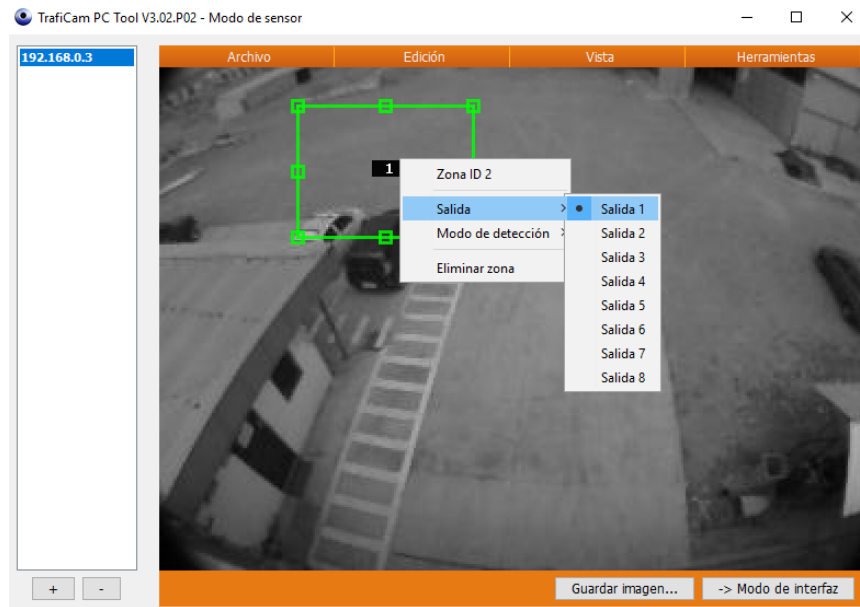
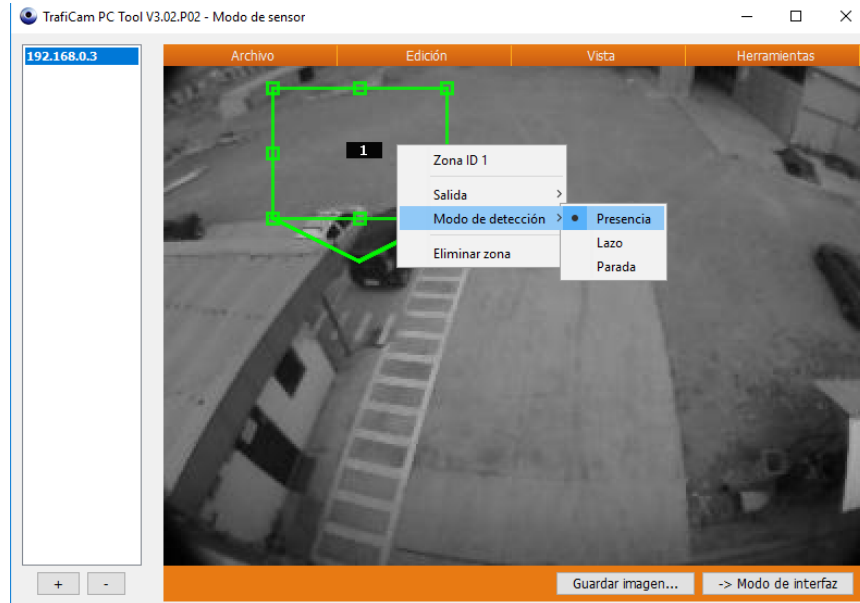


Figura 4. Direccionamiento de salida en la cámara.



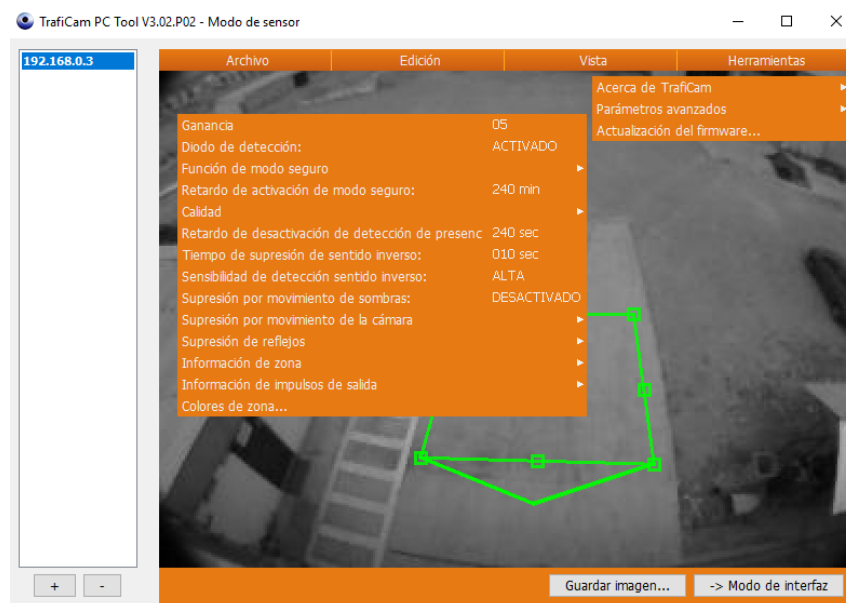
Figura 5. Sentido de dirección de flujo vehicular para la detección.



**Figura 6. Modo de detección vehicular.**

Configurada la espira arrastramos hacia el carril de detección y dibujamos la forma de la espira de acuerdo al carril y largo de un automóvil, importante tomar en cuenta que la espira debe abarcar los faros de un vehículo para la detección nocturna del vehículo.

Dando click en **herramientas/parámetros avanzados**, nos aparecerán los parámetros por defecto que vienen configurados en la espira figura 7.



