



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR

INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE MASTER

MASTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN

EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

**Aplicaciones y Funcionalidades del sistema *eCall*.
Estudio de un caso real**

Autor:

Dña. Patricia Alcalde Caldevilla

Tutor:

Dr. Diego R. Llanos Ferraris y Dr. Arturo González Escribano

Valladolid, 12 de Septiembre de 2013

TÍTULO:	Aplicaciones y Funcionalidades del sistema <i>eCall</i>. Estudio de un caso real
AUTOR:	Dña. Patricia Alcalde Caldevilla
TUTOR:	Dr. Diego R. Llanos Ferraris y Dr. Arturo González Escribano
DEPARTAMENTO:	Arquitectura y Tecnología de Computadores. Departamento de Informática

Tribunal

PRESIDENTE:	Dr. D. Miguel Angel Laguna Serrano
VOCAL:	Dr. D. David Escudero Mancebo
SECRETARIO:	Dra. Dña. Alejandra Martínez Monés

FECHA: **12 de Septiembre de 2013**

CALIFICACIÓN:

Resumen del TFM

El presente Trabajo Fin de Máster profundiza en los sistemas de emergencia *eCall*, analizando sus elementos y características más relevantes y viendo cuál ha sido su evolución a lo largo del tiempo. Además, diseña y desarrolla una aplicación que implementa las comunicaciones *inband* necesarias para la generación de la llamada de emergencia, de tal forma que se contribuye a la iniciativa de la Comisión Europea, que prevee que el sistema paneuropeo *eCall* pueda ofrecerse de serie en todos los vehículos nuevos que se fabriquen a partir de 2015.

Palabras clave

Comunicaciones *in-band*, *eCall*, *In-Vehicle System (IVS)*, *Minimum Set Of Data (MSD)*, Proyecto HeERO

Abstract

This M.Sc. Thesis gives an insight on *eCall* emergency systems, analyzing its components and most relevant features, and studying how has been its evolution over time. Furthermore, it proposes an application design and development, that implements the *in-band* communication, necessary to generate the emergency call; thus, the work contributes to the European Commission initiative, that expects that *eCall* will be offered on all new vehicles in the EU by 2015.

Keywords

eCall, HeERO Project, in-band communications, In-Vehicle System (IVS), Minimum Set Of Data (MSD)

Acronimos

3GPP	Third generation partnership Project
ABS	Anti lock brake system
ACK	Acknowledgement
ADAS	Advanced Driver Assistant Systems
AieC	Automatic Initiated eCall
API	Application Programming Interface
BBDD	Base de Datos
CAN	Controller Area Network
CEN	Comité Europeo de Normalización
CC	Call Control
CLI	Caller Line Identification
DGT	Dirección General de Tráfico
EC	European Commission
ESP	Electronic Stability Programme
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GM	General Motors
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communications
HLAP	High Level Application Requirements
HMI	Human Machine Interface
HW	Hardware
ISO	International Organisation for Standardisation
ITS	Intelligent Transportation System
IVS	In-Vehicle System
KPI	Key performance indicator
MieC	Manually Initiated eCall
MMI	Man Machine Interface
MNO	Mobile Network Operators

MoU Memorandum of Understanding

MS Mobile Station

MSD Minimum Set of Data

NAD Network Access Device

PLMN Public Land Mobile Network

PSAP Public Service Answering Point

SIM Subscriber Identity Module

SMS Short Message Text

SW Software

TFM Trabajo Fin de Máster

TIC Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones

TPS Third Party Service

UE Unión Europea

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

USIM Universal Subscriber Identity Module

VIN Vehicle Identification Number

Agradecimientos

Me gustaría aprovechar estas líneas para agradecer el apoyo recibido a todas aquellas personas que han estado a mi lado durante la realización de este Máster.

A mi familia, por creer en mi y mostrarme su apoyo incondicional, especialmente durante la etapa final del desarrollo de este trabajo. Gracias por vuestros ánimos, sin duda me han dado fuerzas para continuar.

A GMV, por ofrecerme la posibilidad de poder compaginar el Máster con el trabajo, y realizar el presente TFM con ellos.

Y, por supuesto, a mis tutores Diego R. Llanos y Arturo González por mostrarme todo su apoyo y confianza durante toda mi etapa en el Máster.

Índice general

1. Introducción. Motivación. Objetivos	1
1.1. Introducción	1
1.2. Motivación	3
1.3. Objetivo General y Estructura del Documento	4
2. Estado Del Arte	7
2.1. Introducción a los Sistemas <i>eCall</i>	7
2.2. Elementos del Sistema	8
2.2.1. <i>In-Vehicle System</i> (IVS)	9
2.2.2. <i>Minimum Set of Data</i> (MSD)	9
2.2.3. <i>Public Service Answering Point</i> (PSAP)	11
2.2.4. <i>Mobile Network Operator</i> (MNO)	11
2.2.5. Proveedor de Servicios (SP)	11
2.3. Comunicación IVS-PSAP	12
2.3.1. <i>SMS – Short Message Service</i>	14
2.3.2. UUS – User to User Signalling	14
2.3.3. USSD - Unstructured Supplementary Service Data	15
2.3.4. GSM CS Data	16
2.3.5. DTMF – Dual Tone Multi-Frequency	16
2.3.6. Comunicaciones <i>in-band</i>	16
2.4. Modelo Funcional	19
2.5. Evolución del sistema <i>eCall</i>	28
2.5.1. Seguridad Vial y nuevas tecnologías. El vehículo inteligente . . .	29
2.5.2. El sistema <i>eCall</i> como parte del vehículo inteligente	32
2.5.3. Apoyos para el despliegue	32
2.5.4. Memorándum de Acuerdo y Hoja de Ruta para su plena implan- tación en 2009	33
2.5.5. Obstáculos encontrados. Necesidad de reconducir la iniciativa <i>eCall</i>	34
2.5.6. El momento de implantar el <i>eCall</i>	36
2.5.7. Proyectos europeos	38
2.5.8. Sistemas de llamada de emergencia propietarios en la UE	45
2.5.9. Experiencias en Estados Unidos y Japón	48
2.6. Requisitos de todo Sistema <i>eCall</i>	51
2.7. Impacto asociado a la introducción de <i>eCall</i>	53
2.8. Normativa relacionada	58
2.8.1. CEN	58

2.8.2.	ISO	59
2.8.3.	ETSI/3GPP	59
2.9.	Otros trabajos relacionados en la literatura	60
3.	Descripción del problema y objetivos a cumplir	65
3.1.	Descripción del Problema	65
3.2.	Objetivos a Cumplir	66
4.	Resolución del problema	67
4.1.	Introducción	67
4.2.	Análisis de requisitos	67
4.3.	Diseño	74
4.3.1.	Estudio de viabilidad del dispositivo U10	74
4.3.2.	Diagramas de Flujo	78
4.4.	Implementación	89
4.4.1.	Generación de llamadas de emergencia. Configuración	89
4.4.2.	Generación de llamadas de emergencia. <i>Inband Módem Plug-In</i>	90
4.4.3.	Incorporación de indicadores	91
5.	Análisis de resultados	93
5.1.	Tests de Configuración	93
5.1.1.	Test.01: <i>Configuración de parámetros eCall a través de SMS</i>	93
5.1.2.	Test.02: <i>Configuración de parámetros eCall a través de comando AT</i>	93
5.1.3.	Test.03: <i>Configuración del VIN a través de SMS</i>	94
5.1.4.	Test.04: <i>Configuración del VIN a través de comando AT</i>	94
5.2.	Tests de llamadas eCall	94
5.2.1.	Test.05: <i>Estado del Motor OFF</i>	94
5.2.2.	Test.06: <i>Estado del Motor ON</i>	95
5.2.3.	Test.07: <i>Cancelación de la llamada de emergencia Automática</i>	95
5.2.4.	Test.08: <i>Cancelación de la llamada de emergencia Manual</i>	95
5.2.5.	Test.09: <i>Simulación de eCall automática</i>	95
5.2.6.	Test.10: <i>Generación de eCall manual</i>	97
5.2.7.	Test.11: <i>Generación de eCall automática sin posición GPS válida</i>	98
5.2.8.	Test.12: <i>Comportamiento ante modo PULL</i>	99
5.3.	<i>Data Logger</i>	100
5.3.1.	Test.13: <i>Generación del log asociado al evento eCall Init</i>	100
5.3.2.	Test.14: <i>Generación del log asociado al evento eCall End</i>	100
5.3.3.	Test.15: <i>Generación del log asociado al evento Fix GPS</i>	100
5.3.4.	Test.16: <i>Generación del log asociado al evento Lost GPS</i>	101
5.3.5.	Test.17: <i>Generación del log asociado al evento eCall Error</i>	101
5.3.6.	Test.18: <i>Generación del log asociado al evento MSD Start</i>	101
5.3.7.	Test.19: <i>Generación del log asociado al evento MSD Sent OK</i>	102
5.3.8.	Test.20: <i>Generación del log asociado al evento MSD Sent KO</i>	102
5.3.9.	Test.21: <i>Generación del log asociado al evento MSD Retry</i>	102
5.3.10.	Test.22: <i>Generación del log asociado al evento Call-back PSAP</i>	102

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	IX
5.3.11. Test_23: <i>Máximo número de eventos. Envío de datos al servidor</i> .	103
5.4. Requisitos no validados	103
6. Conclusiones y Trabajo Futuro	105
6.1. Conclusiones	105
6.2. Trabajo Futuro	107
A. Dispositivo móvil U10-A	109
B. Resultados de los Tests de Validación	111

Índice de figuras

1.1. Evolución del número de accidentes, muertes y heridos en la UE desde 1991 hasta 2011	2
1.2. Probabilidad de fallecer en un accidente de tráfico en relación con el tiempo y la calidad de la asistencia médica recibida	2
1.3. Tiempo medio empleado en un accidente fuera de una ciudad, con y sin <i>eCall</i> . .	3
2.1. Visión general del sistema <i>eCall</i>	8
2.2. Arquitectura del sistema <i>eCall</i> que emplea un Proveedor de Servicios	12
2.3. Arquitectura del sistema <i>eCall</i>	17
2.4. <i>eCall</i> IVS data modem overview	18
2.5. <i>eCall</i> PSAP data modem overview	19
2.6. <i>Automatic eCall, the driver is able to speak</i>	21
2.7. <i>Automatic eCall, silent call</i>	23
2.8. <i>Manual eCall, driver is able to speak</i>	24
2.9. <i>Manual eCall, silent call</i>	25
2.10. <i>False eCall</i>	27
2.11. <i>Test eCall</i>	27
2.12. <i>Antilock Braking System (ABS)</i>	29
2.13. <i>Adaptive Cruise Control (ACC)</i>	30
2.14. <i>Automatic distance control (ADC)</i>	30
2.15. <i>Electronic Stability Program (ESP)</i>	31
2.16. <i>Airbag Electronic Control Unit (AECU)</i>	31
2.17. Hoja de Ruta para la implementación de <i>eCall</i> . Segunda comunicación sobre <i>eSafety</i>	35
2.18. Plan de implantación de <i>eCall</i> actualizado por la CE en 2006 [1]	36
2.19. Vista general del sistema E-MERGE	40
2.20. Vista general del sistema GST RESCUE	42
2.21. Arquitectura <i>eCall</i> del proyecto HeERO	43
2.22. Países piloto y países asociados del proyecto HeERO	43
2.23. Línea del tiempo del proyecto HeERO. Fuente [2]	44
2.24. Arquitectura propuesta para el piloto español de HeERO	45
2.25. Aspecto del botón SOS del sistema Tele Aid de Mercedes Benz	46
2.26. Funcionamiento del sistema <i>Assist Advanced eCall</i> de BMW	46
2.27. Aspecto del botón SOS para vehículos Citroen	47
2.28. Aspecto del botón SOS para vehículos Peugeot	48
2.29. Aspecto de la interfaz de emergencia en vehículos Ford	48

2.30. Evolución del número de abonados al sistema <i>OnStar</i> en EEUU	49
2.31. Aspecto del sistema <i>OnStar</i> desarrollado por GM	50
2.32. Servicios proporcionados por el sistema <i>OnStar</i>	50
2.33. Funcionamiento del sistema HELPNET	51
2.34. Pronóstico de <i>eIMPACT</i> en el número de fatalidades	55
2.35. Arquitectura genérica del sistema <i>eCall</i>	61
2.36. Algoritmo de detección de accidentes	62
2.37. Arquitectura <i>eCall+</i>	63
2.38. Aspecto del sistema desarrollado en [3]	64
4.1. <i>eCall Data Logger</i> genérico	72
4.2. <i>eCall Data Logger</i> asociado al evento <i>eCall Init</i>	74
4.3. <i>eCall Data Logger</i> asociado al evento <i>MSD Start</i>	75
4.4. <i>eCall Data Logger</i> asociado al resto de eventos	75
4.5. Arquitectura <i>hardware</i> del U10-A	76
4.6. Botonera del equipo U10-A para la llamada de emergencia manual	76
4.7. Emplazamiento del micrófono del equipo U10-A para la llamada de emergencia <i>eCall</i>	77
4.8. Altavoz del equipo U10-A para la llamada de emergencia <i>eCall</i>	77
4.9. Aspecto general del <i>hardware</i> del equipo U10-A para la llamada de emergencia <i>eCall</i>	78
4.10. Diagrama de capas resultante para el equipo U10-A	79
4.12. Diagrama de Flujo asociado a la configuración del equipo vía SMS	79
4.11. Arquitectura <i>software</i> del U10-A	80
4.13. Diagrama de Flujo asociado a la configuración del equipo a través de comando AT	80
4.14. Diagrama de Flujo asociado a la detección de la llamada automática	81
4.15. Diagrama de Flujo asociado a la detección de la llamada manual	82
4.16. Diagrama de Flujo asociado a la cancelación de la llamada	83
4.17. Caso de uso en el que el usuario inicia la comunicación <i>eCall: Push Mode</i>	84
4.18. Diagrama de Flujo asociado a la comunicación <i>inband</i> . Modo <i>Push</i>	85
4.19. Caso de uso en el que el PSAP inicia la comunicación <i>eCall: Pull Mode</i>	86
4.20. Diagrama de Flujo asociado a la comunicación <i>inband</i> . Modo <i>Pull</i>	87
4.21. Diagrama de Flujo asociado al <i>Data Logger</i>	88
A.1. Exterior del dispositivo móvil U10-A desarrollado por la empresa GMV Sistemas	109
A.2. Dispositivo móvil U10-A junto con sus interfaces <i>hardware</i>	110
A.3. Hardware <i>eCall</i> del dispositivo móvil U10-A desarrollado por la empresa GMV Sistemas	110

Índice de cuadros

2.1. Resumen y comparativa de las diferentes tecnologías propuestas para implementar la llamada de emergencia <i>eCall</i>	13
2.2. Impacto analizado por diferentes estudios de la literatura	54

Capítulo 1

Introducción. Motivación. Objetivos

1.1. Introducción

Durante décadas, la demanda de servicios de transporte ha experimentado un aumento constante, originando un volumen creciente de tráfico que empeora los problemas causados por el transporte en carretera, a saber, problemas de congestión, efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud y, lo más importante, accidentes que causan muertes, lesiones y daños materiales [4].

El número de accidentes en carretera dentro de la Unión Europea (UE) no es, ni mucho menos, una cifra que la Comisión Europea (CE) no haya tenido en cuenta desde hace décadas. Es en el año 2003, y a consecuencia de las cifras publicadas en el estudio [4] (más de 40.000 víctimas mortales y 1.700.000 heridos anuales, suponiendo un coste anual correspondiente al 2 % del PIB europeo), cuando la UE se marca el reto de reducir el número de muertes a la mitad antes de 2010 [5]. Para ello, la Comisión insta a los Estados Miembro a comprometerse a establecer acciones que consigan reducir significativamente el número de siniestros producidos; anteriormente la CE había contribuido a la seguridad vial a través de varias directivas de normalización técnica, pero es a partir de este momento cuando se marca el reto de trabajar conjuntamente a escala comunitaria.

Si se tiene en cuenta todo lo que rodea a un accidente de tráfico, resulta evidente entender que las acciones a llevar a cabo no involucran únicamente a un determinado agente, como pudiera ser la mejora en las infraestructuras, si no que se ven involucrados muchos otros, como la conducta de los usuarios o los sistemas de seguridad activos y pasivos con los que cuentan los vehículos. Todos ellos están presentes en los ámbitos de acción en los que la UE lleva trabajando desde la citada fecha, consiguiendo importantes reducciones en el número de muertos (véase figura 1.1). Sin embargo, las cifras continuaban siendo elevadas, haciéndose necesario abrir otras líneas de investigación.

Los sistemas pasivos, como son los cinturones o el *airbag*, ayudarían gracias a su activación en caso de que el choque sea inevitable; los activos, tratando de corregir posibles errores que pueda cometer el conductor (ABS, ESP, etc.). Pero, tal y como se ha señalado anteriormente, aún se puede ir más allá, e incorporar nuevas líneas de investigación en el momento en que el accidente ya se ha producido; éstas estarían directamente relacionadas con el desarrollo y aplicación de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) dentro de los vehículos, y consistirían en la implementación de

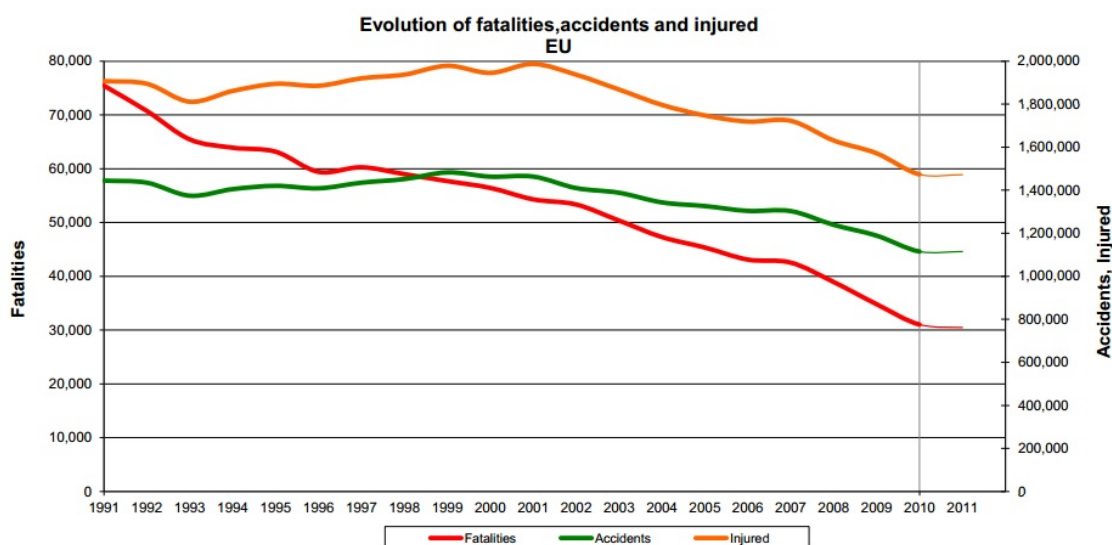


Figura 1.1: Evolución del número de accidentes, muertes y heridos en la UE desde 1991 hasta 2011

un servicio telemático de llamada de emergencia, *eCall*, que alertaría a los servicios de emergencia inmediatamente, permitiendo reducir el tiempo de respuesta de la asistencia en caso de accidente y, por consiguiente, la gravedad de las lesiones que se pudieran llegar a producir en el mismo [6].

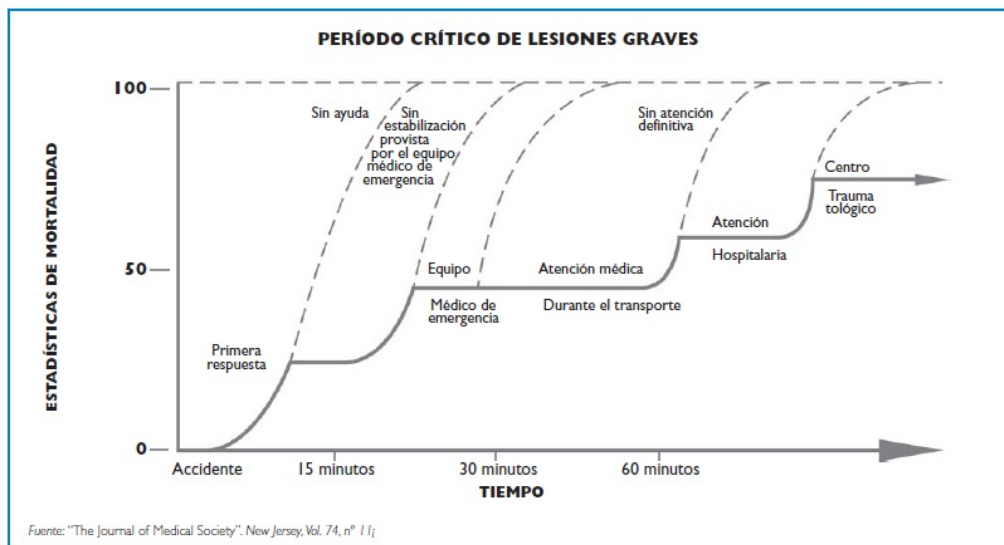


Figura 1.2: Probabilidad de fallecer en un accidente de tráfico en relación con el tiempo y la calidad de la asistencia médica recibida

La figura 1.2 muestra la probabilidad de fallecimiento como consecuencia de un accidente de tráfico, en relación con el tiempo y la asistencia médica recibida. Se observa cómo en los 60 primeros minutos, denominados *Golden Hour*, la actuación es fundamental para salvar vidas. Además, el estudio alemán *Storm* [7] va más allá, y publica la imagen 1.3, en la que aparece representado el tiempo medio que se emplearía en el caso de un ac-

cidente fuera de una ciudad, con y sin *eCall*; se estaría hablando de una reducción de casi el 50 % en áreas rurales y un 40 % en zonas urbanas [8]. Resulta evidente, por tanto, que el servicio *eCall* no evitará accidentes, pero sí mejorará la eficiencia y efectividad de los servicios de rescate, consiguiendo una disminución de la severidad de los mismos [8].

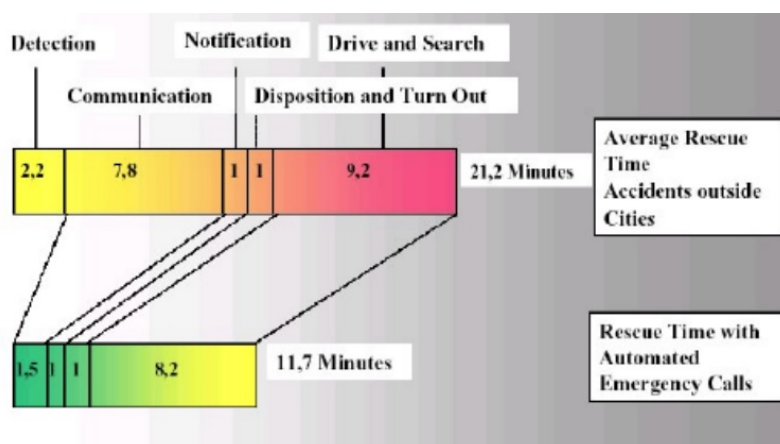


Figura 1.3: Tiempo medio empleado en un accidente fuera de una ciudad, con y sin *eCall*

Dados los beneficios que pueden obtenerse con la aplicación del sistema *eCall*, la implantación armonizada de este servicio paneuropeo, figura en la agenda de la Comisión desde el 2005, pasando en 2009 a ser una acción prioritaria para la mejora de la seguridad vial y el despliegue de sistemas inteligentes de transporte en Europa [4]. A día de hoy, y vistos los avances experimentados, se puede afirmar que el sistema de llamada de emergencia *eCall* está muy cerca de convertirse en una realidad para 2015.

1.2. Motivación

Poder contribuir a la iniciativa de la Comisión Europea de conseguir la plena implantación del *eCall* para 2015, es uno de los principales elementos motivadores del presente TFM. Tal y como se verá a lo largo del documento, diversos estudios muestran los importantes beneficios que la sociedad puede obtener gracias a la introducción de la llamada de emergencia en los vehículos, que vienen dados, principalmente, por la reducción del número de víctimas en accidentes de tráfico, pero también por el beneficio económico y medioambiental que se obtendría gracias a ello.

Su implantación, inicialmente propuesta para 2009, se ha visto retrasada debido, en gran medida, a la dificultad para poner de acuerdo a los numerosos actores que se ven involucrados. Finalmente, las dificultades han sido superadas gracias a las acciones impuestas por la Comisión Europea, quien ha conseguido relanzar la iniciativa para que esté disponible en 2015. Todos estos retrasos y, sobre todo, el momento actual en que nos encontramos (en medio de la fase 2 del proyecto HeERO), hace que la participación en el desarrollo de un IVS que implemente comunicaciones *inband*, sea un desarrollo con gran importancia dentro de la UE, puesto que, además, lleva una fase de validación asociada que se llevará a cabo contra los PSAPs de la DGT y los centros de emergencia 112 (para el

caso Español), haciendo que se participe en el despliegue y puesta en marcha de la cadena de emergencia *eCall* completa. De esta forma, el presente TFM consigue realizar una pequeña aportación para poder llegar a cumplir el objetivo de desplegar a nivel europeo el sistema de emergencia *eCall* para el año 2015.

1.3. Objetivo General y Estructura del Documento

Los objetivos de este trabajo pueden resumirse en 4 ítems principales:

- Conocer todos los actores involucrados en el despliegue del *eCall* (UE, organismos reguladores, fabricantes, etc.)
- Conocer toda la normativa que rodea a la iniciativa
- Desarrollar una aplicación real que haga uso de comunicaciones *in-band* para establecer la llamada de emergencia
- Entender por qué, a pesar de tener prevista su implantación para finales de 2009, el *eCall* no es todavía una realidad

Para lograr estos objetivos, el presente Trabajo Fin de Máster se divide en 6 capítulos. El capítulo actual de **Introducción** presenta un primer análisis del problema a tratar, motivando el mismo y ofreciendo al lector una primera toma de contacto con el sistema *eCall*; además, presenta los objetivos del TFM, así como la descripción de la metodología seguida para la realización del mismo.

Una vez introducido el problema, el capítulo **Estado del Arte** 2 recogerá todos los conocimientos necesarios para centrar al lector en el contexto en el que se desarrollará el resto del trabajo. Para ello, el capítulo contará con una serie de secciones; tras una breve introducción a los sistemas *eCall*, a los elementos que lo forman y al tipo de comunicación empleada, se presentará el modelo funcional, donde se verá una descripción general del proceso, en sus distintos casos de uso. A continuación, se verán todos y cada uno de los pasos por los que ha ido pasando la iniciativa, desde que surgiera en 2002 y hasta la actualidad. Una vez vista su evolución, se presentarán los requisitos a cumplir por todo sistema *eCall* y se analizará el impacto asociado, en cuanto a seguridad, tráfico, medio ambiente y economía se refiere. Para finalizar con la sección, se expondrá la normativa relacionada y se presentarán una serie de trabajos relacionados.

Al capítulo del Estado del Arte le sigue el de **Descripción del problema y objetivos a cumplir** 3, donde se expondrá la intención de implementar un dispositivo telemático que utilice tecnología *inband* y sea capaz de realizar una llamada de emergencia *eCall*. Junto con ello, se verán todos y cada uno de los objetivos que será necesario cumplir para su consecución final. A continuación, el capítulo **Resolución del problema** mostrará los pasos empleados para la implementación del sistema de emergencia *eCall* basado en el equipo U10-A, que van desde el análisis de los requerimientos que deberá cumplir el sistema, hasta la elaboración de los diagramas de flujo que se utilizarán para llevar a cabo la implementación final. Tras ello, los resultados serán analizados en el capítulo **Análisis de resultados** 5, donde se plantearán una serie de *tests* para comprobar si el sistema desarrollado cumple con todos y cada uno de los requisitos para los que fue diseñado.

Por último, **Conclusiones y Trabajo Futuro** 6 recogerá las consideraciones finales y principales conclusiones extraídas a partir del trabajo realizado, y realizará una breve introducción a posibles líneas de investigación futuras.

Se presenta también una sección de **Apéndices**, dedicados al U10-A y a los registros generados, para finalizar con la **Bibliografía** consultada para la realización del TFM.

Capítulo 2

Estado Del Arte

2.1. Introducción a los Sistemas *eCall*

En junio del presente año, la Comisión Europea, en su propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los requisitos de homologación para el despliegue del sistema *eCall* integrado en los vehículos [9], establece la siguiente definición para la iniciativa *eCall*: *sistema activado, bien automáticamente mediante sensores integrados en el vehículo, bien manualmente, que transmite, a través de redes de comunicaciones inalámbricas móviles, un conjunto mínimo de datos normalizados y establece un canal de audio, basado en el número 112, entre los ocupantes del vehículo y un punto de respuesta de seguridad pública.*

El objetivo con el que surge la iniciativa, no es otro que el de proporcionar una asistencia rápida a los pasajeros de vehículos que se han visto involucrados en un accidente, sea cual sea su localización dentro de la Unión Europea [10]. De este modo, se pretende lograr una reducción significativa de las cifras de muertes y lesiones producidas en la carretera, así como una reducción en el coste social y económico de la siniestralidad [5] [11].

El servicio estará diseñado para estar presente en todos los vehículos de cuatro ruedas (sin necesidad de acuerdos especiales ni dispositivos adicionales que tengan que ser instalados en los vehículos), con posibilidad de ampliación a los de dos en un futuro próximo [12]. En el caso de producirse un accidente, un sistema inalámbrico inteligente situado en el interior del vehículo se encargará de realizar una llamada de emergencia para informar de que un accidente con posibles víctimas se ha producido. Su activación podría producirse, bien de forma automática (a través de distintos sensores del vehículo), bien de forma manual (porque sus ocupantes lo activen), y establecería una llamada de emergencia desde el propio vehículo (IVS, *In Vehicle System*) hasta el Centro de Recepción de Llamadas de Emergencia (también conocido como PSAP, *Public Service Answering Point*) más cercano [11].

Junto con el establecimiento del canal de audio, el sistema también sería capaz de proporcionar información de localización, pues se ha visto cómo, en muchas ocasiones, bien los ocupantes no disponen de información precisa de su situación (especialmente en el extranjero), bien la gravedad de sus heridas es tal, que no son capaces de realizar una llamada (situación que se agrava si el accidente se produce por la noche en un lugar poco

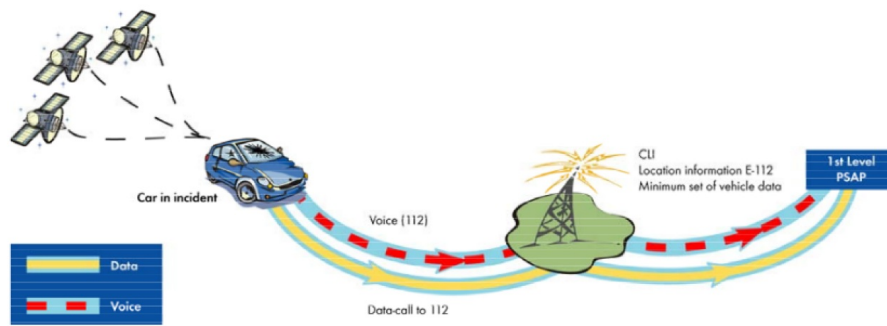


Figura 2.1: Visión general del sistema *eCall*

transitado, sin testigos que puedan avisar del siniestro) [11].

La comunicación entre IVS y PSAP se produce a través de una red de comunicaciones inalámbrica, en la que el operador de red o MNO (*Mobile Network Operator*) debe detectar que la llamada constituye una *eCall* basándose en un flag indicativo (indicador *eCall*, que discrimina entre este tipo de llamada y la llamada al 112) que envía el módulo de comunicaciones del vehículo. De esta forma, el operador gestiona la llamada y la encamina hacia el PSAP más adecuado [12].

Los operadores PSAP son los encargados de decodificar y tratar, tanto la llamada de voz, como el conjunto mínimo de datos enviado por el vehículo (también conocido como MSD o *Minimum Set Of Data*), de forma que podrá determinar qué servicios de emergencia deben trasladarse al lugar del accidente (ambulancia, bomberos, policía, etc.), siempre y cuando fuese necesario.

La Figura 2.1 ofrece una visión general del sistema. En ella aparece reflejado todo el proceso que lleva asociado el servicio de emergencia, desde el momento que se produce el accidente y se activa la llamada, hasta que los servicios de emergencia son alertados. Sus elementos se describen en detalle en la siguiente sección.

2.2. Elementos del Sistema

El sistema inteligente *eCall*, está compuesto por una serie de elementos que intervienen activamente en la generación de la llamada de emergencia, de forma que se alerte a los servicios necesarios en el menor tiempo posible.

A modo de enumeración, dichos elementos son [12]:

- IVS
- MSD
- PSAP
- MNOs
- Proveedores de Servicio

2.2.1. *In-Vehicle System (IVS)*

El *In-Vehicle System* o IVS es un dispositivo que, instalado en el interior del vehículo, recoge información de diferentes sensores del mismo y del sistema de localización GPS, de tal forma que, en función de las señales enviadas por éstos, activa la llamada en caso de detección de accidente. De este modo, se hablaría de activación automática de la llamada de emergencia; existe también la opción manual, a través de la cual los propios ocupantes del vehículo serían los que avisasen de la colisión pulsando un botón de activación situado en el interior del vehículo (el botón formaría parte del HMI -*Human-Machine Interaction*-, elemento que se verá más adelante).

Cuatro serían los componentes en los que se puede desglosar el IVS [12]:

- Dispositivo Electrónico de Control (*Electronic Control Unit*, ECU)
- Sistema de posicionamiento (e.g. GPS)
- Sistema telemático de comunicación (e.g. módem)
- Sistema para interacción hombre-máquina (*Human-Machine Interaction*, HMI)

La ECU es el dispositivo encargado de la detección del accidente; para ello, incorpora comunicación directa con los sensores involucrados en el mismo, de forma tal, que puede saber cuándo un vehículo ha sufrido una colisión. Permite también su activación manual y recopila toda la información necesaria para la construcción del MSD (elemento que se estudiará en la siguiente subsección), que será enviado al PSAP más cercano.

El **sistema de posicionamiento** y el **sistema de comunicación** normalmente están incluidos dentro de la propia ECU. El primero de ellos consta de un receptor GPS, que permite obtener una localización precisa del vehículo en el momento del accidente. El sistema de comunicación, por su parte, consiste principalmente en un módem que hace posible el establecimiento de la llamada de voz al 112 y el envío de datos; para establecer esta comunicación con el PSAP, emplea el PLMN más apropiado del operador de red que esté disponible en ese momento. La antena receptora, altavoces y micrófono forman también parte de este subsistema.

Por último, el **HMI** es el elemento encargado de informar a los ocupantes del vehículo a cerca del estado de la comunicación IVS-MNO-PSAP, esto es, si el servicio se ha lanzado, si el MSD ha sido transmitido, si el canal de voz ha sido establecido, etc. El mecanismo de información puede ser bien visual, bien audible. El diseño y emplazamiento del HMI en el interior de los vehículos es responsabilidad de los propios fabricantes, los cuales han de tener en cuenta que se deben evitar pulsaciones accidentales por parte de los ocupantes del vehículo (e.g. pulsaciones involuntarias de niños).

Una vez que la llamada ha sido lanzada, se emplea el servicio E112 para conectar con el servicio de emergencias más cercano, al que se le envía un conjunto básico de datos que sirve para proporcionar información relevante del accidente.

2.2.2. *Minimum Set of Data (MSD)*

El *Minimum Set of Data*, más conocido por sus siglas en inglés MSD, es uno de los elementos más importantes que conforman el servicio *eCall* y que complementa a la

llamada de emergencia. El MSD es un conjunto mínimo de datos que sirve para mejorar y acelerar la respuesta de los servicios de emergencia en caso de que un vehículo se vea involucrado en un evento de choque o accidente; este conjunto de datos se transfiere desde el vehículo hacia el PSAP (o cualquier otro centro de emergencia designado), a través de una comunicación inalámbrica [13].

Los Centros de recepción de llamadas de emergencia recibirán un mensaje con los datos esenciales en el mismo instante en que se active, bien sea de forma manual, bien automática, la llamada de *eCall* en el vehículo. El MSD enviado estará conformado por un máximo de 140 bytes repartidos en una serie de campos, unos de ellos identificados por el estándar como “Obligatorios”, otros como “Opcionales”; los campos obligatorios (en inglés, *Mandatory*, M), son aquellos cuyo valor debe ser incluido siempre; sin embargo, cuando se trata de un campo opcional (*Optional*, O), el estándar recomienda que se incluya, pero sin ser obligatorio. Si, por cualquier circunstancia, el MSD no es transmitido o recibido, o si el PSAP no está equipado con el material necesario (*eCall* modem / servidor), las víctimas del accidente y el operador del PSAP pueden mantener una conversación de voz a través de del equipamiento de audio que lleva incorporado el vehículo.

Los requisitos operacionales del MSD aparecen determinados en el Estándar Europeo EN 278220 (véase [14]), mientras que su formato y contenido se especifican en ([13]). A modo de resumen los campos que lo conforman son:

ID Dato obligatorio de tipo entero que indica la versión y el número de retransmisiones que se han producido después de detectarse el evento de accidente. Cada retransmisión deberá incrementar este contador en una unidad.

Control Secuencia obligatoria de tres bits en la que se especifica el tipo de activación (manual o automático), el tipo de llamada (test o *eCall*) y el tipo de vehículo (coche, autobús, motocicleta, etc.)

VIN *Vehicle Identification Number*. Campo obligatorio que identifica a una cadena compuesta por 17 caracteres ASCII, que identifica a cada vehículo.

Vehicle Propulsion Storage type Información obligatoria que indica el tipo de almacenamiento presente en el vehículo (gasoil, gasolina, gas, etc).

Time Stamp Fecha correspondiente al momento en el que se produce el accidente, normalmente obtenida a través de un sistema de GPS.

Posición Campo obligatorio. Indica la posición exacta del vehículo en el momento del accidente, en términos de latitud, longitud y dirección del mismo. Si en el momento del choque, esta información no se encuentra disponible, se enviará la última posición válida detectada por el receptor GNSS; además, en este caso, se deberá marcar con un *flag* que la posición no es fiable (*no-confidence bit*).

Posición Actual (n-1) Incremento de la posición con respecto a obtenida en el campo “Posición”. Campo opcional

Posición Actual (n-2) Incremento de la posición con respecto a obtenida en el campo “Posición Actual n-1”. Campo opcional

Número de pasajeros Información opcional, relevante únicamente en el caso de *eCall* automático. Se relaciona con el número de cinturones de seguridad abrochados.

Service Provider Campo opcional que irá seteado con la IPV6 del Proveedor de Servicio, en caso de tenerlo contratado

Format Field Información obligatoria que indica si le siguen más datos opcionales

Datos Adicionales Hasta 32 bytes de datos opcionales

2.2.3. *Public Service Answering Point (PSAP)*

Podrán ser centros operativos tanto públicos como privados regulados y/o autorizados por un organismo público. La Comisión Europea y los poderes públicos trabajan en colaboración con los fabricantes de vehículos para establecer los centros de emergencia y asegurarse de que las llamadas llegan al servicio más idóneo, según el país y el tipo de carretera [12].

El PSAP recibirá tanto la llamada de voz como el conjunto de datos recogido en el MSD, cuya información decodificará para obtener información más precisa del accidente. Al mismo tiempo, emitirá el correspondiente ACK e iniciará la llamada de voz, que le permitirá obtener *feedback* directo de los ocupantes del vehículo.

Puede darse el caso de que el usuario haya contratado los servicios de un Proveedor de Servicios privado (elemento al que se hará referencia en 2.2.5). De ser así, el operador del PSAP podrá obtener otros datos adicionales a través, bien de una conexión segura vía Internet con la base de datos de dicho proveedor, bien mediante comunicación telefónica.

