



# Smart Software Solutions

## EQUIPO DEL PROYECTO:

ALBERTO GARCÍA HERNÁNDEZ

JUAN ABASCAL SÁNCHEZ

CARLOS OLIVARES SÁNCHEZ MANJAVACAS

DANIEL GONZÁLEZ DE LA HERA

CARLOS TORMO SÁNCHEZ

## Grupo 1

DOBLE GRADO EN: INGENIERÍA INFORMÁTICA Y ADE

DIRECCIÓN DE PROYECTOS DEL DESARROLLO DEL SOFTWARE



# Índice general

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Índice general</b>   | <b>1</b>  |
| I.    Página de Estado del Documento . . . . .                                  | 2         |
| I.1.    Registro de cambios . . . . .   | 2         |
| <b>1 Estudio de Viabilidad del Sistema</b>                                      | <b>3</b>  |
| I.    Establecimiento del Alcance del Sistema . . . . .                         | 3         |
| I.1.    Valoración del Estudio de la Situación Actual . . . . .                 | 3         |
| I.2.    Identificación del alcance del sistema . . . . .                        | 4         |
| I.3.    Identificación de los interesados en el sistema: Stakeholders . . . . . | 5         |
| II.   Estudio de la Situación Actual . . . . .                                  | 6         |
| II.1.   Valoración del Estudio de la Situación Actual . . . . .                 | 7         |
| II.2.   Realización del Diagnostico de la Situación Actual . . . . .            | 8         |
| II.3.   Requisitos de interfaz . . . . .  | 9         |
| III.  Requisitos . . . . .  | 12        |
| III.1.  Requisitos funcionales . . . . .  | 14        |
| III.2.  Requisitos no funcionales . . . . .                                     | 28        |
| IV.  Estudio de las alternativas de solución . . . . .                          | 34        |
| IV.1.  Subsistemas de alternativa única . . . . .                               | 35        |
| IV.2.  Alternativa I . . . . .  | 36        |
| IV.3.  Alternativa II . . . . .   | 38        |
| IV.4.  Alternativa III . . . . .  | 40        |
| V.    Valoración de las alternativas . . . . .                                  | 43        |
| V.1.    Gestión de riesgo . . . . .   | 43        |
| V.2.    Viabilidad económica . . . . .  | 44        |
| VI.   Selección de la solución . . . . .  | 45        |
| VI.1.   Selección de la solución a cada subsistema . . . . .                    | 45        |
| VI.2.   Selección de la solución global . . . . .                               | 48        |
| VII.  Glosario de términos . . . . .  | 48        |
| <b>Índice de figuras</b>  | <b>50</b> |
| <b>Índice de cuadros</b>  | <b>50</b> |
| <b>Bibliografía</b>   | <b>53</b> |

## I

## PÁGINA DE ESTADO DEL DOCUMENTO

## I.1

## REGISTRO DE CAMBIOS

| Versión | Fecha      | Resumen de Cambios   |
|---------|------------|--|
| 1.1     | 20/01/2017 | Primer borrador del Alcance del Sistema y de la Situación Actual.        |
| 1.2     | 23/01/2017 | Anexión de nuevos Stakeholders y modificación de las partes afectadas.   |
| 1.3     | 25/01/2017 | Mejora del diagnóstico de la situación actual.                           |
| 2.1     | 25/01/2017 | Primer borrador de los Requisitos del Sistema.                           |
| 2.2     | 27/01/2017 | Mejora de los requisitos del sistema tras una reunión de grupo.          |
| 2.3     | 27/01/2017 | Revisión de los requisitos del sistema.                                  |
| 3.1     | 29/01/2017 | Primer borrador de las alternativas.                                     |
| 3.2     | 01/02/2017 | Finalización de las alternativas.  |
| 3.3     | 05/02/2017 | Valoración de las alternativas y selección de la solución.               |
| 3.4     | 07/02/2017 | Documento definitivo a entregar.   |
| 4.1     | 04/03/2017 | Primera revisión de calidad del documento. Corrección de fallos menores. |
| 4.1     | 10/03/2017 | Anexión del glosario y la bibliografía.                                  |
| 4.2     | 10/03/2017 | Anexión de la plantilla de requisitos.                                   |
| 4.3     | 10/03/2017 | Documento definitivo a entregar.   |

Cuadro 0.1: Registro de cambios.

---

# ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL SISTEMA

## I

## ESTABLECIMIENTO DEL ALCANCE DEL SISTEMA

### I.1

### VALORACIÓN DEL ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa CARSAFETY tiene la necesidad de contratar el desarrollo de un sistema avanzado de seguridad en automóviles, el cual debe incluir: un control del punto ciego, un aviso de cambio de carril, una alerta de velocidad, una alerta por pérdida de atención, una llamada automática de emergencia y una alerta de precolisión. Para poder alcanzar correctamente dichas capacidades, será necesario definir cada uno de los objetivos y restricciones que puedan afectar al desarrollo del sistema.

Existen varios objetivos que se desean cumplir con el desarrollo del proyecto:

- Aumentar la seguridad en la conducción.
- Diferenciar a CARSAFETY de otras empresas gracias a incorporar este novedoso software.
- Desarrollar un producto software de calidad que se ajuste lo máximo posible a las necesidades del usuario.

En las primeras conversaciones con el cliente no se han establecido restricciones económicas. Se le ha presentado un presupuesto orientativo para que tenga una noción sobre el coste que tiene desarrollar el software y éste ha sido aprobado. Además, el cliente es consciente y ha sido informado de que si durante el desarrollo del proyecto van surgiendo costes adicionales que no se habían contemplado en un principio, será necesario aumentar los costes iniciales previstos.

Durante el desarrollo del software no se espera encontrar ninguna restricción legal que pueda afectar a la implementación del software ya que siempre trabajamos dentro del ámbito legal. En el caso de encontrar algún problema legal durante el desarrollo del proyecto se consultará con abogados y se procederá según sea conveniente.

También se han tenido en cuenta las restricciones operativas y técnicas que puedan aparecer. Tras realizar un estudio exhaustivo de las necesidades del cliente, podemos afirmar que, por el momento, no existen restricciones de este ámbito. Si durante el desarrollo del proyecto se detecta que hay restricciones técnicas y operativas se realizarán reuniones con el cliente para intentar solucionarlas y ajustar el proyecto.

## I.2

## IDENTIFICACIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA

En este apartado, se explicarán las capacidades que va a tener el sistema desarrollado para poder resolver correctamente las necesidades que el cliente, CARSAFETY, ha planteado. Debido a que vamos a desarrollar un producto que sólo va a ser implantado en los vehículos que fabrica CARSAFETY, no se plantea la posibilidad de que el sistema sea escalable a otros. Si otras empresas quisieran implementar también el software, bajo la aprobación de CARSAFETY, serían ellas las que tendrían que adaptar sus vehículos al software.

El sistema tiene que proporcionar una solución de seguridad al conductor que cubra los siguientes puntos: un control del punto ciego, un aviso de cambio de carril, una alerta de velocidad, una alerta por pérdida de atención, una llamada automática de emergencia y una alerta de precolisión.

A continuación, se identifican las capacidades generales que tiene que contener cada uno de los subsistemas definidos:

- **Control del punto ciego**

Este problema consiste en la imposibilidad identificar a los vehículos que se van acercando, ya que cuando un vehículo se encuentra detrás y al lado de otro automóvil, no es posible identificarlo correctamente con ninguno de los espejos disponibles. Para poder gestionar correctamente el punto ciego, se instalarán cámaras en la parte trasera del automóvil que permitan vigilar lo que sucede en la parte trasera del vehículo. El sistema software analizará cada una de las imágenes de la cámara y en caso de que no haya ningún vehículo en esta zona, se notificará al conductor a través de los espejos retrovisores.

- **Cambio de carril**

Cuando el conductor se encuentra circulando, de forma inconsciente, hay veces en que se aproxima demasiado al carril contrario, cruzando la línea que lo delimita llegando a invadirlo completamente. Se instalará una cámara detrás del espejo retrovisor del vehículo, la cual enviará al software imágenes de manera continua, y cuando el vehículo se esté aproximando a la línea de delimitación del carril, el software avisará al conductor mediante una vibración en el volante. Para poder determinar si el conductor está cambiando de carril, el software registrará los movimientos del volante así como la velocidad y trayectoria del vehículo. El sistema sólo funcionará cuando el conductor alcance velocidades propias de una autopista (mínimo 60 km/h) y se desactivará si se utiliza el intermitente.

- **Alertas de velocidad**

Superar el límite de velocidad es una de las principales causas de accidentes de tráfico, ya sea por distracción del conductor o por el desconocimiento del límite de velocidad asociado a la carretera, entre otros. Para poder reducir los accidentes provocados por superar el límite de velocidad, el software reconocerá las imágenes de las señales de tráfico que recibirá procedentes de una cámara colocada en la parte delantera del vehículo, para poder informar constantemente al conductor de cuál es el límite de velocidad de la carretera por la que se encuentra circulando.

- **Pérdida de atención**

Para evitar que el conductor se quede dormido al volante, cada vez que se encienda el motor, se activará un algoritmo encargado de medir la posición de los párpados del conductor. Además, el motor del coche, enviará una señal al volante para que mida la presión que el conductor ejerce sobre el volante. La cámara será la encargada de decidir si estos valores son anormales y, en tal caso, enviar una señal acústica procedente del altavoz al conductor para que se despierte. Si la señal acústica se activa, pasados treinta milisegundos se vuelvan a tomar los datos. Este proceso puede repetirse hasta tres veces seguidas, de tal manera que,

cuando la cámara detecte que los párpados se están abriendo, la señal acústica parará y se avisará al motor que la señal se ha desactivado. Si pasados los tres ciclos y treinta milisegundos, el conductor sigue dormido, el motor se detiene progresivamente y encendiendo las luces de emergencia. Cuando se haya detenido completamente, se activará de forma automática el freno de mano. En el caso de que la cámara considera que los datos son normales, es decir, que el conductor no se ha quedado dormido al volante, el proceso de toma de datos se repetirá cada dos segundos.

#### - Llamada automática de emergencia

Cuando el vehículo se encuentre involucrado en alguna colisión, el software enviará un mensaje de emergencia automáticamente al “Punto de respuesta de seguridad pública”, el cual contendrá la ubicación de vehículo en un formato europeo estándar. La ubicación del vehículo será proporcionada por el GPS integrado del automóvil.

