UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2021-07

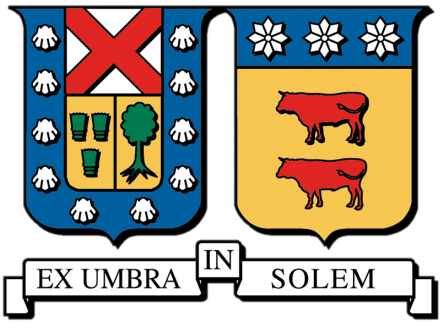
SEÑALÉTICAS AL DÍA: APLICACIÓN WEB Y MÓVIL DE REPORTE Y GESTIÓN DE SEÑALES DE TRANSITO

VIDAL FLORES, LUIS EDUARDO

https://hdl.handle.net/11673/50517

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
VALPARAÍSO - CHILE



Señaléticas al Día: Aplicación web y móvil de reporte y gestión de señales de tránsito

Luis Vidal Flores

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL TELEMÁTICO

PROFESOR GUÍA: **Nicolás Gálvez R.**

PROFESOR CORREFERENTE: **Francisco Cabezas B.**

Julio - 2021

Dedicado a

A mi madre, padre y hermana, sin quienes definitivamente nada de esto hubiese sido posible. Son mi pilar fundamental. Por ustedes y para ustedes.

A mi Balu, por lo incondicional de una amistad con infinita empatía, que da para reir, llorar, estar, darnos ánimo y hacer música solo como nosotros podemos.

A Neloz, por su tremenda sabiduría, disposición y apañe siempre presentes.

A Pato, por su infinita sensibilidad y haber tenido las palabras precisas en los momentos más oscuros, cuando todo parecía venirse abajo.

A Jose, por siempre estar dispuesto a escuchar, ofrecer una palabra de aliento y su apoyo.

Gracias Totales.

Resumen Ejecutivo

En Chile ocurre un promedio de 77.985 accidentes de tránsito al año, cuyas causas son investigadas y clasificadas por la prefectura SIAT de Carabineros. Una de las categorías es *Accidentes de tránsito producidos por deficiencias viales*, en las que se enfoca esta memoria.

Una señalética de tránsito que perdura en mal estado, tiene el riesgo potencial de continuamente producir accidentes de tránsito. La instalación, mantención y remoción de ellas es responsabilidad de la municipalidad de cada comuna, específicamente de la Dirección de Tránsito. Dicha labor, resultaría más sencilla si se realiza con apoyo de una herramienta tecnológica que permita detectar señaléticas en mal estado y programar su reparación. Los objetivos a satisfacer se presentan a continuación:

- Creación de una herramienta tecnológica que facilite la gestión de reparación de señaléticas a la entidad responsable.
- Involucrar activamente al usuario de la vía pública en el sistema, para reportar señalética en mal estado.
- Crear un flujo de trabajo único, estandarizado y ordenado en el sistema.

Por medio de la presente se desarrolla un sistema de gestión, compuesto de aplicación móvil, en la que los usuarios de la vía pública pueden realizar reportes in situ, y una aplicación web, donde los funcionarios municipales pueden crear y reparar solicitudes, a través de planes de mantención.

El desarrollo se lleva a cabo con la asesoría de CONASET, cuyo prototipo satisface las necesidades de la Dirección de Tránsito de la comuna de Valparaíso.

Abstract

In Chile, there are an average of 77.985 road accidents every year. The causes are determined by a prefecture of Carabineros specialized in road accidents, named SIAT, who classifies them. This work focuses on the *Traffic accidents caused by road deficiencies* category.

A non-optimal condition road sign is a constant hazard and it may generate several road accidents over time. The city council has to install, maintain and remove them. This procedure could be easier with a suitable technological tool to detect non-optimal road signs and, then, set a schedule for reparation. We set the following objectives:

- The creation of a technological tool to make easier management of signage restoration.
- To involve the users of public roads in the system, by letting them report non-optimal road signage to the authorities.
- To create a single, standardized, and ordered workflow in the system.

Thus, a two-part management system is developed. The first is a mobile application in which public road users can make reports about non-optimal signage. The second is a web application where council officials can create and repair requests, through maintenance plans.

The development is made with the advice of CONASET, whose prototype satisfies the needs of the Traffic Direction Office, in the city of Valparaíso.

Índice general

1 Introducción **1**

1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Propósito 2

1.3 Objetivos 2

1.3.1 Objetivo General 2

1.3.2 Objetivos Específicos 3

1.4 Alcance 3

1.5 Estructura de la memoria 4

2 Formalización del problema **5**

2.1 Accidentes de tránsito en Chile 5

2.2 Análisis de vialidad en países europeos 10

2.3 Caso de Chile: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) . . 14

2.3.1 Manual de Señalización de Tránsito 14

2.3.2 Señalización de tránsito 15

2.4 Señales Reglamentarias 17

2.5 Desafío CONASET y Caso de estudio: La comuna de Valparaíso 21

2.5.1 Dirección de Tránsito de Valparaíso 21

2.5.2 Gestión de la señalética de la comuna 22

2.5.3 Catastro de señaléticas en la comuna 24

3 Contexto de la solución **25**

3.1 Soluciones comparables 25

3.1.1 Fundación Relevando Peligros (Córdoba - Argentina) 26

3.1.2 Fundación CEA (España) 27

3.1.3 Programa de conservación de Señales (Bogotá - Colombia) 29

3.1.4 Vecinos Conectados (Chile) 31

3.2 Información de accidentes de tránsito en Chile 32

3.3 Encuesta al usuario de la vía pública 33

3.4 Alternativas de solución 35

3.5 Propuesta de solución 37

3.6 Requerimientos del sistema 39

3.6.1 Requerimientos Funcionales 39

3.6.2 Requerimientos No Funcionales 41

3.7 Definición de conceptos 42

3.7.1 Planes de Mantención 42

3.7.2 Apoyo de solicitudes 43

3.7.3 Priorización de solicitudes 44

4 Señaléticas Al Día: Solución al problema **48**

4.1 Supuestos y Restricciones 48

4.2 Tecnologías aplicadas 50

4.2.1 Aplicación Web 50

4.2.2 Aplicación Móvil 51

4.3 La Base de Datos 51

4.4 Aplicación Web 54

4.4.1 Funciones 54

4.4.2 Interfaces 55

4.4.3 Resultados 64

4.5 Aplicación Móvil 65
4.5.1 Funciones 66
4.5.2 Interfaces 66
4.5.3 Resultados 74
4.6 Casos de borde 75

5 Conclusiones **77**
5.1 Tecnología en el sector público 77
5.2 Proyecciones 79
5.2.1 Nuevas funcionalidades 79
5.2.2 Normalización 80

Bibliografía **80**

A Anexo: Base de Datos **A-86**

Índice de figuras

2.1 Accidentes de tránsito en Chile registrados entre los años 2010 y 2019. 6
2.2 Seguridad vial, parque automotriz, tráfico y tendencia del PIB. 11
2.3 Ejemplos de señalizaciones fuera de norma 16
2.4 Señales de prioridad (RPI) 19
2.5 Ejemplos de señales de prohibición (RPO) 19
2.6 Ejemplos de señales de restricción (RR) 20
2.7 Ejemplos de señales de obligación (RO) 20
2.8 Ejemplos de señales de autorización (RA) 20

3.1 Flujo de información desde ocurrencia de accidente 32
3.2 Rango etario de los encuestados 34
3.3 Diagrama general del sistema 38
3.4 Ciclo de vida de una Solicitud 42
3.5 Ciclo de vida de un Plan de Mantención 43
3.6 Manejo de creación de solicitudes de reparación y apoyo de solicitudes. . . . 44

4.1 Diagrama De base de Datos simplificado 52
4.2 Interfaz de Inicio de Sesión / Resumen de datos 56
4.3 Interfaz Mapa de Señaléticas 57
4.4 Marcadores y ventana informativa de acuerdo al estado de la señalización. . . 58
4.5 Interfaz Solicitudes priorizadas 59
4.6 Creación manual de solicitudes, etapa 1 60

4.7 Creación manual de solicitudes, etapa 2 61
4.8 Creación manual de solicitudes, etapa 3 62
4.9 Interfaz Planes de Mantención 63
4.10 Creación de plan de mantención 64
4.11 Interfaces de bienvenida e inicio de sesión 67
4.12 Interfaz de Registro de usuarios y validaciones 68
4.13 Interfaz Menú principal y Problemas cercanos 70
4.14 Interfaz Creación de nuevo reporte. 71
4.15 Interfaz perfil de usuario 74

A.1 Base de datos completa del sistema pt.1 . . . . . .A-87
A.2 Base de datos completa del sistema pt.2 . . . . . .A-88
A.3 Base de datos completa del sistema pt.3 . . . . . .A-89

Índice de tablas

2.1 Cantidad de accidentes de tránsito entre los años 2010 y 2019. 7
2.2 Fallecidos en accidentes de tránsito entre los años 2010 y 2019. 8
2.3 Lesionados en accidentes de tránsito entre los años 2010 y 2019. 9
2.4 Accidentes de tránsito registrados en la región de Valparaíso entre los años 2010 y 2019. 9

3.1 Comparativa entre alternativas de solución. 36
3.2 Requerimientos funcionales del sistema 39
3.3 Requerimientos No Funcionales del sistema 41
3.4 Niveles de priorización según grado de avería de la señalización 45
3.5 Niveles de priorización según el tipo de señalética 45
3.6 Niveles de priorización según el tiempo transcurrido 46
3.7 Niveles de priorización según el apoyo de usuarios 47

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Cuando ocurre un accidente de tránsito, la Prefectura de Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT) de Carabineros de Chile [25], es la entidad encargada de investigar y determinar sus causas, que son clasificadas en distintas categorías. Una de ellas, denominada *deficiencias viales*, guarda relación directa con el estado de conservación de las señaléticas en la vía pública, que es responsabilidad de la municipalidad a través de su Dirección de Tránsito.

La falta de atención de las autoridades a las condiciones de la señalética, se debe en parte a la pérdida del rastro de la misma, debido a que no existe un catastro, ni un mecanismo eficiente que permita identificar riesgos en la vía debido a la señalética en mal estado. Los mecanismos actuales por los que se lleva a cabo la reparación de ellas resultan considerablemente lentos, lo que implica un riesgo constante de ocurrencia de accidentes de tránsito por esta causa.

1.2. Propósito

La mantención de señalética es una labor fundamental en la seguridad vial. Sin embargo es una tarea compleja de ejecutar, ya que las condiciones de la señalética pueden cambiar repentinamente por diversos motivos, aumentando el riesgo de producir accidentes de tránsito. CONASET, a través del Programa de Memorias Multidisciplinarias de la UTFSM, propone el desafío *"¿Cómo podemos recoger la información sobre la ubicación geográfica, estado de conservación y descripción de toda la señalética de tránsito en Chile?"*, el que busca una propuesta tecnológica y colaborativa que permita generar un catastro de la señalización de tránsito instalada en cada comuna, así como el estado de conservación e historial de reparaciones de ellas, contribuyendo en agilizar la detección y aplicación de acciones correctivas, reduciendo finalmente el riesgo de accidentes de tránsito por concepto de señalización deficiente en la vía pública.

1.3. Objetivos

El presente trabajo se basa en los siguientes objetivos:

1.3.1. Objetivo General

Generar una herramienta centralizada y colaborativa, que permita realizar procesos relacionados con la mantención de la señalética de tránsito, permitiendo a usuarios de la vía pública reportar aquellas que se encuentren en estado deficiente.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Crear una aplicación web, que permita administrar procesos relacionados con la mantención de señaléticas.
- Crear una aplicación móvil, que permita reportar señalética en mal estado in situ.
- Establecer la comunicación de la aplicación móvil a través de una Api Rest.
- georreferenciar señaléticas y desplegarlas en un mapa.
- Organizar solicitudes en planes de mantención para ser reparadas.

1.4. Alcance

El sistema desarrollado contempla las siguientes fases:

- Investigación: El problema, sus causas, y procedimientos actuales.
- Propuestas de alternativas tecnológicas como solución.
- Diseño del sistema de la solución planteada.
- Desarrollo del prototipo funcional.

Con ello, se pretende ofrecer una alternativa que contribuya eficientemente a resolver el problema de mantención de la señalética, reduciendo los tiempos de procesamiento, a través de un sistema compuesto por una aplicación móvil y una aplicación web. Mientras que la primera es capaz de capturar información, como la localización GPS, fotografía y descripción del problema, la segunda es capaz de recoger estos datos y desplegarlos en un mapa, de manera ordenada y que resulte útil, permitiendo realizar acciones sobre las solicitudes recibidas.

Esta herramienta se aplica a la comuna de Valparaíso como caso de prueba.

1.5. Estructura de la memoria

El presente documento se estructura de la siguiente forma:

En el capítulo 2 se formaliza el problema, realizando un breve análisis de los accidentes de tránsito en Chile y sus causas, así como el funcionamiento de la vialidad en algunos de los países europeos con menores tasas de accidentes de tránsito. Además, se introduce CONASET y la señalética de tránsito vigente en Chile junto con su clasificación. También se analiza la comuna de Valparaíso y cómo en ella se gestiona la mantención de las señales de tránsito.

En el capítulo 3: "Contexto de la solución", se describen algunas soluciones tecnológicas a problemas afines encontradas en hispanoamérica. Esto sirve como preámbulo de lo que será la solución propuesta, definiendo el entorno en que éste debe operar. En adición, se presenta una encuesta realizada a usuarios de la vía pública y sus resultados, así como algunas alternativas de solución, un análisis de ellas, y la descripción inicial de la solución.

En el capítulo 4:"Señaléticas Al Día: Solución al problema" se define y describe en detalle el sistema propuesto, considerando desde los requerimientos funcionales, hasta los componentes utilizados para el desarrollo, así como también las interfaces y sus funciones. Además, se describen los casos de uso típicos, y algunos casos de borde detectados, para los que ofrece un mecanismo de resolución.

Finalmente, se presentan las conclusiones y perspectivas futuras sobre el trabajo realizado.

CAPÍTULO 2

FORMALIZACIÓN DEL PROBLEMA

El objetivo de este capítulo, es evidenciar la existencia de un problema relacionado con la señalización de tránsito, para lo que se presentan datos de accidentes de tránsito en el país, y cómo las autoridades han implementado iniciativas para combatirlos.

2.1. Accidentes de tránsito en Chile

Las cifras de accidentes de tránsito en Chile, corresponden a datos recopilados por la Prefectura de Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT) de Carabineros de Chile [3], entidad encargada de realizar peritajes y esclarecer causas de accidentes. Con estos datos, CONASET realiza estudios estadísticos, cuyos informes son publicados anualmente en su sitio web, bajo la sección Observatorio de Datos [2].

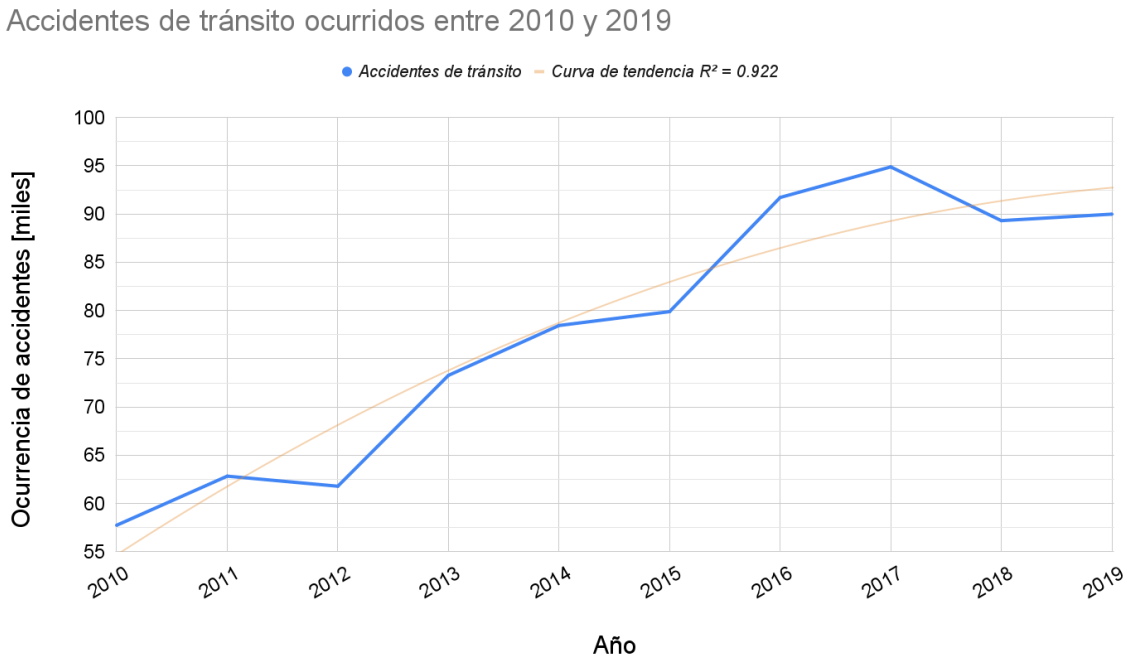


Figura 2.1: Accidentes de tránsito en Chile registrados entre los años 2010 y 2019 [2].

Entre 2010 y 2019, se han registrado un total de 779.856 accidentes de tránsito, distribuidos como se muestra en la Figura 2.1, dejando un promedio anual de 77.985 accidentes viales en este período [2].

Las altas cifras de accidentes, obedecen a distintas causas que son determinadas por la SIAT de Carabineros [3], entre las que predominan aquellas relacionadas con conductas irresponsables de los involucrados. Por ejemplo, *Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento* es la causa que registra mayor cantidad de accidentes en la década, acumulando el 28.79 % de ellos.

Año	Accidentes producidos por señalización deficiente	Total de accidentes de categoría "Deficiencias Viales"	Total nacional de accidentes
2010	74	446	57.746
2011	63	545	62.834
2012	46	559	61.791
2013	27	689	73.276
2014	64	880	78.445
2015	61	775	79.880
2016	54	794	91.711
2017	71	896	94.879
2018	57	940	89.311
2019	88	1095	89.983
$Total$	605	7619	779.856

Tabla 2.1: Cantidad de accidentes de tránsito entre los años 2010 y 2019 [2].

En contraste, una de las categorías que registra menos accidentes de tránsito en la década es *Deficiencias viales*, acumulando el $0.98\,\%$ de ellos. Esta categoría se compone de tres causas base, y son:

- Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente.
- Semáforo en mal estado o deficiente.
- Animales sueltos en la vía pública.

En la Tablas 2.1 se muestran estos últimos en comparación al total. Los valores en la columna *Accidentes producidos por señalización deficiente* corresponde a la suma de las dos primeras causas de la lista anterior, mientras que el *Total de accidentes de la categoría "Deficiencias*

Viales" es la suma de las tres causas base, y el total global corresponde al total de todas las categorías.

Año	Fallecidos en accidentes por deficiencias viales	Total fallecidos categoría "Deficiencias Viales"	Total nacional de fallecidos
2010	0	0	1.595
2011	1	3	1.573
2012	1	4	1.523
2013	0	1	1.623
2014	0	6	1.630
2015	0	5	1.646
2016	0	5	1.675
2017	0	8	1.483
2018	0	6	1.507
2019	0	4	1.617
$Total$	2	42	15.872

Tabla 2.2: Fallecidos en accidentes de tránsito entre los años 2010 y 2019 [2].

Año	Lesionados en accidentes por señalética deficiente	Total lesionados categoría "Deficiencias Viales"	Total nacional de lesionados
2010	87	391	52.964
2011	60	430	54.212
2012	47	408	53.225
2013	57	496	59.592
2014	71	555	57.885
2015	53	535	57.945
2016	57	477	63.563
2017	64	506	62.171
2018	33	497	57.939
2019	62	600	57.749
$Total$	591	4.895	577.245

Tabla 2.3: Lesionados en accidentes de tránsito entre los años 2010 y 2019 [2].

Año	Accidentes de tránsito en la V Región	Total nacional de Accidentes
2010	6.422	52.964
2011	6.704	54.212
2012	6.577	53.225
2013	6.948	59.592
2014	5.565	67.885
2015	6.561	57.945
2016	6.937	63.563
2017	6.168	62.171
2018	6.041	57.939
2019	6.319	57.749
$Total$	6.4242	587.245

Tabla 2.4: Accidentes de tránsito registrados en la región de Valparaíso entre los años 2010 y 2019 [2].