2.2.4. *Mobile Network Operator (MNO)*

La responsabilidad de procesar las llamadas *eCall* y encaminarlas al PSAP más apropiado, recae sobre el operador de red que sirve al vehículo en el momento de su activación. De esta forma, los operadores móviles de red (o MNOs) son los encargados de tratar las llamadas *eCall* como una llamada de emergencia. Para ello, deben ser capaces de discriminar el llamado *eCall flag*, que no es otra cosa que un *flag* insertado por el módulo de comunicaciones del vehículo, indicativo de que se está produciendo este tipo de llamada. Este *flag* será el que empleen los MNOs para diferenciar entre una llamada de emergencia al 112 y una llamada *eCall*.

Además, los MNOs han de ser capaces de ofrecer la misma prioridad y fiabilidad dentro de su red, que la que ofrecen al resto de llamadas de emergencia (e.g servicio 112).

Para que el sistema funcione, los servicios de asistencia de los Estados Miembro de la Unión Europea se deberán adaptar (mutuo acuerdo con las operadoras de telecomunicaciones) para poder tratar este tipo de llamadas, así como los datos que se envían implícitos a éstas [12].

2.2.5. *Proveedor de Servicios (SP)*

Este último elemento entraría en juego en el caso de tener contratado un servicio privado de asistencia en caso de accidente. El Proveedor de Servicios (o SP por sus siglas

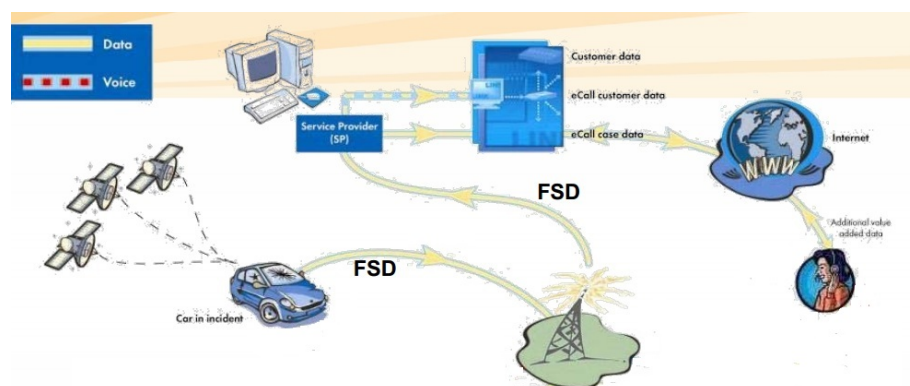


Figura 2.2: Arquitectura del sistema *eCall* que emplea un Proveedor de Servicios

en inglés, *Service Provider*) completaría la cadena *eCall* tal y como aparece en la figura 2.2.

Tras establecerse una conexión con un Proveedor de Servicios, cabe la posibilidad de obtener una información más amplia y completa sobre el accidente, así como sobre el estado del vehículo y de sus ocupantes. Para ello, el IVS, una vez recibida la confirmación de recepción del MSD por parte del PSAP, envía unos datos completos (también conocido como FSD por sus siglas en inglés de *Full Set of Data*) al Proveedor de Servicios que tiene contratado el conductor. El FSD contiene fundamentalmente la siguiente información [12]:

- Datos de identificación del conductor (CLI, *Caller Line Identification*)
- Posición exacta obtenida mediante el sistema GPS
- Datos del vehículo: número de identificación y número de matrícula
- Datos sobre la gravedad del accidente
- Otra serie de datos que dependerán del tipo de Proveedor de Servicios que tenga contratado el usuario

Una vez recibido el FSD, el proveedor de servicios busca en su propia base de datos información sobre su cliente para completar la base de datos del sistema eCall, a la cual podrá acceder el PSAP gracias a la identificación del proveedor incluida en el MSD y, de este modo, obtener información más completa sobre el accidente.

Finalmente, cabe destacar que en la Resolución del Parlamento Europeo, de 3 de julio de 2012, sobre *eCall: un nuevo servicio 112 para los ciudadanos* [15], se considera que *los proveedores de servicios privados de eCall también tienen la posibilidad de migrar al servicio eCall paneuropeo en cualquier momento, al tiempo que sigan prestando otros servicios de llamada.*

2.3. Comunicación IVS-PSAP

La estandarización del protocolo de transmisión a utilizar en la llamada de emergencia *eCall*, ha corrido a cargo de los organismos europeos ETSI y 3GPP. Su trabajo para llevar

a cabo esta tarea no ha sido nada fácil; tanto es así, que ha llegado a ser uno de los grandes obstáculos con los que se ha encontrado la Comisión, que en un primer momento tenía prevista la implantación de *eCall* para 2009 y que, finalmente, se espera que esté listo en todos los vehículos nuevos a partir de 2015 [16] [8].

Desde que empezó el análisis de cuál sería el mecanismo más idóneo para establecer la comunicación entre PSAP e IVS, numerosas tecnologías fueron consideradas como posibles a la hora de implementar una solución a la llamada de emergencia; entre ellas, pueden destacarse SMS, DTMF, UUS e *inband*. La publicación de GSM Europe *Options for eCall MSD signalling*, de Abril de 2006 [17], las propuso, junto con otras, como posibles tecnologías para llevar a cabo la transmisión, y examinó los problemas técnicos, de estandarización y los costes que podrían ir asociados a cada una de ellas. La tabla 2.1 ofrece, a modo de resumen, una comparativa de todas ellas en función de las propiedades que las caracterizan.

MSD Signalling Options and eCall Criteria	SMS	CS Data	UUS	USSD	DTMF	inband
GSM and UMTS supported	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Circuit Switched supported	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Standardised call set-up	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Capacity MSD size 140 bytes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Predictable low transfer delay	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Extensible for FSD	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Error Free	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Acknowledgement possible	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Co-ordinated E112 And MSD routing	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Low impact on PLMN architecture	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
Works even if PLMN – PSAP interface does not support ISUP/Q.931	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Easy Pan-European roaming	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
Secure And low risk of fraud	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Cuadro 2.1: Resumen y comparativa de las diferentes tecnologías propuestas para implementar la llamada de emergencia *eCall*

Finalmente, la CE establece, en Mayo de 2006 que, de todas ellas, sea la comunicación *in-band* el método estándar de comunicación entre PSAP e IVS, para la llamada de emergencia *eCall* paneuropea [16] [18], basándose en los siguientes argumentos [19]:

- es la única opción que ofrece una solución fiable que maximiza el área de cobertura¹

¹La llamada de emergencia no llegará al PSAP si el IVS está fuera del área de cobertura GSM. Por ello, la Asociación Europea GSM ha declarado un área del 99 % del territorio europeo en la que se garantiza cobertura GSM con, al menos, un operador [8]

- es la única que ofrece una transmisión rápida y fiable del MSD
- es la única que minimiza los cambios a realizar en la infraestructura de red existente

A continuación se ofrece una visión general de aquellas técnicas que tuvieron un peso más importante en la propuesta para llevar a cabo el desarrollo de la llamada de emergencia, destacando entre ellas la tecnología *inband* finalmente seleccionada.

2.3.1. SMS – Short Message Service

El uso masivo de teléfonos móviles hizo que la opción SMS o *Short Message Service*, fuera una de las que cobrasen más fuerza como tecnología candidata para el envío del MSD [17]. Con ella, el propio MSD sería enviado del IVS al PSAP como si de un mensaje de texto se tratara ²; sin embargo, surgen una serie de inconvenientes importantes que hacen que el SMS se convierta en un candidato a descartar [8]:

- El tiempo que tarda un SMS en ser entregado puede sufrir retrasos en la red, que pueden verse acrecentados si el vehículo se encuentra en *roaming*.
- En un principio, los MNOs no tienen limitación en el número de SMSs que circulan por la red, pero no está claro que no puedan surgir problemas cuando el *eCall* esté presente en millones de vehículos
- Existe una limitación en el tamaño máximo de los SMS de 160 bytes; actualmente, el MSD lo componen 140 bytes de datos pero, en un futuro, puede que este tamaño se vea incrementado para poder incluir otro tipo de información necesaria para el PSAP.

Si se decidiese utilizar esta tecnología, habría que incluir ciertas modificaciones que hicieran que los puntos anteriores no supusiesen ningún tipo de restricción a la hora de implementar el *eCall*. Para el primer caso, se tendría que optar por una configuración en la que los mensajes SMS de tipo *eCall* fuesen tratados con mayor prioridad que el resto; para el tercero, la solución pasaría por concatenar dos o más SMS seguidos. Sin embargo, y tal y como se ha señalado anteriormente, la solución de SMSs quedó descartada para la comunicación *eCall*.

2.3.2. UUS – User to User Signalling

Otra alternativa que se presentó para transmitir el MSD es la denominada UUS ó Señalización Usuario-Usuario, la cual, a su vez, se divide en tres tipos: UUS1, UUS2 y UUS3 [17].

- UUS1. En este primer caso, los dos usuarios intercambian cierta información de control básica, conocida como UUI (*User-User Information*), tanto en el establecimiento como en el cierre de la conexión; para ello, emplean una serie de indicadores

²El trabajo presentado en [3] es un ejemplo de uso de SMS como protocolo de transporte. En el capítulo 2.9 se volverá a él para detallar sus características más representativas.

de control: *ALERTING*, *CONNECT*, *DISCONNECT*, *PROGRESS*, *RELEASE*, *RELEASE COMPLETE* y *SETUP*. La conexión UUS1 se libera automáticamente al finalizar la llamada. Un inconveniente de esta solución es que si bien UUS1 podría transmitirse por un canal-D RDSI (canal de datos), la mayoría de las redes de telefonía fija limitan el tamaño de este tipo de mensajes a sólo 32 bytes.

- UUS2. Para UUS2, ambas partes pueden enviar la información UUI después de que la indicación de aviso se ha enviado/recibido, y hasta que el indicador de conexión se ha enviado/recibido. El UUI se envía en el mensaje de *USER INFORMATION*; la conexión se desactiva automáticamente cuando ya no se van a recibir más notificaciones de la llamada, esto es, una vez que ha sido establecida o liberada.
- UUS3. Para UUS3, ambos extremos pueden enviar UUI en la fase activa de una llamada a través del mensaje *USER INFORMATION*. UUS3 se activa explícitamente cuando se origina una llamada o después de que se ha establecido la conexión. Una vez que la conexión UUS3 está activa, cualquier extremo puede transferir UUI en los mensajes de *USER INFORMATION* hacia el otro extremo. Su desactivación ocurre automáticamente cuando se libera la llamada.

En el momento de plantear esta alternativa (año 2006), no eran muchos los operadores de red tenían implementado o utilizaban UUS debido, principalmente, al temor de su mal uso con fines de mensajería; además, UUS no estaba permitido en la configuración de llamadas de emergencia y el tránsito entre la red fija del PLMN y el PSAP necesitaba actualizaciones para soportar esta alternativa [20]. Todo ello suponía que, de ser seleccionada, se tuviesen que plantear soluciones para solventar los inconvenientes que causaba, lo que hizo que fuera otra de las candidatas descartadas.

2.3.3. USSD - Unstructured Supplementary Service Data

Los Datos de Servicio Suplementario No Estructurado o USSD presentan numerosas ventajas:

- Robusto
- Bidireccional
- Utilizado por los operadores de Telecomunicaciones Europeos.

USSD se utiliza únicamente en las redes móviles para la entrega de mensajes cortos desde el terminal móvil a los servidores de la red. El uso de USSD para la transmisión del MSD requeriría la definición de un nuevo servidor en la red móvil para manejar este tipo de mensajes y enrutarlos hacia el PSAP más adecuado. Todas estas inversiones en la red harían que su aplicación por toda la UE pudiera tomar varios años [17], por lo que se convirtió en otra de las tecnologías descartadas.

2.3.4. GSM CS Data

El uso de GSM CS a 9,6 bps está ampliamente disponible en las redes móviles de Europa y ofrece una reconocida solución de transferencia fiable de datos [17]. Sin embargo, cuando se considera para *eCall* aparecen varias limitaciones significativas, principalmente las debidas a los largos tiempos de establecimiento (que pueden llegar hasta los 30 segundos) y de conexión (dado que la velocidad de transmisión es bastante reducida -9.6 bps-, la transmisión del MSD necesitaría varios segundos). Otro inconveniente que plantea es que la transmisión simultánea de voz y datos no es posible, lo que hace que la fiabilidad del servicio *eCall* se vea reducida.

2.3.5. DTMF – Dual Tone Multi-Frequency

DTMF es una tecnología muy utilizada en la actualidad para el envío de mensajes cortos. Se basa en una matriz bidimensional de frecuencias, que asigna un par único (frecuencia-1, frecuencia-2) que sirve como identificador [17].

La principal ventaja con la que cuenta esta tecnología es que no requiere de cambios en normalización o tecnología, pues ya está implementada y disponible en las redes GSM. Además, es compatible con todas las redes de telefonía fija actuales, por lo que el uso de tonos DTMF *eCall* sería rentable y su puesta en práctica, inmediata.

La gran desventaja de este sistema es que no tiene corrección de errores.

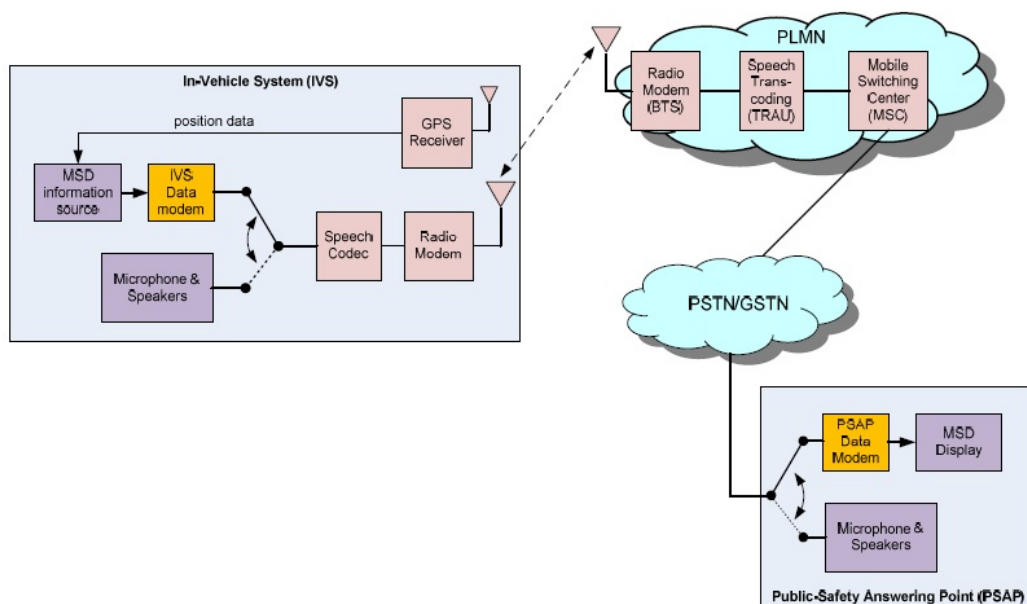
2.3.6. Comunicaciones *in-band*

El hecho de que las comunicaciones *in-band* puedan emplear un sistema de señalización que tiene poco o ningún impacto en la infraestructura de las redes existentes, es una de las razones principales por las que esta solución se ha impuesto a las demás [17].

Las comunicaciones *in-band* consisten en aplicar señalización en banda para la transmisión de datos y voz entre el IVS y el PSAP. Las principales características que ofrece son, por un lado, la obtención de altas velocidades de transmisión y, por otro, la fiabilidad gracias a la implementación de mecanismos de control de redundancia cíclica (o CRC) [19]. Además, existen otras que se enumeran a continuación [21]:

- No hay problemas de interoperabilidad, por lo que no se requieren acuerdos especiales de *Roaming*.
- Ofrece transmisión rápida y fiable del MSD, a través del canal de voz previamente establecido
- La transmisión es *Full-Duplex*
- Arquitectura flexible y escalable
- Bajo coste de desarrollo, gracias a que aprovecha la infraestructura existente

Durante la transmisión del MSD del IVS al PSAP, la comunicación de voz se cancela; el tiempo que esté en "*mute*" debe ser el menor posible, de tal forma que el impacto en el

Figura 2.3: Arquitectura del sistema *eCall*

usuario sea mínimo. Esto hace que en caso de producirse un error durante la transmisión de los datos (MSD), la llamada de voz E112 puede seguir su curso con total normalidad ³.

A continuación se ofrece una visión general tanto de la arquitectura como del algoritmo utilizado en los módems *in-band* que se utilizarán en ambos extremos, IVS y PSAP, para completar una transmisión *full-duplex eCall* ⁴.

Arquitectura del *eCall in-band modem*

La transmisión de datos sobre un canal de voz que se requiere en una comunicación *in-band* no es tarea sencilla, puesto que los códecs utilizados están optimizados para la compresión de señales de voz. De este modo, las señales emitidas por el módem *in-band* pueden incurrir en distorsión al atravesar dicho códec. Para solventar este problema, se propone una solución basada en un módem que emplee señales diseñadas para pasar a través de los códecs de voz con distorsión moderada y, además, proporcionando tasas lo suficientemente altas como para lograr una transmisión rápida de los datos MSD [24].

La arquitectura general del sistema, incluyendo los módems del IVS y el PSAP, puede verse a modo de diagrama simplificado en la Figura 2.3.

El receptor del módem IVS supervisa constantemente la señal entrante desde la salida de decodificador de voz; después de que la llamada de emergencia ha sido establecida (bien de forma automática, bien manual), el módem recibe una solicitud de envío de MSD por parte del PSAP. Tras ello, el IVS conecta su transmisor de datos a la entrada del

³El módem *in-band* que se emplea en el *eCall* utiliza el mismo canal de voz que el que emplean las llamadas de emergencia 112

⁴En [22] se proporciona código C de referencia, tanto para el IVS como para el PSAP. Además, en [22] se pueden ver las pruebas de conformidad de implementación *eCall* y en [23], un informe de caracterización del *in-band* módem

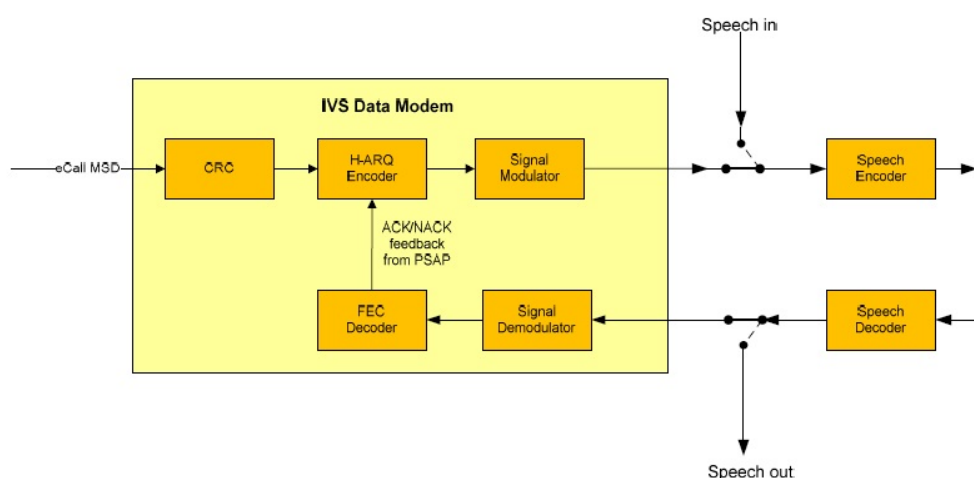


Figura 2.4: eCall IVS data modem overview

codificador de voz y silencia todo tipo de comunicación de voz del IVS mientras dure la transmisión de los datos, a fin de evitar posibles interferencias con la transmisión de datos *eCall*.

Sirvan las siguientes subsecciones como introducción al principio de operación que se emplea en los extremos IVS y PSAP (requisitos impuestos por el 3GPP) [25].

Principio de operación del IVS

Los principales componentes que operan en el módem del IVS se ilustran en la Figura 2.4; una vez que el MSD ha sido creado, el transmisor del IVS calcula su CRC para pasar a continuación a un módulo de codificación HARQ con corrección de errores FEC. Ambos módulos pretenden reducir la susceptibilidad a los errores de transmisión, mediante la implementación de incrementales redundancia adicional para cada retransmisión. Tras ello, la señal llega a un modulador, que se encarga de convertir los datos codificados en símbolos, de tal forma que resultan especialmente adecuados para su transmisión a través de los códecs de voz empleados en las redes actuales.

El receptor IVS está continuamente supervisando los posibles mensajes de retroalimentación que pueden llegar desde el PSAP; mientras reciba ACKs negativos, el MSD va a ser retransmitido, incrementando en una unidad su contador de reintentos interno. El proceso continuaría, bien hasta que se recibe un ACK, bien hasta que el PSAP finaliza la comunicación. Una vez completada la transmisión del MSD, IVS y PSAP prosiguen con la llamada de voz.

Principio de operación del PSAP

La Figura 2.5 ilustra los principales componentes que conforman el módem *in-band* en el extremo del PSAP. Como se puede observar, el diagrama de bloques es análogo al del IVS, pero en sentido inverso. De esta forma, el PSAP estaría monitorizando continuamente la señal que recibe de la red de comunicaciones; cuando detecta que ha llegado una

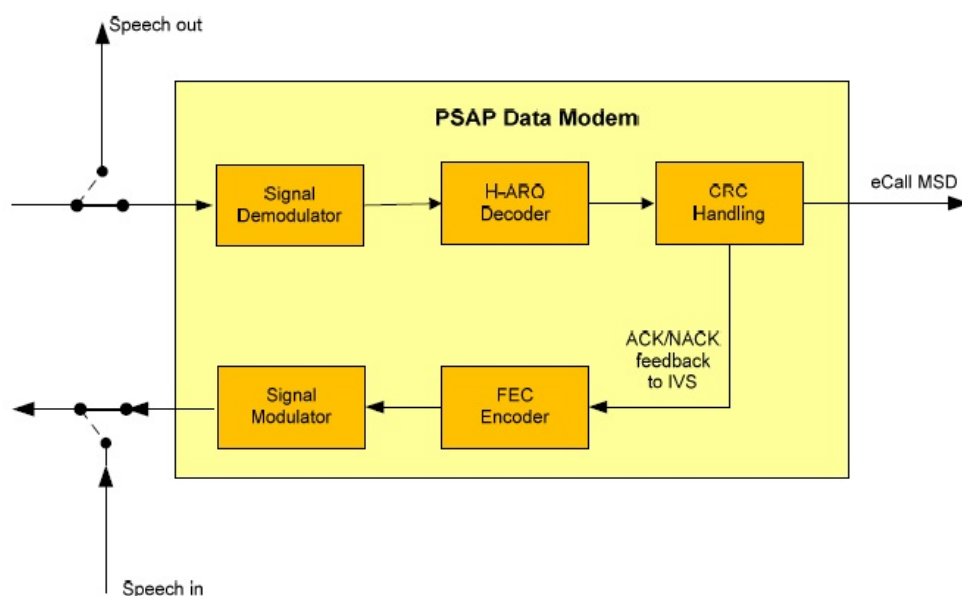


Figura 2.5: eCall PSAP data modem overview

señal *eCall*⁵, la demodula para aplicar los bloques HARQ y FEC, y estima el CRC de los datos enviados. Si se detecta un error en este código, el PSAP devuelve un NACK al IVS y queda a la espera de que éste retransmita de nuevo el MSD; si, por el contrario, el CRC es correcto, se notifica un ACK al otro extremo.

Protocolo de transmisión y gestión de errores

La cláusula número 7 de [16] describe cómo debe actuar el protocolo de transmisión *eCall*, tanto en el caso nominal, como bajo un escenario con errores. La distorsión de la señal en los canales de transmisión y recepción debe ser manejada por el protocolo de transmisión global. Dicha cláusula ofrece una tabla en la que se distinguen una serie de casos de error (errores en IVS y errores en PSAP), junto con las medidas que deberían adoptarse para cada uno de ellos en caso de producirse.

2.4. Modelo Funcional

Una vez vistos los elementos del sistema *eCall* paneuropeo, se va a ver una descripción general del proceso que tiene lugar desde que se produce el accidente hasta que llegan los servicios de emergencia; los pasos que lo componen pueden resumirse en los siguientes:

1. Se produce el accidente
2. Se activa (manual o automáticamente) el dispositivo de llamadas de emergencia instalado en el vehículo (IVS), y envía la llamada a un PSAP a través del canal de

⁵Para ello se emplean una serie de mecanismos de monitorización y sincronismo. Para más información consúltase [24]

voz 112. La llamada se compone de dos elementos: una conexión de voz a través del número 112 y una serie de datos esenciales (el MSD), cuyo envío se realiza a través del canal de voz establecido. El MSD contendrá, entre otros datos de interés, la localización exacta del accidente gracias a la incorporación de un sistema GPS en el IVS.

3. El IVS transmite la llamada *eCall* (voz + datos) a través de una red de comunicación inalámbrica. Estos datos llegan en un primer lugar a un operador de telecomunicaciones, quien se encarga de discriminar si se trata o no de una llamada de emergencia (a través del *eCall flag*). Una vez analizada la llamada, el operador la hace llegar al PSAP más indicado a través de la red de comunicación fija.
4. El PSAP recibe la llamada de voz y el MSD, y transmite al dispositivo instalado en el vehículo una confirmación de la recepción. Además, podrá mantener una comunicación de audio con los ocupantes del vehículo accidentado.
5. El operador del PSAP envía los detalles del accidente al Centro de Emergencia más oportuno, dependiendo de las características del accidente.
6. Los servicios de emergencia acuden al lugar del accidente para dar asistencia a los heridos y solventar los problemas que hayan podido surgir sobre el terreno.

A continuación se exponen una serie diagramas de secuencia que describen los pasos a seguir ante diferentes casos de uso [26]:

1. *eCall* Automática y comunicación de voz con el conductor
2. *eCall* Automática sin comunicación de voz
3. *eCall* Manual y comunicación de voz con el conductor
4. *eCall* Manual sin comunicación de voz
5. Falso *eCall*
6. *eCall* de prueba

***eCall* Automática y comunicación de voz con el conductor**

Este escenario se produciría cuando IVS y PSAP establecen un canal de comunicación de voz y de datos; la secuencia es la que aparece en la figura 2.6 y los pasos que se siguen, los siguientes:

1. El IVS inicia automáticamente la llamada de emergencia a través de la información de sensores proveniente del vehículo
2. El IVS envía el MSD hacia el PSAP
3. Se establece la llamada de voz entre el vehículo y el PSAP

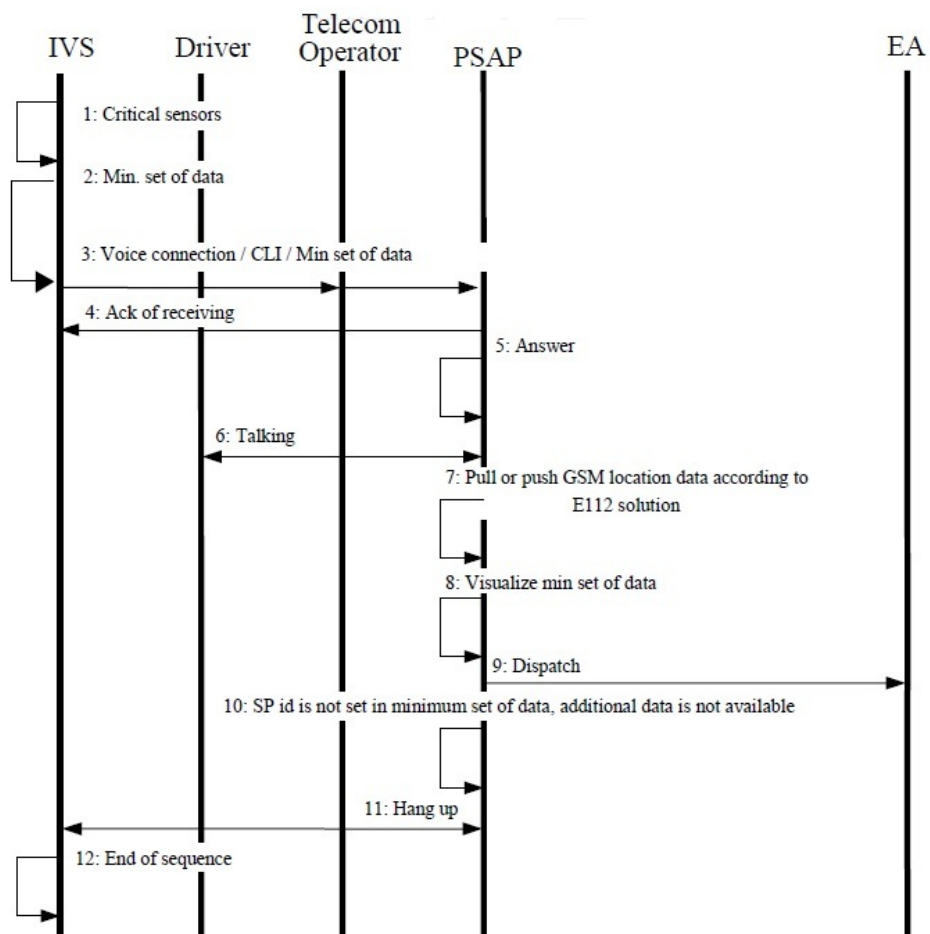


Figura 2.6: Automatic eCall, the driver is able to speak

4. El PSAP recibe el MSD y envía ACK
5. El PSAP responde a la llamada de voz
6. El PSAP establece una comunicación de voz con los ocupantes del vehículo
7. El PSAP obtiene la información de localización
8. El PSAP visualiza el MSD
9. El PSAP avisa a los servicios de emergencia (EA, *Emergency Assistance*)
10. El PSAP comprueba si hay datos adicionales disponibles. Éstos no existen, ya que no hay ningún SP contratado
11. El PSAP finaliza la llamada de voz
12. La llamada de emergencia se finaliza en el extremo del IVS

***eCall* Automática sin comunicación de voz**

En este caso de uso, el PSAP no puede establecer una comunicación de voz con los ocupantes del vehículo, por lo que los únicos datos del accidente que conocerá el PSAP son los que le lleguen en el MSD. La secuencia que tendría lugar en este caso es la que aparece en la figura 2.7; los pasos se resumen a continuación:

1. El IVS inicia automáticamente la llamada de emergencia a través de la información de sensores proveniente del vehículo
2. El IVS envía el MSD hacia el PSAP
3. Se establece la llamada de voz entre el vehículo y el PSAP
4. El PSAP recibe el MSD y envía ACK
5. El PSAP responde a la llamada de voz
6. El PSAP no puede establecer comunicación de voz con los ocupantes del vehículo
7. El PSAP obtiene la información de localización
8. El PSAP visualiza el MSD
9. El PSAP, teniendo en cuenta únicamente el MSD, avisa a los servicios de emergencia
10. El PSAP comprueba si hay datos adicionales disponibles. Éstos no existen, ya que no hay ningún SP contratado
11. El PSAP finaliza la llamada de voz
12. La llamada de emergencia se finaliza en el extremo del IVS

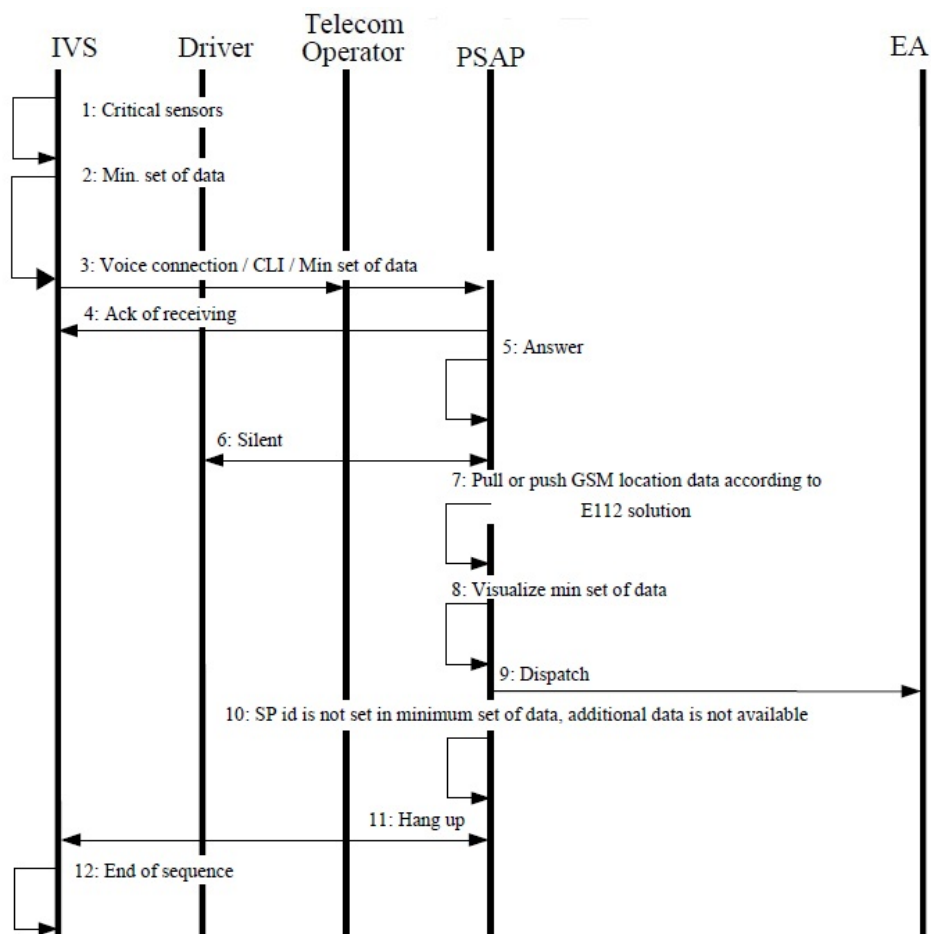


Figura 2.7: Automatic eCall, silent call

***eCall* Manual y comunicación de voz con el conductor**

En este caso, el servicio se activa manualmente mediante la pulsación de un botón de emergencia. La secuencia que se seguiría se puede apreciar en 2.8; los pasos se resumen a continuación:

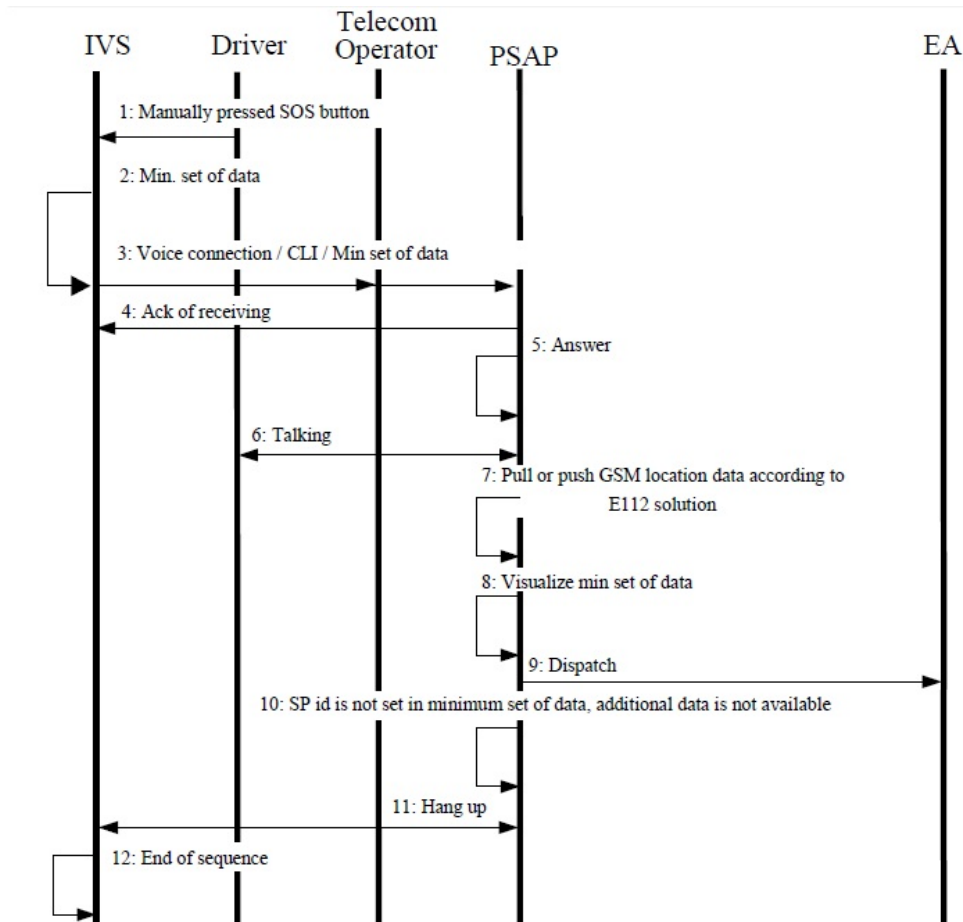


Figura 2.8: *Manual eCall, driver is able to speak*

1. Los ocupantes del vehículo activan la llamada de emergencia de forma manual, mediante la pulsación de un botón de emergencia situado en el interior del vehículo
2. El IVS envía el MSD hacia el PSAP
3. Se establece la llamada de voz entre el vehículo y el PSAP
4. El PSAP recibe el MSD y envía ACK
5. El PSAP responde a la llamada de voz
6. El PSAP establece la comunicación de voz con los ocupantes del vehículo
7. El PSAP obtiene la información de localización

8. El PSAP visualiza el MSD
9. El PSAP avisa a los servicios de emergencia
10. El PSAP comprueba si hay datos adicionales disponibles. Éstos no existen, ya que no hay ningún SP contratado
11. El PSAP finaliza la llamada de voz
12. La llamada de emergencia se finaliza en el extremo del IVS

***eCall* Manual sin comunicación de voz**

Caso de uso similar al segundo, pero con activación manual en lugar de automática. El diagrama de secuencia se representa en 2.9 y los pasos que se siguen serían los siguientes:

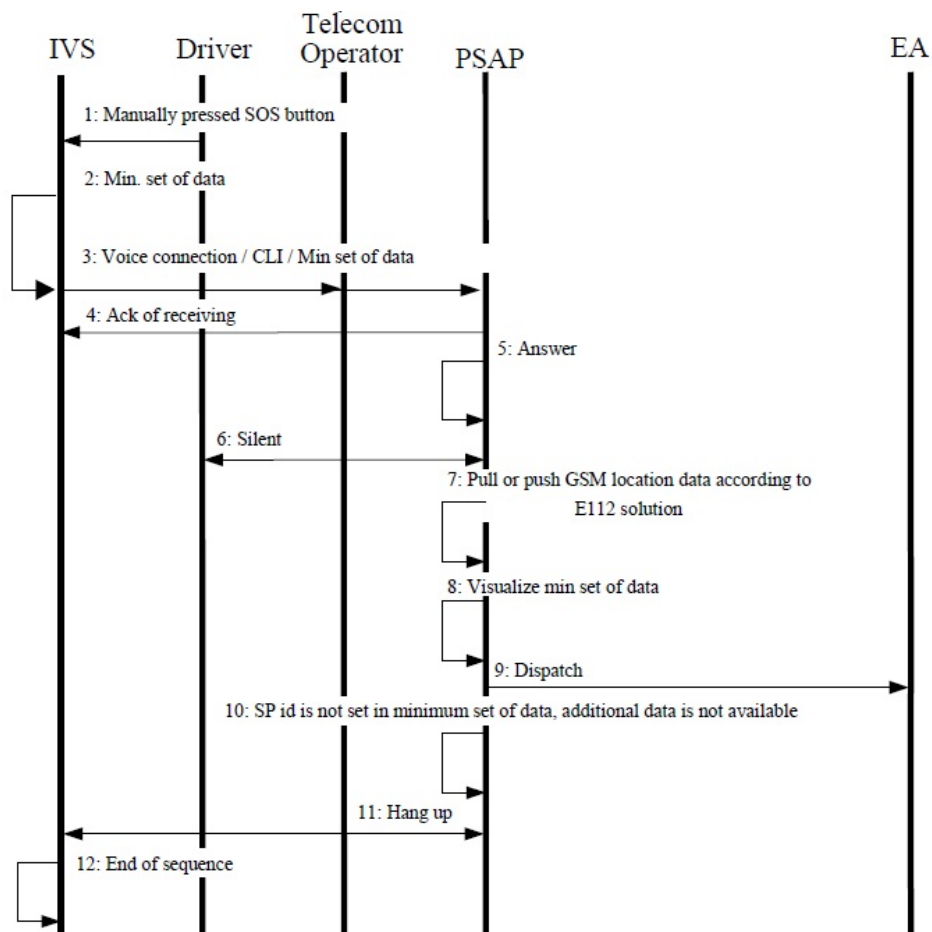


Figura 2.9: *Manual eCall, silent call*

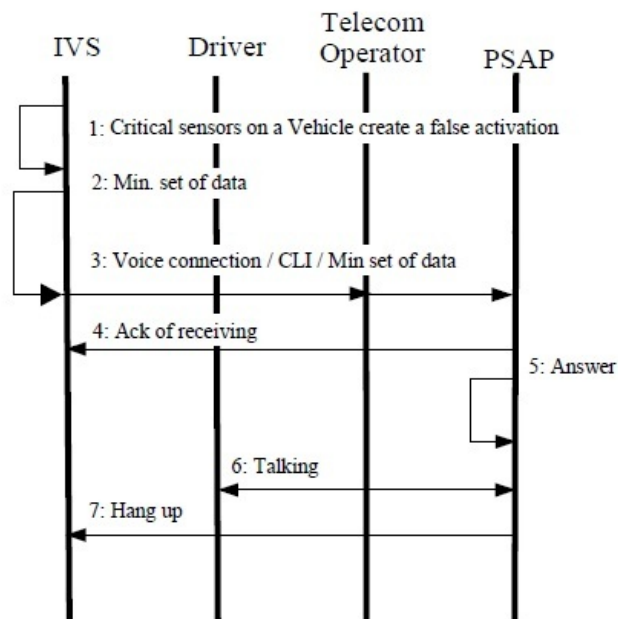
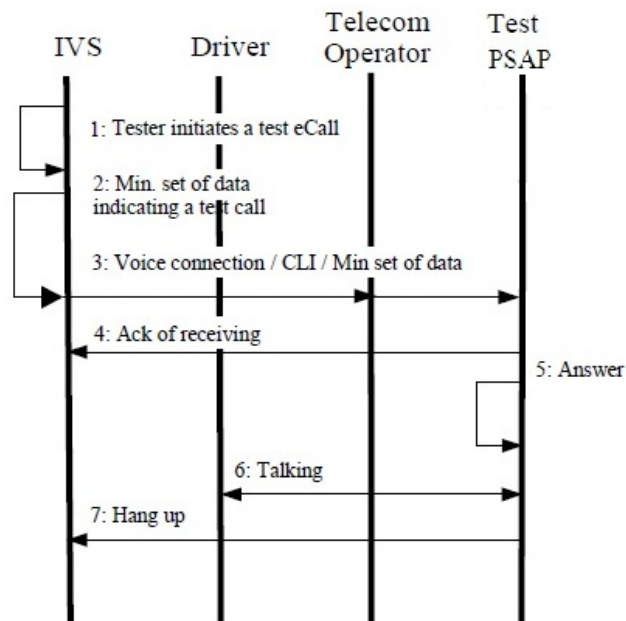
1. Los ocupantes del vehículo activan la llamada de emergencia de forma manual, mediante la pulsación de un botón de emergencia situado en el interior del vehículo
2. El IVS envía el MSD hacia el PSAP

3. Se establece la llamada de voz entre el vehículo y el PSAP
4. El PSAP recibe el MSD y envía ACK
5. El PSAP responde a la llamada de voz
6. El PSAP no puede establecer comunicación de voz con los ocupantes del vehículo
7. El PSAP obtiene la información de localización
8. El PSAP visualiza el MSD
9. El PSAP, teniendo en cuenta únicamente el MSD, avisa a los servicios de emergencia
10. El PSAP comprueba si hay datos adicionales disponibles. Éstos no existen, ya que no hay ningún SP contratado
11. El PSAP finaliza la llamada de voz
12. La llamada de emergencia se finaliza en el extremo del IVS

Falso *eCall*

Este caso de uso se plantea para el caso de un mal funcionamiento del IVS (bien por fallo del sistema, bien por activación manual accidental), que pueda llegar a provocar una falsa activación del servicio *eCall*. El diagrama de secuencia se representa en 2.10 y los pasos que se siguen serían los siguientes:

1. O bien los sensores del IVS causan una falsa activación del servicio, o bien los ocupantes del vehículo pulsan el botón de emergencia de forma accidental; como resultado, se lanza la llamada de emergencia
2. El IVS envía el MSD hacia el PSAP
3. Se establece la llamada de voz entre el vehículo y el PSAP
4. El PSAP recibe el MSD y envía ACK
5. El PSAP responde a la llamada de voz
6. El PSAP establece una comunicación de voz con los ocupantes del vehículo
7. Como no hay incidente, el PSAP finaliza la llamada de voz

Figura 2.10: *False eCall*Figura 2.11: *Test eCall*

***eCall* de prueba**

Finalmente el caso de uso de *eCall* de prueba pretende testear la llamada de emergencia para asegurar que el IVS es capaz de enviar un MSD de prueba al PSAP y, además, establecer un canal de voz para que PSAP e IVS se puedan comunicar. Para este caso, se utilizará un PSAP designado previamente. El diagrama de secuencia puede verse en la figura 2.11.