**Figura 7. Parámetros predeterminados de una espira.**

La siguiente configuración se realizó figura 8, para obtener una buena detección vehicular, y cumplir con el objetivo deseado. Se detalla los parámetros más importantes modificados para esta detección:

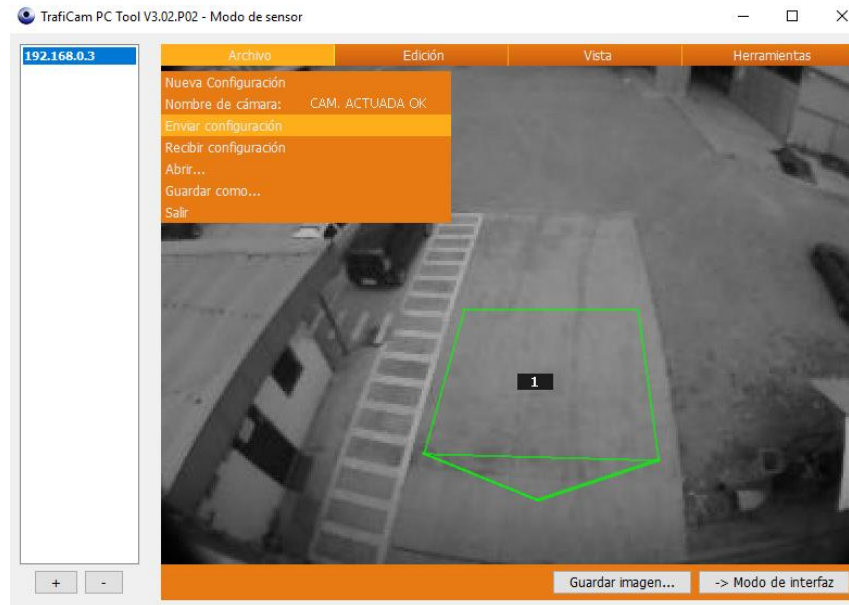
- ✓ Ganancia **06**, este parámetro afecta a los resultados de la detección, se incrementó +1 por tener la cámara instalada en forma vertical y había momentos en que la cámara no detectaba al vehículo.
- ✓ Retardo de activación en modo seguro **30min**, se editó este parámetro para el caso de que la cámara tenga una deficiente comunicación y detección, y no detecte ningún vehículo en 30 min este pase a un modo seguro asegurando la calidad de las imágenes y la detección.
- ✓ Retardo de desactivación de presencia **060sec**, este parámetro servirá cuando un vehículo se quede estacionado en la espira lo cual causara que haya cambios de colores innecesarios en los semáforos, este parámetro desactivará esa presencia después de 60 segundos que el vehículo se encuentre en la espira.
- ✓ Supresión de reflejos **apagada**, este parámetro es importante apagar en caso de que la cámara quiera que detecte en la noche, si esta activada no habrá detección.



**Figura 8. Parámetros editados para la detección.**

Culminando con la configuración de los parámetros de detección procedemos a cambiar el nombre de la cámara (opcional), en **Archivo/Nombre de cámara** (escribimos el

nombre), y finalmente enviamos la configuración hacia la cámara dando click en **Archivo/Enviar configuración**, figura 9.



**Figura 9. Enviar la configuración a la cámara.**

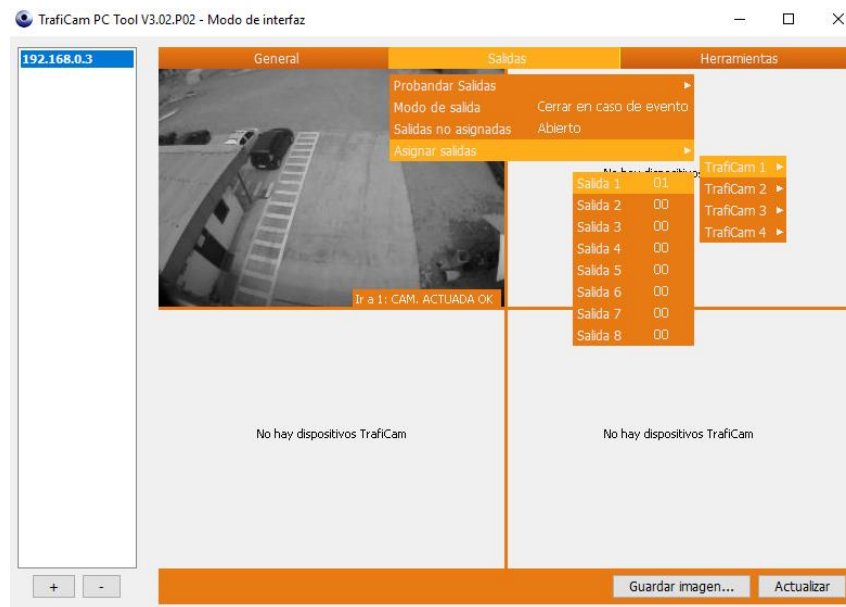
Al enviar la configuración la cámara pasa a modo de aprendizaje, recibiendo la nueva configuración y grabando los parámetros y puntos en los que deberá detectar al vehículo, esto se puede visualizar dando click en la pestaña **Vista/Ver la detección**. Este aprendizaje dura aproximadamente 1 minuto figura 10.



**Figura 10. Modo aprendizaje de la cámara TrafiCam.**

Al finalizar el aprendizaje la espira virtual se pondrá en color verde (predeterminado), que indica que no hay detección de ningún vehículo en la espira.

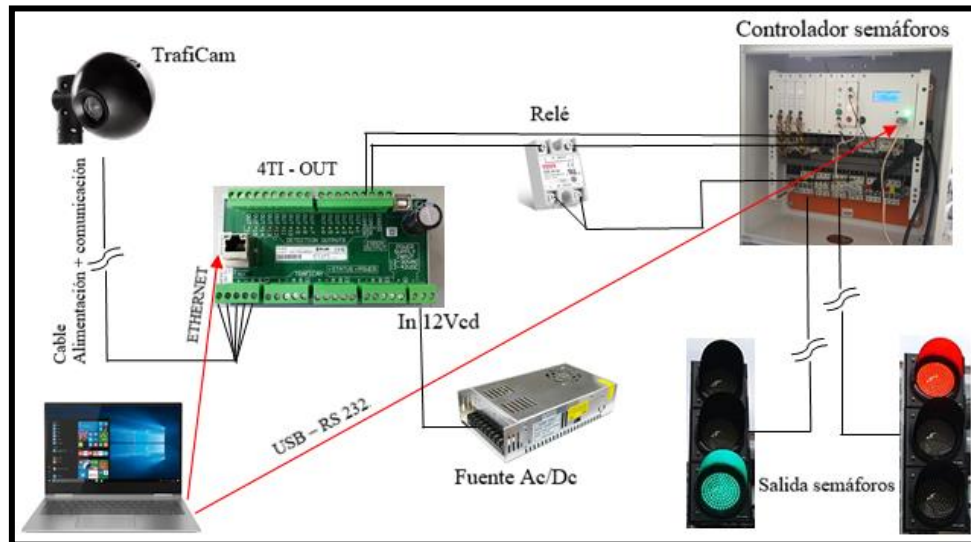
Para terminar con la programación regresamos al modo interfaz, para direccionar las salidas de la cámara a las salidas de la interfaz 4TI, esto se realiza de la siguiente manera: damos click en la pestaña **Modo interfaz**, en esta ventana damos click en Salidas/asignar salidas/TrafiCam 1/Salida 1 y escribimos 01, quiere decir que la salida 1 de la cámara se direccionará a la salida 1 de la interfaz, figura 11.