La principal característica de los accidentes producidos por señalética en mal estado, es que al no ser atendidas de forma oportuna, el riesgo de que ocurran nuevos accidentes de tránsito por esta causa perdura en el tiempo. Dicho de otra manera, si la mantención de ellas fuese una prioridad, este tipo de accidentes de tránsito puede reducirse drásticamente .

Tal como se observa en las Tablas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, se concluye que las señalizaciones de tránsito en mal estado constituyen un riesgo vial que debe ser mitigado.

2.2. Análisis de vialidad en países europeos

Una de las principales prioridades de la Organización de las Naciones Unidas [4] es promover el Desarrollo Sostenible, que incluye la meta propuesta por la Asamblea General en septiembre de 2015: reducir a la mitad el número mundial de muertes y traumatismos por accidentes de tránsito al 2020, una de las causas de muerte más grave en el mundo, y la principal en personas entre 15 y 29 años de edad.

Además, la Organización Mundial de la Salud en su Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial [5], concluye que la tasa de mortalidad en países de ingresos bajos asciende al doble de aquellos con ingresos altos. Los países que han tenido mayor éxito para reducir el número de defunciones por accidentes de tránsito, lo han conseguido mediante mejoras de la legislación y de su aplicación, y un fortalecimiento de la seguridad de las carreteras y los vehículos. Ejemplos relevantes de lo anterior son países como Noruega, Suecia y Alemania.

En Suecia, desde el año 1997, funciona un proyecto de seguridad vial multinacional llamado Vision Zero [6], el cual busca lograr un ambiente libre de accidentes de tránsito con resulta-

dos fatales o lesiones graves. La iniciativa implica una serie de políticas públicas orientadas, principalmente, a aumentar la seguridad vial. Luego de su aplicación, hubo un rediseño de las calles para obligar a los usuarios a transitar a bajas velocidades, con pistas exclusivas y seguras para peatones y ciclistas. El modelo es partidario de las rotondas, resaltos y barreras entre veredas y calles. Note que esta última medida aumentó la cifra de choques y heridos leves, pero logró reducir a 2013 el número de accidentes con resultado fatal a la mitad de los registrados cuando se implementó.

Otro factor importante es la concientización de la sociedad, la cual es parte fundamental de este plan de seguridad: la educación vial es una prioridad absoluta [9]. Por ejemplo, esta es una asignatura obligatoria presente en todos y cada uno de los niveles de enseñanza básica de cualquier escolar.

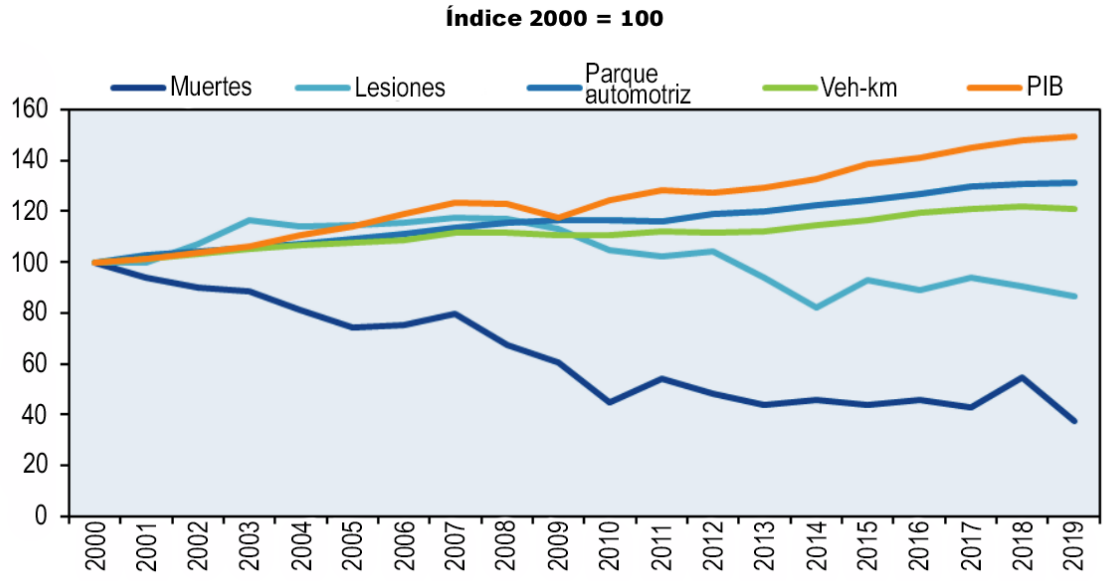


Figura 2.2: Seguridad vial, parque automotriz, tráfico y tendencia del PIB. [7]

Noruega, en el año 1999, se sumó a la implementación de la iniciativa. Algunas de las me-

didas con mayor impacto son reducir los límites de velocidad, uso de luces de conducción diurna obligatorias, implantar inspecciones de vehículos a pie de carretera y desarrollar un permiso de conducir por etapas.

Como resultado del trabajo de los programas a largo plazo, Noruega fue galardonada con el Premio Europeo por Progreso en Seguridad Vial 2016 [10]. Lo anterior, gracias al trabajo de organizaciones sociales y expertos en el tema, a un profundo análisis de las causas de accidentes que provocan la muerte de las personas y a la construcción de carreteras más modernas y seguras.

Otro caso es Alemania, el país más poblado de la Unión Europea, factor que lo desfavorece a la hora de contabilizar los accidentes de tránsito, y cuya la industria automotriz corresponde a un sector muy importante en la economía alemana. En este país, es el Consejo de Seguridad Vial quien rige desde 1969 [8], los asuntos que conciernen a la seguridad de las vías y, al igual que Suecia y Noruega, sigue el proyecto Vision Zero desde 2007.

Aun cuando el Consejo actúa sobre toda Alemania, el país cuenta con centenares de comisiones locales que estudian de cerca la problemática vial en cada entorno preciso y concreto para darle soluciones específicas. De la misma forma, cada año se realizan en toda Alemania más de 2.000 investigaciones sobre siniestros viales posterior a los sucesos. Esta línea de investigación cuenta con un presupuesto financiado entre el gobierno federal y los fabricantes de automóviles para avanzar en el estudio de las consecuencias de los accidentes y, por ende, en el establecimiento de medidas preventivas.

Al igual que en Suecia, la educación vial se imparte desde temprana edad [11], donde se instruye a escolares en el uso de la vía, por lo que resulta común ver a niños que se movilizan del colegio a sus hogares y viceversa sin la compañía de un adulto. Para cada rango de edad se

tratan diferentes contenidos, apoyados por abundante material pedagógico que edita el propio Ministerio de Educación y Cultura del país.

Al ahondar más en Vision Zero, es posible notar que su principal enfoque se encuentra en la prevención. Tradicionalmente, los sistemas de tráfico se diseñan para funcionar a máxima capacidad y caracterizando un comportamiento humano perfecto [12]. Sin embargo, la iniciativa aborda la perspectiva opuesta, es decir, que el sistema debe estar diseñado y construido tomando en cuenta que las personas cometen errores. El primer principio que plantea Vision Zero es que ninguna pérdida de vida es aceptable y todos los esfuerzos deben ir enfocados en ese eje, por lo que la responsabilidad de la seguridad vial recae en el diseño, arquitectura y gestión del entorno.

Para cumplir con todos sus objetivos, el enfoque plantea cuatro principales ejes, los que se deben adaptar dependiendo del país donde se quiera implementar:

- **Control de Tráfico y Vigilancia:** Tener un sistema constante de monitoreo de tráfico y condiciones climáticas y analizar constantemente los datos.
- **Educación y Entrenamiento:** Mantener a la población informada y que los individuos sean instruidos desde temprana edad en materia de educación vial.
- **Detección:** Identificar las fallas y errores más comunes del sistema y minimizarlos.
- **Infraestructura:** Vision Zero involucra planificar, diseñar y construir caminos que aumenten la seguridad y que reduzcan accidentes fatales, respetando métricas medioambientales.

2.3. Caso de Chile: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET)

La Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET [1]), se creó en 1993 luego de que el país experimentara un incremento en el número de accidentes de tránsito. Su función es el estudio de la seguridad vial en el país y el diseño de políticas integrales que ayuden a prevenir y reducir los accidentes de tránsito, actuando como organismo asesor de la Presidencia de la República.

Actualmente, la visión de CONASET es: *Reducir los accidentes de tránsito y sus consecuencias, controlando factores de riesgo en el desplazamiento a través de cambios en normativa y mejoramiento de la infraestructura. Asimismo, promover buenas prácticas de convivencia vial entre los usuarios y relevar la importancia de la temática de seguridad vial, aumentando el conocimiento de los fenómenos del tránsito*. Para llevar a cabo este trabajo, se realizan fiscalizaciones en terreno en forma directa e indirecta, así como también contribuyendo en la creación de normativas en materia de tránsito y en la promoción de la educación vial. También elabora y publica informes anuales con estudios estadísticos de accidentes de tránsito en el país. Sin embargo, en esta materia Chile está fuera del top 20 de países con menos muertes causadas por accidentes de tránsito. Es por esto que Conaset continúa investigando y desarrollando ideas que lleven a evitarlos.

2.3.1. Manual de Señalización de Tránsito

En Chile, el manual de Señalización de Tránsito, fue elaborado por CONASET según Decreto Supremo n°150/2000. Es el documento oficial que contiene todas las señaléticas admitidas, y la normativa necesaria para su creación e instalación.

Esta serie de reglas tiene por objetivo la uniformidad de la señalización de tránsito en todo el territorio nacional. Sin embargo, la creación, instalación y mantención de ellas es responsabilidad, en primera instancia, de los gobiernos comunales.

La normativa del manual es extensa y detallada, especificando desde las proporciones de los símbolos, hasta los materiales con los que deben construirse, considerando detalles como, por ejemplo, la corrosión en aquellas localidades cercanas a la costa. Por esta razón, el manual es legal, su uso es obligatorio. Sin embargo, es de conocimiento de CONASET que al no existir un ente fiscalizador, hay una gran cantidad de señalética fuera de norma en el país.

2.3.2. Señalización de tránsito

Corresponde a señalización, toda aquella demarcación o signo instalado de forma adyacente a la calzada o sobre ellas, cuyo objetivo es guiar y regular el comportamiento de los usuarios de la vía pública, de modo que la circulación en ellas se lleve a cabo en forma segura y ordenada. Se clasifican en los siguientes tipos:

- **Horizontales o Demarcaciones:** Son aquellas que se sitúan en la calzada. Dadas sus características, pueden ser instaladas solo en caminos pavimentados. Se subclasifican según:
    - **Forma:** Distingue entre Lineas longitudinales, lineas transversales y símbolos. Se utilizan para delimitar pistas y calzadas, en cruces para identificar lineas de detención, y para agregar leyendas como flechas, triángulos de Ceda el Paso y leyendas como Pare y Lento.

- **Altura:** Distingue entre planas y elevadas. Las primeras corresponden a aquellas de hasta 6 mm de altura, mientras que las últimas comprenden alturas de entre 6 a 21 mm

- **Verticales:** Según la función que desempeñan, se categorizan por:

  - **Señales Reglamentarias:** Su finalidad es notificar al usuario acerca de las prioridades en el uso de las vías.
  - **Señales de Advertencia de Peligro:** Advierten a los usuarios la existencia de riesgos o situaciones imprevistas en la vía o zonas adyacentes.
  - **Señales Informativas:** Su objetivo es guiar a los usuarios, entregándoles la información necesaria para que lleguen a sus destinos.

(a) Pare en mal estado por duplicidad de señalización

(b) Señalización Velocidad Máxima dañada por acción ambiental.

Figura 2.3: Ejemplos de señalizaciones fuera de norma

Para instalar una señal de tránsito en la vía pública, debe cumplir los requisitos mínimos establecidos en el Manual de Señalización de Tránsito, que justifique la necesidad de su ins-

talación. Además, deben ser tomadas en cuenta ciertas consideraciones y responsabilidades asociadas a su mantenimiento, ya que toda señalización tiene una vida útil que es función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Por ello, es altamente recomendado que las autoridades responsables cuenten con un catastro de ellas y con un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza, reemplazo o retiro.

2.4. Señales Reglamentarias

Su objetivo es regular el comportamiento de los usuarios de la vía. Corresponden a señaléticas que pueden regular, prohibir o autorizar una determinada acción. La transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

Su forma es circular y sólo se acepta inscribir la señal misma en un rectángulo cuando lleva una leyenda adicional. Las excepciones a esta regla son las señales de Ceda el Paso y Pare. Sus colores son blanco, rojo, negro y excepcionalmente azul, verde y gris.

Las señales deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados y se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos.

Atendiendo a su función las señales reglamentarias se dividen en:

1. **Señales de prioridad (RPI):** Las señales de prioridad son aquéllas que regulan el derecho preferente de paso y, además del semáforo, son tres: Ceda el Paso, Pare y Pare Niños.

2. **Señales de prohibición (RPO):** Se usan para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinados movimientos. La prohibición se representa mediante un círculo blanco con el borde rojo cruzado por una diagonal del mismo color, descendente desde la izquierda, la cual forma un ángulo de 45º con la horizontal. Cuando una prohibición afecta sólo a un tipo de vehículo, se debe agregar una leyenda que lo identifique claramente.

3. **Señales de restricción (RR):** Se usan para restringir o limitar el tránsito debido a características particulares de la vía. En general, están compuestas por un círculo de fondo blanco y orla roja en el que se inscribe el símbolo que representa la restricción. Se exceptúa la señal Fin Prohibición o Restricción.

4. **Señales de obligación (RO):** Este tipo de señales se utiliza para indicar el sentido del tránsito de una vía. La flecha blanca inscrita en ella debe cumplir los niveles de retrorreflexión mínimos especificados en el manual de señalización de tránsito, aún cuando la señal no se encuentre instalada adherida a un muro o fachada.

5. **Señales de autorización (RA):** Estas señales se emplean para indicar a los conductores que acceden a una intersección controlada con semáforos, que excepcionalmente está permitido el viraje hacia la derecha o izquierda con luz roja, según corresponda, previa detención y dando preferencia a los peatones, y siempre que la maniobra de viraje no genere conflictos con el tránsito lateral. Sólo se deben instalar previo estudio técnico realizado por la autoridad local competente, que demuestre que el viraje permanente

no constituye riesgo de accidentes. Esto último requiere que se cumpla cada una de las siguientes condiciones:

a) la intersección no debe registrar más de 3 accidentes de tránsito por año

b) el flujo que vira debe ser menor o igual a 150 vehículos por hora durante todos los períodos del día.

c) el flujo peatonal en conflicto directo con el viraje no debe ser mayor a 150 peatones por hora durante todos los períodos del día

d) el radio de curvatura en la intersección debe ser superior a $10m$.

e) debe existir buena visibilidad.

f) tratándose de virajes a la izquierda, la vía hacia la cual se vira debe ser unidireccional.

Figura 2.4: Señales de prioridad (RPI): Ceda el Paso, Pare y Pare Niños

Figura 2.5: Ejemplos de señales de prohibición (RPO): No Entrar, No Cambiar de Pista y No Estacionar.

Figura 2.6: Ejemplos de señales de restricción (RR): Velocidad Máxima, Fin Restricción y Altura Máxima.

Figura 2.7: Ejemplos de señales de obligación (RO): Mantenga su Derecha, Preferencia al Sentido Contrario y Paso Obligado Derecha.

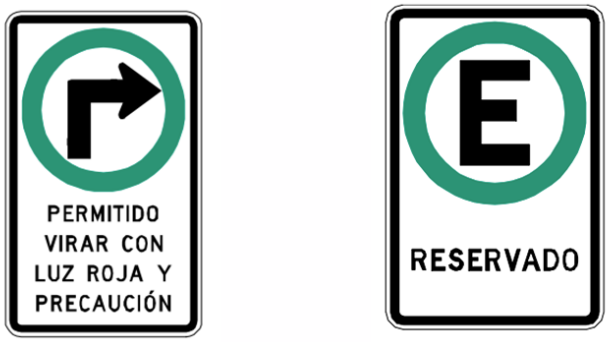


Figura 2.8: Ejemplos de señales de autorización (RA): Permitido Virar Con Luz Roja y Reservado.

2.5. Desafío CONASET y Caso de estudio: La comuna de Valparaíso

El desafío planteado por CONASET *"¿Cómo podemos recoger la información sobre la ubicación geográfica, estado de conservación y descripción de toda la señalética de tránsito en Chile?"*. Sin embargo, el problema de la señalización de tránsito a nivel nacional es amplio, por lo que se propone acotarlo para plantear una solución que responda a necesidades específicas y con la capacidad de crecer hasta lograr el objetivo del desafío.

Por esta razón, el prototipo desarrollado en esta memoria tomará como base la señalización de tránsito reglamentaria, según la clasificación presentada en el punto anterior. Adicionalmente, se realiza un acercamiento a un entorno real, para conocer las necesidades de una municipalidad particular en esta materia, sirviendo como punto de entrada a los requerimientos del sistema.

2.5.1. Dirección de Tránsito de Valparaíso

Por medio de CONASET, se entra en contacto con la Dirección de Tránsito de la comuna de Valparaíso, organizando reuniones con Viviana Rodríguez, Directora de Tránsito a fecha Mayo de 2017, en las dependencias de esta entidad ubicada en Av. Argentina 864, Valparaíso. De este valioso acercamiento se extrae gran parte de la información expuesta en este capítulo, contribuyendo también de forma significativa en el planteamiento de la solución y los requerimientos funcionales.

2.5.2. Gestión de la señalética de la comuna

La construcción, instalación y mantención de las señaléticas es labor de la municipalidad, quien tiene la posibilidad de delegar la responsabilidad a empresas externas especializadas. Este hecho no necesariamente representa una ventaja, ya que en estos casos la municipalidad pierde control sobre cómo operan las empresas. En la comuna de Valparaíso es la Dirección de Tránsito la que cumple esta responsabilidad.

Asimismo, la Dirección de Tránsito de Valparaíso es el lugar en el que se reciben las solicitudes de reparación de señaléticas en mal estado de la comuna, las que pueden ser generadas por cualquier persona que desee reportar o informar acerca de una anomalía en la vía pública.

Un reporte o solicitud, puede referirse a un formulario entregado de forma presencial (disponible para cualquier persona que lo solicite), o a una carta enviada vía correo electrónico. La Dirección de Tránsito posee múltiples cuentas de email destinadas a este propósito.

Con periodicidad indefinida, las solicitudes recibidas por email son impresas y almacenadas en conjunto con aquellas que fueron recibidas vía formulario presencial, para luego pasar por manos del personal municipal, quienes en este punto deben leer las solicitudes. Posteriormente se transcribe la información relevante (e.g. lugar, fecha, datos de la persona que realiza el reporte) a una planilla de cálculo, que resulta ser el destino final de los datos. Es de vital importancia constatar la información recibida a través del reporte antes de tomar acciones, por lo que se realizan salidas a terreno con este fin. Luego que la información es validada, se actualiza la solicitud en la planilla y se lleva a cabo el proceso de reparación, si fuese necesario.

El peor caso del proceso de reparación consta (cuando una señal de tránsito ha sido destruida) de enviar una orden de fabricación a un taller externo para su construcción. La Dirección de Tránsito no ejerce ningún tipo de exigencia o control sobre la señalización creada, ignorando si se ajusta a la norma expuesta en el Manual de Tránsito. En adición, la velocidad de reacción del taller es desconocida. Una vez completado el procedimiento, la señal procede a ser instalada.

El proceso anteriormente descrito puede tardar hasta un año desde la recepción de la solicitud, y se detectan los siguientes problemas:

- **Canal no centralizado:** Al contar con múltiples vías por las que se reciben solicitudes de reparaciones, la Dirección de Tránsito pierde control sobre ellas, haciendo más compleja la detección de anomalías, tales como solicitudes duplicadas, reportes falsos o puntos cuya atención es urgente. Esto significa que se deba dirigir esfuerzos en múltiples direcciones, lo que puede implicar un mayor tiempo de respuesta.
- **Reportes masivos:** No existe una forma para detectar solicitudes cuya información apunte a un mismo problema, o a alguno que ya haya sido atendido, lo que conlleva a someter al proceso completo todas las copias, hasta que el personal se de cuenta que la solicitud ya existía.
- **Estructura no uniforme:** La hoja de cálculo donde se transcriben los datos carece de estructura, son varias personas que tienen acceso al archivo y pueden editarlo. La única regla es que se ingresa una solicitud por fila. Las consecuencias de ello, son que para obtener alguna clase de información (e.g. solicitudes recibidas entre determinadas fechas) debe realizarse inspeccionando los elementos uno a uno, en lugar de aprovechar las herramientas de la plataforma utilizada.
- **Tiempos de respuesta:** Los elevados tiempos de respuesta implican que el riesgo de

accidente producido por una señal de tránsito defectuosa se mantiene mucho tiempo, pudiendo provocar más accidentes. Por otro lado, el desfase de la información reportada al momento de la verificación en terreno puede producir que la acción correctiva sea muy distinta a la que sugiere la información proporcionada en el reporte.

