PROJECTE FINAL DE CARRERA

DEFINICIÓ I IMPLEMENTACIÓ DE PROCESSOS DE CODIFICACIÓ, TRACTAMENT I DISTRIBUCIÓ D'INFORMACIÓ DE TRÀNSIT

(DEFINITION AND IMPLEMENTATION OF CODIFICATION, PROCESSING AND DISTRIBUTION PROCESSES OF TRAFFIC INFORMATION)

Estudis: Enginyeria de Telecomunicació

Autor: Guillem Bernatallada Ferrer
Director: Josep Laborda Luque
Ponent: Xavier Hesselbach Serra
Any: 2012

Índex

Resum executiu **3**

Resumen ejecutivo **5**

Abstract **8**

Glossari **10**

1 Introducció **11**

1.1 Motivació del projecte RACC Infotransit 12

1.2 Estat de l'art 15

1.2.1 Evolució de la informació de trànsit 15
1.2.2 Sistemes de difusió 19
1.2.3 Situació global 20
1.2.4 Situació a Espanya 22

1.3 Marc teòric 27

1.3.1 TMC 27
1.3.2 Tècnica AJAX 32
1.3.3 Fitxers JSON 33

2 Objectius **35**

2.1 Millora de la fiabilitat de la informació 35

2.2 Incorporació de noves fonts 35

2.3 Creació de nous serveis 36

3 Descripció de l'entorn **37**

3.1 Funcionament del sistema 37

3.2 Gestió 37

3.3 Càrrega de dades 38

3.4 Temps de vigència 39

3.5 Formats de dades 40

3.5.1 Format CIT XML 40
3.5.2 Format fitxer gsmplus.txt (DGT) i transformació a format CIT-XML 41
3.5.3 SCT (Fitxer SCT p12.txt) 45
3.5.4 Dirección General de Tráfico del Gobierno Vasco 47
3.5.5 Informació pròpia del RACC 49
3.5.6 Dades estàtiques 50

4 Descripció de la problemàtica i resolució **52**

4.1 Procés de codificació d'informació dinàmica 52

4.1.1 Presentació 52
4.1.2 Anàlisi 53
4.1.3 Conclusions de l'anàlisi 55
4.1.4 Exemple 56
4.1.5 Solució 59
4.1.6 Implementació 63

4.2 Procés de codificació d'informació estàtica 66

4.2.1 Presentació 66
4.2.2 Anàlisi 67
4.2.3 Solució 68
4.2.4 Implementació 68
4.3 Fonts d'informació dinàmica 69
4.3.1 Presentació 69
4.3.2 Solució 75
4.3.3 Implementació 75
4.4 Incorporació informació estàtica 81
4.5 Creació de convertidors de sortida cap a la web 82
5 Avaluació de resultats 85
5.1 Precisió en la localització d'incidències 85
5.2 Cobertura de la informació de trànsit dinàmica 87
5.3 Fiabilitat de la informació 89
5.4 Volum d'informació estàtica 91
5.5 Llançament de nous serveis 92
6 Línies futures de treball 95
6.1 Millora del procés de captació d'informació del trànsit 95
6.2 Sistemes d'informació en mobilitat 96
6.3 Incorporació d'informació de flux 96
7 Índex de figures 98
8 Índex de taules 100
9 Agraïments 101
10 Referències bibliogràfiques 102

Resum executiu

Aquest Projecte Final de Carrera s'emmarca dins el projecte RACC Infotransit que desenvolupa el RACC des del 1988 i que, en els seus inicis, es centrava en la difusió de cròniques radiofòniques a través de les principals emissores de ràdio catalanes i en un àmbit geogràfic concret (Àrea Metropolitana de Barcelona). A partir de l'any 2000, el RACC va decidir donar un salt tecnològic dins el projecte i va adquirir un software especialista en tractament de dades de trànsit per tal de poder oferir nous serveis d'informació de trànsit als seus socis i usuaris en general.

En el moment d'inici del Projecte Final de Carrera, el sistema CIT (software especialitzat en tractament d'informació de trànsit de l'empresa GEWI) adquiria dades d'incidències puntuals de trànsit en temps real provinents de la Dirección General de Tráfico (DGT), però no disposava de cap servei de difusió a l'usuari final.

Els objectius del PFC han estat principalment tres: consolidar els processos de codificació de la informació de trànsit per garantir la fiabilitat de la informació (vigència, precisió); ampliar el nombre de fonts (i, per tant, la cobertura geogràfica del servei) i tipologia d'informació que alimenten el sistema (principalment informació d'utilitat per als conductors, com ara punts negres, trams de risc, radars) i, per últim, desenvolupar serveis d'informació de trànsit per a l'usuari final.

El primer objectiu ha requerit un anàlisi en profunditat del sistema per detectar els errors de codificació de la informació que podien produir una degradació de la qualitat. La principal problemàtica detectada fa referència a la localització de les incidències de trànsit, i va des de la localització incorrecta d'incidències fins a la incapacitat del sistema de localitzar-ne degut a limitacions de l'estàndard utilitzat (TMC, Traffic Message Channel). Per tal de resoldre aquesta problemàtica es decideix modificar l'algoritme de codificació de la informació, modificant el software especialista en informació de trànsit, i incorporar una alternativa a l'estàndard TMC. Per fer-ho, s'ha desenvolupat una aplicació que realitza un processat previ del fitxer d'incidències de cada font i, a partir d'una base de dades propietària, assigna coordenades geogràfiques als punts quilomètrics inicial i final que delimiten el tram de carretera afectat per una incidència de trànsit.

En segon lloc s'han ampliat les fonts que alimenten el sistema amb la incorporació de la informació de trànsit proporcionada pel Servei Català de Trànsit (SCT) i de la Dirección General de Tráfico del Govern Basc. La incorporació de cada nova font requereix la creació d'una aplicació per obtenir el fitxer del recurs que habilita cada administració, adaptar l'aplicació de geocodificació apuntada en el paràgraf anterior a cada cas i la creació d'una nova plantilla XSL que utilitzen el convertidor d'entrada al sistema. Amb aquestes incorporacions s'ha aconseguit una cobertura global de tot l'estat espanyol i una millora de la fiabilitat de la informació, sobretot pel cas de Catalunya. A més d'això, s'han incorporat altres fonts d'informació, com el propi RACC que genera informació a través del departament d'assistència en carretera (accidents o avaries mecàniques reportades per socis del RACC en els quals el vehicle sinistrat ocupa parcial o totalment la via, podent ocasionar afectacions de trànsit) o informació sobre seguretat viària en carreteres i túnels.

Per últim, s'ha dut a terme el llançament de la nova web RACC Infotransit http://infotransit.racc.cat a setembre de 2009. Aquesta web es nodreix de la informació processada en el servidor del RACC i s'ha dissenyat intentant que sigui el màxim d'amigable i funcional. Dins el Projecte s'han desenvolupat els convertidors de sortida que permeten transformar la informació continguda en el sistema al format més adequat per a ser transmès cap al web.

Els objectius marcats a l'inici del Projecte s'han acomplert de forma que el sistema és prou robust i fiable com per ser la base del desenvolupament de nous serveis i aplicacions d'informació de trànsit. S'han corregit els problemes detectats en la codificació de la informació de manera que s'han eliminat errors de localització de les incidències. En mitja, un 46% de les incidències utilitza la nova alternativa de codificació, això implica que aquesta informació ha millorat la seva localització, o bé perquè la codificació estàndard (basada en taules estàtiques de punts de localització segons l'estàndard TMC) no era capaç de localitzar-la o bé perquè se n'ha millorat la seva precisió. Amb la incorporació de les noves fonts s'ha aconseguit una cobertura global a nivell interurbà de tot l'estat espanyol i s'han afegit nous continguts relacionats amb la seguretat viària que provenen d'estudis de la Fundació RACC. Per últim, s'ha llançat el nou web de RACC Infotransit que representa la primera aparició pública d'ençà de l'impuls tecnològic que es va donar al projecte RACC Infotransit l'any 2000 i el primer servei tecnològic per a l'usuari final, a banda de les cròniques radiofòniques.

Resumen ejecutivo

Este Proyecto Final de Carrera se enmarca dentro del proyecto RACC Infotransit que desarrolla el RACC desde 1988 y que, en sus inicios, se centraba a la difusión de crónicas radiofónicas a través de las principales emisoras de radio catalanas y en un ámbito geográfico concreto (Área Metropolitana de Barcelona). A partir del año 2000, el RACC decidió dar un salto tecnológico al proyecto y adquirió un software especialista en tratamiento de datos de tráfico para, de esta manera, poder ofrecer nuevos servicios de información de tráfico a sus socios y usuarios en general.

En el momento de inicio de este Proyecto Final de Carrera, el sistema CIT (software especializado en el tratamiento de información de tráfico de la empresa GEWI) adquiría datos de incidencias puntuales de tráfico en tiempo real de la Dirección General de Tráfico (DGT), pero no disponía de ningún servicio de difusión para el usuario final.

Los objetivos del PFC son principalmente tres: consolidar los procesos de codificación de la información de tráfico para garantizar la fiabilidad de la información (vigencia, precisión); ampliar el número de fuentes (y, por tanto, la cobertura geográfica del servicio) y topología de información que alimentan el sistema (principalmente información de utilidad para los conductores, como puntos negros, tramos de riesgo, radares) y, por último, desarrollar servicios de información de tráfico para el usuario final.

El primer objetivo ha requerido un análisis profundo de los procesos del sistema para detector los errores de codificación de la información que podían producir una degradación de la calidad. La principal problemática detectada hace referencia a la localización de las incidencias de tráfico, y va desde la localización incorrecta de incidencias hasta la incapacidad del sistema de localizar algunas de ellas debido a limitaciones del estándar utilizado (TMC, Traffic Message Channel). Para resolver esta problemática se decide modificar el algoritmo de codificación de la información, modificando el software especialista en información de tráfico, y incorporar una alternativa al estándar TMC. Para llevarlo a cabo, se ha desarrollado una aplicación que realiza un procesado previo al fichero de incidencias de cada fuente y, a partir de una base de datos propietaria, asigna coordenadas geográficas a los puntos

quilométricos inicial y final que delimitan el tramo de carretera afectado por una incidencia de tráfico.

En segundo lugar se han ampliado las fuentes que alimentan el sistema con la incorporación de la información de tráfico proporcionada por el Servei Català de Trànsit (SCT) y la Dirección General de Tráfico del Gobierno Vasco. La incorporación de cada fuente requiere la creación de una aplicación para obtener el fichero del recurso que habilita cada administración, adaptar la aplicación de geocodificación apuntada en el párrafo anterior y la creación de una nueva plantilla XSL que utilizan los conversores de entrada al sistema. Con estas incorporaciones se ha conseguido una cobertura global de todo el territorio español y una mejora de la fiabilidad de la información, sobretodo para el caso de Catalunya. Además, se han incorporado otras fuentes de información, como el propio RACC que genera información a través del departamento de asistencia en carretera (accidentes y averías mecánicas reportadas por socios del RACC en los cuales el vehículo siniestrado ocupa parcial o totalmente la vía, pudiendo ocasionar afectaciones de tráfico) o información sobre seguridad vial en carreteras y túneles.

Por último, se ha llevado a cabo el lanzamiento en producción de la nueva web de RACC Infotransit http://infotransit.racc.es en septiembre de 2009. Esta web se nudre de la información procesada en el servidor del RACC y se ha diseñado intentando que sea el máximo de amigable i funcional. Dentro del Proyecto se han desarrollado los conversores de salida que permiten transformar la información contenida en el sistema al formato más adecuado para ser transmitido a la web.

Los objetivos marcados al inicio del Proyecto se han cumplido de manera que el sistema es suficientemente robusto y fiable como para ser la base del desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones de información de tráfico. Se han corregido los problemas detectados en la codificación de la información de manera que se han eliminado los errores de localización de incidencias. En media, un 46% de las incidencias utilizan la nueva alternativa de codificación, esto implica que esta información ha mejorado su localización, bien porqué la codificación estándar (basada en tablas estáticas de puntos de localización según el estándar TMC) no era capaz de localizarla o bien porqué se ha mejorado su precisión. Con la incorporación de nuevas fuentes se ha conseguido una cobertura global en ámbito interurbano de todo el territorio español y se han añadido nuevos contenidos relacionados con la seguridad

vial que provienen de estudios de la Fundación RACC. Por último, se ha lanzado la nueva web de RACC Infotransit que representa la primera aparición pública después del impulso tecnológico que se dio al proyecto en el año 2000 y el primer servicio para el usuario final, a parte de las crónicas radiofónicas.