1. Un probador inicia la secuencia de test, que hace que el IVS lance la llamada de emergencia *eCall*
2. El IVS envía el MSD hacia el PSAP. Uno de los campos del MSD indica que se trata de una llamada de prueba
3. Se establece la llamada de voz entre el vehículo y el PSAP
4. El PSAP recibe el MSD y envía ACK
5. El PSAP responde a la llamada de voz
6. El PSAP establece una comunicación de voz con el probador
7. La prueba ha finalizado, por lo que el PSAP termina la llamada de voz

2.5. Evolución del sistema *eCall*

Son muchos los estudios realizados que hablan de evidencias científicas de la eficacia de la llamada de emergencia *eCall* [6]. Como ya se vio en la introducción, los primeros estimaron una reducción del número de fallecidos en Europa entre un 5 % y un 15 %, además de beneficios económicos que podrían llegar a los 26.000 millones de euros anuales [11] [27].

Sin embargo, y a pesar de la clara rentabilidad que se podría llegar a obtener, su plena implementación en la Unión Europea no está siendo fácil. Tal y como se verá en la sección 2.5.8, entre los años 1998 y 2000 se llevaron a cabo en Europa varias iniciativas privadas con el objetivo de establecer un sistema de llamada de emergencia; no obstante, éstas no llegaron a materializarse debido, principalmente, al elevado coste que suponía para el usuario final [6].

Ante esta situación, la Comisión Europea se dio cuenta de que necesitaba entrar en juego para poder llegar a desplegar el sistema paneuropeo de llamada de emergencia; de este modo, apoyó la iniciativa *eSafety* y convirtió el *eCall* en temática prioritaria de misma [6].

En la presente sección se pretende explicar esta evolución, entendiendo en qué punto se sitúan sus inicios y viendo cómo ha ido progresando hasta el día de hoy, junto con los obstáculos que se ha ido encontrado, pues no hay que olvidar que inicialmente el despliegue de *eCall* estaba previsto para 2009 [11].

2.5.1. Seguridad Vial y nuevas tecnologías. El vehículo inteligente

El gran aumento en la demanda de servicios de transporte y movilidad hace que en el año 2002, la Comisión de las Comunidades Europeas dé a la luz el primero de una serie de comunicados dirigidos al Consejo y al Parlamento Europeo y enfocados a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y a los vehículos más seguros e inteligentes [4].

La lucha por un transporte más seguro y eficiente empieza a mover, no solo al sector automovilístico y a sus proveedores, si no también a otros sectores como el de la industria telemática, las comunicaciones móviles y las tecnologías de la información, pasando también por otros ámbitos como son las mejoras en las medidas de seguridad, la eficacia de las infraestructuras y la educación vial responsable; todo ello para lograr un objetivo común: reducir a la mitad el número de muertes en las carreteras de la UE para 2010 [4].

Los esfuerzos realizados por todas las partes fueron notables; tanto es así, que si se comparan las cifras de muertes de la UE de los 15 de 2002 con la UE de 1970, se obtiene una reducción del 50 % (si bien, el volumen de tráfico se vio triplicado en ese mismo periodo). Sin embargo, las cifras continuaban siendo demasiado elevadas, haciendo que la Europa del 2002 se plantease nuevos objetivos, que quedaron plasmados en el Programa de Acción Europeo de la Seguridad Vial [4].

En torno al 2002, el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con sistemas de seguridad activos (como el ABS o ESP) y pasivos (resistencia frente a choques, *airbags*, cinturones de seguridad, etc.), ayudó a reducir la cantidad de fatalidades y la severidad de los accidentes que se producen en las carreteras. Se conocen como ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems* o Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción); a continuación se describen algunos de ellos [28]:

Antilock Braking System (ABS)

El sistema antibloqueo o ABS (véase Figura 2.12) fue diseñado con el objetivo de evitar que las ruedas se bloqueen y patinen al frenar, lo que consigue que el vehículo decelere de manera óptima y permanezca estable y direccionable durante la frenada.

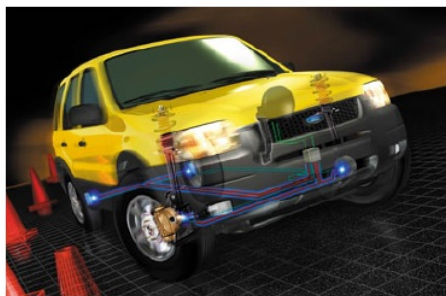


Figura 2.12: *Antilock Braking System (ABS)*

Adaptive Cruise Control (ACC)

El sistema de control de crucero adaptativo o ACC, consiste en un sensor de radar (véase Figura 2.13) que proporciona ayuda al conductor reconociendo a qué distancia

se encuentra el vehículo anterior, calculando su velocidad y manteniendo la distancia requerida mediante el control de los frenos y el motor.



Figura 2.13: *Adaptive Cruise Control (ACC)*

Automatic distance control (ADC)

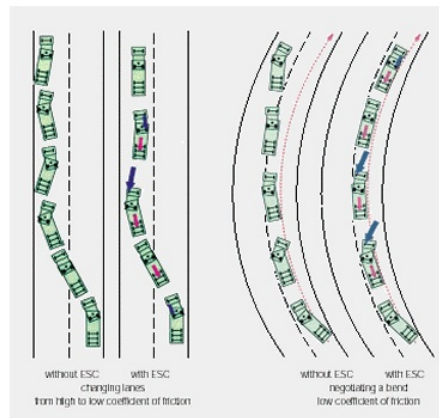
El control de distancia automático amplía las funciones del sistema ACC, manteniendo automáticamente la distancia correcta con respecto al vehículo que circula por delante, tal y como se ve en la figura 2.14. Si el coche se aproxima a un vehículo que circula más lentamente por delante, el control de distancia automático le decelera hasta la misma velocidad, a fin de mantener la distancia programada por el conductor. Si un vehículo que circula por delante se cambia al mismo carril, también se reduce la velocidad para adaptarla a la del otro vehículo. Una vez despejada la carretera, el automóvil es acelerado hasta la velocidad de cruce seleccionada.



Figura 2.14: *Automatic distance control (ADC)*

Electronic Stability Program (ESP)

El programa electrónico de estabilidad o ESP es un dispositivo de funcionamiento electrónico que reduce la probabilidad de derrapaje o pérdida de control del vehículo, mediante la actuación simultánea sobre el motor y los frenos. En la figura 2.15 puede apreciarse la diferencia existente entre vehículo con y sin el sistema ESP. En [5] se habla de una reducción de un 12 % en vuelcos para vehículos equipados con este sistema.

Figura 2.15: *Electronic Stability Program (ESP)*

Airbag Electronic Control Unit (AECU)

Unidad electrónica de control que utiliza la señal proveniente del sensor de aceleración situado en el frontal del vehículo, para activar o no los *airbags* del vehículo (véase Figura 2.16). Los sensores transmiten cambios en la velocidad del vehículo y la cantidad de energía que está siendo absorbida por el cuerpo del vehículo a la ECU del *airbag* en unos pocos milisegundos de tiempo.

Figura 2.16: *Airbag Electronic Control Unit (AECU)*

Sin embargo, la contribución de muchas de estas medidas tradicionales llegó a su límite, haciendo que resultase difícil seguir aumentando la seguridad a un coste razonable. Llegados a este punto, se empieza a investigar y a intentar complementar la seguridad pasiva con sistemas avanzados de seguridad activa basados en TICs, iniciándose el desarrollo de lo que se conoce como *vehículo inteligente*.

Las TIC son consideradas como el instrumento más valioso con el que cuenta la industria para conseguir el citado reto de la seguridad en la carretera [4]. Tienen vital importancia en el momento anterior al choque, cuando el accidente puede evitarse o al menos disminuirse su gravedad, pero también la adoptan en los momentos posteriores, haciendo posible la reducción de la gravedad de los mismos, disminuyendo en consecuencia el número de muertes y la gravedad de las lesiones. Asimismo se considera que las TIC permitirán un flujo del tráfico más eficiente y una reducción de la congestión [11].

Con todo esto en mente, la Comisión organizó en 2002, junto con la industria del automóvil y otras partes interesadas, una reunión que dio como resultado la creación del Grupo de Trabajo *eSafety*, al que encargó que propusiera una estrategia para acelerar la investigación, desarrollo, despliegue y utilización de sistemas inteligentes de seguridad activa basados en TICs, con el objetivo de aumentar la seguridad vial en Europa [29]. Como resultado, el grupo *eSafety*, publica en noviembre de 2002 su informe final [30], en el que presenta 28 recomendaciones de actuación para fomentar la utilización de las TICs para mejorar la seguridad vial [4].

2.5.2. El sistema *eCall* como parte del vehículo inteligente

Tal y como se señalaba anteriormente, la aplicación de la telemática a los vehículos puede entrar en juego en los momentos posteriores al accidente, haciendo que el auxilio necesario llegase más rápidamente y, lo que es más importante, que los servicios de emergencia dispusiesen, previamente a su llegada, de información precisa del choque (localización exacta, número de pasajeros, vehículo, velocidad, etc.). Esto es lo que se conoce como *eCall*, y no es más que la implementación de una llamada de emergencia desde un vehículo con capacidad de localización.

La Comisión Europea, consciente de que podía desempeñar un papel clave a la hora de promover este sistema de llamada de emergencia en Europa, convirtió al *eCall* en uno de los objetivos prioritarios dentro de la iniciativa *eSafety* [6]. Gracias a ello, en la Primera Comunicación sobre *eSafety* para el desarrollo de vehículos inteligentes [4], se habla ya de la creación de un servicio armonizado paneuropeo de llamada de emergencia desde los vehículos (*eCall*), basado en el número de emergencia único europeo (112) ⁶. En este mismo documento, la Comisión se marca por objetivo llevar a cabo dos acciones principales; por un lado, instar al Foro *eSafety* a crear un grupo de trabajo para la puesta en práctica del sistema *eCall*; por otro, invitar a los organismos ISO ⁷, CEN ⁸ y ETSI ⁹, a establecer la normalización necesaria para su despliegue.

El Foro *eSafety* fue creado por la Comisión en 2003 a fin de facilitar la comunicación entre los distintos agentes; se trata por tanto, de una plataforma para el apoyo y seguimiento del proceso de aplicación de las recomendaciones realizadas por el Grupo de Trabajo *eSafety* [29]. Sin embargo, el Foro no fue la única plataforma de apoyo, tal y como se verá a continuación.

2.5.3. Apoyos para el despliegue

Para obtener los beneficios esperados de los sistemas de seguridad para vehículos inteligentes, resulta vital que éstos tengan una elevada penetración en el mercado; para ello, es

⁶El uso del 112 en lugar de cualquier otro número permite construir un servicio de alcance europeo con una inversión relativamente baja (desde el punto de vista del PSAP)

⁷Organización Internacional de Normalización / *International Organization for Standardization*. Es el encargado del desarrollo de normas internacionales [31]

⁸Comité Europeo de Normalización. Se encarga de preparar y redactar normas europeas [32]

⁹ Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones / *European Telecommunications Standard Institute*. Organización sin ánimo de lucro que se encarga de producir los estándares de telecomunicaciones que se emplearán en Europa [33]

fundamental que los sectores público y privado trabajen conjuntamente para impulsarlos [4].

Si la incorporación de tales sistemas únicamente contase con el apoyo del fabricante, solo los grupos con mayor poder adquisitivo podrían verse beneficiados, ya que estas mejoras estarán presentes en vehículos nuevos y a un precio superior. Por tanto, no solo el sector privado debe estar involucrado, si no que el respaldo del sector público se hace imprescindible para contribuir a un modelo de negocio común a ambos sectores, de tal forma que exista consenso entre ellos a la hora de cooperar y tomar las acciones adecuadas. Esta estrategia europea común es lo que se expone en [5].

Centrándose en el sector público, su responsabilidad recae en su actuación de cara a lo que normalización, homologación y sensibilización se refiere. En [4] se exponen las acciones comunitarias que en 2003 se pretenden llevar a cabo para facilitar el desarrollo e implantación de los sistemas inteligentes en los vehículos; estas son:

- Promoción de los sistemas de seguridad
- Adaptación de las disposiciones reglamentarias y de normalización
- Eliminación de obstáculos sociales y empresariales.

Con la puesta en marcha de estas tres medidas se espera que se reduzcan las muertes en las carreteras europeas, y que las necesidades ciudadanas de movilidad en condiciones de seguridad se satisfagan.

Sin embargo, no sólo la comunicación [4] plantea medidas para cumplir con los objetivos de la UE. El Programa de acción europeo de seguridad vial: *"Reducir a la mitad el número de víctimas de accidentes de aquí a 2010: una responsabilidad compartida"* [5], propone una estrategia europea común, así como medidas para mejorar la seguridad vial.

- Promocionar los sistemas de seguridad para vehículos inteligentes, a través del Foro *eSafety*
- Utilizar el VI Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico para respaldar la investigación
- Eliminar los obstáculos sociales o empresariales
- Seguir el proceso de normalización efectuado por las organizaciones ETSI y CEN
- Llevar a cabo una estimación de los beneficios socioeconómicos que podrían obtenerse tras la implementación del servicio *eCall*
- Utilización de Hojas de Ruta para realizar un seguimiento del proceso *eCall*

2.5.4. Memorándum de Acuerdo y Hoja de Ruta para su plena implantación en 2009

A mediados de marzo de 2004 el Grupo de Trabajo *eCall* elaboró un Memorando de Acuerdo (*European Memorandum of Understanding for Realisation of Interoperable*

In-Vehicle eCall, MoU) [34], con la finalidad de asegurar el desarrollo del servicio paneuropeo de llamadas de emergencia *eCall* a lo largo de la Unión Europea. Tal y como se resalta en [6], el Memorando no es un documento jurídico, sino un protocolo de acuerdo con el que se pretende reflejar la voluntad de cooperación de las organizaciones implicadas para alcanzar el objetivo propuesto.

Dichas organizaciones son, por un lado, las que intervienen directamente en el despliegue e implantación del *eCall* (Estados Miembro, operadores de telecomunicaciones, fabricantes de vehículos, centros de recepción de llamadas de emergencia, proveedores de servicios) y, por otro, las que intervienen para acelerar el proceso, como por ejemplo, las compañías aseguradoras o los clubes automovilísticos.

Tras ello, en 2005, la Comisión saca a la luz la Segunda Comunicación sobre *eSafety* [11], en la que se destaca que el sistema paneuropeo de llamada de emergencia *eCall* ya es una realidad que está lista para su despliegue. Junto a ello, se establecen las primeras acciones urgentes y las primeras prácticas necesarias para su implantación, con un dato a resaltar: el establecimiento de 2009 como fecha de implantación a gran escala.

Sin embargo, la puesta en marcha del servicio exige la cooperación de numerosas autoridades, llegándose a afirmar que *si los Estados miembros no toman medidas urgentes, el despliegue de eCall podría sufrir una sustancial demora* [11].

Para evitarlo, la Comisión, a través del grupo de trabajo *eSafety*, elabora una Hoja de Ruta y establece cuatro acciones a los Estados Miembro:

1. Firmar el MoU y comenzar a actuar. En el momento de la publicación de la Segunda Comunicación (Septiembre 2005) solo dos Estados Miembro figuraban en la hoja de firmas (Finlandia y Suecia) [35]
2. Promover el uso del 112 y acelerar la introducción de información de localización en las redes inalámbricas
3. Actualizar los PSAPs para que puedan gestionar llamadas *eCall*
4. Garantizar que el *eCall* se gestiona adecuadamente en los PSAPs

La Hoja de Ruta es la que aparece representada en la figura 2.17; de ella, destacan los siguientes puntos:

- Junio 2006: especificación completa del sistema *eCall* e inicio de desarrollo
- Finales 2007: ensayos en un entorno real con PSAP
- Septiembre 2009: introducción de *eCall* como opción estándar en todos los vehículos nuevos

2.5.5. Obstáculos encontrados. Necesidad de reconducir la iniciativa *eCall*

En [11] ya se hablaba de una posible demora en el despliegue de *eCall* si los Estados miembros no tomaban medidas urgentes, y un año después, en 2006, se afirmó que *"no va por buen camino"* [1]; efectivamente, así ha sido.

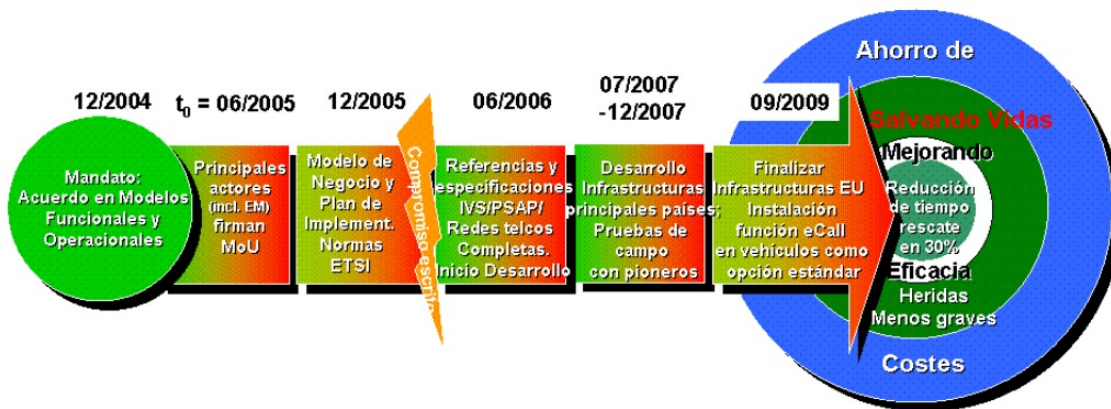


Figura 2.17: Hoja de Ruta para la implementación de *eCall*. Segunda comunicación sobre *eSafety*

En un primer momento, la Comisión Europea aspiraba a implementarlo en 2009; sin embargo, ha sufrido retraso a causa de la dificultad de poner de acuerdo al mismo tiempo a todas las partes interesadas (fabricantes de automóviles, de equipos telemáticos, operadores de telefonía móvil, proveedores de servicios, protección civil, Centros 112 -también conocidos como PSAPs-, diferentes ministerios de los Estados Miembros de la UE).

A pesar de que a finales de 2006 fueran ya siete Estados Miembro y dos asociados los que habían firmado el MoU (junto con otros trece que habían iniciado el procedimiento) [35], la situación de la iniciativa se encontraba en punto muerto a nivel europeo. Con el objetivo de reconducirlo, en 2006 la Comisión elabora un documento del que resulta un plan de implantación semejante al inicial pero con una demora de un año con respecto a éste [11]:

- ~~Junio 2006~~ Junio 2007: especificación completa del sistema *eCall* e inicio de desarrollo
- ~~Finales 2007~~ Finales 2008: ensayos en un entorno real con PSAP
- ~~Septiembre 2009~~ Septiembre 2010: introducción de *eCall* como opción estándar en todos los vehículos nuevos

De este modo, el plan de implantación de *eCall* actualizado a fecha 2005 quedaría tal y como aparece en la figura 2.18).

Al igual que ocurrió en [11], en la Comunicación de 2006 también se establecieron varias acciones (esta vez para reconducir el *eCall*), divididas en dos grandes grupos [1], y siempre bajo el respaldo de la Comisión Europea:

1. Medidas dirigidas a los Estados Miembro
2. Medidas dirigidas a la industria

Por un lado, las medidas dirigidas a los Estados Miembro se centraron en conseguir la firma del MoU por parte de todos los Estados, y que en ellos los servicios 112 estuviesen

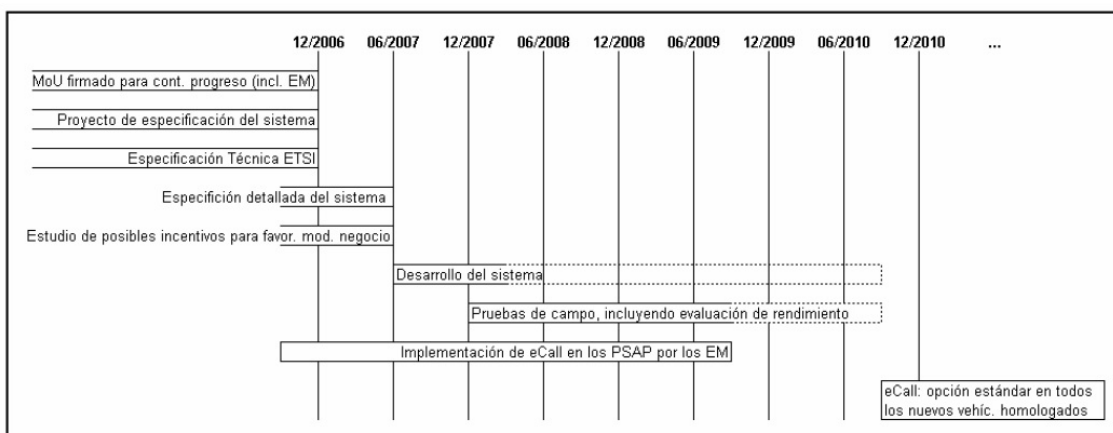


Figura 2.18: Plan de implantación de *eCall* actualizado por la CE en 2006 [1]

plenamente operativos, esto es, que los PSAPs tratasen de forma correcta tanto las llamadas como la información de localización enviada a través de las llamadas *eCall*, siempre garantizando la privacidad de los usuarios.

Por otro lado, la industria debería comprometerse a iniciar la evaluación de pruebas de campo en el periodo 2007-2009, y a introducir el *eCall* como opción estándar en todos los vehículos a partir de 2010.

2.5.6. El momento de implantar el *eCall*

En el año 2009 eran notables los progresos que se habían alcanzado y las medidas que había tomado la Comisión Europea [36]:

- Prestó su apoyo al grupo de trabajo *eSafety* y creó el Foro *eSafety*
- Invitó a todas las partes interesadas a firmar el MoU, documento de acuerdo que les comprometía a colaborar en la implantación del *eCall*. A fecha de 2009, 15 Estados Miembro habían firmado ¹⁰, 6 manifestaron su apoyo y su voluntad de firmar en breve ¹¹; el resto, no firmaron alegando costes elevados, fundamentalmente ¹²
- Dio a la luz las comunicaciones [1] y [11], en las que se definían distintos planes de implantación y recomendaciones
- Adoptó un plan de acción, dentro del cual se prevee el apoyo al despliegue de *eCall* [38]
- Adoptó una propuesta de Directiva que prevee un instrumento jurídico para imponer medidas a los Estados Miembro para introducir de manera armonizada la llamada de emergencia *eCall* paneuropea [39]

¹⁰Austria, Chipre, República Checa, Estonia, Finlandia, Alemania, Grecia, Italia, Lituania, Portugal, Eslovaquia, Eslovenia, España, Países Bajos y Suiza

¹¹Bélgica, Bulgaria, Hungría, Luxemburgo, Rumanía y Polonia

¹²En 2009 la UE se componía de 27 países [37]

- Todas las partes interesadas (Parlamento Europeo, Consejo de la UE, mayoría de Estados Miembro, ciudadanos), mostraron su apoyo a la iniciativa
- El CEN aprobó la estructura que deberá seguir el MSD de *eCall*, así como sus requisitos operativos esenciales
- El 3GPP aprobó el discriminador o indicativo de *eCall*, para distinguir entre llamada de emergencia al 112 y llamada *eCall*, y entre llamada *eCall* automática y llamada *eCall* manual
- ETSI y 3GPP aprobaron las especificaciones técnicas esenciales que definían los protocolos de comunicación entre IVS y PSAP (comunicación *inband*)

Sin embargo, a pesar de existir progreso, éste fue lento, haciéndose necesario adoptar nuevas medidas ya que la implantación del sistema *eCall* contaba con un notable retraso. Para ello, la Comisión saca a la luz una nueva Comunicación [36], en la que propone lo siguiente:

- Los operadores de telecomunicaciones móviles, representados por GSM Europe, han de gestionar las llamadas *eCall*, identificando el discriminador *eCall* y encaminándolas hacia el PSAP más adecuado
- Los Estados Miembro deben mejorar sus servicios de respuesta a las emergencias, la infraestructura de los PSAP (gestión del E112) y los datos contenidos en el MSD
- Utilizar el hecho de que *eCall* puede desplegar servicios de valor añadido (tacógrafo digital, peaje electrónico, etc.) para darle impulso

A pesar de todos los esfuerzos, a finales de 2009 seguían sin producirse progresos significativos, por lo que la Comisión se plantea tres posibles situaciones para salir del actual punto muerto en el que se encontraba la iniciativa:

- No intervenir
- Enfoque voluntario
- Enfoque regulador

A fin de determinar la opción más adecuada, la Comisión efectuó una evaluación de impacto [8]; en ella se vio como las dos primeras opciones no eran aceptables, pues supondrían que la llamada de emergencia estuviese en manos únicamente de servicios privados, haciendo que la penetración en el mercado fuese muy lenta y a un coste elevado. De este modo, el enfoque regulador fue considerado como la mejor opción para continuar con la implantación del servicio *eCall*.

De acuerdo con el enfoque regulador, *eCall* se basará en la instalación de equipos homologados que harán uso del número europeo de emergencia único 112, y en el establecimiento de un marco para tramitar la llamadas de *eCall*. De esta forma, el *eCall* podrá estar a disposición de todos los ciudadanos de Europa.

En 2012 el Parlamento Europeo aprobó el *Informe sobre ecall: un nuevo servicio 112 para los ciudadanos* [40], e instó a la Comisión a presentar una propuesta en el marco de la Directiva 2007/46/UE, a fin de garantizar la implantación obligatoria del sistema *eCall* para el 1 de octubre de 2015 [8].

Asimismo, la Comisión propuso una serie de medidas a adoptar para que el servicio *eCall* esté plenamente operativo el 1 de octubre de 2015 [8]:

- Obligar a la instalación de *eCall* en todos los vehículos de clase M1 y N1 (Directiva 2007/46/UE)
- Desarrollo y despliegue de los PSAPs de acuerdo a la Directiva 2010/40/UE
- Introducción del indicativo *eCall* en las redes de los operadores móviles

Finalmente, las últimas propuestas de legislación para poner en marcha el sistema son:

- Reglamento sobre los requisitos de homologación para que los vehículos se adecúen a *eCall* (y por el que se modifica la Directiva 2007/46/UE)
- Decisión sobre el despliegue del servicio *eCall* interoperable en toda la UE, en virtud de la cual la infraestructura pública se adecúa a *eCall*

Una vez aprobadas las propuestas anteriores, el objetivo de la Comisión es contar con un servicio *eCall* plenamente operativo en todo el territorio de la UE (así como en Islandia, Noruega y Suiza), para el año 2015 [41].

2.5.7. Proyectos europeos

Como ya se ha visto al comienzo del capítulo, la Comisión Europea señaló la importancia de desarrollar nuevas tecnologías para poder satisfacer el requisito que se impuso de que el número de víctimas de accidentes de tráfico se redujese a la mitad en el año 2010 [5]. Dados los escasos avances que se producían, una de las acciones tomadas por la EC fue la de apoyar esta investigación a través de proyectos europeos financiados; E-MERGE, GST RESCUE y el actual proyecto HeERO son ejemplos de proyectos que obtuvieron este apoyo.

Proyectos E-MERGE y GST RESCUE

Los proyectos E-MERGE y GST RESCUE surgieron con el objetivo de implementar un servicio paneuropeo de llamada automática de emergencia para reducir los tiempos de respuesta de los servicios de rescate en caso de accidente. Para conseguirlo, ambos proyectos contaron con el apoyo de la EC y de ERTICO [42], y se iniciaron definiendo una plataforma paneuropea común que, basada en las recomendaciones de la Comisión referentes al 112, utilizaría el E112 para la transmisión de datos [28].

A pesar de tener una plataforma común, ambos proyectos están diferenciados; mientras que E-MERGE define los primeros pasos del sistema *eCall*, GST RESCUE se encarga de asegurar que la información sobre el incidente está disponible en los vehículos de emergencia y que éstos llegan a escena de un modo rápido y seguro.

E-MERGE El proyecto E-MERGE (Abril 2002 - Marzo 2004) formó parte del V Programa Marco de la EC y fue lanzado con los siguientes objetivos [28]:

- Ofrecer una mayor calidad de vida a los ciudadanos europeos, garantizando que el servicio de llamadas de emergencia funciona en toda Europa
- Apoyar la política europea existente relativa al desarrollo tecnológico de un servicio *eCall* europeo
- Decidir cómo debería estructurarse el sistema paneuropeo, tanto en aspectos técnicos como operativos, para gestionar la llamada de emergencia
- Crear valor añadido y no ofrecer únicamente servicios de llamadas de emergencia, sino también servicios adicionales como la información de la ruta, la interactividad con el conductor, etc.
- Solucionar el problema de *Roaming* existente en los servicios de llamada de emergencia ofrecidos por los fabricantes de vehículos [43]

El sistema propuesto por E-MERGE puede verse en la figura 2.19, siendo los pasos que componen el diagrama los siguientes (aquellos marcados con (*) únicamente aplican en caso de tener contratado un Proveedor de Servicio (SP)):

1. El IVS inicia la llamada de emergencia *eCall* hacia el PSAP, a través del canal de voz 112. Junto con la llamada, envía un conjunto de datos, el MSD.
2. La llamada *eCall* (voz + datos) va a través de la red móvil hasta el operador de telecomunicaciones. El operador detecta que se trata de una llamada de emergencia y la encamina hacia el PSAP más apropiado; además, puede solicitar información adicional a través del CLI
3. El PSAP recibe tanto la llamada de voz como los datos, a través de un único canal
4. El PSAP envía un ACK de los datos al IVS y visualiza el MSD
5. (*) En caso de existir un SP, el IVS le enviaría los datos completos (*full set of data*, FSD)
6. (*) El SP recibe los datos y los añade a su base de datos para que estén disponibles para el PSAP
7. (*) El SP envía su ACK de datos recibidos al PSAP
8. (*) El PSAP contacta con el SP para que inicie una llamada con el conductor
9. (*) El PSAP accede a la base de datos del SP para obtener aquella información que ha sido enviada directamente al SP
10. El PSAP decodifica los datos recibidos

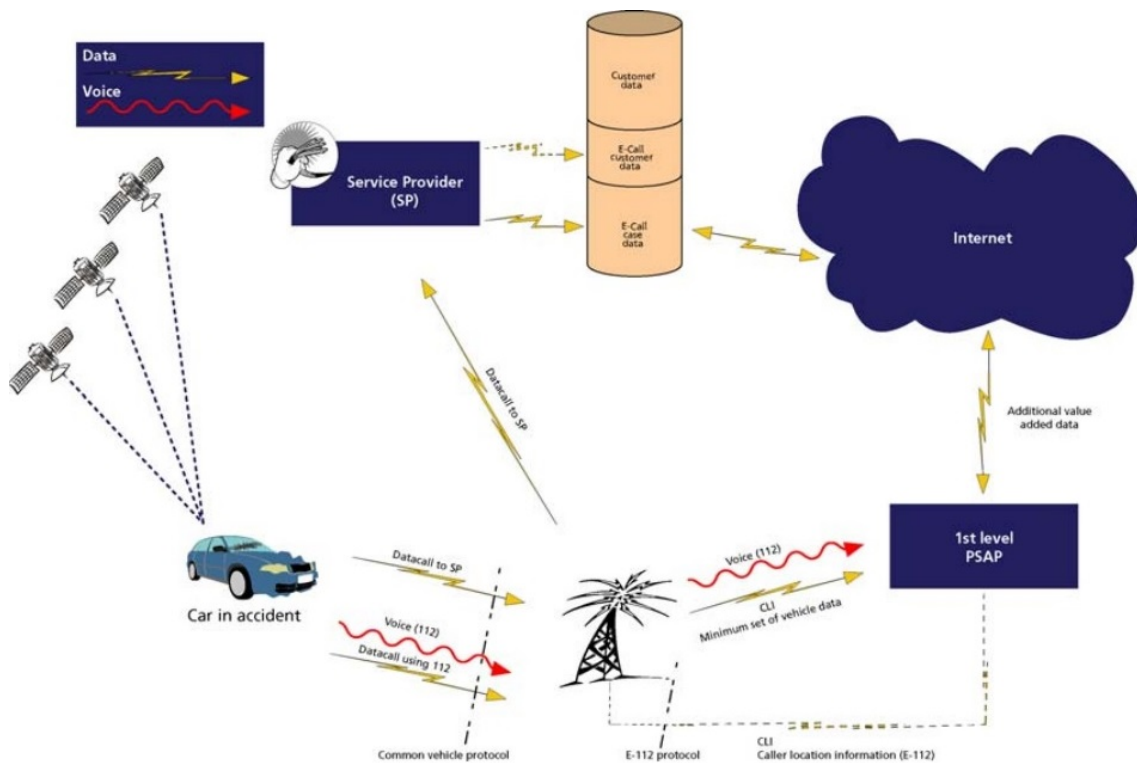


Figura 2.19: Vista general del sistema E-MERGE

11. El PSAP informa al centro de emergencia más adecuado de los detalles del accidente

Los resultados y logros que se obtuvieron, pueden resumirse en 4 ítem principales:

1. Se testearon y verificaron las especificaciones para la interfaz entre el IVS y el PSAP, a nivel paneuropeo
2. Se testearon y verificaron las especificaciones para la interfaz entre PSAP y SP, a nivel paneuropeo
3. Se elaboraron las especificaciones para el conjunto mínimo de datos (MSD)
4. Se elaboraron las especificaciones sobre cómo transmitir los datos MSD a través del canal de voz 112. E-MERGE testó el sistema con un 100 % de éxito, empleando un SMS para la transferencia de datos [44]

Del mismo modo, el proyecto encontró una serie de puntos débiles/abiertos que deberán mejorarse/resolverse en el futuro de cara a conseguir el despliegue del sistema paneuropeo *eCall*. Los principales son:

- las autoridades públicas y los fabricantes de vehículos deberán ponerse de acuerdo y establecer los sensores que determinarán la activación automática del sistema

- La infraestructura de los PSAP en los Estados Miembro. No todos los Estados utilizan el 112 como número de urgencia único y, por tanto, no todos tienen la infraestructura adecuada detrás de los PSAP. Las autoridades públicas son las que tienen que invertir en este punto
- El tiempo empleado para la transferencia de datos entre los distintos elementos oscila entre 2 y 260 segundos, lo cual no es aceptable [44]
- Los últimos pasos del proceso pueden optimizarse. A modo de ejemplo, los servicios de rescate podrían disponer de información en tiempo real del estado del tráfico, o los hospitales podrían ser prevenidos y conocer de antemano el estado de los pacientes que les van a llegar

GST RESCUE Como se acaba de ver, uno de los puntos débiles de E-MERGE fue la escasa actividad en los últimos pasos de la cadena. El proyecto GST RESCUE parte de los resultados de E-MERGE y va un paso más allá, desarrollando la última parte de la cadena del servicio de rescate de emergencia [43].