- **Infracción a la norma:** La creación de señaléticas se lleva a cabo en un taller externo, donde la municipalidad no ejerce ningún tipo de control sobre él, por lo tanto, no se comprueba si la creación de éstas cumple la norma definida en el manual de señalización de tránsito. Esta infracción es común debido a que no existe una entidad que fiscalice la norma en la señalización.

2.5.3. Catastro de señaléticas en la comuna

La Dirección de Tránsito se encontraba trabajando en un proyecto cuyo objetivo consistía en realizar un catastro georreferenciado de la señalética existente en la comuna, para lo cual se había ejecutado un plan de trabajo, recorriendo desde el sector de Recreo hacia Playa Ancha.

Sin embargo, la Dirección de Tránsito no cuenta con el equipo necesario para realizar esta labor, debiendo recurrir al préstamo de un aparato GPS a otro departamento de la municipalidad, quedando sometidos a la disponibilidad de dicho equipo.

Como resultado, al cabo de 3 años no fue posible terminar el recorrido planificado, y la información recopilada en ese período está desactualizada.

CAPÍTULO 3

CONTEXTO DE LA SOLUCIÓN

Luego de realizar el planteamiento del problema en el capítulo anterior, en este capítulo se presenta la investigación relacionada con el escenario en la propuesta de solución se desenvolverá. Para ello se investigan herramientas tecnológicas con objetivos similares.

3.1. Soluciones comparables

A continuación, se presentan algunas herramientas existentes, cuyo enfoque consiste en mejorar la seguridad vial, y que a la vez que poseen alguna característica que resulta de interés dentro de un contexto similar a de este trabajo.

3.1.1. Fundación Relevando Peligros (Córdoba - Argentina)

La fundación Relevando Peligros [14] nace luego que Juan Aciar, de 13 años, falleciera víctima de electrocución. El accidente ocurrió en barrio Jardín de la ciudad de Córdoba, cuando el joven mientras intentaba ayudar a un anciano a cruzar la calle, entrara en contacto con un cesto de basura electrificado, producto de una señalización fuera de norma en la vía pública. Esta historia se convirtió en el motor de lucha para la fundación, que busca hacer de la vía pública un lugar más seguro, notificando los posibles riesgos en la ciudad de Córdoba, enfocándose en la detección de riesgos eléctricos.

Relevando Peligros consta de una página web y una aplicación disponible para dispositivos Android, donde es posible denunciar riesgos eléctricos presentes en la ciudad. La aplicación muestra una interfaz simple donde un usuario puede visualizar los riesgos cercanos y realizar un reporte, el cual permanece público, y permite que otros usuarios dejen comentarios, con la finalidad de darle seguimiento al estado de la denuncia, informar a las autoridades y gestionar una solución al problema.

El trabajo de Relevando Peligros toma como base 4 ejes:

- **Seguridad Eléctrica:** Impulsa el desarrollo de políticas y gestión del Estado en materia de seguridad eléctrica.
- **Higiene y seguridad:** Promueve la verificación y cumplimiento de leyes y normas para prevenir riesgos de vida en espacios de acceso público.
- **Participación ciudadana:** Contribuye a la colaboratividad a través del uso de la página web y la aplicación móvil, apuntando a la construcción de una ciudadanía responsable.
- **Educación:** Fomenta la formación de un ciudadano responsable con valor a la vida y

el cuidado del espacio público a través de los programas educativos, orientados a todos los niveles.

Entre los hitos de la fundación destaca en 2012 el proyecto de Ley de Seguridad Eléctrica Nº 10281 [15], que se establece y entra en plena vigencia en 2017. En 2014, presenta el Amparo colectivo contra la Municipalidad de Córdoba por las condiciones peligrosas presentes en sistemas de semáforos, gabinetes y alumbrado público. Dicha ley, tiene como objetivo preservar la seguridad de las personas, los bienes y el medio ambiente, como así también estructurar una política provincial orientada a las reglamentaciones vigentes de la Asociación Electrotécnica Argentina y/o las que defina el Ente Regulador de Servicios Públicos (ERSeP).

Además, ésta crea la figura del Electricista Instalador Habilitado (categoría III), exigiendo la emisión de un "Certificado de Instalación Eléctrica Apta" para realizar nuevas instalaciones y reconexiones eléctricas, el que debe tenerla firma de un profesional o técnico cuyos conocimientos hayan sido validados por autoridades competentes. Mientras tanto, municipios y comunas adecuaron las instalaciones en vía pública (alumbrado público, semáforos y señalética) en el período de 2 años desde su implementación.

3.1.2. Fundación CEA (España)

La fundación Comisariado Europeo del Automóvil [16] es una organización privada sin fines de lucro que nace para potenciar el desarrollo de actividades de prevención y educación en materia de seguridad vial, con cuatro ejes principales:

- **Fomentar la Seguridad Vial y reducción de accidentes de tránsito:** La fundación tiene como objetivo fomentar la educación y concientizar el cumplimiento de las normas para contribuir eficazmente a la reducción de los accidentes de tránsito, median-

te charlas, conferencias y estudios realizados periódicamente [17]. Su página web se destina a informar sobre novedades, actualidad y consejos a tener en cuenta para que conductores tanto de vehículos motorizados como no motorizados, transiten de forma más segura y aprendan a convivir entre ellos y con los peatones. También, fomenta el conocimiento de la norma ISO-39001 [18] y los planes de movilidad que se pueden implantar dentro de las empresas, que ayudan a la reducción de los accidentes de tráfico viales laborales, contribuyendo a su vez de forma activa y voluntaria, al mejoramiento social, ya que los conocimientos que adquieren los trabajadores son aplicables a todos los ámbitos de su vida. En su plataforma de denuncias, los ciudadanos pueden reportar deficiencias viales, como estado de carreteras o fallas de señalización (tanto estructurales como de funcionamiento). Esto se realiza mediante correo electrónico, donde se explica el problema, adjuntando el material de respaldo (fotos y/o videos), los cuales se reciben por la Fundación CEA, quien los estudia y remite a las autoridades correspondientes.

- **Consecución de una movilidad sostenible:** La fundación promueve medidas que ayudan a disminuir el uso del vehículo privado en distancias cortas, que fomentan los desplazamientos en transporte público y a pie, el uso de la bicicleta con la formación adecuada para la propia seguridad del ciclista y concienciar sobre las ventajas del uso del vehículo eléctrico y la nueva movilidad en las grandes ciudades.

- **Protección y ayuda a las víctimas de los accidentes de tráfico:** CEA pone a disposición de víctimas de accidentes de tránsito un servicio de atención telefónica 24 horas con la finalidad de dar atención personalizada y profesional a las mismas. El servicio está compuesto por asesoramiento médico y legal, a través del cual es posible solicitar una segunda opinión médica en lo referente a las consecuencias derivadas del accidente, y realizar consulta a abogados especialistas en accidentes de tránsito para ejercer sus derechos frente a terceros. Además, la fundación realiza cursos para todas aquellas víctimas, que después de haber sufrido el accidente, han desarrollado amaxofobia. Es-

tos cursos son impartidos de forma gratuita por psicólogos y formadores en seguridad vial especialistas.

- **Respeto al medio ambiente y la reducción de los niveles de contaminación:** La Fundación apoya la eco-conducción y sus beneficios, asesorando sobre conducción respetuosa con el medio ambiente, fomentando el uso de los vehículos eléctricos y la nueva movilidad [19].

3.1.3. Programa de conservación de Señales (Bogotá - Colombia)

El programa de conservación de señales de tránsito definido por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá [20] reemplaza los dispositivos de señalización defectuosos, realiza mantenimiento rutinario de limpieza y lavado, y retira aquellas que ya no cumplan con el objeto para el cual fueron instalados debido a cambios en las condiciones que justificaron su ubicación.

El programa fijó como meta para el cuatrienio comprendido entre 2016 y 2020, la implementación de 35 mil unidades nuevas de señales de tránsito verticales, distribuidas entre reglamentarias, preventivas e informativas. Entre el segundo semestre del año 2016 y el mes de marzo de 2018 realizó el mantenimiento rutinario preventivo a 121.683 unidades de señales verticales. Asimismo, entre julio del año 2016 y febrero de 2018 se instalaron 12.826 nuevas señales verticales, cifra que incluye reemplazos y corresponde.

Frente al mantenimiento rutinario y periódico de señales verticales de tránsito, las acciones responden a que éstas mantengan su funcionalidad, enfocándose en la limpieza, enderezado y pintura de cada elemento para lograr que la señalización vertical sea reconocida sin ninguna dificultad, reducir los accidentes de tránsito, ofrecer información clara a los usuarios, mejorar

el ambiente visual y disminuir los costos de la señalización, que resulta variable, pues depende del tamaño de la señal y del tipo de actividad a realizar sobre la misma, es decir, si debe ser sometida a mantenimiento, reemplazo o reposición.

Cuando es evidenciada la necesidad de reemplazar una señalización vial, ya sea por inspección realizada por la entidad, por solicitud de la comunidad o por cualquier otro medio visual o escrito, se procede a ingresar la acción requerida a la base de datos de compromisos de la Secretaría Distrital de Movilidad. Posteriormente, son asignadas las labores de obra a los respectivos contratistas para su implementación, que se ejecutan de acuerdo con la programación de obra efectuada para cada contrato en particular, cumpliendo con la normativa vigente y las especificaciones técnicas de implementación de la señalización vertical.

Una vez diseñados los diferentes dispositivos, la Secretaría Distrital de Movilidad suscribe, a través de procesos de selección, contratos de obra cuyo propósito es ejecutar de manera integral todas las actividades inherentes al proceso de señalización en la ciudad, actividad que incluye la implementación de señales de tránsito verticales y horizontales.

Es importante resaltar que la ciudadanía puede realizar reportes de señales de tránsito deterioradas a través de las siguientes opciones:

1. **Sistema Distrital de Quejas y Soluciones** [21]: Se proporciona la información mínima que debe contener su petición, según lo establece la plataforma. Con éste, se podrá realizar las consultas acerca del estado de la solicitud y de la respuesta emitida por la Dirección de Control y Vigilancia de la Secretaría Distrital de Movilidad.
2. **Solicitud ante los Centros Locales de Movilidad:** Acudiendo directamente, de acuerdo con la zona donde el solicitante se encuentre ubicado.

3. **Radicación de oficio:** Puede realizarse en la Sede Administrativa Secretaría Distrital de Movilidad.

3.1.4. Vecinos Conectados (Chile)

Vecinos conectados [22] es una plataforma web, impulsada por la Fundación Democracia y Desarrollo [23], que permite a los vecinos de 9 municipalidades reportar diversos problemas, que varían según la comuna, algunos de ellos son: Semáforos en mal estado, aparición de basurales, hoyos en la calzada, acumulación de aguas lluvias, escombros en la vía, entre otros. En esta plataforma son los ciudadanos quienes reportan problemas en la comuna y/o participan de la toma de decisiones. Para esto, se utiliza un mapa en el cual los usuarios pueden reportar problemas en el lugar exacto, permitiendo de esta forma que el municipio se entere de ellos rápidamente y pueda resolverlos. Cada comuna que participa de Vecinos Conectados tiene su propio portal.

Cabe mencionar que para reportar un problema, se debe escoger una categoría entre las que haya habilitado la municipalidad en el portal, ubicar en el mapa el lugar exacto y explicar brevemente el problema que se reporta. Además se puede adjuntar una imagen o vídeo del lugar que evidencie el problema reportado.

En el mapa se posicionan marcadores en los puntos donde los usuarios han realizado reportes, que pueden ser vistos por otras personas. Para denunciar, es necesario registrar datos que permitan al municipio tomar contacto con los denunciantes. Sin embargo, es tratada como información sensible, motivo por el que no es pública.

Los reportes creados son recibidos por equipos establecidos por la municipalidad, los que

analizan los problemas y buscan encontrar una solución. En el sitio web se puede ver el estado de avance de las denuncias: Abierto, en Proceso o Cerrado.

La Fundación Democracia y Desarrollo establece que Vecinos Conectados tiene por objetivo promover la participación ciudadana, conectar a los vecinos con sus municipios y desarrollar capacidad en el uso de tecnologías a nivel municipal [24]. De esta forma se integran a una red en la cual pueden tomar decisiones y colaborar con los trabajos de la municipalidad.

3.2. Información de accidentes de tránsito en Chile

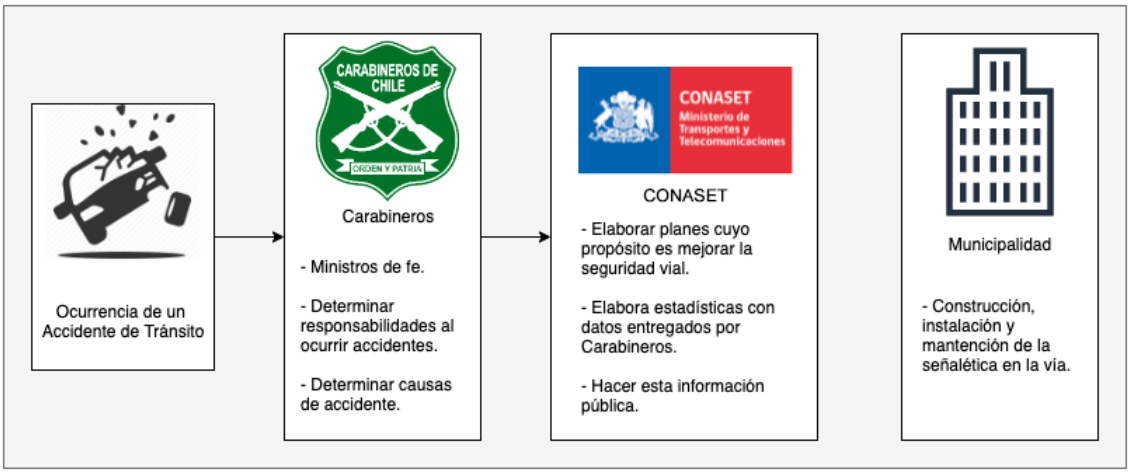


Figura 3.1: Flujo de información desde ocurrencia de accidente

En el diagrama de la Figura 3.1 se presentan las principales entidades involucradas en el proceso desencadenado por un accidente de tránsito, en el que se observa que luego de la ocurrencia, actúa Carabineros de Chile, acudiendo al lugar e iniciando los peritajes que permiten determinar la causa que provocó el accidente, para posteriormente informar a los Tribunales de Justicia o proceder como se indique. Esta información es periódicamente recogida por

CONASET, que elabora informes y estudios estadísticos basados en ellos, los que son publicados en la sección de su sitio web Observatorio de Datos[2].

Considérese el siguiente ejemplo: Ocurre un accidente de tránsito en el que una señal de tránsito resulta dañada. La municipalidad, a través de la Dirección de Tránsito, debiese actuar realizando la reparación correspondiente. Sin embargo, esto no se realiza hasta que en las salidas a terreno se encuentra el desperfecto, o un ciudadano informa a la municipalidad a través de los canales disponibles, que en el caso de la comuna de Valparaíso, son correo electrónico o un formulario presencial.

3.3. Encuesta al usuario de la vía pública

Uno de los objetivos de CONASET al presentar este desafío, es fomentar la participación ciudadana responsable, en otras palabras, desarrollar un sistema colaborativo. Así, conocer la opinión de usuarios comunes de la vía pública en cada comuna.

Como punto de partida, se encuestó [26] a la comunidad universitaria y a las personas en la Dirección de Tránsito de Valparaíso. Esta encuesta está enfocada en conocer, si es que existen, patrones de comportamiento en el usuario de la vía pública y la percepción de ellos en materia de mantención de la señalización de tránsito.

En ésta, se preguntó la preferencia del usuario de la vía pública en relación a la alternativa más práctica para informar acerca del mal estado o inexistencia de señalética, donde las respuestas, ordenadas según cantidad de respuestas, fueron:

1. Aplicación Móvil

2. Página Web
3. Teléfono
4. Redes Sociales ó Correo Electrónico
5. Presencial
6. Educación Vial

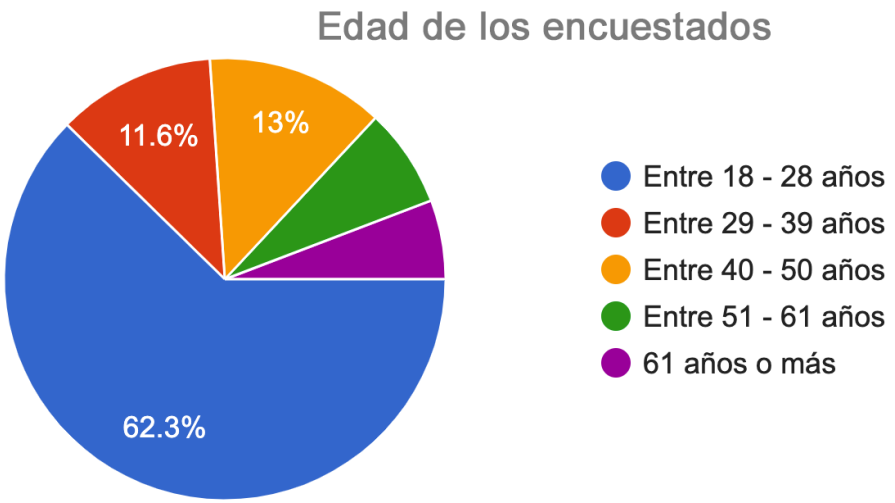


Figura 3.2: Rango etario de los encuestados

La Figura 3.2 muestra la edad de los encuestados, cuya mayor participación fue de personas entre los 18 y 28 años de edad, quienes fueron los que propusieron principalmente soluciones tecnológicas a la problemática planteada.

Uno de los principales hallazgos, es el casi nulo conocimiento en la forma de hacer una solicitud. Casi un $83\,\%$ de los encuestados declaró no saber de la existencia de un mecanismo para dar aviso a las autoridades respecto al estado de la señalética de tránsito. Son las personas de mayor edad quienes conocen los canales existentes para realizar una solicitud de construcción

o reparación de señalética, pero solo la cuarta parte de ellos ha hecho una solicitud alguna vez.

Con respecto a colaborar con informar, solo el $3\,\%$ de los encuestados dijo que no colaboraría informando. Del $97\,\%$ restante, sólo un $4\,\%$ espera recibir algo a cambio. Sin embargo, sus expectativas de retribución se relacionan con que el interés de informar y participar sea similar a la capacidad de cumplimiento de la municipalidad o recibir un reconocimiento por la información que brindan.

En relación a seguridad en la vía pública, alrededor de un $90\,\%$ de las personas encuestadas siente inseguridad al transitar en ella, donde el $60\,\%$ cree que la principal causa está en imprudencia de conductores y peatones; y un $20\,\%$ lo asocia también a la falta o mal estado en la señalética.

En cuanto a participación en accidentes de tránsito, un $33\,\%$ confesó haber sido partícipe al menos una vez de un accidente, y casi la mitad de ellos, asocia la mala señalización como causante. Asimismo, un $67\,\%$ aproximadamente considera que falta mantención en la señalética en el sector donde reside actualmente.

3.4. Alternativas de solución

A partir de la información recopilada hasta este punto, se construye la Tabla 3.1 a continuación, que compara tres alternativas de solución, elaboradas en conjunto con CONASET y para realizar un contraste, se agrega la alternativa de Fono denuncias, planteada inicialmente por la Dirección de Tránsito y que también aparece en la encuesta al usuario.