Abstract

This Master Thesis Project is part of RACC Infotransit project, which is developed by the RACC since 1988 and that, in the beginning, was based on the dissemination of radio chronicles through the main radio stations in Catalonia and based on a concrete geographic area (Barcelona Metropolitan Area). Since 2000, the RACC decided to take a technological leap to the project and purchased a software specialist in traffic data processing, thus able to offer new traffic information services to its members and to users in general.

At the time of beginning of this MTP, the CIT system (software provided by GEWI) acquires incident data in real-time traffic from the Dirección General de Tráfico (DGT), but has no broadcast service for the end user.

The objectives of the PFC are mainly three: to consolidate the processes of encoding traffic information to ensure the reliability of the information (validity, accuracy), expanding the number of sources (and, therefore, the geographic coverage of the service) and topology of information that feed the system (mainly useful information for drivers, as black spots, risk streetches, speed cam) and, finally, developing traffic information services for the end user.

The first objective required the analysis of the system processes to detect errors in information coding that could cause degradation of quality. The main problems detected refers to the location of traffic incidents, ranging from the wrong location of incidents to the system's inability to locate some of them due to limitations of the standard used (TMC Traffic Message Channel). To solve this issue is decided to modify the algorithm of encoding information, modifying the specialist software, and incorporate an alternative to the standard TMC. To accomplish this, it have been developed an application that performs a pre-processing of each feed and, from a proprietary database of the RACC, assign geographic coordinates to the initial and final kilometer mark that define the length of the affected streach of the road.

Secondly the traffic information sources that feed the system have been increased with the incorporation of the feeds provided by the Servei Català de Trànist (SCT) and the Traffic Department of the Basque Government. The addition of each new source requires the creation of an application to get each file, adaptation of the geocoding

application presented in the previous paragraph and the creation of a new XSL template, that is used by the input converters. These additions have resulted in a global coverage of all the Spanish territory and improving the reliability of the information, especially in the case of Catalonia. In addition, other sources of information have been incorporated, such as RACC that generates traffic information through their department of roadside assistance (accidents and breakdowns reported by members of the RACC in which the damaged vehicle occupies part of the road and affects traffic) or information on road safety.

Finally, the new RACC traffic information website was launched in September 2009 http://infotransit.racc.es. It was disegned to maximize the usability and usefullness. It was necessary to create the ouput converters to transform the information processed on the RACC systems to an appropiate format to be sent to the website.

The objectives set at the start of the project have been met so that the system is sufficiently robust and reliable to base the development of new services and applications of traffic information. We have corrected the problems identified in the coding process of the information so that location errors have been disappeared. The 46% of the incident is using the new encoding alternative; this means that this information has improved its location, either because the standard encoding (based on static location tables of the standard TMC) was not able to locate correctly or why it has better accuracy now. With the addition of new sources has achieved global interurban coverage throughout Spain and have added new content related to road safety from RACC Foundation researches. Finally, it has launched the new RACC Infotransit website that represents the first public appearance after the technological impetus given to the project in 2000 and the first service to the end user, apart from the radio chronicles.

Glossari

1. RDS: Radio Data System. Sistema que permet afegir a una senyal modulada en freqüència (FM) una informació addicional a través de la inclusió d'un canal que conté dades. Traffic Message Channel.
2. ITTR: Informació de Trànsit en Temps Real
3. GPS: Global Positioning System
4. PND: Portable Navigation Devices
5. SIT: Serveis d'Informació de Trànsit
6. TISA: Traveller Information Services Association. Organització que s'encarrega d'oferir un marc pels serveis i productes relacionats amb la informació de trànsit incloent el transport públic i la informació relacionada com ara punts d'interès o informació meteorològica.
7. DAB: Digital Audio Broadcasting
8. SCT: Servei Català de Trànsit
9. DTGV: Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco
10. DGT: Dirección General de Tráfico
11. Feed: Terme d'origen anglès que fa referència al corrent de dades que proveeix cada font d'informació.
12. CIT: Traffic Information Channel
13. GEWI: Empresa alemanya de software especialista en informació de trànsit.
14. RNE: Radio Nacional de España
15. AlertC: Estàndard europeu d'intercanvi d'informació de trànsit a través de RDS-TMC.
16. DATEX II: Standard per a la transmissió d'informació de trànsit basada en el format XML.
17. XML: Extensible Markup Language
18. XSL: Extensible Stylesheet Language
19. ETD: Estación de Toma de Datos
20. FCD: Floating Car Data
21. PFCD: Phone Floating Car Data
22. FMD: Floating Mobile Data
23. Handover: Traspàs de cel·la

1 Introducció

Segons l'estudi de la Fundació RACC "La congestió als corredors d'accés a Barcelona" [1], la congestió representa una pèrdua de 105.000 hores diàries als usuaris. En un dia tipus s'estima que circulen per la xarxa viària propera a Barcelona 700.000 vehicles, que corresponen a 1,2 milions d'usuaris. D'aquests, més de mig milió (un 29% d'usuaris d'autobús i 71% d'automòbil) es veuen afectats per la congestió. Podem constatar, per tant, que la congestió té una gran repercussió en el dia a dia de les persones i que qualsevol servei orientat a minimitzar aquesta problemàtica pot tenir un impacte directe en un gran nombre de persones. Una informació de qualitat a temps pot ajudar a evitar situacions de congestió i reduir el temps del trajecte de manera considerable, millorant d'aquesta manera la qualitat de vida dels usuaris.

Una altra de les vessants que cal valorar és la repercussió que té la circulació de vehicles sobre el medi ambient. Segons l'estudi de la Fundació RACC "Automòbil i Medi Ambient"[2] els automòbils suposen un impacte negatiu important sobre el canvi climàtic. La conducció amb acceleracions i frenades constants que provoca la congestió és una qüestió clau respecte a les emissions de gasos (CO_2) i partícules (NOx) per sobre d'altres aspectes com la velocitat a la que es circula.

Així doncs, si la informació del trànsit és capaç de modificar les actuacions dels automobilistes i d'aquesta manera reduir congestions això significarà una millora considerable per les persones en la seva vida quotidiana i una reducció dels efectes perjudicials pel medi ambient.

La informació de trànsit existent a l'estat espanyol és molt heterogènia, prové de múltiples fonts i cadascuna d'aquestes fonts utilitza un format propi. Per tal que sigui útil per als usuaris i pugui influir de manera positiva en el seu benestar i en la mobilitat sostenible s'ha de gestionar eficientment i s'ha d'oferir pel canal més adequat segons el servei que requereixi en cada moment l'usuari.

[1] La congestió als corredors d'accés a Barcelona, B-12.260/2008 Fundació RACC
[2] Automòbil i Medi Ambient, B-13.134-09 Fundació RACC

1.1 Motivació del projecte RACC Infotransit

La Fundació RACC té com a objectiu promoure la mobilitat sostenible i influir positivament a l'actitud dels automobilistes. Si aquests usuaris disposen d'una informació de trànsit fiable en temps real podran adequar les seves actuacions per tal d'evitar o preveure possibles congestions i d'aquesta manera col·laborar en la millora de la mobilitat.

Amb aquest ànim va néixer el projecte Infotransit al RACC. En els inicis, i encara avui, la informació de trànsit s'oferia a través de butlletins radiofònics retransmesos per les principals emissores del país. Aquestes retransmissions amb el temps han esdevingut un dels principals trets característics del RACC oferint una imatge d'expert en matèria d'informació de trànsit.

La motivació del projecte és implementar un sistema tecnològic que suporti el tractament automatitzat i la distribució de la informació del trànsit als usuaris a través de canals alternatius, ampliant l'oferta de serveis disponibles a Espanya.

Per fer-ho era necessari consolidar el sistema i els processos que suporta per obtenir la màxima fiabilitat de la informació. Al mateix temps es buscava aglutinar el màxim d'informació possible dins l'àmbit espanyol.

En el següent cronograma podem veure l'evolució que ha tingut el projecte en els darrers anys:

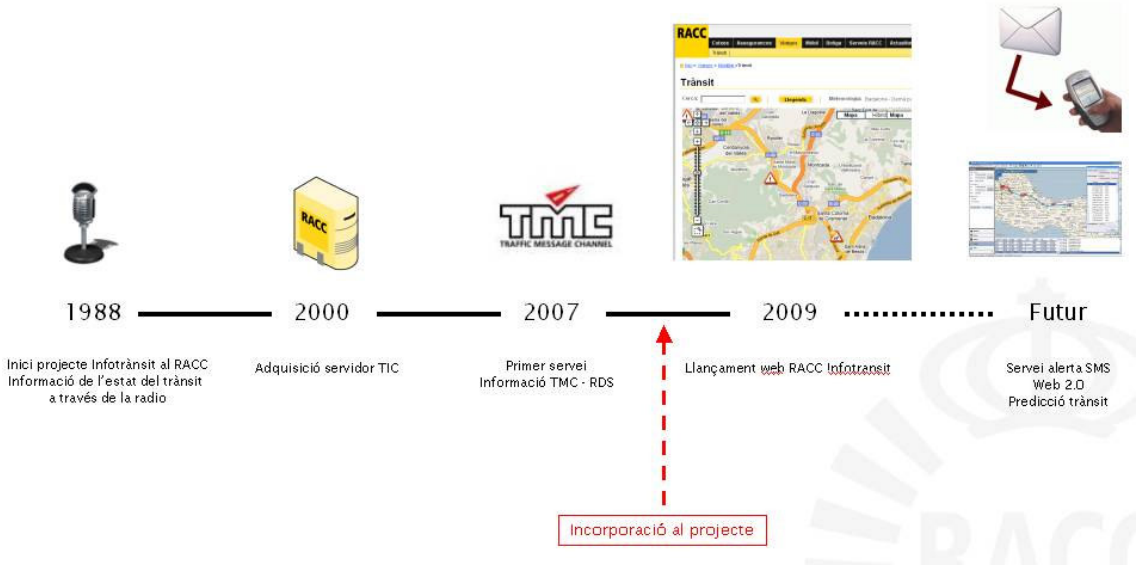

Figura 1: cronograma projecte RACC Infotransit

RACC Infotransit és un projecte de llarg recorregut que s'ha anat desenvolupant en diferents fases. Cada una d'aquestes fases es pot considerar un projecte en sí mateix i de fet altres estudiants de la UPC han desenvolupat els seus Projectes Final de Carrera en diferents etapes del mateix.

Com a primera font de dades en temps real es va integrar la informació de la DGT[3] que oferia informació basada en incidències de trànsit, teòricament, arreu del territori espanyol. Pel que fa a dades estàtiques, també es va aprofitar la informació que proporciona la DGT referent a punts negres, càmeres de trànsit i radars de velocitat.

El primer servei d'informació desenvolupat fou l'establiment del sistema de difusió RDS-TMC[4] a través del canal *"Clásico"* de Radio Nacional d'Espanya, el 2007. El TMC és un protocol de transmissió d'informació de trànsit que aprofita el canal RDS de la freqüència modulada (FM). Aquest primer canal de distribució actualment no es troba disponible per als usuaris degut a motius administratius.

En aquest punt s'inicia aquest Projecte Final de Carrera, que pretén dissenyar i desenvolupar aquests nous serveis per als usuaris entenent que l'èxit d'aquests dependrà de la fiabilitat de la informació. És per això que abans de pensar en nous

[3] DGT: Dirección General de Tráfico
[4] Radio Data System: sistema que permet afegir a una senyal modulada en freqüència (FM) una informació addicional a través de la inclusió d'un canal que conté dades. Traffic Message Channel

canals de distribució l'objectiu que s'estableix és garantir aquesta fiabilitat de la informació disponible en el servidor de RACC Infotransit i per fer-ho cal revisar els processos de captació de la informació i generar-ne de nous per a noves fonts.

1.2 Estat de l'art

Tal i com s'ha apuntat en la introducció, la ITTR[5] pot arribar a tenir un gran impacte i generar un gran interès en diferents àmbits de la societat. En la situació econòmica actual cada cop es busca més la optimització en tots els aspectes i la congestió genera un cost molt elevat per a la societat. Segons algunes fonts[6] la congestió presenta forts perjudicis per a la societat:

- Té lloc diàriament en el 10% de la xarxa d'autopistes europees.
- El temps perdut en retencions costa 1,9 bilions de litres de combustible (6% del consum total a EU).
- La congestió costa 50 bilions de € l'any (0,5% del PIB a EU).
- El trànsit urbà és responsable del 40% de les emissions de CO_2 i del 70% d'emissions d'altres gasos contaminants.