#### - Alertas precolisión

El software reducirá la velocidad, ajustará los cinturones de seguridad, cerrará las ventanillas y colocará los asientos en una posición óptima para que los airbag funcionen correctamente, en caso de que los sensores por radar detecten algún obstáculo fijo delante del vehículo. Una vez se haya sobrepasado exitosamente el obstáculo, las medidas preventivas aplicadas se desactivarán.

### I.3

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS INTERESADOS EN EL SISTEMA: STAKEHOLDERS

En este apartado se identificarán a aquellas personas, llamadas stakeholders, que están involucradas en el proyecto, o las cuales pueden verse afectadas por el desarrollo e implementación del software de seguridad solicitado por el cliente. La correcta identificación de los stakeholders permitirá especificar su grado de involucración en el proyecto, así como sus necesidades y expectativas dentro del mismo.

Los stakeholders principales que se identifican son los siguientes:

#### - Empresa desarrolladora del servicio

La empresa que es contratada busca maximizar su beneficio con el producto implementado, así como proporcionar al cliente la mayor satisfacción posible mediante su adaptación a sus necesidades. Si el cliente tiene una buena experiencia con la empresa que ha contratado, la empresa se beneficiará positivamente haciendo crecer su reputación respecto a su competencia dentro del sector. La empresa encargada de desarrollar el servicio es S3.

#### - Equipo de proyecto

Son las personas que se encargan de desarrollar el proyecto, desde la adjudicación del proyecto, hasta que el producto está listo para ser entregado. El equipo de proyecto busca ampliar sus conocimientos dentro de su área de trabajo para poder crecer profesionalmente. Además, se compensará monetariamente su esfuerzo y grado de implicación en el proyecto. El equipo correspondiente a este proyecto es el siguiente:

- **Analista de sistemas:** es la persona encargada de elaborar los requisitos del sistema, de tal manera que se correspondan con las especificaciones establecidas por el cliente que solicita el sistema. El responsable es Daniel González de la Hera.
- **Gestión de configuración:** es el responsable de asegurar que los cambios realizados en el sistema no afecten a la calidad del mismo durante cualquiera de las etapas de desarrollo. El responsable es Juan Abascal Sánchez.

- **Responsable de calidad:** es el responsable de garantizar que el sistema sea consistente, además de definir los estándares de calidad para que el cliente esté satisfecho con el producto. El responsable es Adriana Lima.
  - **Responsable de pruebas:** es el responsable de definir las pruebas necesarias para asegurar que el producto satisface los requisitos establecidos, para tratar de reducir el número de fallos y limitaciones del sistema. El responsable es Carlos Olivares Sánchez-Manjavacas.
  - **Equipo de desarrolladores:** es el equipo encargado de desarrollar los requisitos establecidos. El equipo de desarrolladores estará compuesto por Carlos Tormo Sánchez e Irina Saik.
- **Jefe de proyecto**
- Es la persona responsable de la gestión del proyecto. Se debe encargar de que el cliente se encuentre satisfecho durante todo momento con el proyecto que se está generando, cumpliendo con los costes y los plazos de entrega definidos. Al igual que el equipo de proyecto, el esfuerzo y trabajo del jefe de proyecto se verán recompensados económicamente. El jefe de proyecto para el desarrollo del sistema de seguridad es Alberto García Hernández.
- **Cliente**
- Es la persona que financia y contrata el proyecto. Una vez el proyecto haya sido desarrollado y entregado al cliente, éste se encargará de explotarlo para obtener beneficios económicos y poder recuperar su inversión. El cliente en este proyecto es CARSAFETY.
- **Usuario**
- Es la persona que realmente utilizará el software desarrollado y el que se beneficiará de su uso. Los usuarios serán aquellos que utilicen un automóvil fabricado por CARSAFETY que tenga incorporado el software de seguridad.
- **Viandante**
- Es la persona que viaja a pie por la calle. Esta persona también se beneficiará del software ya que si aumentamos la seguridad en los vehículos, habrá menos posibilidades de que los viandantes sufran accidentes debido a distracciones de los conductores.
- **Otros conductores**
- Los otros conductores que circulen por la vía también se beneficiarán del software, aunque ellos no lo tengan instalado. En la mayoría de accidentes hay dos partes implicadas, por lo que se podrá evitar muchos de los accidentes que se producirían ya que uno de los vehículos tendrá una mejora en la seguridad.

## II

## ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como paso previo al desarrollo de la solución, es conveniente realizar un análisis del sistema global. Para llevarlo a cabo, se ha procedido a dividir el sistema en los distintos subsistemas que lo componen, así como a la consulta de las fuentes primarias y secundarias utilizadas para elaborar una valoración inicial. A continuación, se ha realizado un diagnóstico individual de cada uno de los subsistemas analizados, con el fin de tener constancia de los problemas que puedan llegar a surgir durante la implantación del sistema.



## II.1

## VALORACIÓN DEL ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para realizar una correcta valoración del sistema de software, este se ha dividido en seis subsistemas, que coinciden con los seis mecanismos integrados que debe proporcionar el sistema. La razón principal para realizar esta subdivisión es que se ha considerado que los seis sistemas, si bien forman parte de la solución integrada en el vehículo, son mecanismos aislados que se ofrecen en conjunto. Esto ha permitido concretar más en la estimación de los problemas que puedan surgir a la hora de la implementación. Esta valoración ha sido realizada en conjunto por el Jefe de Proyecto y el Analista Jefe, que han realizado un estudio en profundidad y han sido los responsables de llevar a cabo reuniones con distintos perfiles de los usuarios finales que serán los beneficiarios del sistema. Los subsistemas analizados son los siguientes:

- **Control del punto ciego**

Actualmente, y tal y como están diseñados los vehículos y los espejos retrovisores, hay una zona sobre la que el conductor de un vehículo no tiene ninguna visibilidad. De los usuarios entrevistados, todos han constatado la existencia de dicha zona, y que un sistema que avisara al conductor de que hay un vehículo allí, sería de gran utilidad.

- **Aviso de cambio de carril**

En algunas autopistas existen bandas sonoras colocadas en la línea que delimita la separación del carril con el arcén. Estas bandas sonoras no se suelen encontrar en las carreteras secundarias ni en la separación entre el carril de un sentido y el del sentido contrario. Por ello, un sistema que detecte cuando el vehículo se está aproximando a la línea de separación y avise al conductor se espera que sea bien acogido por gran parte de los usuarios.

- **Alerta de velocidad**

En la mayoría de los accidentes se diagnostica como un factor clave la velocidad excesiva de los vehículos. En muchas ocasiones, esta velocidad excesiva es consecuencia de pérdidas de atención por parte de los conductores, que no son conscientes del límite de velocidad establecido para el tramo en el que circulan. Según los usuarios entrevistados, un sistema que reconociese las señales de tráfico, las mantuviese en la pantalla del vehículo y avisase al conductor si superase ese límite, sería de gran ayuda. Sin embargo, los entrevistados han recalcado que el software debe alertar al conductor, nunca reducir la velocidad, por motivos de seguridad.

- **Alerta por pérdida de atención**

Junto con el exceso de velocidad, la pérdida de atención de los conductores al volante es un factor muy frecuente en los accidentes de tráfico. La fatiga al volante es un hecho muy común entre los conductores de largas distancias. Es por ello que la idea de un sistema que detecte cuando se produce una pérdida de atención y compruebe si el conductor se está quedando dormido, avisándole y parando el vehículo progresivamente, ha sido muy bien acogida entre los usuarios entrevistados.

- **Llamada automática de emergencia**

Cuando se produce un accidente de gravedad, los ocupantes de los vehículos involucrados frecuentemente se encuentran inconscientes o no son capaces de moverse. Los minutos posteriores al accidente son críticos para la supervivencia de los ocupantes del vehículo, por lo que un sistema que realice una llamada de emergencia y envíe la ubicación exacta del vehículo a las autoridades puede ser un factor clave. La mayoría de los usuarios han reaccionado muy bien a esta propuesta, sin embargo, algunos se han preocupado por la

privacidad, ya que el vehículo podría estar emitiendo constantemente su ubicación sin que el conductor se percatase.

#### - **Alerta de precolisión**

La mayoría de los accidentes se producen por una colisión entre dos vehículos o con un obstáculo. La idea de un sistema que reduzca la velocidad y prepare el vehículo para una colisión inmediata ha sido bien acogida por todos los usuarios potenciales.

## II.2

### REALIZACIÓN DEL DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Una vez estudiada la situación actual, se puede concluir que en este proyecto, tanto el hardware como el software van a ir de la mano, ya que los vehículos de la actualidad no cuentan con este hardware preparado de fábrica. A continuación se detallan las conclusiones acerca de cómo resolver los problemas y deficiencias de cada uno de los principales subsistemas, así como las mejoras que el sistema introducirá en los vehículos actuales:

#### - **Control del punto ciego**

Este problema requerirá de la instalación en el vehículo de hardware capaz de identificar cuando un objeto se encuentra en una zona determinada por el software, que recibirá una señal en caso afirmativo y procederá a notificárselo al conductor.

#### - **Aviso de cambio de carril**

Será necesario un hardware de reconocimiento de formas y colores controlado por el sistema de software y que notifique al conductor cuando el vehículo se encuentra sobrepasando la delimitación del carril en el que se encontraba anteriormente.

#### - **Alerta de velocidad**

Para implementar esta funcionalidad, podremos valernos de el hardware de reconocimiento de formas y colores, que junto con un software de aprendizaje automático será capaz de reconocer las señales de tráfico, mostrárselas al conductor y establecer un aviso automático en el vehículo si se supera la velocidad reglamentaria.

#### - **Alerta por pérdida de atención**

Este subsistema es uno de los más complicados de implementar, ya que no responde a un hecho claro hasta que ya es demasiado tarde. Por ello las mediciones se deben considerar de una forma subjetiva y el diagnóstico puede variar en función de la persona. Según los primeros bocetos, serán necesarios dos dispositivos de hardware que permitan medir la presión al volante y la posición de los párpados del conductor, aunque se podrían combinar con más sistemas, como por ejemplo el de cambio de carril.

#### - **Llamada automática de emergencia**

Esta funcionalidad requerirá incorporar en el vehículo un testigo con una alta probabilidad de acierto, que permita al software saber en qué momento se ha producido el accidente. Por otro lado, también será necesario un dispositivo GPS para comunicar a las autoridades pertinentes la localización exacta del vehículo, así como un dispositivo que pueda emitir llamadas de emergencia.