Criterio	Opción 1 Fono Denuncias	Opción 2 Página Web	Opción 3 Aplicación móvil + Página Web
Centralización de información	✓	✓	✓
Obtención de geolocalización	✗	✗	✓
Confiabilidad	Baja	Media	Alta
Digitalización de la información	Manual	Automática	Automática
Funcionamiento Autónomo	✗	✓	✓
Recopilación de evidencia	✗	✓	✓
Retroalimentación al informante	✗	✓	✓
Generar trazabilidad	✗	✓	✓
Uso de tecnologías	✗	✓	✓
Transmisión de la información	Oral	Escrita	Digital
Escalabilidad	✗	✓	✓
Probabilidad de error humano	Alta	Media	Media
Eficiencia	✗	✓	✓
Seguridad	✗	✓	✓

Tabla 3.1: Comparativa entre alternativas de solución.

Para brindar una mejor comprensión del resultado de esta tabla, se explican los siguientes conceptos, asociados a los criterios utilizados en su confección:

- **Centralización:** Capacidad de atender todas las necesidades que se requieren, permitiendo enfocar esfuerzos y recursos en él como único medio oficial.
- **Geolocalización:** Capacidad de georreferenciar automáticamente sin necesidad de introducir datos de forma manual. En el caso de la Opción 2, es posible realizar esta acción mediante Google Maps, Sin embargo, la desventaja es que al ubicar un marcador

manualmente existe un rango de error que queda sujeto a la dedicación y meticulosidad del usuario.

- **Confiabilidad:** Probabilidad de que la información provista por un usuario sea fidedigna. Este parámetro nunca suele llegar al $100\,\%$, sin embargo,la herramienta que se implemente debe buscar maximizar este valor. En el caso de la Opción 3 es alta, puesto que el teléfono móvil es capaz de capturar imágenes y adjuntarlas como respaldo.
- **Funcionamiento autónomo:** Independencia del sistema para operar, vale decir, si requiere de personas dedicadas a tareas asociadas con el funcionamiento del sistema, tales como atender un llamado, aceptar una solicitud, etc.
- **Recopilación de evidencia:** Captura de material visual que sirva como testimonio del reporte realizado.
- **Generar Trazabilidad:** Vincular operaciones realizadas y manejar un historial de reparaciones de cada señalética. Entiéndase como uso de base de datos.
- **Uso de tecnologías:** Modernidad del sistema, considerando la tecnología disponible.
- **Transmisión de la información:** Forma en que el sistema recopila información. En la Opción 1, esta característica está limitada al relato del usuario que llama para realizar un reporte, mientras que en la Opción 2 se realiza a través de texto descriptivo del problema, y en la Opción 3 se agregan las características del teléfono móvil, tales como ubicación GPS y fotografía de la cámara.

3.5. Propuesta de solución

Considerando las alternativas planteadas en el punto anterior, en conjunto con las necesidades de la Municipalidad de Valparaíso, las capacidades del equipo y los objetivos de CONASET,

la alternativa más apropiada es el desarrollo de una Aplicación móvil más Página Web.

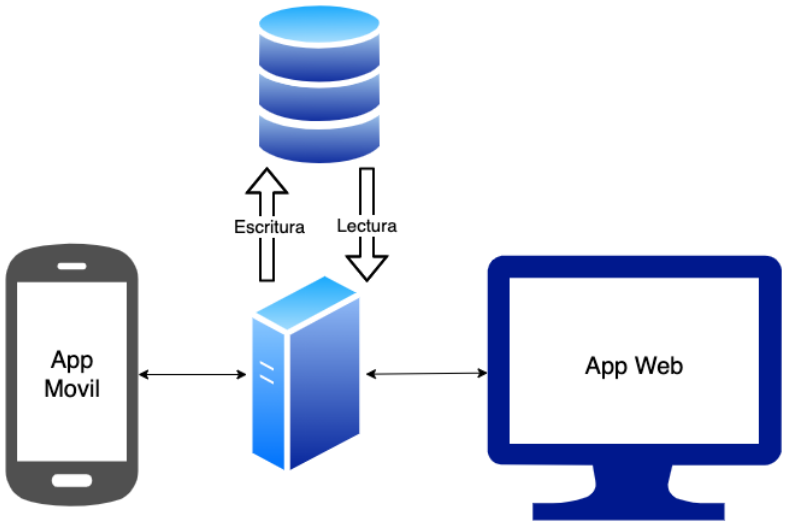


Figura 3.3: Diagrama general del sistema

La Figura 3.3 presenta un esquema general del sistema, el cual se compone de:

- **Servidor:** En él se encuentra físicamente Señaléticas Al Día, es la pieza que ejecuta la lógica backend y se comunica con la base de datos.
- **Aplicación móvil:** Opera como cliente y se comunica a través de la API REST con el servidor. Se orienta a usuarios de la vía pública, con funciones que permiten reportar señales de tránsito en mal estado, alimentando al sistema, con información como coordenadas GPS, fotografías, descripciones, entre otros.
- **Aplicación web:** También opera como cliente, y se orienta a funcionarios de la Dirección de Tránsito, con características asociadas a la gestión y organización de reportes.

3.6. Requerimientos del sistema

Con la información que se ha expuesto hasta este punto, se definen los requerimientos que el sistema debe satisfacer, comprendiendo las componentes web y móvil.

3.6.1. Requerimientos Funcionales

Etiqueta	Requerimiento
RF 1	Registro de Usuarios
RF 2	Login de Usuarios
RF 3	Geolocalización de señaléticas
RF 4	Centralización de canales de información
RF 5	Creación de solicitudes de reparación
RF 6	Priorización solicitudes
RF 7	Creación y administración de planes de mantención
RF 8	Modificación del estado de las solicitudes
RF 9	Visualización de señaléticas en un mapa
RF 10	Visualización de solicitudes realizadas por terceros

Tabla 3.2: Requerimientos funcionales del sistema

El registro de usuarios (RF1) se llevará a cabo en la aplicación móvil, para que cualquier ciudadano pueda hacer uso de la herramienta, e identificar a las personas que colaboran activamente, puesto que es una herramienta con un propósito serio. Mientras tanto, para la aplicación web, es necesario que los usuarios sean creados de forma manual, puesto que su rol conlleva una mayor responsabilidad.

El login (RF2) existirá para ambos usuarios. Tanto la aplicación web como la aplicación móvil poseen sus propios login.

La geolocalización de señalética (RF3) ocurrirá de forma automatizada cuando un usuario crea una solicitud desde la aplicación móvil. La plataforma web también permite la inserción de datos, obteniendo estos datos desde el mapa de google, según la posición que indique el usuario.

Con la implementación de este sistema se logra la centralización de la información (RF4), ya que este permite realizar todas las operaciones necesarias en la gestión de solicitudes de reparación de señaléticas. El resto, depende de los medios de difusión de la herramienta para que sea conocida por las personas y por ende, utilizada.

La creación de solicitudes (RF5), podrá realizarse tanto desde la aplicación móvil como también en la aplicación web.

La aplicación web provee una interfaz, en la que se muestran las solicitudes en una lista priorizada (RF6), proporcionando mayor visibilidad a aquellas más urgentes, según criterios que se definen más adelante.

La creación y administración de planes de mantención (RF7), permite efectuar un trabajo ordenado por parte de los funcionarios, organizando y agrupando solicitudes para su posterior reparación.

Una solicitud recién creada, posee un estado que indica que hay un problema con la señal

de tránsito asociada. Cuando ésta es procesada por usuarios de la aplicación web (personal municipal), se puede modificar el estado de éstas (RF8), indicando que se realizó una acción correctiva.

La aplicación web provee una interfaz en que la señalética registrada en el sistema se visualiza en un mapa de Google (RF9), permitiendo identificar sectores con menos densidad de señalética, así como también el estado de cada una de ellas.

La componente web permite visualizar todas las solicitudes ingresadas. Mientras que la aplicación permite visualizar solicitudes realizadas por terceros (RF10), dentro de un rango cercano a la posición actual.

3.6.2. Requerimientos No Funcionales

Etiqueta	Función	Objetivo
RNF1	Eficiencia	Eliminar los principales atochamientos que actualmente existen en la mantención de la señalética, agilizando los tiempos de respuesta.
RNF2	Escalabilidad	Capacidad de crecimiento más allá del prototipo.
RNF3	Trazabilidad	Generar capacidad de hacer análisis de puntos conflictivos a través del historial de cada señalética
RNF4	Usabilidad	Proveer una interfaz sencilla basada en la experiencia de usuario, que permita realizar las tareas necesarias con facilidad aptas para casi cualquier usuario”

Tabla 3.3: Requerimientos No Funcionales del sistema

Con los requerimientos no funcionales el sistema responde las necesidades comunes en sistemas informáticos actuales, ofreciendo recursos prácticos, sencillos de usar y aptas para usuarios sin tanta experiencia en uso de computadores, considerando que los funcionarios de la Dirección de Tránsito son personas no expertas en términos de tecnología.

3.7. Definición de conceptos

A continuación, se definen algunos conceptos relacionados con procesos, que forman parte del sistema propuesto.

3.7.1. Planes de Mantención

Un plan de mantención, es la forma utilizada en el sistema para organizar el trabajo. Puede entenderse básicamente como un subconjunto de solicitudes seleccionadas para ser reparadas en un plazo de tiempo determinado. La interacción entre solicitudes y planes de mantención se ilustra a continuación.

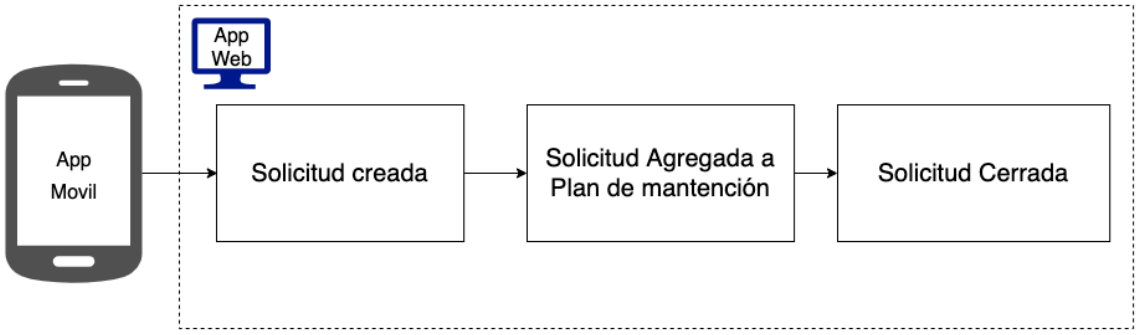


Figura 3.4: Ciclo de vida de una Solicitud

Como se muestra en la Figura 3.4, una solicitud puede ser creada tanto desde la aplicación

móvil como desde la aplicación web, insertando los registros en la base de datos según corresponda. Posteriormente, un funcionario con permisos de acceso a la aplicación web, puede agregar la solicitud a un plan de mantención para luego marcar la solicitud como cerrada, registrando una reparación.

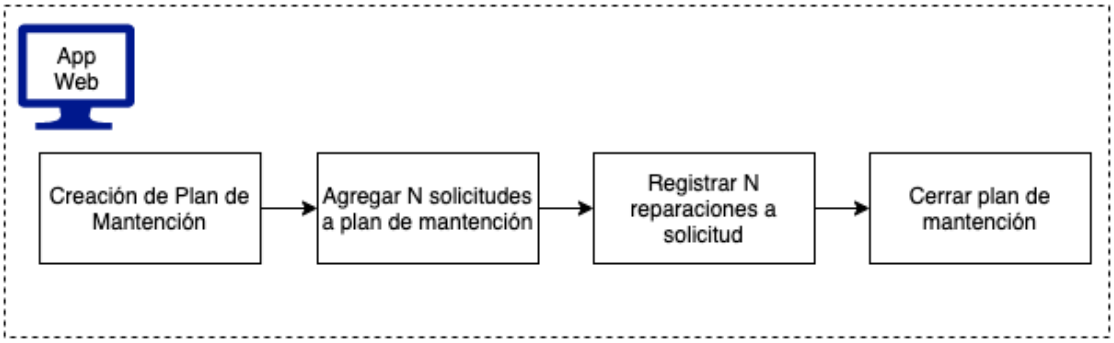


Figura 3.5: Ciclo de vida de un Plan de Mantención

Por su parte, un plan de mantención puede ser creado en cualquier momento. Como se muestra en la Figura 3.5, una vez que el plan existe, se puede agregar a él tantas solicitudes como se desee. Para efectos del prototipo, no existen limitaciones en relación al orden de las acciones. A modo de ejemplo, el usuario podría agregar solicitudes a un plan de mantención, registrar las reparaciones, y luego agregar más solicitudes. La regla primordial es que un plan de mantención puede finalizarse si y sólo si para cada una de las solicitudes agregadas se registró la reparación correspondiente.

3.7.2. Apoyo de solicitudes

Cuando un usuario realiza un reporte, se crea una Solicitud de reparación. Ahora bien, solo puede existir una solicitud activa por señalética a la vez. Esto significa que, si un usuario

hace una solicitud de reparación y luego un segundo usuario realiza la misma acción (en la misma señalética), esta se convierte en apoyo a la existente, implicando un aumento en la priorización de la solicitud creada por el primer usuario, véase Sección 3.7.3.

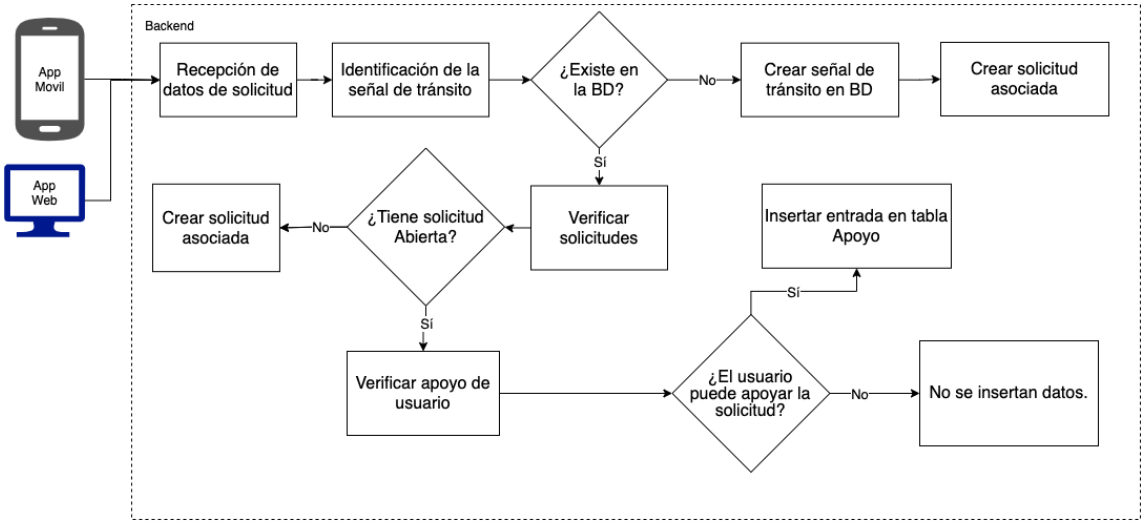


Figura 3.6: Manejo de creación de solicitudes de reparación y apoyo de solicitudes.

La forma en que se evalúa si una solicitud se registra, se muestra en la Figura 3.6. Así, se elimina el problema de la duplicidad de solicitudes, y se concentran los esfuerzos de los usuarios de la vía pública en el problema ya existente, haciendo más visible la solicitud involucrada.

3.7.3. Priorización de solicitudes

Las solicitudes de reparación son mostradas en la interfaz Solicitudes Priorizadas, en la que se despliega información almacenada en la base de datos como tal, y también un valor calculado al momento de la consulta. Este valor, denominado Priorización, cuyo objetivo es minimizar la inanición en el sistema, consiste en la asignación de un grado de urgencia a la reparación de la solicitud. La lista de solicitudes en esta interfaz se ordena según este valor en forma

descendiente, otorgando más visibilidad a aquellas que se consideran más urgentes. Esto se realiza ponderando al $25\,\%$ de cada uno de los siguientes cuatro criterios a continuación.

Grado de Avería

Grado de avería	Priorización
Suciedad	1
Rayaduras	2
Obstrucción visual	3
Daño estructural	4
Destrucción total	5

Tabla 3.4: Niveles de priorización según grado de avería de la señalización

La Tabla 3.4 la priorización según el nivel de daño, que se considera como criterio de priorización, puesto que, el daño de la señal es inversamente proporcional a la capacidad de cumplir su función. A modo de ejemplo, representa un menor riesgo de producir accidentes un Pare rayado, que la destrucción parcial o total del mismo.

Tipo de Señalización

Grupo	Cantidad de señales	Priorización
RA	2	1
RR	10	2
RO	13	3
RPO	17	4
RPI	3	5

Tabla 3.5: Niveles de priorización según el tipo de señalética

Otro criterio de priorización es el tipo de señal de tránsito, cuyos valores se muestran en la Tabla 3.5, considerando la clasificación de la señalización restrictiva y sus 5 subgrupos, que fueron explicados en la Sección 2.4. A modo de ejemplo, una deficiencia en un Ceda el Paso (clasificación RPI) representa un mayor riesgo de accidente que un Permitido Virar con Luz Roja (clasificación RA).

Tiempo de solicitud sin procesar

Tiempo de solicitud	Priorización
Hasta 1 semana	1
Hasta 2 semanas	2
Hasta 1 mes	3
Hasta 2 meses	4
Más de 2 meses	5

Tabla 3.6: Niveles de priorización según el tiempo transcurrido

Como criterio de priorización, el tiempo transcurrido desde que una solicitud es creada es directamente proporcional a la prioridad según los intervalos de tiempo definidos en la Tabla 3.6.

Cabe mencionar que una solicitud podrá aumentar su priorización según este criterio aun si está agregada a un plan de mantención, se dejará de calcular sólo cuando la solicitud se marca como reparada.

Apoyo de la comunidad

Apoyo a solicitud	Priorización
0 usuarios	1
1 a 10 usuarios	2
11 a 20 usuarios	3
21 a 30 usuarios	4
31 o más usuarios	5

Tabla 3.7: Niveles de priorización según el apoyo de usuarios

Este criterio apunta directamente al concepto de colaboratividad, es decir, entre más usuarios indiquen una misma anomalía, la priorización de esta aumentará, según los intervalos que se muestran en la Tabla 3.7. Como se menciona anteriormente, el apoyo a solicitudes existentes ocurre de manera automática al cuando se reporta una señalética que ya tenía una solicitud activa, como se mostró en el diagrama de la Figura 3.6.

CAPÍTULO 4

SEÑALÉTICAS AL DÍA: SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Señaléticas Al Día, es el nombre dado al sistema propuesto como solución al problema planteado. Las condiciones de funcionamiento, composición, tecnologías empleadas, detalle de funciones e interfaces se definen en este capítulo.

4.1. Supuestos y Restricciones

Existen limitaciones internas y externas para el desarrollo y funcionamiento del sistema. Por lo que se deben tener en cuenta los puntos a continuación:

- **Capacitación de usuarios municipales:** Las personas que operen la plataforma, deberán ser capacitadas previamente para el uso correcto de ella.
- **Recursos municipales:** El sistema desarrollado permite a la municipalidad operar prácticamente sin invertir recursos adicionales, lo que constituye un punto muy im-

portante operativamente. Se deja a criterio los costos de difusión y fomento del uso de la aplicación.

- **Puntos de usuario:** Relacionado con lo anterior, Señaléticas Al Día utiliza un sistema de puntos de usuario, en el que cada reporte realizado otorga una cantidad de puntos. El ranking de los top 5 usuarios de la aplicación se puede ver en la página web principal, que es de acceso público. Se esperaba ofrecer alguna recompensa por niveles, tal como un porcentaje de descuento en el pago de licencias de conducir o trámites afines, con el fin de mantener el incentivo a su uso, puesto que la utilidad del sistema depende de la participación de la ciudadanía no solo en el corto plazo. Sin embargo esto queda fuera de los límites del equipo y se deja a criterio de la Municipalidad.

- **Solicitudes de creación de señales de tránsito:** Dentro de las solicitudes que la municipalidad recibe, una parte importante de ellas acuden a este medio para solicitar la creación de nuevas señales de tránsito y resaltos en lugares que no existen, para lo cual el sistema en su fase de prototipo no es apto, ya que se tiene como primer objetivo identificar la señalización restrictiva vertical existente.

- **Sistema de Login:** Un funcionario de la Dirección de Tránsito habilitado para operar la aplicación web, podrá acceder a la aplicación móvil con sus mismas credenciales. Sin embargo, una persona que se registre por medio de la aplicación móvil no podrá iniciar sesión en la web.