Els àmbits de la societat que poden estar interessats són:

- Administracions públiques: millorar el benestar dels ciutadans
- Empreses: oportunitat de negoci
- Usuaris: obtenir un tipus d'informació que millori la seva qualitat de vida

Per tal que aquests interessos s'acompleixin cal oferir immediatesa i fiabilitat en les dades i en aquest aspecte, les tecnologies de la informació tenen, cada cop més, un paper absolutament protagonista.

1.2.1 Evolució de la informació de trànsit

La informació de trànsit ha anat evolucionat notablement en els darrers anys i els serveis cada cop són més avançats i ofereixen més qualitat. Inicialment la informació de trànsit s'ha basat en el que s'anomena dades incidentals. Aquesta informació és el resultat d'un procés manual que es du a terme en centres de control de trànsit, on els operadors supervisen l'estat de les carreteres utilitzant les càmeres de trànsit o la notificació d'incidències a través dels cossos de seguretat i generen de forma manual les incidències. Aquestes incidències acostumen a tenir un format propi (no

[5] Informació de Trànsit en Temps Real
[6] http://www.slideshare.net/josik/informacin-de-trfico-al-usuari-hacia-un-nuevo-paradigma-ante-los-sit

estandarditzat) i poden incloure camps com el de text lliure o comentaris, on s'hi inclou informació addicional.

El resultat és una informació de diferents tipus:

- Congestió
- Incidències: accidents, vehicle avariat, manifestació, etc.
- Obres
- Meteorologia
- Ports de muntanya

Les dades incidentals són una informació qualitativa, que ofereix una idea de l'estat del trànsit però que no permet oferir Serveis Avançats d'Informació de Trànsit. S'entén per a serveis avançats aquells capaços d'oferir informació quantitativa sobre l'estat del trànsit, és a dir, temps de trajecte o velocitats mitges, enrutament dinàmic considerant el trànsit i, fins i tot, predicció.

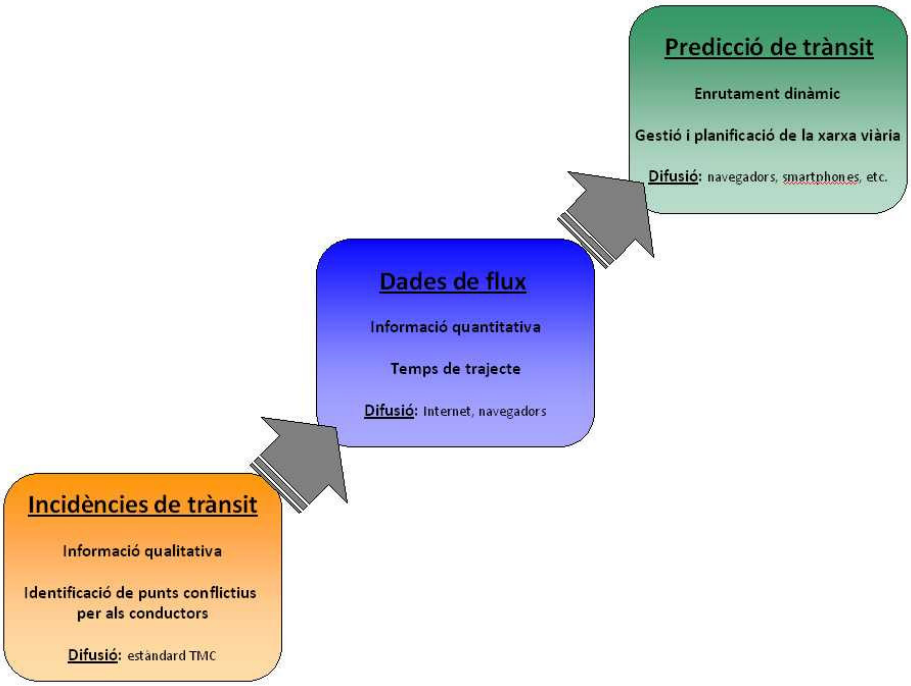

Figura 2: evolució de la informació de trànsit

Aquesta evolució ha estat notable en els darreres anys i comença a representar una veritable indústria. Això és degut a diversos factors:

- Consolidació dels sistemes cartogràfics: la irrupció de Google com a proveïdor cartogràfic, amb el seu servei Google Maps i la seva plataforma d'ús obert ha permès la massificació de l'oferta de continguts geo-referenciats, abaratint enormement el cost.

- Desenvolupament dels serveis de localització: amb la popularització dels navegadors GPS[7], en un inici a través de l'arribada al mercat de les PNDs[8], i ara a través de la introducció de xips GPS en els terminals mòbils, sobretot en smartphones.

- Evolució de l'estat de la tecnologia: s'han produït grans avenços en capacitat de processament, emmagatzematge – necessaris per la gran generació de dades que s'associa als SIT[9] – i comunicació – que ha possibilitat la transmissió econòmica i eficient de continguts moltes vegades d'elevat consum d'ample de banda. Tot això ha permès per fi materialitzar una trobada entre la demanda d'aquests serveis amb models de tractament i entrega de la informació viables.

A banda d'aquests avenços, per poder oferir els serveis avançats de trànsit, cal accedir a noves fonts d'informació que proporcionin informació de flux i, d'aquesta manera, arribar a obtenir temps de trajecte. A continuació es presenten algunes d'aquestes fonts:

- Loop Sensor Data: aquesta informació s'obté utilitzant la detecció de vehicles que circulen per damunt d'espires inductives instal·lades a l'asfalt i que detecten el camp electromagnètic dels vehicles i en proporcionen la velocitat. Es tracta d'una infrastructura que requereix manteniment i que, sumat al fet que acostumen a tenir una certa antiguitat, poden presentar problemes de fiabilitat. És per això que la fusió amb d'altres dades es fa especialment important en aquest cas. El seu volum és limitat però, en condicions normals, ofereixen dades el 100% del temps. Pel que fa a la propietat, aquesta acostuma a estar en mans dels gestors de les infrastructures i no són d'accés

[7] Global Positioning System
[8] Portable Navigation Devices
[9] Serveis d'Informació de Trànsit

públic, cal assolir acords de col·laboració amb les administracions per a tenir-hi accés.

- Floating Car Data (FCD): el FCD s'obté de vehicles que van equipats amb dispositius GPS i que envien la seva posició de manera periòdica a un servidor central, ja sigui per temes de seguretat, monitorització de flotes, PAYD (Pay As You Drive), etc. Les dades d'interès per a informació de trànsit són: coordenades geogràfiques, velocitat i direcció; tot i que també poden incorporar més camps com ara el tipus de vehicle. Les fonts disponibles per aquest tipus d'informació solen ser empreses especialitzades en gestió de flotes, ja que permeten integrar un gran nombre de vehicles amb una única connexió.

- Phone Floating Car Data (PFCD): el PFCD és equivalent al FCD tot i que aquest s'obté de terminals de telefonia mòbil equipats amb dispositius GPS i connexió a Internet. Amb la massificació en l'ús dels anomenats *smartphones*, el volum potencial d'aquest tipus de dispositius està en clar augment i ofereix una bona oportunitat per incorporar un gran nombre de dades, per exemple, a través d'aplicacions que ofereixen un servei però que alhora permeten obtenir les dades de navegació de l'usuari, conservant-ne sempre la privacitat.

- Floating Mobile Data (FMD): per FMD s'entén la informació de traspàs de cel·la dels terminals mòbils. Per obtenir temps de trajecte en trams de carretera a partir d'aquestes dades es requereix un grau més de sofisticació ja que cal considerar l'arquitectura de la xarxa GSM i creuar-la amb l'arquitectura de la xarxa de carreteres. L'aspecte positiu és el volum potencial de dades, que és molt més elevat que en d'altres tipus de dades.

- Bluetooth: aquest tipus d'informació s'obté a través de la detecció de senyals Bluetooth o Wi-Fi emesos per terminals mòbils (telèfons, navegadors GPS, dispositius de mans lliures, etc.) embarcats dins de vehicles en moviment. Cadascuna de les senyals detectades pels sensors es correspon a un identificador únic i anònim relacionat amb cada dispositiu. D'aquesta manera, quan un dispositiu és detectat en dos punts de la xarxa es pot obtenir el temps de trajecte. Aquest sistema requereix el desplegament de detectors en

diferents punts de la xarxa, per tant, es sol utilitzar en àmbits acotats com poden ser autopistes o zones urbanes.

- Dades addicionals: de cara a serveis com la predicció és important tenir en compte d'altres elements que tenen repercussió amb l'estat del trànsit com són els calendaris laborals i escolars, la programació de grans esdeveniments o la previsió meteorològica.

1.2.2 Sistemes de difusió

Un dels aspectes més importants relacionats amb la informació de trànsit és la manera com es difon al usuaris, ja que es tracta d'un servei geo-localitzat que augmenta el seu valor quan es consumeix en mobilitat.

El SITTR utilitzat inicialment per oferir informació en mobilitat fou el canal RDS-TMC. Aquest sistema, que utilitza el canal RDS de la radio FM per a la seva difusió, està pensat per rebre la informació en un PND mentre l'usuari es troba en ruta. La informació ha d'ésser codificada segons l'estàndard TMC que utilitza per a definir cada incidència codis d'esdeveniment i punts de localització TMC. Aquesta codificació, que es presenta en el capítol 1.3.1 d'aquesta memòria, és molt eficient en termes d'ample de banda però presenta certes mancances. La principal limitació és que requereix l'existència de taules nacionals de punts de localització TMC. Aquests punts són localitzacions de la xarxa viària que s'utilitzen per a referenciar les incidències i el seu nombre és limitat. A més d'això, també requereix dispositius capaços de rebre i interpretar aquesta informació i un organisme de radiodifusió que la difongui, com podria ser una emissora radiofònica.

Un altre mitjà utilitzat habitualment és el canal web. D'una banda les administracions públiques l'han utilitzat tradicionalment per a difondre la informació d'incidències de trànsit i els proveïdors d'informació de trànsit també acostumen a utilitzar-lo però amb un model de negoci molt diferent al model utilitzat en mobilitat, oferint una versió bàsica dels seus serveis de manera gratuïta.

On realment es focalitzen aquests proveïdors és en l'entrega dels serveis en mobilitat, que gràcies als últims avenços tecnològics, és possible a través de

dispositius mòbils connectats a la xarxa GPRS/3G, inicialment amb els navegadors GPS i darrerament també amb els anomenats *smartphones,* que en els darrers anys ha obert una nova via d'explotació amb un gran potencial.

1.2.3 Situació global

A nivell internacional els serveis d'informació de trànsit han evolucionat de manera més ràpida i sofisticada que en el cas espanyol. La transició de la informació qualitativa a la informació quantitativa ha esdevingut un revulsiu que ha portat a la creació d'un mercat molt important i a l'aparició de diferents proveïdors globals que han desenvolupat una tecnologia pròpia per tal de processar diferents fonts d'informació i obtenir serveis avançats. Un cop adquirit aquest "*know-how*", s'han desplegat arreu del món en busca d'acords amb proveïdors locals (administracions, proveïdors de flotes, etc.) per obtenir les dades en brut sobre les que construir els seus serveis. Els principals actors d'aquest mercat a nivell mundial són: INRIX[10], TomTom[11], Navteq[12] o Be Mobile[13]. A banda també trobem d'altres actors com Google que ofereix un servei obert a través de GoogleMaps però amb funcionalitats menys sofisticades.