**Figura 11. Asignación de salidas a la tarjeta interfaz 4TI.**

# ANEXO 6

Manual de usuario para la  
implementación de un sistema de  
semaforización actuado.



SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, MEDIANTE CÁMARA DE VIDEO  
DETECCIÓN VEHICULAR.

## MANUAL DE USUARIO

Ganchala Quishpe Francisco Santiago  
Av. 25 de Noviembre N4-145, y Antonio  
Salas.  
Teléfono: 02 2020-346  
Celular: 0984153060

**TABLA DE CONTENIDO**

1.	INTRODUCCIÓN.....	35
1.1	OBJETIVO .....	35
2.1	MATERIALES Y EQUIPOS PRICIPALES .....	35
2.	INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN.....	36
2.1	CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE TRÁFICO ....	36
2.2	CONEXIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA TRAFICAM. ....	38
2.3	INTEGRACIÓN DE LA TARJETA 4TI Y RELÉ AL CONTOLADOR. ....	40
2.4	CONEXIÓN DE SEMÁFOROS.....	41
2.5	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS. ....	42
3.	RECOMENDACIONES .....	43



## 1. INTRODUCCIÓN

### 4.5 OBJETIVO

Facilitar la instalación de un sistema de semaforización actuado, a los técnicos encargados de la ejecución de proyectos de movilidad, que la empresa Industrias Seblan tenga adjudicados.

### 2.1 MATERIALES Y EQUIPOS PRICIPALES

Estos equipos y materiales son los principales que se utiliza para la instalación del sistema de semaforización actuado, los demás materiales y obras dependerá al diseño de cada intersección y de acuerdo a lo solicitado por el cliente, esto es (calibre del cable para la conexión de semáforos, tipos de postes para colocar los semáforos, si el cableado se realizara soterrado se necesitara realizar obra civil o en caso de hacer el cableado aéreo postes de mayor altura).

Item	Material y/o Equipo	Cantidad
1	Cámara de video detección vehicular TrafiCam.	1
2	Controlador de tráfico marca GOIA con entradas digitales.	1
3	Tarjeta interfaz 4TI 0 1TI para cámara TrafiCam.	1
4	Semáforos	De acuerdo al diseño de la intersección.
5	Cable 5x18 AWG.	Depende la distancia de instalación de la cámara (max. 300m).
6	Relé de estado sólido AC/AC 25A.	1
7	Fuente de 12-42 Vcd ó, 12-30Vac	1
8	Multímetro digital.	1

## 2. INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN

### 2.1 CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE TRÁFICO

Para el funcionamiento del controlador de tráfico se debe conectar primeramente la alimentación de 110Vac en un breaker doble de 10A que viene integrado en el controlador, (línea, neutro y tierra), recomendable con un cable 3x10AWG, ver figura 1.



Figura 42

La programación para un sistema de semaforización actuado se adjunta en los Anexos de este manual. Teniendo ya realizado la programación en el computador, procedemos a transferir el programa hacia el controlador de tráfico, utilizando un cable convertidor de USB a RS232.

La programación esta realizada para un tipo de intersección como se ve en la figura 2, según sea el caso se deberá integrar mas grupos de semáforos de acuerdo a la intersección a semaforizar.

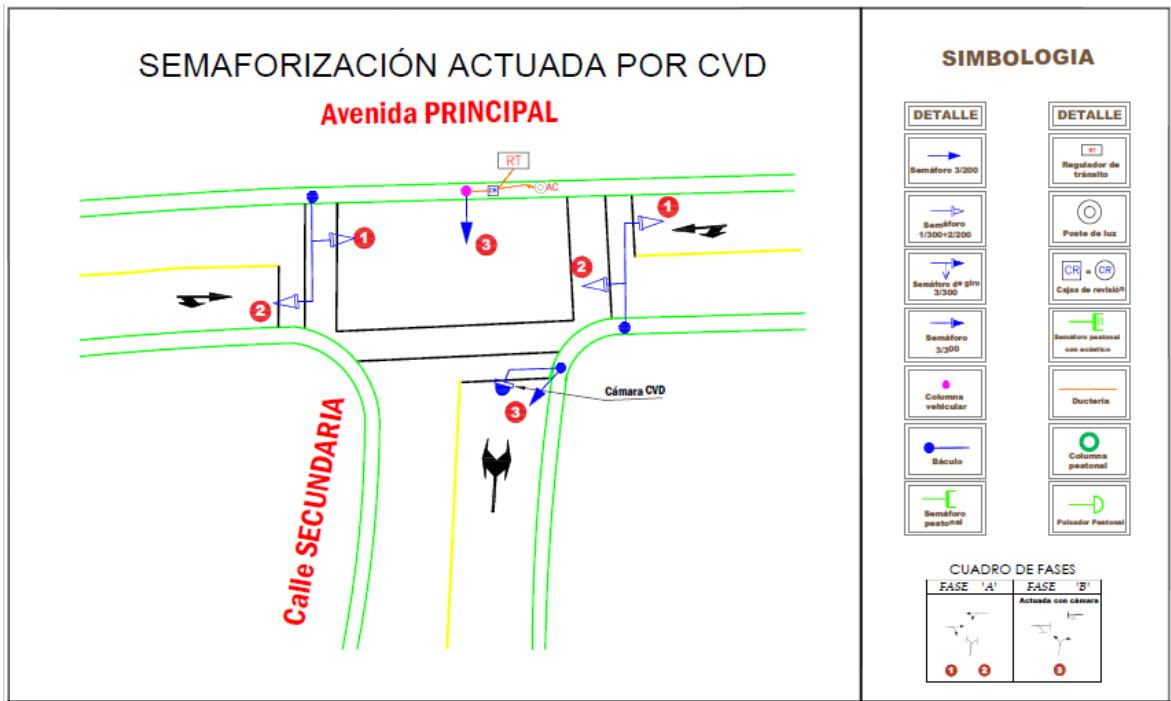


Figura 43

Retiramos el cable de la tarjeta GPS conectado al puerto de comunicación del CPU y conectamos; el RS232 en el CPU del controlador y el USB en el computador, ver figura 3.

