

Universidad Siglo 21



Ingeniería en Software
Trabajo final de graduación

Sistema de Priorización de Ambulancias Basado en Cámaras

Alumno: Guillermo Maniloff

Legajo: SOF01089

DNI: 23.197.271

Año 2020

Resumen

Al día de la confección de este proyecto, la aplicación de machine learning para el procesamiento de video no es una novedad, sin embargo, es una nueva opción para el manejo de prioridades de tráfico.

El producto de este trabajo es la implementación de una solución autónoma y práctica al problema de los accidentes y embotellamientos de ambulancias en esquinas semaforizadas, logrando de esta forma evitar poner en riesgo la vida de las personas.

Como medio para poder lograrlo se instala en la esquina semaforizada un conjunto de cámara de video y una computadora para el análisis en tiempo real del tráfico, lo cual permite la detección de ambulancias y acciona sobre las luces de los semáforos.

En general los proyectos que utilizan inteligencia artificial se basan en la abundancia de datos que, son utilizados para el aprendizaje por medio de simulación y contraste con los resultados esperados. Debido a la carencia de cantidad de datos para poder detectar estos eventos en particular, se implementa un sistema de preselección de áreas de detección para luego ser ajustados por medio del aprendizaje automático.

Si bien este producto fue creado para detectar ambulancias puede ser utilizado para la detección de cualquier vehículo que utilice señales lumínicas en su exterior.

Palabras claves: Ciudades inteligentes, Tráfico, Aplicación, Video, Flujo de datos, Machine learning, Inteligencia artificial.

Abstract

On the date of this develop project, the use of machine learning application to process video is not new, however, is a new option for handling traffic priorities.

The result of this project is the creation of a practical and stand-alone solution to the problems on accidents and traffic jam issues intended for ambulance vehicles in traffic lights corners, minimizing in this way the life risks or injuries of persons.

As a means to achieve this, a set of video cameras and a computer are installed in the traffic light corner for real-time analysis of traffic, which allows the detection of ambulances and operates on the traffic lights.

In fact, develops that uses artificial intelligence are based on a lot of data which are used for learning through simulation and feedback with the expected results. Due the lack of events, therefore poor quantity of data in order to detect these particular events is developed a system that uses selection of areas to detect and later can be adjusted trough an automatic learning.

Although this Project was intended for ambulance detection, it can be used for any kind of vehicle which has outside emergency light signals.

Keywords: Smart Cities, Traffic, Application, Video, Data Stream, Machine learning, Artificial intelligence.

Índice

Título	6
Introducción.....	6
Antecedentes	6
Descripción del área problemática.....	6
Justificación	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
Marco teórico referencial.....	10
Dominio del problema	10
Actividad del cliente	12
TIC.....	12
Competencias.....	16
Diseño metodológico	17
Relevamiento	19
Relevamiento estructural	19
Relevamiento funcional	20
Proceso: Mantenimiento de un semáforo	20
Proceso: Despacho de ambulancia	20
Relevamiento de documentación	21
Proceso de negocios.....	21
Diagnóstico y propuesta.....	22
Objetivos, límites y alcances del prototipo	22
Objetivos del prototipo.....	22
Límites.....	23
Alcance.....	23
No contempla.....	23
Descripción del sistema.....	23
Product backlog.....	23
Historias de usuario	24
Sprint Backlog.....	28

Diagrama de clase	32
Diagrama de entidad-relación.....	33
Prototipos de interfaces de pantallas.....	33
Diagrama de arquitectura.....	36
Seguridad.....	37
Acceso a la aplicación	37
Políticas de respaldo.....	38
Análisis de costos	39
Análisis de riesgos	43
Conclusiones.....	46
Demo.....	47
Referencias	48
Anexos	50

Índice de ilustraciones

Figura 1: Accidente del titular del Servicio de Asistencia Médica (SAME) Bs.As.	6
Figura 2: Razones de los accidentes de vehículos de emergencias.....	7
Figura 3: La placa Raspberry Pi	14
Figura 4: Placa Wemos D1 mini	15
Figura 5: Esquina tomada con objetivo de ojo de pez.....	15
Figura 6: El ciclo sprint	16
Figura 7: Diagrama de Gantt – Etapas de elaboración del producto	18
Figura 8: Organigrama de la Municipalidad de las Varillas	19
Figura 9: Flujograma de atención de código rojo	21
Figura 10: Diagrama de clases	32
Figura 11: Diagrama de entidad - relación	33
Figura 12: Esquema de navegación de la aplicación.....	35
Figura 13: Pantalla de inicio de sistema.....	35
Figura 14: Pantalla de configuración de sitio	36
Figura 15: Pantalla de creación de pack de aprendizaje.....	36
Figura 16: Diagrama de red de la solución.....	37

Índice de tablas

Tabla 1: Relación entre variables que afectan la posibilidad de accidente	8
Tabla 2: Características generales de una ambulancia (aspectos externos)	11
Tabla 3: Aspecto externo - especificación de luces adicionales.....	11
Tabla 4: Comparativa de competencias.....	16
Tabla 5: Product backlog	23
Tabla 6: Historia de usuario ID01 ingreso al sistema.	24
Tabla 7: Historia de usuario ID02 registrar una nueva esquina.	24
Tabla 8: Historia de usuario ID03 cambiar datos de acceso de una esquina.	25
Tabla 9: Historia de usuario ID04 registrar áreas de detección	25
Tabla 10: Historia de usuario ID05 realizar pruebas de detección.	26
Tabla 11: Historia de usuario ID06 confirmar y almacenar pack de aprendizaje.	26
Tabla 12: Historia de usuario ID07 conectar con dispositivo autónomo.	27
Tabla 13: Historia de usuario ID08 subir pack de aprendizaje	27
Tabla 14: Historia de usuario ID09 descargar estadísticas de uso.	28
Tabla 15: Historia de usuario seleccionada basada en primer ciclo sprint.....	29
Tabla 16: Historia de usuario seleccionada basada en segundo ciclo sprint.....	29
Tabla 17: Historia de usuario seleccionada basada en tercer ciclo sprint.....	30
Tabla 18: Historia de usuario seleccionada basada en cuarto ciclo sprint	30
Tabla 19: Historia de usuario seleccionada basada en quinto ciclo sprint	31
Tabla 20: Historia de usuario seleccionada basada en sexto ciclo sprint.....	32
Tabla 21: Diccionario de datos de diagrama de entidad relación	33
Tabla 22: Políticas de seguridad de aplicación.....	38
Tabla 23: Políticas de respaldo de datos.....	38
Tabla 24: Análisis de costos de desarrollo (Opciones A y B)	40
Tabla 25: Análisis de costos operativos - Opción A	40
Tabla 26: Análisis de costos operativos - Opción B	41
Tabla 27: Resumen de precios.....	43
Tabla 28: Análisis de riesgos.....	43

Título

Sistema de priorización de ambulancias basado en cámaras

Introducción

Este trabajo trata sobre la creación de un producto de software que permita detectar ambulancias en estado de emergencia dentro de un flujo de tráfico para, de esta forma, poder realizar cambios en los estados de los semáforos.

Antecedentes

Por mucho tiempo en las ciudades se ha utilizado el sistema de semáforos para regular el flujo de tráfico vehicular, los cambios de estado de los mismos están basados en un temporizador. Hoy la tecnología permite optimizar el flujo de vehículos tomando decisiones analizando el flujo de tráfico.

Descripción del área problemática

Utilizando la tecnología se han buscado opciones de mejora con respecto a la semaforización y análisis de tráfico, realizando entrevistas se detecta que existe un riesgo de accidentes de vehículos de emergencias, el cual puede evitarse utilizando las herramientas actuales.

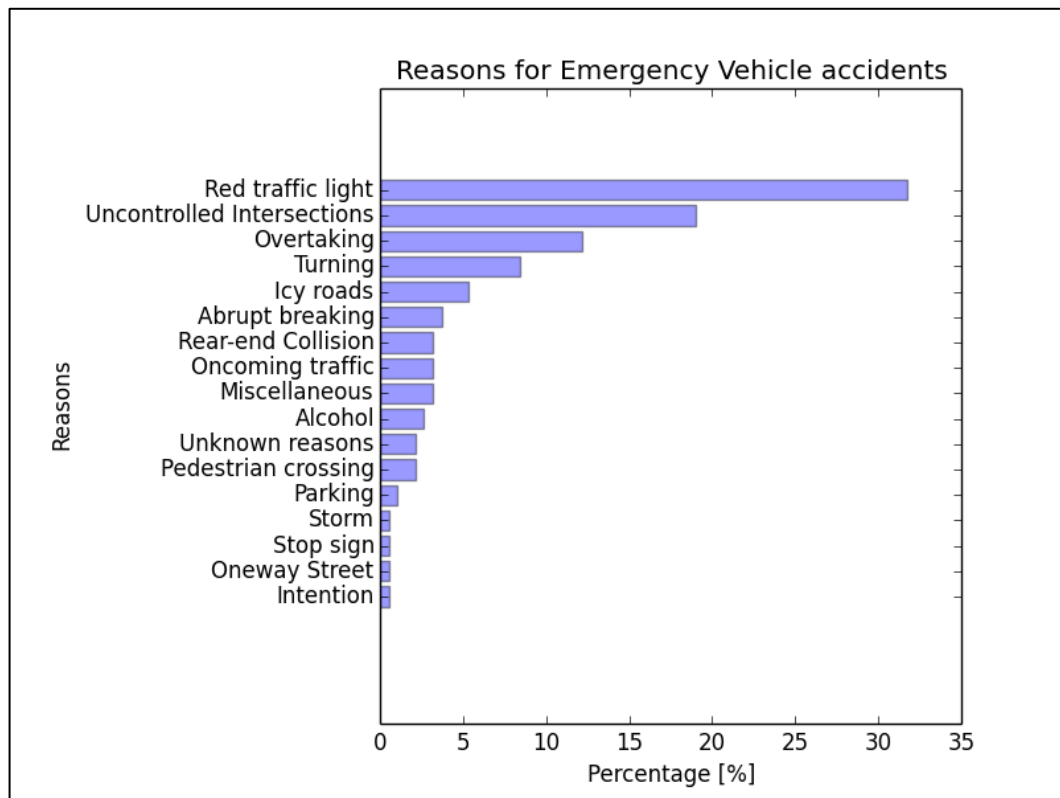
Figura 1 - Accidente del titular del Servicio de Asistencia Médica (SAME) Bs.As.



Fuente: (Infobae, 2020).

Se investigaron los valores sobre las estadísticas de accidentes vehiculares en Argentina pero, dichos datos no discriminan si los vehículos involucrados incluyen ambulancias, por lo que nos referimos a un estudio de la ciudad de Bologna, Italia que analiza puntualmente los accidentes de ambulancias y la razón de los mismos.

Figura 2 – Razones de los accidentes de vehículos de emergencia.



Fuente: Cooperative Traffic Management for Emergency Vehicles (Bieker-Walz, 2017).

Como puede verse en la Figura 2 el mayor índice de accidentes se detecta en intersecciones con semáforo en rojo, seguido por las intersecciones sin semáforos.

Al respecto en conversación con el paramédico Gonzalo Asis que hace 27 años es conductor de ambulancias para el 107 de Córdoba capital y actualmente se desempeña conduciendo una ambulancia de alta complejidad. Al consultarle sobre el riesgo de accidente en cruces de calles con semáforos el responde “(...) he ido a asistir a muchos compañeros con sus ambulancias dadas vueltas y choques, yo particularmente protagonicé uno (...) pasé en rojo un semáforo y agarré un auto (...)”

Analizando entonces cuales son los factores que pueden afectar el riesgo de accidente, tenemos las siguientes variables:

- *Riesgo de impacto*: se lo interpreta como la probabilidad que tiene un vehículo en emergencia de impactar contra otro vehículo.
- *Riesgo paciente*: Se refiere a cuando la ambulancia está trasladando a un paciente en emergencia, el cual debe llegar lo antes posible al centro hospitalario porque su vida corre peligro. Respecto a este punto el sr. Asis nos comentó “(...) el manual de manejo defensivo dice que cuando yo ingreso a una esquina con semáforo en rojo debo detener la marcha, mirar a ambos lados y recién ahí continuar”.
- *Cantidad de tráfico*: esta variable por un lado es directamente proporcional al riesgo paciente pero inversamente proporcional al riesgo de accidente. Por ejemplo, en el caso extremo de una congestión de tráfico, el paciente puede fallecer dentro de la ambulancia, y en el caso de que un sólo vehículo se atravesara en una esquina despejada puede impactar con la ambulancia.
- *Estado de semáforo*: En el gráfico se asume que el semáforo se encuentra en rojo al momento de cruzar la ambulancia, de lo contrario se considera una condición de mínimo riesgo.
- *Aspectos del entorno*: Luminosidad, estado del piso, falta del campo de visión, neblina, humo.