Pel que fa a la difusió, el canal RDS-TMC ha tingut un gran importància a l'hora de proporcionar informació de trànsit en mobilitat fins al moment, sobretot en la indústria automobilística. En alguns països s'han desenvolupat serveis privats de manera que cohabiten diferents proveïdors d'informació a través del canal RDS-TMC. Alguns d'aquests països són els Estats Units, Alemanya, França o Regne Unit entre d'altres. Per posar un exemple, a continuació es mostra l'estat actual del mercat d'informació de trànsit a Alemanya, on es pot observar que existeixen fins a tres proveïdors d'informació que operen en el canal RDS-TMC:

[10] http://www.inrix.com
[11] http://www.tomtom.com
[12] http://www.navteq.com
[13] http://www.be-mobile.be

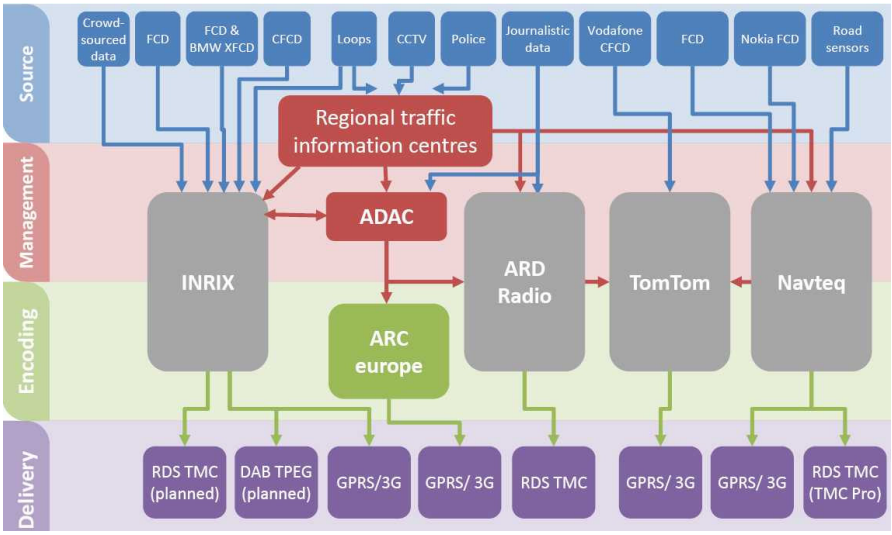

Figura 3: esquema de la situació actual a Alemanya (Font: "Global benchmark of real-time traffic information services" January 2012 Edition SBD)

Dins aquest àmbit s'està treballant en un nou estàndard que substituirà en el futur l'actual estàndard TMC i que oferirà més prestacions, com ara permetre incloure informació multi-modal o utilitzar mecanismes de geolocalització alternatius que superin les limitacions que presenta l'actual model. Aquest nou estàndard s'anomena TPEG i TISA[14], com a organisme responsable, ja està treballant en la seva certificació. El TPEG utilitza com a canal de difusió la DAB (Digital Audio Broadcasting) ja que requereix un ample de banda superior al que utilitza actualment el TMC.

El Regne Unit és un dels països que més ha avançat en aquest terreny i de fet ja té data per la fi de la ràdio analògica, fixada pel 2015. Un exemple, és el servei que darrerament ha llançat Toyota[15] basat en l'estàndard TPEG sobre DAB i que proporciona INRIX. A continuació es mostra l'estat actual al mercat anglès:

[14] Traveller Information Services Association: organització que s'encarrega d'oferir un marc pels serveis i productes relacionats amb la informació de trànsit incloent el transport públic i la informació relacionada com ara punts d'interès o informació meteorològica http://www.tisa.org

[15] Servei d'informació de trànsit sobre DAB: http://www.gpsbusinessnews.com/Toyota-Launches-ITIS-Inrix-Traffic-over-DAB-Radio-in-the-UK_a3479.html?preaction=nl&id=17214662&idnl=107491&

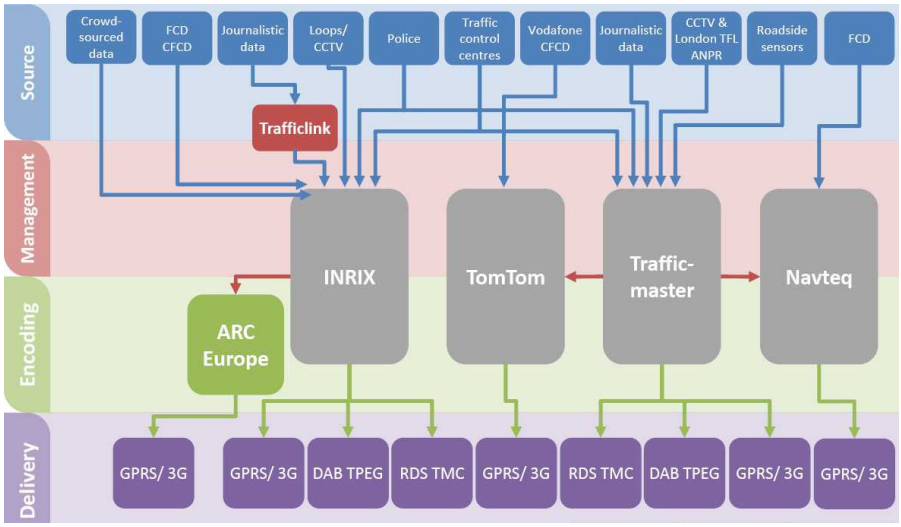

Figura 4: esquema de la situació actual al Regne Unit (Font: "Global benchmark of real-time traffic information services" January 2012 Edition SBD)

A banda d'aquest nou estàndard, en l'actualitat s'està optant per a nous canals basats en la connectivitat GPRS/3G. Les últimes generacions de navegadors, tant portàtils com integrats dins el vehicle, permeten la connexió a la xarxa mòbil de dades i d'aquesta manera permeten integrar els servies avançats de trànsit.

També el canal web s'utilitza de manera habitual. Alguns proveïdors ofereixen part de la seva informació de manera oberta a través dels seus portals. Les administracions públiques també acostumen a publicar la informació de que disposen a través dels seus portals web i d'altres entitats, que no estan especialitzades en informació de trànsit, també la integren en les seves webs per ampliar la oferta de serveis web disponibles. Un clar exemple són els mitjans de comunicació.

1.2.4 Situació a Espanya

En el cas d'Espanya la informació de trànsit ha estat tradicionalment en mans de les administracions públiques responsables de la gestió del trànsit, és a dir, la DGT a nivell nacional, excepte a Catalunya i el País Basc, on les competències estan transferides al SCT[16] i al Departament d'Interior del Govern Basc, a través de la DTGV[17], respectivament. En l'àmbit urbà aquest paper l'assumeixen les administracions locals.

[16] Servei Català de Trànsit
[17] Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco

Aquests primers serveis d'informació, encara avui disponibles, estan basats en incidències de trànsit i es generen de manera manual a través del diferents centres de control i amb l'ajuda dels equipaments desplegats arreu del territori.

En els últims anys han començat a proporcionar serveis més elaborats, a partir de dades de flux que obtenen a través d'espires electromagnètiques. A nivell interurbà el SCT va ser el primer en oferir aquest tipus d'informació, tot i que limitat a l'entorn de la ciutat de Barcelona i accessos on hi té la majoria d'estacions de captació de dades instal·lades. Aquesta informació de flux es representa a través d'una capa de trànsit superposada al mapa de carreteres i utilitza un codi de colors per indicar el nivell de servei de cada via, però no ofereix informació sobre temps de trajecte.

A nivell urbà la informació ha estat habitualment proporcionada pels Ajuntaments. Els Ajuntaments de Barcelona i Madrid han estat els primers en oferir informació de flux per als seus usuaris a través del canal web. Aquesta informació, també basada en espires, la integren representant una capa de trànsit sobre el mapa que fa referència al nivell de servei, al igual que el SCT. En el cas de Barcelona però, també s'ofereixen temps de trajecte en temps real i predictiu a 5 minuts vista.

Posteriorment hi ha hagut projectes basats en altres tecnologies, com és el cas de l'Ajuntament de Saragossa i el seu projecte basat en dades obtingudes de dispositius Bluetooth.

Pel que fa a l'àmbit privat, amb l'explosió d'aquest mercat d'informació de trànsit han arribat a Espanya els proveïdors globals com són TomTom, INRIX, Google o Navteq. Aquests, a banda d'estar interessats en integrar la informació incidental generada per les administracions, estan interessats en obtenir les dades en brut necessàries per oferir serveis avançats. Aquesta informació s'obté a través d'acords amb administracions públiques, si parlem de dades d'espires, o amb proveïdors de flotes pel cas FCD. A banda d'això, òbviament, també poden treure profit de l'explotació de les dades que obtenen dels seus clients (FCD o PFCD) a través dels terminals mòbils connectats que reporten la posició periòdicament.

En mercats encara immadurs com l'espanyol, on es requereix temps per a la construcció de serveis avançats, la informació d'incidències de trànsit té encara un valor molt elevat. Aquesta és la raó per la qual l'objectiu principal del projecte RACC

Infotransit, i en el que es basa principalment aquest PFC, és convertir-se en el principal integrador d'informació incidental de trànsit a Espanya. Per fer-ho es requereix arribar a acords amb les tres administracions que proveeixen aquesta informació (DGT, SCT i DTGV) i realitzar la homogeneïtzació d'aquestes fonts en un format estandarditzat, com és el TMC, garantint sempre la màxima fiabilitat possible.

El RACC ha assolit aquest paper de principal integrador d'informació de trànsit a Espanya i això ha permès arribar a un acord de col·laboració amb el *partner* internacional INRIX, un dels líders mundials en serveis d'informació de trànsit.

Aquesta acord permet a INRIX obtenir accés, a través d'una única font i de manera fiable, a tota la informació sobre incidències de trànsit de l'estat; obtenir accés a les dades de flux que provenen de les espires electromagnètiques i que són propietat de les administracions (DGT, SCT i DTGV), gràcies als convenis que ha signat el RACC amb cada una d'aquestes entitats; i finalment arribar a acords amb gestors de flotes locals per accedir dades en brut de FCD.

A banda el RACC aporta el seu coneixement expert de la casuística espanyola pel que fa a les fonts d'informació disponibles, diferents formats de dades utilitzats i altres característiques com les de la xarxa de carreteres o les de la taula de localització TMC espanyola (que presenta certes limitacions). Amb tot això, INRIX és capaç de millorar el seu producte i obtenir un valor diferencial respecte els seus competidors.

A canvi, el RACC obté el serveis avançats d'informació de trànsit (informació de flux en temps real, predicció i enrutament dinàmic) que proporciona INRIX i que s'obtenen del processat de totes aquestes dades, per tal que pugui distribuir-lo entre els seus socis i usuaris.

TomTom a Espanya obté les dades incidentals a través de la DGT. Pel que fa a la informació de flux TomTom utilitza per a construir els serveis avançats d'informació de trànsit únicament la informació que obté dels seus clients: a través dels navegadors connectats o de l'històric que acumulen els dispositius i que es capturen al sincronitzar-los per obtenir actualitzacions.

Navteq, per la seva banda, té un principi d'acord amb la DGT pel qual obté les dades d'incidències i d'espires, tot i que no s'utilitzen en l'entorn de producció. Al igual

que en el cas de TomTom, utilitza com a base per a construir els seus servies la informació amb les dades que rep dels dispositius dels seus clients.

Per últim Google a nivell espanyol, té acords amb la DGT, el SCT i la DTGV per obtenir-ne les dades d'espires. Aquestes dades es combinen amb les dades que obté dels terminals mòbils amb sistema operatiu Android i que utilitzen la navegació a través de l'aplicació gratuïta de mapes que porten instal·lada per defecte. Pel que fa a incidències, Google no integra aquest tipus d'informació en el seus serveis.

Un altre exemple dins l'àmbit privat és l'operador d'autopistes Abertis que ha desenvolupat un projecte basat en l'obtenció de temps de trajecte a través de detectors Bluetooth instal·lats en diferents punts de la seva infrastructura i que ofereix aquesta informació als conductors.

A continuació es mostra un esquema de l'estat actual del mercat espanyol:

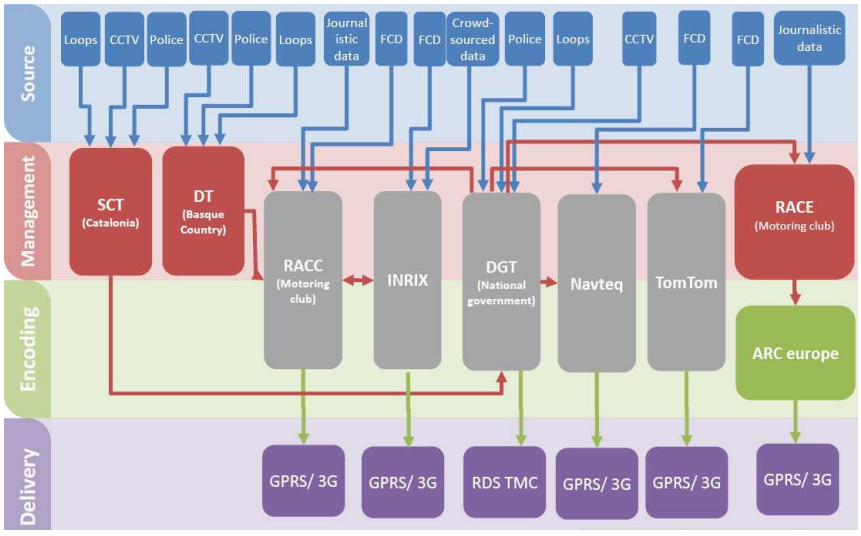

Figura 5: esquema de la situació actual a Espanya (Font: "Global benchmark of real-time traffic information services" January 2012 Edition SBD)

Pel que fa a la difusió de la informació, inicialment s'ha centrat en el canal web i el canal RDS-TMC. La immaduresa de la taula de localització TMC espanyola i l'exclusivitat del servei en mans de la DGT ha fet que el servei RDS-TMC a Espanya no tingués la repercussió que ha tingut en d'altres països.