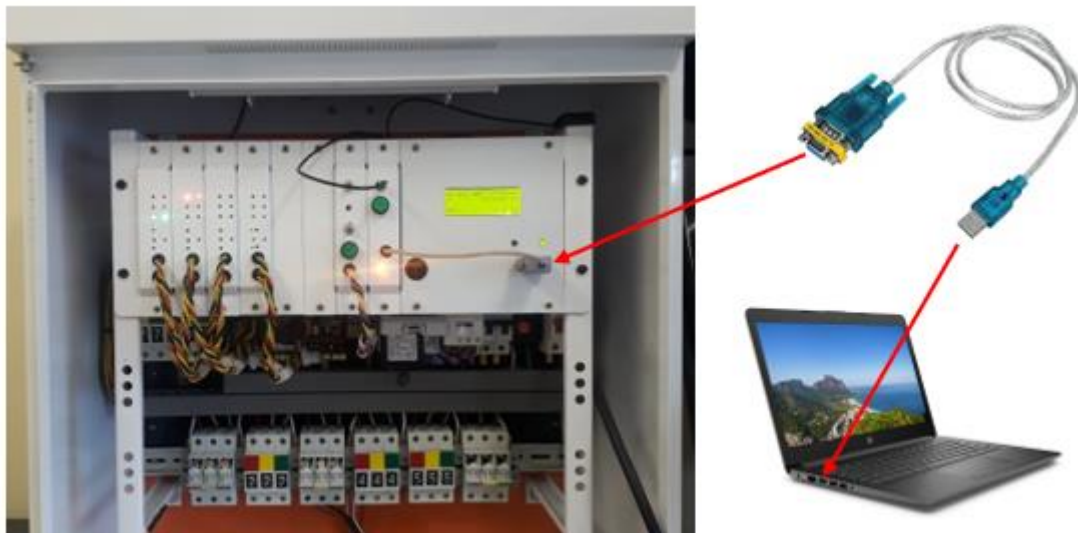


Figura 44

Teniendo ya conectado el cable USB a RS232 entre el controlador y el computador comprobamos que la comunicación sea exitosa entre estos equipos de la siguiente manera:

- Damos click en la pestaña CONSULTAR HORA ver figura 4, enseguida nos aparecerá la hora actual del controlador, esto indica que la comunicación entre los equipos esta correcta.
- Guardamos el programa dando click en ARCHIVO/GUARDAR COMO, ponemos el nombre del programa y guardar.
- En la ventana de planes horarios, damos click en PROGRAMAR PLANES HORARIOS.
- Terminado la transferencia anterior nos dirigimos a la ventana de tiempos, damos click en PROGRAMAR TIEMPOS.
- Seguidamente nos dirigimos a la ventana de barras, damos click en PROGRAMAR COLORES.
- Por último en la pestaña UTILIDADES damos click en PROGRAMAR NOMBRE.
- Finalmente, el controlador de tráfico se reiniciará al finalizar la transferencia del programa, y estará listo para realizar la función programada.

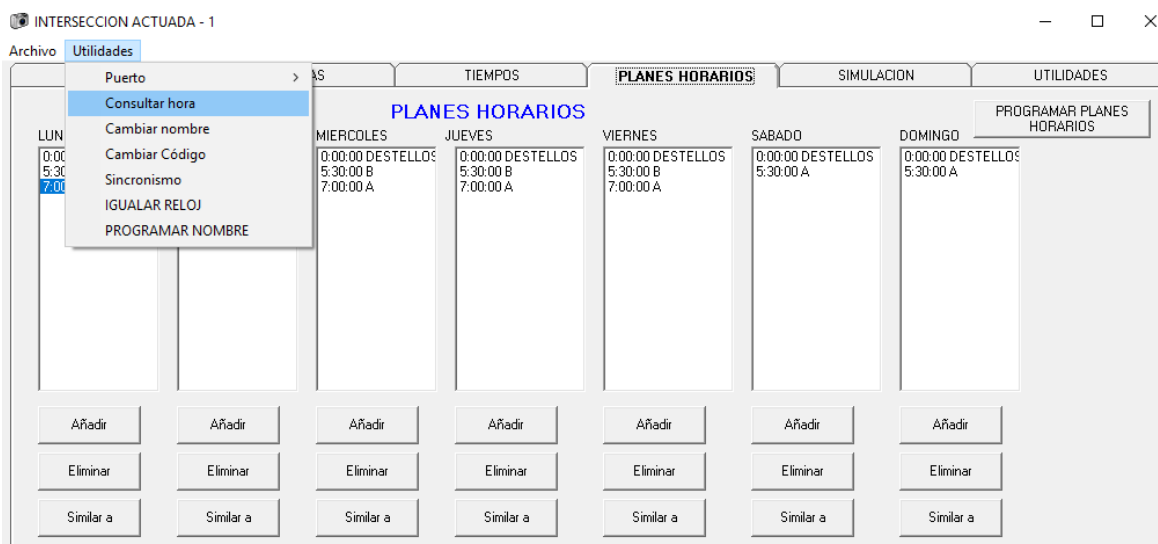


Figura 45

## 2.2 CONEXIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA TRAFICAM.

La cámara se alimenta por medio de la tarjeta interfaz 4TI o 1TI, por ende, esta tarjeta se debe alimentar con 12-42VCD o 12-30VAC, y de las borneras de conexión TRAFICAM alimentar (datos + voltaje) a la cámara de detección vehicular, ver figura 5.