- **Confiabilidad:** Se asume la buena fe, es decir, la información con que un usuario de la aplicación móvil alimente el sistema, se tratará como confiable.

4.2. Tecnologías aplicadas

4.2.1. Aplicación Web

Para llevar a cabo el desarrollo del la aplicación web, se utilizan las siguientes tecnologías:

- **Django** [28]: Framework de aplicaciones web gratuito y de código abierto escrito en Python. La idea de implementar en Django es aprovechar el conocimiento previo del lenguaje Python.
- **Mysql** [29]: Para la Base de Datos se utiliza un modelo relacional en Mysql, que al igual que Python es de conocimiento previo, además de ser recomendado para trabajar en conjunto con Django.
- **Visual Studio Code** [30]: Editor de código fuertemente recomendado para desarrollar en Django. En él se escribe todo el código relacionado con la aplicación web, vale decir, archivos Python, Html, JavaScript y CSS. Con la instalación de algunos plugins, se pueden agilizar tareas, como autocompletar etiquetas Html o etiquetas propias de los templates de Django.
- **Google Api-key**: Se utiliza un Api-key de Google, cuya configuración permite el uso de la API Geocoder [31], utilizada para obtener direcciones desde coordenadas Gps y viceversa, y la API Maps (Javascript) [32], que permite configurar y mostrar un mapa en el que se puede trabajar con marcadores y contenido propios.
- **Firebase Cloud Storage** [33]: Se utiliza como Sistema de almacenamiento de archivos. Permite guardar imágenes y referenciarlas desde su url, en lugar de almacenarlas en la base de datos.
- **Ngrok** [34]: Permite crear una conexión túnel a localhost, otorgando una dirección http y https. se utiliza para establecer comunicación entre la API y la aplicación móvil.

4.2.2. Aplicación Móvil

Puesto que la aplicación móvil se desarrolla para la plataforma Android, el editor de código utilizado es Android Studio [35], utilizando Kotlin [36] como lenguaje de programación. Además, se utilizan algunas bibliotecas externas para llevar a cabo algunas operaciones específicas, estas son:

- **Retrofit** [37]: Cliente HTTP con seguridad de tipos para Android y Java. Permite hacer llamadas a servicios, obteniendo el resultado estructurado en clases definidas por el usuario.
- **CameraX** [38]: Biblioteca que permite realizar un manejo sencillo de la Camera 2 API [39], introducida en Android API 21. Permite tanto la captura de fotografías como la grabación de video, y captura eventos de cámara.
- **Firebase Cloud Storage** [33]: SDK que permite el almacenamiento de archivos. Se integra en la aplicación para hacer cargas directas, almacenando en la base de datos la url del almacenamiento en vez de la imagen.

4.3. La Base de Datos

El modelado de base de datos, es una pieza clave del sistema. Un diseño apropiado permitirá en el futuro añadir operaciones tanto a la aplicación móvil como a la web.

En la Figura 4.1 se muestra una versión simplificada de la base de datos, en la que se han excluido las tablas generadas por Django, utilizadas para el manejo de permisos, grupos sesiones y migraciones. La versión completa se puede ver en el Anexo A.

Para justificar la estructura utilizada, se tomará como concepto la Trazabilidad, que hace referencia en este contexto a la capacidad de manejar información histórica de las reparaciones realizadas de cualquier señalética.

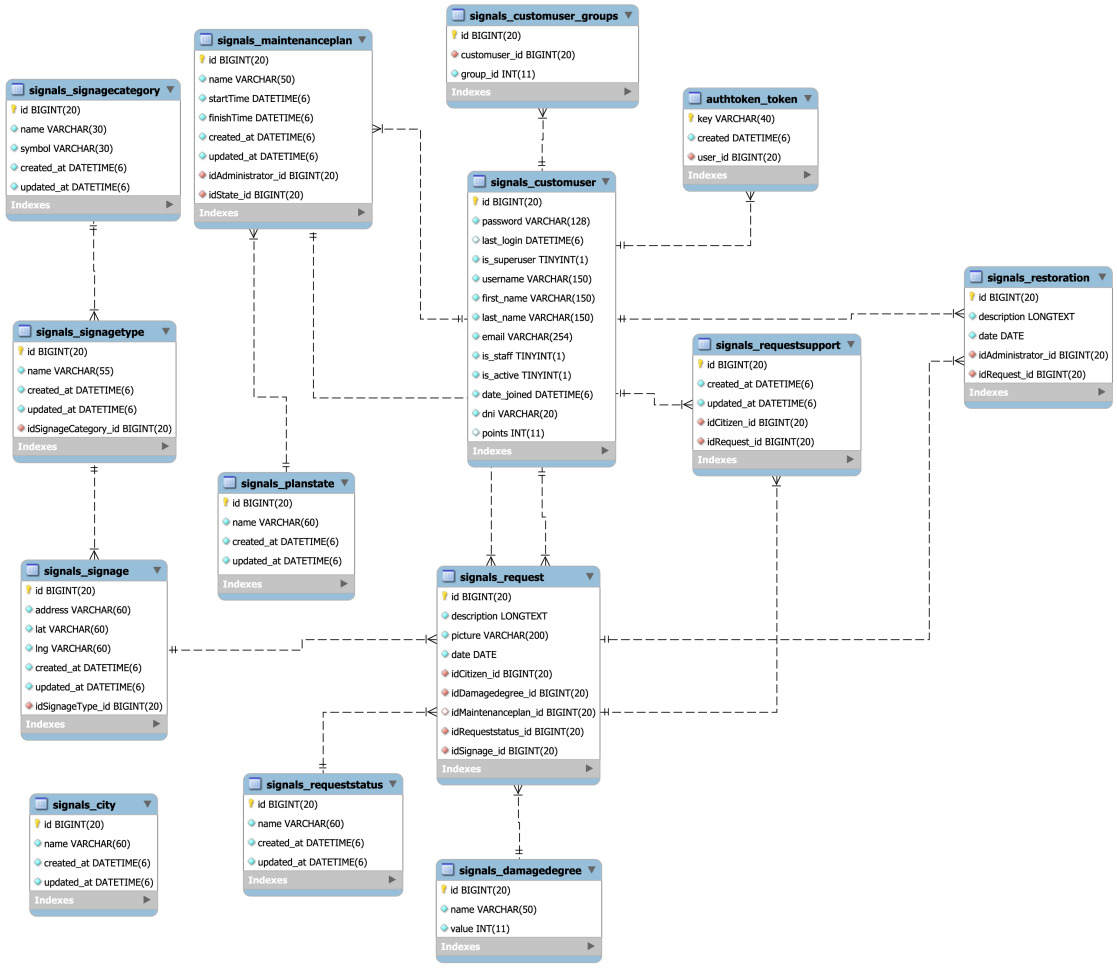


Figura 4.1: Diagrama De base de Datos simplificado

Cada entrada en tabla Request (signals_request), corresponde a una solicitud de reparación, realizada por usuario de la vía pública con detalles del estado actual de la señalización, tales como la fotografía, la descripción y fecha del reporte, referenciando una entrada en la tabla

Signage (signals_signage). Esto permite que, si una señal de tránsito se ha reportado con deficiencias y se ha reparado, pueda haber nuevas solicitudes dirigidas a la misma. De esta manera, se realizan consultas buscando solicitudes abiertas (creadas, pero no atendidas aún) en lugar de buscar por señaléticas, en la mayoría de los casos. La tabla Signage, contiene los atributos que permiten identificar una señal de tránsito completamente, independiente de su estado de conservación, los que son:

- **Latitud:** Valor de la coordenada GPS.
- **Longitud:** Valor de la coordenada GPS.
- **Dirección:** Nombre de calle, número y ciudad, obtenida desde las coordenadas GPS a través de la API Geocoder.
- **Tipo de señalización:** Corresponde al nombre de la señalética, referenciado desde una entrada en la tabla Signage Type.

Por parte de la tabla User (signals_customuser), es el resultado de la fusión de las tablas Usuario y Funcionario, destinadas a transeúntes y funcionarios de la Dirección de tránsito, respectivamente. Dicha fusión se realiza para añadir la funcionalidad en la aplicación web de agregar solicitudes en forma manual.

Las tablas que hacen referencia a estados (signals_planstate y signals_requeststatus) tienen los siguientes valores:

- **Abierta:** Estado inicial al crear una entrada en Maintenance Plan (signals_maintenanceplan) o Request.
- **En curso:** Request agregada a plan, o plan iniciado.

- **Cerrada:** Solicitud que ha sido solucionada, o Plan de mantención completado y finalizado.

Por último, las tablas Signage Type y Signage Category (signals_signagecategory) hacen referencia a las señales de tránsito reglamentarias restrictivas y su clasificación según se define en el Manual de Señalización de Tránsito. La utilidad de ellas se manifiesta al momento de evaluar la priorización de solicitudes, como se definió en la Sección 3.7.3.

4.4. Aplicación Web

La aplicación web, es el componente del sistema desarrollado para funcionarios de la Dirección de Tránsito autorizados, en la que pueden realizar todas las tareas asociadas a la administración y también registro de solicitudes de forma manual.

La creación de usuarios para la plataforma debe hacerse a través de la interfaz de admin de Django. En dicho panel, se pueden realizar actividades como creación de usuarios, grupos, cambio de permisos, entre otros. Solo los super usuarios pueden acceder a este panel.

4.4.1. Funciones

Entre las principales funciones de la aplicación web, se destacan las siguientes:

- **Login de funcionarios:** Control de acceso a la aplicación web. Solo personas autorizadas tendrán credenciales de acceso, y como se ha mencionado anteriormente, las credenciales de acceso web son válidas en la aplicación móvil, pero no viceversa.
- **Despliegue de mapa de Google:** Implementando tecnologías de Google, se despliegan en un mapa las señaléticas registradas, indicando el estado actual de cada una de ellas,

con marcadores diferenciados.

- **Búsqueda en el mapa:** Mediante un sistema de filtros de marcadores, se permite que el usuario pueda buscar marcadores que correspondan a una determinada señalética, categoría o aquellas con solicitudes pendientes.

- **Creación manual de solicitudes:** Debido a que hay personas que utilizan el sistema actual de reportes, es necesario proveer en la aplicación una forma de entrada a estos datos, para que de esta manera la transición tecnológica sea paulatina.

- **Creación y gestión de planes de mantención:** Un plan de mantención puede entenderse como un contenedor de solicitudes seleccionadas para ser reparadas en un plazo de tiempo. La implementación de esta forma de organización aporta a la eficiencia de los procesos involucrados y estandarización de éstos.

- **Asignación de Solicitudes a planes de mantención:** El flujo de trabajo ordenado permite realizar las tareas en una forma estandarizada, que responde a los requerimientos de la Dirección de Tránsito. Por ello, planes de mantención son la unidad fundamental de gestión propuestos, para llevar a cabo el proceso de reparación.

4.4.2. Interfaces

Login/Dashboard

Corresponde a la interfaz principal de la aplicación web. En ella, los funcionarios autorizados pueden iniciar sesión y tener acceso al resto de interfaces que se muestran más adelante. Además del login, esta página muestra un resumen del sistema compuesto de:

- **Solicitudes recibidas:** Conteo de reportes realizados en total. No contempla los apoyos a solicitudes de terceros.

- **Reparaciones realizadas:** Conteo de todas las reparaciones realizadas. Dado que una solicitud implica una reparación, si existe una gestión eficiente se espera que este número siempre tienda al valor de Solicitudes recibidas.
- **Señalética más reportada:** Sección de carácter informativo.
- **Usuarios con más actividad:** Lista de los 5 usuarios de la aplicación móvil que han realizado más aportes al sistema.
- **Planes de mantención en curso:** Lista de los planes de mantención con estado abierto. Muestra la cantidad de solicitudes a ser reparadas en el plazo definido por la Dirección de Tránsito.

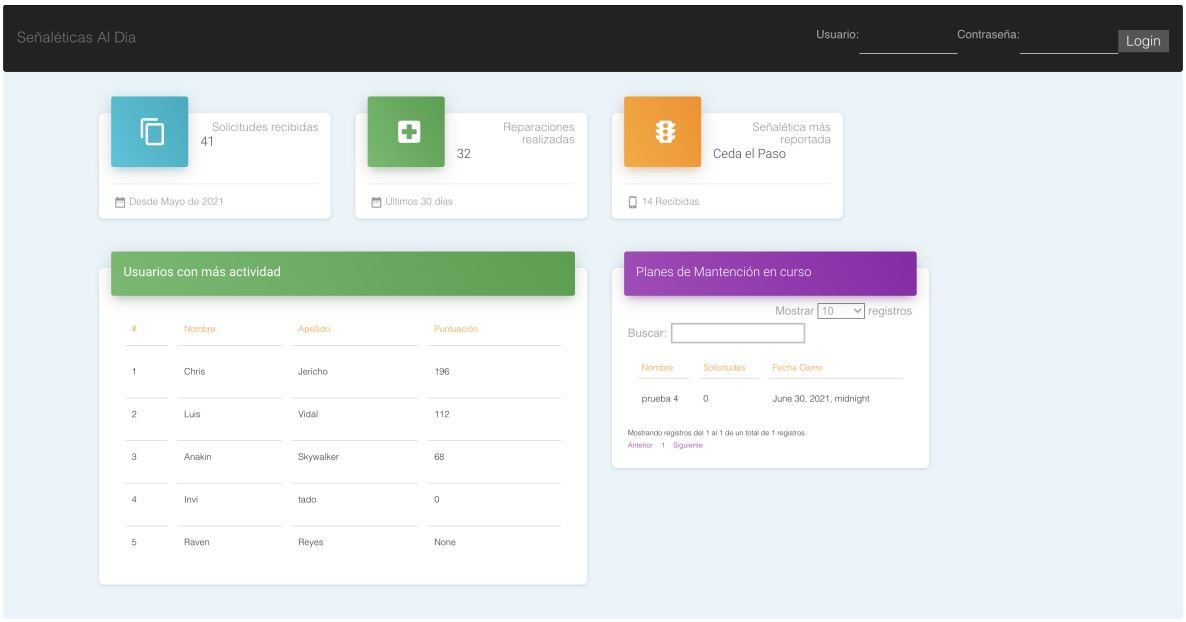


Figura 4.2: Interfaz de Inicio de Sesión / Resumen de datos

El propósito de este resumen del sistema es brindar confianza y transparencia a los ciudadanos, evidenciando el trabajo y nivel de actividad de la Dirección de Tránsito, para fomentar así el interés y la participación continua de ellos, considerando que en gran parte de ello depende el éxito del sistema en el mediano y largo plazo.

Mapa de señaléticas

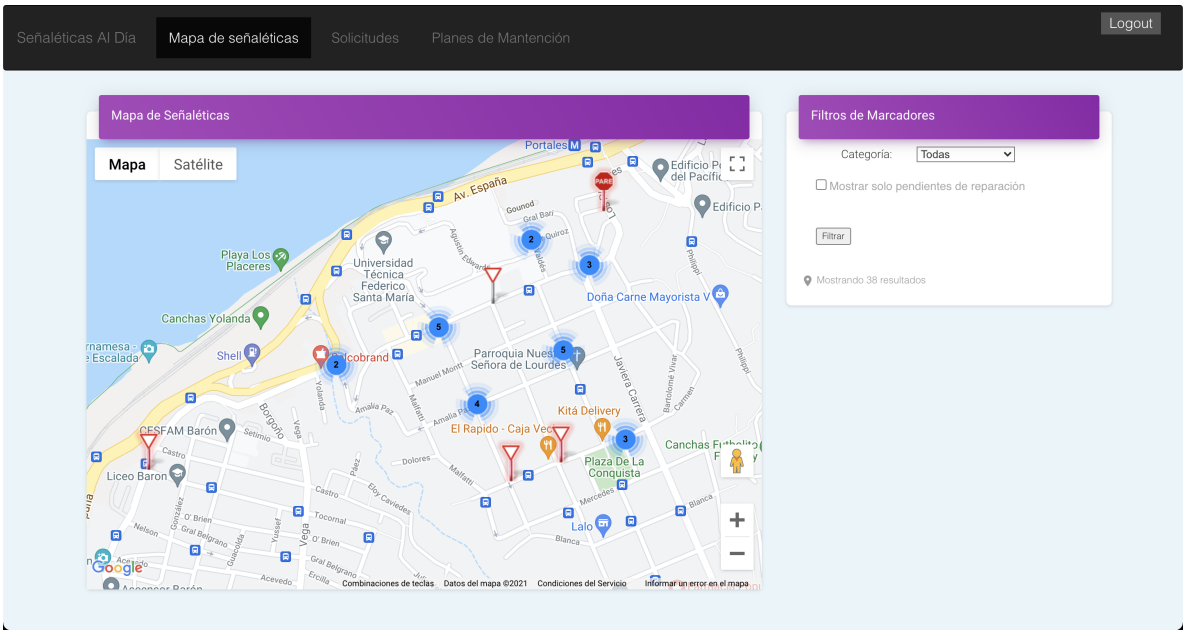
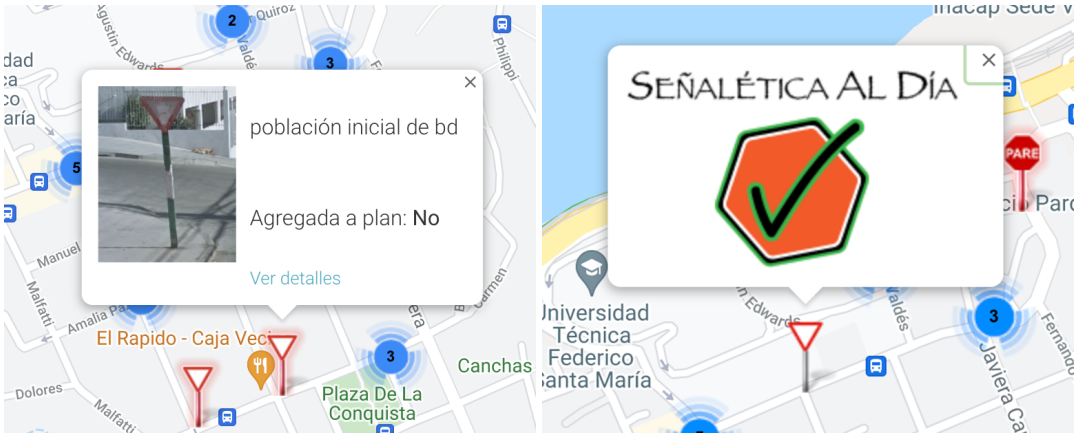


Figura 4.3: Interfaz Mapa de Señaléticas

Esta interfaz consiste en un mapa de Google en el que se ubican marcadores personalizados, cuyo diseño corresponde a la señal de tránsito que representa. Además, si ésta tiene una solicitud activa, el marcador asociado se diferencia visualmente con el poste en color rojo y un resplandor en el mismo tono. Se diseñó un total de 124 marcadores, que corresponden a los 62 símbolos viales reglamentarios definidos en el Manual de Señalización de Tránsito, y la variante mencionada.



(a) Señal de tránsito con solicitud pendiente. (b) Señal de tránsito en buen estado.

Figura 4.4: Marcadores y ventana informativa de acuerdo al estado de la señalización.

Al hacer clic sobre algún marcador se abre una ventana, como se muestra en la Figura 4.4, indicando los detalles de la solicitud activa en caso de haberla, y un enlace al detalle de esta en la interfaz Solicitudes priorizadas. En caso que la señalización no registre problemas, se muestra el logo de Señaléticas Al Día.

Al costado derecho se ubica el panel de filtros, que permite mostrar u ocultar marcadores según su categoría y/o según tengan solicitudes activas. Si se selecciona una categoría, el usuario puede escoger si mostrar u ocultar uno a uno los tipos de señalización de la categoría. A modo de ejemplo, si se selecciona la categoría *De Prioridad (RPI)*, se podría mostrar solo los marcadores asociados a la señal Pare.