#### - **Alerta de precolisión**

Para este realizar este subsistema será necesario tener un control de la distancia a la que se encuentra un objeto frontalmente. Este dato será recibido por el software, que conociendo la velocidad y la distancia de

frenada del vehículo notificará al conductor en caso de peligro. Si el accidente es inevitable, el software tomará el control del vehículo y lo preparará para el impacto.

Tras analizar en detalle cada uno de los subsistemas individualmente y llevar a cabo su diagnóstico, se puede concluir que todas las funcionalidades planteadas son, con la tecnología actual, posibles de implementar y materializar.

## II.3

### REQUISITOS DE INTERFAZ

#### II.3.1

#### REQUISITOS DE INTERFAZ DE USUARIO

##### Requisito: RI-01

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación en el retrovisor del sistema de punto ciego  |
| <b>Descripción</b>          | La notificación de punto ciego se realizará mediante una señal de color luminosa sobre el retrovisor del lado en el que se encuentra el vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.1: Requisito de interfaz 01

##### Requisito: RI-02

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación sonora del sistema de punto ciego   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema emitirá la siguiente frase “Atención, vehículo en punto ciego” para la notificación de punto ciego. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada  |

Cuadro 1.2: Requisito de interfaz 02

**Requisito: RI-03**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Vibración del volante por cambio de carril               |
| <b>Descripción</b>          | El sistema hará vibrar el volante 1,5 m/s <sup>2</sup> . |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.3: Requisito de interfaz 03

**Requisito: RI-04**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación de la velocidad máxima                             |
| <b>Descripción</b>          | El sistema mostrará la velocidad máxima en la panel de a bordo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.4: Requisito de interfaz 04

**Requisito: RI-05**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación sonora por exceso de velocidad  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema emitirá un aviso sonoro de 30 db. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito                                    |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista                                     |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial                                |

Cuadro 1.5: Requisito de interfaz 05

**Requisito: RI-06**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación sonora por distracción          |
| <b>Descripción</b>          | El sistema emitirá un aviso sonoro de 65 db. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito                                    |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista                                     |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial                                |

Cuadro 1.6: Requisito de interfaz 06

**Requisito: RI-07**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación de llamada de emergencia  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema mostrará por pantalla un aviso de que va a realizar la llamada de emergencia, dando la opción de cancelarlo en un tiempo de 5 segundos. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada  |

Cuadro 1.7: Requisito de interfaz 07

**Requisito: RI-11**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación de obstrucción en la trayectoria   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema emitirá la siguiente frase “Atención, peligro por colisión” cuando se detecte un peligro por colisión. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.8: Requisito de interfaz 11

## II.3.2

## REQUISITOS DE INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

**Requisito: RI-08**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Protocolo de comunicación entre subsistemas  |
| <b>Descripción</b>          | Se utilizará un protocolo estándar de comunicación para la comunicación entre subsistemas. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.9: Requisito de interfaz 08

**Requisito: RI-09**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Formato de la llamada de emergencia                              |
| <b>Descripción</b>          | Se utilizará un protocolo recogido en la norma europea EN 16072. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.10: Requisito de interfaz 09

### II.3.3

#### REQUISITOS DE INTERFAZ DE SOFTWARE

**Requisito: RI-10**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Almacenamiento de mapas   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema tendrá a su disposición mapas que serán almacenados de forma local en el vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.11: Requisito de interfaz 10

## III

### REQUISITOS

A continuación se va a proceder a explicar en detalle cada uno de los requisitos que se han identificado y que por tanto deberán ser satisfechos por el sistema. Para seguir un formato unificado para todos los requisitos, se ha decidido utilizar la siguiente plantilla:

**Requisito: XX-YY**

|                             |
|-----------------------------|
| <b>Nombre del Requisito</b> |
| <b>Descripción</b>          |
| <b>Tipo</b>                 |
| <b>Fuente del Requisito</b> |
| <b>Prioridad</b>            |

Cuadro 1.12: Plantilla requisitos

En esta tabla se detallan los siguientes apartados:

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Requisito XX-YY:</b>      | El código asignado a cada uno de los requisitos será una sigla correspondiente al tipo de requisito. Por lo tanto puede haber: RF (Requisito Funcional), RNF (Requisito No Funcional) y RI (Requisito de Interfaz). Las dos cifras siguientes corresponderán al número de requisito dentro de cada uno de los apartados. |
| <b>Nombre del Requisito:</b> | Se especificará un nombre para el requisito que lo identifique unequivocamente.  |
| <b>Descripción:</b>          | Se realizará una descripción detallada y concisa del requisito en sí.  |
| <b>Tipo:</b>                 | Los Requisitos Funcionales y los Requisitos de Interfaz se clasificarán como de tipo requisito, mientras que los Requisitos No Funcionales se clasificarán como de tipo restricción.   |
| <b>Fuente del Requisito:</b> | En este punto se especificará la fuente del requisito, pudiendo ser del cliente o como el resultado del análisis del proyecto por parte del analista.  |
| <b>Prioridad:</b>            | La prioridad de un requisito se varía según sea un requisito cuya fuente ha sido el cliente y es una parte esencial que este último comprobará, o bien, si es un requisito opcional que estaría bien su implementación pero no es necesario para el éxito del proyecto.  |

## III.1

## REQUISITOS FUNCIONALES

## III.1.1

## CONTROL DE PUNTO CIEGO

**Requisito: RF-01**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Detección punto ciego  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema tiene que detectar un objeto situado en la zona de punto ciego de los retrovisores exteriores del vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.13: Requisito funcional 01

**Requisito: RF-02**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificar coche en punto ciego  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema tiene que avisar al conductor cuando un objeto se encuentre en la zona de punto ciego. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.14: Requisito funcional 02

**Requisito: RF-03**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificación en el retrovisor  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema avisará al conductor de que un objeto está en la zona de punto ciego mediante una notificación en el retrovisor exterior situado en el lateral en el que se encuentra dicho objeto. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.15: Requisito funcional 03



**Requisito: RF-04**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Generación de notificación sonora  |
| <b>Descripción</b>          | Cuando el conductor del vehículo active el intermitente indicando que se dispone a cambiar de carril y simultáneamente un objeto se encuentre en la zona de punto ciego del carril al que se pretende cambiar, el sistema emitirá una alerta sonora. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.16: Requisito funcional 04

**III.1.2**
**AVISO DE CAMBIO DE CARRIL**
**Requisito: RF-05**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Trayectoria del carril   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema identificará la trayectoria del carril por el que el conductor se encuentra circulando. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.17: Requisito funcional 05

**Requisito: RF-06**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Trayectoria del vehículo  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema deberá detectar la trayectoria que va a seguir el vehículo en función de la velocidad y el ángulo del volante. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.18: Requisito funcional 06

**Requisito: RF-07**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Vibración del volante por diferencia de trayectorias  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema hará vibrar el volante cuando se detecte una desviación superior o igual al 10 % entre las trayectorias del vehículo y la carretera. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.19: Requisito funcional 07

**Requisito: RF-08**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Excepción de aviso de cambio de carril por activación del intermitente   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema de aviso de cambio de carril se desactivará mientras alguno de los intermitentes se encuentren activos. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.20: Requisito funcional 08

**Requisito: RF-09**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Corrección de la dirección   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema corregirá un máximo de 5° la dirección del volante cuando detecte que hay una desviación entre las trayectorias superior al vehículo una desviación en la trayectoria superior al 15 %. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.21: Requisito funcional 09

## III.1.3

## ALERTA DE VELOCIDAD

**Requisito: RF-10**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Reconocimiento de las señales de tráfico  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema detectará las señales de tráfico a través de las imágenes recogidas por el hardware. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.22: Requisito funcional 10

**Requisito: RF-11**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Clasificación por formas y colores   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema clasificará las señales obtenidas de las imágenes por formas y colores. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.23: Requisito funcional 11

**Requisito: RF-12**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Reconocimiento señales de velocidad  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema reconocerá cuales de las señales detectadas en las imágenes se corresponden con señales de velocidad. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.24: Requisito funcional 12

**Requisito: RF-13**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Determinación velocidad máxima a partir de las señales  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema determinará la velocidad máxima a la que se puede circular a partir de la información obtenida de las señales. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.25: Requisito funcional 13

**Requisito: RF-14**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Determinación velocidad mínima  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema determinará la velocidad mínima a la que está permitido circular en esa vía a partir de la velocidad máxima. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.26: Requisito funcional 14

**Requisito: RF-15**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Determinación tipo de vía   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema utilizará la posición GPS y los mapas para determinar el tipo de vía en la que se encuentra el vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.27: Requisito funcional 15

**Requisito: RF-16**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre de Requisito</b>  | Velocidades máximas de la vía según el código de circulación   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema dispondrá de las velocidades máximas permitidas para cada tipo de vía según el código de circulación del país en el que el vehículo se encuentre. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.28: Requisito funcional 16

**Requisito: RF-17**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre de Requisito</b>  | Velocidad máxima al cambiar de vía   |
| <b>Descripción</b>          | Por defecto, cuando se produce un cambio de tipo de vía, el sistema establecerá como velocidad máxima la obtenida por el código de circulación en función del tipo de vía. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.29: Requisito funcional 17

**Requisito: RF-18**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Actualización de velocidad máxima  |
| <b>Descripción</b>          | Cuando el sistema detecte señales de velocidad verticales o luminosas, se actualizará la velocidad máxima con la información obtenida a través de estas. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.30: Requisito funcional 18

**Requisito: RF-19**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre de Requisito</b>  | Priorización señales luminosas   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema priorizará la información recibida por las señales luminosas frente a las verticales. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.31: Requisito funcional 19

**Requisito: RF-20**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre de Requisito</b>  | Priorización señales de obra   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema priorizará la información recibida por las señales de velocidad con un fondo amarillo frente a cualquier otra señal de velocidad. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.32: Requisito funcional 20

**Requisito: RF-21**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Restauración de la velocidad por defecto   |
| <b>Descripción</b>          | Si el sistema no detecta una señal de velocidad en un tiempo superior a 5 minutos, se restaurará como velocidad máxima la obtenida en función del tipo de vía y la posición GPS. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseado  |

Cuadro 1.33: Requisito funcional 21

**Requisito: RF-22**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Configuración límite de velocidad   |
| <b>Descripción</b>          | El usuario podrá configurar opcionalmente que el coche no supere en ningún caso el límite de velocidad. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseado   |