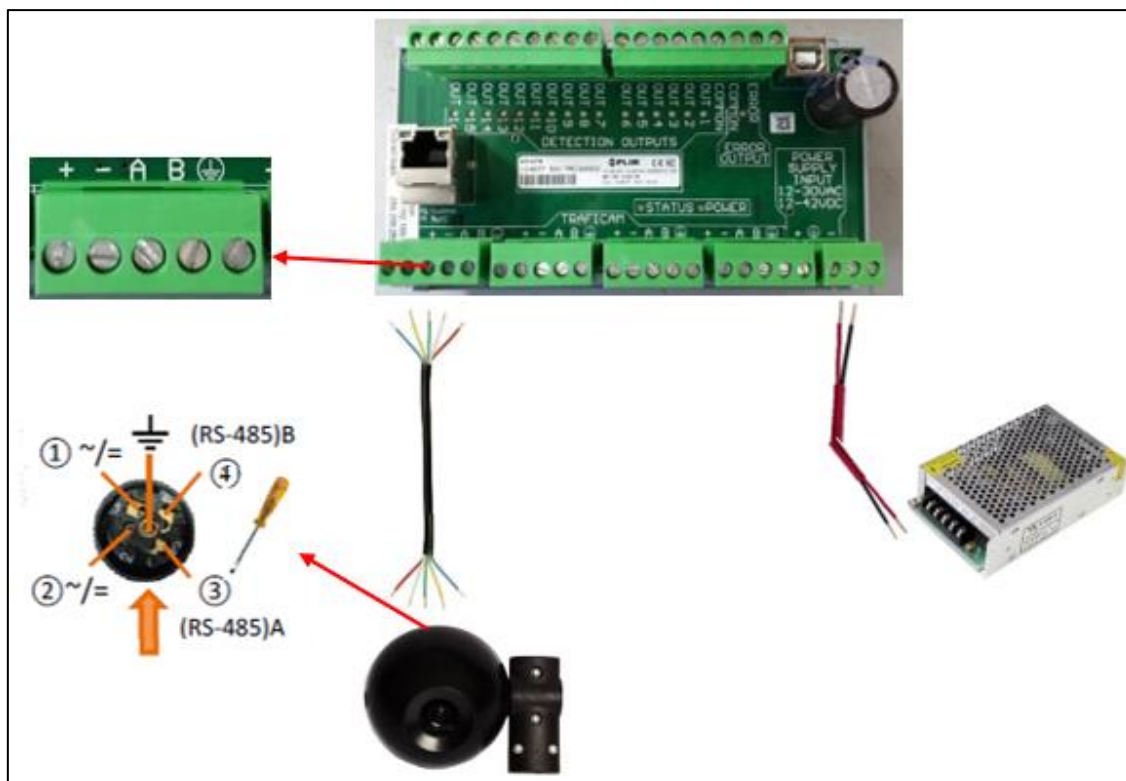


Figura 46

La configuración de la cámara para su funcionamiento en este tipo de sistemas esta detallado en los Anexos de este manual. Para transferir la configuración a la cámara se realiza a través de la tarjeta interfaz 4TI, mediante un cable de red Ethernet para la conexión entre el computador y la tarjeta, ver figura 6.



Figura 47

Realizamos lo siguiente en el computador: ingresamos a panel de control/Redes e Internet/Conexiones de red/Propiedades de Conexión del área local/Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4), seleccionamos **Usar la siguiente dirección IP**, e ingresamos la misma red y mascara que viene por defecto en la interfaz 4TI (IP:192.168.0.3 Subnet: 255.255.255.0), cambiando únicamente el número del HOST, ver figura 7.

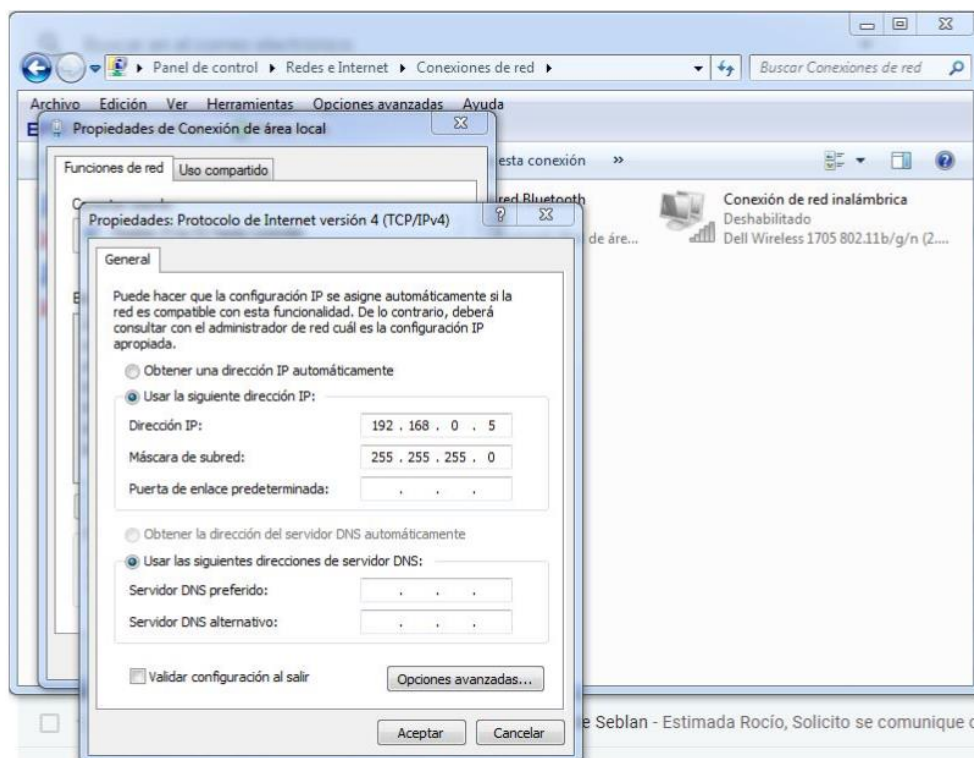


Figura 48

### 2.3 INTEGRACIÓN DE LA TARJETA 4TI Y RELÉ AL CONTROLADOR.

Para instalar en campo el controlador de tráfico, debe estar integrado los equipos adicionales para el funcionamiento de la cámara, referirse al diagrama de conexión figura 8.

Para evitar que el controlador de tráfico haga el cambio de fase de verde a la vía secundaria cuando esté en destellos (ámbar o amarillo), se instaló un relé de estado sólido que controle la salida de la tarjeta interfaz hacia la entrada digital del controlador, este relé se activará y dará paso a la salida solamente cuando la vía secundaria este en rojo, caso contrario si la vía secundaria está en verde o en amarillo el relé no estará activo y no dará paso a la salida de la tarjeta interfaz.