Aquest servei és gratuït i es difon a través de Radio Nacional de Espanya. Els usuaris necessiten un navegador que estigui preparat per a rebre aquesta informació.

Al mateix temps la DGT és la responsable d'actualitzar la taula de punts de localització TMC per al territori nacional, que posteriorment TISA s'encarrega de certificar. La versió actual de la taula TMC espanyola (versió 2.1) tan sols compren vies interurbanes de manera que la informació que es proporciona a través d'aquest servei no contempla l'àmbit urbà. A desembre de 2011 TISA ha certificat una nova versió de la taula (versió 3.4) que sí que proporciona cobertura urbana tot i que encara es necessitaran uns mesos fins que els proveïdors de mapes la integrin en la seva cartografia.

El RACC, a través de la realització d'un Projecte Final de Carrera[18] anterior, va realitzar els desenvolupaments necessaris per tal d'emetre informació TMC a través del canal "*Clásico*" de l'emissora Radio Nacional de España (RNE), així com desenvolupar taules de localització TMC urbana, però el fet de que es tractés d'un servei obert, sense utilitzar encriptació, va fer impossible la cohabitació amb el servei que ofereix la DGT.

A banda del canal RDS-TMC, com s'ha apuntat, el paper protagonista inicialment el van prendre el canal web i en particular els portals de les Administracions Públiques[19] (DGT, SCT, DTGV i Ajuntaments). D'altres webs privades varen integrar aquesta mateixa informació per a difondre-la, és el cas del RACC a través de la seva pàgina web RACC Infotransit[20] (desenvolupada dins el marc d'aquest PFC) o d'altres com el portal Guia Repsol[21] (anteriorment Guia Campsa) així com una gran quantitat de mitjans de comunicació[22] (El País, El Mundo, Europa Press, etc.) que sumen la informació de trànsit a d'altres continguts habituals. El Real Automóvil Club de España (RACE) també integra informació de trànsit a la seva web i alhora la comparteix amb ARC Europe[23], associació formada per automòbils club europeus que ofereixen cobertura assistencial a través dels diferents països i col·laboració en d'altres àmbits com en el de la informació de trànsit.

---

[18] 'Diseño y validación de mejoras para el sistema de Canal de Información de Tráfico" per Eneko Arostegui Zabaleta

[19] http://www.dgt.es, http://mct.gencat.cat , http://www.trafikoa.net, http://www.bcn.es, etc.

[20] http://infotransit.racc.cat

[21] http://www.guiarepsol.com

[22] http://www.elpais.com/trafico, www.elmundo.es/elmundomotor/trafico/buscadorincidencias.html, http://www.europapress.es/trafico.aspx

[23] http://www.arceurope.com/en/bptrafficinfo.aspx

A excepció del RACC, que integra diferents fonts i n'homogeneïtza el format a través de l'estàndard TMC, la resta d'organitzacions obtenen la informació del *feed*[24] de lliure accés que habilita la DGT, en un format propi, i no el codifiquen en un format estandarditzat. Els altres organismes que proporcionen informació incidental, SCT i DTGV, també disposen d'un *feed* per accedir a la informació però no són de lliure accés.

En els últims temps, amb l'arriba dels nous proveïdors globals d'informació de trànsit, els serveis s'ofereixen a través de PNDs connectats o d'aplicacions disponibles per a *smartphone* de manera que poden ser consumits en mobilitat.

La majoria de marques de navegadors GPS (TomTom, Garmin, etc.) integren aquesta informació en els seus dispositius que es connecten a la xarxa GPRS/3G. Algunes d'aquestes marques s'encarreguen de generar la seva pròpia informació de trànsit, com el cas de TomTom, i d'altres l'obtenen a través d'acords amb proveïdors, com el cas de Garmin Iberia o INRIX.

En el camp de les aplicacions per a *smartphone* destaquen, a banda de les que normalment ofereixen els mateixos proveïdors de navegadors, la que ofereix el RACC[25] (desenvolupada de manera posterior a la finalització d'aquest PFC), Google (a través de l'aplicació de navegació disponible per defecte en dispositius Android) o d'altres iniciatives basades en la contribució de la comunitat per a generar la informació com és Waze[26]. Algunes administracions públiques també s'ha llançat al camp de les aplicacions i ofereixen serveis gratuïts per als usuaris, per exemple, Barcelona[27] o Saragossa[28].

1.3 Marc teòric

1.3.1 TMC

El TMC (Traffic Message Channel) és un estàndard a nivell europeu per la transmissió d'informació de trànsit en temps real als conductors. El sistema es troba

[24] Terme d'origen anglès que fa referència al corrent de dades que proveeix cada font d'informació. http://www.dgt.es/gsmplus.txt
[25] http://www.racc.cat/apps/infotransit
[26] http://www.waze.com
[27] http://itunes.apple.com/es/app/id417206796?mt=8
[28] http://itunes.apple.com/es/app/zaragoza-trafico/id423069464

actualment operatiu en diversos països europeus i està regulat per TISA Forum. El software utilitzat en el nostre servidor CIT 2[29] desenvolupat per el proveïdor GEWI[30] utilitza aquest estàndard per codificar la informació de trànsit. Més endavant podrem comprovar que hi ha d'altres formats que utilitza el servidor però aquest és el que s'utilitza de manera prioritària i és l'únic que permet la transmissió de les dades a través de certs canals com és el cas del canal RDS-TMC.

A finals de l'any 1995 Espanya (a través de la DGT i RNE[31]) es va integrar conjuntament amb uns altres 10 països europeus. El primer servei AlertC[32] a Espanya va nàixer a finals de 1997. Per a aquest servei es va crear una taula amb uns 800 punts de localització que corresponien als eixos Madrid - Saragossa - Barcelona - frontera francesa i Madrid – València – Barcelona – frontera francesa.

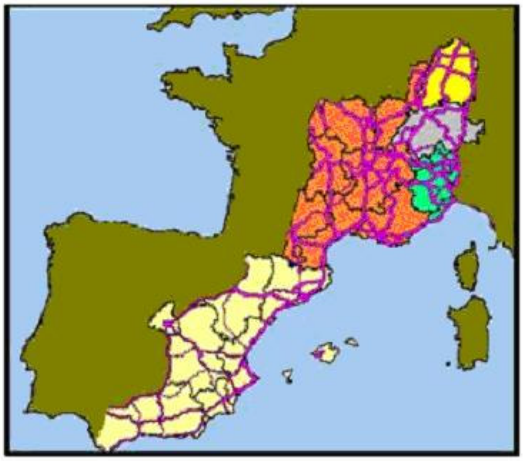

Figura 6:zona SERTI coberta pel primer servei AlertC

L'any 2000 la Direcció General de Trànsit expandí la seva taula de localitzacions a tot Espanya (Autopistes, Autovies, Nacionals i Autonòmiques de primer ordre), creixent el número de localitzacions fins a 4.577 (punts TMC).

[29] Traffic Information Channel
[30] Empresa alemanya de software especialista en informació de trànsit http://www.gewi.com
[31] Radio Nacional de España
[32] Estàndard europeu d'intercanvi d'informació de trànsit a través de RDS-TMC.

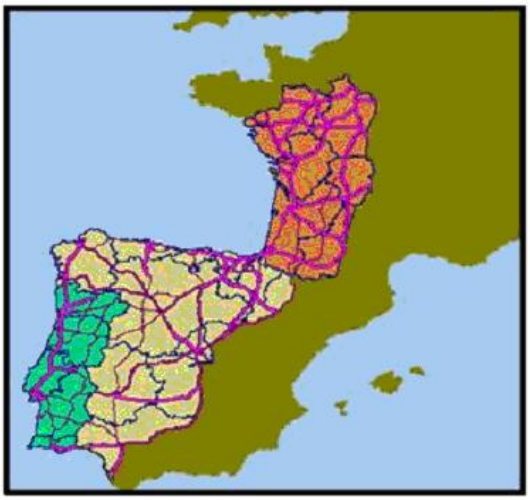

Figura 7: zona ARTS coberta en la expansió del servei AlertC

Des de finals de l'any 1999, data de creació de la primera taula de localitzacions (E17 v1.6) que incloïa 4.577 punts TMC repartits per tot el territori nacional, hi ha hagut una gran variació de la codificació de les carreteres (canvis de nomenclatura) i s'han construït noves carreteres, variants, autovies, etc.

La DGT va construir una nova taula de localitzacions (E17 v2.1) que fou validada pel TMC fòrum el 26 de març de 2006. Aquesta nova taula conté 7.763 localitzacions TMC. Cal tenir en compte però que les taules de localització TMC a Espanya tan sols contenen autopistes, autovies, carreteres nacionals i carreteres autonòmiques de primer ordre. La resta de la xarxa viària per tant, al no disposar de punts de localització TMC no pot ser codificada.

A més d'aquesta limitació existeix una altra restricció que afecta l'estàndard i és el fet que les taules de punts de localització a Espanya no contemplen zones urbanes.

Des de la Fundació RACC es va impulsar la creació de taules TMC urbanes a través del PFC[33] d'un estudiant de la ETSETB.

En resum, els punts TMC existents són escassos i no proporcionen la precisió suficient per oferir una cobertura àmplia de la xarxa viària de l'estat, i aquest serà un dels fronts més importants a tractar dins aquest projecte.

[33] "Diseño y validación de mejoras para el sistema de Canal de Información de Tráfico" per Eneko Arostegui Zabaleta

1.3.1.1 Base de funcionament

Els missatges de dades es reben silenciosament, és a dir, els usuaris poden seguir escoltant la ràdio mentre els missatges són desxifrats per la radio del vehicle o per un sistema de navegació i es lliuren al conductor de diverses maneres (per pantalla, a través de processadors de veu, etc.). El més comú d'aquests sistemes és un sistema de navegació amb TMC incorporat que pot oferir direcció dinàmica de la ruta: alerta al conductor d'un problema en la trajectòria prevista i calcula una ruta alternativa per evitar la incidència.

L'objectiu principal de TMC és definir una correspondència entre codis i situacions especials de trànsit així com localitzacions, amb l'objectiu de comprimir en poc espai la informació i poder enviar-la al usuari. El conductor, utilitzant el seu receptor TMC, serà capaç de rebre aquestes dades i descodificar-les gràcies al seu receptor on es conté tota la correspondència entre codis i esdeveniments. D'aquesta manera, amb un canal d'amplada de banda limitada, es pot oferir una gran quantitat d'informació de trànsit.

L'estàndard TMC està dissenyat per enviar uns 300 missatges per hora, de manera que és capaç d'informar de totes les incidències de trànsit que succeeixen en un país sempre que es produeixin en vies que continguin punts de localització. D'altra banda, gràcies al fet que el receptor és el que descodifica, aquesta informació es pot presentar de la manera que es desitgi podent escollir l'idioma i el mode de representació.

1.3.1.2 Llenguatge virtual TMC

La informació sobre el TMC es comunica a través d'un "llenguatge virtual" en que els codis emesos per l'aire contenen direccions emmagatzemades en bases de dades en els terminals. Aquestes bases de dades contenen llistes de situacions d'esdeveniments que es poden donar a la xarxa viària, incloent problemes de trànsit generals i situacions meteorològiques, duracions previstes de les incidències i d'altres informacions; més les llistes de localització, incloent interseccions, codis de carreteres i descripcions de les ubicacions.

Aquest llenguatge virtual permet que la informació enviada a través del canal pugui ser traduïda a diferents idiomes, segons l'idioma de la taula que tingui disponible

l'usuari en el seu terminal receptor, i d'aquesta manera es poden aprofitar els serveis en itinerància.