Tabla 1 – Principales variables y riesgos que afectan la posibilidad de accidente

Estado del semáforo	Cantidad de Tráfico	Riesgo de impacto	Riesgo del Paciente
Rojo	Bajo	Alto	Alto
	Alto	Medio	
	Congestión	Nulo	Alto
Verde	Bajo	Nulo	
	Alto	Nulo	Bajo
	Congestión	Nulo	

Fuente: Elaboración propia.

Justificación

El trabajo cubre la necesidad de evitar accidentes de vehículos en emergencia sanitaria para aquellas esquinas que cuenten con semáforos mediante la priorización de tráfico.

La innovación tecnológica de este sistema se basa en el reconocimiento por medio de imágenes del vehículo y el estado del mismo. Esto evita la obligación de instalar hardware adicional dentro del móvil, y permite que dicha optimización se pueda utilizar para vehículos que no pertenezcan al ejido urbano donde se haya implementado. Por ejemplo si tiene encendidas las luces en su techo o no, ya que de esta forma sabremos si se encuentra atendiendo una emergencia.

Si bien en su primera etapa sólo contempla priorización de ambulancias, el sistema es lo suficientemente flexible como para ser utilizado con otros fines, por ejemplo:

- Emergencias priorizando otro tipo de vehículos como por ejemplo policía o bomberos.
- Medio ambientales para reducir la contaminación sonora y del aire.
- Preservación de la cinta asfáltica evitando frenadas de vehículos de gran porte.
- Detección de luces encendidas o quemadas pudiendo poner de preaviso al conductor por medio de cartelera luminosa.
- Detección de infracciones por semáforo en rojo.
- Detección de vehículos detenidos en la senda peatonal.
- Lectura de chapa patente de los vehículos.

Objetivo general

Crear un sistema para la priorización de tráfico de ambulancias utilizando machine learning en la ciudad de Las Varillas para evitar accidentes.

Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos de hardware necesarios para las etapas de aprendizaje e implementación de machine learning.

- Desarrollar el sistema de control vehicular.
- Validar el sistema por medio de la implementación en una esquina real.

Marco teórico referencial

Dominio del problema

El producto se utiliza para dar prioridad de paso a vehículos de emergencia sanitaria que si bien por ley estos pueden cruzar un semáforo en rojo, existe riesgo de colisión con otros vehículos al no detectar su presencia, al respecto el artículo 61 de la ley nacional de tránsito dice lo siguiente:

Los vehículos de los servicios de emergencia pueden, excepcionalmente y en cumplimiento estricto de su misión específica, no respetar las normas referentes a la circulación, velocidad y estacionamiento (...) sólo en tal circunstancia deben circular para advertir su presencia, con sus balizas distintivas de emergencia en funcionamiento y agregando el sonido de una sirena si su cometido requiriera extraordinaria urgencia. (...) la sirena debe usarse simultáneamente con las balizas distintivas, con la máxima moderación posible (Ley24449, 1994).

Entonces para poder habilitar el paso de luz verde de un semáforo lo primero que necesitamos es identificar correctamente a una ambulancia en estado de emergencia, las mismas se rigen bajo la Resolución del Ministerio de Salud y Acción social 794/97 con fecha 20/10/1997 y título 'NORMATIVA PARA MOVILES DE TRASLADO SANITARIO —SERVICIOS TERRESTRES' la cual por un error de redacción no fue publicada en el boletín oficial hasta la fecha 06/09/2000 bajo la resolución 749/2000. "Que dicha Resolución no fue publicada, ya que el artículo de forma no lo indicaba." (Resolución749, 2000).

Tabla 2 – Características generales de una ambulancia (aspectos externos).

Característica	Descripción
Tipo de vehículo	Móvil tipo furgón que debe contar con dos compartimientos comunicados entre sí.
Color, logotipos	Debe identificarse como tal. Su color exterior debe ser blanco y llevará el emblema de la estrella de la vida en el frente, costado, parte trasera y techo.
Luces exteriores.	Debe contar con señales de prevención lumínicas. El color de las mismas será la que determine la Ley Nacional de Tránsito. Estas señales lumínicas de prevención serán barrales, luces perimetrales y luz para iluminar la escena.
Señalización sonora.	Debe contar con sirena y altoparlante. Estos accesorios permitirán a los demás conductores reconocerla en la vía pública y ceder el paso.
Señalización sonora.	Los móviles que transporten pacientes de bajo riesgo no podrán utilizar sirenas, salvo en caso de catástrofe cuando deban concurrir a la escena de la misma.
Identificación externa.	La palabra ambulancia estará presente en el frente (en espejo) y en la puerta trasera, debiendo ser legible y adecuarse el tamaño de las letras a las disposiciones vigentes regionales.
Identificación externa.	En las partes laterales deberá especificar su categorización.
Identificación externa.	La razón social (empresa) puede estar impresa en las puertas delanteras o en las laterales por encima del espacio destinado a señalar la categorización.

Fuente: Resolución 794/97 del Ministerio de salud.

Tabla 3 – Aspecto externo - especificación de luces adicionales.

Característica	Descripción
Luces adicionales	Las ambulancias y similares: balizas verdes intermitentes

Fuente: Ley nacional de tránsito - artículo 32 – inciso G (Ley24449, 1994).

Respecto al comportamiento que deben tener los vehículos en una esquina con semáforos el artículo 44 de la ley nacional de tránsito dice lo siguiente:

1. Con luz verde a su frente, avanzar;
2. Con luz roja, detenerse antes de la línea marcada a tal efecto o de la senda peatonal, evitando luego cualquier movimiento;
3. Con luz amarilla, detenerse si se estima que no se alcanzará a transponer la encrucijada antes de la roja;
4. Con luz intermitente amarilla, que advierte la presencia de cruce riesgoso, efectuar el mismo con precaución;
5. Con luz intermitente roja, que advierte la presencia de cruce peligroso, detener la marcha y sólo reiniciarla cuando se observe que no existe riesgo alguno;
6. En un paso a nivel, el comienzo del descenso de la barrera equivale al significado de la luz amarilla del semáforo; (Ley24449, 1994)

Actividad del cliente

Este producto se encuentra implementado en la ciudad de Las Varillas, provincia de Córdoba, Argentina. En dicha ciudad a la fecha (25/04/2020) se encuentran instalados semáforos en 20 ubicaciones, el mantenimiento de los mismos dependen de la municipalidad. Por otro lado tiene una planta permanente de 6 ambulancias de las cuales 3 cuentan con autorización para atender emergencias.

TIC (tecnología de la información y la comunicación)

A los efectos de ubicar al lector sobre las tecnologías utilizadas se detallan las siguientes definiciones:

Lenguaje de programación:

Cuando el procesador es una computadora, el algoritmo se ha de expresar en un formato que se denomina programa, ya que el pseudocódigo o el diagrama de flujo no son comprensibles por la computadora, aunque pueda entenderlos cualquier programador. Un programa se escribe en un lenguaje de programación y las operaciones que conducen a expresar un algoritmo en forma de programa se llaman programación. (JoyanesAguilar, 2006).

Programación Orientada a Objetos (POO) “Al contrario que la programación procedimental que enfatiza en los algoritmos, la POO enfatiza en los datos. En lugar de

intentar ajustar un problema al enfoque procedimental de un lenguaje, POO intenta ajustar el lenguaje al problema” (JoyanesAguilar, pág. 22).

Producto genérico “Consisten en sistemas independientes que se producen por una organización de desarrollo y se venden en el mercado abierto ante cualquier cliente que desee comprarlo...” (Sommerville, pág. 6).

Sistema Embebido: “Se trata de un sistema donde el software controla un dispositivo de hardware y está embebido en dicho dispositivo. Los conflictos en los sistemas embebidos incluyen por lo general tamaño físico, capacidad de reacción, administración de la energía, etcétera.” (Sommerville, 2011).

Machine Learning:

El machine learning usa una variedad de algoritmos que aprenden en forma iterativa tomando los datos para mejorar, describir y predecir resultados. Como los algoritmos consumen los datos de entrenamiento, resulta posible producir modelos más precisos basados en los datos. Un modelo de machine Learning es la salida generada cuando entrena su algoritmo de machine learning utilizando datos. Después del entrenamiento, cuando se provee a un modelo una entrada, el mismo entregará una determinada salida. (Kirsch, 2019)

Red Neuronal:

Una red neuronal consiste de tres o más capas: una de entrada, una o varias capas ocultas y una capa de salida. Los datos son ingeridos por la capa de entrada. Entonces los datos son modificados en las capas ocultas y la capa de salida basados en los pesos aplicados a esos nodos. (Kirsch, pág. 17).

Deep Learning: “Es una técnica de machine learning que usa redes neurales jerárquicas para aprender de una combinación de algoritmos tanto supervisados como no” (Kirsch, pág. 18).

MySql: “Es la base de datos de código abierto más popular del mundo. Por su rendimiento, confiabilidad y facilidad de uso comprobados” (Oracle, Sitio web corporativo ORACLE, 2020).

Python: “Python es un lenguaje de alto nivel. Esto significa que el código Python es escrito en un inglés ampliamente reconocido, dotando a la Raspberry Pi de comandos rápidos de aprender y fáciles de comprender.” (Halfacree, pág. 140).

Spyder: “es un entorno científico poderoso escrito en Python, para Python, y diseñado para científicos, ingenieros y analistas de datos” (Spyder, 2020).

TensorFlow:

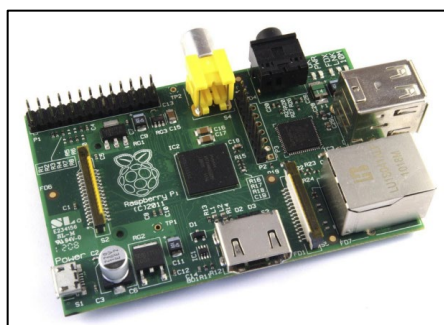
Es la plataforma de Aprendizaje Profundo más importante del mundo. Este desarrollo open-source de Google va más allá de la Inteligencia Artificial, pero su flexibilidad y gran comunidad de desarrolladores lo ha posicionado como la herramienta líder en el sector del Deep Learning. (PuentesDigitales, 2018)

Keras “es una biblioteca de redes neuronales de alto nivel, escrita en Python y capaz de ejecutarse sobre TensorFlow o Theano. Fue desarrollado con un enfoque en permitir la experimentación rápida” (Tutorial, 2020).

Access Point (AP): “... (Punto de acceso del inglés *Access Point*), enrutador inalámbrico o estación base; transmite paquetes entre las computadoras inalámbricas y también entre éstas e Internet.” (Tanenbaum y Wetherall, 2012).

Raspberry Pi: “Aunque la RasPi pueda ser utilizada como una computadora de propósito general, capaz de realizar los mismos trabajos que cualquier otra computadora de escritorio, laptop o servidor (aunque más lentamente) ha sido diseñada como una computadora dentro de una sola placa enfocada a los aficionados y usos educativos.” (Halfacree, 2019, pág. 6).

Figura 3 – La placa Raspberry Pi



Fuente: (Halfacree, 2019, pág. 2)

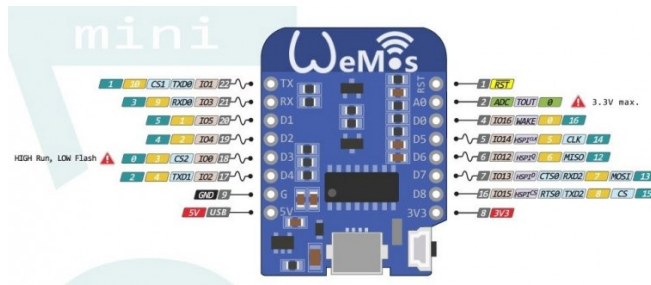
Raspbian:

Es el nombre dado a una variante personalizada de la popular distribución Debian Linux. Debian es una de las distribuciones Linux más antiguas y se

enfoca en la alta compatibilidad y un rendimiento excelente incluso sobre el hardware modesto, convirtiéndose en un gran socio para la Raspberry Pi. (Halfacree, pág. 30).

Wemos D1 mini: Es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ESP8266/12 con 4MB de FLASH RAM, 11 I/O digitales, 1 I/O analógica y un procesador de 80 Mhz. (WEMOS, 2020).

Figura 4 – Placa Wemos D1 Mini



Fuente: (Prometec, 2020)

Lente Ojo de Pez:

Un ojo de pez es un tipo de objetivo que cubre un campo de visión muy amplio, de 180grados o incluso más. Hablamos de objetivos ojo de pez o ultra angulares cuando cubren una distancia focal de entre unos 7 mm y 17 mm aproximadamente. (Dzoom, 2020).

Figura 5 – Esquina tomada con objetivo ojo de pez.