Solicitudes priorizadas

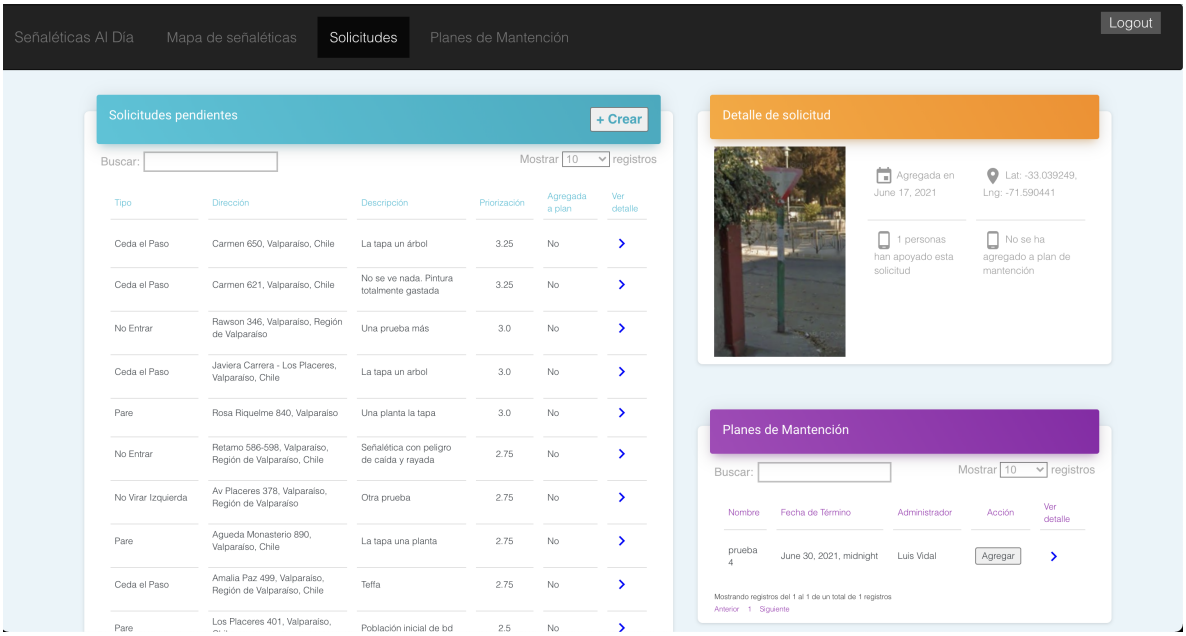


Figura 4.5: Interfaz Solicitudes priorizadas

La tabla de Solicitudes pendientes se encuentra ordenada según la priorización definida en la Sección 3.7.3. La barra de búsqueda permite filtrar filas con cualquier campo que coincida. Al hacer clic en el botón `ver detalle`, se muestra el cuadro Detalle de solicitud en la que se muestra la fecha de creación, coordenadas de la señal de tránsito, apoyo recibido (otros usuarios que también la han reportado) y si se encuentra agregada a algún plan de mantención. En caso positivo, no se muestra el botón `Agregar` en la tabla Planes de Mantención, que además, muestra los planes activos y `ver detalle` de plan, que redirige a la interfaz Planes de Mantención, mostrando el detalle del plan actual.

Creación manual de Solicitudes

Al presionar el botón `Crear`, se despliega la ventana modal que contiene todos los campos requeridos para realizar una solicitud, organizada en 3 etapas, que son:

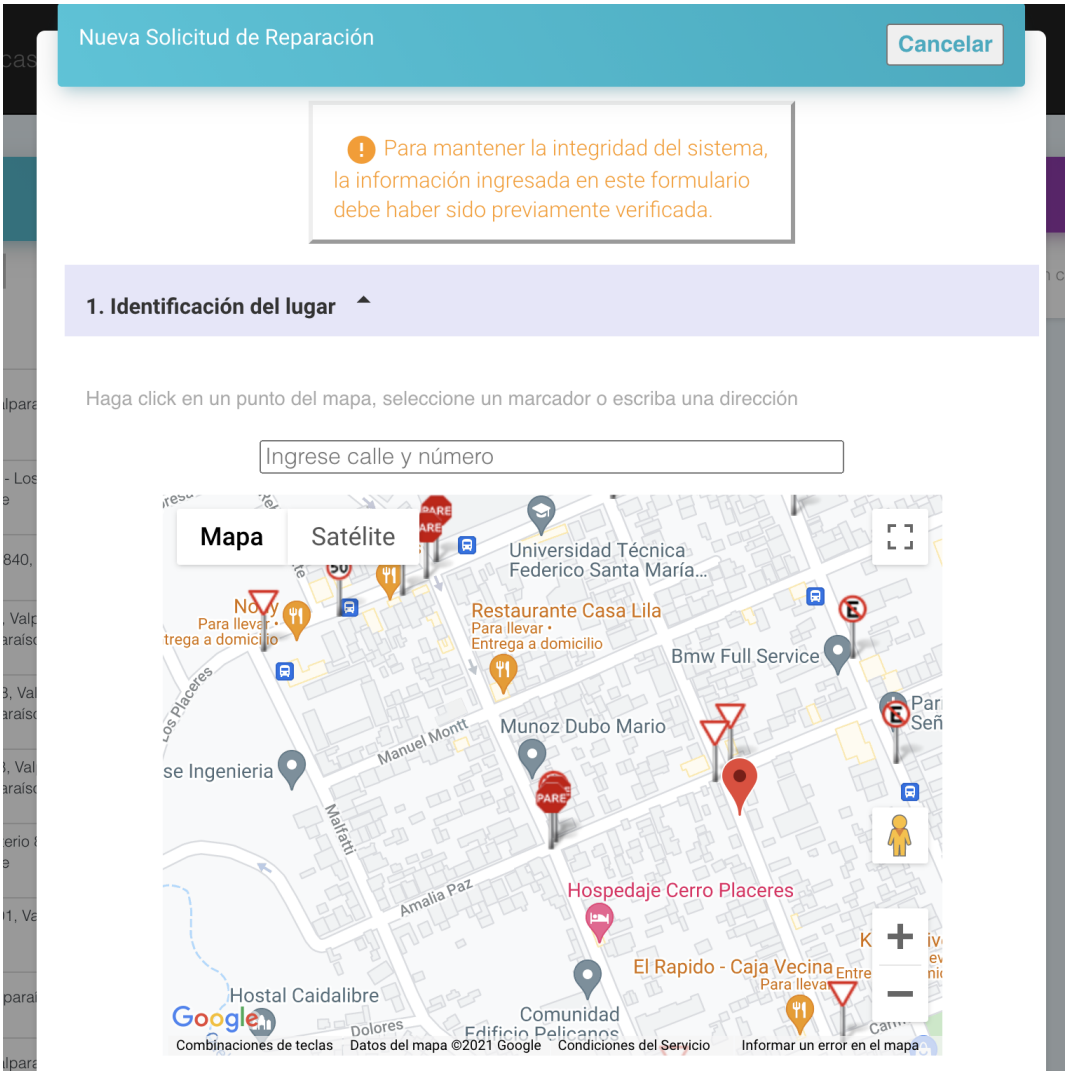


Figura 4.6: Creación manual de solicitudes, etapa 1

- **Etapa 1:** Se muestra en la Figura 4.6, y tiene por objetivo determinar la ubicación de la solicitud. Para ello, el usuario puede hacer clic en el mapa y posicionar inicialmente un marcador, que puede ser arrastrado. También se puede escribir la dirección en la barra,

y al presionar `Enter`, se realiza la geocodificación y se posiciona el marcador en el mapa. Si la solicitud afecta una señalética que ya está registrada, simplemente se debe seleccionar el marcador que corresponde a ella en el mapa.

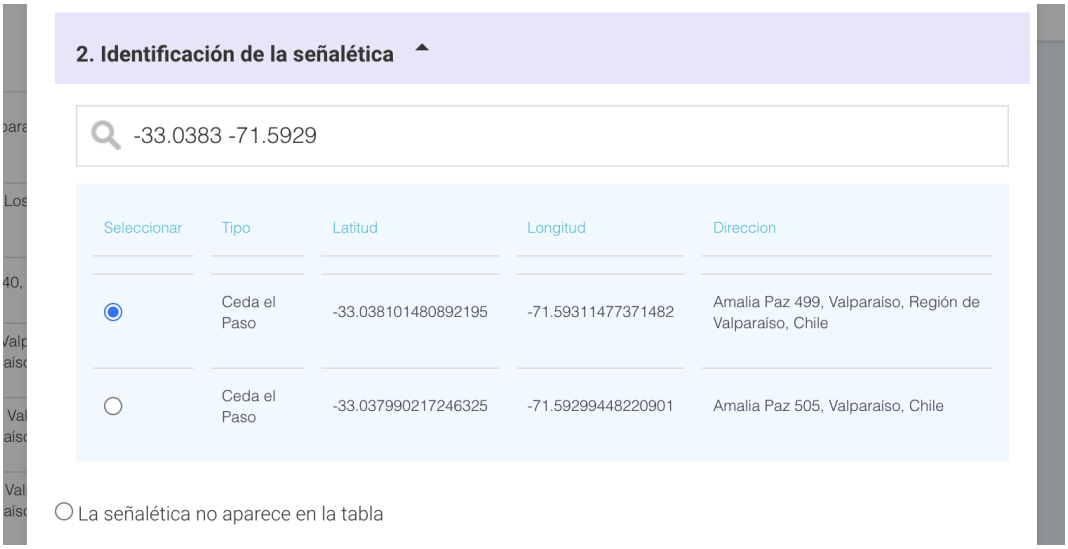


Figura 4.7: Creación manual de solicitudes, etapa 2

- **Etapa 2:** Al ingresar una dirección, o arrastrar el marcador, la tabla de la etapa 2, presentada en la Figura 4.7 actualiza sus filas, dejando visibles solo aquellas que coincidan con la posición del marcador, en un radio de aproximadamente media cuadra. Si la señalética no está registrada en el sistema, debe seleccionar la opción `No aparece en la tabla`, lo que permitirá seleccionar el tipo de señal de tránsito de una lista. En caso contrario, debe escoger la fila que corresponde en la tabla, lo que también puede hacerse con un clic en el marcador, como se describió en la etapa 1.

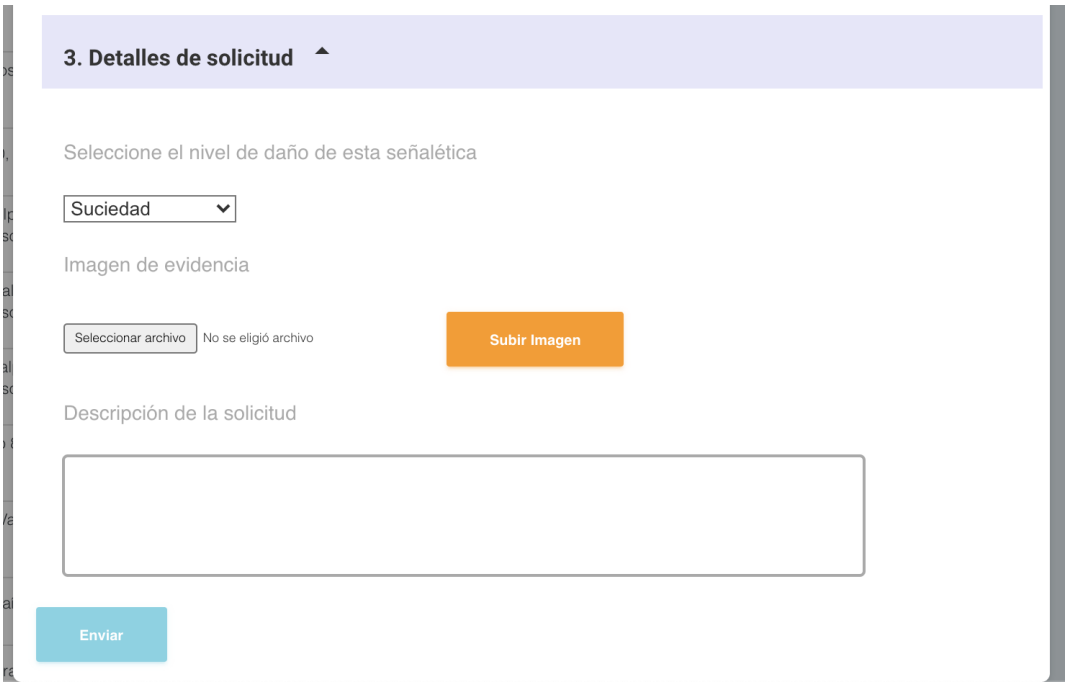


Figura 4.8: Creación manual de solicitudes, etapa 3

- **Etapa 3:** Tiene relación con los detalles de la solicitud. Es requisito obligatorio proporcionar una imagen, la cual al presionar el botón `Subir imagen`, la almacena en Firebase Cloud Storage [33], obteniendo una url que posteriormente es insertada en la base de datos. Luego de cargar la imagen, indicar el nivel de daño y escribir una descripción del estado, se puede realizar el reporte. Todos los campos son obligatorios, pues es crucial mantener la consistencia del sistema.

Planes de Mantención

La sección Planes de mantención activos se muestra como tabla en la parte superior izquierda de la interfaz. De forma similar, los planes de mantención cerrados se muestran en la parte inferior izquierda. En cualquiera de ellos, al hacer clic en `Detalles` se realiza una consulta cuya respuesta es el contenido del plan, que se muestra en el lado derecho. La parte superior de esta sección consiste en un resumen de cantidad de solicitudes agregadas, las fechas de

inicio y término del plan, así como también los días restantes o de retraso si se trata de planes activos. En la parte inferior se puede ver la lista de solicitudes que fueron agregadas al plan, el estado de ellas y para aquellas que aun no se han reparado, un botón que al ser cliqueado, abre una ventana modal donde el usuario debe ingresar un texto descriptivo de la reparación que se realizó. Al registrarse la reparación, se marca la solicitud como cerrada, aumentando el porcentaje de avance y la barra mostradas en la parte superior.

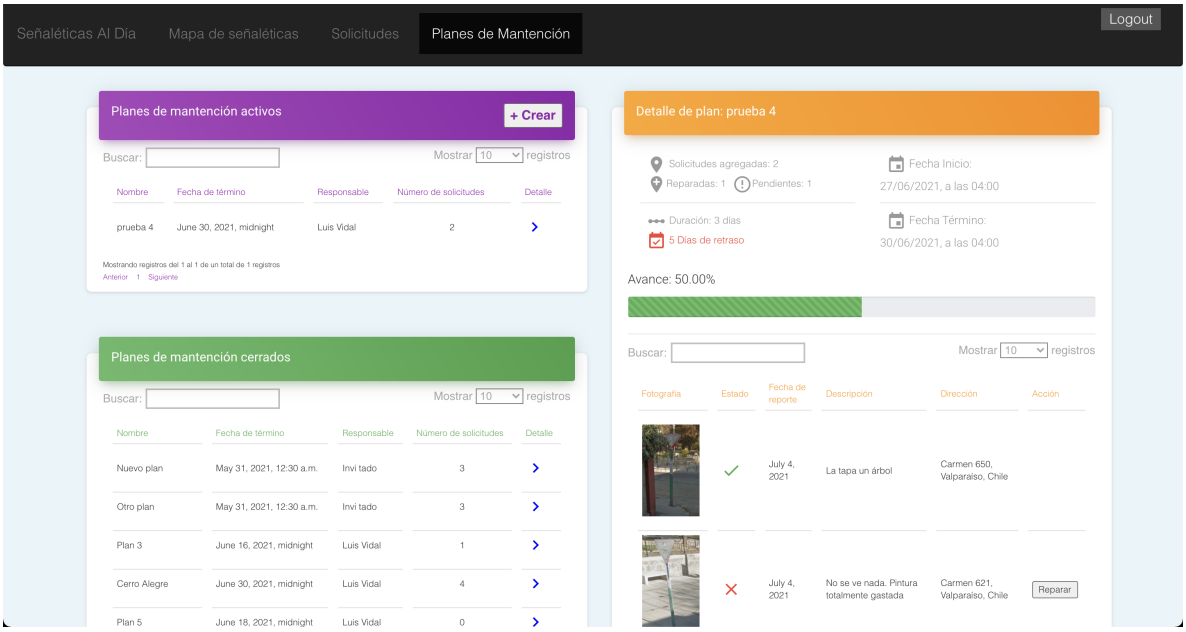


Figura 4.9: Interfaz Planes de Mantención

Cuando el 100 % de las solicitudes agregadas han sido reparadas, se muestra en la interfaz, sobre la barra de avance, el botón `Finalizar Plan`, que lo marca como cerrado, no pudiendo agregar más solicitudes a él.

Creación de planes de Mantención

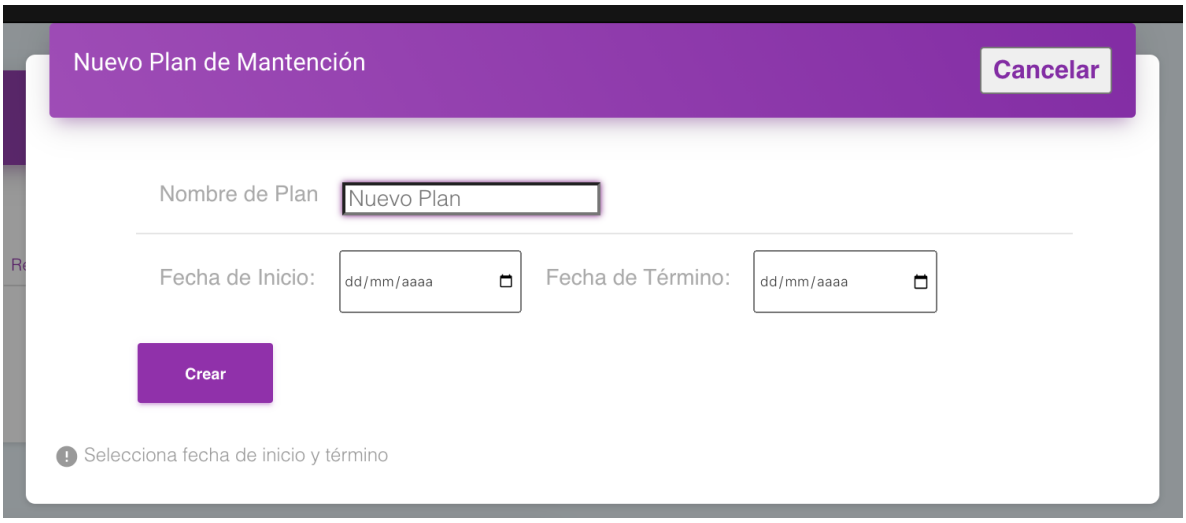


Figura 4.10: Creación de plan de mantención

Al presionar el botón `Crear`, se abre la ventana modal de la Figura 4.10 en la que se configura un nuevo plan de mantención, estableciendo fecha de inicio y término y el nombre con el que será identificado. Al confirmar presionando el botón `Crear` de la ventana modal, se comprueba que las fechas fecha de inicio sea anterior a la fecha de término, y que ambas tengan una diferencia de al menos un día.

4.4.3. Resultados

Las interfaces presentadas en el punto anterior, permiten realizar de manera satisfactoria las tareas básicas asociadas al proceso de gestión de mantenimiento de señaléticas. Si se compara con el sistema utilizado en la comuna de Valparaíso, los tiempos de procesamiento se reducen de meses a segundos. De la misma manera, Señaléticas Al Día realiza de forma automática acciones que actualmente se ejecutan de forma manual por personal de la Dirección de Tránsito. algunas observaciones se explican a continuación.

- **Manejo de fechas (Planes de mantención):** El sistema exige que para crear un plan de mantención la fecha de término de este sea mayor por lo menos en un día a la fecha de inicio. Es posible seleccionar fechas anteriores al presente para ambos campos, de modo que al menos en una etapa inicial se pueda registrar el trabajo realizado previo a la implementación del sistema.

- **Creación de planes de mantención:** Un plan de mantención puede ser creado casi sin restricciones. Sin embargo, una vez creado, solo podrá cerrarse si se asigna al menos una solicitud y se registra su reparación correspondiente.

- **Registro de reparación:** Pueden realizarse solo desde la vista detalle de plan, como se muestra en la Figura 4.10. Esto implica que la reparación no se puede registrar si la solicitud no ha sido agregada a un plan. Esto permite mantener un flujo de trabajo organizado y estructurado.

- **Creación de solicitudes:** El manejo de acciones para la creación de una solicitud es considerablemente más simple que en la aplicación móvil, puesto que en este caso, es el propio usuario quien decide si la nueva solicitud corresponde a una señalética no registrada o a una existente, reduciendo así la tasa de error de inserción de datos por criterio del sistema, pero al mismo tiempo, aumenta la probabilidad de error al escoger las coordenadas manualmente.