Cuadro 1.34: Requisito funcional 22

**Requisito: RF-23**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Descativación alerta por exceso de velocidad                         |
| <b>Descripción</b>          | El usuario podrá desactivar la notificación del exceso de velocidad. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseado  |

Cuadro 1.35: Requisito funcional 23

**Requisito: RF-24**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Reactivación alerta por exceso de velocidad  |
| <b>Descripción</b>          | Si el usuario ha desactivado el sistema, este volverá a activarse al volver a inciar al sistema, con el arranque del vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseado  |

Cuadro 1.36: Requisito funcional 24

## III.1.4

## SISTEMA DE ALERTA POR PÉRDIDA DE ATENCIÓN

**Requisito: RF-25**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Detección conductor dormido                                 |
| <b>Descripción</b>          | El sistema detectará si el conductor se ha quedado dormido. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.37: Requisito funcional 25

**Requisito: RF-26**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Análisis del comportamiento   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema analizará el comportamiento del conductor así como la desviación media entre las trayectorias para detectar si el conductor muestra síntomas de fatiga al volante. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.38: Requisito funcional 26

**Requisito: RF-27**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Recomendación de descanso  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema recomendará al conductor que detenga el vehículo y descanse por un tiempo cuando muestre síntomas de fatiga al volante. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.39: Requisito funcional 27



**Requisito: RF-28**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Detención del vehículo por conductor dormido  |
| <b>Descripción</b>          | Si el sistema, después de haber emitido la señal para alertar al conductor por un periodo superior a 3 segundos, no detecta que este vuelva a tener la atención en la carretera, detendrá progresivamente el vehículo y activará las luces de emergencia. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.40: Requisito funcional 28

## III.1.5

## LLAMADA DE EMERGENCIA

**Requisito: RF-29**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Detección de colisión  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema detectará si el vehículo se ha visto involucrado en una colisión. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.41: Requisito funcional 29

**Requisito: RF-30**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Mensaje de emergencia   |
| <b>Descripción</b>          | En caso de colisión, el sistema enviará un mensaje a un centro de llamadas de emergencia. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.42: Requisito funcional 30

**Requisito: RF-31**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Detección del número de ocupantes                         |
| <b>Descripción</b>          | El sistema detectará el número de ocupantes del vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.43: Requisito funcional 31

**Requisito: RF-32**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Formato del mensaje   |
| <b>Descripción</b>          | El mensaje deberá contener la posición GPS del vehículo, así como la velocidad a la que se ha producido el impacto y el número de ocupantes del vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.44: Requisito funcional 32

**Requisito: RF-33**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Activación de las luces de emergencia                             |
| <b>Descripción</b>          | En caso de colisión, el sistema activará las luces de emergencia. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.45: Requisito funcional 33

## III.1.6

## ALERTAS DE PRECOLISIÓN

**Requisito: RF-34**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Detección de obstáculos  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema detectará cualquier obstáculo delante del vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.46: Requisito funcional 34

**Requisito: RF-35**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Análisis del riesgo de una colisión   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema analizará el riesgo de una colisión con un obstáculo en función de la velocidad a la que circula el vehículo y la variación de distancia con el obstáculo por milisegundo. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.47: Requisito funcional 35

**Requisito: RF-36**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Generación de la notificación por colisión  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema notificará al conductor cuando se prevea que, a la velocidad actual, una colisión es probable al 50 % o más. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.48: Requisito funcional 36

**Requisito: RF-37**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Ayuda en el frenado   |
| <b>Descripción</b>          | Cuando se haya generado la notificación por colisión y el conductor pise el freno, el sistema frenará lo suficiente como para evitar la colisión. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.49: Requisito funcional 37

**Requisito: RF-38**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Colisión inminente  |
| <b>Descripción</b>          | El sistema considerará que se va a producir una colisión inminente cuando la probabilidad de evitar el obstáculo frenando el vehículo es menor que 70 % |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.50: Requisito funcional 38

**Requisito: RF-39**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Primera medida por colisión inminente                                |
| <b>Descripción</b>          | Si se prevé una colisión inminente, el sistema reducirá la velocidad |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.51: Requisito funcional 39

**Requisito: RF-40**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Segunda medida por colisión inminente  |
| <b>Descripción</b>          | Si se prevé una colisión inminente, el sistema ajustará los cinturones de seguridad. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.52: Requisito funcional 40

**Requisito: RF-41**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Tercera medida por colisión inminente   |
| <b>Descripción</b>          | Si se prevé una colisión inminente, el sistema fijará los asientos para optimizar el rendimiento de los airbag. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.53: Requisito funcional 41

**Requisito: RF-42**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Cuarta medida por colisión inminente                                    |
| <b>Descripción</b>          | Si se prevé una colisión inminente, el sistema cerrará las ventanillas. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.54: Requisito funcional 42

**Requisito: RF-43**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Reversión de las acciones  |
| <b>Descripción</b>          | Si se consigue evitar el accidente, el sistema invertirá las acciones realizadas en la preparación del vehículo para el impacto. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Cliente  |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada  |

Cuadro 1.55: Requisito funcional 43

## III.2

## REQUISITOS NO FUNCIONALES

## III.2.1

## REQUISITOS DE RENDIMIENTO

**Requisito: RNF-01**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Tiempo de realización   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema debe realizar el 98 % de las operaciones en menos de 0,005 segundos. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada   |

Cuadro 1.56: Requisito no funcional 01

**Requisito: RNF-02**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Soporte   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema debe ser capaz de dar soporte simultaneo a todo el hardware. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada   |

Cuadro 1.57: Requisito no funcional 02

**Requisito: RNF-03**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Funcionamiento con baja luminosidad                                |
| <b>Descripción</b>          | El sistema tiene que funcionar en condiciones de baja luminosidad. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.58: Requisito no funcional 03

**Requisito: RNF-04**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Funcionamiento con condiciones adversas                                |
| <b>Descripción</b>          | El sistema tiene que funcionar en condiciones climatológicas adversas. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.59: Requisito no funcional 04

## III.2.2

## REQUISITOS DE SEGURIDAD

**Requisito: RNF-05**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Manipulación del software   |
| <b>Descripción</b>          | El software que controla al vehículo no puede ser alterado a excepción de personas autorizadas. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.60: Requisito no funcional 05

**Requisito: RNF-06**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Cifrado de la información  |
| <b>Descripción</b>          | Toda la información personal del usuario deberá ser cifrada con RSA-256. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.61: Requisito no funcional 06

## III.2.3

## REQUISITOS DE FIABILIDAD

**Requisito: RNF-07**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Fiabilidad de reconocimiento de señales.  |
| <b>Descripción</b>          | El software encargado de identificar las señales reconocerá las señales con al menos 85 % de tasa de acierto. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.62: Requisito no funcional 07

**Requisito: RNF-08**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Fiabilidad de detección de punto ciego.   |
| <b>Descripción</b>          | El software encargado de detectar los coches situados en el punto ciego reconocerá estos casos con al menos un 97 % de tasa de acierto. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.63: Requisito no funcional 08



**Requisito: RNF-09**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Fiabilidad de la llamada de emergencia.   |
| <b>Descripción</b>          | El software encargado de realizar la e-call deberá responder con un 100 % de tasa de acierto. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.64: Requisito no funcional 09

**Requisito: RNF-10**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Fiabilidad de la detección de cambio de carril.  |
| <b>Descripción</b>          | El software encargado de detectar el cambio involuntario de carril reconocerá este hecho con un 87 % de tasa de acierto. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.65: Requisito no funcional 10

**Requisito: RNF-11**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Fiabilidad de la detección de falta de atención.   |
| <b>Descripción</b>          | El software encargado de detectar la falta de atención contará con un 93 % de tasa de acierto. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.66: Requisito no funcional 11

**Requisito: RNF-12**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Fiabilidad de la detección de colisión.   |
| <b>Descripción</b>          | El software encargado de detectar el pre-crash deberá tener un 98 % de tasa de acierto. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.67: Requisito no funcional 12

## III.2.4

## REQUISITOS DE DISPONIBILIDAD

**Requisito: RNF-13**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Disponibilidad del software.  |
| <b>Descripción</b>          | El software deberá estar siempre disponible cuando se arranque el vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial   |

Cuadro 1.68: Requisito no funcional 13

## III.2.5

## REQUISITOS DE MANTENIBILIDAD

**Requisito: RNF-14**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Mantenimiento del software.   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema recibirá labores de mantenimiento cada 6 meses por profesionales cualificados. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada   |

Cuadro 1.69: Requisito no funcional 14

**Requisito: RNF-15**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Registro de fallos del sistema.  |
| <b>Descripción</b>          | El software contará con un registro que guardará los fallos del sistema. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada  |

Cuadro 1.70: Requisito no funcional 15

## III.2.6

## OTROS REQUISITOS

**Requisito: RNF-16**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Base de datos de señales.  |
| <b>Descripción</b>          | La base de datos de señales se deberá corresponder con las señales de la normativa del país por donde circula el vehículo. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.71: Requisito no funcional 16

**Requisito: RNF-17**

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Notificaciones en diferentes idiomas.  |
| <b>Descripción</b>          | Las notificaciones de los subsistemas deben estar disponibles en: Español, Inglés, Francés, Alemán, Italiano, Chino y Árabe. |
| <b>Tipo</b>                 | Restricción  |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista   |
| <b>Prioridad</b>            | Alta/Esencial  |

Cuadro 1.72: Requisito no funcional 17

| Requisito: RNF-18           |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre del Requisito</b> | Ley de Protección de datos.   |
| <b>Descripción</b>          | El sistema debe cumplir la ley de protección de datos vigente en el país en el que opere. |
| <b>Tipo</b>                 | Requisito   |
| <b>Fuente del Requisito</b> | Analista  |
| <b>Prioridad</b>            | Media/Deseada   |

Cuadro 1.73: Requisito no funcional 18

## IV

## ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El objetivo de este punto es la descripción de tres posibles alternativas que satisfacen los requisitos especificados y, por lo tanto, serán soluciones válidas. El punto de partida en el planteamiento de estas alternativas serán los requisitos y el diagnóstico de la situación actual del entorno con el que el sistema interactuará en el futuro. Los subsistemas que se han identificado previamente servirán como apoyo para definir los componentes hardware necesarios y las alternativas software que se ofrecerán al cliente. Todas las alternativas de cada subsistema deberán contemplar los siguientes puntos:

- **Control de punto ciego:** es el subsistema encargado de notificar al conductor en caso de que haya un objeto en un área delimitada, llamada punto ciego [RF-01, RF-02]. Será implementado mediante un hardware colocado en los laterales exteriores del vehículo. A su vez, será necesario un software que analice los datos recibidos del hardware y determine si existe un objeto potencialmente peligroso, en cuyo caso, se notificará al conductor mediante los retrovisores [RI-01], indicando en qué lado se encuentra el objeto. En caso de que esté activada la notificación y el conductor active el intermitente hacia ese lado, se generará una notificación sonora [RI-02]. En la actualidad ya se encuentran desarrollados y se ofrecen como un paquete opcional al comprar muchos de los vehículos del mercado.
- **Aviso de cambio de carril:** esta funcionalidad debe de notificar al conductor cuando el vehículo comience a salirse del carril por el que va circulando. Sin embargo, el sistema de notificación será desactivado si el intermitente está accionado [RF-08]. Para poder implementarlo será necesario un hardware situado en la zona frontal del vehículo, que envíe al sistema información acerca de la trayectoria que sigue el carril [RF-05]. El sistema comparará esta trayectoria con una proyección de la trayectoria que va a seguir el vehículo en función del ángulo del volante y la velocidad [RF-06]. Si el sistema detecta una desviación entre ambas trayectorias superior al 10 %, hará vibrar al volante [RF-07, RI-03]. En el momento en que esta desviación supere el 15 %, el sistema corregirá un máximo de 5 grados la dirección del volante [RF-09].
- **Alerta de velocidad:** este subsistema debe notificar al conductor a través del panel de a bordo cuando se supere la velocidad máxima permitida para ese tipo de vía [RI-04]. Para obtener este dato, en primer lugar deberá recibir imágenes a través de un hardware colocado en el exterior del vehículo y reconocer en ellas señales de tráfico [RF-10]. Una vez reconocidas, las clasificará por formas y colores [RF-11] y reconocerá las señales de velocidad [RF-12]. El sistema determinará de esta forma la velocidad máxima para ese tipo de vía [RF-13], y calculará también la velocidad mínima por debajo de la cual se dificulta la circulación [RF-14]. Paralelamente, el sistema utilizará la posición GPS para detectar el tipo de vía en la que se encuentra el vehículo [RF-15] y tendrá almacenados los mapas de forma local [RI-10], y las velocidades

máximas establecidas para cada tipo de vía en el código de circulación [RF-16]. Por defecto, cuando el sistema detecte que se ha producido un cambio de vía, se utilizará la velocidad máxima establecida en el código de circulación [RF-17]. Cuando el sistema detecte una señal de velocidad, se deberá actualizar la velocidad máxima permitida [RF-18], dando prioridad a las señales luminosas [RF-19] y a las señales de obra [RF-20]. Si el sistema no detecta ninguna señal de velocidad en un tiempo superior a 5 minutos, se establecerá la velocidad máxima del código de circulación para ese tipo de vía [RF-21]. El conductor podrá configurar el coche para que este nunca supere la velocidad máxima [RF-22], así como desactivar las alertas [RI-04, RF-23]. Las alertas se volverán a activar al reiniciar el sistema [RF-24].

- **Sistema de alerta por pérdida de atención:** este subsistema deberá detectar cuando el conductor se ha quedado dormido [RF-25], producir una alerta para que reaccione [RI-05] y detener el vehículo si este no reacciona en menos de 3 segundos, activando las luces de emergencia [RF-28]. Paralelamente, también detectará los errores en la forma de conducir, analizando el comportamiento del conductor [RF-26] y recomendando a este un descanso si se detecta pérdida de atención por fatiga al volante [RF-27].
- **Llamada de emergencia:** en caso de colisión, el sistema deberá enviar un mensaje [RF-30] indicando la posición del vehículo, la velocidad a la que se ha producido el impacto y el número de ocupantes del vehículo [RF-32]. Acto seguido, se activarán todas las luces de emergencia [RF-33]. La llamada de emergencia seguirá el protocolo recogido en la norma europea EN 16072 [RI-09].
- **Alerta de precolisión:** este subsistema deberá detectar obstáculos en la trayectoria del vehículo [RF-34] y analizar el riesgo de que se vaya a producir una colisión [RF-35]. En caso de que este riesgo sea superior al 50 %, se notificará al conductor de una posible colisión [RF-36, RI-11], esperando a que el conductor pise el freno para frenar lo necesario como para evitar la colisión [RF-37]. Si esta probabilidad es superior al 70 %, se considerará como una colisión inminente [RF-38], y el sistema reducirá la velocidad [RF-39], ajustará los cinturones de seguridad [RF-40], optimizará el rendimiento de los airbag [RF-41] y cerrará las ventanillas [RF-42]. Si se evita el accidente, el sistema revertirá todas las acciones [RF-43].

A continuación, presentaremos alternativas para cada uno de los subsistemas, generando en su conjunto tres alternativas distintas para el sistema global. No obstante, los subsistemas de llamada de emergencia y de pérdida de atención tendrán una única alternativa, que será explicada a continuación, y en la cual se expondrá porque no se propondrán al cliente otras alternativas. Por lo tanto, cualquiera de las alternativas globales estará completada por la única alternativa posible de cada uno de estos subsistemas.

## IV.1

### SUBSISTEMAS DE ALTERNATIVA ÚNICA

#### IV.1.1

#### LLAMADA DE EMERGENCIA

Para este subsistema la mejor solución del mercado es ajustarse al protocolo estándar europeo EN 16072 [RI-09] en el formato del mensaje, por lo que será necesario un dispositivo capaz de transmitir información en el momento del impacto con la posición GPS del vehículo. La única alternativa que cumple los requisitos y se nos ha planteado asequible para este proyecto ha sido el modulo Quectel LTE SC20, a un precio de 30 €, permitiendo la comunicación con el servicio de llamadas de emergencia de cada país europeo, siguiendo la normativa vigente.

#### IV.1.2

#### PÉRDIDA DE ATENCIÓN

La pérdida de atención del conductor es una medición subjetiva, por lo que se ha decidido ajustarse lo máximo posible a las especificaciones del cliente y no proponer una única alternativa. En relación con la presión

que ejerce el conductor al volante, son necesarios una serie de sensores que midan la presión, la frecuencia y la posición de las manos. Con respecto a la posición de los párpados del conductor, será necesaria una cámara de reconocimiento facial. Actualmente, la empresa Fovio se está especializando en el Eye Tracking y sus cámaras son pioneras y destacan ampliamente sobre el resto tanto en portabilidad (plug&play) como en fiabilidad, y en este caso, tratándose de la detección de pérdidas de atención, es un factor clave. Por ello, se ha decidido plantear como única alternativa las cámaras Fovio, con un precio de 200 €.

## IV.2

### ALTERNATIVA I

Para esta primera alternativa se le ha propuesto al cliente que sistema central esté controlado por una Raspberry Pi 3B. Dado que las Raspberry no vienen con sistema operativo instalado, se ha considerado la opción de instalar Raspbian Jessie with Pixel para poder procesar toda la información.

Para poder procesar las imágenes se utilizará un System-on-Chip con FPGA [1]. Con un solo FPGA controlaremos el punto ciego, las alertas de velocidad, el sistema de precolisión y el cambio de carril, ya que es un sistema muy potente que es capaz de procesar las imágenes recibidas de los cuatro subsistemas. Las placas FPGA compartirán los datos con la Raspberry mediante un puerto Ethernet, el cual se rige bajo el estándar IEEE 802.3an.

Los mapas del país vendrán instalados ya en el sistema operativo, gracias a la librería compatible con Raspbian llamada Tangram.

A continuación se detallan las alternativas propuestas para cada uno de los subsistemas:

- Para el **control del punto ciego** se utilizarán dos cámaras de escaneo por área para determinar si es conveniente realizar la maniobra. Dichas cámaras tendrán una lente de 3.5mm para aumentar la precisión. Las imágenes captadas por las cámaras serán procesadas por un FPGA. Cuando sea necesario, se mandará notificaciones a la Raspberry poder comunicarse con el usuario.
- En los subsistemas **cambio de carril y alerta de velocidad** se utilizará otra cámara de escaneo por área (mismo modelo que en el control de punto ciego), y la misma FPGA para procesar las imágenes.

---

#### Sistema General

#### Raspberry Pi 3B

- Precio: 39,90 €
- RAM: 1GB
- Procesador: Chipset Broadcom BCM 2387  
1,2GHz de cuatro núcleos ARM Cortex-A53
- Conexión: Ethernet Socket 10/100 BaseT

#### Sistema Operativo Raspbian Jessie with Pixel

- Version: Enero 2017
  - Fecha de lanzamiento: 11/01/2017
- 

*Continúa en la siguiente pagina*

---

**Control del punto ciego**

2 Cámaras de escaneo por área

- Precio: 560,00 €
- Modelo: Basler ace USB3 acA640-90uc
- Color: Sí
- FPS: 90
- Resolución: 659x490
- Puerto: USB3

Lentes

- Precio: 575,00 €
- Modelo: Compact Fixed Focal Length 3,5 mm

Cable USB3

- Precio: 48,00 €

FPGA

- Precio: 499,20 €
- Modelo: Zynq®-7000 XC7Z030-L2FFG676I-ND
- Celdas lógicas: 125000

---

*Continúa en la siguiente pagina*

|  |  |
|--|--|
| <b>Cambio de carril, Alerta pre-colisión y Alerta de velocidad</b> | Cámara de escaneo por área   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Precio: 560,00 €</li> <li>■ Modelo: Basler ace USB3 acA640-90uc</li> <li>■ Color: Sí</li> <li>■ FPS: 90</li> <li>■ Resolución: 659x490</li> <li>■ Puerto: USB3</li> </ul> |
|  | Lentes   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Precio: 575,00 €</li> <li>■ Modelo: Compact Fixed Focal Length 3,5 mm</li> </ul>  |
|  | Cable USB3   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Precio: 48,00 €</li> </ul>  |
|  | FPGA   |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Precio: 499,20 €</li> <li>■ Modelo: Zynq®-7000 XC7Z030-L2FFG676I-ND</li> <li>■ Celdas lógicas: 125000</li> </ul>  |

Cuadro 1.74: Especificación de la Alternativa I

### IV.3

### ALTERNATIVA II

Los subsistemas de control de punto ciego, alerta de velocidad, cambio de carril y las alertas de precolisión sean controlados por una única cámara de 360 grados colocada en la parte superior del coche. Al usar una sola cámara se ahorra en el número de dispositivos integrados en el vehículo.