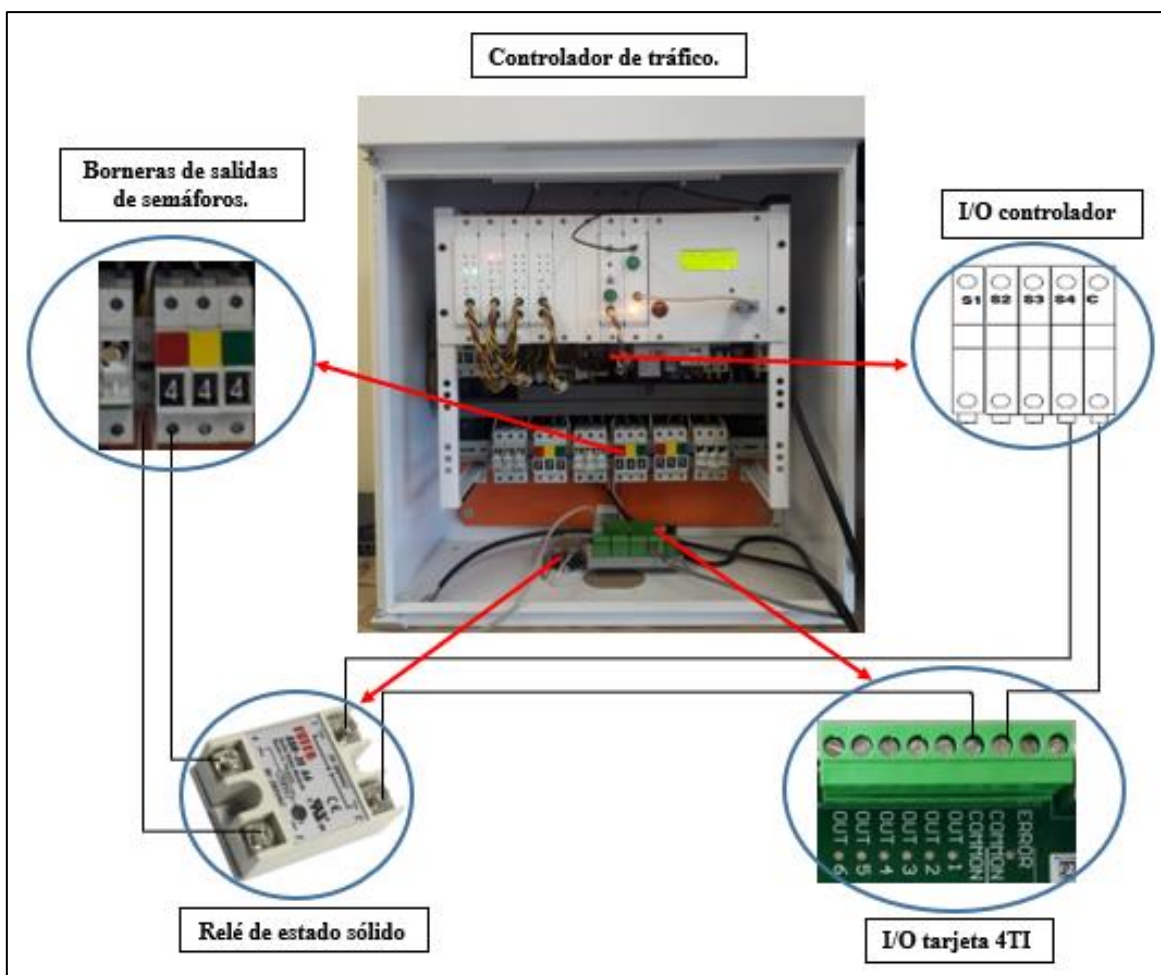


Figura 49

## 2.4 CONEXIÓN DE SEMÁFOROS.

La conexión de cada semáforo al controlador de tráfico se realiza mediante un cable 4x16 AWG, 4x14AWG, o según como especifique el cliente en cada proyecto, y de acuerdo a como este constituido la intersección según los grupos de semáforos, en la siguiente figura 9 se muestra cada color en la que va conectado al semáforo (rojo, amarillo, verde y neutro), el número en las borneras indica el grupo de semáforos que va conectado de acuerdo a como indica el plano de la intersección, para este caso se deberá conectar en las borneras del grupo 1 y 3.



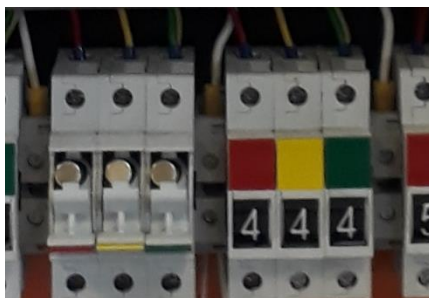


Figura 50

## 2.5 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

### ➤ **Cámara no detecta al vehículo.**

Para resolver este problema podemos realizar lo siguiente:

- ✓ Verificar que el voltaje de la cámara sea el suficiente 12- 42VDC.
- ✓ Que los parámetros indicados en la configuración sean los correctos.
- ✓ Se puede ir subiendo o bajando la ganancia de la cámara en el software, esto se realiza de acuerdo a la ubicación de la cámara.
- ✓ Reiniciar la tarjeta 4TI, para reiniciar la cámara.
- ✓ Ver en el software que la espira virtual esté colocada en el carril y dirección correctas.

### ➤ **Controlador de tráfico no cambia de fase (colores).**

- ✓ Comprobar que la cámara este enviando la señal a la tarjeta interfaz.
- ✓ En la tarjeta interfaz 4TI verificar que la salida 1 se active al momento de detectar un vehículo.
- ✓ Verificar que el relé de estado solido se active cuando la fase principal grupo 1 esté en verde y el grupo 4 esté en rojo.
- ✓ De no estar activo el relé en esa condición verificar los fusibles en las borneras.
- ✓ Constatar que el breaker de salidas de los semáforos que está en el controlador este activado.
- ✓ Realizar manualmente un corto (común y +5Vdc) en la entrada digital del controlador, para verificar el cambio de fase.
- ✓ Reiniciar el controlador de tráfico y verificar el voltaje de alimentación.