4.5. Aplicación Móvil

La aplicación móvil, es el componente del sistema desarrollado para usuarios de la vía pública, complementando la aplicación web. El objetivo principal de ésta es permitir a sus usuarios reportar anomalías en la señalización.

4.5.1. Funciones

Entre las principales funciones de la aplicación móvil, se destacan las siguientes:

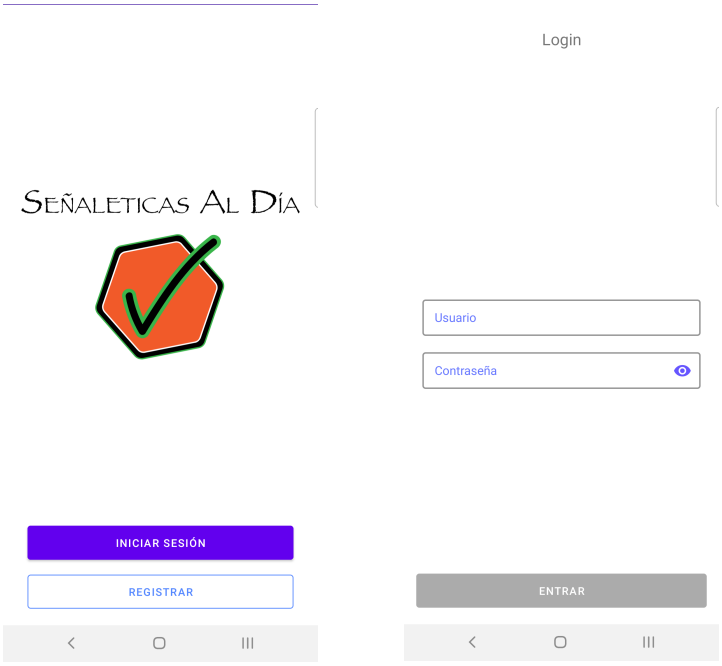
- **Registro:** Creación de usuarios para la aplicación. Las credenciales de las personas que se registren por este medio no son válidas para acceder a la aplicación web.
- **Login:** Control de acceso a la aplicación. Si bien cualquier persona puede registrarse, el control de acceso provee un mayor nivel de seguridad y confiabilidad en los datos que se proporcionen, así como también el manejo del sistema de puntaje de usuarios.
- **Ver perfil:** Permite ver en la aplicación un resumen de la actividad del usuario en el sistema, tal como la cantidad de reportes realizados, el puntaje acumulado, y el apoyo a otros reportes.
- **Ver problemas cercanos:** Con el objetivo de fomentar la colaboratividad, el usuario puede ver anomalías en la señalización que se han reportado en un radio aproximado de dos cuadras, en los que se muestra la dirección, con el objetivo que el usuario se dirija al lugar y pueda contribuir en el reporte.
- **Realizar reporte:** Permite que el usuario denuncie una señalética en mal estado, proporcionando toda la información requerida por el sistema para que las autoridades puedan gestionar su reparación. Constituye la función principal de la aplicación móvil.

4.5.2. Interfaces

En general, las interfaces y funcionalidades de la aplicación móvil son bastante sencillas, puesto que fueron diseñadas con el objetivo de realizar pruebas sobre el funcionamiento de la API desarrollada.

Bienvenida e Inicio de Sesión

La pantalla de bienvenida se compone del logo de Señaléticas Al Día al centro, y en la parte inferior los botones `Iniciar Sesión` y `Registrar`, que inician las interfaces correspondientes, mostradas en las Figuras 4.11b y 4.12a, respectivamente.



(a) Pantalla de bienvenida (b) Pantalla de inicio de sesión

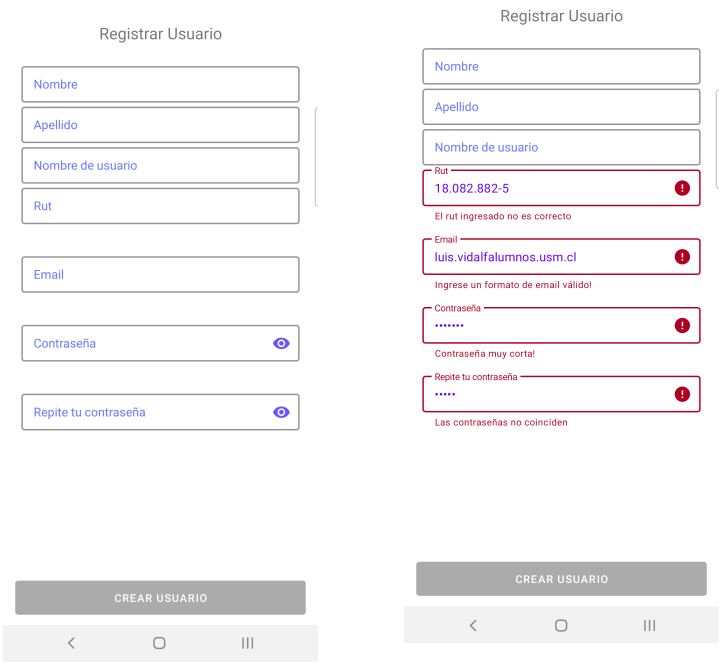
Figura 4.11: Interfaces de bienvenida e inicio de sesión

Al presionar el botón `Entrar`, en la interfaz Inicio de sesión, se realiza una petición POST al servicio de login, quien en caso de ser exitoso retorna un token de autorización, el cual se almacena en la aplicación, iniciando la interfaz Menú Principal, definida en 4.5.2.

Registro de usuarios

Para poder registrarse, una persona debe ingresar algunos datos personales, que serán utilizados para identificar a la persona como tal, estos son: Nombre, Apellido, RUN y email.

Los dos últimos constituyen atributos únicos. Además, se debe proporcionar un nombre de usuario y contraseña, que serán requeridos para realizar el inicio de sesión.



(a) Interfaz Registro de usuario

(b) Validaciones realizadas en interfaz

Figura 4.12: Interfaz de Registro de usuarios y validaciones

En la interfaz de la Figura 4.12a se observa que existe un espacio adicional entre los campos RUN, Email y Contraseña y Confirmación de contraseña, debido a que estos campos poseen validaciones, de modo que si uno de estos campos no cumple las condición se utiliza dicho espacio para desplegar el texto del error correspondiente, como se muestra en la Figura 4.12b.

Mientras el RUN ingresado se valida mediante el conocido algoritmo módulo 11 [27], para el correo y la contraseña se utilizan expresiones regulares, cuyas reglas para el caso de la contraseña, explicita que esta debe contener al menos 8 caracteres, al igual que la confirmación de contraseña además de que ambas coincidan, mientras que el email, debe satisfacer algunas

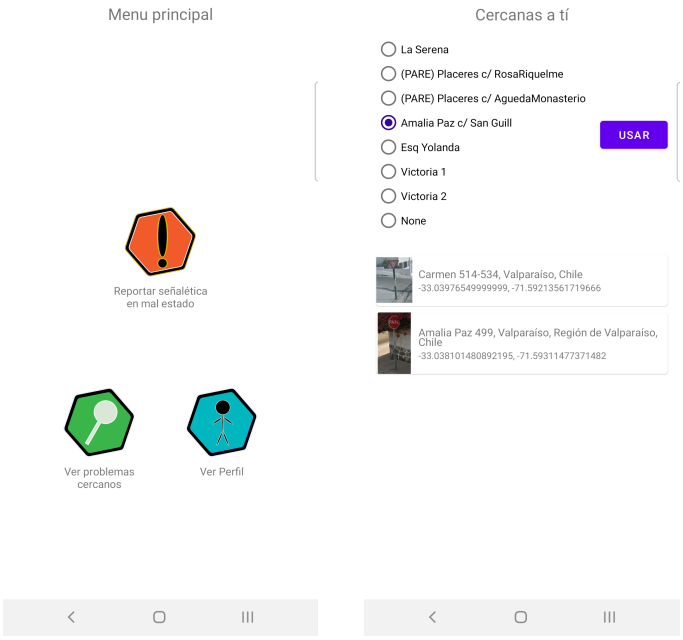
reglas más específicas, las cuales son:

- **Caracteres permitidos:** Se permite el uso de caracteres alfanuméricos en minúscula, y los símbolos **+**, **-**, **.** y debe contener exactamente 1 símbolo @.
- **Nombre de usuario:** Corresponde al texto que precede al símbolo @. Éste debe contener por lo menos 2 caracteres, no debe comenzar ni terminar en punto. Para este segmento se permite además el uso de guión bajo (_).
- **Nombre de proveedor:** Corresponde al texto que sucede al símbolo @. Debe contener al menos 2 caracteres.
- **Tipo:** El tipo soporta los más comunes, como *com*, *org*, *net*, entre otros y los derivados de países como *cl*, *ar*, entre otros o composiciones de ellos.

Cuando todos los campos han sido completados y validados, se habilita el botón `Crear usuario`, que realiza una petición POST al servicio, que verifica la disponibilidad de nombre de usuario, mail y RUN. Si están disponibles, el usuario es creado, la contraseña encriptada y se envía un mensaje de éxito, volviendo a la pantalla de bienvenida, donde el usuario recién creado podrá iniciar sesión. En caso contrario, se muestra el mensaje correspondiente al error.

Menú Principal

Esta interfaz es un menú, cuyos ítems son botones que inician las interfaces Crear nuevo reporte, Problemas cercanos y Perfil de usuario, según el orden de la Figura 4.13a.



(a) Interfaz Menú principal (b) Interfaz Problemas cercanos

Figura 4.13: Interfaz Menú principal y Problemas cercanos

Problemas cercanos

Al iniciar esta vista, se realiza una lectura de la ubicación actual del dispositivo, que para efectos de prueba, se ha emulado a través de una lista de coordenadas etiquetadas, como se muestra en la Figura 4.13b. Con estas coordenadas, se realiza una consulta de tipo GET a un servicio que retorna las solicitudes realizadas en un radio aproximado de 2 cuadras, mostrándose en la interfaz como una lista de ítems utilizando el componente RecyclerView.

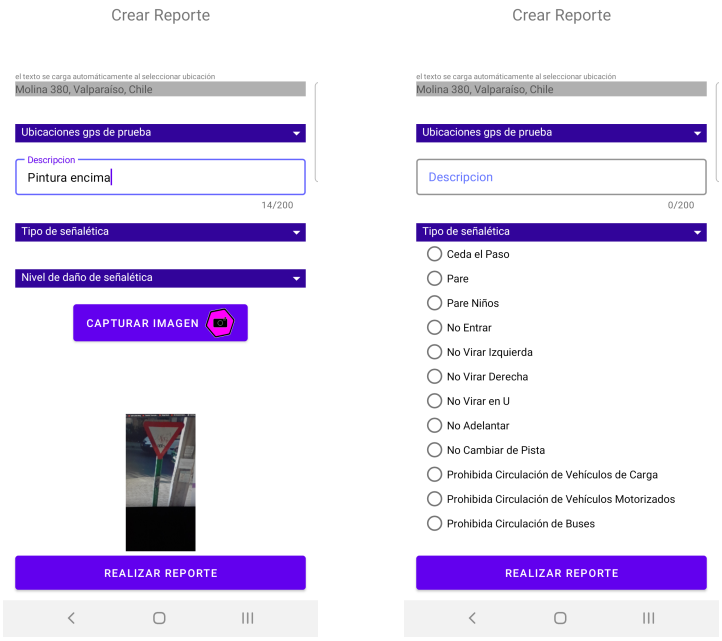
Crear nuevo reporte

Al iniciar la interfaz, se obtienen las coordenadas de la misma forma que se explica en la interfaz anterior. Con ellas, se realiza una geocodificación inversa, obteniendo la dirección en formato calle, número, ciudad. Esta se utiliza de dos formas:

- **Almacenamiento:** Se almacena directamente en la base de datos como atributo de la tabla *Signage (signals_signage)*.
- **Filtro de inserción:** Permite filtrar y rechazar aquellos reportes que sean realizados fuera de las comunas que tienen utilizan Señaléticas Al Día como herramienta de gestión.

La dirección obtenida con las coordenadas, se muestra en la en la parte superior de la interfaz, como se muestra en la Figura 4.14a.

Por otro lado, se realiza una consulta de tipo GET a un servicio que retorna la lista de niveles de daño y tipos de señalética admitidos, para mostrarse en la interfaz como se aprecia en la Figura 4.14b.



(a) Interfaz Crear reporte luego de captura de evidencia

(b) Interfaz Crear reporte. Lista de señaléticas.

Figura 4.14: Interfaz Creación de nuevo reporte.

El botón `capturar imagen`, siempre permitirá tomar una nueva fotografía, cuya miniatura se muestra debajo de este, hasta que se presione el botón `Realizar reporte`. Al completar todos los datos, y presionar este último botón, primero se verifica que ciudad desde la que se hace el reporte (obtenida desde la dirección) tenga implementado el uso de Señaléticas Al Día como sistema de gestión. Si cumple esta condición, la imagen se cargará en el almacenamiento de Firebase, y mediante la instancia que ejecuta esta tarea, se recupera la url generada y se procede a realizar una petición tipo POST al servicio encargado de identificar la señalética y realizar la inserción correspondiente en la base de datos.

Considérese a continuación, cuando se habla de distancias en metros aproximados, corresponde a unidades transformadas a metros desde fracciones de coordenadas gps, que para la comuna de Valparaíso poseen los valores que mencionan en metros.

La identificación de la señalética en el lado del servicio se lleva a cabo en 2 etapas, que se describen a continuación:

- **Primero**, se realiza una consulta en la base de datos de señaléticas, filtrando por el tipo y un radio de coordenadas, equivalentes a aproximadamente 20m. Aquellas que coincidan con estos filtros, se denominan candidatas. El manejo de casos según la son los siguientes:
    - **0 candidatas:** Se procede a crear la señalética en el sistema, con las coordenadas del reporte y una solicitud de reparación asociada a ella.
    - **1 candidata:** Si la distancia de las coordenadas enviadas desde el dispositivo es menor a aproximadamente 7m, se selecciona la candidata. En caso contrario, se crea una nueva señal.

- **2 o más candidatas:** Se realiza un segundo proceso de filtro, donde se selecciona la candidata con menor distancia al punto entregado por el dispositivo. Si dicha candidata posee una distancia menor a aproximadamente 7m, se selecciona. Si no, se creará una nueva señalética. Este último caso resulta esencial para diferenciar señalización en lugares como esquinas opuestas en intersecciones, pues en este caso es común encontrar un mismo tipo de señalética como Pare o Ceda el Paso, cuya separación es alrededor de 8 metros en calles secundarias.

- **Segundo**, en relación con la solicitud, se lleva a cabo solo si en la primera etapa se ha escogido una candidata. Si por el contrario se ha creado una nueva señalética, se crea automáticamente la solicitud respectiva. Para ello se realiza una consulta en la tabla *Request (signals_request)* buscando la existencia de una solicitud abierta asociada a ella. En caso de no existir, simplemente se crea. En caso que existiera, el reporte realizado pasa a ser candidato a apoyar la solicitud existente, si el usuario no ha apoyado anteriormente la misma solicitud, se agrega apoyo. En caso contrario, se muestra el mensaje de error correspondiente. Este proceso se muestra en la Figura 3.6.

Perfil de usuario

Al iniciarse esta interfaz, se realiza una consulta tipo GET a un servicio que retorna un conjunto de datos del usuario, como se muestra en la Figura 4.15. Los datos retornados corresponden a información personal y un resumen de la actividad en el sistema, traducido en un conteo de aportes realizados (solicitudes y apoyo a otras solicitudes), así como también el puntaje acumulado del usuario.

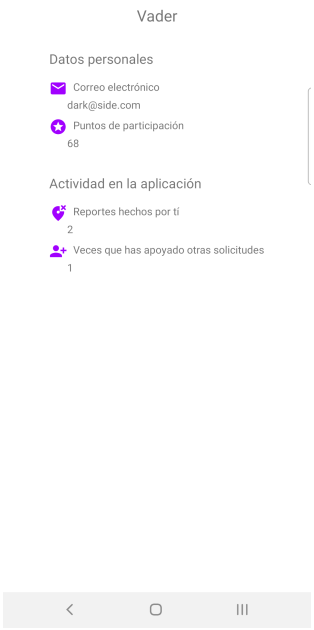


Figura 4.15: Interfaz perfil de usuario

4.5.3. Resultados

A través de las interfaces presentadas en el punto anterior, se permite la realización de las tareas básicas necesarias en la aplicación móvil. Algunos casos de uso típicos se detallan a continuación.

- **Creación de solicitud sobre señalética no registrada:** Consiste en el primer caso del sistema, puesto que el mapa de señalética comienza vacío, completándose a medida que se realicen reportes, en cuyo caso, simplemente se registra la señalética.
- **Creación de solicitud sobre señalética registrada:** Contempla el caso estándar del sistema a mediano plazo. Su complejidad algorítmica es mayor al caso anterior, puesto que requiere verificar el estado de la señalética en el sistema y el apoyo de usuario, según se describe en la Figura 3.6 presentada en el capítulo anterior.

- **Creación de señalética en lugar donde ya existe una:** En este particular, se tienen 2 casos:

  - **Señalética de distinto tipo:** En este caso no existe inconveniente, se puede asumir que efectivamente hay dos señaléticas muy juntas entre sí.
  - **Señalética del mismo tipo:** Puede tratarse de que el reporte es sobre la señalética registrada (y que la ubicación sea ligeramente distinta por un par de metros) o bien, tratarse de una nueva. La resolución de esto será determinada por el servicio, evaluando las distancias relativas según el criterio detallado en la sección 4.5.2.

4.6. Casos de borde

En contraste a los casos típicos, se presentan aquellos potencialmente conflictivos en el sistema que han sido detectados. Se espera que la ocurrencia de ellos sea porcentualmente baja, pero es importante atenderlos, para hacer de Señaléticas Al Día un sistema integral, por lo que si bien el prototipo no contempla el manejo de ellos, se sugieren mecanismos que podrían dar resolverlos.

- **Señalética ubicada en el límite comunal:** La ciudad o comuna se determina realizando una georreferenciación inversa desde las coordenadas obtenidas del gps del dispositivo que realiza la petición. Esto significa, que el criterio de límite de la ciudad se utiliza como establece la API de Google que realiza esta transformación, lo cual puede tener diferencias con la realidad, por ejemplo, considerando la conurbación existente entre las comunas de Valparaíso y Viña Del Mar, además de la compleja geografía y estructura de las calles hacia los cerros. Una solución a este problema consiste en establecer el límite comunal en función de las coordenadas gps en conjunto con las autoridades, para obtener así la línea divisoria precisa entre distintas jurisdicciones.

- **Lugares con señalética del mismo tipo muy cercanas entre sí:** Se estableció como criterio una distancia de 8m aproximadamente para determinar si un reporte apunta a una señalética existente o debe crearse una nueva. Puede darse el caso, en que efectivamente en terreno existan dos señaléticas del mismo tipo, una junto a otra. Se ha observado que esto ha ocurrido en lugares donde se han realizado grandes obras y reestructuración de calles, en las que se han instalado señalética nueva, pero sin quitar la antigua. Este caso es posible de detectar si un usuario que realiza un reporte describe la situación en la descripción. Sin embargo se considera caso borde, porque no se espera que ocurra con frecuencia, es bastante específico para los fines del sistema y constituye una falta grave de las autoridades responsables. También podría inducir una georreferenciación errónea de información.

- **Error en el ingreso de datos:** Si un usuario realiza un reporte sobre una señalética que no existe, esta será creada. Sin embargo, si el usuario se equivoca, por ejemplo, en indicar el tipo de señalética, no hay forma de detectar dicho error o corregirlo más adelante en esta versión del prototipo. Esto es, considerando los supuestos definidos en la sección 4.1. Esta situación puede resolverse al habilitar un mecanismo en la aplicación web que permita editar la información de las señales de tránsito registradas.

- **Eliminación de señalética:** En ocasiones, una reparación, o cambio de preferencia en una intersección, puede ocasionar que una señal instalada ya no sea necesaria, para lo cual debe quitarse de la vía pública. Por ello, no tendría sentido mantenerla como señalética vigente dentro del sistema. Sin embargo esta tarea no se ha implementado para el prototipo. Se podría resolver de la misma forma que el caso anterior.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

A través de Señaléticas Al Día, se logró desarrollar un sistema centralizado y colaborativo, en el que se pueden realizar los procesos esenciales en materia de mantenimiento de la señalización de tránsito, por lo tanto se cumplen los objetivos establecidos.