Para esta segunda alternativa se le ha propuesto al cliente un sistema controlado por Ubuntu 16.04 LTS. Las imágenes recogidas por la cámara serán procesadas por una GPU, y el resto de operaciones serán procesadas por la CPU. La GPU estará dedicada al procesamiento de imágenes ya que tiene que procesar constantemente las imágenes de la cámara de 360° para todos los subsistemas.

Para que el usuario pueda comunicarse con el sistema, se utilizará una pantalla táctil, que se implementará sobre el ordenador central.



---

**Sistema General****GPU: NVIDIA TITAN X**

- Precio 1369 €
- Memoria de vídeo: 12GB G5X
- Frecuencia de la memoria: 10 Gbps
- Cores: 3584

**CPU:**

- Modelo: Intel® - Core™ i7-6700K
- Precio: 339,99 €
- Memoria Caché: 6MB
- Velocidad: 4GHz

**Memoria RAM:**

- Modelo: Kingston HyperX Fury DDR4
- Precio: 74,99 €
- Capacidad: 8 GB
- Velocidad: 2133 MHz

**KingDian SSD:**

- Precio: 27,40 €
- Capacidad: 60GB
- Interfaz: SATAIII

**Pantalla táctil:**

- Precio: 69,81€
- 7 pulgadas
- Multitouch capacitivo: 10 dedos

**Sistema operativo:**

- Ubuntu 16.04 LTS
- Fecha de lanzamiento: 15/2/2017

---

*Continúa en la siguiente pagina*

---

|   |   |
|---|---|
| <b>Control de punto ciego, Alerta de velocidad, Cambio de Carril y Alertas Pre-colisión</b> | Cámara 360 grados: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modelo: Vuze Camera</li> <li>■ Precio: 775 €</li> <li>■ Resolución: 4K 30fps</li> <li>■ Conexión: USB2.0 &amp; Wifi</li> <li>■ Color: Sí</li> </ul> |
|---|---|

---

Cuadro 1.75: Especificación de la Alternativa I

#### IV.4 ALTERNATIVA III

Para la tercera alternativa se le ha propuesto al cliente que el sistema central esté controlado por un dispositivo que contará con un procesador Snapdragon 820 de Qualcomm, una memoria RAM de 4 GB, una memoria principal de 64 GB y se podrá controlar desde una pantalla táctil. Este dispositivo tendrá el sistema operativo Android 7.1 Nougat. Este controlador contará además con un puerto compatible con el bus CAN [2]. Este dispositivo funcionará como ordenador de a bordo, y será el encargado de recibir las notificaciones provenientes del resto de subsistemas.

Además en el sistema operativo vendrá preinstalada la aplicación HERE WeGo de Nokia con los mapas del país de compra del vehículo descargados.

La conexión de este sistema con el resto de subsistemas se realizará a través de un bus con el protocolo Controller Area Network, que es implementado por la mayoría de los coches.

A continuación se detallan las alternativas propuestas para cada uno de los subsistemas:

- Para el **control del punto ciego** utilizaremos un sonar infrarrojos modelo Maxbotix XL-MaxSonar-EZ0. Se colocarán dos sensores de este modelo en las esquinas traseras del vehículo para poder detectar si hay un vehículo en el punto ciego. La distancia máxima a la que detectará un vehículo es 765 cm.
- En los subsistemas **cambio de carril y alerta de velocidad** se usará una cámara situada en la parte superior de la luna frontal del vehículo. La cámara será una Basler SCA640-70FC que implementa el protocolo IEEE1394 [3] [4]. Dicho protocolo es un tipo de conexión destinado a la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad y está específicamente diseñada para soportar la visión artificial. Esta cámara irá conectada a un controlador y FPGA de Xilinx modelo XC7Z015-1CLG485C. Utilizar una FPGA en lugar de una CPU ayudará a reducir el tiempo de procesamiento de las imágenes, que computacionalmente es muy costoso.

En el subsistema de cambio de carril este hardware irá controlando constantemente las líneas del carril de la calzada, mientras que en el de alerta de velocidad la cámara detectará las señales que se encuentre y la FPGA las procesará.

- Para el sistema **pre-crash** se utilizará un láser para detectar obstáculos a una distancia máxima de 215 metros. El modelo que se le ha propuesto al cliente es Leddar Vu 8 Channel Module. Esta alternativa

influye positivamente en la detección de obstáculos ya que tiene un mayor rango de detección que las cámaras.

En el siguiente cuadro se detallarán las alternativas propuestas para los subsistemas:

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Sistema General</b> | <p>SnapDragon 820:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 66,26 €</li><li>■ Cuatro núcleos. Dos principales de 2x Kryo a 2.2 GHz y 2 dos secundarios de 2x Kryo a 1.7 GHz</li><li>■ Arquitectura de 64 bits</li><li>■ Velocidad de GPU 624 MHz</li></ul> <p>Kingston ValueRAM - SODIMM de 204 espigas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 29,90 €</li><li>■ Capacidad: 4GB</li></ul> <p>KingDian SSD:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 27,40 €</li><li>■ Capacidad: 60GB</li><li>■ Interfaz: SATAIII</li></ul> <p>Sistema operativo Android:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Última versión estable: 7.1 Nougat</li><li>■ Fecha de lanzamiento: 20/10/2016</li></ul> <p>Mapas HERE WeGo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Mapas offline</li><li>■ Más de 100 países</li></ul> <p>Bus CAN:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 47,99€</li></ul> |
|------------------------|--|

*Continúa en la siguiente pagina*

---

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Sistema General</b>         | <p>Cubieboard4 CC-A80 SoC:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 138 €</li><li>■ RAM: 2GB</li><li>■ CPU: Arm Cortex A15x4 up to 2.0GHz, A7x4 up to 1.3GHz</li><li>■ GPU: PowerVR 64-core G6230</li></ul> <p>Pantalla táctil:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 69,45 €</li><li>■ 7 pulgadas</li><li>■ Multitouch capacitivo: 10 dedos</li></ul> |
| <b>Control del punto ciego</b> | <p>Maxbotix XL-MaxSonar-EZ0 x 2:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 42,55€</li><li>■ Distancia máxima 765cm</li><li>■ Resolución de 1cm</li></ul>  |
| <b>Cambio de carril</b>        | <p>Basler SCA640-70FC:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 770€</li><li>■ Color: Si</li><li>■ FPS: 70</li><li>■ Resolución: 659 x 490</li><li>■ Puerto: IEEE 1394b</li></ul> <p>FPGA SoC XC7Z015-1CLG485C de Xilinx Inc:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Precio: 130,06€</li><li>■ 74.000 celdas lógicas</li></ul>                                  |

---

*Continúa en la siguiente pagina*

| Alerta pre-colisión | Leddar Vu 8 Channel Module.  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Precio: 544,85€</li> <li>■ Campo de visión horizontal: 100°</li> <li>■ Campo de visión vertical: 0,3°</li> <li>■ Peso: 75 gramos</li> <li>■ Alcance: 215 metros</li> <li>■ Tasa de actualización: 100 Hz</li> </ul> |

Cuadro 1.76: Especificación de la Alternativa III

## V

## VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez presentadas las distintas alternativas a cada uno de los subsistemas, se debe proceder a una valoración de las mismas tanto en el ámbito económico como en el contexto de los riesgos derivados de las mismas. Así, mediante esta valoración y la búsqueda de la disminución de los riesgos de cada una de las alternativas, resultará más sencilla la selección final de una de las alternativas como solución final.

Por tanto, se hará una valoración de los riesgos de las alternativas en cada uno de los subsistemas, así como un análisis de la viabilidad económica de las mismas. Para este segundo caso, se ha de tener en cuenta la inexistencia de restricciones económicas por parte del cliente.

### V.1

### GESTIÓN DE RIESGO

Valorando en primer lugar la única alternativa propuesta para el subsistema de llamada de emergencia, el mayor de los riesgos es que el dispositivo utilizado resulte dañado en una colisión o accidente. Para ello, la mejor solución es ubicarlo en un emplazamiento que sufra pocos daños (cubículo del conductor) y protegido físicamente.

En segundo lugar, en cuanto a la única alternativa propuesta para el subsistema de alerta en caso de pérdida de atención es que las mediciones tomadas son subjetivas, aunque la prevención de este problema es compleja y está completamente ligada al software y los algoritmos utilizados.

A continuación, se valorará cada una de las alternativas propuestas.

#### V.1.1

#### ALTERNATIVA I

Analizando la alternativa propuesta para cada uno de los subsistemas, podemos detectar un primer riesgo global, subyacente al hecho de que tres de los subsistemas se controlen mediante el mismo hardware y software. Este hecho puede provocar que, ante una caída parcial de la solución aplicada, tres de las funciones del sistema dejen de funcionar. Este es el problema común a todos los sistemas centralizados.

Los mismos riesgos se pueden observar en el sistema de comunicación central, también centralizado. Sin embargo, estos riesgos derivados de la centralización se pueden reducir proponiendo medidas que aumenten la fiabilidad del sistema y que monitoricen las posibles caídas del sistema, para prevenirlas y advertir al usuario antes de las mismas.

Finalmente, en cuanto al sistema central, además de los riesgos ya mencionados, cabe destacar lo prematuro del sistema operativo. Es decir, el usar la versión de un sistema operativo muy actualizada siempre tiene las ventajas derivadas de la labor de mejora del sistema operativo que se produce con cada versión nueva, pero supone el riesgo de nuevos errores no encontrados aún y de posibles incompatibilidades con software más antiguo.

### V.1.2

### ALTERNATIVA II

En cuanto a la alternativa dos se refiere, y de igual forma que se ha visto en la alternativa uno, el mayor de los riesgos que se observa es la centralización del sistema. En este caso, los subsistemas de alerta de velocidad, cambio de carril, alerta de precolisión y control del punto ciego dependen de un mismo hardware y software, de nuevo centralizados.

Además de este riesgo central, el uso de un protocolo de comunicación inalámbrico supone diversos riesgos a pesar de reducir costes en cableado y la dificultad de realizarlo. Estos riesgos son derivados de los sistemas inalámbricos de redes. Una comunicación basada en este protocolo es menos fiable, por la posibilidad de pérdida de información entre el emisor y el receptor. Además, la velocidad de transmisión es algo menor.

Para contrarrestar estos riesgos, cabe decir que diversas implementaciones del protocolo ZigBee lo hacen muy resistente frente a pérdidas, y por tanto, más seguro en las transmisiones. Además, aplicando de manera completa el protocolo mediante un buen software, la prevención de este tipo de problemas está asegurada.