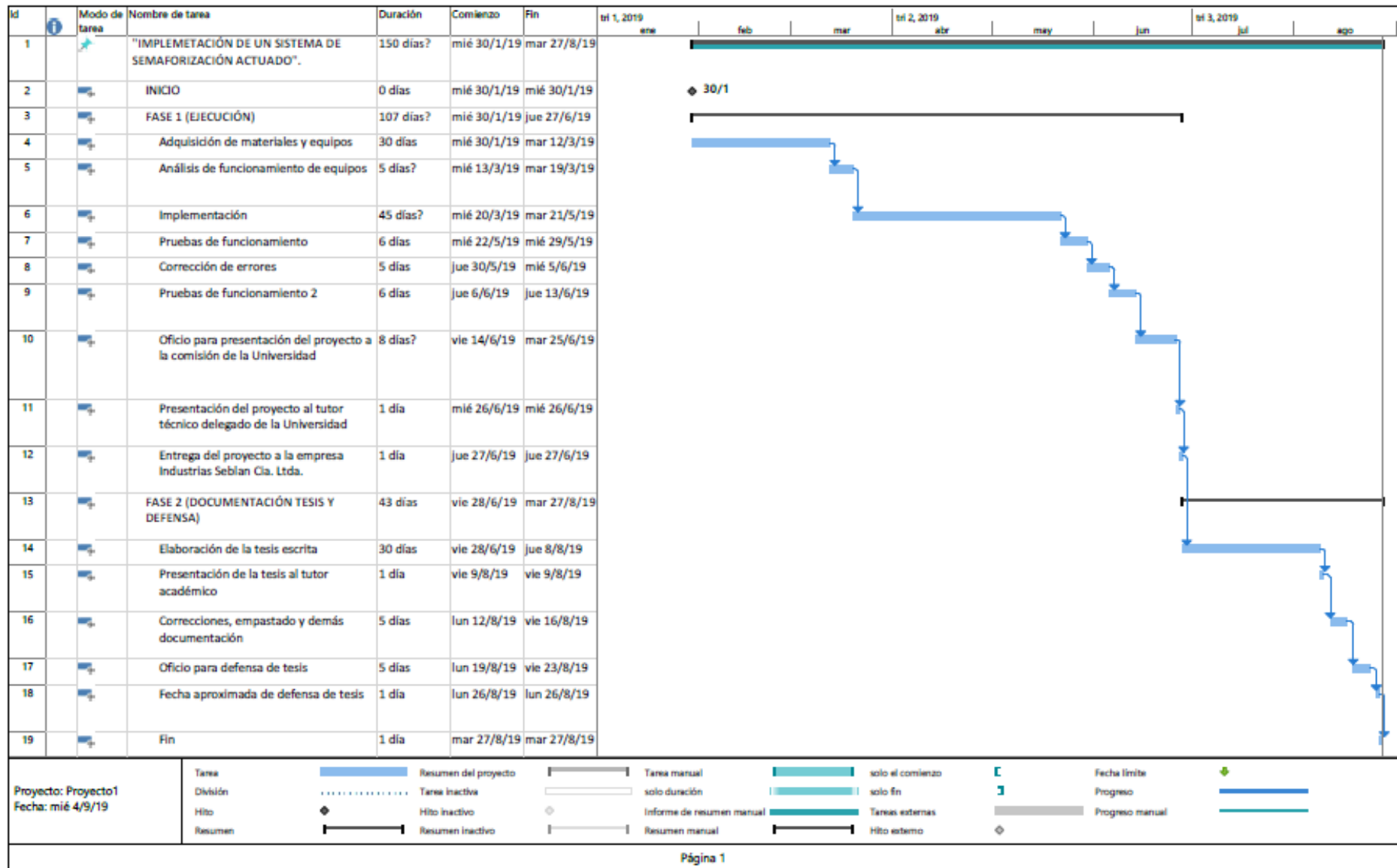


### 3. RECOMENDACIONES

- Es importante en la instalación de estos equipos contar con las recomendaciones o manuales emitidos por el fabricante para salvaguardar su vida útil y garantía de los equipos.
- Si no se puede solucionar los problemas con los pasos sugeridos en el literal 2.5, contactarse con el autor de este manual, para verificar otros posibles fallos o comunicar al fabricante si existieran daños en las tarjetas electrónicas si estuviera dentro del tiempo de garantía.
- Al realizar un mantenimiento preventivo o correctivo de los equipos, se debe guardar respaldos de la programación ingresada en el controlador de tráfico y en la cámara.
- Al realizar un mantenimiento especialmente correctivo de las partes electrónicas del controlador de tráfico cuando ya no tenga garantía, se debe asesorar bien sobre las especificaciones técnicas de los componentes electrónicos y remplazar justamente el adecuado, para evitar fallos en su funcionamiento.

# ANEXO 7

Cronograma de ejecución del  
proyecto.



# ANEXO 8

Presupuestos referenciales para  
sistemas de semaforización actuado.

**PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, UTILIZANDO UN CONTROLADOR DE TRÁFICO DE GAMA MEDIA.**

**IS-DG060719**

Quito, 15 de julio del 2019

Señores.

.....

**REFERENCIA. - COTIZACIÓN IS-DG060719  
SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO**

De mi consideración:

Adjunto a la presente, enviamos la proforma indicada en referencia.

ITEM	Material, equipo y/o servicio	Unidad	TOTAL	Precio unitario	Precio Total
	<b>SEMÁFOROS y CONTROLADORES</b>				
1	Semáforo vehicular 3/200.	U	2	300,00	600,00
2	Semáforo vehicular 1/300 + 2/200.	U	4	360,00	1.440,00
3	Cámara CVD vehicular con tarjeta interfaz.	U	1	1045,00	1.045,00
4	Controlador de tráfico mediano de 8 grupos, marca GOIA.	U	1	2.650,00	2.650,00
	<b>POSTES BÁCULOS Y ACCESORIOS</b>				
5	Báculo troncocónico	U	2	650,00	1.300,00
6	Extensión de báculo.	U	2	72,49	144,98
7	Bajante de báculo, modelo china	U	4	68,97	275,88
8	Poste vehicular cónico de 6m de altura.	U	2	283,72	567,44
9	Pedestal de 2,40 m. de altura.	U	1	239,40	239,40
10	Soporte simple largo de aluminio.	U	2	29,74	59,48
11	Sujeción metálica en L	U	2	14,25	28,50
	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
12	Cableado aéreo o subterráneo para semáforos, con cable 4 x 14 AWG flexible.	m	350	3,27	1.144,50
13	Acometida eléctrica.	PTO	1	351,69	351,69

14	Instalación a tierra de regulador de tráfico.	U	1	127,78	127,78
<b>OBRA CIVIL</b>					
15	Pozo de revisión.	U	1	393,02	393,02
16	Basamento para báculo de 0,80x0,80x0,80 m3.	U	2	271,13	542,26
17	Basamento de 0,60x0,60x0,60 m3 para columna semafórica o pedestal.	U	3	126,54	379,62
18	Canalización de 0,4x0,60 m con un tubo.	m	1	76,51	76,51
<b>PROGRAMACIÓN</b>					
19	Programación y puesta en marcha del cruce	U	1	450,00	450,00
				SUB-TOTAL	<b>11.816,06</b>
				IVA 12%	1.417,93
				<b>TOTAL</b>	<b>13.233,99</b>

### Condiciones:

- Tiempo de entrega: 30 días.
- Lugar de entrega: Punto de instalación.
- Forma de pago: 50% anticipo, 50% contra entrega.
- Validez: 30 días.
- Garantía: 1 año por defectos de fábrica

Sin más por el momento, y esperando que la presente oferta se ajuste a sus requerimientos, suscribo.