GST RESCUE es un subproyecto de tres años de duración, que fue apoyado por la EC y coordinado por ERTICO. Formó parte del VI Programa Marco de la Comisión Europea, y tuvo lugar desde marzo de 2004 hasta febrero de 2007 [28].

La principal característica de este proyecto reside en que pretende asegurar que la información sobre el incidente esté disponible en los vehículos de emergencia, mediante el intercambio de información entre las unidades de rescate y los centros de control, de forma que éstos lleguen a escena de una forma rápida y efectiva. Para ello, la cadena se completa proporcionando información precisa de localización del accidente (la misma que viaja en el MSD) a los servicios de emergencia, y advirtiendo al resto de usuarios de que se aproximan los servicios de emergencia [43]. Una vez que los vehículos de emergencia han abandonado el escenario, es posible que toda la información recogida durante su estancia se envíe al hospital al que se dirigen.

La figura 2.20 muestra la cadena de respuesta que desarrolla el sistema GST RESCUE.

Proyecto HeERO

HeERO (*Harmonised eCall European Pilot*) es un proyecto financiado por la Unión Europea que surge como antecesor del futuro *eCall* con el objetivo de ayudar a los Estados Miembro a preparar el desarrollo de la infraestructura necesaria en Europa para que el servicio de llamada armonizado paneuropeo *eCall* sea una realidad en 2015 [25] [45].

La arquitectura planteada es muy similar a la vista anteriormente en la introducción a los sistemas *eCall* (sección 2.1), y puede verse en la figura 2.21.

El proyecto se inició en 2011 y consta de dos fases; en la primera de ellas, conocida como HeERO1 (Enero 2011-Diciembre 2013), han participado nueve países Europeos, a saber, Croacia, República Checa, Finlandia, Alemania, Grecia, Italia, Países Bajos, Rumanía y Suecia), con el objetivo de poner en marcha el sistema *eCall* a través de la preparación de la infraestructura necesaria, obteniendo los siguientes logros [45] [46]:

- Definición de los requisitos funcionales y operativos necesarios, así como de la arquitectura de *eCall* que se empleará en cada país participante

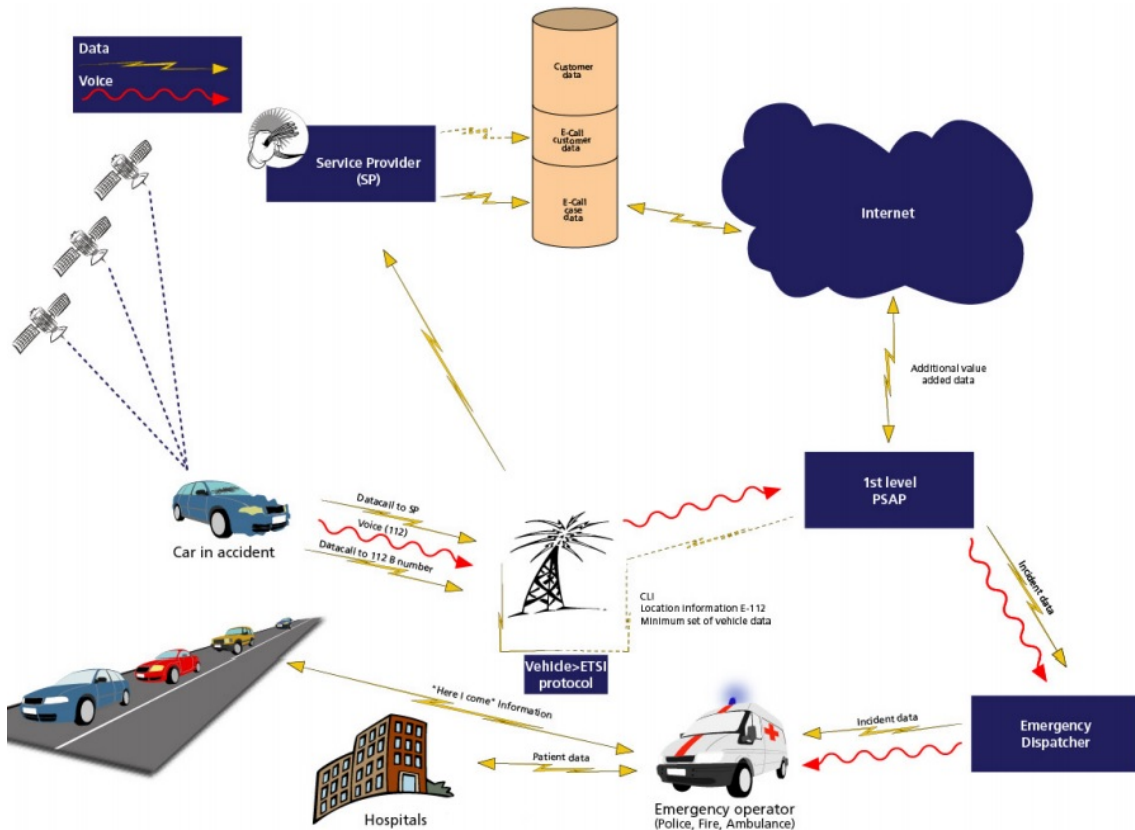


Figura 2.20: Vista general del sistema GST RESCUE

- Implementación el sistema conforme a los estándares y medidas regulatorias europeas establecidas
- Preparación de la infraestructura técnica necesaria para conseguir el despliegue del servicio
- Difusión de los resultados obtenidos a las autoridades públicas, instituciones, industria y a los usuarios, con el objetivo, para el caso de las organizaciones europeas CEN y ETSI, de permitir la finalización del proceso de estandarización del *eCall* [25]

La segunda fase, HeERO2, se encuentra vigente en la actualidad; comenzó el 1 de Enero de 2013 y tiene una duración prevista de 2 años, hasta 2015, fecha establecida por la Comisión para que el *eCall* sea obligatorio en Europa [8]. En esta segunda fase, otros 6 países se añadieron a los nueve pilotos con los que ya se contaba anteriormente; junto con España, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Luxemburgo, y Turquía fueron las nuevas incorporaciones. Para esta nueva fase los objetivos se centran en probar y validar, bajo condiciones reales, las normas europeas de *eCall* que han sido previamente definidas y aprobadas por los organismos europeos de normalización, así como las experiencias piloto que se definieron en la primera. De ella, se espera:

- Obtener los resultados de los pilotos y promover las mejores prácticas a adoptar por los estados que no participan en HeERO

Figura 2.21: Arquitectura *eCall* del proyecto HeERO

- Establecer recomendaciones para futuros desarrollos y/o actividades en Europa
- Demostrar la interoperabilidad y la utilidad de armonizar el servicio de *eCall* en toda la UE

La distribución de países participantes y fases puede verse en la figura 2.22.

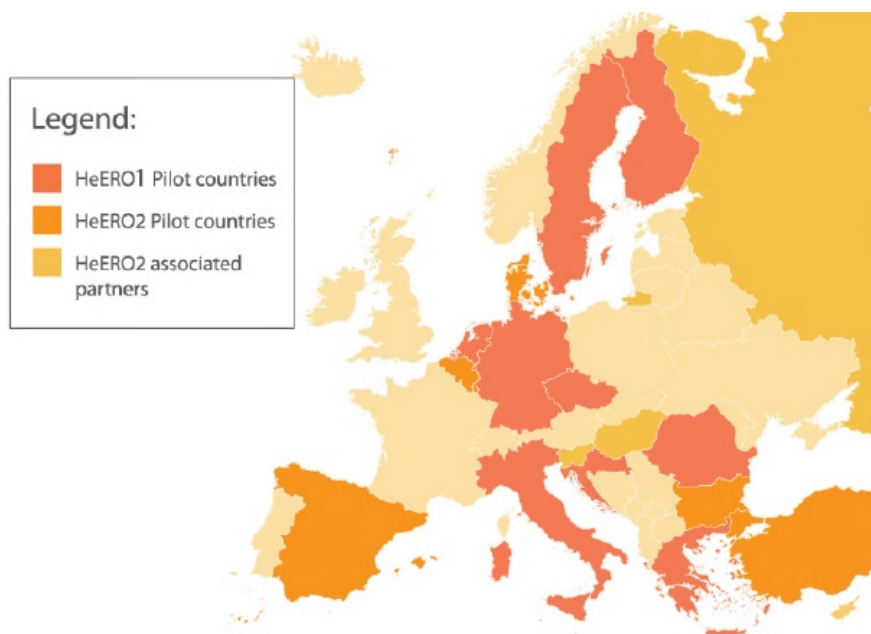


Figura 2.22: Países piloto y países asociados del proyecto HeERO

Caso Español Para cada uno de los pilotos participantes en el proyecto HeERO, se ha definido una arquitectura de alto nivel; en el caso español, dicha arquitectura aparece reflejada en la figura 2.24 y viene caracterizada por [47]:

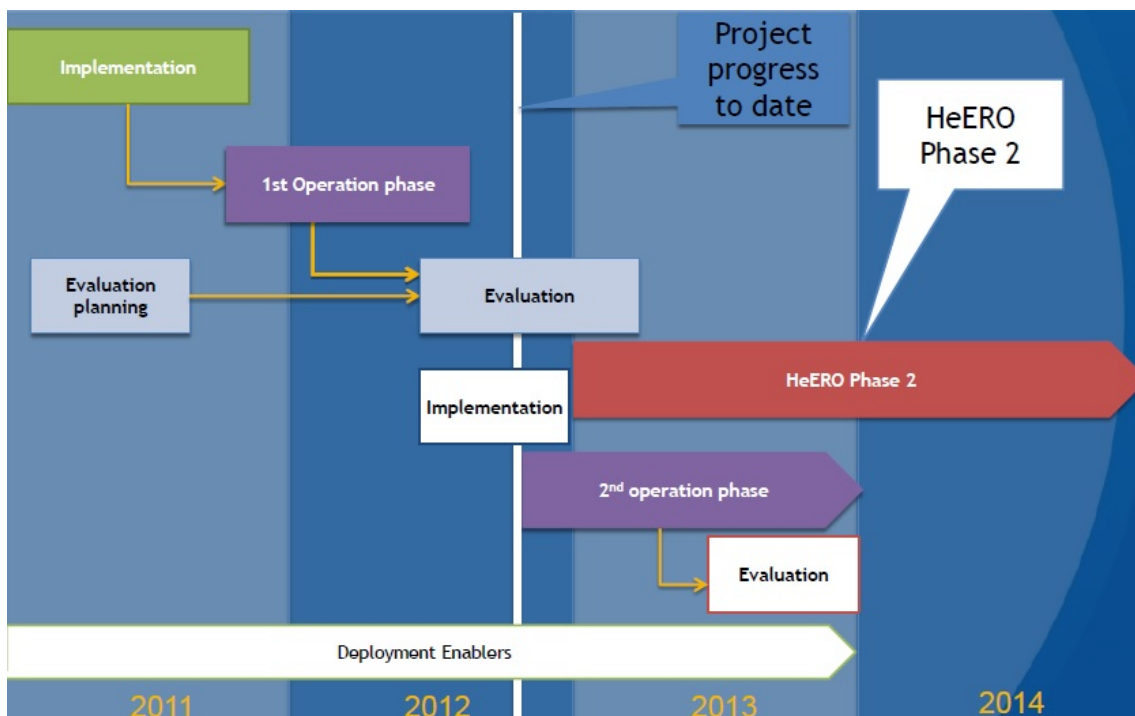


Figura 2.23: Línea del tiempo del proyecto HeERO. Fuente [2]

- Se basa en un **PSAP intermedio**, localizado en Dirección General de Tráfico (DGT) y proporcionado por Ericsson, Telefónica, SICE y GMV. El PSAP intermedio será el encargado de gestionar las llamadas *eCall* manuales o automáticas; recibirá la información del IVS, la tratará y decidirá si se trata de una llamada de emergencia real o no. En caso de serlo, informarán por audio al PSAP 112 regional adecuado.
- La implementación del piloto involucra cuatro regiones: Galicia, Castilla y León, Madrid y la Comunidad Valenciana. Entre las cuatro cubren el 31 % del territorio español y el 36 % de la población total
- Para las pruebas, se cuenta con 22 **IVSs**, 12 instalados en vehículo y 10 en motocicletas. FICOSA, GMV y CTAG serán las empresas que los proporcionen.
- Tiene interfaz directa entre el PSAP intermedio situado en la DGT y los cuatro **PSAPs 112 regionales** (uno por región). Cada PSAP regional manejará las emergencias que le lleguen del PSAP intermedio.
- El operador de red o **MNO** será el encargado de rutar la llamada *eCall* desde el IVS hacia el PSAP intermedio. En el caso español, el operador empleado será Telefónica y deberá modificar su arquitectura de red para discriminar entre llamadas de emergencia *eCall* y llamadas de emergencia al 112.

con una persona física en caso de producirse una situación de emergencia, con la que establece una llamada de voz y a la que envía información relativa al accidente (posición del vehículo e identificación del mismo). El desencadenante de la llamada puede ser, o bien una pulsación del propio usuario a través del botón SOS situado sobre su cabeza (véase figura 2.25), o bien una activación automática por parte de una unidad de control instalada en el vehículo [28].

Además de la llamada de emergencia, el sistema *TeleAid* provee al usuario de otras funcionalidades, tales como el bloqueo de puertas remoto (a través de una petición al vehículo) o recuperación de vehículos robados (a través de una señal que envía el sistema telemático a la red cuando la alarma del vehículo se dispara).



Figura 2.25: Aspecto del botón SOS del sistema Tele Aid de Mercedes Benz

BMW – Assist Advanced eCall

El sistema de pago *Assist Advanced eCall* de BMW es un sistema automático de llamadas de emergencia que, en caso de accidente, se pone en contacto con el centro de atención de llamadas de BMW, siguiendo el diagrama de flujo que puede verse en la figura 2.26 [51].

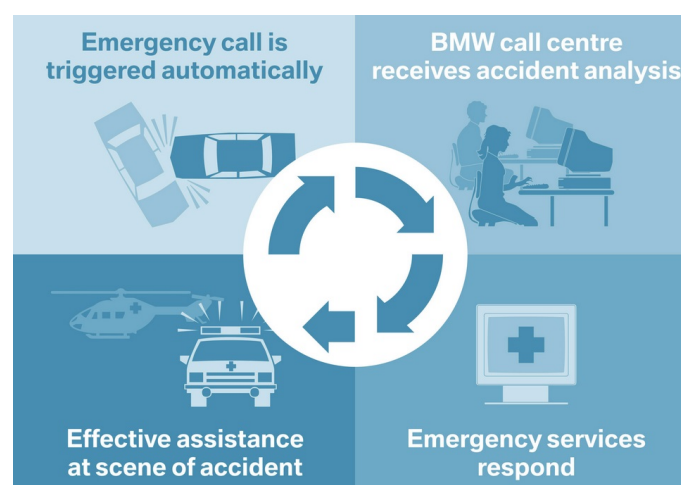


Figura 2.26: Funcionamiento del sistema *Assist Advanced eCall* de BMW

Se trata de un sistema que está operativo desde 1999 y que, en caso de accidente, envía un SMS a un centro de atención de llamadas de BMW con información detallada

del mismo (e.g. ubicación exacta, número de ocupantes, número de airbags desplegados, etc.), al mismo tiempo que se establece una conexión de voz directa entre el vehículo y dicho centro [28].

Con toda esta información BMW pretende predecir la gravedad de las lesiones y que los servicios de emergencia puedan actuar de manera más eficiente.

Volvo On Call system

El sistema Volvo *On Call*, es un sistema de comunicación basado en GPS que proporciona asistencia personal en carretera y emergencias 24 horas. Volvo empezó a ofrecer este servicio en Suecia en 2001 [28].

Cuando salta el airbag y/o los pretensores del cinturón de seguridad, o cuando se pulsa manualmente el botón SOS, se activa el aviso al centro de Volvo *On Call* y se abre una línea de voz con el vehículo para saber el estado de los ocupantes y poder evaluar la asistencia necesaria. Además, junto con la línea de voz, el sistema envía datos de posición gracias al sistema GPS que lleva integrado [52].

PSA Peugeot Citroen Localized Emergency Call

Los fabricantes Peugeot y Citroen cuentan desde 2003 con un sistema de llamada de emergencia, que envía un SMS en caso de accidente a un centro de atención de llamadas para informar de la ubicación del vehículo en el momento del impacto, así como de sus últimas diez posiciones conocidas, con el fin de determinar la trayectoria [28]. Tras el SMS, establece una conexión de voz entre el vehículo y el centro de atención de llamadas, quien decidirá si es necesario informar a los servicios de emergencia [53] [54].

La detección de accidente la realiza a través de sensores de colisión, que determinan si el vehículo ha sufrido o no un accidente a partir de sus desaceleraciones y la activación de dispositivos de seguridad, como el *airbag*. También ofrece la posibilidad de que la llamada se inicie de forma manual a través del botón SOS que hay disponible en el habitáculo (véanse figuras 2.27 y 2.28).

Las características de seguridad este sistema han hecho a finales de 2010 recibiese el premio *Euro NCAP Advanced* [55].



Figura 2.27: Aspecto del botón SOS para vehículos Citroen



Figura 2.28: Aspecto del botón SOS para vehículos Peugeot

Ford SYNC Emergency Assistance

Ford SYNC Emergency Assistance realiza una llamada automática a los servicios de emergencia si el coche ha estado involucrado en un accidente lo suficientemente grave como para provocar el despliegue de los *airbags*; además, y gracias a un módulo GPS que lleva a bordo, transmite un mensaje indicando su ubicación. La figura 2.29 muestra lo que vería el conductor en la pantalla del vehículo.

A diferencia de otros sistemas que utilizan servicios basados en suscripciones, *Ford SYNC Emergency Assistance* se conecta con cualquier teléfono móvil compatible con *Bluetooth*, lo que hace que no existan cuotas anuales o mensuales a pagar por el cliente. Sin embargo, tiene la restricción de que el sistema no funcionará si el teléfono móvil del conductor no está conectado vía *Bluetooth* [56].



Figura 2.29: Aspecto de la interfaz de emergencia en vehículos Ford

2.5.9. Experiencias en Estados Unidos y Japón

Al igual que ha ocurrido en Europa, Estados Unidos y Japón también se vieron en la necesidad de diseñar algún tipo de sistema que consiguiese mejorar el tiempo de respuesta ante un accidente de tráfico, de modo que se viese reducido el número de víctimas mortales en carretera.

Como consecuencia surgieron las notificaciones de emergencia a través de telefonía móvil, los postes de socorro o los dispositivos *Mayday*, siendo estos últimos el equivalente estadounidense del *eCall* europeo [6].

Estados Unidos

Los sistemas *Mayday* fueron aprobados por la Comisión Federal de Comunicaciones a principios de los años 90, y se empezaron a comercializar en Estados Unidos a partir de 1996. Lo hicieron en dos variantes: una que empleaba telefonía móvil; otra, vía satélite. Ambas alertaban a los centros de recepción de llamadas de emergencia a través de un dispositivo instalado en el interior del vehículo; el aviso ocurría de forma manual, si bien es cierto que pronto se incorporaron los dispositivos de notificación automática (ACN, *Automatic Collision Notification*) de la mano de *General Motors*.

La compañía estadounidense de automóviles *General Motors* [57], comenzó a ofrecer a partir de 1996 el sistema *OnStar* en sus modelos. *OnStar* es un dispositivo telemático que combina control del vehículo junto con sistemas de monitorización con localización y comunicaciones inalámbricas. Su acogida inicial fue muy positiva, llegando a tener más de 10 millones de usuarios en el año 2004 (véase figura 2.30) [58].

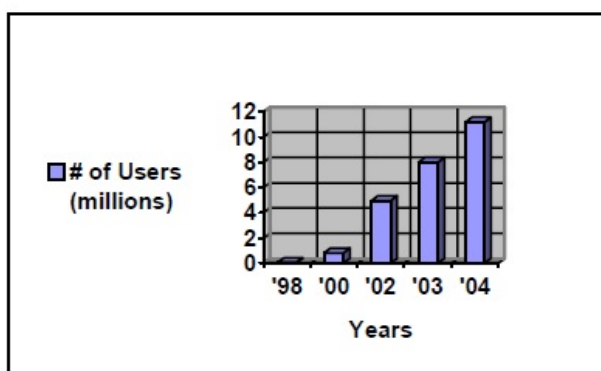


Figura 2.30: Evolución del número de abonados al sistema *OnStar* en EEUU

En sus inicios, *OnStar* tenía como objetivos prioritarios la seguridad y la protección de los clientes, pero poco a poco la telemática fue ganando posiciones entre ellos, pues con el auge de Internet en los 90, GM vio como ésta podría ser aprovechada para mejorar el modelo de negocio del fabricante de automóviles [59].

De entre todas las opciones que ofrecía la telemática, *OnStar*, se decantó por una oferta en torno a la seguridad que fuese simple, fiable, fácil de usar y que no distrajese al conductor. El resultado puede verse en la figura 2.31 [60]. El sistema incluye servicios de emergencia (llamada automática si se detecta un evento de choque a través de una serie de sensores integrados en el vehículo), asistencia en carretera, diagnóstico remoto y seguimiento de vehículos robados (proporcionando un código de seguridad al sistema remoto). Además, incorpora un “Asesor Virtual” que se comunica con el conductor mediante reconocimiento de voz, ya que siempre tiene presente la filosofía de “no distraer al conductor”. La figura 2.32 ofrece una visión de los servicios proporcionados por el sistema *OnStar* [61].



Figura 2.31: Aspecto del sistema *OnStar* desarrollado por GM

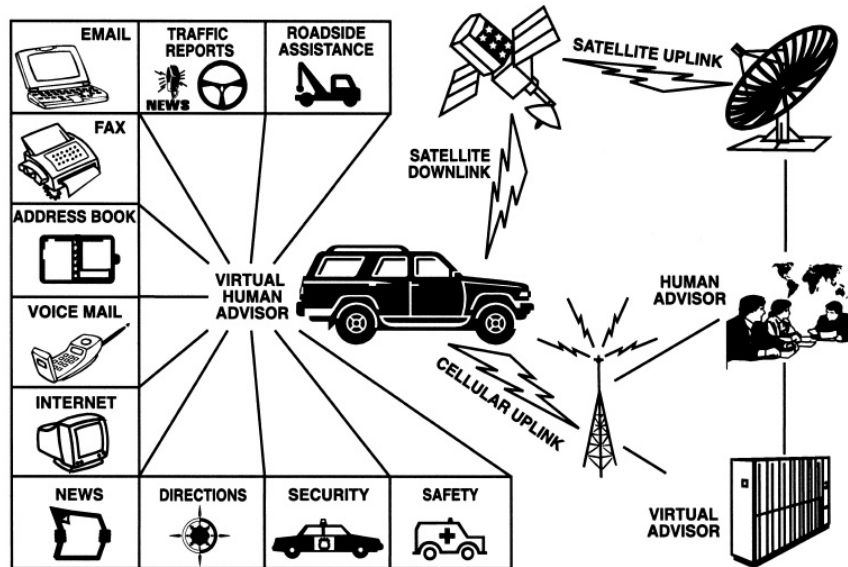


Figura 2.32: Servicios proporcionados por el sistema *OnStar*

Actualmente el sistema *OnStar* está disponible no sólo en EEUU, si no también en otros lugares como China (desde 2009 [62]) y México (desde 2013), donde su precio ronda los 20 euros mensuales [63].

Los altos costos involucrados en el negocio de la telemática, junto con la falta de experiencia en este la industria, llevó a muchos fabricantes de automóviles a formar una alianza con *OnStar*; sin embargo, también aparecieron otros sistemas como *Wingcast*, de Ford/Qualcomm, o el sistema *On-Guard*, desarrollado por las Tecnologías ATX en 1999 [6].

Japón

Al igual que en Europa y EEUU, Japón se propuso combatir el elevado número de muertes en carretera; para ello, creó en 2002 un sistema privado denominado *HelpNet Service* que, al igual que el *eCall*, permite realizar una llamada de emergencia desde el vehículo [6].

El propósito con el que surgió *HelpNet* fue el de reducir el intervalo de tiempo entre la detección del accidente y la llegada del personal de rescate. Ante una colisión, el sistema *HelpNet* establece una comunicación automática entre el vehículo y el centro de operaciones, quien determinará si es necesario avisar a los sistemas de emergencia para que acudan al lugar del accidente [64]. Todo ello gracias a que el sistema instalado en el vehículo cuenta con un GPS.

La figura 2.33 describe de forma gráfica su funcionamiento.

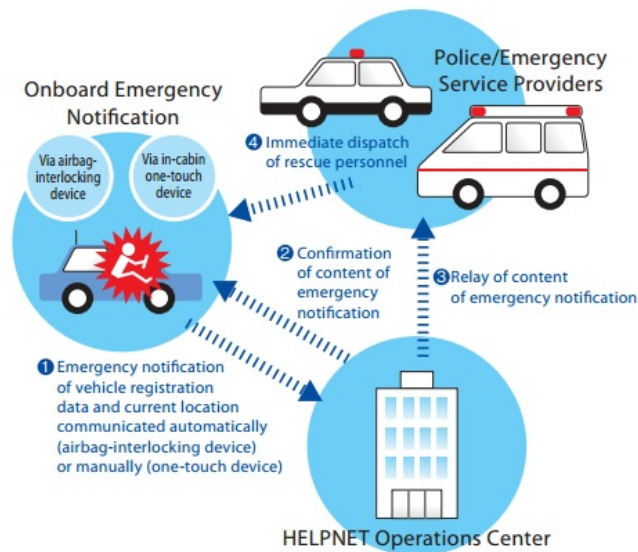


Figura 2.33: Funcionamiento del sistema HELPNET

En esta misma línea, en el año 2002 surgió un nuevo sistema, denominado *HelpNet-Keitai*, de funcionamiento es similar al anterior pero con la particularidad de que se puede emplear desde cualquier lugar gracias a que lleva un teléfono móvil con GPS.

2.6. Requisitos de todo Sistema *eCall*

Los requisitos que se deben cumplir para que la llamada *eCall* sea compatible con los Estándares Europeos, se pueden resumir en tres *items* principales [14]:

- El PSAP debe cubrir todo el área de cobertura de los países europeos involucrados en el *eCall*
- Debe existir la capacidad de *roaming* entre ellos
- Deben existir redes de comunicaciones inalámbricas públicas, implementadas por los diferentes operadores de red europeos, que ofrezcan:
 - mecanismos de transporte en tiempo real
 - transmisión de voz y datos por el mismo canal
 - mecanismos seguros de transporte y rutado (TS12)
 - ACKs automáticos (de acuerdo con los protocolos de alto nivel definidos en [65])

Si se focaliza en el lado del IVS, los requisitos genéricos que podrían resaltarse son los siguientes [66]:

- El IVS debe incluir un dispositivo de acceso a la red (NAD, e.g. modulo GSM) capaz de soportar *eCall*
- Dicho dispositivo debe ser robusto, fiable y ha de cumplir los estándares de la ETSI¹⁴.
- El dispositivo incluido en el IVS debe ser capaz de sobrevivir a un accidente.
- El IVS debe detectar cuándo se ha iniciado el proceso de *eCall*
- Un indicador de progreso de llamada se proporcionará para el usuario, mientras que la transmisión está en MSD progreso.
- El *eCall* puede iniciarse de forma automática, debido por ejemplo a una colisión, o manualmente, a través de los ocupantes del vehículo.
- Cuando se produce una colisión, el sistema *eCall* debe determinar de forma automática si lanzar o no el proceso de *eCall*
- El IVS debe incluir un indicador que avise de que la llamada *eCall* en curso se ha activado, bien de forma manual, bien automática
- La llamada *eCall* automática o manual debe discriminarse a través de un *flag*, de forma que la red lo filtre para rutear la llamada al PSAP más adecuado
- Una vez lanzado, el *eCall* debe enviar el MSD al MNO a través del número Europeo E112
- El sistema *eCall* debe también lanzar una conexión de voz entre el vehículo y el PSAP más cercano, a través del E112
- El PLMN debe ser capaz de discriminar entre una llamada de emergencia al 112 y una llamada *eCall* a través del discriminador *eCall*; éste formará parte del MSD enviado por el IVS
- El PSAP debe ser informado de que la llamada entrante que recibe es una *eCall*
- El conjunto mínimo de datos (MSD) enviados por el vehículo (IVS), no excederá los 140 bytes
- El MSD típicamente debe llegar al PSAP, como máximo, 4 segundos después del momento en el que se establece la comunicación IVS-PSAP
- El MSD debe enviarse antes de, en paralelo, o al comienzo de la comunicación de voz de la llamada *eCall*
- Si por cualquier circunstancia el MSD no se enviase, o fuese corrupto o, incluso, se perdiese por alguna razón, la funcionalidad no se vería afectada

¹⁴ETSI TS 122 101, ETSI TS 124 008, ETSI TS 126 267, ETSI TS 126 268, ETSI TS 126 269

- Tanto la llamada de voz como los datos enviados en el MSD deben encaminarse al mismo PSAP
- El PSAP debe confirmar la recepción del MSD al IVS
- Si fuese necesario, el PSAP podría solicitar al IVS una retransmisión de los datos
- La llamada automática debe habilitarse cuando el motor se enciende, y deshabilitarse cuando éste se apaga.
- Si una llamada *eCall* está en curso cuando el motor se apaga, dicha llamada no puede finalizarse automáticamente. El sistema no deshabilitará la llamada automática hasta que ésta no haya finalizado.
- En cuanto a la opción manual, es responsabilidad del fabricante determinar cuánto estará disponible (siempre, cuando el motor esté encendido, etc.). Asimismo, el fabricante tiene la responsabilidad de diseñar e implementar todas las medidas necesarias para evitar falsas llamadas de emergencia.
- Solo el PSAP puede finalizar una llamada en progreso
- El PSAP puede preguntar por datos adicionales durante el transcurso de la llamada
- Para evitar problemas de congestión, el IVS no debe intentar registrarse en la red, a menos que vaya a lanzar la llamada de emergencia. En este caso, deberá permanecer registrado hasta que la emergencia finalice [17]
- *Roaming*. La llamada de emergencia debe estar disponible en cualquier punto de la UE y de los países asociados a la iniciativa

2.7. Impacto asociado a la introducción de *eCall*

Dada la necesidad de estudiar y cuantificar los efectos de la introducción de sistemas inteligentes, como lo es la llamada *eCall*, dentro de los vehículos, surgen una serie de estudios que analizan las diferentes categorías de impacto, donde las relacionadas con la seguridad y los costes económicos destacan sobre las demás (como pudiera ser el impacto en el tráfico o en el medio ambiente). [67] es uno de estos estudios, y ofrece un análisis detallado del impacto del *eCall*, basándose en la experiencia de diferentes países europeos, tratándose con más profundidad cuatro de ellos: Reino Unido, Noruega, Finlandia y Hungría. La información fue recogida a través de cuestionarios enviados a diferentes actores (fabricantes de vehículos, operadores de red, estados miembros, PSAPs, proveedores de *eCall* y compañías de seguros), siendo sus principales conclusiones las siguientes:

- El impacto general en las muertes y en la congestión es diferente en los distintos países, debido, principalmente, a las diferencias existentes en la geografía, meteorología e, incluso, en el rendimiento de los servicios de rescate
 - En Finlandia se estimó un ahorro del 8.4 % de muertes en la carretera, mientras que en el Reino Unido fue sólo del 1 %.

- En Reino Unido se estima una reducción de la congestión producida por los accidentes en torno al 3 %, mientras que en Países Bajos y Hungría, en torno a un 17 %.
- En ninguno de los cuatro estudios se encontró una relación estadísticamente probada entre la mejora de los plazos de tiempo en los que los servicios de rescate europeos operan y una disminución de víctimas mortales o heridos. Sin embargo, es de esperar que el mayor beneficio de las víctimas del accidente se produzca cuando el *eCall* mejore sustancialmente el tiempo de rescate (por ejemplo, 15 minutos o más). La mejora se encuentra principalmente en las zonas escasamente pobladas, donde los accidentes pueden permanecer no declarados durante un periodo largo de tiempo.
- En los cuatro países, los costes asociados a la implementación de *eCall* son relativamente bajos (ya que disponen de PSAPs desplegados)

Sin embargo, [67] no es la única referencia, si no que existen en la literatura otros muchos proyectos que surgieron con el mismo objetivo. En la tabla 2.2 pueden observarse los más relevantes, junto el impacto en concreto que motiva su análisis ¹⁵ [68].

Estudio	Seguridad	Tráfico	Medio Ambiente	Economía
eIMPACT	X	X	-	X
TRACE	X	-	-	X
AINO	X	-	-	X
SEiSS	X	X	-	X
SBD	X	-	-	X
E-MERGE	X	-	-	X
Swedish eCall Evaluation	X	X	-	X

Cuadro 2.2: Impacto analizado por diferentes estudios de la literatura

A continuación se exponen los más destacados.

Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe, Cost-Benefit Analyses for standalone and co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems [69]

El proyecto *eIMPACT* se encuentra situado dentro del Sexto Programa Marco de la UE y está dedicado a la evaluación del impacto socio-económico, del tráfico y de la seguridad, no sólo del *eCall* si no también del resto de sistemas inteligentes que pueden ir instalados en los vehículos (ABS, ESP, ASR, etc.). Como principal aportación, se destaca

¹⁵Ninguno hace referencia al impacto que supone en el medio ambiente, pero resulta evidente que las mejoras en la congestión del tráfico suponen una repercusión directa

la estimación de la tendencia de accidentes hasta el año 2020; tal y como puede observarse en la figura 2.34, se espera una reducción en la Europa de los 25, de algo más de un factor 3 con respecto a las cifras de 1991 [67].

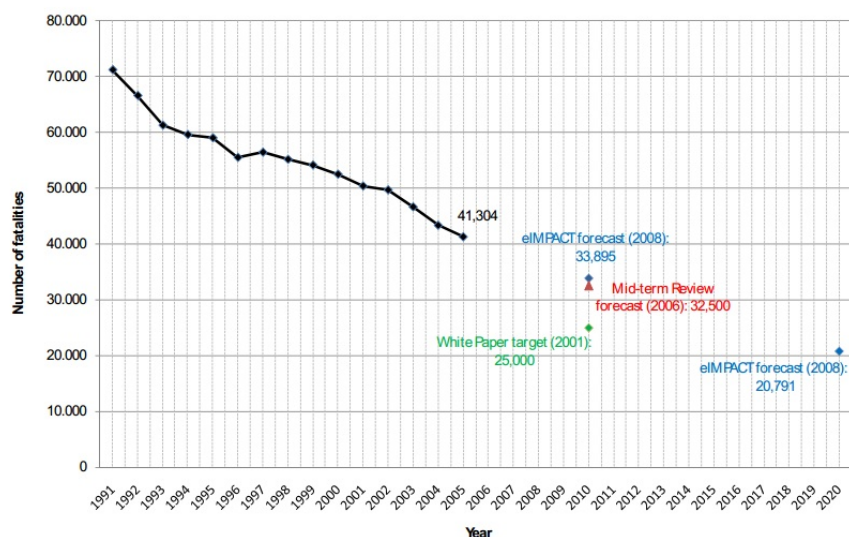


Figura 2.34: Pronóstico de *eIMPACT* en el número de fatalidades

En cuanto a la congestión del tráfico, considera que el *eCall* no es un servicio que vaya a tener una repercusión directa sobre él, si no más bien afirma que su eficiencia se verá reflejada en la rapidez para llegar a los accidentes que pasan más inadvertidos (especialmente los que ocurren de noche y con poco tráfico). Aún así, estima que el *eCall* ahorrará entre 3 y 4 millones de euros en costes de congestión en el año 2020.

Por otro lado, el estudio prevee los costes socio-económicos y los beneficios de *eCall*, partiendo de la hipótesis de que el porcentaje de vehículos equipados con *eCall* en 2020 estará en torno al 35,6-46,9 % (frente al 0,1-0,3 % de 2012). Los resultados obtenidos suponen que, para el año 2020, el coste asociado a tener instalado un sistema como *eCall* en los vehículos rondará los 60 euros, mientras que los costes asociados al despliegue de la infraestructura necesaria en la UE, ascenderían a unos 29,4 millones de euros al año [27]. Por contra, la reducción de lesiones graves y de víctimas mortales haría que se tuviesen unos beneficios en torno a 700-1,200 millones de euros al año.

E-MERGE Compiled evaluation results [70]

El objetivo del proyecto *E-MERGE* ¹⁶, que vio la luz en 2004, era proporcionar pruebas que demostrasen la viabilidad del *eCall* en el contexto paneuropeo. Para ello, se llevó a cabo una estimación de los efectos potenciales más significativos de *eCall* en la seguridad vial, y se realizó un cuestionario dirigido a los expertos que trabajan en los PSAP de diferentes países de la UE (Italia, España, Alemania, Países Bajos, Suecia y Reino Unido).

A partir de las contestaciones de los expertos, se estimó, por un lado, que el *eCall* podría llegar a disminuir el número de víctimas mortales en accidentes de tráfico en un 5-

¹⁶El proyecto E-MERGE fue financiado por la Comisión Europea

10 % en la UE (lo que equivale de 2000 a 4000 vidas al año), mientras que no se mostraron efectos positivos sobre las lesiones leves. Por otro lado, el estudio afirmó que el tiempo de respuesta ante un accidente se vería reducido en un 50 % aproximadamente en zonas rurales y hasta en un 40 % en zonas urbanas [11], lo que hace esperar que se consiga la reducción de víctimas vista anteriormente y, además, la congestión se vea reducida en un 20 %, aproximadamente.

Finalmente cabe destacar que el proyecto *E-MERGE* utilizó los resultados del estudio Alemán STORM (*Stuttgart Transport Operation by Regional Management* [7]) para estimar el impacto de *eCall* en el tiempo entre la detección de accidentes y la llegada de los servicios de emergencia. Los resultados indicaron que el tiempo de rescate se reduciría de 21,2 a 11,7 minutos en las zonas rurales y de 13 a 8 minutos en las zonas urbanas.

Exploratory Study on the potential socio-economic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles [27]

El presente estudio, también conocido como *SEiSS*, surgió con el objetivo de proporcionar una visión general del impacto de los IVSS, proporcionando factores para estimar su beneficio e impacto socio-económico. El estudio es más general que los anteriores, pues no sólo estudia los efectos del *eCall*, si no que además considera otros sistemas inteligentes ¹⁷, como la asistencia de cambio de carril y el control de crucero adaptativo, entre otros.

Basándose en los resultados del proyecto *E-MERGE* [70], el estudio estima que entre 2.492 y 7.477 muertes en carretera pasarían a ser lesiones graves, y que entre 30.013 y 45.019 lesiones graves se cambiarían por leves, como resultado de la introducción del *eCall*; todo ello supondría una reducción anual en el número de heridos graves entre 27.521 y 37.542.

En cuanto al impacto en la congestión producida por un accidente, el estudio estima que la introducción del *eCall* supondrá una reducción en el tiempo de congestión del 10-20 %, lo que implica un ahorro de costes de congestión que va desde los 170 hasta los 470 millones de euros en la Europa de los 25.

Finalmente, el estudio *SEiSS* analizó la rentabilidad socio-económica de la implementación de *eCall* en 25 países de la UE, obteniendo como resultado una relación beneficio-coste muy favorable (superior a 1 y, pudiendo llegar, en el caso más optimista, al 8,5 ¹⁸). En cifras, el estudio arroja unos beneficios totales anuales de hasta 26000 millones de euros, y unos costes anuales totales de unos 4550 millones de euros [11].

Socioeconomic benefits of eCall in Sweden [71]

Este artículo presenta los beneficios socio-económicos estimados para el despliegue del *eCall* en Suecia. Según los datos obtenidos, se espera que el *eCall* consiga una reducción del número de víctimas mortales en carretera en torno a un 4 %, y una reducción del número de lesiones graves en un 3-4 %.