Por otro lado, otro de los riesgos de esta alternativa se debe a sus limitaciones. El hecho de necesitar instalar el software por encima del chasis, aumentando la altura del vehículo, supone un riesgo físico. Este aumento de la posibilidad de rotura o avería, sumado al riesgo ya explicado de la suma de subsistemas regulados por el mismo hardware, hace que el riesgo aumente exponencialmente. Para reducirlo, se debe prestar especial atención a la protección física de la cámara ubicada en la parte superior, además de favorecer el conocimiento por parte del usuario de la mayor de altura de su vehículo.

### V.1.3

### ALTERNATIVA III

Pasando a la alternativa tres, se debe tener en cuenta la reducción del riesgo de centralización con respecto a las dos alternativas anteriores. En este caso, un mismo mecanismo sólo regula el funcionamiento de dos subsistemas, reduciendo el riesgo antes citado.

No obstante, en cuanto a la alerta de velocidad se refiere, y más en concreto al respecto de los mapas, existe el riesgo de que Nokia deje de actualizar los citados mapas, dejando de dar soporte a la aplicación y surgiendo pues la necesidad de sustituirlos. Para disminuir este riesgo, se debe hacer el sistema adaptable a otro tipo de mapas.

## V.2

## VIABILIDAD ECONÓMICA

Lo primero que debemos destacar en este apartado es la ausencia de restricciones económicas por parte del cliente, lo que conlleva la viabilidad económica teórica de todas las alternativas. Es por ello por lo que en este apartado nos focalizaremos en una comparativa económica de cada una de las alternativas propuestas.

En cuanto a la primera alternativa, el coste total asciende a 3404,3 euros (sin tener en cuenta el coste de la alternativa propuesta para la llamada de emergencia y la pérdida de atención, pues es una alternativa común). La segunda alternativa tiene un coste de 2656,19 euros, con las mismas salvedades que en el caso anterior. Finalmente, la tercera alternativa tiene un coste de 1866,46 euros.

Tras una primera aproximación, se realiza el análisis económico para cada uno de los subsistemas. Para ello, cuando una misma solución o alternativa sea utilizada para varios subsistemas, se hará la media de coste para cada uno de los subsistemas.

Así, en la primera alternativa, podemos observar un coste de 39,90 euros para el sistema de comunicación; un coste de 1682,20 euros para el sistema de punto ciego; y un coste de 1682,20 para los sistemas de cambio de carril, alerta de velocidad y prevención de la pre-colisión (una media de 560,33 para cada uno de los subsistemas).

En la segunda alternativa, el sistema general tiene un coste de 1881,19 euros, y los subsistemas de control de velocidad, alerta de pre-colisión, control del punto ciego y cambio de carril tienen un coste de 775 euros (193,75 de media).

Por su parte, el sistema general de comunicación de la tercera alternativa tiene un coste de 379,3 euros; el subsistema de control de punto ciego, 42,25 euros; el subsistema conjunto de cambio de carril y alerta de velocidad, de 900,06 euros (405,03 de media cada uno); y el subsistema de alerta de pre-colisión, de 544,85 euros.

Como se puede ver, los costes totales de las tres alternativas son similares, aunque su distribución de costes entre los distintos subsistemas son distintos. En el caso de la primera alternativa, el coste del sistema central es muy barato, debido a que el procesamiento de imágenes se hace en las FPGA de cada uno de los subsistemas. Es ahí donde se encarece la solución. Por otra parte, en la segunda alternativa, el integrar en un único hardware y software la solución propuesta, este se encarece mucho, pero el coste medio de cada subsistema es económicamente más barato. Por último, podemos ver que en la tercera alternativa el coste está muy equilibrado entre los distintos subsistemas.

## VI SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Tras haber evaluado los riesgos de cada una de las alternativas planteadas, y tras haber comprobado la viabilidad económica de las mismas, se ha procedido a realizar una comparativa entre las mismas con el fin de escoger la alternativa más adecuada para el sistema. Para ello, se ha desarrollado una matriz de evaluación en la que se pondera cada uno de los items razonadamente añadidos de forma que la suma total de todos ellos sea de 1. De este modo, a cada una de las alternativas se le dará una puntuación comprendida entre 0 y 10 en cada uno de los items razonando esta puntuación para cada caso en particular. La alternativa mejor puntuada en cada uno de los subsistemas será la seleccionada como mejor solución.

Cabe destacar que cada uno de los subsistemas tendrá una matriz de evaluación distinta, pues los items seleccionados y sus ponderaciones varían en función de las características de cada uno de los subsistemas.

### VI.1 SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN A CADA SUBSISTEMA

#### VI.1.1 SISTEMA DE COMUNICACIÓN GENERAL

| Ponderación            | 0,2             | 0,2                     | 0,4        | 0,2                    | 1          |
|------------------------|-----------------|-------------------------|------------|------------------------|------------|
|                        | Coste económico | Complejidad tecnológica | Fiabilidad | Retardo de transmisión | TOTAL      |
| <b>Alternativa I</b>   | 8               | 8                       | 6          | 8                      | <b>7,2</b> |
| <b>Alternativa II</b>  | 3               | 4                       | 7          | 8                      | <b>5,8</b> |
| <b>Alternativa III</b> | 6               | 7                       | 8          | 8                      | <b>7,4</b> |

Cuadro 1.77: Valoración del sistema general

#### VI.1.2

## AVISO DE CAMBIO DE CARRIL

En el cambio de carril debemos tener en cuenta el coste económico del software, la complejidad tecnológica de la solución, la fiabilidad del sistema y la precisión de los cálculos de la trayectoria.

En cuanto al coste económico, cada una de las soluciones supone un coste diferente siendo este un factor de relevancia para el cliente, aunque no el más importante. Así, a mayor coste de una alternativa, menor puntuación en el citado apartado.

Por su lado, en cuanto a la complejidad tecnológica, no nos referimos al coste que puede suponer la utilización de tecnologías más complejas de implementar, sino a los riesgos que conlleva trabajar con tecnología compleja o poco utilizada. Por ello, cuanto más compleja sea la tecnología usada, una menor puntuación se dará a la alternativa.

Por otra parte, en cuanto a la fiabilidad se refiere, resulta lógico pensar que es un elemento importante en el cambio de carril, pues es indispensable que el sistema refleje de manera fiel si el vehículo está siguiendo o no la trayectoria y que lo notifique con la máxima fiabilidad.

Así mismo, se debe valorar cuál de las alternativas ofrece una precisión mayor en los cálculos realizados de la trayectoria.

| Ponderación            | 0,2             | 0,2                     | 0,3                              | 0,3                         | 1          |
|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|
|                        | Coste económico | Complejidad tecnológica | Fiabilidad de las notificaciones | Precisión de la trayectoria | TOTAL      |
| <b>Alternativa I</b>   | 5               | 7                       | 8                                | 8                           | <b>7,2</b> |
| <b>Alternativa II</b>  | 8               | 5                       | 7                                | 8                           | <b>7,1</b> |
| <b>Alternativa III</b> | 6               | 8                       | 9                                | 9                           | <b>8,2</b> |

Cuadro 1.78: Valoración del cambio de carril

### VI.1.3

## CONTROL DE PUNTO CIEGO

En este subsistema resulta de vital importancia tanto la fiabilidad en la notificación al usuario de la existencia de un punto ciego como la precisión con la que se detecta el vehículo en el punto ciego. Así mismo, como en casos anteriores, resulta importante para el cliente el coste económico. Por otro lado, y como ya se ha visto en subsistemas anteriores, se debe tener en cuenta la complejidad de la tecnología utilizada.

| Ponderación            | 0,2             | 0,2                     | 0,3                              | 0,3                       | 1          |
|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------|
|                        | Coste económico | Complejidad tecnológica | Fiabilidad de las notificaciones | Precisión de los cálculos | TOTAL      |
| <b>Alternativa I</b>   | 4               | 8                       | 7                                | 7                         | <b>6,6</b> |
| <b>Alternativa II</b>  | 7               | 8                       | 7                                | 6                         | <b>6,9</b> |
| <b>Alternativa III</b> | 9               | 6                       | 7                                | 9                         | <b>7,8</b> |

Cuadro 1.79: Valoración del control del punto ciego



#### VI.1.4

#### ALERTA DE VELOCIDAD

En este subsistema la fiabilidad cobra mayor importancia, pues resulta imprescindible conocer la velocidad máxima real de circulación. El tiempo de cálculo de la misma, sin embargo, no parece ser un problema en este subsistema, teniendo en cuenta que los tiempos de cálculo de las distintas alternativas es relativamente bajo respecto a las necesidades requeridas.

Sin embargo, cobra importancia la disponibilidad de la información, pues dependiendo de la alternativa seleccionada esta puede ser mayor o menor.

Así pues, los aspectos valorados en la alerta de velocidad serán el coste económico, la complejidad tecnológica, la fiabilidad y la disponibilidad de la información.

| Ponderación            | 0,2             | 0,2                     | 0,4        | 0,2            | 1          |
|------------------------|-----------------|-------------------------|------------|----------------|------------|
|                        | Coste económico | Complejidad tecnológica | Fiabilidad | Disponibilidad | TOTAL      |
| <b>Alternativa I</b>   | 6               | 8                       | 8          | 7              | <b>7,4</b> |
| <b>Alternativa II</b>  | 9               | 7                       | 7          | 7              | <b>7,4</b> |
| <b>Alternativa III</b> | 7               | 8                       | 9          | 9              | <b>8,4</b> |

Cuadro 1.80: Valoración de la alerta de velocidad

#### VI.1.5

#### ALERTAS DE PRECOLISIÓN

En el subsistema de alertas de precolisión parece lógico reducir el peso del coste económico y de la complejidad de la tecnología usada ya que se trata de un subsistema de vital importancia a nivel de seguridad.

Es por ese mismo motivo por el que se le da una alta ponderación a la fiabilidad del sistema (pues sería fatal que el sistema no predijera una precolisión) y al tiempo de reacción del sistema (pues, por muy fiable que sea, si no se reacciona a tiempo no se podrá evitar la colisión).