1.3.1.3 Codificació d'incidències

A continuació s'expliquen els camps que requereix qualsevol missatge TMC per definir un esdeveniment i algunes característiques addicionals que s'inclouen en un missatge TMC per ajudar a l'usuari de la informació. També s'inclou la longitud en bits que ocupa aquesta informació en cada missatge TMC.

a) Descripció de l'esdeveniment (11 bits): Per definir el succés es reserven un total de 11 bits, amb la possibilitat d'incloure fins a 4 característiques de l'esdeveniment. Normalment s'inclou tant la incidència com la causa d'aquesta. Es poden incloure un total de 4 detalls i s'assigna un codi per descriure cada tipus d'esdeveniment.
   Per exemple:

Esdeveniment	Codi	Descripció
1	115	Tráfico amarillo
2	201	Accidente
3	136	Congestión de tráfico
4	53	Congestión hacia el Norte

Taula 1: extracte de la taula de codis TMC d'esdeveniment

b) Localització primària (16 bits): Un dels aspectes més importants per identificar un esdeveniment és la seva localització. L'estàndard TMC utilitza un sistema de localització propi que té com a finalitat reduir al màxim la quantitat d'informació que s'ha d'enviar. Per fer-ho, es defineixen les taules de localització.

1.3.1.4 Taules de localització TMC

Les taules de localització contenen una sèrie de punts de localització que idealment haurien de cobrir la totalitat de la xarxa viària. Un punt de localització té assignada una situació real única de manera que quan un esdeveniment es localitza a través de dos punts TMC, s'entén que l'esdeveniment està afectant el tram de carretera entre aquests 2 punts. Això implica que enviant tan sols 2 codis, es pugui

situar la incidència. Més endavant es veurà que aquest sistema, no obstant, té les seves limitacions en quant a precisió i cobertura.

Cal destacar que cada país s'assigna una taula diferent ja que es requereix disposar de tots els codis possibles i per tant no seria viable una única taula per a tot Europa.

Exemple:

Loc1: 62008 Loc2: 62007

Missatge d'usuari: C-35 Parets del Valles-Llagostera. Entre salida Vidreres (est) y paso subterráneo GI-681/Tossa de Mar

c) Direcció (1 bit): El bit de direcció defineix el sentit de creixement de la retenció de tal manera que és oposat al sentit de circulació dels vehicles.
d) Extensió (3 bits): És el sistema utilitzat per TMC per situar perfectament un esdeveniment. Mostra el seguit de punts TMC als quals afecta la incidència.
e) Duració (3 bits): És el paràmetre que informa al usuari de l'estimació del que durarà la incidència. Es defineixen una sèrie de codis per cadascuna de les situacions que es poden donar. En la majoria d'ocasions es desconeix aquesta durada així que s'utilitza el valor 0 per no indicar estimació.
f) Avís de desviament (1 bit): En cas que la incidència afecti en gran mesura la circulació, amb aquest bit es pot indicar una recomanació de desviament. D'aquesta manera, si s'està utilitzant un navegador GPS equipat amb receptor TMC, l'equip pot detectar que es recomana el desviament i realitzar un nou càlcul de ruta.

1.3.2 Tècnica AJAX

El primer canal de distribució del projecte Infotransit del RACC és la pàgina web (http://www.raccinfotransit.cat). Aquesta aplicació web llegeix la informació de trànsit del servidor CIT i la presenta a l'usuari de la manera més amigable i ràpida possible. Per fer-ho s'utilitza la tècnica AJAX de comunicació amb el servidor.

AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) és una tècnica de desenvolupament web per crear aplicacions interactives. Aquestes aplicacions s'executen en el client, és

a dir, en el navegador dels usuaris mentre es manté la comunicació asíncrona amb el servidor en segon pla. D'aquesta manera és possible realitzar canvis sobre les pàgines sense necessitat de recarregar-les, el que representa augmentar la interactivitat, velocitat i la facilitat d'ús en les aplicacions. Utilitzem aquesta tècnica com a base per a la comunicació entre el servidor CIT i el servidor web degut als avantatges que presenta aquesta tècnica en quant a rendiment.

AJAX utilitza una comunicació asíncrona amb el servidor, en el sentit que les dades addicionals es sol·liciten i es carreguen en segon pla sense interferir amb la visualització ni el comportament de la pàgina. JavaScript és el llenguatge interpretat en el que normalment es realitzen les funcions de crida d'AJAX mentre que l'accés a les dades es realitza a través de XMLHttpRequest, disponible en els navegadors actuals.

És una tècnica vàlida per múltiples plataformes i utilitzable en molts sistemes operatius i navegadors ja que està basat en estàndards oberts. En el cas de la web d'Infotransit segons quina sigui la informació seleccionada pot necessitar representar molts punts segons el nivell de zoom del mapa en aquell moment. Aquesta càrrega d'informació pot penalitzar molt el rendiment i és per això que s'ha escollit aquesta tècnica per a l'intercanvi de la informació de trànsit entre el servidor i la web.

1.3.3 Fitxers JSON

El format utilitzat per a l'intercanvi de dades entre el servidor i la pàgina web és el JSON (JavaScript Object Notation). D'aquesta manera, es necessitaran convertidors a la sortida del servidor que converteixin les dades del format original del servidor (CIT XML[34]) al format de dades JSON. El JSON és un format lleuger per l'intercanvi de dades entre diferents sistemes.

La simplicitat de JSON ha donat lloc a la generalització del seu ús, especialment com a alternativa a XML en AJAX. Un dels avantatges sobre XML com a format d'intercanvi de dades és que és molt més senzill escriure un analitzador semàntic de JSON.

El JSON està constituït per dues estructures:

[34] Extensible Markup Language

i. Una col·lecció de parells de nombres/valor. En diversos llenguatges és conegut com a objecte, registre, estructura, diccionari, taula *hash* o llista de claus.
ii. Una llista ordenada de valors. En la majoria de llenguatges, això s'implementa com a vector, llistes o seqüències.

Aquestes són estructures universals, virtualment, tots els llenguatges de programació els suporten d'una manera o una altra. És raonable que un format d'intercanvi de dades que és independent del llenguatge de programació es basi en aquestes estructures.

2 Objectius

Dues de les principals característiques de la informació de trànsit a Espanya són la dispersió de les fonts i l'heterogeneïtat de formats. En el moment d'iniciar aquest PFC no existia cap entitat a l'estat que aglutinés tota la informació disponible i la lliurés a l'usuari final. Tenint en compte aquest escenari, a continuació es descriuen els objectius a assolir.

2.1 Millora de la fiabilitat de la informació

Per ser capaços de crear un servei al usuari final és necessari, en primer lloc, aconseguir un nivell de fiabilitat de la informació adequat.

En l'inici del PFC el sistema té com a font d'informació dinàmica les dades de la DGT i que s'integra a través de processos de codificació i processat. L'objectiu primer és analitzar amb profunditat aquests processos per tal de detectar possibles deficiències que puguin estar causant imprecisions o errades, i per tant, que estiguin afectant la fiabilitat de la informació.

Al mateix temps, també és necessari analitzar la informació que proporciona la DGT per tal de comprovar si proporciona dades fiables i, en cas contrari, buscar alternatives que es puguin oferir la informació que es manqui.

2.2 Incorporació de noves fonts

Un cop garantida la fiabilitat de la informació, el segon objectiu que es planteja és l'ampliació de la informació de trànsit. Com s'ha comentat la informació es troba molt dispersa en diferents fonts i organismes i l'objectiu del RACC és convertir-se en el principal integrador d'aquesta informació a nivell nacional.

Per fer-ho cal estudiar les diferents fonts d'informació disponibles a Espanya i, en cas d'oferir dades fins al moment no contemplades o dades amb un grau de fiabilitat major, desenvolupar els processos necessaris per a integrar-les al sistema de RACC Infotransit.

Com a exemple el propi RACC que, a través del servei d'assistència en carretera que ofereix als seus socis, pot ser una font d'informació de trànsit ja que rep les trucades dels conductors que han sofert un accident o una avaria i les introdueix en un sistema informatitzat de forma que és el primer en conèixer la incidència. És per això que també es va plantejar la integració d'aquestes incidències al sistema.

2.3 Creació de nous serveis

En darrer lloc, un cop es disposa d'un sistema d'informació complet i robust, l'objectiu és la creació de nous serveis que permetin la difusió d'aquesta informació a través de diferents vies.

L'impuls tecnològic que es va donar al projecte buscava ampliar el ventall de serveis de RACC Infotransit, que fins al moment estava basat exclusivament pels butlletins radiofònics. El que s'inclou en els objectius d'aquest Projecte Final de Carrera és la creació del primer servei tecnològic obert al públic amb la creació de la web http://www.raccinfotransit.cat, que oferirà de manera oberta tota la informació disponibles en el servidors del CIT (Canal d'Informació de Trànsit).

3 Descripció de l'entorn

3.1 Funcionament del sistema

El servidor d'Infotransit CIT s'encarrega de processar informació de diferents fonts i d'homogeneïtzar les dades a un únic format, l'estàndard TMC. Cada cop que es realitza una càrrega de dades el servidor s'encarrega de realitzar les comprovacions necessàries per tal d'evitar informació redundant o obsoleta i d'aquesta manera garantir la fiabilitat de les dades.

A continuació podem veure una figura on es mostra la configuració interna del servidor:

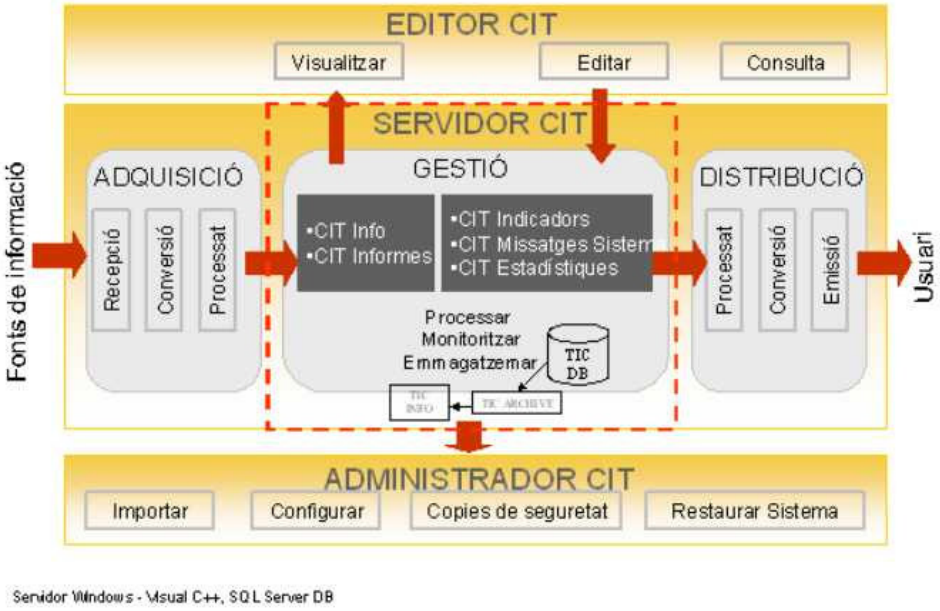

Figura 8: esquema del servidor CIT

Les característica més destacada del servidor és que es tracta d'un sistema modular, que permet anar perfeccionant contínuament el canal d'informació afegint noves fonts d'informació així com noves vies de distribució.

3.2 Gestió

Com a part de l'element principal del servidor CIT es troba la part de *Gestió* que conté diversos mòduls encarregats de realitzar funcions diferents. La quantitat de mòduls és ampliable per incloure nous tractaments de dades tant per la recepció com la difusió. El mòdul principal és el *TIC Info,* que s'encarrega de bolcar les dades homogeneïtzades segons el format estàndard de l'aplicació anomenada CIT XML a la base de dades del sistema basada en *SQL Server*. Les altres aplicacions són elements d'extracció d'estadístiques, control de qualitat del sistema, indicadors de càrrega i més paràmetres de control.

3.3 Càrrega de dades

El sistema CIT utilitza un sistema de gestió de dades que contempla tant la càrrega de nova informació com l'actualització de l'existent. Per fer-ho utilitza un procés de dades en franges de 10 minuts, temps que es fixa a través de la eina d'administració 'TIC Admin'. Quan es compleix el temps establert es realitza la lectura de l'arxiu original de dades i s'efectua una actualització de la base de dades.