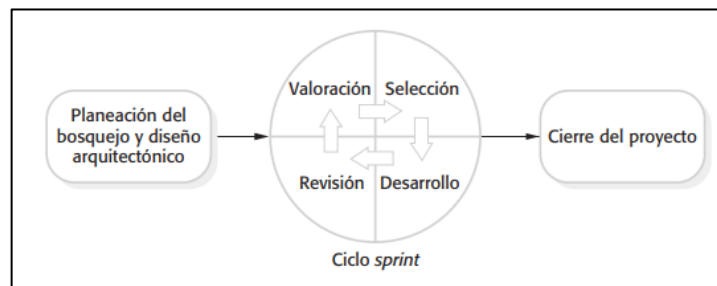
Esquina de la ciudad de Ellsworth - EEUU - Fuente: (Ellsworth, 2019).

Métodos Ágiles: “Los métodos ágiles son métodos de desarrollo incremental donde los incrementos son mínimos y, por lo general, se crean las nuevas liberaciones del sistema, y cada dos o tres semanas se ponen a disposición de los clientes” (Sommerville, pág. 58).

Scrum:

La característica innovadora de Scrum es su fase central, a saber, los ciclos sprint. Un sprint de Scrum es una unidad de planeación en la que se valora el trabajo que se va a realizar, se seleccionan las particularidades por desarrollar y se implementa el software. Al final de un sprint, la funcionalidad completa se entrega a los participantes. (Sommerville, pág. 73).

Figura 6 – El ciclo sprint



Fuente: (Sommerville, 2011, pág. 73).

Competencias

A la fecha no se detectan proveedores con productos que habiliten el paso a ambulancias en esquinas con semáforos, aunque, si existen algunos que utilizan las mismas tecnologías en lo que refiere a cámaras de video y machine learning. Por este motivo se detallan algunas de las funcionalidades de dichos productos a fin de realizar una comparativa.

Tabla 4 – Comparativa de competencias

Funcionalidad	Compañías		
	TrafficVision.co	Picomixer.com	GoodVisionLive.com
Detección a tiempo real	Si	Si	Si
Detección offline	No	Si	No

Auto-aprendizaje	Si	Si	Si
Detección de Infracciones	Si	Si	Si
Detección de accidentes	Si	Si	No
Requiere centro de control	Si	Si	Si
Detecta Congestión	Si	Si	Si
Vehículo detenido	Si	No	Si
Detección de peatones	Si	No	Si
Detección de bicicletas	No	No	Si
Detección de velocidades	Si	Si	Si
Priorización de vehículos	No	No	No
Conteo de vehículos	No	Si	Si
Clasificación de vehículos	No	Si	No
Autopistas	Si	Si	Si
Esquinas / Rotondas	No	No	Si

Fuente: Elaboración propia.

Diseño metodológico

Para la solución de este trabajo se utilizó el acercamiento del procesamiento de imágenes con redes neuronales utilizando machine learning.

Este tipo de procesamiento se encuentra dividido en las siguientes etapas:

- 1- Desarrollo de la red neuronal.
- 2- Etapa de aprendizaje.
- 3- Etapa de producción.

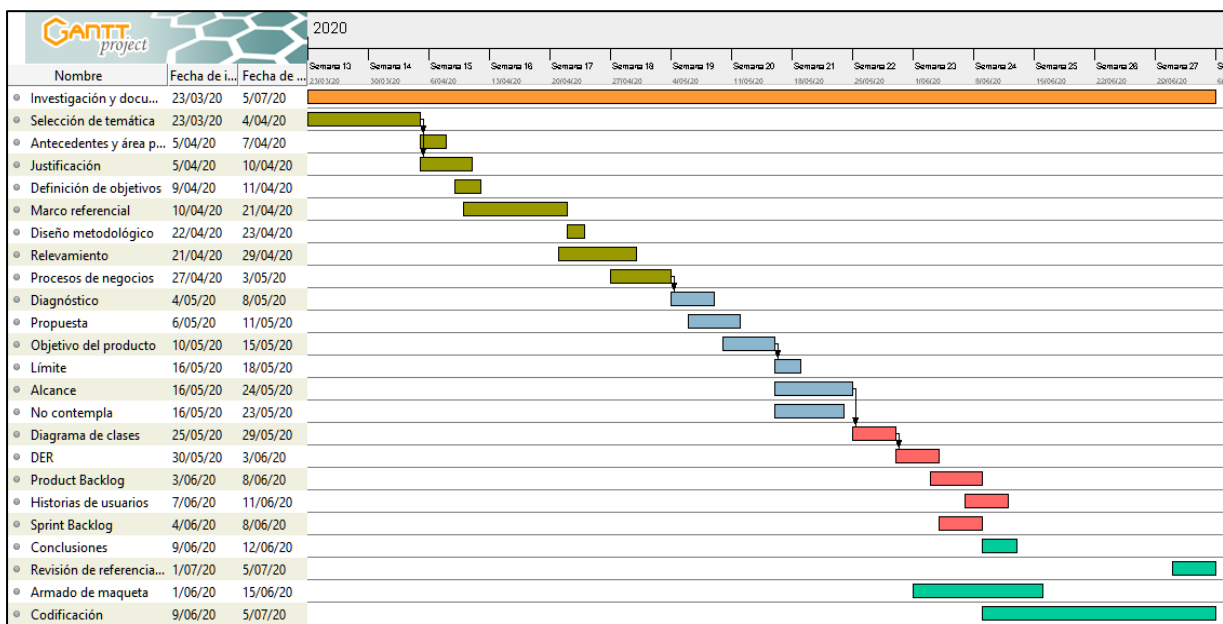
Debido a que no existe un precedente en cuando a la detección a tiempo real de vehículos de emergencia mediante cámaras, lo cual generó alta incertidumbre, se seleccionó la metodología de trabajo tipo scrum controlando el avance del producto mediante pequeños ciclos sprint.

Se construyó una maqueta de laboratorio utilizando una cámara de objetivo ojo de pez, montado sobre una Raspberry Pi como equipo de pruebas para la red neuronal en producción. A los efectos de emular el comportamiento de la controladora de semáforos se utilizó una placa de desarrollo Wemos mini m1d1.

El desarrollo de la red neuronal se realizó en lenguaje Python utilizando el entorno de desarrollo Spyder 4.01, importando para el Deep learning las librerías de Keras y TensorFlow y otras auxiliares para facilitar el procesamiento matemático de los datos.

El proceso de aprendizaje de una red neuronal consiste en dar un feedback sobre la decisión que debería haber tomado con respecto a la decisión que tomó, este proceso de ida y vuelta, realizado en varias oportunidades corrige los coeficientes de entrada de cada neurona, aumentando de este modo la precisión en la toma de decisiones, pero como el streaming de video es volátil se requiere ir almacenando la información procesada en una base de datos, en este caso hemos utilizado el motor de base de datos relacional MySql en su versión 8.

Figura 7 – Diagrama de Gantt. Etapas de elaboración del producto



Fuente: Elaboración propia.

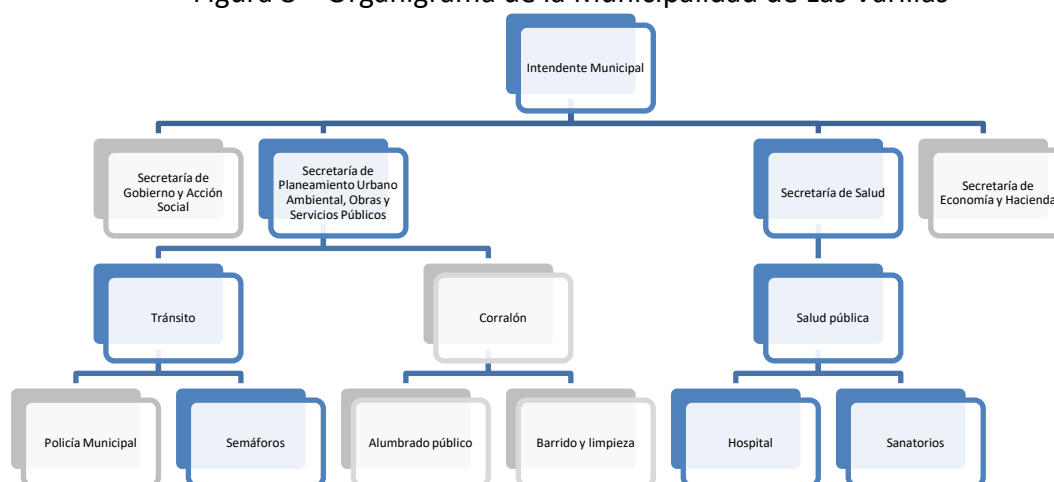
Relevamiento

Relevamiento estructural

Debido a que se ha creado un producto genérico, se trabajó con una organización modelada utilizando como modelo base la municipalidad de la ciudad de las varillas ubicada en la intersección de las rutas provincial 13 y nacional 158 en la provincia de Córdoba, Argentina.

La ciudad dispone de 6 ambulancias, pero sólo 3 están habilitadas para atender emergencias a través de EMMA que es un servicio privado que pertenece a la cooperativa.

Figura 8 – Organigrama de la Municipalidad de Las Varillas



Fuente: Honorable Consejo Deliberante Ordenanza 114.13 (H.C.D., 2013).

Como se puede observar la sección de semáforos se encuentra a cargo del área de tránsito, en algunas municipalidades el mantenimiento está a cargo del área de alumbrado público porque por lo general comprende el reemplazo de lámparas únicamente, en Las Varillas el mantenimiento correctivo y preventivo se encuentra delegado a terceros debido a que incluye lámparas y las controladoras electrónicas.

El motivo de relevar el mantenimiento de los semáforos es determinar las áreas afectadas para la implementación del producto a instalar como así también los usuarios potenciales del mismo.

Respecto al servicio de emergencias sanitarias, dependen del área de salud pública, aunque el sistema implementado funciona con ambulancias de cualquier origen.

Es importante destacar que dentro de la terminología utilizada por los servicios de emergencia se define el término **código rojo**, respecto a este punto el sr. Asis nos comenta

lo siguiente: “Llamamos código rojo al estado de emergencia en el cual el paciente corre riesgo de muerte si no recibe atención médica inmediata.”

Relevamiento funcional

Referidos a las tareas de instalación de cámaras de detección encontramos dos áreas involucradas, aquellas referidas a los semáforos como a los conductores de ambulancias.

Proceso: Mantenimiento de un semáforo

- Roles: El que informa el fallo, policía local o inspectores municipales.
- Pasos:
 1. Se verifica falla (la controladora hace destellar todas las luces amarillas cuando detecta una lámpara quemada)
 2. Se ingresa a la controladora y se verifica cuál es la lámpara quemada por medio de una pantalla que posee la misma.
 3. Si se requiere utilizar el elevador hidráulico se acordona el lugar con conos anaranjados, y se bajan los anclajes hidráulicos de la camioneta.
 4. Se reemplaza la lámpara.
 5. Se reinicia la controladora y se verifica si la hora está bien calibrada.
 6. Se comprueba funcionamiento y se retira elevador y conos anaranjados.

Proceso: Despacho de ambulancia

- Roles: El que recibe el llamado, llamante y chofer de ambulancia.
- Pasos:
 1. Se atiende el llamado y se preguntan pocos datos simples y rápidos, por ejemplo:
 - Lugar del hecho
 - Vehículos involucrados
 - Si el denunciante se encuentra en sitio
 - Estado de los damnificados, para saber si están conscientes.
 2. Se procede a asistir al lugar.

3. Se realiza tratamiento en sitio y se *empaqueta* a la persona para ser trasladada a la clínica correspondiente.
4. Se entrega la persona en el centro clínico.
5. Se alista la ambulancia para la siguiente emergencia.