¹⁷Los conocidos como ADAS

¹⁸Valor basado en una estimación optimista de los beneficios y en una estimación bajas para los costes del *eCall*

Para llegar a estos valores, el estudio se basó en resultados de investigaciones anteriores, tales como *E-MERGE* [70], *SEiSS* [27] y *STORM* [7], así como en el principio de la *Golden Hour* (véase 1) y en sus propias estadísticas de los accidentes de tráfico. En cuanto al tiempo que transcurre entre que se produce el accidente y la llegada de los servicios de emergencia, el estudio sueco prevee una reducción de 20 a 10 minutos en zonas urbanas, y de 9 a 5 minutos en el resto.

En cuanto a los beneficios, costes y rentabilidad socio-económica, se determinó que la introducción del *eCall* en Suecia supondría un coste para los usuarios de vehículos nuevos de unos 70 euros aproximadamente, cifra que se podría verse reducida con los años por debajo de los 50 euros. En cuanto a los PSAPs, la estimación del estudio es que la incorporación de este servicio supondría un costo anual de medio millón de euros.

Teniendo en cuenta todos estos datos, se llega a la conclusión de que la introducción del *eCall* es socio-económicamente rentable en Suecia.

Otros impactos

Impacto ético y moral

A la hora de evaluar los beneficios asociados al sistema *eCall*, no hay que perder de vista el objetivo por el que fue creado: mejorar la seguridad de los usuarios. Como ya se ha visto a lo largo del presente trabajo, en un primer momento los sistemas inteligentes en los vehículos sólo estarían disponibles en los vehículos más caros, por lo que las personas con mayor nivel adquisitivo serían las únicas que podrían beneficiarse de este tipo de sistemas. Sin embargo, la norma paneuropea pretende llegar, no sólo a los vehículos de alta gama (que es lo que se espera en los inicios), si no también al resto de vehículos y usuarios de forma que se cubra prácticamente a la totalidad de ciudadanos que hayan adquirido un vehículo nuevo.

Pero al hablar de costes no sólo hay que tener en cuenta aquellos que los propietarios de vehículos tendrán que asumir, si no que también hay que considerar aquellos relacionados con la implementación de los servidores PSAP y el resto de la infraestructura de comunicaciones necesaria para establecer la comunicación. Para ello, se hacen necesarias financiaciones del sector público, lo que hace que se entre, al menos en los primeros años, en un debate social, ya que se estaría gastando dinero público para implementar una aplicación que, en principio, sólo beneficia a una parte relativamente acomodada de la sociedad. Sin embargo, la sociedad acepta que se tomen medidas para mejorar la seguridad de los ciudadanos, como puede ser la inclusión de sistemas obligatorios en los vehículos, a pesar de que esto tenga un coste asociado para fabricantes o compradores.

Teniendo en cuenta los aspectos que se presentan en esta sección, la pregunta clave que se plantea es si la decisión de invertir en la infraestructura de *eCall* debe basarse únicamente en aspectos económicos o, por el contrario, si el deber moral con respecto a la vida humana también debe desempeñar un papel. La investigación aquí sugiere que las consideraciones que van más allá de lo puramente económico se incluyan también en la toma de decisiones.

La literatura en este aspecto está más limitada que en la sección anterior, pues no son muchos estudios los que hablan de cuestiones éticas y morales relacionadas con el *eCall*; entre los que sí que lo consideran, destaca el Capítulo 7 de [67], donde los aspectos del

párrafo anterior son tratados en profundidad.

Finalmente, cabe destacar la cuestión de si la información recogida por los equipos *eCall* en los vehículos, puede llegar a ser utilizada para otros fines que disten de los objetivos por los que fue diseñado. Las cuestiones jurídicas relacionadas con *eCall* se pueden encontrar en los dominios de la vida privada y protección de datos, la regulación de los servicios de emergencia, la regulación de las telecomunicaciones, la protección del consumidor y la responsabilidad de los productos. De todos ellos, la privacidad y la protección de datos son dos temas que están muy presentes en los debates en torno a esta tecnología; lo que está claro es que las compañías de seguros o los equipos de investigación de accidentes están interesados en saber todos los detalles que rodean a un determinado accidente, pero también resulta claro que la información podría ser utilizada en contra de un individuo que tuviese un equipo *eCall* y se viese (o no) involucrado en un accidente.

Para evitar este tipo de situaciones, la UE establece que el tratamiento de los datos personales debe ser realizado de conformidad con la Directiva 95/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de octubre de 1995, relativa a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos [72], y con la Directiva 2002/58/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de julio de 2002, relativa al tratamiento de los datos personales y a la protección de la intimidad en el sector de las telecomunicaciones (Directiva sobre la privacidad y las comunicaciones electrónicas) [73].

Y por último, tampoco hay que perder de vista que los vendedores de productos *eCall* son los responsables de educar a los usuarios finales de forma que éstos hagan un uso adecuado de la tecnología; de esta forma se evitarían muchos costes innecesarios producidos por la generación de falsas alarmas.

2.8. Normativa relacionada

Los organismos europeos de normalización CEN y ETSI han estado trabajando en los estándares *eCall* desde 2004. La presente sección pretende ofrecer una visión general de los Estándares Europeos que aplican a la iniciativa *eCall*. Todos ellos han sido o serán nombrados en el presente documento y tienen que ver con las funcionalidades del sistema y sus requisitos de funcionamiento [74].

2.8.1. CEN

CEN EN 15722 (Date: 2010-11). Road transport and traffic telematics — ESafety — ECall minimum set of data [13]

Estándar Europeo que define cada uno de campos que componen el MSD, así como sus principales características. Se centra únicamente en el formato de los datos; no define, por tanto, ni el protocolo de comunicación IVS -PSAP ni los métodos de transmisión de datos.

CEN EN 16062 (Date: 2010-9). Intelligent Transport Systems - eCall – High Level Application Protocols[75]

Esta norma europea define el nivel alto de aplicación de protocolo, así como los procedimientos y procesos necesarios para prestar el servicio *eCall* mediante la llamada de emergencia hecha a través de un servicio de comunicaciones de red móvil.

CEN EN 16072 (Date: 2010-9). Intelligent transport systems — eSafety - Pan European eCall - Operating requirements[76]

Este estándar define los requisitos generales de funcionamiento y los procedimientos a seguir para llevar a cabo la llamada de emergencia *eCall*.

2.8.2. ISO

ISO/EN 24978:2009. Intelligent transport systems - ITS Safety and emergency messages using any available wireless media - Data registry procedures[77]

Norma europea que define un conjunto de protocolos estándar, parámetros, y métodos de gestión para crear capas de aplicación que envíen mensajes de *eSafety* a través de cualquier medio de comunicación inalámbrica.

2.8.3. ETSI/3GPP

ETSI TS 122 101 / 3GPP TS 22.101 10.0.0. TSG Services and system aspects: service aspects; service principles (Release 10)[66]

Requisitos generales del sistema *eCall* que se emplean para determinar la arquitectura de red, los requisitos y los protocolos involucrados.

ETSI TS 124 008 / 3GPP TS 24.008 10.0.0. TSG core network and terminals: mobile radio interface layer 3 specification; core network protocols; stage 3 (Release 10)[20]

Este documento especifica los procedimientos utilizados en los protocolos de interfaz de red dentro del sistema de telecomunicaciones móviles de tercera generación y el sistema de telecomunicaciones celular digital. Especifica los procedimientos utilizados en la interfaz de radio para el control de llamada (CC), Gestión de la Movilidad (MM), y Gestión de Sesiones (SM) .

ETSI TS 126 267 / 3GPP TS 26.267 10.0.0. TSG services and system aspects; eCall data transfer – in-band modem solution; general description (Release 10)[16]

Documento en el que se proporciona una descripción general del protocolo de transmisión *in-band*, el cual fue elegido como mejor opción para llevar a cabo la comunicación entre IVS y PSAP.. El modem *in-band* utilizará el mismo canal de audio que el que se utilizaría para una llamada de emergencia 112/E112.

ETSI TS 126 268 / 3GPP TS 26.268 10.0.0. eCall data transfer – in-band modem solution; ANSI-C reference code (Release 10)[22]

Especificación técnica de la ETSI que contiene código en lenguaje C para la solución de *in-band*. Este código es estrictamente necesario para la correcta implementación de los módems IVS y PSAP descritos en [16]

ETSI TS 126 269 / 3GPP TS 26.269 10.0.0. eCall data transfer – in-band modem solution; conformance testing (Release 10)[78]

Norma europea que especifica requisitos, tests y secuencias digitales para la correcta implementación del *eCall*

ETSI TS 126 967. Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); eCall data transfer; In-band modem solution (Release 10) [24]

Technical Report producido por la ETSI y 3GPP con el objetivo de examinar y describir la solución *inband* propuesta como tecnología para la comunicación de la llamada de emergencia *eCall*.

ETSI TS 126 969 / 3GPP TR 26.969 10.0.0. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; eCall Data Transfer; In-band modem solution; Characterisation Report (Release 10) [23]

Documento que ofrece una caracterización detallada de la solución *inband* para *eCall*. Incluye, además, una serie de test realizados por el 3GPP, con el objetivo de verificar la solución propuesta.

2.9. Otros trabajos relacionados en la literatura

Existen multitud de estudios sobre la implantación de sistemas de seguridad telemática en vehículos. La presente sección muestra una selección de *papers* relacionados con el desarrollo e implantación de sistemas de llamada de emergencia. Para cada uno de ellos se verán sus características, tipo de comunicaciones empleadas y posibles limitaciones que pudieran ofrecer.

Cellular In-Band Modem Solution for eCall Emergency Data Transmission. Qualcomm. 2009 [19]

Este estudio, llevado a cabo por Qualcomm, describe los requisitos, diseño y rendimiento que ofrecen las comunicaciones *inband* para llevar a cabo la llamada de emergencia *eCall*. El principal aporte que se presenta es la efectividad del canal de transmisión debida a la incorporación de un códec de voz no lineal, así como a degradaciones del canal de radio, constituyendo de este modo un reto para la transmisión en banda de datos digitales.

El estudio se decanta desde un primer momento por la solución *inband* para la llamada de emergencia, dado que en el momento de su publicación, año 2009, el 3GPP ya lo había establecido como estándar para las comunicaciones *eCall*. De este modo, el estudio parte de los requisitos establecidos por el 3GPP y desarrolla, a partir de ellos, varios conceptos

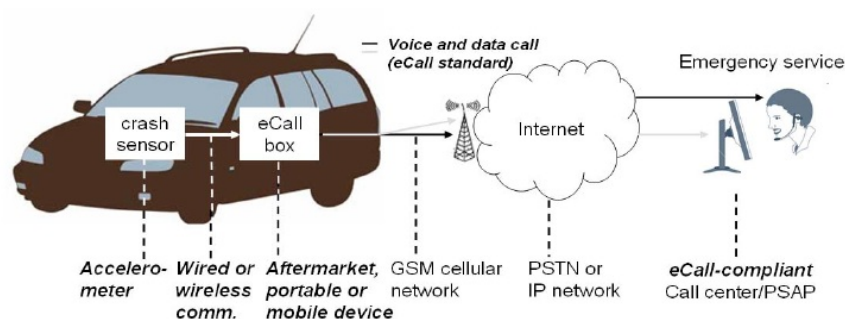


Figura 2.35: Arquitectura genérica del sistema *eCall*

innovadores para hacer frente al desafío de la transmisión de datos sobre un canal de voz, siempre teniendo en mente la elevada fiabilidad y efectividad que ha de tener el sistema dado su rango de aplicación (situaciones de peligro). De este modo, el estudio tiene siempre presentes las ROCs (*Requeriments, Objectives and Design Constraints*) especificadas por el 3GPP, a la hora de diseñar su módem *eCall* candidato.

Para conseguir la transmisión en banda, el *paper* propone la utilización de un módem, tanto en el IVS como en el PSAP, con formas de onda diseñadas específicamente para atravesar códecs de voz con sólo una distorsión moderada y proporcionando, además, tasas de datos suficientemente altas para poder llevar a cabo una transmisión rápida del MSD.

Los resultados de rendimiento de las pruebas realizadas sobre su módem *inband*, muestran que se cumplen los requisitos establecidos para el sistema *eCall*, siendo los enfoques innovadores para la transmisión en banda, tales como la modulación bipolar de posición de pulso (BPPM) y el esquema *Hybrid-ARQ* con redundancia incremental, los principales responsables. Sin embargo, el sistema es susceptible a mejora y, tal y como ellos mismos proponen, futuros estudios para reducir tiempo y costes pueden llevarse a cabo.

ECall-compliant early crash notification service for portable and non-madic devices. TID, MIT. 2009 [79]

Este estudio propone otro sistema para la implementación del *eCall*, compatible con el estándar paneuropeo. Fue publicado en 2009 por TID y el MIT, quienes aportaron, como principal característica, la posibilidad de incorporar su sistema a cualquier vehículo que esté fuera del alcance de la normativa europea, esto es, vehículos de segunda mano y motocicletas, principalmente. Su arquitectura puede verse en la Figura 2.35.

El sistema consta de un detector de golpes, y una *call-box* que pueden instalarse de forma sencilla en cualquier vehículo a motor. El mecanismo de detección de accidentes utilizado se basa en un algoritmo sobre la señal de aceleración y el ángulo *roll* proporcionados por un acelerómetro, que puede ir, o bien instalado dentro de la *call-box*, o bien fuera de ella (véase Figura 2.36). Cuando el golpe es detectado, la información llega al *call-box*, que se encargará de lanzar la llamada de emergencia hacia el PSAP más cercano, junto con los datos básicos de MSD. En este punto cabe destacar que el algoritmo debe ser extremadamente fiable para garantizar que las medidas obtenidas se corresponden con las

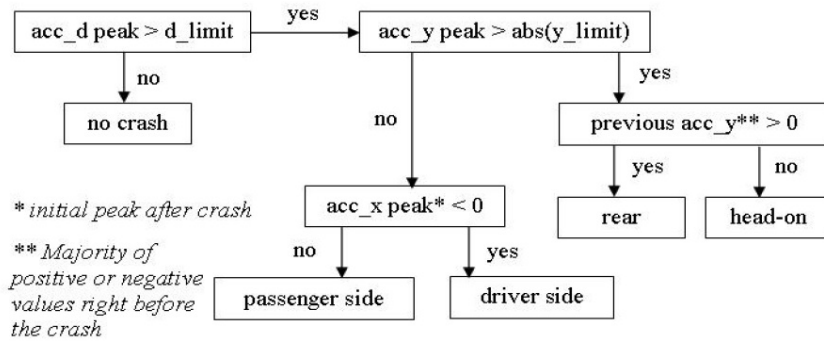


Figura 2.36: Algoritmo de detección de accidentes

aceleraciones experimentadas en la realidad; la orientación y calibración del acelerómetro es un punto muy importante a tener en cuenta [80]; de hecho, el *paper* dedica una sección para tratar la efectividad de los acelerómetros como únicos sistemas de detección de choque.

El estudio baraja otras opciones para la detección de posibles impactos, como los sensores CISS, que detectan vibraciones en el material y son capaces de estimar la deformación experimentada; sin embargo, son descartados ya que tienen que ir instalados sobre el chasis del vehículo, siendo el acelerómetro el componente elegido dados su bajo coste y facilidad de instalación. Sus experimentos muestran la viabilidad del sistema en términos de fiabilidad en la comunicación y en la detección de choques frontales, laterales y vuelcos.

Como conclusión principal, se destacaría que el estudio no es muy explícito; por un lado, presenta varias opciones a la hora de definir su *eCall box*, pues baraja móviles o PDAs, utilizando finalmente, en su batería de pruebas, el mando de la videoconsola WII junto con un PC. Por otro lado, la comunicación entre el detector de accidente y el *eCall box* tampoco queda definido, barajándose las opciones de cableada o inalámbrica. Finalmente, y tal y como se señalo en párrafos anteriores, la selección de un acelerómetro como elemento indicador de accidentes ha de estudiarse con cautela, pues la orientación y calibración del mismo resultan determinantes [80].

Integration of an Advanced Emergency Call Subsystem into a Car-Gateway Platform. TID, Universidad Carlos III. 2009 [81]

El *paper* surge de la colaboración entre la Universidad Carlos III de Madrid, Telefónica I+D y la empresa Deimos Aplicaciones Tecnológicas, del Parque Tecnológico de Boecillo. Describe un sistema de *eCall* más avanzado que los vistos hasta el momento: el sistema *eCall+*, que consiste en la implementación del sistema *eCall* junto con el establecimiento de una llamada de videoconferencia entre el IVS y el PSAP, empleando para ello la tecnología UMTS. Por tanto, la diferencia con los anteriores reside en que los servicios de emergencia podrán visualizar el estado del vehículo en tiempo real.

La arquitectura global del sistema se puede observar en la figura 2.37 y consta de dos elementos principales: el *Car Gateway*, en la parte del IVS y dividido a su vez en dos módulos (OHU, *On Board Head Unit* y OAM, *On Board Auxiliary Module*), y el

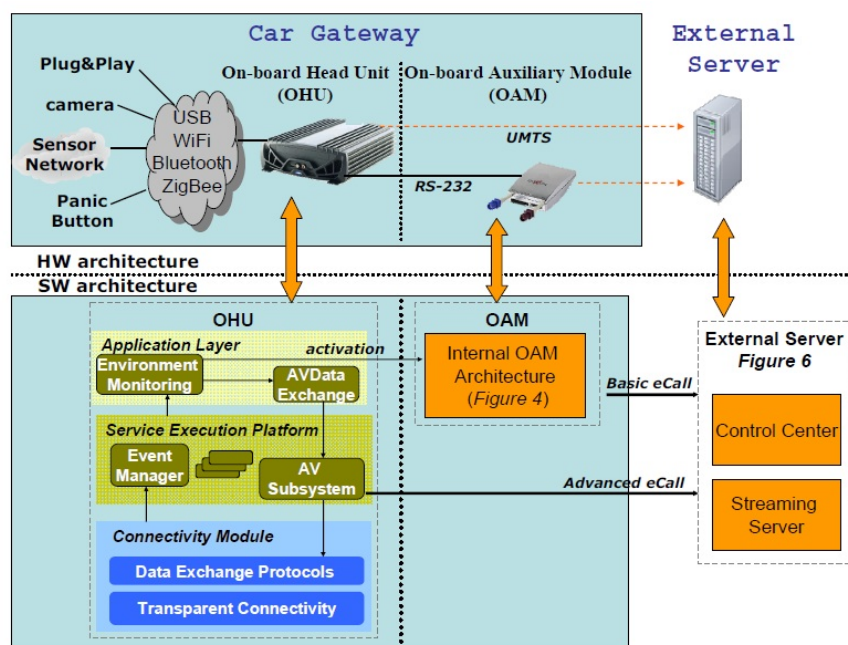


Figura 2.37: Arquitectura eCall+

servidor externo, en la parte del PSAP. El principal elemento del IVS es el módulo OHU, siendo el encargado de lanzar la llamada de emergencia eCall+; el OAM incorpora un receptor GPS y es, además, una unidad de *backup* que, gracias al módem GPRS/GSM que lleva incorporado, lanzaría la llamada básica de emergencia en caso de que la OHU se viese seriamente dañada. La redundancia hace que el sistema propuesto asegure que, al menos, la llamada básica de emergencia pueda tener lugar. La llamada básica también se establecería si la eCall+ no pudiese llevarse a cabo (e.g. baja calidad del enlace UMTS). Finalmente, y tal y como está diseñado el sistema, el usuario es el único que puede iniciar la llamada, esto es, no se contempla la posibilidad de establecer eCall automático.

Design And Implementation Of a J2EE Platform To Handle Standardised Telematics Emergency Calls Originated From Vehicles [3]

El trabajo reportado por este *paper* formó parte del proyecto europeo E-MERGE; emplea un terminal telemático que se conecta físicamente al CAN bus del vehículo, a partir del cual monitoriza los estados del *airbag* y del sensor de vuelco, para lanzar (o no) la llamada de emergencia eCall. Permite también el lanzamiento de la llamada de forma manual, a través de un botón de pánico. Su aspecto puede verse en la figura 2.38.

Los datos generados por el IVS se envían hacia el PSAP a través de tres SMSs: uno con el propio MSD y que se envía al PSAP más cercano, y otros dos con el FSD y que se envía al SP privado, en caso de estar contratado.

La principal limitación que se encuentra al sistema propuesto, además de las vistas en 2.3.1 con respecto a la comunicación vía SMSs, se relaciona con el establecimiento simultáneo de la llamada de voz al 112 y el envío del SMS, dado que el servicio 112 no está preparado para manejar llamadas de datos. El propio *paper* propone el uso futuro de



Figura 2.38: Aspecto del sistema desarrollado en [3]

UMTS pero, tal y como se ha visto ya en el documento, serán las comunicaciones *inband* las que finalmente se utilicen para este cometido.

Capítulo 3

Descripción del problema y objetivos a cumplir

Una vez vista la introducción y el Estado del Arte, el lector tiene ya un conocimiento general de qué es el servicio de emergencias *eCall* y cuáles han sido los hitos más importantes que se han producido a lo largo de su historia. Sin embargo, es necesario aclarar todas y cada una de las razones que llevan a desarrollar un dispositivo telemático que incorpore dicha funcionalidad, a fin de que se pueda justificar el trabajo final desarrollado por el presente trabajo de investigación.

Para ello, el capítulo profundiza en la problemática actual que presenta la incorporación de dispositivos *eCall* en el sector de la automoción, identificando los puntos clave que deben ser tratados para lograr el éxito en su implementación.

Finalmente, se identifica el objetivo general a conseguir por el presente trabajo de investigación.

3.1. Descripción del Problema

Como ya se vio en la sección introductoria, la seguridad vial ha sido y es causa de gran preocupación en toda la Unión Europea. Una de las medidas adoptadas ha sido la introducción de la iniciativa *eCall*, interoperable en toda la Unión, cuyo objetivo es, básicamente, que todos los vehículos de la UE presenten las funcionalidades mínimas necesarias para garantizar la llamada de emergencia *eCall* en caso de accidente.

En el marco de la evaluación de impacto de *eCall*, varios han sido los estudios que han analizado los costes y beneficios de la iniciativa, obteniendo una estimación en la relación coste-beneficio del 1,74 ¹. En cuanto a los beneficios, se destacan los siguientes [9]:

- reducción del número de víctimas mortales (entre un 1 % y un 10 %)
- reducción de la gravedad de las lesiones (entre el 2 % y el 15 %)
- reducción de los costes de congestión causados por accidentes de tráfico
- facilitación del trabajo de los servicios de salvamento

¹ Estimación calculada hasta el año 2033, para el caso de actuación bajo medidas reguladoras [9]

Así pues, la introducción y el empleo de un sistema de llamadas de emergencia a bordo de los vehículos salvará vidas y reducirá el coste social y económico de la siniestralidad en carretera gracias a la notificación inmediata de los accidentes y a la reducción del tiempo de respuesta de los servicios de emergencia.

3.2. Objetivos a Cumplir

Vistas las razones que llevan a desarrollar un dispositivo telemático que incorpore *eCall*, el objetivo y contribución de este Trabajo Fin de Máster puede enunciarse como sigue:

“El presente Trabajo Fin de Máster tiene por objetivos la comprensión del contexto de funcionamiento de los sistemas eCall y el diseño e implementación de un dispositivo telemático comercial que soporte la llamada de emergencia eCall”.

El dispositivo sobre el que se va a trabajar, es el sistema embarcado U10-A creado por la empresa GMV Sistemas S.A., caracterizado principalmente por ser una unidad de localización GPS con comunicaciones GPRS/GSM mediante módem interno ².

Para llegar a cumplir el objetivo general es necesario seguir una serie de pasos, de modo que se propone la consecución de los siguientes objetivos parciales:

1. Estudio de viabilidad, en el que se verá si el módem empleado por el dispositivo U10 puede soportar las comunicaciones *in-band*, necesarias para desarrollar la llamada de emergencia *eCall*
2. Definición clara de requisitos, sin perder de vista la normativa *eCall* paneuropea
3. Elaboración del diseño de la propuesta, teniendo en cuenta los requisitos anteriores
4. Implementación y posterior validación de la solución propuesta

A continuación, en los capítulos 4 y 5, se desarrollan cada uno de estos objetivos.

²Para más información consúltase Apéndice A

Capítulo 4

Resolución del problema

4.1. Introducción

El presente capítulo tiene por objetivo mostrar cómo se ha llevado a cabo la implementación del sistema de emergencia *eCall* basado en el equipo U10-A, propiedad de la empresa GMV Sistemas S.A.¹. Para ello, el capítulo se divide en una serie de secciones, relativas a cada uno de los pasos que se han ido siguiendo para lograr el objetivo final. De este modo, una primera sección de **Análisis de Requisitos** 4.2 analizará los requerimientos que deberá cumplir el sistema y establecerá una lista numerada con todos ellos, divididos en una serie de categorías con el fin de facilitar la validación posterior. A continuación, la sección **Diseño** 4.3 estudiará la compatibilidad del equipo U10-A, tanto a nivel *software* como *hardware*, con la llamada de emergencia *eCall* para, a continuación, esbozar los diagramas de flujo que se utilizarán para llevar a cabo la **Implementación** final 4.4. Concretamente, se verá cómo configurar el dispositivo, cómo establecer la comunicación *inband* en sus dos vertientes (modos *Push* y *Pull*), cómo generar el MSD y cómo generar un *data logger* con eventos útiles que se almacenarán en base de datos para un posterior procesado.

4.2. Análisis de requisitos

A continuación se enumera la lista de requisitos que deberá cumplir el sistema de emergencia *eCall* desarrollado:

Requisitos de Configuración IVS

- **[REQ_ CONF_ ECALL_ 01]** El número de teléfono del PSAP (tanto para *eCall* Manual como para *eCall* Automático) podrá configurarse a través de SMS y/o comando AT
- **[REQ_ CONF_ ECALL_ 02]** Dado que el equipo U10-A no tiene acceso al CAN Bus del vehículo, se hace necesario poder configurar el VIN asociado. Al igual que

¹La empresa GMV Sistemas S.A. participa con este equipo en el Proyecto Europeo HeERO2 de seguridad en carretera [82]

antes, la configuración se podrá llevar a cabo a través de SMS y/o comando AT

Requisitos de Configuración HMI

- [REQ_ HMI_ ECALL_ 01] Las entradas de la botonera se configurarán a través de sendas líneas de interrupción; una de ellas simulará el botón de llamada manual, mientras que la otra emulará el botón de cancelación

Requisitos para *eCall* automática

- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 01] La llamada automática estará deshabilitada siempre que el motor esté apagado.
- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 02] La llamada automática estará habilitada desde el momento en el que el motor se ponga en marcha
- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 03] Si hay una llamada *eCall* en curso y el motor se apaga, ésta no se verá interrumpida
- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 04] La llamada automática no puede ser abortada bajo ninguna circunstancia
- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 05] La llamada automática se podrá simular a través de la recepción de un SMS
- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 06] La llamada automática se podrá simular a través de comando AT
- [REQ_ AUTO_ ECALL_ 07] En el caso de llamada automática, el *eCall flag* que se envíe como parte del MSD estará seteado a *AIeC* (*Automatically Initiated eCall*)

Requisitos para *eCall* manual

- [REQ_ MANUAL_ ECALL_ 01] La llamada *eCall* manual podrá activarse a través del botón verde del HMI
- [REQ_ MANUAL_ ECALL_ 02] Si se intenta lanzar una *eCall* manual y ya hay una llamada en curso, no se llevará a cabo ninguna acción.
- [REQ_ MANUAL_ ECALL_ 03] Si existe una *eCall* manual en curso y se presiona el botón rojo del HMI (botón de cancel), se abortará la llamada
- [REQ_ MANUAL_ ECALL_ 04] En el caso de llamada manual, el *eCall flag* que se envíe como parte del MSD estará seteado a *MIeC* (*Manually Initiated eCall*)

Requisitos para llamada *eCall*

- [REQ_ECALL_01] La llamada de emergencia *eCall* supone tanto el establecimiento de un canal de audio, como el envío de los datos MSD entre el IVS y el PSAP
- [REQ_ECALL_02] El sistema debe ser capaz de recibir el mensaje "SEND MSD" del PSAP
- [REQ_ECALL_03] La petición de establecimiento de llamada de emergencia *eCall* del IVS al PSAP debe persistir hasta que se reciba un mensaje "SEND MSD" del PSAP
- [REQ_ECALL_04] En el momento en el que el IVS reciba el mensaje "SEND MSD" del PSAP, el micrófono y el altavoz del IVS deberán desconectarse
- [REQ_ECALL_05] Una vez que micrófono y el altavoz estén desconectados, se procederá al envío del MSD
- [REQ_ECALL_06] Tras la recepción del mensaje "SEND MSD", IVS y PSAP deben estar sincronizados
- [REQ_ECALL_07] La transmisión del MSD no debe llevar más de 4 segundos
- [REQ_ECALL_08] Una vez transmitido el MSD, el IVS deberá recibir un ACK del PSAP
- [REQ_ECALL_09] Una vez recibido el ACK del PSAP, el micrófono y el altavoz volverán a estar disponibles
- [REQ_ECALL_10] Si el ACK del PSAP no se recibe en 20 segundos, se volverán a habilitar el micrófono y el altavoz
- [REQ_ECALL_11] Una vez recibido el ACK del PSAP, el IVS deberá estar preparado para transmitir otro MSD en caso de ser requerido por el PSAP
- [REQ_ECALL_12] Una vez establecida la comunicación con el PSAP, ésta se mantendrá hasta que el PSAP cuelgue la llamada
- [REQ_ECALL_13] En el caso en el que la transmisión del MSD no llegue a completarse, la llamada de voz deberá continuar su curso sin ser interrumpida
- [REQ_ECALL_14] Una vez que la llamada ha finalizado, el IVS debe ser capaz de volver a iniciar una nueva comunicación con el PSAP, si éste así lo requiere

Requisitos para el MSD

- [REQ_MSD_ECALL_01] El MSD debe ser enviado al PSAP
- [REQ_MSD_ECALL_02] El orden de los distintos bytes que componen el MSD debe ser el especificado en [14]

Requisitos de formato de MSD

- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_01] El bloque 1 del MSD almacenará el ID en formato entero
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_02] El ID contendrá dos términos: la versión de MSD (inicialmente valdrá 1 y se incrementará en futuros formatos) y el identificador de mensaje (que se establecerá a 1 y se incrementará en cada retransmisión)
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_03] El bloque 2 del MSD almacenará el campo CONTROL
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_04] El campo CONTROL contendrá la activación, el tipo de llamada, la fiabilidad de la posición y el tipo de vehículo
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_05] La activación valdrá 1, en caso de *eCall* automático, y 0, en caso de *eCall* manual
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_06] El tipo de llamada será 1, en caso de efectuar un test de *eCall*, y 0, en caso de *eCall* de emergencia
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_07] La fiabilidad en la llamada será 1, cuando la posición sea válida, y 0 en caso contrario
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_08] El tipo de vehículo valdrá 0001 para los vehículos de pasajeros (clase M1) y 0100 para los vehículos comerciales (clase N1)
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_09] El bloque 3 del MSD almacenará el VIN del equipo y deberá respetar el formato definido en la ISO 3779
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_10] El bloque 4 del MSD almacenará el tipo de energía presente en el vehículo
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_11] El tipo de energía valdrá 1 en caso de ser conocida, y 0 en caso de ser desconocida
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_12] El bloque 5 del MSD almacenará la fecha en la que se ha producido el accidente, en formato UTC
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_13] El bloque 6 del MSD almacenará las coordenadas en las que se ha producido el accidente, en miliarcos de segundo
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_14] Las coordenadas estarán compuestas por la latitud, longitud y dirección del vehículo y se obtendrán del receptor GNSS
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_15] La latitud debe respetar el formato ISO 6709 [83]. El valor mínimo debe ser 0xECB02700 y el máximo 0x134FD900. Si la latitud es desconocida o inválida, deberá establecerse a 0xFFFFFFFF
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_16] La longitud debe respetar el formato ISO 6709 [83]. El valor mínimo debe ser 0xD9604E00 y el máximo 0x269FB200. Si la longitud es desconocida o inválida, deberá establecerse a 0xFFFFFFFF

- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_17] La dirección se almacenará como un entero, en pasos de 2 en 2 grados
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_18] El bloque 7 contendrá el incremento de latitud y longitud actual con respecto al del bloque 6
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_19] El bloque 8 contendrá el incremento de latitud y longitud actual con respecto al del bloque 7
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_20] El bloque 9 contendrá el número pasajeros (o de cinturones abrochados). En caso de desconocerse se fijará el valor por defecto 0xFF
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_21] El bloque 10 se reserva para una dirección IPv6 para el caso de existir un Proveedor de Servicios de Internet
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_22] El bloque 11 especifica el formato de los campos opcionales que viene a continuación. Estará seteado a 0 en caso de no disponer de campos opcionales
- [REQ_MSD_FIELDS_ECALL_23] El bloque 12 está reservado para datos opcionales

Requisitos para la generación de un *data logger*

- [REQ_LOGGER_ECALL_01] El sistema será capaz de generar un *log* de datos que se enviará por HTTP a un servidor, para su almacenamiento en base de datos y posterior procesamiento. Su aspecto general puede verse en la figura 4.1
- [REQ_LOGGER_ECALL_02] El número máximo de eventos que almacenará serán 50
- [REQ_LOGGER_ECALL_03] Existen un total de 10 eventos diferentes a detectar:
 - *eCall Init*
 - *eCall End*
 - *Fix GPS*
 - *Lost GPS*
 - *eCall Error*
 - *MSD Start*
 - *MSD Sent OK*
 - *MSD Sent KO*
 - *MSD Retry*
 - *Call-back PSAP*

Ecall data logger								
Octet/bit	0	1	2	3	4	5	6	7
1	TCU ID							
2	TCU ID							
3	Length							
4	Length							
5	Number Of Events							
6	Event Identifier (0)							
7	Event Data (0)							
8	Event Identifier (1)							
9	Event Data (1)							
h	...							
h+1	...							
M-1	Event Identifier (n)							
M	Event Data (n)							

byte	start bit	size(bit)	message	Define/Coding
1-2	1	8	TCU ID	TCU Identifier
3-4	3	16	Length	Message Length
5	5	8	Number Of Even	Number Of Events (0-50max)
6	6	8	Event Identifier	Enum: 0: eCall Init 1: eCall End 2: Fix GPS 3: Lost GPS 4: eCall Error 5: MSD Start 6: MSD Sent OK 7: MSD Sent KO 8: MSD Retry 9: Call-back PSAP
7	7	8	Event Data	Data Associated At Each Event: -For Event 0: TimeStamp+GPSdataSt -For Event 5: TimeStamp+MSD -Rest of Events: TimeStamp

Figura 4.1: *eCall Data Logger* genérico

- **[REQ_LOGGER_ECALL_04]** Evento *eCall Init*: Cada vez que se inicie una comunicación *eCall* se guardará un registro con este estado, con el objetivo de tener una visión del número de llamadas que han tenido lugar
- **[REQ_LOGGER_ECALL_05]** Evento *eCall End*: Cada vez que se finalice una comunicación *eCall* se guardará un registro con este estado, con el objetivo de tener una visión del número de llamadas que han finalizado correctamente
- **[REQ_LOGGER_ECALL_06]** Evento *Fix GPS*: Cada vez que los datos FIX recibidos del receptor GPS varíen, se guardará un registro con este estado.
- **[REQ_LOGGER_ECALL_07]** Evento *Lost GPS*: Cada vez que se pierda cobertura GPS, se guardará un registro con este estado
- **[REQ_LOGGER_ECALL_08]** Evento *eCall Error*: Registro que indica que se ha producido un error en la comunicación *eCall*

- **[REQ_LOGGER_ECALL_09]** Evento *MSD Start*: Cada vez que se cree el MSD para enviarle en una comunicación *eCall* se guardará un registro con este estado, con el objetivo de tener una visión del número de MSDs generados por la aplicación
- **[REQ_LOGGER_ECALL_10]** Evento *MSD Sent OK*: Registro que indica que el MSD se ha recibido correctamente en el PSAP
- **[REQ_LOGGER_ECALL_11]** Evento *MSD Sent KO*: Registro que indica que el MSD no se ha recibido correctamente en el PSAP
- **[REQ_LOGGER_ECALL_12]** Evento *MSD Retry*: Cada vez que se solicite un reintento en el envío del MSD, se guardará un registro con este estado, con el objetivo de tener una visión del número de reintentos que han sido necesarios en una determinada comunicación
- **[REQ_LOGGER_ECALL_13]** Evento *Call-back PSAP*: Registro que indica que el PSAP ha solicitado iniciar una comunicación
- **[REQ_LOGGER_ECALL_14]** El evento *eCall Init* llevará asociado el *timestamp* de generación y una estructura de datos GPS con los últimos 15 datos válidos. La estructura estará formada por los siguientes campos:
 - Latitud
 - Longitud
 - Velocidad
 - FIX
 - HDOP
 - Rumbo
 - Número de satélites

Su aspecto puede verse en la figura 4.2

- **[REQ_LOGGER_ECALL_15]** El evento *MSD Start* llevará asociado el *timestamp* de generación y el MSD que se enviará al PSAP, tal y como se muestra en la figura 4.3
- **[REQ_LOGGER_ECALL_16]** El resto de eventos llevarán asociado el *timestamp* de generación, tal y como aparece en la figura 4.4.
- **[REQ_LOGGER_ECALL_17]** La subida de datos al servidor se producirá, bien cuándo se alcancen el número máximo de eventos (50), bien cuando se detecte el evento *eCall end*

Event Data (Event ID: 0)								
Octet/bit	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Length							
2	TimeStamp							
3	TimeStamp							
4	TimeStamp							
5	TimeStamp							
6-9	Latitude (1)							
10-13	Longitude (1)							
14	Speed (1)							
15	FIX (1)							
16	HDOP (1)							
17	Heading (1)							
18	Number Of Satellites (1)							
h	---							
188-191	Latitude (15)							
192-195	Longitude (15)							
196	Speed (15)							
197	FIX (15)							
198	HDOP (15)							
199	Heading (15)							
200	Number Of Satellites (15)							

byte	start bit	size(bit)	message	Define/Coding
1	1	16	Length	Event Data 0 Length
2-5	0	32	TimeStamp	Event TimeStamp: seconds elapsed since 6 Jan 1980
		13*8	st GPS Position	-Latitude (Miliarcseconds) -Longitude (Miliarcseconds) -Speed -FIX -HDOP -Heading -NumberOfSatellites

Figura 4.2: *eCall Data Logger* asociado al evento *eCall Init*

4.3. Diseño

La presente sección tiene por objeto analizar y evaluar las características que ofrece el equipo U10, con el fin de determinar su compatibilidad, tanto a nivel *software* como *hardware*², con la llamada de emergencia y el sistema de comunicaciones *inband*. Una vez vista la viabilidad de la solución y evaluados los cambios que serán necesarios, se verá el diseño propiamente dicho, dónde se mostrarán los diagramas de flujo que se utilizarán para obtener la implementación final.

4.3.1. Estudio de viabilidad del dispositivo U10

Para el desarrollo e implementación del sistema paneuropeo *eCall* se parte del sistema embarcado U10, propiedad de GMV Sistemas. A partir de él, se analiza si el equipo puede llegar a implementar el servicio *eCall* y cuáles son las modificaciones necesarias para ello.