A continuació es pot observar l'esquema complet de processat de dades que du a terme el CIT:

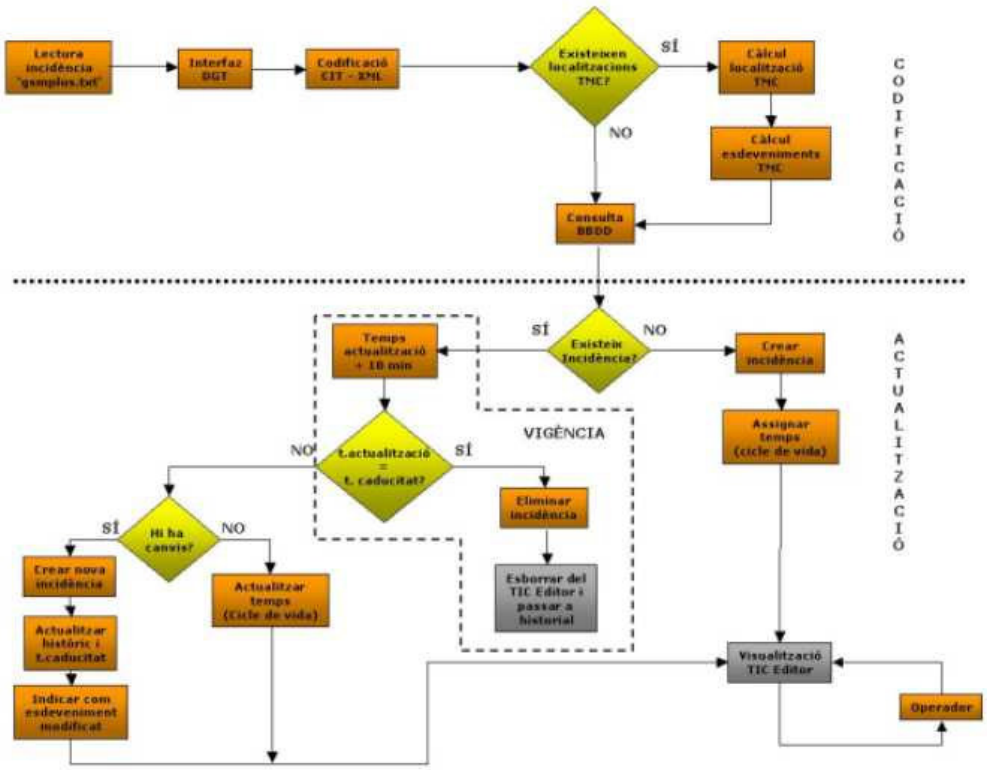

Figura 9: algoritme de càrrega de dades dinàmiques al CIT

En primer lloc es realitza una consulta a l'arxiu 'gsmplus.txt' disponible a http://www.dgt.es/gsmplus.txt . Des d'allí, es recorre el fitxer línia a línia i es codifica cadascuna de les incidències per generar un arxiu CIT-XML. Un cop fet això, s'intenta codificar en format TMC si existeixen punts de localització a la zona o, en cas contrari, s'indica que no es pot codificar.

3.4 Temps de vigència

Un cop es té l'arxiu CIT-XML complet s'han de comparar les incidències existents a la base de dades. A través del identificador d'incidència aquest pas és instantani. Si l'esdeveniment no existeix, es crea una incidència amb les dades del fitxer i se li assigna un hora de creació, un temps d'actualització igual al de creació i un temps de caducitat configurable a partir del temps de creació. Un cop fixat el cicle de vida de l'esdeveniment, pot carregar-se al sistema.

En cas que l'esdeveniment ja existeixi, pot ser que s'hagin modificat les seves característiques o que es mantinguin iguals. En qualsevol cas, el sistema actualitza el temps d'actualització a l'hora actual. Si no hi ha canvis, únicament es modifica l'hora

d'actualització i s'introdueix a la base de dades. En cas que hi hagi modificacions es crearà un nou esdeveniment, indicant que es tracta d'una modificació d'un anterior i estenent-ne el temps de caducitat.

3.5 Formats de dades

El procés d'adquisició captura les dades de diferents fonts i depenent de quin sigui l'origen d'aquestes dades, realitza la conversió necessària per presentar la informació en el format homogeni del CIT.

3.5.1 Format CIT XML

El format homogeni del CIT és un format XML on es poden identificar els elements i la seva funció a partir del *tag* i del *xpath* de cada un. Els arxius XML es caracteritzen per seu fàcil maneig i versatilitat per diferents entorns i pel seu fàcil bolcat d'informació a una base de dades.

Les dades més significatives per emmagatzemar una incidència són:

- Identificador d'incidència: es construeix a partir del codi de carretera i els punts quilomètrics inicial i final: CARRETERA_PKI_PKF
- Font: organització d'on prové la incidència (inicialment DGT)
- Segell temporal de creació de la incidència
- Text del missatge: descripció del tipus d'incidència i la seva localització
- Versió de la taula de localització TMC utilitzada: les taules de localització es van actualitzant i cal conèixer quina versió utilitza cada aplicació per prevenir possibles incongruències entre la font i el receptor
- Localització primària: punt de localització inicial que fa referència al punt on es produeix la incidència
- Localització secundaria: punt de localització final de la incidència on s'acaba la repercussió de la mateixa
- Incidència: tipus d'esdeveniment (congestió, meteorologia, obres, etc.)
- Causa: fet que ha provocat la incidència (accident, obres, esdeveniments meteorològics, etc.)

Un cop s'ha realitzat la conversió de les dades originals a aquest format es realitza la càrrega de la informació a una base de dades SQL.

3.5.2 Format fitxer gsmplus.txt (DGT) i transformació a format CIT-XML

La principal fonts d'informació dinàmica és la DGT. En l'inici d'aquest PFC aquesta és la única font d'informació dinàmica integrada al sistema.

La DGT publica les dades en temps real a través d'un fitxer de text que es publica a http://www.dgt.es/gsmplus.txt i que té el següent format:

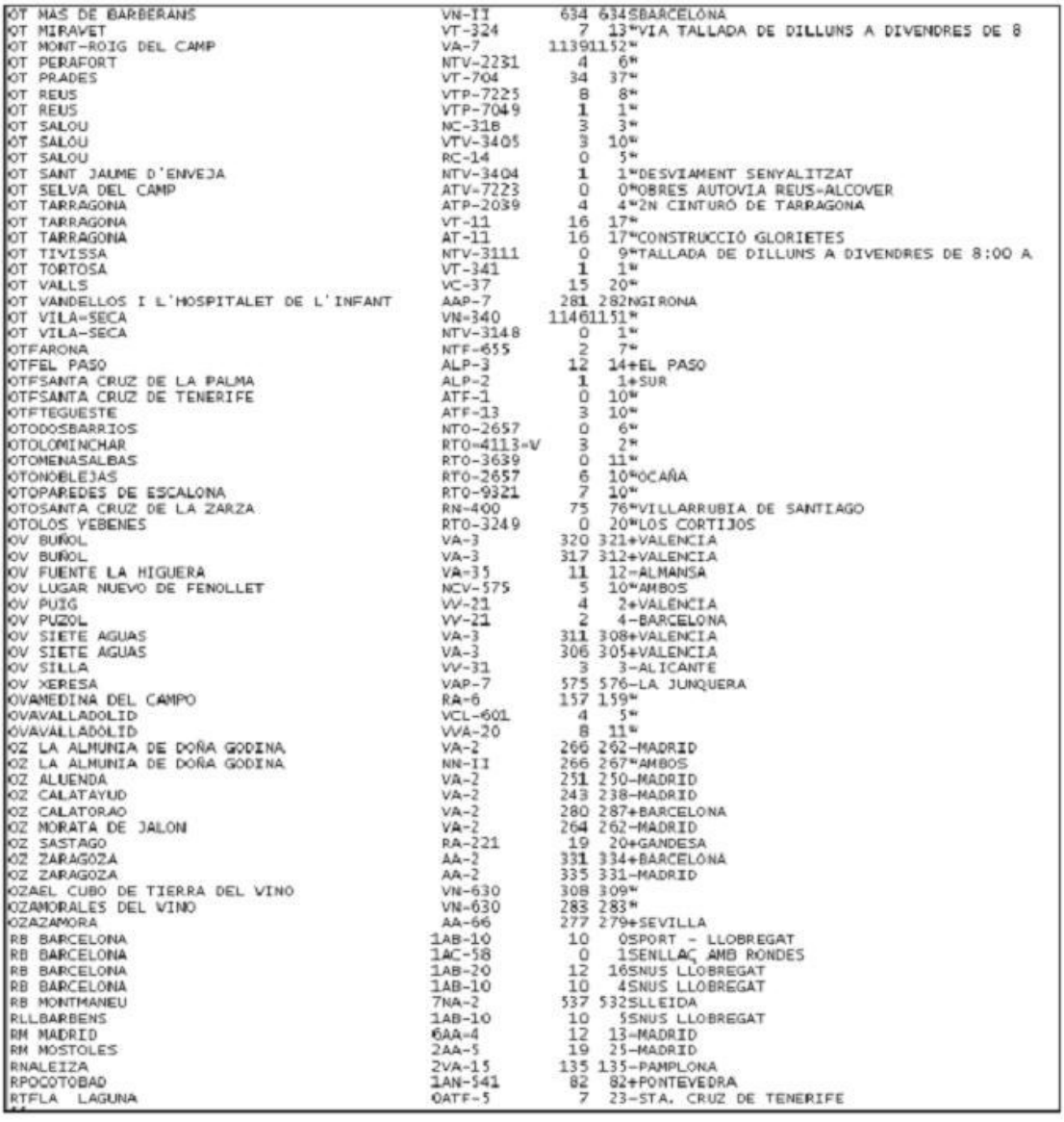

Figura 10: fitxer gsmplus de la DGT

El procés de captació d'aquest *feed* llegeix directament el fitxer i realitza la conversió al format CIT XML. Cada una de les línies del fitxer conté informació sobre un incident diferent i per tant s'han de tractar de manera diferenciada. Per fer-ho s'ha implementat una plantilla XSL[35] que interpreta la codificació pròpia que utilitza la DGT a l'hora d'informar de les incidències que s'estan produint en la xarxa viària.

La informació que proporciona la DGT fa referència a quatre categories diferents:

- Retencions
- Climatologia
- Ports
- Obres

Per diferenciar cada registre, aquests contenen un prefix (camp d'un sol caràcter) que identifica el tipus d'incidència. A continuació es pot veure l'estructura dels fitxers gsmpus.txt en funció del seu registre:

	Prefix	**Província**	**Poblac./ Port**	**Causa**	**Nivell**	**Carretera**	**Punt Quilomètric Inicial**	**Punt Quilomètric final**	**Sentit**	**Comentaris**
Retencions	*R*	*Província*	*Població*	*causa_ret*	*nivell*	*carretera*	*pk inicial*	*pk final*	*sentit*	*població*
Climatologia	*C*	*Província*	*Població*	*causa_cli*	*nivell*	*carretera*	*pk inicial*	*pk final*	*N/A*	*N/A*
Ports	*P*	*Província*	*Nom del port*	*N/A*	*nivell*	*carretera*	*pk inicial*	*pk final*	*N/A*	*N/A*
Obres	*O*	*Província*	*Població*	*N/A*	*nivell*	*carretera*	*pk inicial*	*pk final*	*sentit*	*població*

Taula 2: classificació informació DGT

La descripció dels camps pel cas de **retencions** és la següent:

- **Prefix**: indica el tipus d'incidència ("R")
- **Província**: queda indicada amb un prefix que representa la província on es produeix l'incident

[35] XSL: Extensible Stylesheet Language

- **Població**: s'indica el nom complet de la població on es produeix la incidència
- **Causa**: indica el motiu de la incidència. Es mostra un valor en funció del motiu. Aquests es veuen reflectits en la taula següent:

Valor	Significat
0	*Congestió*
1	*Circulació*
2	*Accident*
3	*Inundació*
4	*Competició esportiva*
5	*Festes*
6	*Manifestació*
7	*Despreniments*
8	*Vehicle avariat*
9	*Altres*

Taula 3: codificació de causes d'incidències (DGT)

- **Nivell**: nivell de servei de la carretera

Valor	Significat
N	*Circulació interrompuda (carretera tallada)*
R	*Circulació saturada (amb retencions)*
A	*Circulació discontinua (lenta amb retencions esporàdiques)*
V	*Circulació intensa*

Taula 4: nivells de servei (DGT)

- **Carretera**: indica el codi de la carretera
- **PK-inicial**: punt quilomètric on s'inicia la incidència
- **PK-final**: punt quilomètric on finalitza la incidència
- **Sentit**: indica el sentit de la incidència. S'indica tant amb referències cardinals (N,S,W,E) com amb sentit creixent o decreixent dels punts quilomètrics (+,-). En el cas de ser en ambdós sentits s'indica amb el símbol "*".
- **Comentaris**: en aquest camp s'inclouen informacions auxiliars com ara població següent en el sentit que s'ha produït la incidència, recomanacions o informació de restriccions o talls.