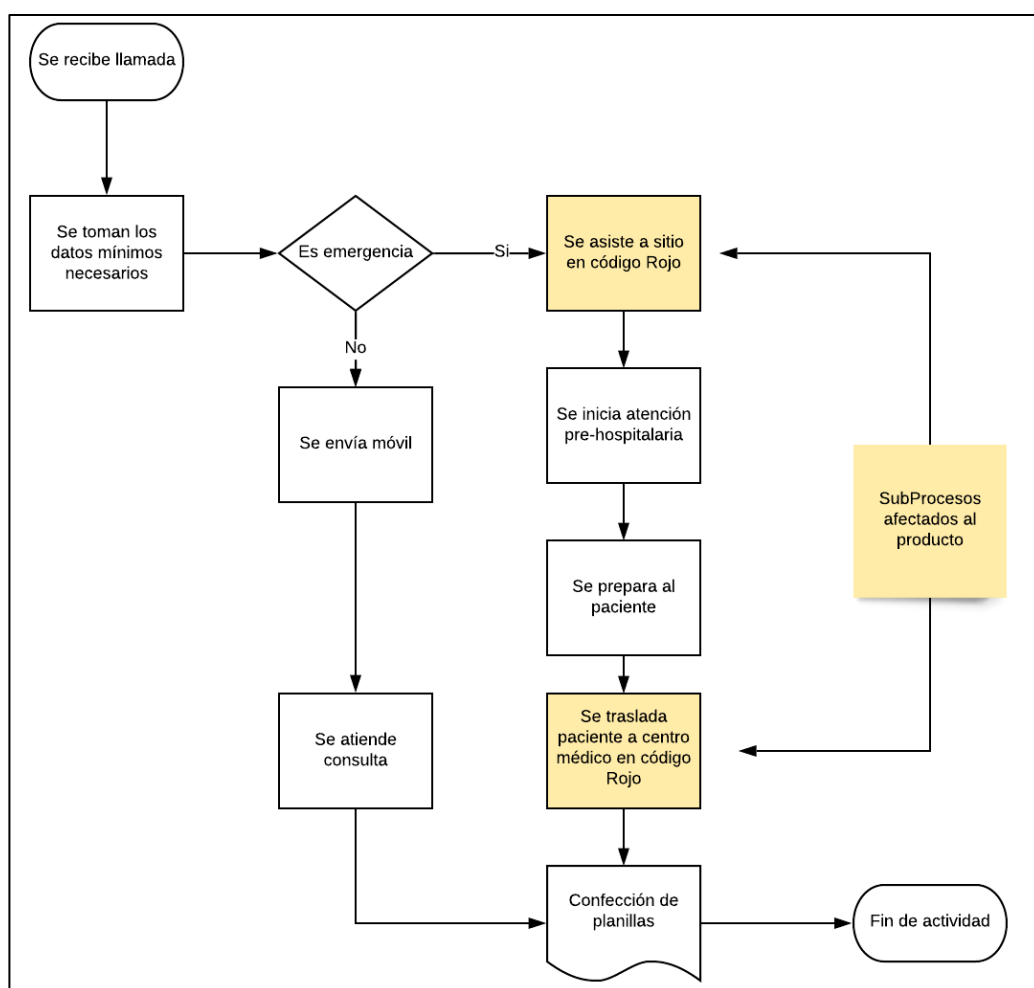
Relevamiento de documentación

Si bien en la entrevista del Sr. Gallo (ver Anexo II) se menciona la existencia de dos planillas que se llenan ante una emergencia, solo mostramos en el anexo la referida a la ambulancia como herramienta para saber los posibles recorridos de la misma.

Proceso de negocios

Se muestra el proceso sobre el cual el producto actúa al modificar el estado de los semáforos durante el traslado en código rojo.

Figura 9 – Flujograma de atención de código rojo.



Fuente: Entrevista a Sr. Javier Gallo (Anexo II).

Diagnóstico y propuesta

Diagnóstico:

De los procesos relevados surge el siguiente diagnóstico.

Proceso: Traslado de paciente en código rojo

Problema: Actualmente se produce un riesgo de accidente cada vez que una ambulancia cruza un semáforo en rojo mientras se encuentra en código rojo.

Causa: Los semáforos que posee el cliente carecen del algún tipo de control basado en análisis de tráfico.

Propuesta:

Crear un producto de software que por medio de la tecnología de redes neuronales tome los datos de streaming de una cámara de video y accione sobre la controladora de la esquina semaforizada.

Para cubrir las dos etapas del proceso se requieren dos productos:

- **Software de entrenamiento:** Debido a que no se cuenta con la cantidad de muestras necesarias para entrenar la red neuronal por el método de prueba y error, es necesaria una herramienta que permita predefinir las áreas de la pantalla y los colores que realizarán la activación de la controladora.
- **Software autónomo de control:** Una vez establecido el proceso de aprendizaje se cargan los datos en este sistema, este producto es el encargado de accionar la controladora del semáforo.

Objetivos, límites y alcances del prototipo

Objetivos del prototipo

Gestionar el proceso de aprendizaje de la red neuronal y permitir cargar lo aprendido al software autónomo de control.

Límites

El prototipo comprende desde que el técnico ingresa a la cámara de video hasta que entrega los datos al software autónomo de control.

Alcance

Los procesos involucrados en el presente prototipo son los siguientes:

- Definición de las áreas donde se analizará la detección temprana de la ambulancia, relacionando a que entrada de la controladora activará.
- Definición de las áreas de confirmación requerida a un la distancia necesaria.
- Definición tiempo máximo de retención de luz verde.
- Descarga de los datos del software autónomo.

No contempla

Las siguientes características no están incluidas dentro del desarrollo del producto.

- Análisis estadísticos de los datos.
- Acceso remoto a cualquiera de los productos de software que componen este proyecto.

Descripción del sistema

Product backlog

En la siguiente tabla se muestran las historias de usuario de los principales procesos de negocio, la columna ID representa el identificador de la Historia de Usuario (HU).

Tabla 5 – Product backlog.

HU	Historia de usuario	Sprint	Tipo	Prioridad
ID01	Ingreso al sistema.	Si	Requerimiento	Alta
ID02	Registrar una nueva esquina.	Si	Requerimiento	Alta
ID03	Cambiar datos de acceso de una esquina.	No	Requerimiento	Alta
ID04	Registrar áreas de detección con sus colores umbrales.	Si	Requerimiento	Alta
ID05	Realizar pruebas de detección con	Si	Requerimiento	Alta

	retroalimentación.			
ID06	Confirmar y almacenar pack de aprendizaje.	No	Requerimiento	Alta
ID07	Conectar con dispositivo autónomo.	No	Requerimiento	Alta
ID08	Subir pack de aprendizaje.	Si	Requerimiento	Alta
ID09	Descargar estadísticas de uso desde dispositivo autónomo.	Si	Requerimiento	Baja

Fuente: Elaboración propia.

Historias de usuario

Se detallan las historias de usuarios pertenecientes al backlog de la tabla 6.

Tabla 6 – Historia de usuario basada en product backlog.

Historia de Usuario	ID01
Título	Ingreso al sistema.
Descripción	Como usuario quiero acceder al aplicativo de configuración
Criterio de aceptación	<p>a) Si al pedir la contraseña no es correcta deberá mostrar un mensaje de error.</p> <p>b) Si al pedir la contraseña el usuario no ingresa ningún dato dará mensaje de error de contraseña.</p> <p>c) Si al pedir la contraseña la misma es correcta se debe pasar al menú principal.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID02
Título	Registrar una nueva esquina.
Descripción	Como usuario autenticado en ID01 quiero crear un nuevo sitio con los datos correspondientes.
Criterio de aceptación	a) Dados los campos de nombre del lugar, dirección, coordenadas de gps, tipo de intersección, nombre de SSID y contraseña si alguno de los campos está incompleto mostrará un mensaje de

	<p>error al grabar.</p> <p>b) Dada las coordenadas de GPS, si alguna se encuentra a menos de 10 metros de un lugar registrado dar un mensaje de error.</p> <p>c) Si todos los datos fueron ingresados correctamente dar, el mensaje <i>lugar dado de alta correctamente.</i></p>
--	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID03
Titulo	Cambiar datos de acceso de una esquina.
Descripción	Como usuario autenticado debo poder localizar un sitio ya cargada y modificar sus datos.
Criterio de aceptación	<p>a) En el campo buscador se deberá ingresar el código de sitio o parte de la dirección, si no se encuentra cargada mostrar mensaje <i>no se encuentra.</i></p> <p>b) Si la esquina está cargada se debe habilitar el botón editar...</p> <p>c) Se debe permitir modificar todos los datos con el criterio de aceptación del ID02.</p> <p>d) Al grabar los datos debe mostrar el mensaje <i>lugar modificado correctamente.</i></p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID04
Titulo	Registrar áreas de detección con sus colores umbrales.
Descripción	Como usuario autenticado quiero crear las áreas de detección y la salida que debe activar para cada uno de los sitios.
Criterio de aceptación	<p>a) En el campo buscador se deberá ingresar el código de sitio o parte de la dirección, si no se encuentra cargada mostrar mensaje <i>no se encuentra.</i></p> <p>b) Si la esquina está cargada se debe habilitar el botón zonas...</p>

	<p>c) Se abrirá la pantalla de creación de zonas de tipo activación y confirmación, con la posibilidad de asignar a un actuador determinado.</p> <p>d) Cada zona debe tener un actuador relacionado de lo contrario no permitirá grabar con el mensaje datos incompletos.</p> <p>c) Se permitirá grabar el grupo de zonas con el mensaje grabación correcta.</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID05
Titulo	Realizar pruebas de detección con retroalimentación.
Descripción	Como usuario autenticado quiero ingresar al área de pruebas de configuración para brindar retroalimentación al sistema.
Criterio de aceptación	<p>a) En el campo buscador se deberá ingresar el código de sitio o parte de la dirección, si no se encuentra cargada mostrar mensaje no se encuentra.</p> <p>b) Si la esquina está cargada se debe habilitar el botón aprendizaje...</p> <p>c) Debe permitir cargar un video desde un archivo .mp4 o procesar directamente desde el flujo de datos de la cámara.</p> <p>d) Al procesar el archivo de video se debe poder detener y regresar el mismo, mostrando cada una de las zonas con un color indicativo de activación.</p> <p>e) Durante el proceso se deben mostrar los estados de las salidas de actuadores (activada / desactivada) permitiendo modificar el valor obtenido versus el valor esperado.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID06
Titulo	Confirmar y almacenar pack de aprendizaje.

Descripción	Como usuario autenticado debo poder almacenar los .
Criterio de aceptación	<p>a) Cuando los resultados obtenidos en ID05 sean los aceptados por el usuario se debe permitir grabar los parámetros de la red neuronal en la base de datos.</p> <p>b) Una vez grabados debe mostrar el mensaje grabación correcta.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID07
Título	Conectar con dispositivo autónomo.
Descripción	Como usuario autenticado debo poder comunicarme por medio de wifi al equipo autónomo.
Criterio de aceptación	<p>a) En el campo buscador se deberá ingresar el código de sitio o parte de la dirección, si no se encuentra cargada mostrar mensaje no se encuentra.</p> <p>b) Si la esquina está cargada se debe habilitar el botón subir conectar...</p> <p>c) El usuario debe reiniciar el equipo autónomo por medio de la interrupción de su fuente de alimentación y generar con un <i>Access Point</i> una SSID con el nombre almacenado en la configuración.</p> <p>d) Se buscará dentro de la red local el equipo autónomo y se realizará la conexión y se habilitarán los botones de subir pack y descargar datos.</p> <p>e) De no encontrarse el equipo después de 1 minuto se debe mostrar el mensaje conexión fallida.</p> <p>f) Una vez conectado el usuario puede cortar la conexión, con lo que el equipo autónomo ingresará a modo operación.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID08
---------------------	-------------

Titulo	Subir pack de aprendizaje.
Descripción	Como usuario conectado al equipo autónomo debo poder subir los parámetros de la red neuronal al dispositivo de la cámara.
Criterio de aceptación	<p>a) Dado un usuario conectado con el ID07 debo poder subir el pack de datos obtenidos en el ID06.</p> <p>b) Si el equipo autónomo no pudo recibir correctamente los datos debe dar un mensaje de proceso fallido.</p> <p>c) Si el equipo autónomo pudo recibir los datos correctamente debe dar un mensaje de exitoso.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 – Historia de usuario basada en product backlog

Historia de Usuario	ID09
Titulo	Descargar estadísticas de uso desde dispositivo autónomo.
Descripción	Como usuario conectado al equipo autónomo debo poder descargar los datos de utilización del mismo.
Criterio de aceptación	<p>a) Dado un usuario conectado con el ID07 debo poder descargar los datos del equipo autónomo.</p> <p>b) Debe permitir ingresar desde que fecha se desean descargar los datos y si se desea eliminar los mismos luego de una descarga exitosa.</p> <p>c) De no poder realizar la descarga se debe mostrar un mensaje de operación fallida.</p> <p>d) En caso de recibir correctamente los datos se debe mostrar el mensaje exitoso.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Sprint Backlog

Para poder realizar el producto se seleccionaron las historias de usuarios más representativas, se muestran los ciclos de trabajos relacionados en las siguientes tablas.