²Las modificaciones *hardware* no entran dentro del alcance del presente TFM; sin embargo, se considera necesaria su mención, aunque sea sin entrar en detalle

Event Data (Event ID: 5)								
Octet/bit	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Length							
2	TimeStamp							
3	TimeStamp							
4	TimeStamp							
5	TimeStamp							
6-145	MSD							

byte	start bit	size(bit)	message	Define/Coding
1	1	16	Length	Event Data 5 Length
1-4	0	32	TimeStamp	Event TimeStamp: seconds elapsed since 6 Jan 1980
5-144	5	140	MSD	MSD generated

Figura 4.3: *eCall Data Logger* asociado al evento *MSD Start*

Event Data (rest)								
Octet/bit	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Length							
2	TimeStamp							
3	TimeStamp							
4	TimeStamp							
5	TimeStamp							

byte	start bit	size(bit)	message	Define/Coding
1	1	16	Length	Event Data Length
2-5	0	32	TimeStamp	Event TimeStamp: seconds elapsed since 6 Jan 1980

Figura 4.4: *eCall Data Logger* asociado al resto de eventos

Tal y como se verá a continuación, serán necesarias modificaciones, tanto a nivel *software* como a nivel *hardware*, resultando de todo ello un nuevo equipo: el U10-A.

Arquitectura *hardware* del sistema

El equipo U10 básico no dispone de sistema de audio, por lo que la incorporación de esta funcionalidad es una de las primeras modificaciones *hardware* a llevar a cabo. Para ello, se tendrá que incluir micrófono, altavoz y una etapa de ganancia, tal y como puede verse en la figura 4.5.

Junto con el audio, el nuevo sistema también ha de ser capaz de establecer una llamada de emergencia manual, por lo que se necesitan dos botones que, conectados al equipo, simulen el inicio y el fin de la llamada. El aspecto de la botonera *hardware* puede verse en la figura 4.6.

El micrófono estaría situado dentro de la botonera (véase figura 4.7), mientras que el altavoz sería un elemento externo a parte (véase figura 4.8). La figura 4.9 muestra el aspecto del sistema global.

De este modo, y en lo referente al *hardware* del equipo, el nuevo U10-A es el equivalente al U10 básico, pero con la funcionalidades de audio y botonera como elementos a mayores.

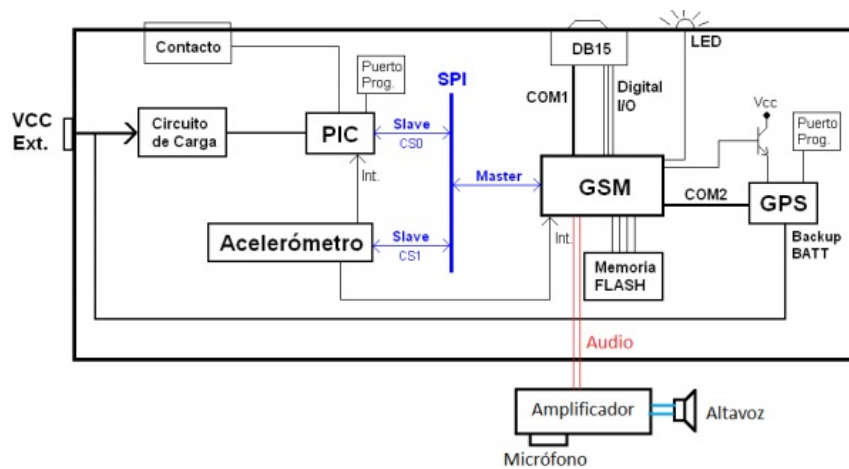
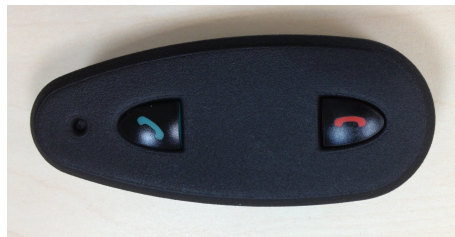
Figura 4.5: Arquitectura *hardware* del U10-A

Figura 4.6: Botonera del equipo U10-A para la llamada de emergencia manual

Arquitectura *software* del sistema

En cuanto a la parte *software*, el equipo U10 básico, diseñado específicamente para incorporar el servicio de gestión de flotas Moviloc (véase [84]), no incorpora la funcionalidad *inband* necesaria para establecer la llamada de emergencia *eCall*. Por tanto, se hace necesaria una modificación en la aplicación original para poder implementar esta nueva funcionalidad, siempre y cuándo el módem de comunicaciones internas que emplea, lo permita.

El módem utilizado por el U10 es el *AirPrime WMP100*, propiedad de *Sierra Wireless* [85]. Este tipo de dispositivos ofrecen al usuario un conjunto avanzado de APIs que les proporcionan acceso al núcleo del propio módem, destacando entre ellas la librería *inband*. De este modo, la aplicación que actualmente se dedica a Moviloc, puede ser modificada para incluir el servicio *eCall* haciendo uso de la API *eCall-InBandModem Library Package* [86].

La API de *inband* da acceso al *core* del módem del IVS, de forma que se permite desarrollar aplicaciones *eCall* basadas en la especificación 3GPP (en concreto, es compatible con las *releases* 3GPP TS 26.267, 3GPP TS 26.268 y 3GPP TS 26.269 [86]). La estructura de capas que resultaría al incluir la aplicación *eCall* puede observarse en la figura 4.10.

- **Aplicación *eCall*:** Aplicación basada en las directrices del organismo regulador 3GPP y en las normas que la UE ha establecido para el *eCall*.
- **Librería *In-Band Modem eCall*:** Librería desarrollada por *Sierra Wireless* que pro-

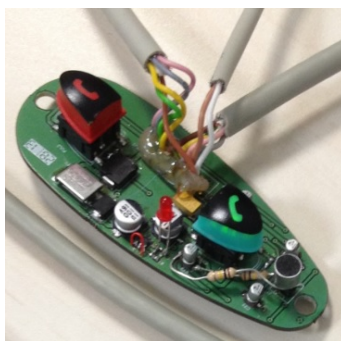


Figura 4.7: Emplazamiento del micrófono del equipo U10-A para la llamada de emergencia *eCall*



Figura 4.8: Altavoz del equipo U10-A para la llamada de emergencia *eCall*

porciona una API a la aplicación que se desarrolla por encima, para poder implementar un IVS compatible con el estándar *eCall* europeo.

- **Sistema Operativo (OS, *Operating System*):** A él acceden las APIs situadas en el nivel superior, para actuar sobre los diferentes recursos del dispositivo, tales como memoria, servicio de interrupciones, audio y cualquier otra interfaz física.
- **Open AT Application/Framework Firmware:** Interfaz proporcionada al OS para acceder al módem.
- **AirPrime Embedded Module:** Módem GSM/GPRS sobre el que puede desarrollarse la aplicación *eCall*.

El trabajo a desarrollar consiste en la implementación de una aplicación que utilice la librería *eCall In-Band Modem* y que, por tanto, sea compatible con la especificación 3GPP para el servicio *eCall* paneuropeo. Dicha aplicación será, a su vez, compatible con el sistema Moviloc que está actualmente implementado en el equipo. De esta forma, los vehículos que lleven el dispositivo U10-A integrado, dispondrán de las funcionalidades GSM/GPRS y GPS que ofrece el U10 básico, junto con los servicios de *eCall* que van sobre la red GSM.

Con todo ello, la arquitectura *software* resultante en el U10-A es la que aparece en la figura 4.11.



Figura 4.9: Aspecto general del *hardware* del equipo U10-A para la llamada de emergencia *eCall*

4.3.2. Diagramas de Flujo

Previo a la implementación de la aplicación *eCall*, se han desarrollado los siguientes diagramas de flujo.

Configuración de parámetros

Para la configuración de parámetros dada por los requisitos REQ_CONF_ECALL_01 y REQ_CONF_ECALL_02, se han considerado dos posibles situaciones: la configuración a través de recepción de SMS (véase figura 4.12) y la configuración a través del envío de comandos AT vía puerto serie (véase figura 4.13). En ambos casos, se permite la configuración tanto del número de teléfono del PSAP como del VIN asociado, de tal forma que, si los parámetros recibidos son correctos, éstos se decodificarán y quedarán almacenados en memoria.

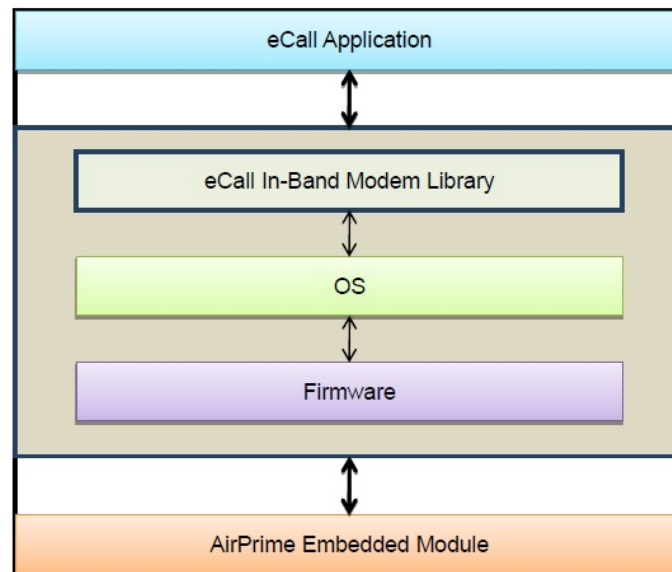


Figura 4.10: Diagrama de capas resultante para el equipo U10-A

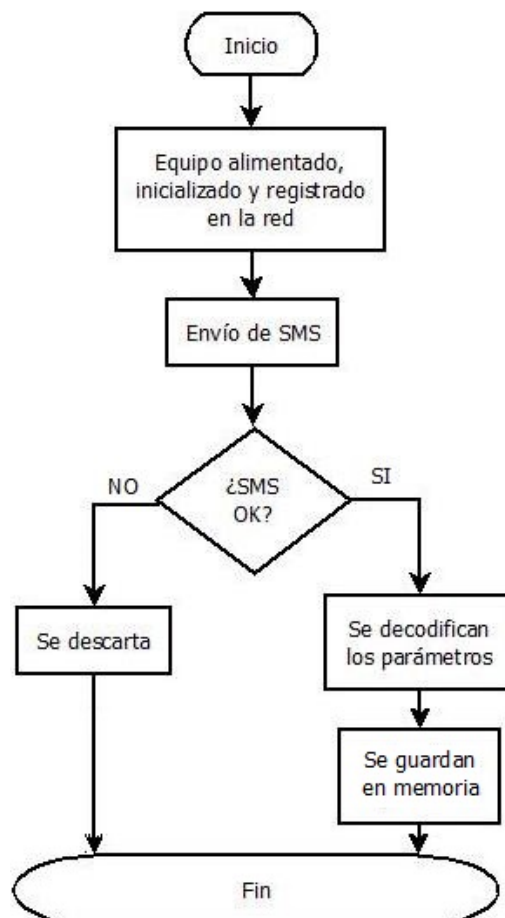


Figura 4.12: Diagrama de Flujo asociado a la configuración del equipo vía SMS

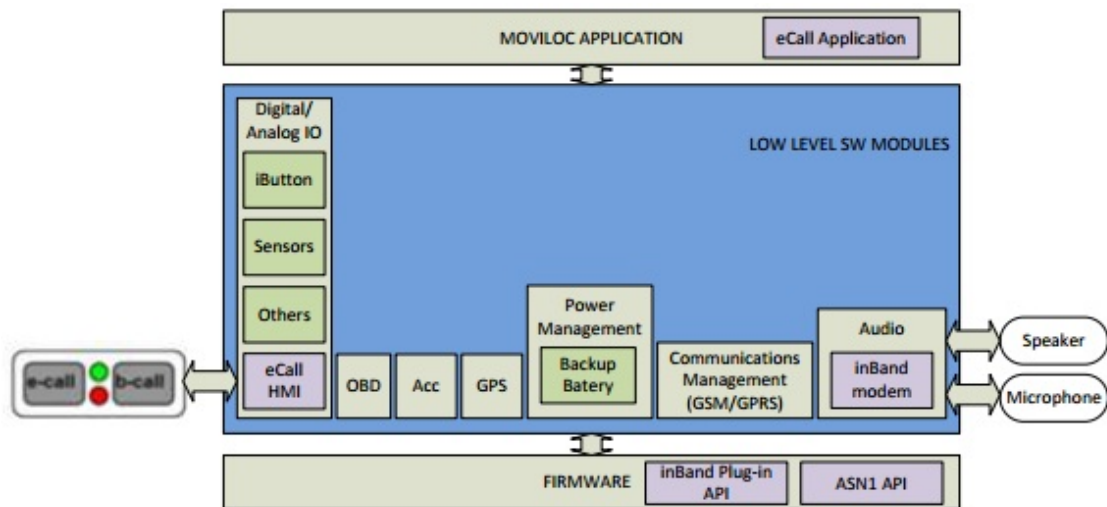
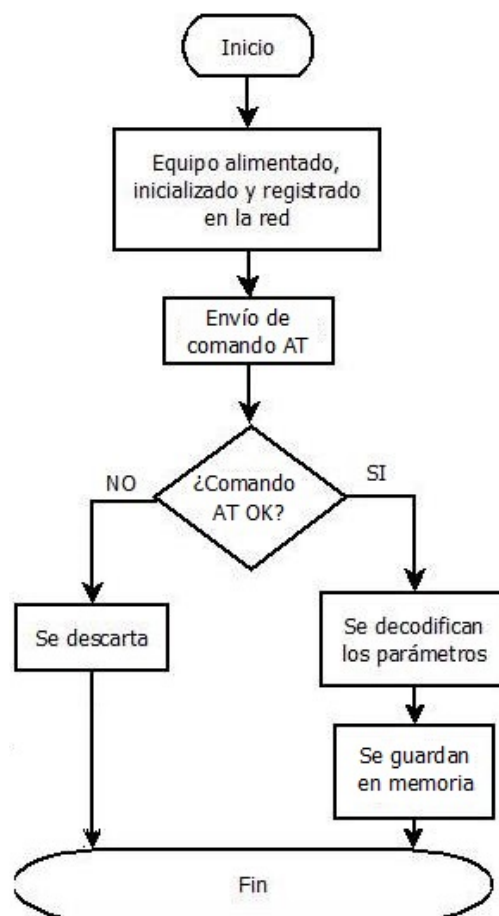
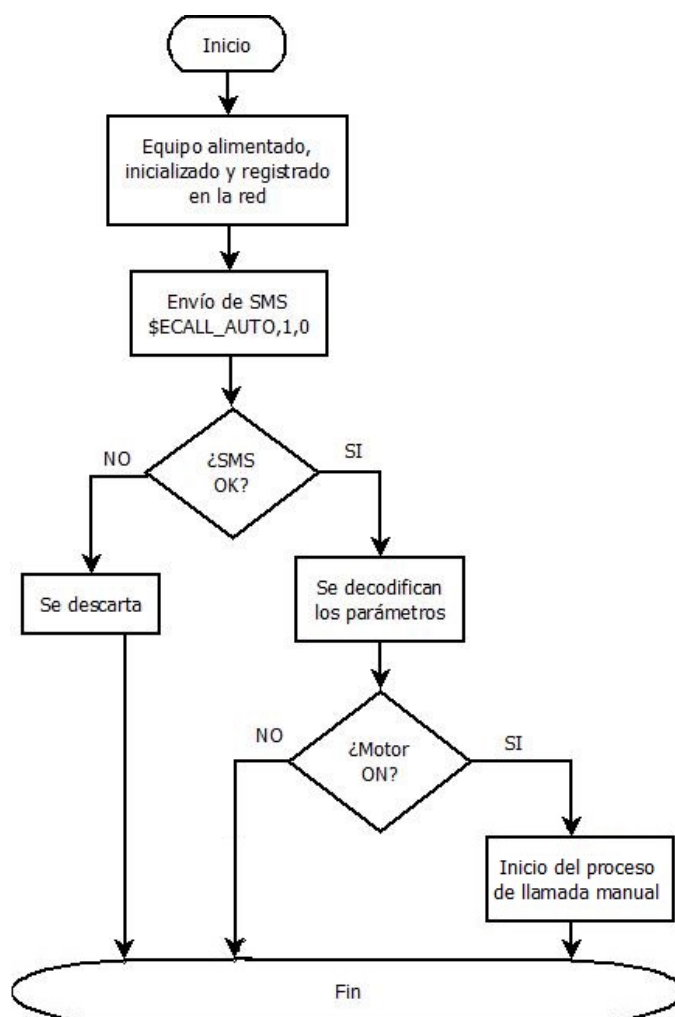
Figura 4.11: Arquitectura *software* del U10-A

Figura 4.13: Diagrama de Flujo asociado a la configuración del equipo a través de comando AT

Detección de llamada Automática

Dado que el sistema está pensado para el aviso en caso de accidente, hay que tener en cuenta a la hora de diseñar cómo se realizará la validación del mismo. Resulta evidente que los tests que se lleven a cabo no van a suponer situaciones de peligro, por lo que el diseño ha de considerar entornos alternativos de validación que prueben la misma situación que la que se daría en caso de accidente real. Por ello, para el caso de llamada de emergencia automática, que en condiciones normales se activaría cuando se detecta, por ejemplo, una señal proveniente del *airbag*, la activación se simulará, bien a través de comando AT (válido cuando se tenga acceso al puerto serie del equipo), bien a través de la recepción de un mensaje de texto. Además, el equipo U10-A no tiene acceso al CAN Bus de los vehículos, por lo que cualquier simulación con herramientas tipo CANalyzer³ queda descartada.

En la figura 4.14, puede verse el diagrama de flujo que representa esta situación. En él aparecerían reflejados los requisitos REQ_ AUTO_ ECALL_ 01, REQ_ AUTO_ ECALL_ 02, REQ_ AUTO_ ECALL_ 05 y REQ_ AUTO_ ECALL_ 06.



³CANalyzer es una herramienta *software* que permite realizar una simulación de las señales que van sobre el CAN Bus de los vehículos

Figura 4.14: Diagrama de Flujo asociado a la detección de la llamada automática

Detección de llamada Manual

La llamada manual se detectará a través de la pulsación del botón verde de la botonera de la figura 4.6. La detección de la pulsación se hará a través de una línea de interrupción del propio módem, de tal forma que, cuando dicha interrupción salte, la aplicación lanzará la llamada de emergencia *eCall* manual. El diagrama de flujo asociado puede verse en la figura 4.15, y con él quedarían representados los requisitos REQ_ HMI_ ECALL_ 01, REQ_ MANUAL_ ECALL_ 01, REQ_ MANUAL_ ECALL_ 02.

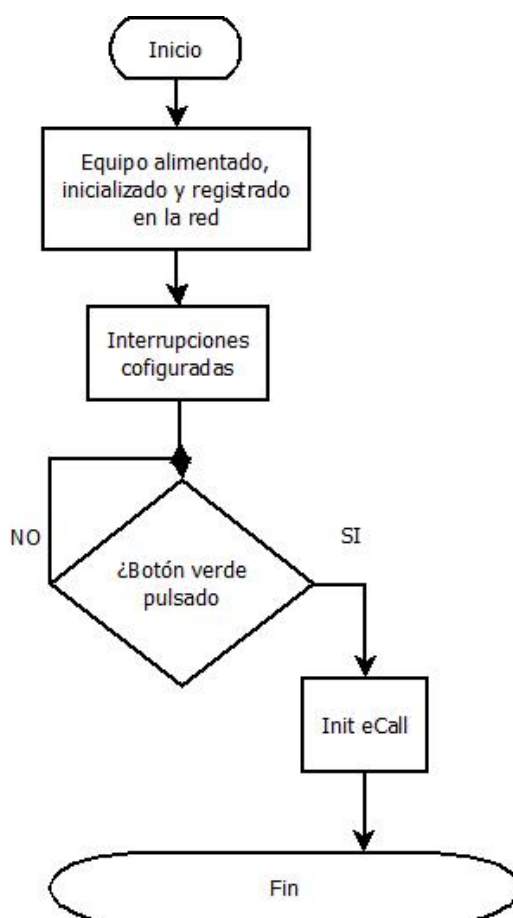


Figura 4.15: Diagrama de Flujo asociado a la detección de la llamada manual

Cancelación de llamada

La cancelación de la llamada se detectará a través de la pulsación del botón rojo de la botonera de la figura 4.6. La detección de la pulsación se hará a través de una línea de interrupción del propio módem, de tal forma que cuando dicha interrupción salte, la aplicación cancelará la llamada de emergencia *eCall* manual en curso. Nótese que únicamente se ha hecho referencia a la llamada manual, pues para la automática la cancelación no puede llevarse a cabo bajo ninguna circunstancia (REQ_ AUTO ECALL_ 04).

El diagrama de flujo asociado puede verse en la figura 4.16, y con él quedarían representados los requisitos REQ_ AUTO_ ECALL_ 03, REQ_ AUTO ECALL_ 04 y REQ_ MANUAL_ ECALL_ 03.

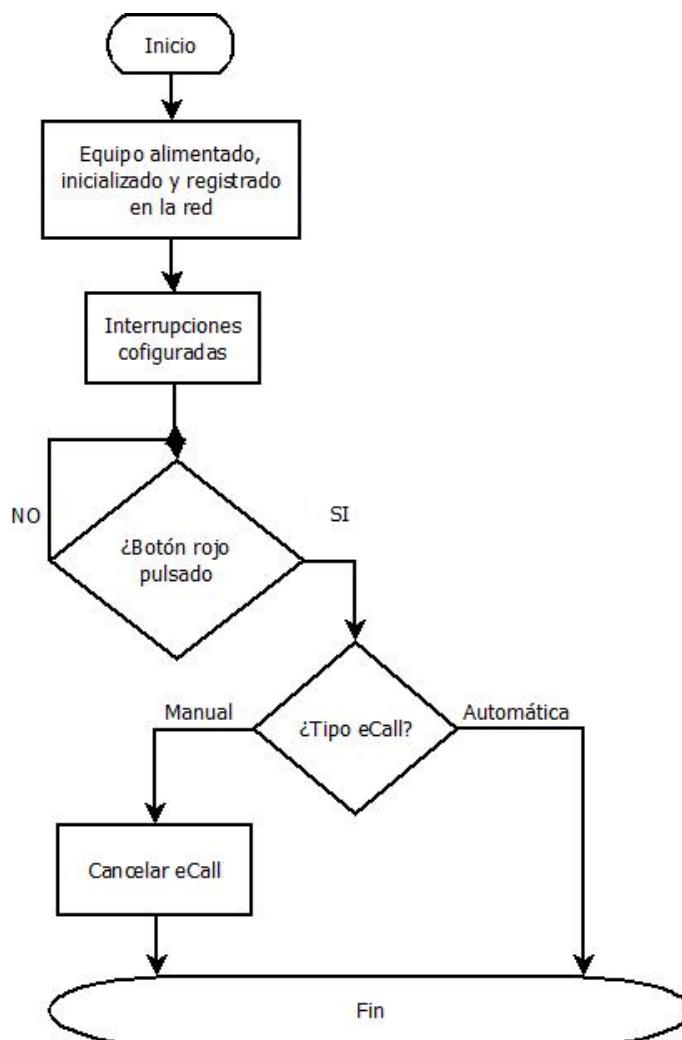


Figura 4.16: Diagrama de Flujo asociado a la cancelación de la llamada

Establecimiento de la comunicación *inband*. Modo *Push*

Dependiendo del sentido en el que se inicie la comunicación entre IVS y PSAP, se pueden distinguir dos modos de funcionamiento: el modo *Push*, en el que la llamada de emergencia la inicia la propia aplicación desarrollada en el IVS (de forma automática o manual), o el modo *Pull*, en el que el PSAP es el encargado de iniciar la llamada.

Para el modo *Push*, la aplicación *eCall* envía una petición de envío de MSD al PSAP (mensaje *SEND MSD REQUEST*) quien, una vez recibido, envía el mensaje de *SEND MSD* solicitando dichos datos al IVS. Tan pronto como el IVS reciba este mensaje del PSAP, enviará los datos del MSD. La figura 4.17 hace referencia a este comportamiento.

Para implementar esta secuencia, se han de seguir una serie de pasos, tal y como especifica el propio fabricante del módem [87]:

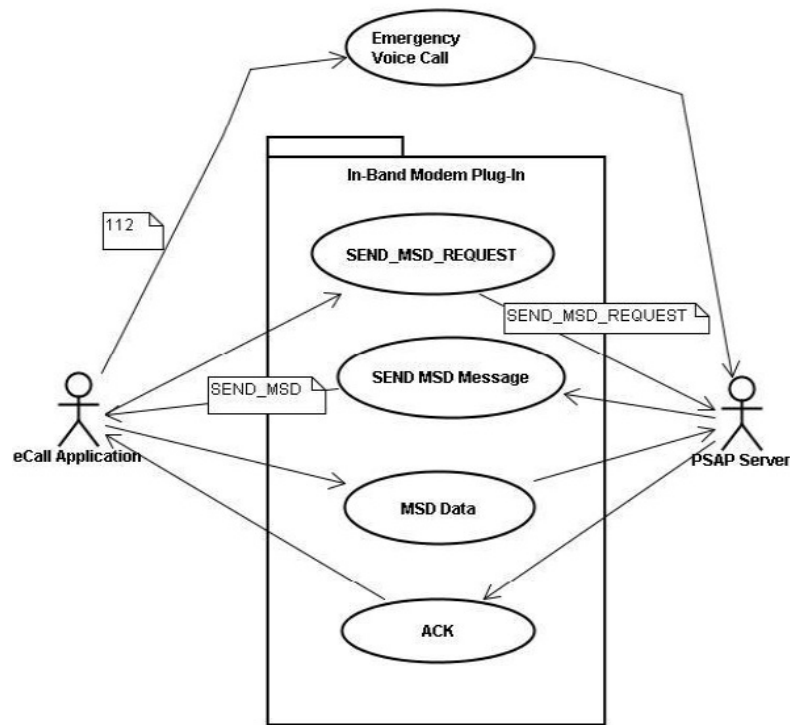
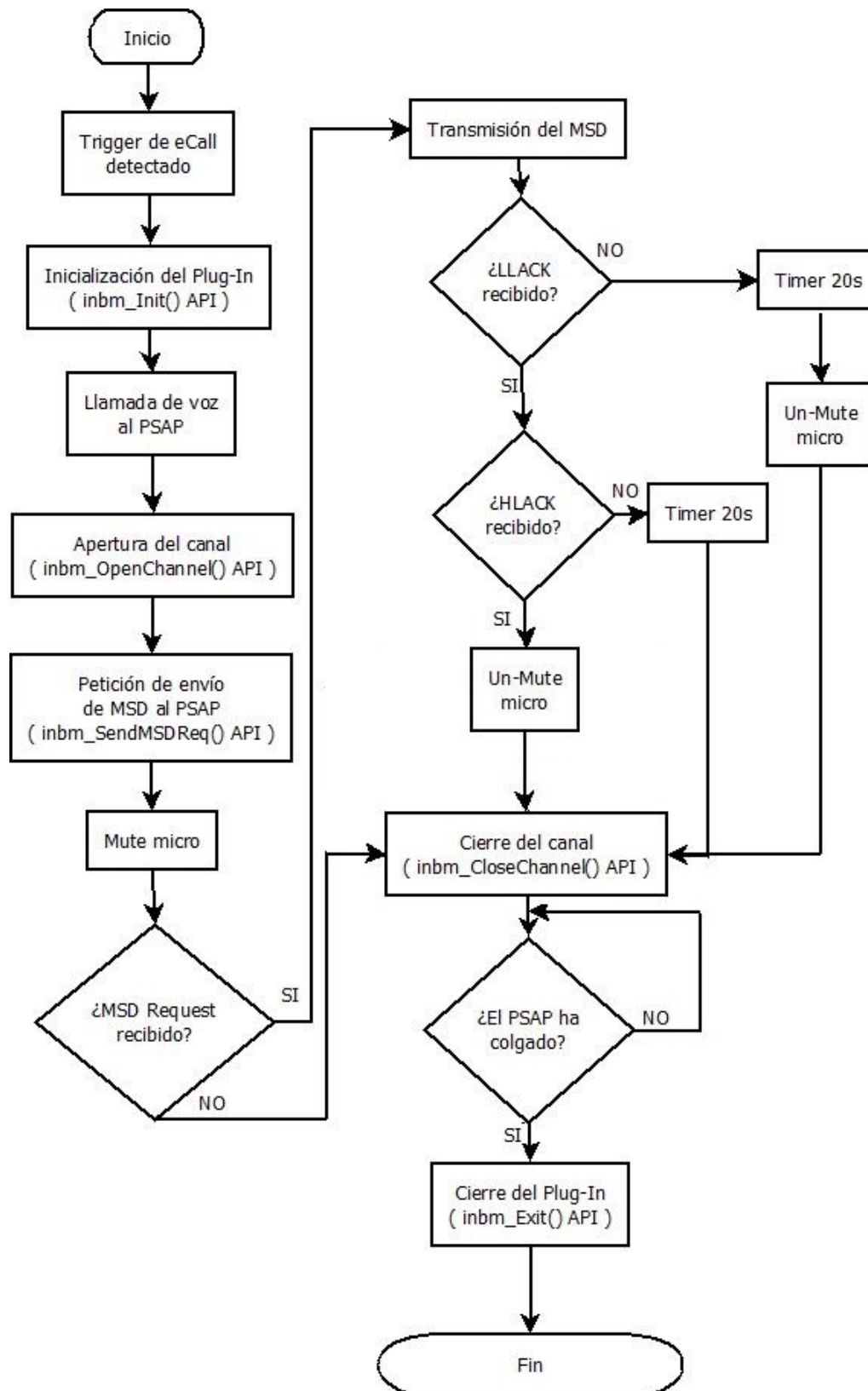


Figura 4.17: Caso de uso en el que el usuario inicia la comunicación *eCall: Push Mode*

1. Inicialización de la API de *inband*
2. Llamada de voz al teléfono del PSAP
3. Apertura del canal *inband*
4. El IVS envía una petición de envío de MSD al PSAP. En este punto, la librería *inband* debe poner en estado de *mute* el micro del IVS para evitar interferencias a la hora de transmitir el MSD
5. Una vez establecido el estado *mute*, la API envía la petición de envío de MSD hacia el PSAP
6. El PSAP contesta a dicha petición y la respuesta llega al IVS
7. Se transmite el MSD
8. El PSAP envía los ACKs de bajo y alto nivel y éstos son recibidos por el IVS
9. Una vez transmitidos los datos, la API elimina el *mute*
10. Se cierra el canal *inband*
11. La llamada de voz continúa, hasta que el PSAP o el IVS (si se trata de una llamada manual) cuelgan
12. Para finalizar la secuencia, se cierra el *plugin*

Todo ello se representa en el diagrama de flujo 4.18.

Figura 4.18: Diagrama de Flujo asociado a la comunicación *inband*. Modo *Push*

Establecimiento de la comunicación *inband*. Modo *Pull*

En el modo *Pull* es el servidor PSAP quien inicia la comunicación con la aplicación *eCall* desarrollada en el equipo que va instalado en el IVS. En este caso, el PSAP pregunta directamente por el MSD, enviando el mensaje de *SEND MSD*. El MSD será enviado por el IVS tan pronto como la petición sea recibida por la aplicación *eCall* (véase figura 4.19).

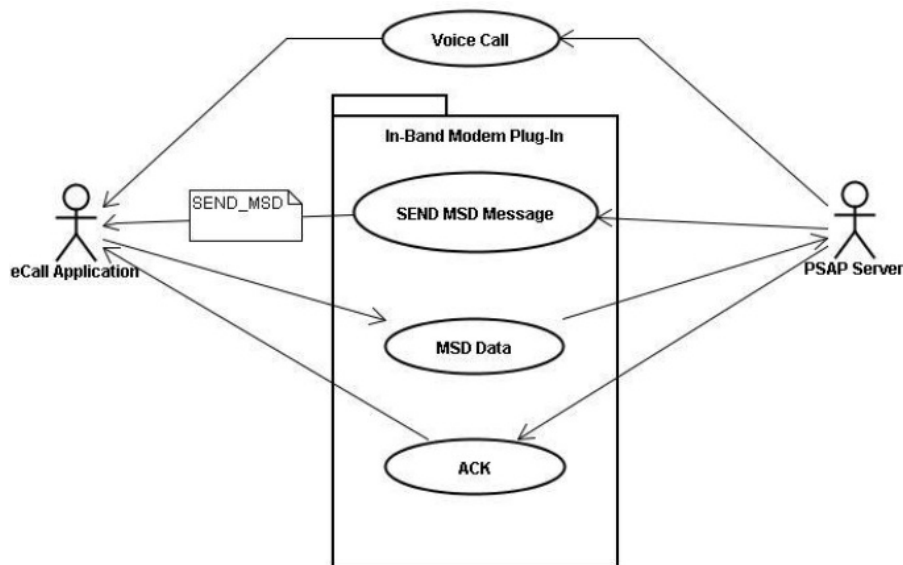


Figura 4.19: Caso de uso en el que el PSAP inicia la comunicación *eCall*: *Pull Mode*

De acuerdo con [87], los pasos necesarios a seguir son:

1. Inicialización de la API de *inband*
2. El PSAP inicia la llamada de voz
3. Apertura del canal *inband*
4. El PSAP envía una petición de envío de MSD al IVS.
5. El IVS recibe la petición. En este punto, la librería *inband* debe poner en estado de *mute* el micro del IVS para evitar interferencias a la hora de transmitir el MSD
6. Una vez establecido el estado *mute*, la API transmite el MSD hacia el PSAP
7. El PSAP envía los ACKs de bajo y alto nivel y éstos son recibidos por el IVS
8. Una vez transmitidos los datos, la API elimina el *mute*
9. Se cierra el canal *inband*
10. La llamada de voz continúa, hasta que el PSAP o el IVS (si se trata de una llamada manual) cuelgan
11. Para finalizar la secuencia, se cierra el *plugin*

De este modo, el diagrama de flujo asociado es el que aparece en 4.20.

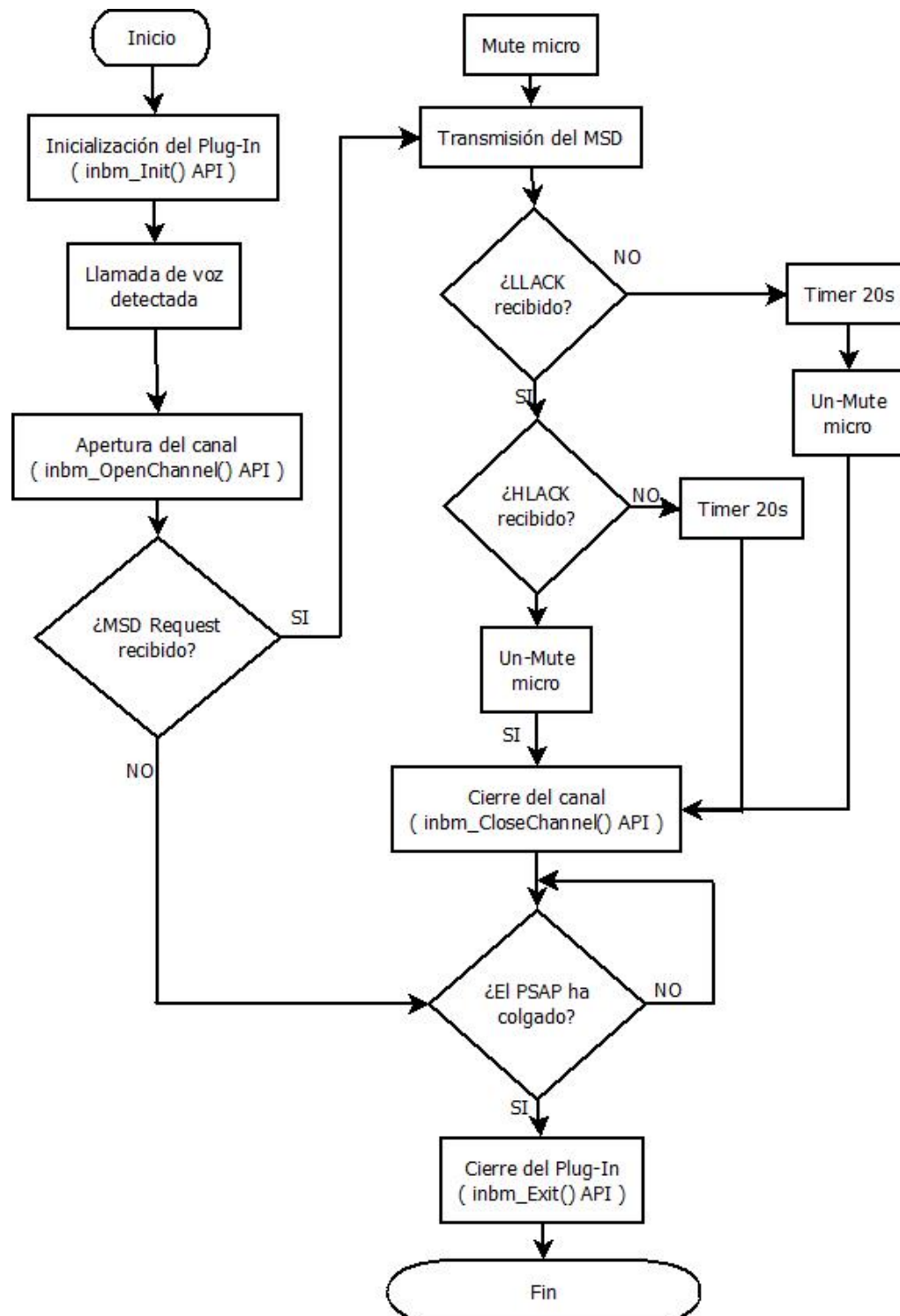


Figura 4.20: Diagrama de Flujo asociado a la comunicación *inband*. Modo *Pull*

Generación de Data logger

Junto con la llamada *inband*, se han establecido una serie de indicadores o KPIs (*Key Performance Indicators*) con el objetivo de medir la calidad del servicio implementado. Dichos indicadores se enviarán a un servidor HTTP (alojado en Moviloc), de forma que éste los guarde en BBDD para su posterior procesamiento (REQ_ LOGGER_ ECALL_ 01).

Cada vez que se detecte uno de los eventos especificados en REQ_ LOGGER_ ECALL_ 03, se generará el log correspondiente (varía en función del evento, tal y como se vio en REQ_ LOGGER_ ECALL_ 04, REQ_ LOGGER_ ECALL_ 05 y REQ_ LOGGER_ ECALL_ 06) y se subirá al servidor, bien porque se haya alcanzado el número máximo de eventos, bien porque se trate del evento *eCall end* (requisitos REQ_ LOGGER_ ECALL_ 02 y REQ_ LOGGER_ ECALL_ 07).