5.1. Tecnología en el sector público

El trabajo realizado en esta memoria, deja expuesto un problema mucho mayor al que plantea el desafío: Un bajo conocimiento, entendimiento y por ende bajo aprovechamiento de tecnologías en labores que son compatibles.

Las herramientas nuevas de desarrollo, lenguajes de programación, y la evolución de aquellas existentes, surgen como respuesta a la propia evolución de la sociedad y sus necesidades. Este proceso es cada vez más veloz, por lo que las personas no pueden estancarse. A medida que pasan los años las nuevas generaciones están mejor preparadas para utilizar la tecnología a su

favor, y es un hecho del que se debería poder tomar ventaja, para incorporarlo en el mundo real supliendo necesidades.

Desde hace ya algunos años, al hablar de cualquier trabajo de oficina, es muy probable que éste se relacione con el uso de un computador. Sin embargo, las tareas que la persona realiza en él resultan acotadas, y en caso que la persona sea capaz de ir más allá, incorporando otras herramientas que faciliten el desarrollo de sus funciones, se habla de usuarios avanzados o muy avanzados. Este ejemplo muestra una brecha tecnológica que posiblemente se relaciona con una variable generacional que toma fuerza si se piensa en el crecimiento exponencial de la tecnología de las últimas dos décadas, así como también la accesibilidad a ella.

Volviendo al contexto del trabajo realizado, el trabajar en un proyecto que pretendía realizar una mejora apuntando al sector público, en donde era posible hacer mucho más de lo que se podía haber pensado en un principio. Fue sorprendente encontrarse con el sistema de gestión utilizado en pleno 2017, muy precario y con muchas falencias, para el que cualquier propuesta que se hubiese realizado tenía el potencial de contribuir significativamente.

Así como ocurrió con la Dirección de Tránsito de Valparaíso, deben existir muchas otras entidades que realizan trabajos de manera similar, incorporando muy poca tecnología, donde como estudiantes y futuros profesionales debemos ser capaces de tener iniciativa y adentrarse en este mundo, ya que puede proveer oportunidades enriquecedoras, y realizando contribuciones que pueden dar lugar a ideas o proyectos aun más grandes.

5.2. Proyecciones

Si bien no es posible establecer parámetros cuantitativos que permitan evaluar el beneficio de Señaléticas Al Día en comparación con el sistema utilizado por la Dirección de Tránsito de Valparaíso, no hay dudas que la implementación de un sistema tecnológico de este tipo traerá beneficios y soluciona casi todos los problemas presentados en la sección 2.5.2, exceptuando la normalización de la señalética.

5.2.1. Nuevas funcionalidades

El sistema tiene la capacidad de crecer, incorporando nuevas funcionalidades sin necesidad de realizar cambios en el modelo de datos, que fue diseñado para este propósito. Algunas funciones de utilidad, además de las que se sugieren en los casos de borde son:

- **Visualización de usuarios:** Con el fin de mantener y fomentar la confiabilidad de los datos, se podrían realizar acciones que castiguen o sancionen el mal uso del sistema, permitiendo a funcionarios realizar acciones como anular solicitudes, o limitar las operaciones que usuarios que ingresen información falsa puedan realizar.
- **Vista de Reparaciones o señalética:** Una vez que se registra una reparación para una solicitud, la información de ésta deja de ser visible en el sistema, por motivos prácticos. Sin embargo, podría resultar de utilidad la implementación de una vista que permita ver y revisar el historial de reparaciones de una señalética, tomando ventaja de que esta información permanece en el sistema.
- **Navegación con mapa:** En el caso de la aplicación móvil, resultaría más atractivo implementar un modo de navegación similar a Waze [40], en donde los problemas

reportados aparezcan a medida que la persona se aproxima a ellos, y permitir decidir al usuario directamente si desea apoyar una solicitud en lugar de que el servicio decida.

5.2.2. Normalización

Un aspecto importante y que resulta necesario mencionar, es la normalización de la señalética. Esta propiedad hace referencia a si el símbolo, texto o forma, se encuentra confeccionados según se indica en el manual de tránsito, que considera variables extrínsecas e intrínsecas de la señalética, las cuales no pueden ser determinadas totalmente solo a través de una fotografía. Sin embargo, la tecnología hoy en día permite utilizar modelos entrenados para detección de objetos, y así poder determinar desde la fotografía una serie de propiedades principalmente relacionadas con el diseño del símbolo.

La forma de llevar a cabo esta tarea, sería implementar en la aplicación móvil un modelo entrenado de TensorFlow [41], por ejemplo, y realizar el análisis al momento de capturar la fotografía, y guardar el dato de normalización como parte de la solicitud o señalética. Aunque es de alta complejidad, podría permitir que Señaléticas Al Día funcione también como mecanismo de control, ya que como se mencionó en capítulos anteriores, hoy en día no existe un ente que fiscalice el cumplimiento de esta condición.

Bibliografía

[1] Comisión Nacional de Tránsito (CONASET), rev. 05 marzo 2021, encontrado en https://www.conaset.cl/

[2] Observatorio de Datos (CONASET), rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.conaset.cl/programa/observatorio-datos-estadistica/

[3] Carabineros de Chile, especialidades. rev. 04 julio 2021, encontrado en https://www.carabineros.cl/secciones/especialidades/

[4] Organización de Naciones Unidas (ONU), rev. 06 mayo 2021, encontrado en https://www.un.org/es/

[5] Informe 2018 sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial (OMS), rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684

[6] Vision Zero: An ethical approach to safety and mobility. rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.monash.edu/muarc/archive/our-publications/papers/visionzero

[7] Reporte anual de seguridad Vial de Suecia, año 2020 , rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/sweden-road-safety.pdf

[8] Consejo de Seguridad Vial, Alemania. rev. 10 julio 2021, encontrado en https://www.dvr.de/

[9] Road Safety Country Overview: Sweden, año 2017, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/default/files/erso-country-overview-2017-sweden_en.pdf

[10] Ranking EU Progress on Road Safety, año 2020, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.efa-eu.com/wp-content/uploads/ETSC-14-PIN-2020.pdf

[11] Traffic Safety Education and Activities in Germany, año 2014, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.iatss.or.jp/common/pdf/en/iatss/composition/FY2014_Report_DE_En.pdf

[12] What is Vision Zero?, rev. 25 julio 2021, encontrado en https://visionzeronetwork.org/about/what-is-vision-zero/

[13] Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), rev. 29 junio 2021, encontrado en https://mtt.gob.cl/pyd/uoct

[14] Fundación Relevando Peligros, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.relevandopeligros.org/

[15] Relevando Peligros: Ley de Seguridad Eléctrica para la provincia de Córdoba. rev. 04 julio 2021, encontrado en https://imagenes.relevandopeligros.org/Jaciar/New/Biblioteca/Ley+10.281/Resoluciones+de+la+Ley+10.28/Resoluci%C3%B3n+General+N%C2%B0+8.pdf

[16] Fundación Comisariado Europeo del Automóvil (CEA), rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.fundacioncea.es/quienes-somos

[17] Fundación CEA: Estudios, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.fundacioncea.es/actualidad/estudios-fundacion

[18] Norma ISO-39001, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.iso-39001.es/

[19] Fundación CEA: Medio ambiente y eco-conducción, rev. 22 julio 2021, encontrado en https://www.fundacioncea.es/nuestros-fines/medio-ambiente

[20] Programa de Conservación de Señales de tránsito, Secretaría Distrital de Movilidad, Municipalidad de Bogotá, Colombia , rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.movilidadbogota.gov.co/web/node/2557

[21] Sistema Distrital de Quejas y Soluciones, Bogotá - Colombia, rev. 29 junio 2021, encontrado en https://scj.gov.co/es/atenci%C3%B3n-al-ciudadano/sistema-distrital-quejas-y-soluciones

[22] Vecinos Conectados, Santiago - Chile. rev. 29 junio 2021, encontrado en http://vecinosconectados.cl/

[23] Fundación Democracia y Desarrollo, Chile. rev. 29 junio 2021, encontrado en https://www.fdd.cl/

[24] Dundación Democracia y desarrollo, Vecinos Conectados. rev 25 julio de 2021, encontrado en https://www.fdd.cl/proyectos/vecinos-conectados/

[25] Creación de SIAT de Carabineros. rev. 05 mayo 2021, encontrado en http://www.senado.cl/appsenado/index.php?mo=tramitacion&ac=getDocto&iddocto=4961&tipodoc=docto_comision

[26] Encuesta al usuario de la vía pública, Valparaíso, año 2017. rev. 29 junio 2021, encontrado en https://docs.google.com/forms/d/1NF8I0ELOtfuRQPH17z-z1ODXnJvssrrrAPJJjDz58ns/edit

[27] Algoritmos de dígito verificador. rev. 10 julio 2021, encontrado en https://www.ibm.com/docs/en/zos/2.3.0?topic=parameters-check-digit-calculation-method.

[28] Django, "the web framework for perfectionists with deadlines". rev. 04 julio 2021, encontrado en https://www.djangoproject.com/

[29] MySQL, "The world most popular open source database". rev 04 julio 2021, encontrado en https://www.mysql.com/

[30] Visual Studio Code, "code editing redefined". rev 04 julio 2021, encontrado en https://code.visualstudio.com/

[31] Geocoder, by Google Maps platform. rev 04 julio 2021, encontrado en https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview

[32] Maps Javascript Api, by Google. rev 04 julio 2021, encontrado en https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overview

[33] Cloud Storage for Firebase. rev 04 julio 2021, encontrado en https://firebase.google.com/docs/storage

[34] Ngrok, "Secure introspectable tunnels to localhost". rev 04 julio 2021, encontrado en https://ngrok.com/

[35] Android Studio, "The official Android IDE". rev 04 julio 2021, encontrado en https://developer.android.com/studio

[36] Kotlin, “A modern programming language that makes developers happier”. rev 04 julio 2021, encontrado en https://kotlinlang.org/

[37] Retrofit, “Turn your API into a Java interface”. rev 04 julio 2021, encontrado en https://square.github.io/retrofit/

[38] CameraX, “A Jetpack support library to make camera app development easier”. rev 04 julio 2021, encontrado en https://developer.android.com/jetpack/androidx/releases/camera

[39] Camera 2 Api. rev 04 julio 2021, encontrado en https://developer.android.com/reference/android/hardware/camera2/package-summary

[40] Waze, “Indicaciones, avisos de tráfico y viajes compartidos”. rev 12 julio 2021, encontrado en https://www.waze.com/es/

[41] TensorFlow, Plataforma de extremo a extremo de código abierto para el aprendizaje automático. rev. 12 julio 2021, encontrado en https://www.tensorflow.org/?hl=es-419

APÉNDICE A

ANEXO: BASE DE DATOS

Las imágenes a continuación presentan la base de datos completa utilizada por Señaléticas Al Día, incluyendo aquellas tablas generadas y administradas por Django, relacionadas con almacenamiento de sesión, grupos de usuarios, permisos de grupos, entre otras.

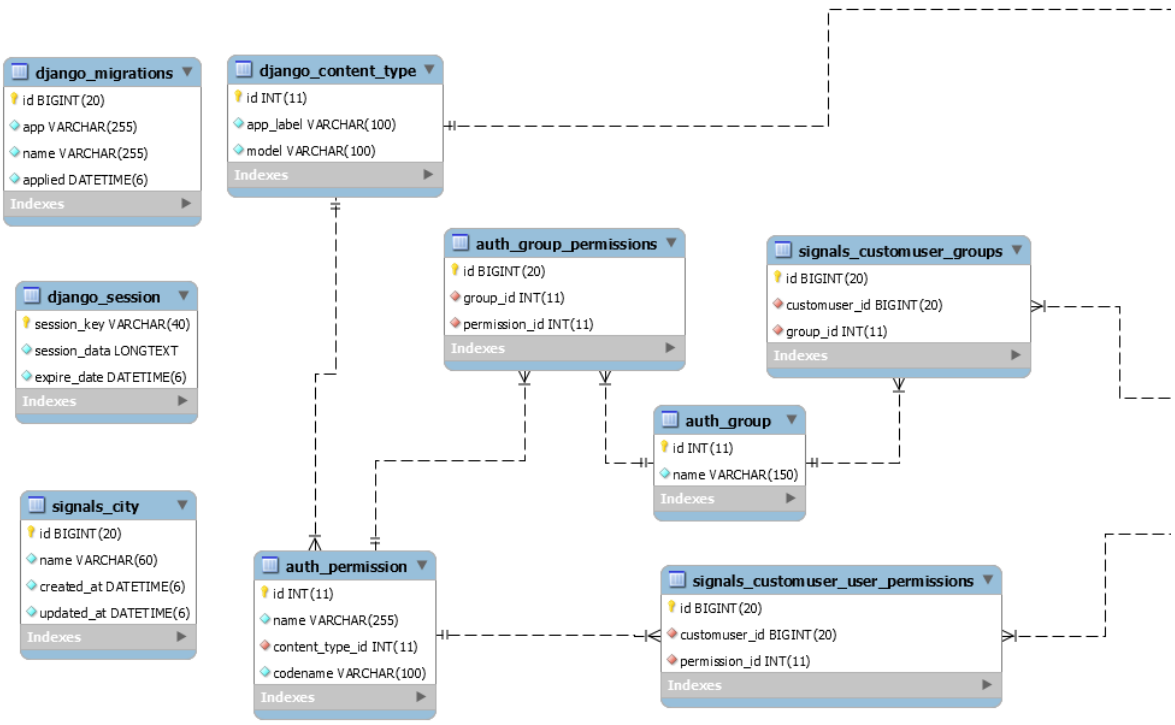


Figura A.1: Base de datos completa del sistema pt.1

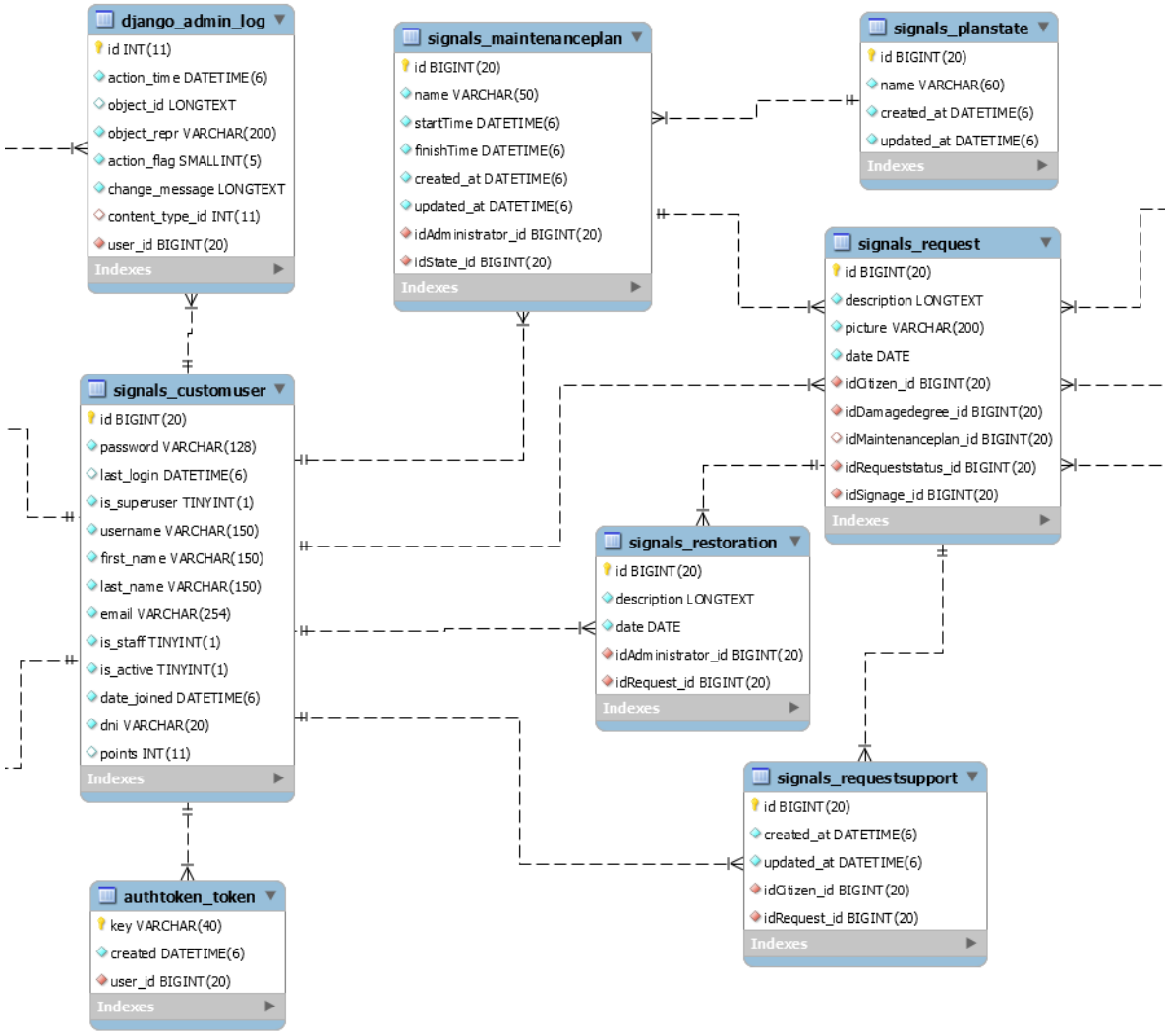


Figura A.2: Base de datos completa del sistema pt.2

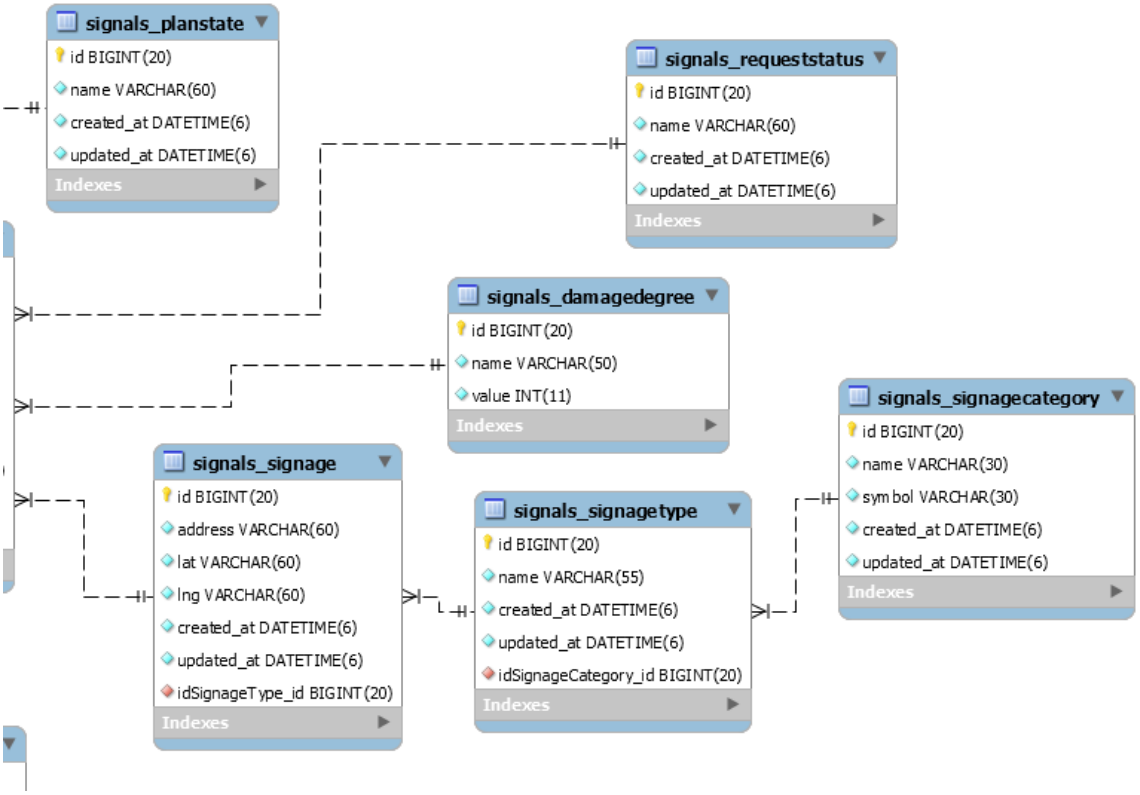


Figura A.3: Base de datos completa del sistema pt.3