Tabla 15 – Historia de usuario seleccionada basada en primer ciclo sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad
1	ID01 Ingreso al sistema	01	Diseñar diagrama de clases y DER correspondiente al módulo.	Alta
		02	Diseñar diagrama de entidad – relación.	Alta
		03	Diseñar base de datos en base al diagrama de entidad – relación.	Media
		04	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario.	Media
		05	Diseñar interfaz gráfica.	Alta
		06	Implementar e integrar módulo a sistema.	Media
		07	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente.	Alta
		08	Realizar test de integración cohesionado a otros módulos del sistema.	Alta

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 – Historia de usuario seleccionada basada en segundo ciclo sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad
2	ID02 Registrar una nueva esquina	01	Diseñar diagrama de clases y DER correspondiente al módulo.	Alta
		02	Diseñar diagrama de entidad – relación.	Alta
		03	Diseñar base de datos en base al diagrama de entidad – relación.	Media
		04	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario.	Media
		05	Diseñar interfaz gráfica.	Alta
		06	Implementar e integrar módulo a sistema.	Media
		07	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente.	Alta
		08	Realizar test de integración cohesionado a	Alta

			otros módulos del sistema.	
--	--	--	----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 – Historia de usuario seleccionada basada en tercer ciclo sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad
3	ID04 Registrar áreas de detección con sus colores umbrales	01	Diseñar diagrama de clases y DER correspondiente al módulo.	Alta
		02	Diseñar diagrama de entidad – relación.	Alta
		03	Diseñar base de datos en base al diagrama de entidad – relación.	Media
		04	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario.	Media
		05	Diseñar interfaz gráfica.	Alta
		06	Implementar e integrar módulo a sistema.	Media
		07	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente.	Alta
		08	Realizar test de integración cohesionado a otros módulos del sistema.	Alta
		09	Investigar sobre tipos de lentes sin filtro infrarrojo y los colores que producen.	Media

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 – Historia de usuario seleccionada basada en cuarto ciclo sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad
4	ID05 Realizar pruebas de detección con retroalimentación	01	Diseñar diagrama de clases y DER correspondiente al módulo.	Alta
		02	Diseñar diagrama de entidad – relación.	Alta
		03	Diseñar base de datos en base al diagrama de entidad – relación.	Media
		04	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario.	Media

		05	Diseñar interfaz gráfica.	Alta
		06	Implementar e integrar módulo a sistema.	Media
		07	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente.	Alta
		08	Realizar test de integración cohesionado a otros módulos del sistema.	Alta
		09	Analizar si hay un máximo que se deba limitar a la cantidad de pruebas con un mismo video de entrada.	Media

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 – Historia de usuario seleccionada basada en quinto ciclo sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad
5	ID08 Subir pack de aprendizaje	01	Diseñar diagrama de clases y DER correspondiente al módulo.	Alta
		02	Diseñar diagrama de entidad – relación.	Alta
		03	Diseñar base de datos en base al diagrama de entidad – relación.	Media
		04	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario.	Media
		05	Diseñar interfaz gráfica.	Alta
		06	Implementar e integrar módulo a sistema.	Media
		07	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente.	Alta
		08	Realizar test de integración cohesionado a otros módulos del sistema.	Alta
		09	Investigar sobre equipos <i>Access Point</i> que permitan la configuración del SSID	Media

			por medio de una API.	
--	--	--	-----------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

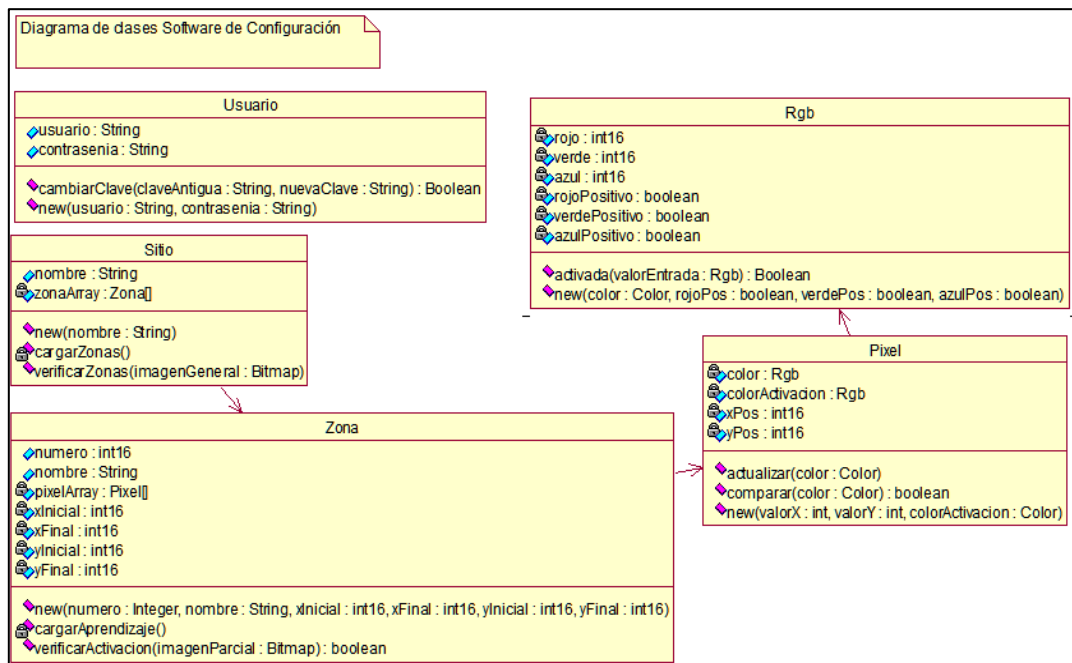
Tabla 20 – Historia de usuario seleccionada basada en sexto ciclo sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad
6	ID09 Descargar estadísticas de uso desde dispositivo autónomo	01	Diseñar diagrama de clases y DER correspondiente al módulo.	Media
		02	Diseñar diagrama de entidad – relación.	Media
		03	Diseñar base de datos en base al DER.	Media
		04	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario.	Media
		05	Diseñar interfaz gráfica.	Media
		06	Implementar e integrar módulo a sistema.	Media
		07	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente.	Media
		08	Realizar test de integración.	Media

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de clase

Figura 10 – Diagrama de clases correspondiente a software de configuración.

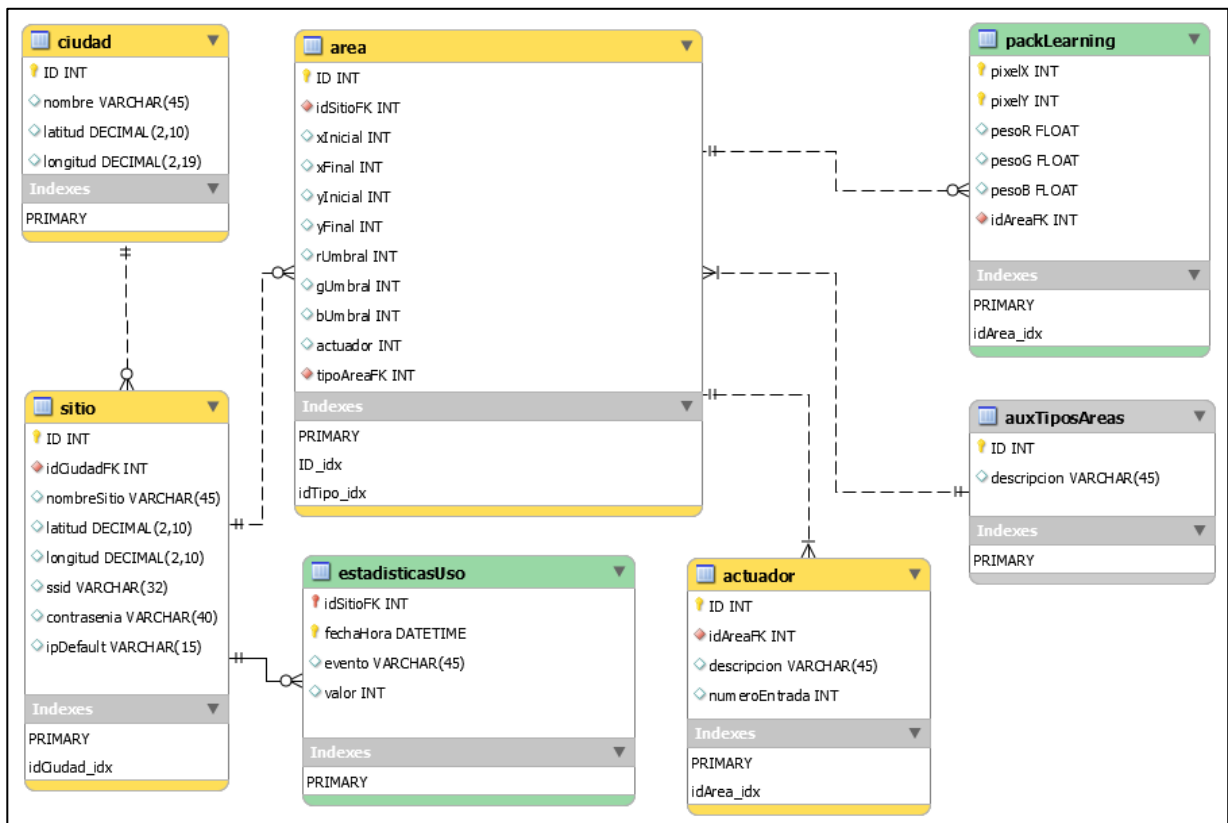


Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de entidad-relación

Se muestra estructura de la base de datos necesaria para almacenar los datos del producto.

Figura 11 – DER correspondiente a software de configuración.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 – Diccionario de datos de diagrama de entidad relación.

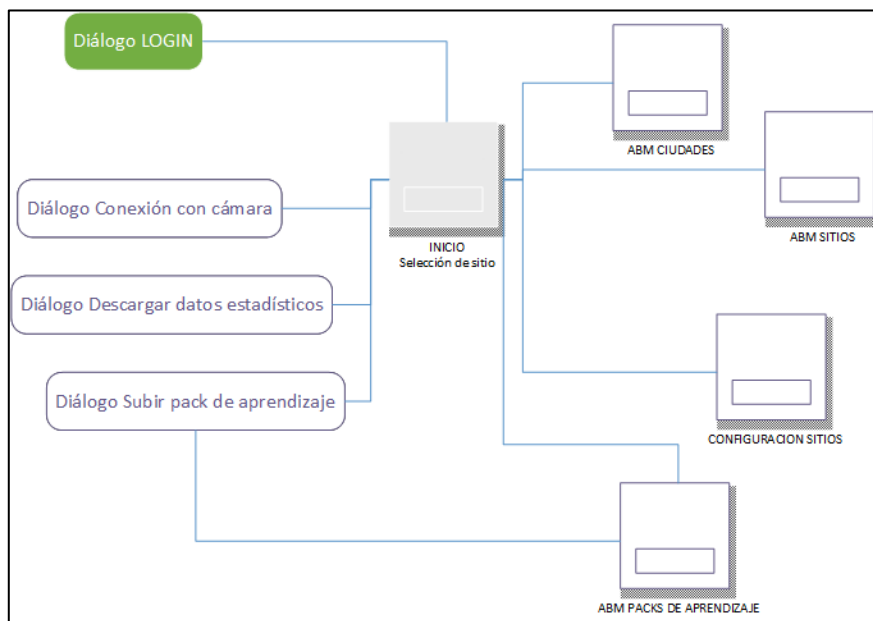
Nombre de la tabla: ciudad				
Campo	Tipo	Longitud	PK	FK
ID	INT		X	
nombre	VARCHAR	45		
latitud	DECIMAL	2,10		
longitud	DECIMAL	2,10		
Nombre de la tabla: sitio				
Campo	Tipo	Longitud	PK	FK
ID	INT		X	
idCiudadFK	INT			X

nombreSitio	VARCHAR	45		
latitud	DECIMAL	2,10		
longitud	DECIMAL	2,10		
ssid	VARCHAR	32		
contrasenia	VARCHAR	40		
ipDefault	VARCHAR	15		
Nombre de la tabla: area				
Campo	Tipo	Longitud	PK	FK
ID	INT		X	
idSitioFK	INT			X
xInicial	INT			
xFinal	INT			
yInicial	INT			
yFinal	INT			
rUmbral	INT			
gUmbral	INT			
bUmbral	INT			
actuador	INT			
tipoAreaFK	INT			X
Nombre de la tabla: estadisticasUso				
Campo	Tipo	Longitud	PK	FK
idSitioFK	INT			X
fechaHora	DATETIME			
evento	VARCHAR	45		
valor	INT			
Nombre de la tabla: packLearning				
Campo	Tipo	Longitud	PK	FK
pixelX	INT			
pixelY	INT			
pesoR	FLOAT			
pesoG	FLOAT			

pesoB	FLOAT			
idAreaFK	INT			X
Nombre de la tabla: auxTiposAreas				
Campo	Tipo	Longitud	PK	FK
ID	INT		X	
descripcion	VARCHAR	45		

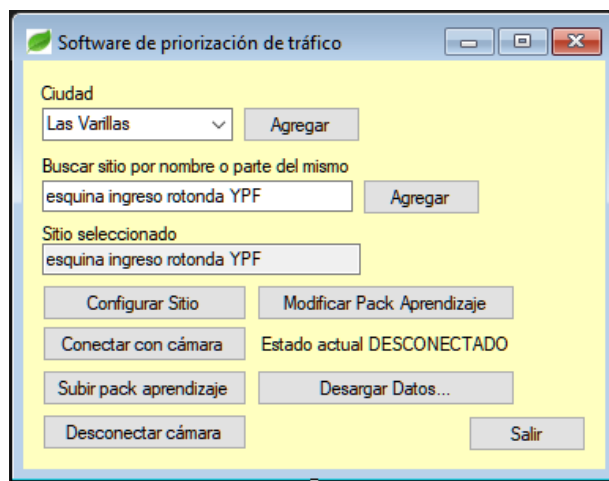
Prototipos de interfaces de pantallas

Figura 12 – Esquema de navegación de la aplicación.