El aspecto del diagrama de flujo asociado puede verse en la figura 4.21

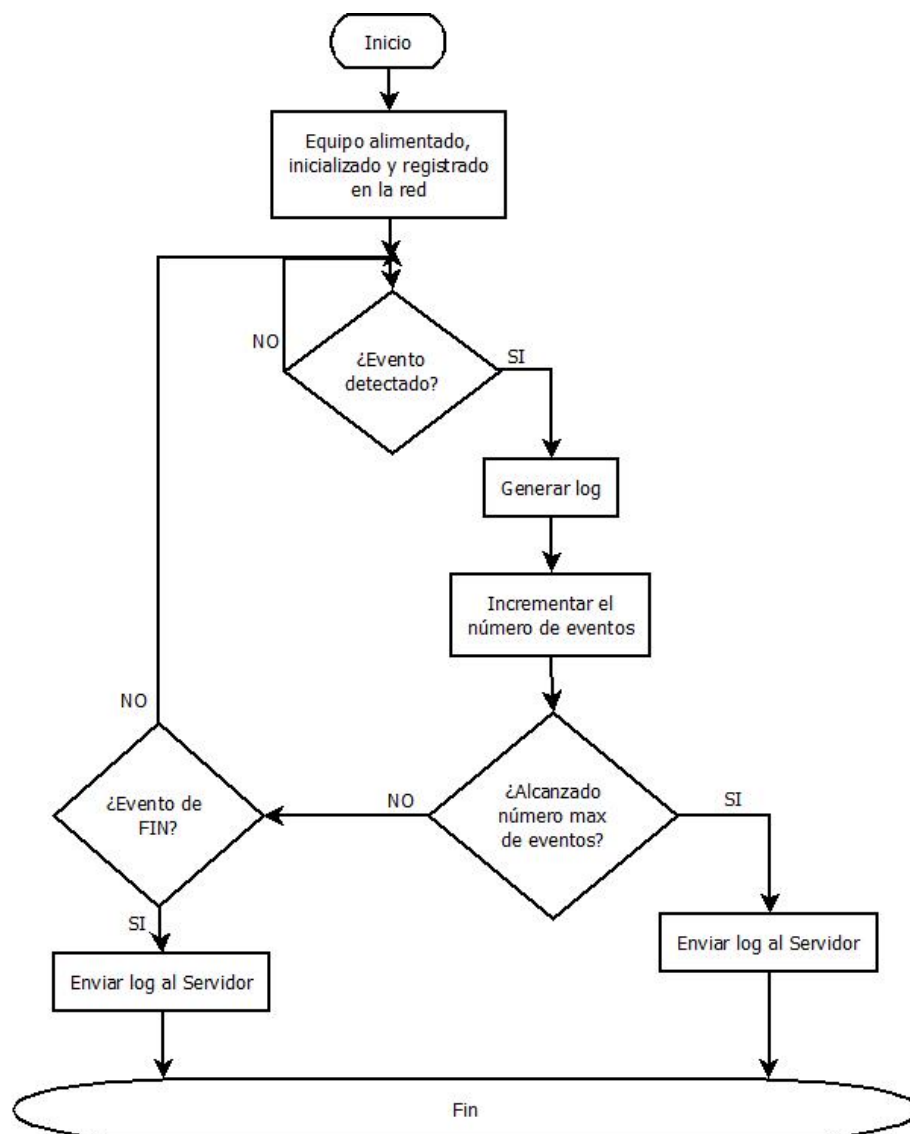


Figura 4.21: Diagrama de Flujo asociado al *Data Logger*

4.4. Implementación

4.4.1. Generación de llamadas de emergencia. Configuración

Tal y como se ha visto en la sección anterior, el módem podrá configurar el teléfono del PSAP y el VIN, bien a través de SMSs, bien a través de comandos AT, permitiéndose también la generación de llamadas de emergencia a través de cualquiera de estos dos medios.

Gestión de recepción de SMSs y Comandos AT

Para poder recibir y procesar SMSs, es necesario que el módem esté configurado para ello; la API de Sierra proporciona una función que se suscribe al servicio de SMSs, permitiendo así que los mensajes recibidos de la red puedan ser procesados por la aplicación. De este modo, haciendo una llamada a la función *adl_smsSubscribe()*; al inicio de la aplicación, saltará el manejador correspondiente cuando el OS detecte un SMS entrante, y se procesará su contenido.

En cuanto a los comandos AT, el procedimiento es similar, pero realizando la suscripción a través de la función de la API *adl_atCmdSubscribe()*; dicha función se suscribe a un comando específico, que en este caso será *AT+U10=\$...*, de tal forma que cada vez que se introduzca por puerto serie un comando con ese formato, se procederá al procesamiento de su contenido.

Los SMSs/Comandos AT implementados son:

- Configuración remota de PSAP para *eCall* automático y *eCall* manual
 - SMS: *\$ECALL,eCallAutoPhoneNb,eCallManualPhoneNb*
eCallAutoPhoneNb: Número de Teléfono para *eCall* automático
eCallManualPhoneNb: Número de Teléfono para *eCall* manual
 - Comando AT: *AT+U10=\$ECALL,eCallAutoPhoneNb,eCallManualPhoneNb*
eCallAutoPhoneNb: Número de Teléfono para *eCall* automático
eCallManualPhoneNb: Número de Teléfono para *eCall* manual
- Configuración remota de VIN
 - SMS: *\$SETVIN,vin*
vin: cadena Ascii de 17 caracteres
 - Comando AT: *AT+U10 = \$SETVIN,vin*
vin: cadena Ascii de 17 caracteres
- Obtención del VIN almacenado
 - Comando AT: *AT+U10 = \$GETVIN*
 Devuelve una cadena Ascii de 17 caracteres, que identifica el VIN del vehículo
- Generación de llamada de emergencia manual

- Comando AT: $AT+U10 = \$ECALLEUR_MANUALECALL, CurrentValue, PreviousValue$
CurrentValue: Valor actual de la alarma. Tipo booleano
PreviousValue: Valor anterior de la alarma. Tipo booleano
- Generación de llamada de emergencia automática
 - Comando AT: $AT+U10 = \$ECALL_AUTO, CurrentValue, PreviousValue$
CurrentValue: Valor actual de la alarma. Tipo booleano
PreviousValue: Valor anterior de la alarma. Tipo booleano
 - SMS: $\$ECALL_AUTO, CurrentValue, PreviousValue$
CurrentValue: Valor actual de la alarma. Tipo booleano
PreviousValue: Valor anterior de la alarma. Tipo booleano

Gestión de interrupciones

La detección de los botones verde y rojo de la botonera se hará a través de sendas interrupciones que van a las patillas INT4 e INT5 del WMP100. Para poder atender las interrupciones, se hace necesario establecer un controlador a través de la función de la API *adl_irqSubscribe()*; y, a continuación, asociarle a cada una de las líneas que irán a la botonera (INT4 e INT5) a través de la función *adl_extintSubscribe()*. De esta forma, y ante la pulsación de cualquiera de los botones, el módem será avisado y actuará en consecuencia (bien lanzando la llamada, bien finalizándola) [88].

4.4.2. Generación de llamadas de emergencia. *Inband Módem Plug-In*

La librería *inband* desarrollada por *Sierra Wireless* permite el desarrollo de aplicaciones *eCall* de acuerdo con la normativa paneuropea [87], [89].

La aplicación *eCall* hará uso de las APIs proporcionadas para enviar los datos MSD a través de un canal de voz previamente establecido (más adelante se volverá a este punto y se verán los dos métodos existentes para ello: modos *Push* y *Pull*). El OS será el encargado de abrir el canal *inband* para enviar dichos datos; durante la transmisión del MSD la interfaz de audio permanecerá en *mute* para evitar posibles interferencias con el canal de voz, volviendo a su estado normal una vez que los datos se hayan transmitido correctamente.

En concreto, se utilizarán las siguientes funciones de la API [87]:

- ***The inbm_Init***. A través de su llamada, la aplicación llevará a cabo la inicialización de la librería *eCall In-Band Modem*, hecho estrictamente necesario antes de usar cualquier otra función de la misma.
- ***The inbm_OpenChannel***. Función que abre el canal de datos *inband*. Posee varios datos de entrada:
 - Manejador global, que será el encargado de capturar todos los eventos relacionados con dicho canal (recepción de MSD *Request*, de ACKs de alto y bajo nivel, etc.)

- MSD a enviar al PSAP, en formato binario
- Longitud del MSD
- ***The inbm_sendMSDReq***. Función utilizada por el IVS para enviar un mensaje del tipo SEND_MSD_REQUEST al servidor PSAP sobre un canal *inband* previamente establecido
- ***The inbm_CloseChannel***. Función que servirá para cerrar el canal de datos *inband* existente.
- ***The inbm_Exit*** Función que detiene la funcionalidad de la librería *eCall In-Band Modem* y libera todos los recursos asociados

Para la creación del MSD a transmitir, se hará uso del codificador ASN1 proporcionado junto con la librería *Inband Módem Plug-In* [90]. El codificador permite crear el MSD en formato binario a través de la función *EncodeMSDMessage()*; a la cual se la pasará como parámetro de entrada una estructura de tipo *eCallMessage_t*, que contendrá todos los campos del MSD definidos por la normativa europea [13].

La integridad de los datos *eCall* que envía el IVS hacia el PSAP queda asegurada por la librería *eCall In-Band* [87].

Finalmente, en cuanto al PSAP, el propio fabricante ofrece un código cerrado de un servidor de test contra el que se pueden hacer pruebas de *inband*; el código es un binario que puede ser instalado en una placa de evaluación y al que el IVS puede llamar para simular la llamada de emergencia *eCall*, tanto para el modo *Push*, como para el *Pull*. Sin embargo, y tal y como se verá en los tests realizados, algunas de las pruebas se harán contra un servidor real de la DGT, desarrollado por Telefónica.

4.4.3. Incorporación de indicadores

Como se ha visto anteriormente, se han establecido una serie KPIs con el objetivo de medir la calidad del servicio implementado. Los indicadores o eventos definidos, que se guardarán en BBDD para su posterior procesamiento, son los siguientes:

1. *eCall Init*
2. *eCall End*
3. *Fix GPS*
4. *Lost GPS*
5. *eCall Error*
6. *MSD Start*
7. *MSD Sent OK*
8. *MSD Sent KO*
9. *MSD Retry*
10. *Call-back PSAP*

Para cada uno de los eventos se enviará el *datetime* asociado, tal y como indica la figura 4.4, excepto para los eventos 1 y 6, que se enviarán los datos que se indican en las figuras 4.2 y 4.3, respectivamente.

Una vez se ha finalizado la llamada, o el máximo número de eventos definidos en el *buffer* del U10-A es alcanzado (50 eventos como máximo), el equipo envía todo el registro al servidor de Moviloc, que almacenará toda la información en base de datos, para su posterior procesado. El *log* completo que generará el equipo sigue el formato especificado en la figura 4.1.

Finalmente, destacar que el envío de los datos al servidor se hará a través de comunicaciones HTTP, por lo que se configurará de manera *hardcoded* la url y puerto al que se enviarán los datos. La parte de comunicaciones ya está desarrollada sobre el U10, por lo que en este sentido lo único que hará nuestra aplicación es llamar a la función de envío correspondiente, una vez que se haya generado el *buffer* con los datos del log completo.

Capítulo 5

Análisis de resultados

El quinto y último capítulo tiene por objetivo llevar a cabo la validación de la solución creada. Para ello, se definirán una serie de tests de validación, a partir de los cuales se irá comprobando si se satisfacen los requisitos definidos en 4.2.

5.1. Tests de Configuración

5.1.1. Test_01: Configuración de parámetros eCall a través de SMS

Descripción. Se pretende validar que el equipo es capaz de configurarse con los parámetros de configuración de *eCall* recibidos a través de SMS.

Procedimiento. Desde la página web de gestión de Moviloc, se le enviará al equipo el SMS de configuración "\$ECALL,AutoPhNb,ManualPhNb". Los campos que contiene son, el teléfono del PSAP al que llamar en caso de generación *eCall* automática y el teléfono del PSAP al que llamar en caso de generación manual ¹

Criterio de aceptación. Cuando la aplicación *eCall* desarrollada reciba el SMS, decodificará los campos que contiene y seteará sus variables internas con dichos valores. El test pasará si el equipo se configura con los mismos parámetros que los enviados por SMS.

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_CONF_ECALL_01

5.1.2. Test_02: Configuración de parámetros eCall a través de comando AT

Descripción. Se pretende validar que el equipo es capaz de configurarse con los parámetros de configuración de *eCall* recibidos a través de comando AT.

Procedimiento. A través del puerto serie del equipo, se enviará el siguiente comando AT "AT+UI0=\$ECALL,AutoPhNb,ManualPhNb". Los campos que contiene son, el teléfono del PSAP al que llamar en caso de generación *eCall* automática y el teléfono del PSAP al que llamar en caso de generación manual.

¹En un primer momento, se solicitó que ambos números estuviesen diferenciados, pero finalmente se decidió que tanto la llamada automática como la manual se hiciesen contra el mismo PSAP

Criterio de aceptación. Cuando la aplicación *eCall* desarrollada reciba el comando AT, decodificará los campos que contiene y seteará sus variables internas con dichos valores. El test pasará si el equipo se configura con los mismos parámetros que los enviados por comando.

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_CONF_ECALL_01

5.1.3. Test_03: Configuración del VIN a través de SMS

Descripción. Se pretende validar que el equipo es capaz de configurarse con el VIN recibido a través de SMS

Procedimiento. Desde la página web de gestión de Moviloc, se le enviará al equipo el SMS de configuración "\$SETVIN,VINNumber". El campo *VINNumber* es una cadena ascii de 17 caracteres que contiene el *Vehicle Identification Number*.

Criterio de aceptación. Cuando la aplicación *eCall* desarrollada reciba el SMS, decodificará el campo que contiene y seteará internamente su valor. El test pasará si el equipo se configura con el mismo VIN que el enviado por SMS. La comprobación puede hacerse a través del comando "AT+U10=\$GETVIN".

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_CONF_ECALL_02

5.1.4. Test_04: Configuración del VIN a través de comando AT

Descripción. Se pretende validar que el equipo es capaz de configurarse con el VIN recibido a través de comando AT.

Procedimiento. A través del puerto serie del equipo, se enviará el siguiente comando AT "AT+U10=\$SETVIN,VINNumber". El campo *VINNumber* es una cadena ascii de 17 caracteres que contiene el *Vehicle Identification Number*.

Criterio de aceptación. Cuando la aplicación *eCall* desarrollada reciba el comando AT, decodificará el campo VIN y lo seteará internamente. El test pasará si el equipo se configura con el mismo VIN que el enviado por comando. La comprobación puede hacerse a través del comando "AT+U10=\$GETVIN".

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_CONF_ECALL_02

5.2. Tests de llamadas *eCall*

5.2.1. Test_05: Estado del Motor OFF

Descripción. Comportamiento de la llamada automática de emergencia ante motor apagado

Procedimiento. Configurar el equipo U10-A por contacto y desconectar el cable amarillo de alimentación (equivalente a motor apagado). Simular el lanzamiento de la llamada *eCall* automática a través del comando "AT+U10=\$ECALL_AUTO,1,0".

Criterio de aceptación. El test será OK si la llamada *eCall* no es procesada (ya que el motor no está en marcha)

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ AUTO_ ECALL_ 01

5.2.2. Test_06: Estado del Motor ON

Descripción. Comportamiento de la llamada automática de emergencia ante motor encendido

Procedimiento. Configurar el equipo U10-A por contacto y conectar el cable amarillo de alimentación (equivalente a motor encendido). Simular el lanzamiento de la llamada *eCall* automática a través del comando "AT+U10=\$ECALL_ AUTO,1,0". Una vez que esté la llamada en curso, desconectar el cable amarillo para simular motor apagado.

Criterio de aceptación. El test será OK si la llamada *eCall* se lanza tras el comando AT y ésta no se ve interrumpida cuando el estado del motor pasa a OFF.

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ AUTO_ ECALL_ 02, REQ_ AUTO_ ECALL_ 03

5.2.3. Test_07: Cancelación de la llamada de emergencia Automática

Descripción. La llamada automática en curso no podrá ser cancelada

Procedimiento. Configurar el equipo U10-A por contacto y conectar el cable amarillo de alimentación (equivalente a motor encendido). Simular el lanzamiento de la llamada *eCall* automática a través del comando "AT+U10=\$ECALL_ AUTO,1,0". Una vez que la llamada está en curso, pulsar el botón rojo del HMI

Criterio de aceptación. El test será OK si no se aborta la llamada *eCall*

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ AUTO_ ECALL_ 04

5.2.4. Test_08: Cancelación de la llamada de emergencia Manual

Descripción. La llamada manual puede cancelarse si se pulsa el botón rojo del HMI

Procedimiento. Configurar el equipo U10-A por contacto y conectar el cable amarillo de alimentación (equivalente a motor encendido). Generar una llamada *eCall* manual a través del botón verde del HMI. Una vez que la llamada está en curso, pulsar el botón rojo del HMI

Criterio de aceptación. El test será OK si se aborta la llamada *eCall*

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ MANUAL_ ECALL_ 03

5.2.5. Test_09: Simulación de eCall automática

Descripción. La llamada automática se podrá simular a través de la recepción de un SMS y/o comando AT

Procedimiento. Desde la página web de gestión de Moviloc, se le enviará al equipo el SMS formado por la cadena: "\$ECALL_ AUTO,1,0". Además, el IVS se configurará para

que esté en el estado de motor ON y para que envíe el MSD formado por los siguientes datos (los marcados con * estarán *hardcoded*):

- **Message ID* = 1
- *Message Format* = 1
- *Control*
 - *Activation* = 1 (*eCall* Automática)
 - **Call Type* = 1 (*Test Call*)
 - *Possition Confidence* = 0 (Posición GPS Válida)
 - **Vehicle Type* = 0001 (Vehículo de pasajeros, clase M1)
- VIN = VF37BRFVE12345678
- **Vehicle Propulsion Storage Type* = 0
- *TimeStamp* = Hora en la que se genera la llamada
- *Localización* = Posición GPS válida (latitud/longitud/rumbo)
- *Incremento de Localización n-1* = (será 0, ya que el equipo está parado)
- *Incremento de Localización n-2* = (será 0, ya que el equipo está parado)
- **Number of Passengers* = 255
- **Service Provider* = NULL
- **Format Field* = 0 (*No Optional Additional Data*)²

Criterio de aceptación. El test será OK si se cumplen los siguientes puntos:

1. Tras la recepción del SMS, el equipo inicia una llamada de emergencia *eCall* al servidor PSAP especificado en el campo (*AutoPhNb*).
2. Se establece un canal *inband* con el PSAP, a través del cual se transmitirán los datos y tendrá lugar la llamada de voz
3. El IVS recibirá del PSAP la petición de enviar el MSD ("SEND_MSD")
4. Durante la transmisión del MSD, micrófono y altavoz deberán desconectarse para evitar interferencias
5. Tras la recepción del mensaje "SEND_MSD", IVS y PSAP estará sincronizados
6. El MSD se transmite en menos de 4 segundos y termina con un ACK del PSAP
7. Tras la transmisión del MSD, la llamada de voz vuelve a estar operativa
8. Los campos del MSD se envían de acuerdo a los valores previamente configurados (ver Procedimiento)
9. La comunicación se mantiene hasta que el PSAP cuelga la llamada

² Cuando este campo esté a 0, el bloque 12 correspondiente a *Optional Additional Data* no estará presente [13]

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ AUTO_ ECALL_ 02, REQ_ AUTO_ ECALL_ 05, REQ_ AUTO_ ECALL_ 07, REQ_ ECALL_ 01, REQ_ ECALL_ 02, REQ_ ECALL_ 03, REQ_ ECALL_ 04, REQ_ ECALL_ 05, REQ_ ECALL_ 06, REQ_ ECALL_ 07, REQ_ ECALL_ 08, REQ_ ECALL_ 09, REQ_ ECALL_ 12, REQ_ MSD_ ECALL_ 01, REQ_ MSD_ ECALL_ 02, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 01, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 02 ³, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 03, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 04, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 05, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 06, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 07, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 08, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 09, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 10, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 11, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 12, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 13, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 14, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 15, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 16, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 17, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 18, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 19, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 20, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 21, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 22, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 23.

5.2.6. Test 10: *Generación de eCall manual*

Descripción. La llamada *eCall* manual se podrá lanzar pulsando el botón verde del HMI

Procedimiento. Con el equipo en reposo, pulsar el botón verde del HMI. El IVS se configurará para que esté en el estado de motor ON y para que envíe el MSD formado por los siguientes datos (los marcados con * estarán *hardcoded*):

- **Message ID* = 1
- *Message Format* = 1
- *Control*
 - *Activation* = 0 (*eCall* Manual)
 - **Call Type* = 1 (*Test Call*)
 - *Possition Confidence* = 0 (Posición GPS Válida)
 - **Vehicle Type* = 0001 (Vehículo de pasajeros, clase M1)
- *VIN* = VF37BRFVE12345678
- **Vehicle Propulsion Storage Type* = 0
- *TimeStamp* = Hora en la que se genera la llamada
- *Localización* = Posición GPS válida (latitud/longitud/rumbo)
- *Incremento de Localización n-1* = (será 0, ya que el equipo está parado)
- *Incremento de Localización n-2* = (será 0, ya que el equipo está parado)
- **Number of Passengers* = 255
- **Service Provider* = NULL
- **Format Field* = 0 (*No Optional Additional Data*)

³Validado parcialmente. Véase sección 5.4

Criterio de aceptación. El test será OK si:

1. El equipo detecta la pulsación del botón de activación de *eCall* manual e inicia la llamada de emergencia *eCall* al servidor PSAP especificado (*ManualPhNb*).
2. Se establece un canal *inband* con el PSAP, a través del cual se transmitirán los datos y tendrá lugar la llamada de voz
3. El IVS recibirá del PSAP la petición de enviar el MSD ("SEND_ MSD")
4. Durante la transmisión del MSD, micrófono y altavoz deberán desconectarse para evitar interferencias
5. Tras la recepción del mensaje "SEND_ MSD", IVS y PSAP estará sincronizados
6. El MSD se transmite en menos de 4 segundos y termina con un ACK del PSAP
7. Tras la transmisión del MSD, la llamada de voz vuelve a estar operativa
8. Los campos del MSD se envían de acuerdo a los valores previamente configurados (ver Procedimiento)
9. Con la llamada en curso, la pulsación del botón verde del HMI no tiene ningún efecto
10. La comunicación se mantiene hasta que el PSAP cuelga la llamada

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ MANUAL_ ECALL_ 01, REQ_ MANUAL_ ECALL_ 02, REQ_ MANUAL_ ECALL_ 04, REQ_ ECALL_ 01, REQ_ ECALL_ 02, REQ_ ECALL_ 03, REQ_ ECALL_ 04, REQ_ ECALL_ 05, REQ_ ECALL_ 06, REQ_ ECALL_ 07, REQ_ ECALL_ 08, REQ_ ECALL_ 09, REQ_ ECALL_ 12, REQ_ MSD_ ECALL_ 01, REQ_ MSD_ ECALL_ 02, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 01, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 02 ⁴, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 03, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 04, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 05, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 06, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 07, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 08, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 09, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 10, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 11, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 12, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 13, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 14, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 15, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 16, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 17, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 18, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 19, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 20, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 21, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 22, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 23.

5.2.7. Test 11: Generación de *eCall* automática sin posición GPS válida

Descripción. Lanzamiento de llamada *eCall* manual sin cobertura GPS

⁴Validado parcialmente. Véase sección 5.4

Procedimiento. Mismo procedimiento que en para el Test_09, pero generando la llamada automática a través de comando AT y con el equipo sin cobertura GPS. De este modo, los campos que conformarán el MSD en este caso serán (los marcados con * estarán *hardcoded*):

- **Message ID* = 1
- *Message Format* = 1
- *Control*
 - *Activation* = 1 (*eCall* Automática)
 - **Call Type* = 1 (*Test Call*)
 - *Possition Confidence* = 1 (sin posición GPS válida)
 - **Vehicle Type* = 0100 (Vehículo comercial ligero, clase N1)
- VIN = VF37BRFVE12345678
- **Vehicle Propulsion Storage Type* = 0
- *TimeStamp* = Hora en la que se genera la llamada
- *Localización* = Posición GPS (latitud = 0/longitud = 0/rumbo)
- *Incremento de Localización n-1* = (será 0, ya que el equipo está parado)
- *Incremento de Localización n-2* = (será 0, ya que el equipo está parado)
- **Number of Passengers* = 255
- **Service Provider* = NULL
- **Format Field* = 0 (*No Optional Additional Data*)

Criterio de aceptación. El test será OK si los campos latitud y longitud enviados en el MSD están seteados a 0xFFFFFFFF

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 15, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 16

5.2.8. Test_12: Comportamiento ante modo PULL

Descripción. El IVS deberá transmitir otro MSD si el PSAP así lo requiere

Procedimiento. Establecer una llamada *eCall* automática a través del comando AT; una vez que el MSD haya sido recibido por el PSAP, cambiar su modo de configuración a PULL y solicitar de nuevo el envío del MSD introduciendo el comando AT+PSAPPULL.

Criterio de aceptación. El test será OK si:

1. Ante la petición del PSAP, el IVS vuelve a transmitir el MSD
2. El identificador de mensaje del MSD se incrementa en la retransmisión

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_ ECALL_ 11, REQ_ MSD_ FIELDS_ ECALL_ 02

5.3. *Data Logger*

5.3.1. *Test_13: Generación del log asociado al evento eCall Init*

Descripción. En el momento de iniciar la llamada de emergencia, se deberá generar el log correspondiente al evento *eCall Init*. Dicho log contendrá los datos reflejados en la imagen 4.2.

Procedimiento. Generar una llamada de emergencia *eCall*

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.2 son generados en el momento en el que se detecta la llamada de emergencia

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_04, REQ_LOGGER_ECALL_14

5.3.2. *Test_14: Generación del log asociado al evento eCall End*

Descripción. En el momento de finalizar la llamada de emergencia, se deberá generar el log correspondiente al evento *eCall End* y se transmitirán todos los eventos que haya almacenado el equipo hasta ese momento. El log correspondiente al evento *eCall End* contendrá los datos reflejados en la imagen 4.4.

Procedimiento. Generar una llamada de emergencia *eCall* y finalizarla al cabo de un tiempo

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados en el momento en el que se detecta el fin de la llamada de emergencia y, además, todos los eventos que han sido detectados hasta el momento se transmiten al servidor

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_01, REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_05, REQ_LOGGER_ECALL_16, REQ_LOGGER_ECALL_17

5.3.3. *Test_15: Generación del log asociado al evento Fix GPS*

Descripción. Cada vez que varíen los datos FIX recibidos del receptor GPS, se deberá generar el log correspondiente al evento *Fix GPS*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Simular en el equipo variaciones del FIX a través de la conexión/desconexión del mismo

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados cuando varían los datos FIX recibidos del receptor GPS

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_06, REQ_LOGGER_ECALL_16

5.3.4. Test_16: Generación del log asociado al evento *Lost GPS*

Descripción. Cada vez que se pierda cobertura GPS, se deberá generar el log correspondiente al evento *Lost GPS*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Simular en el equipo la pérdida de cobertura GPS colocando la antena dentro/fuera de un edificio

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados cuando se pierde cobertura GPS

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_07, REQ_LOGGER_ECALL_16

5.3.5. Test_17: Generación del log asociado al evento *eCall Error*

Descripción. Cuando se produzca un evento de error durante la llamada *eCall* se deberá generar el log correspondiente al evento *eCall Error*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Forzar cualquiera de las siguientes situaciones de error:

- Error al inicializar la API *inband*
- Error al abrir el canal *inband*
- Error al transmitir el MSD
- Error al cerrar el canal *inband*
- Error al cerrar el *plug-in*

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados cuando se produce un error en la llamada *eCall*

Resultado/logs. No reproducible. En todas las pruebas realizadas no se ha conseguido reproducir ninguno de los errores anteriores. Sin embargo, se ha verificado por inspección visual que todos los eventos anteriores generaban un log *eCall Error*, en caso de producirse.

5.3.6. Test_18: Generación del log asociado al evento *MSD Start*

Descripción. Cuando se construya el MSD para transmitirlo hacia el PSAP, se deberá generar el log correspondiente al evento *MSD Start*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.3.

Procedimiento. Generar una llamada de emergencia *eCall*

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.3 son generados cuando se construye el MSD

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_09, REQ_LOGGER_ECALL_15

5.3.7. Test 19: Generación del log asociado al evento MSD Sent OK

Descripción. Cuando se construya reciba el ACK de alto nivel por parte del PSAP, se deberá generar el log correspondiente al evento *MSD Sent OK*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Generar una llamada de emergencia *eCall*

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados cuando se recibe el ACK al MSD

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_10, REQ_LOGGER_ECALL_16

5.3.8. Test 20: Generación del log asociado al evento MSD Sent KO

Descripción. Cuando no se consiga transmitir el MSD, se deberá generar el log correspondiente al evento *MSD Sent KO*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Generar una llamada de emergencia *eCall*

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados si no se recibe el ACK al MSD

Resultado/logs. No reproducible. En todas las pruebas realizadas no se ha conseguido reproducir un envío de MSD NOK. Sin embargo, se ha verificado por inspección visual que si se salta el evento de que no se ha recibido el ACK al MSD, se genera el log asociado al evento *MSD Sent KO*.

5.3.9. Test 21: Generación del log asociado al evento MSD Retry

Descripción. Cuando el MSD tenga que ser retransmitido, se deberá generar el log correspondiente al evento *MSD Retry*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Generar una llamada de emergencia *eCall*; una vez transmitido el MSD, hacer una nueva petición de envío desde el PSAP

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados si se produce una retransmisión del MSD

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_03, REQ_LOGGER_ECALL_12, REQ_LOGGER_ECALL_16

5.3.10. Test 22: Generación del log asociado al evento Call-back PSAP

Descripción. Cuando el PSAP es el extremo que inicia la llamada de emergencia, se deberá generar el log correspondiente al evento *Call-back PSAP*, de acuerdo con el formato reflejado en la imagen 4.4.

Procedimiento. Iniciar la llamada de emergencia desde el lado del PSAPs

Criterio de aceptación. El test será OK si los datos especificados en 4.4 son generados si se detecta el inicio de llamada *inband* por una llamada entrante del PSAP

Resultado/logs. No reproducible. En el momento de realización del test, los PSAPs con los que se ha probado no tenían disponible esta funcionalidad

5.3.11. Test 23: Máximo número de eventos. Envío de datos al servidor

Descripción. Si se alcanza el máximo número de eventos (50), el log conformado deberá transmitirse al servidor.

Procedimiento. Forzar la generación de 50 eventos sin que exista ningún *eCall End* entre ellos

Criterio de aceptación. El test será OK si tras generar el log asociado al evento 50, todos ellos son enviado por HTTP al servidor instalado en Moviloc.

Resultado/logs. OK. Logs disponibles en Apéndice B

Requisitos validados. REQ_LOGGER_ECALL_01, REQ_LOGGER_ECALL_02, REQ_LOGGER_ECALL_17

5.4. Requisitos no validados

Dado que los PSAPs utilizados son propietarios (DGT y *Sierra Wireless*) y no pueden ser alterados para las pruebas realizadas en este TFM, los siguientes requisitos no han podido ser validados:

- REQ_ECALL_10
- REQ_ECALL_13
- REQ_LOGGER_ECALL_08
- REQ_LOGGER_ECALL_11
- REQ_LOGGER_ECALL_13

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajo Futuro

El último capítulo del Trabajo Fin de Máster se dedica a establecer las conclusiones principales que se han obtenido durante el desarrollo del presente trabajo, así como a ofrecer una serie de líneas futuras que pueden llevarse a cabo como continuación de este desarrollo.

6.1. Conclusiones

Con el presente Trabajo Fin de Máster se ha creado una solución *inband* para la llamada de emergencia *eCall* paneuropea. Para ello, se han seguido una serie de pasos, que han ido desde una revisión detallada del Estado del Arte, hasta la evaluación de los resultados obtenidos por la aplicación desarrollada sobre el sistema telemático U10-A. Entrando en detalle, los logros que se han obtenido con el presente TFM han sido:

- ✓ Se ha realizado un estudio en profundidad del Estado del Arte, donde se ha visto cómo la UE ha tenido un papel clave para poder establecer la llamada de emergencia *eCall* paneuropea. Para ello:
 - Se ha hecho una breve introducción a los sistemas de llamada de emergencia *eCall*, donde se han visto sus características, los elementos que los forman y los tipos de comunicaciones que fueron consideradas hasta que, finalmente, la Comisión se decantase por las comunicaciones *inband*
 - Se han visto diversos ejemplos de casos de uso real, en los que se explicaba el modelo funcional del sistema
 - Se ha hecho un repaso de la evolución del sistema *eCall*, desde que en 2003 la Comisión se plantease nuevas medidas para disminuir el número de víctimas mortales en la carretera, hasta la actualidad. Durante esta evolución se han destacado las acciones que han ido tomando todos y cada uno de los agentes involucrados, y se han analizado los obstáculos por los que se ha ido pasando. Asimismo, se ha visto cómo se ha ido reconduciendo la iniciativa para poder alcanzar el objetivo de que el *eCall* estuviese presente como elemento de serie en todos los vehículos

- Se han visto una serie de proyectos financiados por la UE, con el objetivo de desplegar el *eCall*. Entre ellos, el actual proyecto HeERO, que en su segunda fase pretende preparar el *eCall* para su despliegue completo en 2015
 - Se ha visto cómo las iniciativas privadas que pretendían su desarrollo e implementación no han tenido éxito
 - Se ha extendido la visión de *eCall* a Estados Unidos y Japón, dónde se han encontrado proyectos de características similares
 - Se han enumerado los distintos requisitos que ha de cumplir todo sistema *eCall*
 - Se ha analizado el impacto asociado a la introducción del *eCall*, en varios niveles (seguridad, tráfico, medio ambiente, economía) y se ha visto cómo su implantación resulta rentable para la sociedad
 - Se ha estudiado toda la normativa europea relacionada con la implantación del *eCall*, a través de los organismos ETSI, ISO, CEN y 3GPP
 - Finalmente, se han visto una serie de trabajos relacionados en la literatura, que implementan la llamada de emergencia
- ✓ Se ha desarrollado la solución *inband* sobre un dispositivo telemático real: el sistema embarcado el U10-A, propiedad de la empresa GMV Sistemas S.A. Para ello:
- Se ha llevado a cabo un estudio de viabilidad, en el que ha visto cómo el módem empleado por el dispositivo U10 puede soportar la funcionalidad de audio y la comunicación *in-band*, ambas necesarias para desarrollar la llamada de emergencia *eCall*
 - Se ha confeccionado una lista de requisitos que debe cumplir el sistema para ser compatible con la normativa *eCall* paneuropea
 - Se ha hecho un estudio del diseño e implementación del sistema *eCall*, en el que se ha visto que la llamada de emergencia se podía implementar a través de una aplicación que accediese a las librerías *eCall* proporcionadas por el fabricante del módem
 - Junto con la solución *inband*, se han incluido una serie de indicadores (KPIs) con el objetivo de medir la calidad del servicio implementado
 - Finalmente, se ha llevado a cabo la validación de la solución propuesta, donde se han establecido una serie de tests que han verificado la correcta implementación de los requisitos de diseño

6.2. Trabajo Futuro

En base al trabajo desarrollado se identifican varias líneas de investigación que podrían suceder al estudio recogido por esta memoria.

En primer lugar, una serie de requisitos no han podido ser validados; a saber:

- REQ_ECALL_10 Si el ACK del PSAP no se recibe en 20 segundos, se volverán a habilitar el micrófono y el altavoz
- REQ_ECALL_13 En el caso en el que la transmisión del MSD no llegue a completarse, la llamada de voz deberá continuar su curso sin ser interrumpida
- REQ_LOGGER_ECALL_08 Evento *eCall Error*: Registro que indica que se ha producido un error en la comunicación *eCall*
- REQ_LOGGER_ECALL_11 Evento *MSD Sent KO*: Registro que indica que el MSD no se ha recibido correctamente en el PSAP
- REQ_LOGGER_ECALL_13 Evento *Call-back PSAP*: Registro que indica que el PSAP ha solicitado iniciar una comunicación

Todos ellos se relacionan con comportamientos específicos del PSAP. Dado que los PSAPs utilizados son propietarios (DGT y *Sierra Wireless*) y no han podido ser alterados para las pruebas realizadas en este TFM, en los *conformance tests* que se están llevando a cabo para el proyecto HeERO2 se deberían proponer tests específicos que validasen cada uno de los requisitos anteriores, para asegurar, de este modo, la correcta implementación de la solución propuesta.

En segundo lugar, se podría estudiar la plena adaptación del sistema U10-A al estándar *eCall* mediante:

- Conexión a bus CAN. Gracias a ello se conseguirá, por un lado, que la activación automática corra a cargo de los sensores del vehículo y, además, que parámetros como el VIN se lean directamente de este bus, haciendo que no sea necesaria su configuración mediante SMS y/o comando AT.
- Información de la comunicación IVS-MNO-PSAP a través del HMI. Actualmente sólo se dispone de un led, por lo que sería necesario un rediseño para indicar todas las posibles fases que se definieron en la sección 2.6 (indicación de si el servicio se ha lanzado de forma manual o automática, si el MSD ha sido transmitido, si el canal de voz ha sido establecido, etc.)

Finalmente, la industria de la automoción junto con las empresas de telecomunicaciones y los proveedores de servicios, pueden verse beneficiados de los nuevos servicios que puedan desarrollarse a partir de la introducción de las plataformas telemáticas de *eCall* en los vehículos. Tal y como se indica en [49], el hecho de utilizar la tecnología *inband* para transmitir la llamada de emergencia, hace que el resto de tecnologías (GSM, GPRS, 3G, etc) puedan ser utilizadas en la misma plataforma para incorporar servicios de valor añadido. Para el caso del U10-A, los sistemas de gestión de flotas estarían incluidos en Moviloc, pero podrían proponerse más ejemplos, como los seguros basados en el pago por uso (*Pay As You Drive*), los sistemas de telepeaje, o el seguimiento de vehículos robados, entre otros.

Apéndice A

Dispositivo móvil U10-A

El equipo móvil U10-A es un equipo móvil de localización GPS con comunicaciones GPRS/GSM mediante módem interno. El desarrollo del equipo ha corrido a cargo de la empresa GMV, cuyo aspecto puede verse en las figuras A.1 y A.2.



Figura A.1: Exterior del dispositivo móvil U10-A desarrollado por la empresa GMV Sistemas

A continuación se detallan sus características técnicas generales:

- Placa de control basada en microprocesador ARM 946 32bits (104MHz) con módem GPRS/GSM integrado
- Alimentación a 12V / 24V
- Encendido del equipo completo por tensión de batería o contacto
- LED indicador de estado del equipo
- Memoria interna de 16Mbits de Flash y 32Mbits de RAM
- Receptor GPS de 20 canales
- Conectividad RS-232 (3 puertos) y RS-485 (1 puerto)



Figura A.2: Dispositivo móvil U10-A junto con sus interfaces *hardware*

- Software embebido parametrizable y actualizable *Over The Air*
- Antena GPS/GSM/GPRS integrada
- Acelerómetro integrado
- 3 salidas digitales (0V – 5V ó VCC alimentación)
- 4 entradas digitales (Rango: 0V – 12V/24V), 2 de ellas conectadas a los botones de *eCall* (ver figura A.3)
- 4 entradas analógicas (Rango de 0V a 30V)
- Sistema de Audio (altavoz + micrófono)
- Batería interna de *back-up* opcional
- Posibilidad de conexión a consola de mensajes



Figura A.3: Hardware *eCall* del dispositivo móvil U10-A desarrollado por la empresa GMV Sistemas

Apéndice B

Resultados de los Tests de Validación

Configuración de parámetros eCall a través de SMS

Logs correspondientes al Test de Validación 5.1.1

19:01:13:152 - Se ha recibido algo de central:

19:01:13:154 - \$ECALL

19:01:13:157 - [eCall] processEcall

19:01:13:160 - \$ECALL,637123874,626578478

19:01:13:164 - [eCALL EUR] processEcall. Auto Telephone Number: 637123874

19:01:13:167 - [eCALL EUR] processEcall. Manual Telephone Number: 626578478

Configuración de parámetros eCall a través de comando AT

Logs correspondientes al Test de Validación 5.1.2

19:32:48:312 - AT+U10=\$ECALL,637123874,626578478

19:32:48:393 - Comando U10 recibido

19:32:48:395 - AT+U10=\$ECALL,637123874,626578478

19:32:48:397 - \$ECALL

19:32:48:399 - [eCall] processEcall

19:32:48:402 - AT+U10=\$ECALL,637123874,626578478

19:32:48:405 - [eCALL EUR] processEcall. Auto Telephone Number: 637123874

19:32:48:408 - [eCALL EUR] processEcall. Manual Telephone Number: 626578478

Configuración del VIN a través de SMS

Logs correspondientes al Test de Validación 5.1.3

18:54:13:623 - Se ha recibido algo de central:

18:54:13:625 - \$SETVIN

18:54:13:631 - [eCALL EUR] processVIN. VIN Number: 12345678912345678

18:55:21:893 - AT+U10=\$GETVIN

18:55:21:910 - Comando U10 recibido

18:55:21:912 - AT+U10=\$GETVIN

18:55:21:913 - \$GETVIN

18:55:21:915 - [eCALL EUR] Get VIN Number: 12345678912345678

Configuración del VIN a través de comando AT

Logs correspondientes al Test de Validación 5.1.4

19:27:03:236 - AT+U10=\$SETVIN,VF37BRFVE12345678

19:27:03:279 - Comando U10 recibido

19:27:03:283 - \$SETVIN

19:27:03:285 - AT+U10=\$SETVIN,VF37BRFVE12345678

19:27:03:288 - [eCALL EUR] processVIN. VIN Number: VF37BRFVE12345678

19:27:06:452 - AT+U10=\$GETVIN

19:27:06:480 - Comando U10 recibido

19:27:06:481 - AT+U10=\$GETVIN

19:27:06:483 - \$GETVIN

19:27:06:486 - [eCALL EUR] Get VIN Number: VF37BRFVE12345678

Estado del Motor OFF

Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.1

19:40:35:736 - AT+U10=\$ECALL_AUTO,1,0

19:40:35:793 - Comando U10 recibido

19:40:35:795 - AT+U10=\$ECALL_AUTO,1,0

19:40:35:797 - \$ECALL_AUTO

19:40:35:800 - [eCallEUR] Engine OFF -> eCall Auto is Not Operational

Estado del Motor ON

Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.2

```

19:42:13:443 - AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
19:42:13:500 - Comando U10 recibido
19:42:13:502 - AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0

19:42:13:504 - $ECALL_AUTO
19:42:13:507 - [eCallEUR] AUTO_ECALL_ACTIVATED
19:42:13:802 - [EURECall] Creating MSD
...etc...