Así mismo, cobra también importancia la distancia a la que cada una de las alternativas son capaces de detectar los obstáculos que pueden provocar la colisión.

| Ponderación            | 0,05            | 0,05                    | 0,3        | 0,3                | 0,03       | 1           |
|------------------------|-----------------|-------------------------|------------|--------------------|------------|-------------|
|                        | Coste económico | Complejidad tecnológica | Fiabilidad | Tiempo de reacción | de Alcance | TOTAL       |
| <b>Alternativa I</b>   | 7               | 7                       | 8          | 7                  | 8          | <b>7,6</b>  |
| <b>Alternativa II</b>  | 9               | 7                       | 7          | 7                  | 8          | <b>7,4</b>  |
| <b>Alternativa III</b> | 7               | 8                       | 9          | 9                  | 10         | <b>9,15</b> |

Cuadro 1.81: Valoración del sistema de pre-colisión

### VI.2

## SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN GLOBAL

|                 | Sistema General | Cambio de Carril | Punto ciego | Velocidad | Pre-colisión | TOTAL       |
|-----------------|-----------------|------------------|-------------|-----------|--------------|-------------|
| Alternativa I   | 7,2             | 7,2              | 6,6         | 7,4       | 7,6          | <b>7,20</b> |
| Alternativa II  | 5,8             | 7,1              | 6,9         | 7,4       | 7,4          | <b>6,92</b> |
| Alternativa III | 7,4             | 8,2              | 7,8         | 8,4       | 9,15         | <b>8,19</b> |

Cuadro 1.82: Selección de la solución

Como se puede ver, la valoración global de los riesgos de las alternativas, la viabilidad económica de las mismas y las tablas de selección nos indican que la mejor opción es la alternativa tres, pues supone un coste menor, los riesgos de la centralización son menores al estar más distribuida, y el uso de láser y radares la hacen más fiable.

Por todo ello, y con la única salvedad de la gestión de los mapas, se decide proponer la alternativa tres como solución a este problema.

## VII

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

|  |   |
|--|---|
| <b>Cifrado RSA-256:</b>                      | En criptografía, es un sistema criptográfico de clave pública desarrollado en 1977. Es el primer y más utilizado algoritmo de este tipo y es válido tanto para cifrar como para firmar digitalmente.  |
| <b>Protocolo e-call:</b>                     | Es un sistema de llamada de emergencia embarcado en el vehículo capaz de conectarse con el punto de atención de llamadas de emergencia más apropiado, en caso de detección de un accidente o en caso de activación manual por los ocupantes del vehículo, a través de la red de comunicación inalámbrica móvil. Este sistema ha sido desarrollado a iniciativa de la Comisión Europea y su objetivo es proporcionar ayuda rápida a los automovilistas implicados en un accidente de tráfico en cualquier parte de la Unión Europea. |
| <b>Pre-crash:</b>                            | Anglicismo usado a lo largo del documento en sustitución de pre-colisión.   |
| <b>Eye Tracking:</b>                         | “Seguimiento de ojos” en español, es el proceso de evaluar, bien el punto donde se fija la mirada (donde estamos mirando), o el movimiento del ojo en relación con la cabeza. Este proceso es utilizado en la investigación en los sistemas visuales, en psicología, en lingüística cognitiva y en diseño de productos.   |
| <b>System-on-chip (SOC):</b>                 | Describe la tendencia cada vez más frecuente de usar tecnologías de fabricación que integran todos o gran parte de los módulos que componen un computador o cualquier otro sistema informático o electrónico en un único circuito integrado o chip.   |
| <b>Field Programmable Gate Array (FPGA):</b> | Es un dispositivo programable que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada ‘in situ’ mediante un lenguaje de descripción especializado. La lógica programable puede reproducir desde funciones tan sencillas   |

como las llevadas a cabo por una puerta lógica o un sistema combinacional hasta complejos sistemas en un chip.

**Ethernet:**

Es un estándar de redes de área local para computadores. Su nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos.

**Graphics Processor Unit (GPU):**

Es un coprocesador dedicado al procesamiento de gráficos u operaciones de coma flotante, para aligerar la carga de trabajo del procesador central en aplicaciones como los videojuegos o aplicaciones 3D interactivas. De esta forma, mientras gran parte de lo relacionado con los gráficos se procesa en la GPU, la unidad central de procesamiento (CPU) puede dedicarse a otro tipo de cálculos (como la inteligencia artificial o los cálculos mecánicos en el caso de los videojuegos).

**Bus CAN:**

Es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs (unidades centrales de proceso).

## Índice de figuras

## Índice de cuadros

|  |    |
|--|----|
| 0.1. Registro de cambios. . . . .        | 2  |
| 1.1. Requisito de interfaz 01 . . . . .  | 9  |
| 1.2. Requisito de interfaz 02 . . . . .  | 9  |
| 1.3. Requisito de interfaz 03 . . . . .  | 10 |
| 1.4. Requisito de interfaz 04 . . . . .  | 10 |
| 1.5. Requisito de interfaz 05 . . . . .  | 10 |
| 1.6. Requisito de interfaz 06 . . . . .  | 10 |
| 1.7. Requisito de interfaz 07 . . . . .  | 11 |
| 1.8. Requisito de interfaz 11 . . . . .  | 11 |
| 1.9. Requisito de interfaz 08 . . . . .  | 11 |
| 1.10. Requisito de interfaz 09 . . . . . | 12 |
| 1.11. Requisito de interfaz 10 . . . . . | 12 |
| 1.12. Plantilla requisitos . . . . .     | 12 |
| 1.13. Requisito funcional 01 . . . . .   | 14 |
| 1.14. Requisito funcional 02 . . . . .   | 14 |
| 1.15. Requisito funcional 03 . . . . .   | 14 |
| 1.16. Requisito funcional 04 . . . . .   | 15 |
| 1.17. Requisito funcional 05 . . . . .   | 15 |
| 1.18. Requisito funcional 06 . . . . .   | 15 |
| 1.19. Requisito funcional 07 . . . . .   | 16 |
| 1.20. Requisito funcional 08 . . . . .   | 16 |
| 1.21. Requisito funcional 09 . . . . .   | 16 |
| 1.22. Requisito funcional 10 . . . . .   | 17 |
| 1.23. Requisito funcional 11 . . . . .   | 17 |
| 1.24. Requisito funcional 12 . . . . .   | 17 |
| 1.25. Requisito funcional 13 . . . . .   | 18 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1.26. Requisito funcional 14    | 18 |
| 1.27. Requisito funcional 15    | 18 |
| 1.28. Requisito funcional 16    | 19 |
| 1.29. Requisito funcional 17    | 19 |
| 1.30. Requisito funcional 18    | 19 |
| 1.31. Requisito funcional 19    | 20 |
| 1.32. Requisito funcional 20    | 20 |
| 1.33. Requisito funcional 21    | 20 |
| 1.34. Requisito funcional 22    | 21 |
| 1.35. Requisito funcional 23    | 21 |
| 1.36. Requisito funcional 24    | 21 |
| 1.37. Requisito funcional 25    | 22 |
| 1.38. Requisito funcional 26    | 22 |
| 1.39. Requisito funcional 27    | 22 |
| 1.40. Requisito funcional 28    | 23 |
| 1.41. Requisito funcional 29    | 23 |
| 1.42. Requisito funcional 30    | 23 |
| 1.43. Requisito funcional 31    | 24 |
| 1.44. Requisito funcional 32    | 24 |
| 1.45. Requisito funcional 33    | 24 |
| 1.46. Requisito funcional 34    | 25 |
| 1.47. Requisito funcional 35    | 25 |
| 1.48. Requisito funcional 36    | 25 |
| 1.49. Requisito funcional 37    | 26 |
| 1.50. Requisito funcional 38    | 26 |
| 1.51. Requisito funcional 39    | 26 |
| 1.52. Requisito funcional 40    | 27 |
| 1.53. Requisito funcional 41    | 27 |
| 1.54. Requisito funcional 42    | 27 |
| 1.55. Requisito funcional 43    | 28 |
| 1.56. Requisito no funcional 01 | 28 |
| 1.57. Requisito no funcional 02 | 28 |
| 1.58. Requisito no funcional 03 | 29 |
| 1.59. Requisito no funcional 04 | 29 |
| 1.60. Requisito no funcional 05 | 29 |
| 1.61. Requisito no funcional 06 | 30 |
| 1.62. Requisito no funcional 07 | 30 |
| 1.63. Requisito no funcional 08 | 30 |
| 1.64. Requisito no funcional 09 | 31 |
| 1.65. Requisito no funcional 10 | 31 |
| 1.66. Requisito no funcional 11 | 31 |
| 1.67. Requisito no funcional 12 | 32 |
| 1.68. Requisito no funcional 13 | 32 |
| 1.69. Requisito no funcional 14 | 32 |
| 1.70. Requisito no funcional 15 | 33 |

|  |    |
|--|----|
| 1.71. Requisito no funcional 16 . . . . .              | 33 |
| 1.72. Requisito no funcional 17 . . . . .              | 33 |
| 1.73. Requisito no funcional 18 . . . . .              | 34 |
| 1.74. Especificación de la Alternativa I . . . . .     | 38 |
| 1.75. Especificación de la Alternativa I . . . . .     | 40 |
| 1.76. Especificación de la Alternativa III . . . . .   | 43 |
| 1.77. Valoración del sistema general . . . . .         | 45 |
| 1.78. Valoración del cambio de carril . . . . .        | 46 |
| 1.79. Valoración del control del punto ciego . . . . . | 46 |
| 1.80. Valoración de la alerta de velocidad . . . . .   | 47 |
| 1.81. Valoración del sistema de pre-colisión . . . . . | 47 |
| 1.82. Selección de la solución . . . . .               | 48 |

---

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. K. Electronics, “Digi key electronics - products,” 1995-2017. [Web; accedido el 25-feb-2017].
- [2] CocheOBD, “Cocheobd2.es,” 2017. [Web; accedido el 25-feb-2017].
- [3] N. Instruments, “Machine vision cameras for iee 1394,” 2009. [Web; accedido el 25-feb-2017].
- [4] N. Instruments, “National instruments - cámaras iee 1394,” 2009. [Web; accedido el 25-feb-2017].
- [5] U. C. I. de Madrid, Revisión de Métrica Versión 3. Versión subida en [www.aulaglobal.uc3m.es](http://www.aulaglobal.uc3m.es).
- [6] I. C. S. S. E. S. Committee and I.-S. S. Board, “Ieee recommended practice for software requirements specifications,” Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998.
- [7] X. F. Grau and M. I. S. Segura, “Desarrollo orientado a objetos con uml,” Facultad de Informática - UPM; Escuela Politécnica Superior - UC3M, vol. 1, 2008.