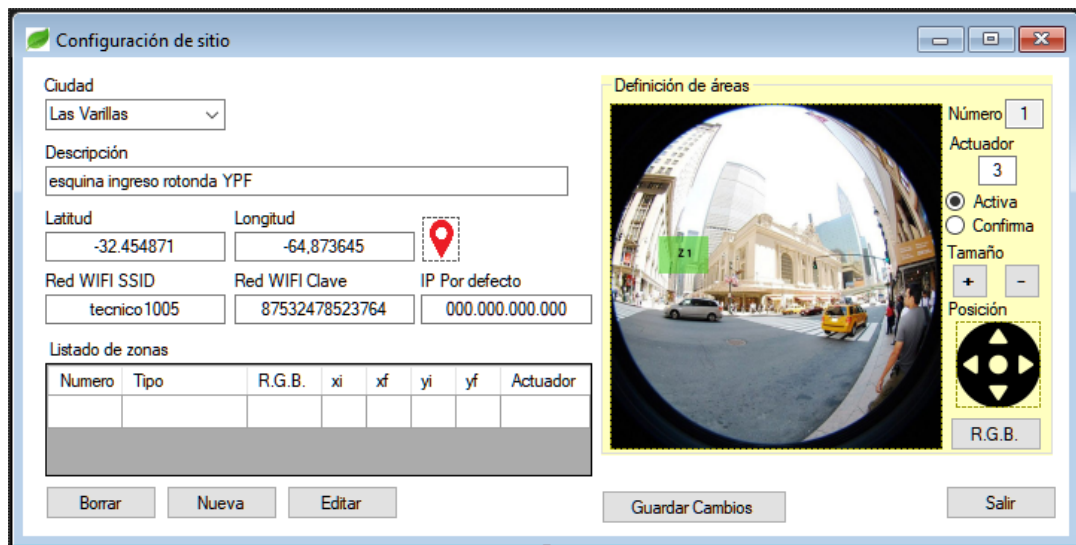
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 – Pantalla de inicio del sistema



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14 – Pantalla de configuración de sitio



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15 – Pantalla de creación de pack de aprendizaje



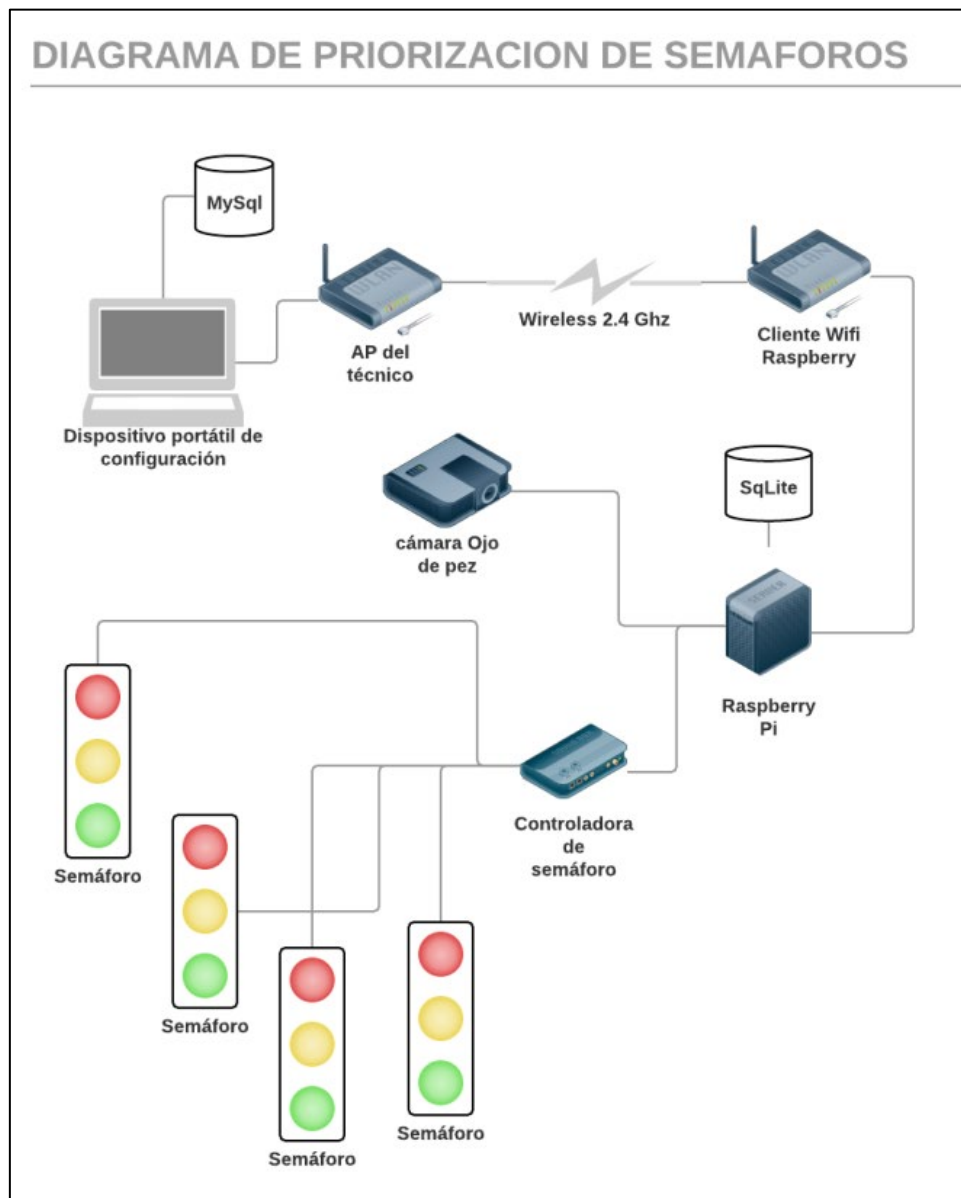
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de arquitectura

Dentro de la arquitectura a utilizar se denotan dos sectores:

- Por un lado lo que va a utilizar el técnico cuando visite el sitio de instalación con su notebook y un Access Point (AP).
- Por otro lado lo que va instalado en la esquina propiamente dicha, el cliente Wifi, la cámara, el equipo Raspberry y la controladora del semáforo.

Figura 16 – Diagrama de red de la solución



Fuente: Elaboración propia.

Seguridad

Acceso a la aplicación

La aplicación fue concebida como un módulo autónomo por lo que no se pueden establecer restricciones permanentes, aunque se controla por medio de temporizadores los accesos no autorizados.

Por otro lado la seguridad del acceso Wifi al módulo de control se realiza por medio de una conexión invertida, es decir que el AP lo genera la notebook del técnico, actuando el

módulo instalado en el semáforo como cliente. De esta forma se evita en acceso no autorizado ya que la señal de AP se encuentra presente sólo en momentos donde el técnico la genere.

Tabla 22 – Políticas de seguridad de aplicación.

Nro.	A	B	Módulo	Política
1			n/a	<p>Se definen dos niveles de acceso de usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A – Administrador: Accede a todos los módulos. • B – Técnico: Accede solo a los módulos de carga y descarga de datos.
2	X	X	Login	<p>La contraseña debe tener una longitud mínima de 8 caracteres, incluyendo mayúsculas, minúsculas y números.</p> <p>El almacenamiento de la contraseña dentro de la base de datos debe encriptarse con codificación SHA1.</p> <p>Cuando se ingrese 3 veces en forma incorrecta la contraseña se impedirá el acceso a la aplicación durante 15 minutos la primera vez, y 1 hora desde la segunda en adelante.</p>
3	X		Aprendizaje Backup ABM sitios	<p>Se solicitará la contraseña nuevamente cada vez que se quieran grabar los datos.</p>
4	X	X	Todos	<p>Luego de 30 minutos de inactividad se volverá a pedir logueo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Políticas de respaldo

Tabla 23 – Políticas de respaldo de datos.

Nro.	A	B	Módulo	Política
1	X		Todos	<p>Los datos se grabarán en una base de datos en el disco duro local de la notebook.</p>
2	X		Backup	<p>Para poder utilizar la aplicación es necesario que no hayan transcurrido más de 48 horas desde la realización desde el último backup a un servidor en la nube.</p>

3	X	X	Carga y descarga	La descarga de los datos que se encuentren almacenados en el módulo instalado en el semáforo se almacenará en el disco duro de la notebook hasta que se sincronicen con el RDBMS ubicado en la nube.
4	X		Instalación	Ante una eventual reinstalación o pérdida de datos la aplicación podrá sincronizar los mismos desde el servidor ubicado en la nube.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de costos

A los fines de representar el aspecto financiero de este estudio, se realizan dos propuestas:

- A. Implementar el sistema con la menor cantidad de costos fijos posibles, esto implica comprar la mayoría del hardware necesario. Este escenario es recomendable en las siguientes situaciones:
 - Gran cantidad de esquinas semaforizadas a implementar.
 - Infraestructura previa que pueda ser aprovechada.
 - Cuando se cuente con personal de IT capacitado.
- B. Alquilar algunos de los servicios necesarios, esta opción presenta una menor inversión inicial pero mayores costos fijos. Se recomienda esta opción en los siguientes casos:
 - Implementación en pocas esquinas semaforizadas.
 - No se cuenta con personal IT capacitado.
 - No se dispone de hardware existente.

En el análisis de costos se incluye las columnas A y B a fin de especificar a cuál de las alternativas se refiere el costo, el lector puede de esta forma adaptar el presupuesto a su necesidad.

A modo informativo el valor dólar vendedor del Banco Central de la República Argentina. Al día 11/06/2020 1 U\$D = 72,34 AR\$. Por otro lado, en los subtotales se encuentran consideradas las cantidades.

Tabla 24 – Análisis de costos de desarrollo.

Rol	Honorarios mensuales ar\$	Meses Totales	Subtotal ar\$
Programador IA	96,006.75	3	288,020.26
Analista funcional	54,744.02	1	54,744.02
Ingeniero	89,469.39	3	268,408.17
Tester	68,089.30	3	204,267.90
Diseño gráfico Jr.	34,089.50	1	34,089.50
Total Desarrollo U\$D (opciones A y B):			849,529.85

Fuente elaboración propia.

Los valores referidos a mano de obra fueron tomados desde la página web del Consejo profesional de ciencias informáticas de la provincia de Córdoba el día 11/06/2020 (CPCIPC, 2020).

Tabla 25 – Análisis de costos operativos – Opción A

Recurso	Cantidad para una esquina (*)	Fuente	Subtotal Inicial ar\$	Subtotal mensual ar\$
Servidor RDBMS i5, 8GB RAM, con 2 HDD de 1TB	1	https://www.dell.com/es-es/work/shop/productdetailstxn/poweredge-t440	259,917.62	n/a
Licencia Windows 2019 R 2	1	https://www.uniq.software/es/	3,906.36	n/a
Firewall por hardware.	1	http://www.mikrotik.com.ar/producto/rb2011uiasm/	22,937.78	n/a
Programación del firewall	1	https://www.mkesolutions.net/	5,063.80	n/a
Conexión a internet.	1	https://www.cablevisionfibertel.com.ar/	n/a	2,170.20
Notebook Dell i5	1	https://www.dell.com/ar/	139,977.90	n/a

con 8gb ram y disco 1TB.		empresas/p/inspiron-14-3467-laptop/pd?ref=PD_Family		
AP Wifi mikrotik modelo mAP lite.	1	http://www.mikrotik.com.ar/producto/rbmapl-2nd-map-lite/	1,446.80	n/a
(*) Cámara Ojo Pez, se utilizan 1 cada 2 calles a controlar.	2	https://tienda.starware.com.ar/producto/camara-modulo-omnivision-raspberry-ov5647-ojo-pez-170g-5mp/	7,717.95	n/a
(*) Raspberry Pi4	2	https://tienda.starware.com.ar/producto/raspberry-pi-4-b-2gb-ram-kit-element14-completo-64gb-dual-fan-cooler/	26,768.80	n/a
Placa opto acopladora	2	https://tienda.starware.com.ar/producto/modulo-relay-arduino-4-canales-5v-10a-optoacoplado/	408.72	n/a
Fuente CC 5V 5A	1	https://tienda.starware.com.ar/producto/fuente5v5a/	1,229.78	n/a
Total Operativos ar\$ Opción A:			469375.51	2,170.20

Fuente elaboración propia.