```

Cancelación de la llamada de emergencia Automática

Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.3

```

19:58:02:438 - AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
19:58:02:493 - Comando U10 recibido
19:58:02:495 - AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
19:58:02:497 - $ECALL_AUTO
19:58:02:500 - [eCallEUR] AUTO_ECALL_ACTIVATED
19:58:02:502 - [EURECall] Creating MSD
19:58:02:504 - [EURECall] id: 1
19:58:02:507 - [EURECall] messageIdentifier: 1
19:58:02:511 - [EURECall] GPS confidence OK
19:58:02:512 - [EURECall] vehicleType: 1
19:58:02:515 - [EURECall] VIN: VF37BRFVE12345678
19:58:02:517 - [MSD] VIN isovds: 7BRFVE
19:58:02:520 - [MSD] VIN isovisModelyear: 1
19:58:02:524 - [MSD] VIN isovisSeqPlant: 2345678
19:58:02:591 - WeekTime2GPS time: 237482, week: 1753
19:58:02:593 - [MSD] TimeStamp: 1376416682
19:58:02:597 - [MSD] latitude: 164432
19:58:02:600 - [MSD] longitude: -4716
19:58:02:603 - [MSD] direction: 35
19:58:06:310 - inbmSetOATConnection
19:58:06:311 - INBM_UNINITIALIZED
19:58:06:313 - [eCALL EUR] inbm_Init OK
19:58:09:233 - [eCALL EUR] In-Band Channel Open OK
19:58:09:235 - [eCALL EUR] In-Band Channel SendMSD OK. PUSH mode is SET
19:58:09:238 - [eCALL EUR] Channel has been opened OK --> Send The Preset MSD
19:58:09:241 - [eCALL EUR] Calling PSAP (648415064) (0)
19:58:09:243 - [eCALL EUR] SetMSD OK
19:58:16:188 - [eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
19:58:20:576 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
19:58:22:250 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED

19:58:32:325 - [eCALL EUR] Cancel Button detected! No action: Automatic eCall in Progress

```

Cancelación de la llamada de emergencia Manual

Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.4

```

20:15:51:244 - AT+U10=$SETVIN,VF37BRFVE12345678
20:15:51:280 - Comando U10 recibido
20:15:51:281 - AT+U10=$SETVIN,VF37BRFVE12345678
20:15:51:283 - $SETVIN
20:15:51:285 - AT+U10=$SETVIN,VF37BRFVE12345678
20:15:51:287 - [eCALL EUR] processVIN. VIN Number: VF37BRFVE12345678
20:15:58:693 - AT+U10=$ECALL,917143400,917143400,600,0
20:15:58:712 - Comando U10 recibido
20:15:58:775 - AT+U10=$ECALL,917143400,917143400,600,0
20:15:58:779 - $ECALL
20:15:58:785 - [eCall] processEcall
20:15:58:793 - AT+U10=$ECALL,917143400,917143400,600,0
20:15:58:802 - [eCALL EUR] processEcall. Auto Telephone Number: 917143400
20:15:58:811 - [eCALL EUR] processEcall. Manual Telephone Number: 917143400
20:16:06:511 - [eCALL EUR] Call Button detected! Start Manual eCall
20:16:06:578 - [eCallEUR] MANUAL_ECALL_ACTIVATED
20:16:06:579 - [EURECall] Creating MSD
20:16:06:579 - [EURECall] id: 1
20:16:06:580 - [EURECall] automaticActivation: 0
20:16:06:582 - [EURECall] positionCanBeTrusted: 1
20:16:06:583 - [MSD] VIN isowmi: VF3
20:16:06:585 - [MSD] VIN isovds: 7BRFVE
20:16:06:586 - [MSD] VIN isovisModelyear: 1
20:16:06:601 - [MSD] VIN isovisSeqPlant: 2345678
20:16:06:678 - WeekTime2GPS time: 324967, week: 1753
20:16:06:681 - [MSD] TimeStamp: 1376504167
20:16:06:684 - [MSD] latitude: 196432
20:16:06:686 - [MSD] longitude: -4716
20:16:06:688 - [MSD] direction: 23
20:16:10:402 - inbmSetOATConnection
20:16:10:403 - INBM_UNINITIALIZED
20:16:10:405 - [eCALL EUR] inbm_Init OK
20:16:13:248 - [eCALL EUR] In-Band Channel Open OK
20:16:13:249 - [eCALL EUR] In-Band Channel SendMSD OK. PUSH mode is SET
20:16:13:250 - [eCALL EUR] Channel has been opened OK --> Send The Preset MSD
20:16:13:252 - [eCALL EUR] Calling PSAP (917143400) (0)
20:16:13:253 - [eCALL EUR] SetMSD OK
20:16:18:692 - [eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
20:16:21:077 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
20:16:22:672 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED

20:17:07:246 - [eCALL EUR] Cancel Button detected! Cancel Manual eCall in Progress

20:17:07:250 - NO CARRIER
20:17:07:256 - FUNCTION endCallReasonHandler

20:17:07:260 - [eCALL EUR] Closing Channel...
20:17:07:261 - [eCALL EUR] Channel successfully closed
20:17:07:263 - [eCALL EUR] Channel successfully exited

```

Simulación de *eCall* automática

Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.5

IVS U10-A

19:58:02:493 - Se ha recibido algo de central
19:58:02:497 - \$ECALL_AUTO
19:58:02:500 - [eCallEUR] AUTO_ECALL_ACTIVATED
19:58:02:502 - [EURECall] Creating MSD
19:58:02:504 - [EURECall] id: 1
19:58:02:507 - [EURECall] messageIdIdentifier: 1
19:58:02:511 - [EURECall] GPS confidence OK
19:58:02:512 - [EURECall] vehicleType: 1
19:58:02:515 - [EURECall] VIN: VF37BRFVE12345678
19:58:02:517 - [MSD] VIN isovds: 7BRFVE
19:58:02:520 - [MSD] VIN isovisModelyear: 1
19:58:02:524 - [MSD] VIN isovisSeqPlant: 2345678
19:58:02:591 - WeekTime2GPS time: 237482, week: 1753
19:58:02:593 - [MSD] TimeStamp: 1376416682
19:58:02:597 - [MSD] latitude: 164432
19:58:02:600 - [MSD] longitude: -4716
19:58:02:603 - [MSD] direction: 35
19:58:06:310 - inbmSetOATConnection
19:58:06:311 - INBM_UNINITIALIZED
19:58:06:313 - [eCALL EUR] inbm_Init OK
19:58:09:233 - [eCALL EUR] In-Band Channel Open OK
19:58:09:235 - [eCALL EUR] In-Band Channel SendMSD OK. PUSH mode is SET
19:58:09:238 - [eCALL EUR] Channel has been opened OK --> Send The Preset MSD
19:58:09:241 - [eCALL EUR] Calling PSAP (648415064) (0)
19:58:09:243 - [eCALL EUR] SetMSD OK
19:58:16:188 - [eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
19:58:20:576 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
19:58:22:250 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED

19:58:45:200 - NO CARRIER
19:58:45:267 - FUNCTION endCallReasonHandler

19:58:52:681 - [eCALL EUR] Closing Channel...
19:58:52:682 - [eCALL EUR] Channel successfully closed
19:58:52:684 - [eCALL EUR] Channel successfully exited

PSAP Sierra Wireless

```

[PSAP] SendStart received from control
[----]
[PSAP] reset receiver
[PSAP] sending START
[PSAP] sending START
[PSAP] sending START
[PSAP] sending START
[PSAP] sending START
[PSAP] sync detected; delay: -6; npeaks: +5 (inverted sync)
[PSAP] codec inversion detected!
[PSAP] fast modulator chosen (metric: 942)
[PSAP] sending NACK
[PSAP] sync detected; delay: -164; npeaks: +5 (regular sync)
[PSAP] fast modulator chosen (metric: 986)
[PSAP] sending NACK
[PSAP] sending NACK
[PSAP] CRC failed; rv = 0
[----]
[PSAP] sending NACK
[PSAP] sending NACK
[PSAP] sending NACK
[PSAP] sending NACK
[PSAP] MSD successfully received; redundancy versions: 1
+MSD: 01000781c3c31cb60f70e0420c41461c800a414e755000504a0ffffdb28460000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000

[PSAP] MSD Buffer:
      01000781c3c31cb60f70e0420c41461c800a414e755000504a0ffffdb28460
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000

[PSAP] sending ACK
[PSAP] sending ACK
[PSAP] sending ACK
[PSAP] sending ACK
[PSAP] HLACK data received from control
[----]
[PSAP] sending ACK (HLACK pending)
[PSAP] sending HLACK; data: 0x00
[PSAP] sending HLACK; data: 0x00
[PSAP] sending HLACK; data: 0x00
[PSAP] sending HLACK; data: 0x00
[PSAP] sending HLACK; data: 0x00
[PSAP] reset receiver
[PSAP] reset transmitter
[PSAP] reset receiver
[PSAP] reset transmitter

OK

ATH
ADL_CALL_EVENT_HANGUP_OK_FROM_EXT

```

MSD Decodificado

```
[PSAP] MSD Buffer:
01000781c3c31cb60f70e0420c41461c800a414e755000504a0ffffdb28460
0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
```

Generación de *eCall* manual

Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.6

IVS U10-A

```
20:15:51:244 - AT+U10=$SETVIN,VF37BRFVE12345678
20:15:51:280 - Comando U10 recibido
20:15:51:281 - AT+U10=$SETVIN,VF37BRFVE12345678
20:15:51:283 - $SETVIN
20:15:51:285 - AT+U10=$SETVIN,VF37BRFVE12345678
20:15:51:287 - [eCALL EUR] processVIN. VIN Number: VF37BRFVE12345678
20:15:58:693 - AT+U10=$ECALL,917143400,917143400,600,0
20:15:58:712 - Comando U10 recibido
20:15:58:775 - AT+U10=$ECALL,917143400,917143400,600,0
20:15:58:779 - $ECALL
20:15:58:785 - [eCall] processEcall
20:15:58:793 - AT+U10=$ECALL,917143400,917143400,600,0
20:15:58:802 - [eCALL EUR] processEcall. Auto Telephone Number: 917143400
20:15:58:811 - [eCALL EUR] processEcall. Manual Telephone Number: 917143400
20:16:06:511 - [eCALL EUR] Call Button detected! Start Manual eCall
20:16:06:578 - [eCallEUR] MANUAL_ECALL_ACTIVATED
20:16:06:579 - [EURECall] Creating MSD
20:16:06:579 - [EURECall] id: 1
20:16:06:580 - [EURECall] automaticActivation: 0
20:16:06:582 - [EURECall] positionCanBeTrusted: 1
20:16:06:583 - [MSD] VIN isowmi: VF3
20:16:06:585 - [MSD] VIN isovds: 7BRFVE
20:16:06:586 - [MSD] VIN isovisModelyear: 1
20:16:06:601 - [MSD] VIN isovisSeqPlant: 2345678
20:16:06:678 - WeekTime2GPS time: 324967, week: 1753
20:16:06:681 - [MSD] TimeStamp: 1376504167
20:16:06:684 - [MSD] latitude: 196432
20:16:06:686 - [MSD] longitude: -4716
20:16:06:688 - [MSD] direction: 23
20:16:10:402 - inbmSetOATConnection
20:16:10:403 - INBM_UNINITIALIZED
20:16:10:405 - [eCALL EUR] inbm_Init OK
20:16:13:248 - [eCALL EUR] In-Band Channel Open OK
20:16:13:249 - [eCALL EUR] In-Band Channel SendMSD OK. PUSH mode is SET
20:16:13:250 - [eCALL EUR] Channel has been opened OK --> Send The Preset MSD
20:16:13:252 - [eCALL EUR] Calling PSAP (917143400) (0)
20:16:13:253 - [eCALL EUR] SetMSD OK
20:16:18:692 - [eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
20:16:21:077 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
20:16:22:672 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED
```

/root/eCall/desarrollo/parser1 con 21 parámetros.

Parámetros:

- 1) db=//10.50.95.6:1521/seneca10
- 2) user=ECLL
- 3) pass=ECLL
- 4)

[illegible]

- ```

5) CallId=08-14-2013-20-13-45-42
6) ANI=648415064
7) DNIS=917143400
8) Status=SUCCESS
9) TimeStamp=14.08.2013 20:13:50
10) TotalTime=4.790
11) SyncToMSD=1.208
12) MSDtoLLACK=1.727
13) LLACKtoHLACK=2180471.750
14) StartCount=5
15) CRCFailCount=0
16) RestartCount=0
17) LLACKcount=4
18) HLACKcount=4
19) Version=2.08
20)

```

[illegible][illegible][illegible]

Longitud 280 = 140

Antes de decodificar el MSD

Después de decodificar el MSD

Retorno: 0

Decodificación correcta!

<ECallMessage>

<id>1</id>

&lt;msd&gt;

&lt;msdStructure&gt;

<messageIdentifier>1</messageIdentifier>

<control>

```
<automaticActivation><false/></automaticActivation>
```

```
<testCall><true/></testCall>
```

```
<positionCanBeTrusted><true/></positionCanBeTrusted>
```

`<vehicleType><passengerVehicleClassM1/></vehicleType>`

```
/control>
```

<vehicleIdentificationNumber>

```
<isowmi>VF3</isowmi>
```

<isovds>7BRFVE</isovds>

&lt;isovisModelyear&gt;1&lt;/isovisModelyear&gt;

&lt;isovisSeqPlant&gt;2345678&lt;/isovisSeqPlant&gt;

&lt;/vehicleIdentificationNumber&gt;

&lt;vehiclePropulsionStorageType&gt;

&lt;/vehiclePropulsionStorageType&gt;

```
<timestamp>1376504167</timestamp>
```

<vehicleLocation>

<positionLatitude>196432</positionLatitude>

```
<positionLongitude>-4716</positionLongitude>
```

&lt;/vehicleLocation&gt;

&lt;vehicleDirection&gt;23&lt;/vehicleDirection&gt;

&lt;/msdStructure&gt;

&lt;/msd&gt;

&lt;/ECallMessage&gt;

Tenemos los datos, vamos a insertarlos en la base de datos.

OAData=<>

Insercion - EXITO



## Generación de *eCall* automática sin posición GPS válida

*Logs* correspondientes al Test de Validación 5.2.7

### IVS U10-A

```

19:48:35:294 - AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
19:48:35:304 - Comando U10 recibido
19:48:35:353 - AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
19:48:35:354 - $ECALL_AUTO
19:48:35:356 - [eCallEUR] AUTO_ECALL_ACTIVATED
19:48:35:357 - [EURECall] Creating MSD
19:48:35:358 - [EURECall] id: 1
19:48:35:360 - [EURECall] messageIdentifier: 1
19:48:35:361 - [EURECall] GPS confidence OK
19:48:35:363 - [EURECall] vehicleType: 1
19:48:35:365 - [MSD] VIN isowmi: 123
19:48:35:366 - [MSD] VIN isovds: 456789
19:48:35:369 - [MSD] VIN isovisModelyear: 1
19:48:35:384 - [MSD] VIN isovisSeqPlant: 2345678
19:48:35:442 - [MSD] TimeStamp: 1376416068
19:48:35:443 - [MSD] latitude: 0
19:48:35:444 - [MSD] longitude: 0
19:48:35:445 - [MSD] direction: 0
19:48:39:170 - inbmSetOATConnection
19:48:39:173 - INBM_UNINITIALIZED
19:48:39:177 - [eCALL EUR] inbm_Init OK
19:48:42:008 - [eCALL EUR] In-Band Channel Open OK
19:48:42:010 - [eCALL EUR] In-Band Channel SendMSD OK. PUSH mode is SET
19:48:42:011 - [eCALL EUR] Channel has been opened OK --> Send The Preset MSD
19:48:42:013 - [eCALL EUR] Calling PSAP (648415064) (0)
19:48:42:014 - [eCALL EUR] SetMSD OK
19:48:48:519 - [eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
19:48:53:304 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
19:48:53:911 - +CSQ: 19,99
19:48:54:579 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED

19:49:32:513 - NO CARRIER

19:49:49:800 - [eCALL EUR] Closing Channel...
19:49:49:801 - [eCALL EUR] Channel successfully closed
19:49:49:803 - [eCALL EUR] Channel successfully exited
19:49:49:805 - FUNCTION endCallReasonHandler

```



## Comportamiento ante modo PULL

*Logs correspondientes al Test de Validación 5.2.8*

### IVS U10-A

```

AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
Comando U10 recibido
AT+U10=$ECALL_AUTO,1,0
$ECALL_AUTO
[eCallEUR] AUTO_ECALL_ACTIVATED
[EURECall] Creating MSD
[EURECall] id: 1
[EURECall] messageIdIdentifier: 1
[EURECall] GPS confidence OK
[EURECall] vehicleType: 1
[MSD] VIN isowmi: 123
[MSD] VIN isovds: 456789
[MSD] VIN isovisModelyear: 1
[MSD] VIN isovisSeqPlant: 2345678
[MSD] TimeStamp: 1376416068
[MSD] latitude: 0
[MSD] longitude: 0
[MSD] direction: 0
inbmSetOATConnection
[eCALL EUR] inbm_Init OK
[eCALL EUR] In-Band Channel Open OK
[eCALL EUR] In-Band Channel SendMSD OK. PUSH mode is SET
[eCALL EUR] Channel has been opened OK --> Send The Preset MSD
[eCALL EUR] Calling PSAP (676458235) (0)
[eCALL EUR] SetMSD OK
[eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
+CSQ: 18,99
+CSQ: 17,99
[eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
[eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED
+CSQ: 17,99
[eCALL EUR] InBand_handler. START received. MSD will be Sent
+CSQ: 16,99
[eCALL EUR] InBand_handler. INBM_LLACK_RECEIVED
+CSQ: 17,99
[eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED

```

**PSAP Sierra Wireless**[illegible]

### ***Data Logger asociado al evento eCall Init***

Dada la extensión, el log asociado al test 5.3.1 se encuentra adjunto en el CD-ROM que se incluye en este Trabajo Fin de Máster.

### ***Data Logger asociado al evento MSD Start***

Dada la extensión, el log asociado al test 5.3.6 se encuentra adjunto en el CD-ROM que se incluye en este Trabajo Fin de Máster.

### ***Data Logger asociado a los eventos comunes (eCall End, Fix GPS, Lost GPS, MSD Sent OK, MSD Retry)***

El log que se reproduce a continuación se corresponde con el evento *MSD Sent OK*. El resto posee una estructura similar y pueden encontrarse en el CD-ROM adjunto al Trabajo Fin de Máster.

```
20:00:14:863 - [eCALL EUR] InBand_handler. INBM_HLACK_RECEIVED
20:00:14:864 - [EURECall] setEcallEURstate: 4
20:00:14:865 - [eCall] createDataLoggerCommonEvent :6 END
20:00:14:866 - WeekTime2GPS time: 323915, week: 1753
20:00:14:867 - [eCall] Current TimeStamp (COMMON) 14/8/2013 17:58:35
20:00:14:868 - [eCALL] createDataLoggerCommonEvent. ACPCommonData[0] = 6 END
20:00:14:869 - [eCALL] createDataLoggerCommonEvent. ACPCommonData[1] = 4 END
20:00:14:879 - [eCALL] createDataLoggerCommonEvent. ACPCommonData[2] = 82 END
20:00:14:900 - [eCALL] createDataLoggerCommonEvent. ACPCommonData[3] = 11 END
20:00:14:916 - [eCALL] createDataLoggerCommonEvent. ACPCommonData[4] = 197 END
20:00:14:939 - [eCALL] createDataLoggerCommonEvent. ACPCommonData[5] = 75 END
20:00:14:977 - [eCall] addDataToLogger END
20:00:14:981 - [eCall] addDataToLogger ucNbrDataLoggerEvents: 6 size: 6 END
20:00:14:983 - [eCall] ADWrite OK
20:00:14:985 - [eCall] addDataToLogger eCallDataLoggerLength: 706 END
```

### ***Data Logger asociado a la generación del máximo número de eventos***

Dada la extensión, el log asociado al test 5.3.11 se encuentra adjunto en el CD-ROM que se incluye en este Trabajo Fin de Máster.





# Bibliografía

- [1] Commission of the European Communities. Communication from the commission to the council, the european parliament, the european economic and social committee and the committee of the regions. bringing ecall back on track - action plan. (3rd esafety communication). Technical report, European Union, 2006.
- [2] *Andy Rooke Project coordinator HeERO. ERTICO ITS Europe. Pan European eCall. eCall Day.* Technical report, 19 de Diciembre de 2012.
- [3] J.L. Luque, X.C. Ferrer, and X.H. Serra. Design and implementation of a j2ee platform to handle standardized telematics emergency calls originated from vehicles. In *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2004. PIMRC 2004. 15th IEEE International Symposium on*, volume 4, pages 2825–2829 Vol.4, 2004.
- [4] Commission of the European Communities. Comunicación de la comisión al consejo y al parlamento europeo. las tecnologías de la información y las comunicaciones al servicio de vehículos seguros e inteligentes. Technical report, Unión Europea, 2003.
- [5] Commission of the European Communities. Communication from the commission - european road safety action programme - halving the number of road accident victims in the european union by 2010: A shared responsibility. Technical report, European Union, 2003.
- [6] FITSA. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil. La llamada automática de emergencia *eCall* y las evidencias científicas de su eficacia. Technical report, 2007.
- [7] D.M Harmsen. *STORM. Stuttgart transport operation by regional management Technical working document. Case study.* Technical report, *Fraunhofer-Institut fuer Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe (Germany)*, 1994.
- [8] European Comission. Propuesta de decisión del parlamento europeo y del consejo relativa al despliegue del servicio *eCall* interoperable en toda la ue. Technical report, Unión Europea, 2013.
- [9] European Comission. Propuesta de reglamento del parlamento europeo y del consejo relativo a los requisitos de homologación de tipo para el despliegue del sistema *eCall* integrado en los vehículos, y por el que se modifica la directiva 2007/46/ce. Technical report, Unión Europea, 2013.

- [10] *Digital Agenda for Europe. The Digital Agenda website.* Disponible en Web: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/welcome-digital-agenda>. [Última consulta: Julio 2013].
- [11] Commission of the European Communities. Communication from the commission to the council, the european parliament, the european economic and social committee and the committee of the regions. the 2nd esafety communication: bringing ecall to citizens. Technical report, European Union, 2005.
- [12] Emilio Dávila Gonzalez Monica Schettino. *Pan-European eCall Implementation Guidelines.* Technical report, *European eCall Implementation Platform*, 2012.
- [13] CEN/TS 15722. *Road transport and traffic telematics — ESafety — ECall minimum set of data.* Technical report, 2009.
- [14] CEN/TC 278. *Intelligent transport systems — ESafety — Pan European eCall- Operating requirements.* Technical report, 2009.
- [15] *Resolución del Parlamento Europeo, de 3 de julio de 2012, sobre eCall: un nuevo servicio 112 para los ciudadanos.* Disponible en Web: <http://www.europarl.europa.eu>. [Última consulta: Abril 2013].
- [16] 3GPP Organizational Partners. *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; eCall Data Transfer; In-band modem solution; General description (Release 12).* Technical report, 2012.
- [17] *eSafety Support.Options for eCall MSD signalling. April 2006.* Disponible en Web: [http://www.esafetysupport.org/download/ecall\\_toolbox/Reports/Appendix\\_12.pdf](http://www.esafetysupport.org/download/ecall_toolbox/Reports/Appendix_12.pdf). [Última consulta: Abril 2013].
- [18] *eSafety Support. eCall Standarisation. Transmission Protocol Work (ETSI).* Disponible en Web: [http://www.esafetysupport.org/en/ecall\\_toolbox/ecall\\_standardisation/transmission\\_protocol\\_work\\_etsi.htm](http://www.esafetysupport.org/en/ecall_toolbox/ecall_standardisation/transmission_protocol_work_etsi.htm).
- [19] M. Werner, C. Pietsch, C. Joetten, C. Sgraja, G. Frank, W. Granzow, and J. Huang. *Cellular In-Band Modem Solution for eCall Emergency Data Transmission.* In *Vehicle Technology Conference, 2009. VTC Spring 2009. IEEE 69th*, pages 1–6, 2009.
- [20] 3GPP Organizational Partners. *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network and Terminals; Mobile radio interface Layer 3 specification; Core network protocols; Stage 3 (Release 10).* Technical report, 2012.
- [21] *Airbiquity. MSG-3GPP eCall Meeting. In-Band Modem Data Transfer for eCall.* Technical report, Amsterdam, The Netherlands, 23rd January 2006.
- [22] 3GPP Organizational Partners. *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; eCall Data Transfer; In-band modem solution; ANSI-C reference code (Release 10).* Technical report, 2012.



- [23] 3GPP Organizational Partners. *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); eCall data transfer; In-band modem solution; Characterization report*. Technical report, 2010.
- [24] 3GPP Organizational Partners. *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); eCall data transfer; In-band modem solution*. Technical report, 2011.
- [25] R. Filjar, K. Vidovic, P. Britvic, and M. Rimac. In *MIPRO, 2011 Proceedings of the 34th International Convention, title=eCall: Automatic notification of a road traffic accident*, pages 600–605, 2011.
- [26] 3GPP Organizational Partners. *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Transferring of emergency call data (Release 11)*. Technical report, 2012-10.
- [27] Wolfgang H. Schulz et. al Johannes Abele, Christiane Kerlen. *Exploratory Study on the potential socio-economic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles*. Technical report, VDI/VDE Innovation + Technik GmbH and Institute for Transport Economics at the University of Cologne, Germany, 2005.
- [28] Rasmus D. Lindholm. Aalborg University. *A Pan-European Automatic Emergency Call (eCall)*. Technical report, 2004.
- [29] eSafety Support. *eSafety Forum*. Disponible en Web: [http://www.esafetysupport.org/en/esafety\\_activities/esafety\\_forum/](http://www.esafetysupport.org/en/esafety_activities/esafety_forum/). [Última consulta: Julio 2013].
- [30] Members of the eSafety Working Group. *eSafety. Final Report of the eSafety Working Group on Road Safety*. Technical report, 2002.
- [31] ISO, the International Organization for Standardization. Disponible en Web: <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [32] CEN, the European Committee for Standardization. Disponible en Web: <http://www.cen.eu/cen/AboutUs/Pages/default.aspx>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [33] ETSI, the European Telecommunications Standards Institute. Disponible en Web: <http://www.etsi.org/about>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [34] eSafety Forum. *eCall Driving Group. Memorandum of Understanding for Realisation of Interoperable In-Vehicle eCall*. Technical report, May 28, 2004.
- [35] *eCall Memorandum of Understanding. Status of signatures*. Disponible en Web: [https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/list\\_of\\_signatures\\_mou.pdf](https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/list_of_signatures_mou.pdf). [Última consulta: Agosto 2013].

- [36] Commission of the European Communities. Comunicación de la comisión al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. *eCall: el momento de implantarlo*. Technical report, Unión Europea, 2009.
- [37] *Unión Europea. Países miembros de la Unión Europea*. Disponible en Web: [http://europa.eu/about-eu/countries/member-countries/index\\_es.htm](http://europa.eu/about-eu/countries/member-countries/index_es.htm). [Última consulta: Agosto 2013].
- [38] Comisión de las Comunidades Europeas. Comunicación de la comisión. plan de acción para el despliegue de sistemas de transporte inteligentes (sti). Technical report, Unión Europea, 2008.
- [39] Comisión de las Comunidades Europeas. Propuesta de directiva del parlamento europeo y del consejo por la que se establece el marco para el despliegue de los sistemas de transporte inteligentes en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte. Technical report, Unión Europea, 2008.
- [40] European Comission. *Informe sobre eCall: un nuevo servicio 112 para los ciudadanos*. Technical report, Unión Europea, 2012.
- [41] European Comission. *eCall: La llamada de emergencia automática para accidentes de tráfico será obligatoria en los vehículos a partir de 2015*. Technical report, Unión Europea, 2013.
- [42] *ERTICO. Intelligent Transport Systems and Services For Europe*. Disponible en Web: <http://www.ertico.com/about-ertico/>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [43] Monica Schettino. *Global System for Telematics – Rescue. Part of GST. Plan for using and disseminating the knowledge*. Technical report, 29/05/2007.
- [44] ERTICO – ITS Europe Rasmus D. Lindholm. Project Manager. *Global System for Telematics – Sub-project RESCUE*. Technical report, 2004.
- [45] *HeERO. Harmonised eCall European Pilot*. Disponible en Web: <http://www.heero-pilot.eu/view/en/home.html>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [46] Ana I. Blanco Bergareche Jefa de Area de Autorizaciones Especiales de Circulación. Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior. *eCall: proyecto piloto e implantación en España*. Technical report, 24 de abril de 2012.
- [47] Frank Brennecke, ERTICO – ITS Europe. HeERO. D2.2 - *eCall systems functionalities' specification*. Technical report, 19 de Abril de 2013.
- [48] Emilio Dávila González. *Implementación del servicio eCall. Jornada sobre actuación y buenas prácticas en la atención sanitaria inicial al accidentado de tráfico*. Technical report, Comisión Europea. MSPSI. *i2010 Intelligent Car Initiative. eSafety*, 2011.

- [49] European Commission. *Impact assessment Accompanying the document Commission recommendation on support for an EU-wide eCall service in electronic communication networks for the transmission of in vehicle emergency calls based on 112 (eCalls)*. Technical report, Unión Europea, 2011.
- [50] *TeleAid System for Mercedes-Benz*. Disponible en Web: [http://www.mercedestechstore.com/pdfs/416\\_Telematics/416%20HO%20TELE%20AID%20\(FrechW\)%2007-23-04.pdf](http://www.mercedestechstore.com/pdfs/416_Telematics/416%20HO%20TELE%20AID%20(FrechW)%2007-23-04.pdf). [Última consulta: Julio 2013].
- [51] *Sistema de llamadas de emergencia BMW Assist Advanced eCall*. Disponible en Web: [http://es.euroncap.com/es/rewards/bmw\\_assist\\_advanced\\_ecall.aspx](http://es.euroncap.com/es/rewards/bmw_assist_advanced_ecall.aspx). [Última consulta: Julio 2013].
- [52] *Sistema de llamadas de emergencia Volvo On Call*. Disponible en Web: <http://www.volvocars.com/es/sales-services/sales/carebyvolvo/pages/volvooncall.aspx>. [Última consulta: Julio 2013].
- [53] *Sistema de llamadas de emergencia Citroen Localized Emergency Call*. Disponible en Web: [http://es.euroncap.com/es/rewards/citroen\\_localized\\_emergency\\_call.aspx#sthash.nqKJyf3R.dpuf](http://es.euroncap.com/es/rewards/citroen_localized_emergency_call.aspx#sthash.nqKJyf3R.dpuf). [Última consulta: Julio 2013].
- [54] *Sistema de llamadas de emergencia Peugeot Connect SOS*. Disponible en Web: [http://es.euroncap.com/es/rewards/peugeot\\_connect\\_sos.aspx](http://es.euroncap.com/es/rewards/peugeot_connect_sos.aspx). [Última consulta: Julio 2013].
- [55] *Comunicado de Prensa PSA Peugeot Citroen*. Disponible en Web: <http://www.psa-peugeot-citroen.com/en/media/press-releases/one-million-peugeot-and-citroen-vehicles-feature-ecall-0>. [Última consulta: Julio 2013].
- [56] *Sistema de llamadas de emergencia Ford SYNC Emergency Assistance*. Disponible en Web: [http://es.euroncap.com/es/rewards/ford\\_sync\\_emergency\\_assistance.aspx](http://es.euroncap.com/es/rewards/ford_sync_emergency_assistance.aspx). [Última consulta: Julio 2013].
- [57] *Web oficial de la General Motors*. Disponible en Web: <http://www.gm.com/>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [58] William McCormack, Richard R. Johnson. *Graduate School of Business Administration. University of Virginia. GENERAL MOTORS ONSTAR*. Technical report, 2000.
- [59] Seungjin Whang Barchi Peleg Peter Koudal, Hau L. Lee and Paresh Rajwat. *OnStar: Connecting to Customers Through Telematics*. Technical report, Stanford Graduate School of Business, 2004.

- [60] William McCormack and Richard R. Johnson. *GENERAL MOTORS ONSTAR*. . Technical report, Graduate School of Business Administration University of Virginia, 2000.
- [61] Fred Cooke Nick Pudar Jim Smith Vince Barabba, Chet Huber and Mark Paich. *A Multimethod Approach for Creating New Business Models: The General Motors OnStar Project*. Technical report, January–February 2002.
- [62] *GM ofrecerá sistema OnSTAR en China*. Disponible en Web: \$<http://www.nacion.com/cajadecambios/2007/diciembre/13/cajadecambios1343458.html>\$. [Última consulta: Julio 2013].
- [63] *General Motors. Innovation: Quality And Safety. OnStar Services Now Available in Mexico*. Disponible en Web: \$[http://www.gm.com/article.content\\_pages\\_news\\_us\\_en\\_2013\\_jun\\_0626\discretionary{-}{ }{ }onstar~content~gmcom~home~vision~quality\\_safety.html](http://www.gm.com/article.content_pages_news_us_en_2013_jun_0626\discretionary{-}{ }{ }onstar~content~gmcom~home~vision~quality_safety.html)\$. [Última consulta: Julio 2013].
- [64] Inc. Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA). *Automotive Technologies In Japan. Solutions for Greater Safety, Improved Environmental Performance and Increased User Convenience*. Technical report, Marzo 2008.
- [65] CEN/TC 278. *Intelligent transport systems, eSafety, eCall high level application protocols (HALP)*. Technical report, 2009.
- [66] *3GPP Organizational Partners. TSG Services and system aspects: service aspects; service principles (Release 10)*. Technical report, 2012.
- [67] *European Comission. Impact assessment on the introduction of the eCall service in all new type-approved vehicles in Europe, including liability/legal issues*. Technical report, Unión Europea, 2009.
- [68] *iMobility effects database*. Disponible en Web: \$[http://www.esafety-effects-database.org/applications\\_04.html](http://www.esafety-effects-database.org/applications_04.html)\$. [Última consulta: Junio 2013].
- [69] Roland Galbas et al. Kerry Malone, Gerhard Noecker. *Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe. Version 2.0*. Technical report, *eIMPACT Consortium* 2008.
- [70] Rasmus Lindholm Michael Nielsen and Mariana Andrade. *E-MERGE Final Report VI.0*. Technical report, *ERTICO – ITS Europe*, 2004.
- [71] *Socio-economic benefits of eCall in Sweden*. Disponible en Web: \$[http://www.esafetysupport.org/download/eu\\_member\\_states/Rapportbilaga\\_SE.doc](http://www.esafetysupport.org/download/eu_member_states/Rapportbilaga_SE.doc)\$. [Última consulta: Junio 2013].
- [72] Comisión Europea. *Diario Oficial L 281 de 23.11.1995, p. 31*. Technical report, UE.

- [73] Comisión Europea. *Diario Oficial L 201 de 31.7.2002*, p. 37. Technical report, UE.
- [74] *List of Standards related to pan-European eCall*. Disponible en Web: [http://www.heero-pilot.eu/ressource/static/files/ecall\\_table\\_of\\_standards.pdf](http://www.heero-pilot.eu/ressource/static/files/ecall_table_of_standards.pdf). [Última consulta: Julio 2013].
- [75] CEN/TC 278. *Intelligent Transport Systems - eCall – High Level Application Protocols*. Technical report, 2009.
- [76] CEN/TC 278. *Intelligent transport systems — eSafety - Pan European eCall - Operating requirements*. Technical report, 2009.
- [77] ISO Standards. *Intelligent transport systems - ITS Safety and emergency messages using any available wireless media - Data registry procedure*. Technical report, 2009.
- [78] 3GPP Organizational Partners. *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; eCall Data Transfer; In-band modem solution; conformance testing (Release 10)*. Technical report, 2012.
- [79] C. Pinart, J.C. Calvo, L. Nicholson, and J.A. Villaverde. *ECall-Compliant Early Crash Notification Service for Portable and Nomadic Devices*. In *Vehicular Technology Conference, 2009. VTC Spring 2009. IEEE 69th*, pages 1–5, 2009.
- [80] Patricia Alcalde Caldevilla. *Calidad de la Conducción Basada en Sistemas Inerciales y GPS. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad de Valladolid. Julio 2009*.
- [81] N. Martínez Madrid, R. Seepold, A. Reina Nieves, J. Sáez Gómez, A. los Santos Aransay, P. Sanz Velasco, C. Rueda Morales, and F. Ares. *Integration of an advanced emergency call subsystem into a car-gateway platform*. In *Proceedings of the Conference on Design, Automation and Test in Europe, DATE '09*, pages 1100–1105, 3001 Leuven, Belgium, Belgium, 2009. European Design and Automation Association.
- [82] *GMV participa en el proyecto europeo HeERO de seguridad en carretera*. Nota de Prensa. Disponible en Web: <http://www.gmv.com/es/Empresa/Comunicacion/Noticias/2013/01/eCallHeRO.html>. [Última consulta: Agosto 2013].
- [83] ISO Standards. *Standard representation of geographic point location by coordinates (ISO 6709:2008, including Cor 1:2009)*. Technical report, 2010-03-24.
- [84] Servicio avanzado de localización y gestión de flotas a través de internet. Disponible en Web: <http://www.moviloc.com>. [Última consulta: Julio 2013].
- [85] Sierra Wireless. *AirPrime WMP100*. Disponible en Web: [http://www.sierrawireless.com/en/Newsroom/productimages/ProductImages\\_AirPrime/AirPrime\\_WMP100.aspx](http://www.sierrawireless.com/en/Newsroom/productimages/ProductImages_AirPrime/AirPrime_WMP100.aspx). [Última consulta: Agosto 2013].

- [86] *Sierra Wireless eCall InBand Modem Library*. Disponible en Web: [http://developer.sierrawireless.com/en/Resources/Resources/AirPrime/Software/Release\\_notes/eCall\\_Inband\\_Modem\\_Library\\_1\\_1\\_2.aspx](http://developer.sierrawireless.com/en/Resources/Resources/AirPrime/Software/Release_notes/eCall_Inband_Modem_Library_1_1_2.aspx). [Última consulta: Julio 2013].
- [87] *eCall In-Band Modem Library. Development Guide*. Sierra Wireless. May 2012.
- [88] *ADL User Guide for Open AT Framework OS 6.37*. Sierra Wireless. November 2011.
- [89] *The eCall Programm: Overview and Design Considerations*. Sierra Wireless. January 2010.
- [90] *ASN1 for eCall In-Band Modem Library. Application Note*. Sierra Wireless. October 2011.