Atentamente,

**Ing. Daniela Guanoluisa.**  
**INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.**  
 RUC: 1792229995001

Tel: (02) 2020346

Cel: 0980518996

Mail: [proyectos@seblan.com.ec](mailto:proyectos@seblan.com.ec)

**PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA UN SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, UTILIZANDO UN CONTROLADOR DE TRÁFICO DE GAMA ALTA.**

**IS-DG070719**

Quito, 15 de julio del 2019

Señores.

.....

**REFERENCIA. - COTIZACIÓN IS-DG070719  
SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO**

De mi consideración:

Adjunto a la presente, enviamos la proforma indicada en referencia.

<b>ITE M</b>	<b>Material, equipo y/o servicio</b>	<b>Unidad</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio Total</b>
	<b>SEMÁFOROS y CONTROLADORES</b>				
1	Semáforo vehicular 3/200.	U	2	300,00	600,00
2	Semáforo vehicular 1/300 + 2/200.	U	4	360,00	1.440,00
3	Cámara CVD vehicular con tarjeta interfaz.	U	1	1045,00	1.045,00
4	Controlador de tráfico ALUVISA de 8 grupos, centralizable (adaptativo).	U	1	10.750,00	10.750,00
	<b>POSTES BÁCULOS Y ACCESORIOS</b>				
5	Báculo troncocónico	U	2	650,00	1.300,00
6	Extensión de báculo.	U	2	72,49	144,98
7	Bajante de báculo, modelo china	U	4	68,97	275,88
8	Poste vehicular cónico de 6m de altura.	U	2	283,72	567,44
9	Pedestal de 2,40 m. de altura.	U	1	239,40	239,40
10	Soporte simple largo de aluminio.	U	2	29,74	59,48
11	Sujeción metálica en L	U	2	14,25	28,50
	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
12	Cableado aéreo o subterráneo para semáforos, con cable 4 x 14 AWG flexible.	m	350	3,27	1.144,50

13	Acometida eléctrica.	PTO	1	351,69	351,69
14	Instalación a tierra de regulador de tráfico.	U	1	127,78	127,78
<b>OBRA CIVIL</b>					
15	Pozo de revisión.	U	1	393,02	393,02
16	Basamento para báculo de 0,80x0,80x0,80 m3.	U	2	271,13	542,26
17	Basamento de 0,60x0,60x0,60 m3 para columna semafórica o pedestal.	U	3	126,54	379,62
18	Canalización de 0,4x0,60 m con un tubo.	m	1	76,51	76,51
<b>PROGRAMACIÓN</b>					
19	Programación y puesta en marcha del cruce	U	1	450,00	450,00
				SUB-TOTAL	<b>19.916,06</b>
				IVA 12%	2.389,93
				<b>TOTAL</b>	<b>22.305,99</b>

### Condiciones:

- Tiempo de entrega: 60 días.
- Lugar de entrega: Punto de instalación.
- Forma de pago: 50% anticipo, 50% contra entrega.
- Validez: 30 días.
- Garantía: 1 año por defectos de fábrica

Sin más por el momento, y esperando que la presente oferta se ajuste a sus requerimientos, suscribo.

Atentamente,

**Ing. Daniela Guanoluisa.**  
**INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.**  
 RUC: 1792229995001

Tel: (02) 2020346

Cel: 0980518996

Mail: [proyectos@seblan.com.ec](mailto:proyectos@seblan.com.ec)



# ANEXO 9

Certificado de conformidad y auspicio  
de tema de tesis.



Quito, 3 de junio del 2019.

Ingeniero Mg.  
Wilmer Albarracín  
**COORDINADOR DE LA CARRERA "ELECTRÓNICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES" DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.**  
Presente.



**Referencia: CONFORMIDAD DE TRABAJO DE TESIS**

De mi consideración:

Estimado Ingeniero, reciba un cordial saludo, por medio de la presente hago de su conocimiento que la empresa Industrias Seblan Cia. Ltda., a la cual represento, está conforme con la implementación de tesis, tema: **"SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, MEDIANTE CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR, PARA PROYECTOS DE MOVILIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA."** que fue realizada y culminada en la planta de PRODUCCIÓN de nuestra empresa ubicada en la Av. 25 de noviembre N4-145 y Antonio Salas, por el señor Ganchala Quishpe Francisco Santiago con CI. 0502520521.

Agradeciendo su atención, me despido reiterando nuestra **conformidad** con el proyecto realizado e informando que algunos de nuestros clientes tienen interés de implementar este tipo de sistemas en lugares críticos a nivel nacional.

Atentamente:



INDUSTRIAS SEBLAN  
CIA. LTDA.  
RUC: 1792229995001

Ing. José Luis Sebastian.  
**GERENTE INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.**  
**RUC: 1792229995001**  
Tel: (02) 2020346  
Cel : 0969095075  
Mail : [jsebastian@seblan.com.ec](mailto:jsebastian@seblan.com.ec)



Ingeniero Mg.

Wilmer Albarracín

**COORDINADOR DE LA CARRERA "ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES" DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.**  
Presente.

**Referencia: Auspicio para el desarrollo de Tesis**

De mi consideración:

Estimado Ingeniero, reciba un cordial saludo. El motivo de la presente es para garantizar el auspicio y facilidad de información y recursos necesarios de la empresa para el correcto desarrollo de la tesis de tema: **"SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN ACTUADO, MEDIANTE CÁMARA DE VIDEO DETECCIÓN VEHICULAR, PARA PROYECTOS DE MOVILIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA."** que será realizada en la planta de PRODUCCIÓN de nuestra empresa ubicada en la Av. 25 de noviembre N4-145 y Antonio Salas, por el señor Ganchala Quishpe Francisco Santiago con CI. 0502520521.

Por la atención prestada a la presente anticipo mis agradecimientos

Atentamente:

INDUSTRIAS SEBLAN  
CIA. LTDA.  
RUC: 1792229995001

Ing. José Luis Sebastian.

**GERENTE INDUSTRIAS SEBLAN CIA. LTDA.**

**RUC: 1792229995001**

Tel: (02) 2020346

Cel : 0969095075

Mail : [jsebastian@seblan.com.ec](mailto:jsebastian@seblan.com.ec)