Tabla 26 – Análisis de costos operativos – Opción B

Recurso	Cantidad para una esquina (*)	Fuente	Subtotal Inicial ar\$	Subtotal mensual ar\$
Alquiler Servidor RDBMS i5, 8GB RAM,	1	https://www.hostinger.com.ar/precios	n/a	2,999.94

con 2 HDD de 1TB. Con licencia Windows.				
Notebook Dell i5 con 8gb ram y disco 1TB. Con licencia windows.	1	https://www.dell.com/ar/empresas/p/inspiron-14-3467-laptop/pd?ref=PD_Famil y	139,977.90	n/a
AP Wifi mikrotik modelo mAP lite.	1	http://www.mikrotik.com.ar/producto/rbmapl-2nd-map-lite/	1,446.80	n/a
(*) Cámara Ojo Pez, se utilizan 1 cada 2 calles a controlar.	2	https://tienda.starware.com.ar/producto/camara-modulo-omnivision-raspberry-ov5647-ojo-peze-170g-5mp/	7,717.95	n/a
(*) Raspberry Pi4	2	https://tienda.starware.com.ar/producto/raspberry-pi-4-b-2gb-ram-kit-element14-completo-64gb-dual-fan-cooler/	26,765.80	n/a
Placa opto acopladora	2	https://tienda.starware.com.ar/producto/modulo-relay-arduino-4-canales-5v-10a-optoacoplado/	408.72	n/a
Fuente CC 5V 5A	1	https://tienda.starware.com.ar/producto/fuente5v5a/	1,229.78	n/a
Total Operativos ar\$ Opción B:			177,546.95	2,999.94

Fuente elaboración propia.

Nota, en los subtotales se encuentran consideradas las cantidades.

Tabla 27 – Resumen de precios

Opción	Descripción	Inicial ar\$	Recurrente Mensual ar\$
A	Total de costos para la opción compra de todo el hardware.	469,375.51	2,170.20
B	Total de costos para la opción de alquiler de servicios.	177,546.95	2,999.94

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de riesgos

En este apartado se especifican los riesgos que posee el proyecto, los rangos de valores que los califican son los siguientes:

- Probabilidad de ocurrencia (PO): (Baja-Media-Alta)
- Impacto (I): (1-bajo -> 5-muy alto)

Tabla 28 – Análisis de riesgos

Nro.	Riesgo	PO	I	Plan en caso de contingencia
01	Acceso no autorizado a módulo de control.	Baja	5	a. Conexión wifi invertida (AP) del lado del técnico. b. SSID oculta y distinta para cada módulo (configurable desde carga de datos) c. Contraseña segura (configurable desde carga de datos) d. Conexión solo posible desde el encendido hasta 15 minutos posteriores.
02	Daño al módulo por golpe de tensión.	Alta	5	a. Conexión de señales débiles por medio de opto acopladores. b. Alimentación por medio de

				<p>transformador de aislación.</p> <p>c. Protección de sobretensiones.</p>
03	Cortocircuito en las salidas del módulo de control.	Baja	3	<p>a. Conectar por medio de opto acopladores las salidas del módulo de control a la entrada del mismo a fin de detectar posible cortocircuito.</p> <p>b. Ante eventual cortocircuito el módulo debe quedar no operativo almacenando el motivo y ordenando su auto apagado.</p>
04	Placa quemada de módulo de control.	Media	1	<p>a. Al estar quemada la placa y estar conectada por opto acopladores, la misma no actuará sobre los semáforos.</p> <p>b. Realizar una inspección periódica que permita controlar su correcto funcionamiento.</p>
05	Pérdida de datos en la notebook o daño en la notebook.	Media	2	<p>a. El sistema para su utilización debe realizar un backup en la nube mínimo 48 horas después de realizar un cambio.</p> <p>b. Ante una pérdida de datos proceder a la reinstalación y descarga de los datos desde la nube.</p>
06	Daño en la base de datos en la nube.	Baja	5	<p>a. Al realizar la subida de datos se debe verificar la integridad de la base de datos.</p> <p>b. Se realizará un backup automático periódico dentro del servidor en la nube y almacenando los datos en un servidor distinto.</p>

07	Velocidad insuficiente de detección	Media	5	<p>a. Se puede solucionar actualizando el procesador del módulo de detección.</p> <p>b. Se puede solucionar subiendo la altura de la cámara de detección a fin de detectar a mayor distancia.</p> <p>c. Se puede solucionar poniendo el módulo de control a 50 metro antes del semáforo, lo que requerirá un módulo de control para cada calle.</p>
08	Robo de información	Baja	4	<p>a. Para evitar el robo de los datos del servidor en la nube, utilizar un sistema de clave pública y privada al fin de certificar el origen de las transacciones.</p>
09	Utilización de señales lumínicas falsas	Baja	1	<p>a. A fin de evitar el uso indebido, se tomará y almacenará una fotografía de cada vehículo que realizó el cambio de estado de los semáforos. Esto permitirá también controlar el correcto funcionamiento de la detección.</p>
10	Bajo porcentaje de precisión en la detección	Media	4	<p>a. A fin de poder mejorar la detección se le pide a los vehículos de emergencia que reporten el hecho junto con la fecha y hora de ocurrencia, ya que, la luminosidad y el clima son factores que afectan el desempeño.</p>
11	Desconocimiento del sistema por rotación del personal que lo utiliza	Alta	5	<p>a. Se confeccionan manuales completos que expliquen el funcionamiento.</p> <p>b. También se dispone en internet de material de actualización y videos que</p>

				<p>permitan auto capacitarse a los nuevos interesados.</p>
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El Sistema de Priorización de Ambulancias Basado en Cámaras fue creado con dos objetivos:

1. Primero el de poder utilizar la inteligencia artificial como medio para salvar vidas evitando accidentes por un lado y que un vehículo de emergencia quede atascado en un embotellamiento.
2. Como segundo objetivo al observar las medidas sanitarias que se han tomado en el año 2020 con respecto a los efectos del COVID-19, se observa el desaprovechamiento de los carriles vehiculares al afectar algunos con exclusividad para vehículos de emergencia y seguridad.

Este producto puede mitigar ambos problemas utilizando optimizaciones, quizás desde el punto de vista económico no sea una alternativa atractiva pero, ¿Cuál es el valor de una vida?, sólo evitando un accidente el objetivo se habrá cumplido.

Profesionalmente creo que el análisis de video por medio de redes neuronales es hoy una tecnología emergente que está poco valorada, en este caso puntual se ha utilizado para la detección de vehículos de emergencias, pero las aplicaciones son mucho mayores.

En lo personal he sido desarrollador de software durante muchos años y el análisis de señales analógicas de audio y video siempre ha sido algo en lo que nunca tuve la oportunidad de investigar por estar muy lejos del área de trabajo que abordo cotidianamente.

El funcionamiento de una red neuronal por medio de software me pareció apasionante, aunque considero que mal llamada *inteligencia artificial* es una aproximación que permite salirse del software procedimental que tiende a ser una simple *máquina de estados*, en esta oportunidad utilizada para salvar vidas.

Este trabajo final de graduación fue realizado con la premisa de ¿si no es ahora cuando? con muchísima incertidumbre afronté el desafío y fue totalmente satisfactorio.

El poder realizar un trabajo sin que se busque rédito económico, sino que su principal objetivo es la obtención de conocimiento, es una oportunidad que no se debe desaprovechar, haber encontrado un proyecto que permitió aplicar absolutamente todo lo aprendido a lo largo de mi carrera es un indicio que me encuentro en el camino correcto.

Demo

Para poder mostrar el funcionamiento se realizó un video de demostración, ya que al momento de la creación de este documento el producto se encuentra proceso de codificación.

Dicho video se puede consultar en la siguiente dirección.

https://drive.google.com/drive/folders/1P_e3rUnJ1MUCfWNZht_6HdPlp7ysti3f?usp=sharing

Referencias

- Bieker-Walz, L. (01 de Mayo de 2017). *ResearchGate*. Obtenido de Cooperative Traffic Management for Emergency Vehicles in the City of Bologna: https://www.researchgate.net/publication/322404523_Cooperative_Traffic_Management_for_Emergency_Vehicles_in_the_City_of_Bologna
- CPCIPC. (11 de 06 de 2020). *Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Córdoba*. Obtenido de <https://www.cpcipc.org.ar/content/honorarios>
- Digitales, P. (14 de Febrero de 2018). *Todo lo que necesitas saber sobre TensorFlow*. Obtenido de <https://puentesdigitales.com/2018/02/14/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-tensorflow-la-plataforma-para-inteligencia-artificial-de-google/>
- Dzoom. (27 de Abril de 2020). *Dzoom*. Obtenido de Objetivos Ojo de Pez, Todo lo que Necesitas Saber y Cuál Comprar: <https://www.dzoom.org.es/ojo-de-pep/>
- Ellsworth, A. (15 de Mayo de 2019). *The Ellsworth America*. Obtenido de Eyes in the sky aim to improve city traffic: <https://www.ellsworthamerican.com/featured/eyes-in-the-sky-aim-to-improve-city-traffic-2/>
- H.C.D. (18 de Septiembre de 2013). *Honorable Consejo Deliberante*. Obtenido de Ordenanzas 2013: <http://hcdlasvarillas.gob.ar/images/pdfs/ordenanzas/2013/114.13.pdf>
- Halfacree, G. (2019). *Raspberry Pi Begginer's Guide*. Cowley Road, Cambridge, United Kingdom: Raspberry Pi Trading Ltd.
- Infobae. (17 de Abril de 2020). *Infobae*. Obtenido de Chocó la camioneta que trasladaba al director del SAME, Alberto Crescenti: <https://www.infobae.com/sociedad/2020/04/17/choco-la-camioneta-que-trasladaba-al-director-del-same-alberto-crescenti/>
- JoyanesAguilar, L. (2006). *Programación en C++, Algoritmos, estructuras de datos* (2da ed.). Madrid, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A.
- Kirsch, J. H. (2019). *Machine Learning for dummies*. Hoboken, New Jerrsey, United States: John Wiley & Sons, Inc.
- Ley24449. (23 de Diciembre de 1994). *Ministerio de Justicia y Derechos Humanos*. Obtenido de Ley de Tránsito: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/norma.htm>

Oracle. (27 de Abril de 2020). *Sitio web corporativo ORACLE*. Obtenido de <https://www.oracle.com/ar/mysql/>

Oracle. (27 de 04 de 2020). *Sitio web corporativo ORACLE*. Obtenido de <https://www.oracle.com/ar/mysql/>

Prometec. (29 de Abril de 2020). *Prometec*. Obtenido de WEMOS D1 ESP8266 WIFI: <https://www.prometec.net/wemos-d1-esp8266-wifi/>

PuentesDigitales. (14 de Febrero de 2018). *Todo lo que necesitas saber sobre TensorFlow*. Obtenido de <https://puentesdigitales.com/2018/02/14/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-tensorflow-la-plataforma-para-inteligencia-artificial-de-google/>

PythonOrg. (27 de Abril de 2020). *The Python Tutorial*. Obtenido de <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html>

Resolución749. (06 de Septiembre de 2000). *Ministerio de Justicia y Derechos Humanos*. Obtenido de Ministerio de Salud: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64274/norma.htm>

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software* (Novena ed.). México, Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.

Spyder. (29 de Abril de 2020). *Spyder Website*. Obtenido de <https://www.spyder-ide.org/>

Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). *Redes de Computadoras*. México: Pearson Educación.

Tutorial, R. (27 de 04 de 2020). *Empezando con Keras*. Obtenido de <https://riptutorial.com/es/keras>

WEMOS. (29 de Abril de 2020). *LOLIN D1 Mini*. Obtenido de https://www.wemos.cc/en/latest/d1/d1_mini.html

Anexos

Anexo 1 – Entrevista con Sr. Gonzalo Asis (27/04/2020)

Pregunta 1: Para ubicar a los lectores... ¿podría decirnos su nombre completo y cuál es su relación con los servicios de emergencia sanitarios?

Respuesta: Mi nombre es Gonzalo Asis, hace 25 años que manejo ambulancias, soy paramédico y hago las dos funciones pero siempre me tocó pilotar, actualmente conduzco en la ciudad de Córdoba un móvil AVA (Apoyo Vital Avanzado) que es de alta complejidad donde vamos tres tripulantes, dos paramédicos de los cuales uno maneja más el médico.

Pregunta 2: ¿Cuál es la experiencia de ustedes respecto a los accidentes o situaciones de riesgos al conducir ambulancias en esquinas con semáforos?

Respuesta: He ido a muchos accidentes de compañeros con sus ambulancias dadas vuelta y choques. Yo particularmente protagonicé uno también donde manejaba en la Cañada esquina Pueyrredón y choqué un auto al medio al cruzar en rojo el semáforo.

Pregunta 3: ¿Cuándo conduce en emergencia, a qué velocidad lo hacen?

Respuesta: Es relativo, depende de por donde se conduce, el horario. Lo que se trata siempre es de llegar, no te lo podría expresar en Km/h porque, también depende de la gravedad del herido, se maneja lo más rápido que se puede sin poner en riesgo ni al paciente ni a la gente que va trabajando atrás, a veces cuando es una emergencia pura muchas veces van sueltos o van parados tratando al paciente, uno tiene que ser consciente de eso y tratar de que no se golpeen. En el centro se viaja a la velocidad que te dejan los autos. El manual de manejo defensivo da algunas pautas más precisas respecto al desempeño de las ambulancias en código rojo.

Pregunta 4: Necesitamos saber a qué distancia debemos detectar la ambulancia para poder conmutar el semáforo, por eso es necesario saber la velocidad máxima. ¿No recuerda algún ejemplo?

Respuesta: En el sentido práctico no vas viendo a cuanto vas, salvo que vaya en circunvalación a alta velocidad porque uno puede concentrar más la atención, estos son casos raros y no lo hacemos generalmente, en ciudad son tantos los factores que vas viendo

el tráfico los autos, los badenes, los semáforos porque vamos pasando en rojo. Para las avenidas principales como es el caso de Av. Colón que tiene semáforos sincronizados desde plaza Colón hasta Av. Patria aprovechamos la onda verde que debe andar cerca de los 50 Km/h. Hoy pude ver la velocidad íbamos a 70Km/h en Monseñor Pablo Cabrera pasando los semáforos en verde. Hay estudios que dicen que la velocidad ideal para código rojo es de 60Km/h porque le da tiempo a los otros vehículos a acomodarse para el paso de la ambulancia, siendo que a velocidades mayores se genera una compresión de tráfico frente al vehículo de emergencia.

Pregunta 5: ¿Tienen procedimientos sobre cómo se debe realizar el cruce con luz roja?

Respuesta: El manual de manejo defensivo dice que para pasar un semáforo en rojo con una ambulancia con sirena debe frenarse completamente a cero el móvil, poner primera, mirar para los lados y recién ahí pasar por eso buscamos tomar la onda verde.

Pregunta 6: ¿Qué tareas se realizan dentro de la ambulancia en emergencia?

Respuesta: Nosotros hacemos lo que es pre-hospitalaria o sea la primera atención pero la función nuestra es llegar rápido a un centro asistencial.

Pregunta 7: ¿Existe algún nombre específico para el estado de emergencia de la ambulancia?

Respuesta: Llamamos código rojo al estado de emergencia en el cual el paciente corre riesgo de muerte si no recibe atención médica inmediata.

Anexo II – Entrevista al Sr. Javier Gallo (01/05/2020)

Pregunta 1: Para ubicar a los lectores... ¿podría decirnos su nombre completo y cuál es su relación con los servicios de emergencia sanitarios?

Respuesta: Javier Gallo. Paramédico. Chofer de ambulancias para EMMA.

Pregunta 2: ¿Cuál es la experiencia de ustedes respecto a los accidentes o situaciones de riesgos al conducir ambulancias en esquinas con semáforos?

Respuesta: los riesgos de conducir a velocidades altas es como todo riesgo. Si lo hacemos en situación de emergencias. Dentro de la ciudad como las varillas. Las velocidades no son tan altas por estar dentro de la misma... siempre con sirena bien audible y luces prendidas... y cuando se llega a las esquinas se aminora la marcha por cuidado nuestro y de los demás... por estar en una ciudad chica los tiempos para llegar son mínimos.

Es posible cuando escuchan la sirena... y tenemos esa prioridad de pasar en rojo. Pero siempre con los recaudos de que no se cruce nadie.

La gente no está tan educada con en las grandes ciudades. Pero es lo que hay.

Pregunta 3: ¿Cuándo conduce en emergencia, a qué velocidad lo hacen?

Respuesta: La velocidad es relativa. Como te dije antes. No puedes levantar mucha velocidad dentro de las varillas porque llegas rápido a las intersecciones. Pero en el caso que agarres una recta hasta 60-70-80... Más de eso no se puede. Por los riesgos que pueden surgir.

Pregunta 4: Necesitamos saber a qué distancia debemos detectar la ambulancia para poder conmutar el semáforo, por eso es necesario saber la velocidad máxima. ¿No recuerda algún ejemplo?

Respuesta: Yo creo que en una cuadra o sea 100 metros se puede hacer...

Pregunta 5: ¿Tienen procedimientos sobre cómo se debe realizar el cruce con luz roja?

Respuesta: Nos habilita a cruzar en luz roja cuando vamos en emergencia con luces y sirena prendida y tocando bocina si podemos. Con la cautela de que no haya nadie cruzando el recorrido de la ambulancia.

Pregunta 6: ¿Qué tareas se realizan dentro de la ambulancia en emergencia?

Respuesta: Todo lo que se pueda ocurrir... desde una reanimación cardiorrespiratoria, parada de hemorragias y estabilización de pacientes. Eso se trata de hacerlo en velocidades prudenciales. Ya que adentro del habitáculo es una Coctelera.

Pregunta 7: ¿Qué documentación registran sobre las emergencias?

Respuesta: Cuando recibimos el llamado por un accidente, se llenan dos planillas, una que completa el médico con los datos referentes al paciente que se usan para estadísticas. Nosotros como ambulancia llenamos una planilla de uso interno con los datos para llevar un control de los km y temas de mantenimiento.

Pregunta 8: ¿Tendrá algún ejemplo de la planilla interna?

Respuesta: Si ahora les doy.

PLANILLAS DIARIAS EMMA							
Lugar	Apellido y nombre	Domicilio	H.sal	Km.	h.reg	Km.	Instituto de internación
	Salatig	Cotamarca 920	18 ²⁶	11183			Coctel
	Buffa	G. Pico 525					
	Soldano	Artilleros 350			19 ⁴⁵	11183	
	Perez	Chileno 212	22 ¹⁵	11178			
	Emse (David)	Beltan 415				11179	
	Palmes (Lop)	Arcellano 38	23	11179	23 ²⁵	11183	
-----			Aguirre / oso 28/4/20		-----		
	Rubio Teresa	Caraballeda 16	18 ²⁰	11183	18 ²⁰	11183	Policlínica
	Ajusta Reneo	Alameda 154	22 ²⁵	11183	22 ⁴⁵	11184	
	Venezuela	TALCA 830	3 ²⁵	11189	4 ⁰⁰	11195	
-----			28/4/20 12-0 0000		-----		
	Piretti	Antarctica 21	13 ⁴⁰	11198	14	11200	
	Pentaja	Barral 111	15 ³⁰	11120	14	11203	
	García	Patric 246			16 ⁰⁰	11206	
	Dereol	B. F. 189	18 ⁰⁰	11206	18 ³⁰	11208	
N. Sab	Ceballos	B. A. 688	19 ⁰⁰	11208	20	11211	Hsp. Hel

Pregunta 9: Mirando el organigrama, vemos que hay dos tipos de centros asistenciales. ¿Tienen una sola ambulancia para todos?

Respuesta: Emma es un servicio de emergencia privado que pertenece a la cooperativa, nosotros contamos con 3 móviles. El hospital tiene 2 ambulancias que son solamente para traslados y hay otro servicio privado que es del policlínico que únicamente hace consultas y urgencias. Nosotros somos los únicos avalados para hacer consultas, urgencias y emergencias, somos los que vamos a los accidentes hasta un radio de 15km.

Pregunta 10: ¿Cómo es el procedimiento de recepción y atención de llamada?

Respuesta: Cuando llaman al número de emergencia, que en las Varillas es 421000 atendemos nosotros, en córdoba existe el despachador, acá no, atiende el mismo chofer de la ambulancia por eso hacemos dos o tres preguntas cortas, puntuales y rápidas para no demorar la salida del móvil. En córdoba el despachador puede ir haciendo las preguntas y recomendaciones iniciales mientras la ambulancia ya se encuentra en viaje, las distancias y tiempos de llegada son distintos también.

Pregunta 11: ¿Hay tiempos estimados óptimos de atención?

Respuesta: Si se compara una ciudad grande con las Varillas que tiene 20mil habitantes hay mucha diferencia, las distancias son mucho menores. En emergencias tenemos lo que se llama la hora dorada y los 10 minutos de oro. Siempre pensamos que un paciente con un infarto, un paro o un accidente tiene 1 hora de vida, y dentro de esa hora tenemos los 10 primeros minutos donde nosotros en cualquier punto de la ciudad siempre llegamos. Esto en las ciudades grandes por las distancias y el tráfico a veces se hace imposible.

Anexo III - Entrevista con Ing. Bernardo Maniloff (30/04/2020)

Pregunta 1: Para ubicar a los lectores... podría decirnos su nombre completo y cuál es su formación profesional, más puntualmente ¿a qué rama de la ingeniería se dedica?

Respuesta: Bernardo Maniloff, técnico en automotores, Ingeniero Mecánico.

Pregunta 2: Con respecto a accidentología ¿en qué labores se desempeña?

Respuesta: Me desempeño como perito en Accidentología vial desde el año 1980, realizando reconstrucción de accidentes, participación como perito oficial o de parte en Tribunales de la Provincia de Córdoba y Santa Fe.

Pregunta 3: Estamos realizando un estudio sobre los accidentes de ambulancias en esquinas que tienen semáforos... ¿cuáles son los factores que considera que contribuyen al accidente en sí?

Respuesta: Existen varios factores que aumentan la posibilidad de un accidente en general:

- Debido al automotor, básicamente fallas o ineficiencia, por ejemplo en el sistema de frenos.
- Debido al factor humano: Reflejos, experiencia de manejo, reacción ante situaciones críticas.
- Debido al entorno: Luminosidad, estado del piso, falta de campo de visión, baja adherencia.
- Debido a las condiciones climáticas: lluvia, nieve, humo, niebla.
- En el caso de una ambulancia se acotan bastante las causas posibles, dado que generalmente el vehículo está en buenas condiciones y que posee un sistema sonoro y lumínico además, que el conductor debe ser profesional.

Pregunta 4: ¿Podría relacionar las variables de cantidad de tráfico y el estado de la luz del semáforo, con respecto al riesgo que una ambulancia colisione con otro vehículo?

Respuesta: Definitivamente la cantidad de vehículos en la vía de la ambulancia constituye el mayor riesgo, puesto que se acotan las libertades de movimiento de la ambulancia.

Respecto al estado de la luz del semáforo es relativo, usualmente a la iluminación que poseen es suficiente para que sea detectado con la suficiente anticipación.

En la actualidad con el advenimiento de la iluminación Led, se ha incrementado el nivel de luz en los proyectores.

En contraparte las ramas de los arboles suelen ser un elemento de falta de visibilidad a la distancia.

Lo antedicho es válido para todos los vehículos en general, y puede ser un elemento inconveniente para una circulación de emergencia como es el caso de una ambulancia.

Pregunta 5: ¿En las Varillas han tenido accidentes de este tipo?

Respuesta: Afortunadamente el nivel de accidentes en la ciudad es bajo, y no hay estadísticas recientes de accidentes donde haya participado una ambulancia.

Pregunta 6: Con respecto a los semáforos de la ciudad de las Varillas, ¿cuál es su relación?

Respuesta: Poseo un contrato con la Municipalidad por servicios de mantenimiento de todo el sistema de semáforos de la ciudad, esto incluye también las señalizaciones de advertencia de cruces o lomadas.

Pregunta 7: Normalmente ¿cómo lo notifican de un desperfecto en los semáforos?

Respuesta:

- Información propia: Diariamente efectúo dos recorridos por los sistemas instalados solucionando los desperfectos.
- Avisos de Policía Municipal o seguridad ciudadana: usualmente al patrullar se comunican advirtiendo la falla.
- Radio/ Vecinos: A mi línea celular.

Pregunta 8: ¿Tienen un sistema informático que realice alguna acción sobre los semáforos?

Respuesta: No, a pesar que los sistemas instalados poseen la posibilidad de informatizarla o usar sistemas de coordinación por GPS, la municipalidad ha considerado que no son necesarios estos métodos, básicamente no están dispuestos a erogar el dinero necesario.

Pregunta 9: ¿Qué sistema controlador de conmutación tienen implementado en las Varillas?

Respuesta: El sistema implementado es en su gran mayoría controladoras de origen nacional que poseen la posibilidad de programas tipos de movimientos, tiempos de luces, tiempos de despeje y sistema de control de luces apagadas que conmutan a intermitente evitando accidentes por falta de una luz.

Pregunta 10: ¿La municipalidad posee algún sistema de cámaras para control de tráfico?

Respuesta: No, las cámaras existentes están instaladas en varios puntos de la ciudad para monitoreo desde la central de policía.

Pregunta 11: ¿A que altura están instalados los semáforos en las Varillas?

Respuesta: 2,50 metros en columnas de vereda y 5.50 sobre la vía.