Pel cas de **climatologia** la descripció és:

- **Prefix**: tipus d'incidència ("C")
- **Causa**: tipus d'incidència meteorològica

Valor	Significat
N	*Neu*
F	*Boira*
L	*Pluja*
V	*Vent*
H	*Gel*

Taula 5: taula informació meteorològica

- **Sentit**: no aplica en aquest cas

Registres pel cas d'informació sobre **ports de muntanya**:

- **Prefix**: tipus d'incidència
- **Port**: indica el nom del port on es produeix la incidència
- **Nivell**: existeixen dos valors pre-definits, 'N' (Tancat), 'R' (Cadenes)
- **Sentit**: no aplica en aquest cas

Per últim, per la categoria **obres**:

- **Prefix**: tipus d'incidència ("O")
- **Causa**: no aplica en aquest cas

Aquesta informació codificada que conté el fitxer DGT es converteix al format propi del CIT. Per a cada incidència (línia del fitxer DGT d'entrada) es crea un registre al CIT que conté els següents camps:

- Carretera + Localització 1
- Localització 2
- Esdeveniment 1
- Esdeveniment 2
- Esdeveniment 3
- Sentit
- Duració
- Desviament
- Altres
- Gestió

Per tant, la transformació que cal realitzar és la següent:

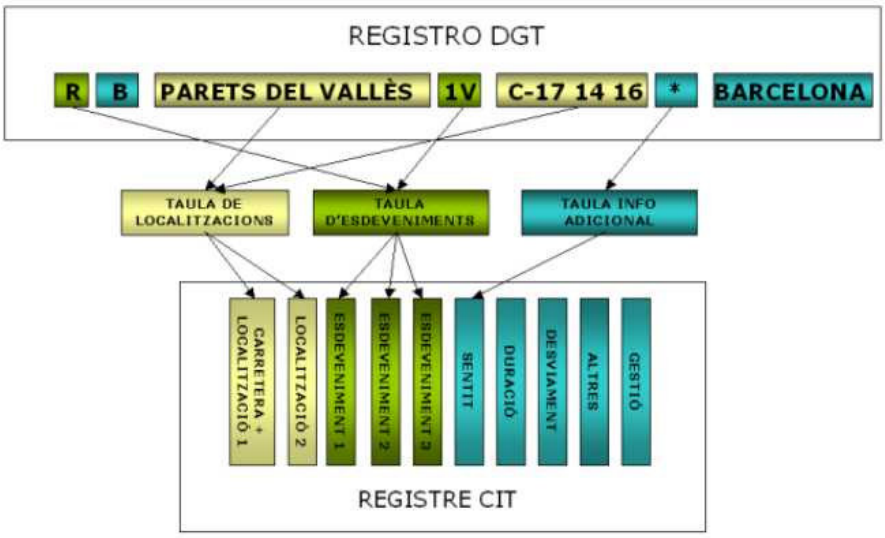

Figura 11: transformació registre DGT

- Aquests camps del registre CIT són, en realitat, *tags* dins del fitxer XML CIT. Per tal de gestionar les incidències i permetre'n la seva edició a través d'una eina ofimàtica, el CIT defineix aquest registre amb el camps més importants.

3.5.3 SCT (Fitxer SCT p12.txt)

El SCT disposa d'un *feed* de dades propi que es pot consultar en format web a http://www.gencat.cat/transit/marcit.htm i que també està disponible a través d'un webservice que requereix autenticació a través d'usuari i contrasenya.

Aquest fitxer té format TXT i, de forma anàloga al cas DGT, cada línia es correspon a una incidència. En aquest no utilitza cap tipus de codificació sinó que conté una sèrie de camps separats per comes i en aquests s'hi inclou la informació en format text. A continuació se'n mostra un exemple:

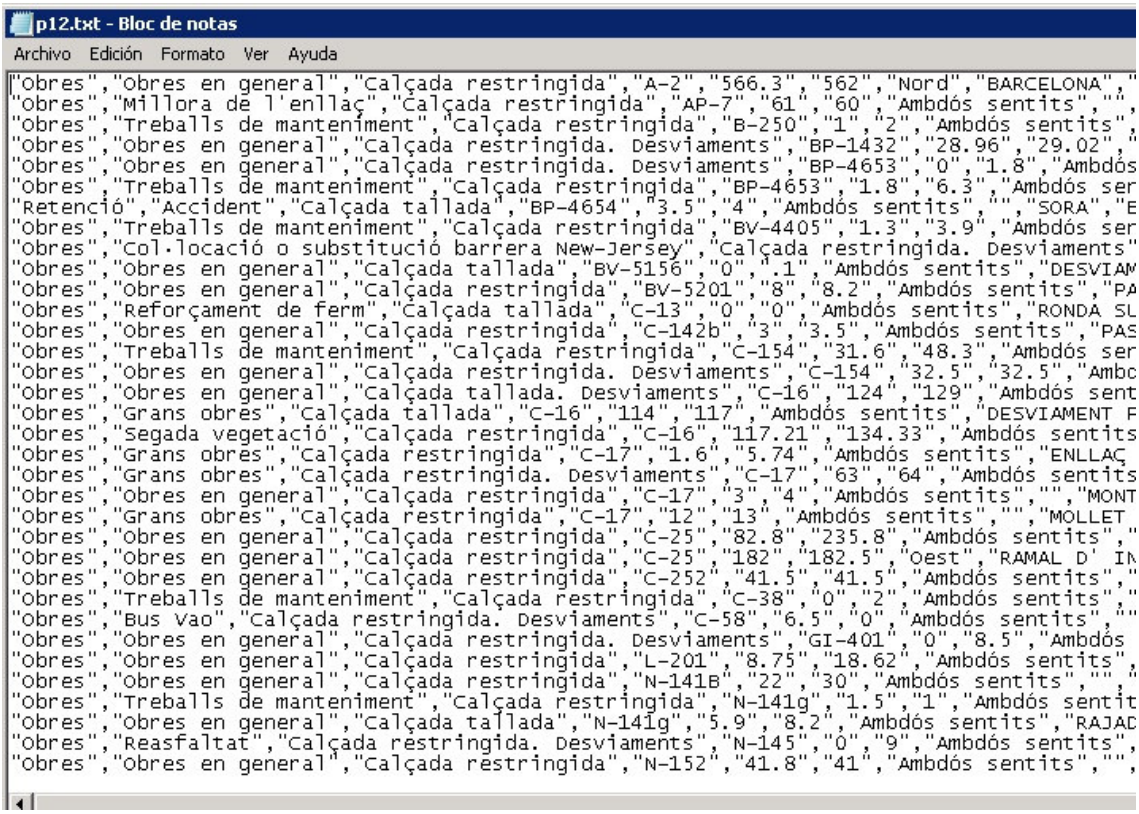

Figura 12: exemple fitxer TXT del SCT

Els diferents camps que presenta són:

- **Tipus d'afectació:** indica el tipus d'incidència. Els valors que pot prendre són:
  - Retenció
  - Obres
  - Meteorologia
  - Port
  - Cons
- **Causes i observacions:** indica el motiu de la incidència
- **Nivell d'afectació:** en el cas de les congestions i obres fa referència al nivell de servei però també pot afegir informació en cas d'incidències de meteorologia.

  En el cas que faci referència al nivell de servei, i a diferència del cas DGT, s'indica el grau d'afectació a través de text i no utilitzant colors com a referència:
  - Circulació intensa (correspondria al nivell verd segons codificació DGT)
  - Circulació amb retencions (nivell groc)

  - Circulació amb congestió (nivell vermell)
  - Calçada tallada (nivell negre)
- **Carretera**
- **Km inicial:** punt quilomètric on s'inicia la incidència
- **Km final:** punt quilomètric fins on s'allarga l'afectació de la incidència
- **Sentit:** en format cardinal
- **Cap a:** aquest camp no és obligatori i pot indicar la població següent o comentaris addicionals com ara tancament de carrils, desviaments opcionals o informació de duració pel cas d'obres
- **Població**
- **Demarcació:** província
- **Data-hora inicial**

Aquest fitxer s'actualitza de manera asíncrona a mesura que apareixen o desapareixen incidències.

3.5.4 Dirección General de Tráfico del Gobierno Vasco

L'adquisició d'aquest fitxer no requereix autenticació sinó que tan sols és necessari conèixer la URL que dóna accés directe al fitxer.

Es tracta d'una fitxer XML i no es troba codificat sinó que presenta la informació en diferents tags (camps) que en la majoria de casos són auto-explicatius, són els següents:

- **Tipo:** tipus d'incidència
- **Autonomia**
- **Provincia**
- **Matricula**
- **Causa**
- **Poblacion**
- **Fechahora_ini**
- **Nivel**
- **Carretera**
- **Pk_inicial**
- **Pk_final**

- **Sentido**

Tot i que es presenta en un format diferent els valors que poden prendre els camps: tipus d'incidència, causa o nivell de servei són exactament iguals que en el cas DGT (capítol 3.5.2) excepte per la categoria de Ports de Muntanya.

En aquest cas els ports de muntanya estan pre-definits i apareixen **sempre** en el *feed* en temps real. És a dir, sigui quin sigui l'estat del port, aquest s'informa a través del *feed* i, a diferència de la resta d'incidències, en el camp de nivell de servei no s'hi indica un valor en format de codi de colors sinó que inclouen una descripció de l'estat en que es troba el port segons el tipus de vehicle.

A continuació es mostra un exemple d'aquest format:


```
- <incidencia>
    <tipo>Puertos de montaña</tipo>
    <autonomia>Euskadi</autonomia>
    <provincia>Gipuzkoa</provincia>
    <matricula>SS</matricula>
    <causa>Desconocida</causa>
    <poblacion />
    <fechahora_ini>2010-11-02 08:53:15.55</fechahora_ini>
    <nivel>T: Abierto C: Abierto A: Abierto</nivel>
    <carretera>GI-3591</carretera>
    <pk_inicial>0.00</pk_inicial>
    <pk_final>0.00</pk_final>
    <sentido>OÑATI</sentido>
    <nombre>ARANTZAZU</nombre>
  </incidencia>
- <incidencia>
```


Figura 13: exemple de notificació categoria ports

La codificació utilitzada fa referència a:

- T: turismes
- C: camions
- A: vehicles articulats

D'altra banda, també s'utilitza un format semblant per a dues noves categories que no presenten la resta d'administracions que són "Vialidad invernal tramos" i "Pruebas deportivas".

La categoria "Vialidad invernal tramos" proporciona informació sobre l'estat de determinats trams de carreteres que es veuen afectats habitualment durant l'època invernal. A continuació se'n mostra un exemple:

```
- <incidencia>
    <tipo>Vialidad invernal tramos</tipo>
    <autonomia>Euskadi</autonomia>
    <provincia>Gipuzkoa</provincia>
    <matricula>SS</matricula>
    <causa>Desconocida</causa>
    <poblacion />
    <fechahora_ini>2010-11-02 08:53:15.55</fechahora_ini>
    <nivel />
    <carretera>A-8</carretera>
    <pk_inicial>2.00</pk_inicial>
    <pk_final>1.00</pk_final>
    <sentido>NO DISPONIBLE</sentido>
    <nombre>A-8 ERMUA - IRUN</nombre>
  </incidencia>
```

Figura 14: exemple d'incidència "Vialidad invernal tramos"

La categoria "Pruebas deportivas" indica les proves esportives que transiten per vies interurbanes així com la data prevista de celebració però sense concretar les carreteres i trams afectats:

```
- <incidencia>
    <tipo>Pruebas deportivas</tipo>
    <autonomia>Euskadi</autonomia>
    <provincia />
    <matricula />
    <causa>Triatlón</causa>
    <poblacion />
    <fechahora_ini>2012-02-25 - 2012-02-25</fechahora_ini>
    <nivel />
    <carretera />
    <pk_inicial />
    <pk_final />
    <sentido />
    <nombre>IV DUATLON DE MUNGIA</nombre>
  </incidencia>
```

Figura 15: exemple d'incidència "Pruebas deportivas"

3.5.5 Informació pròpia del RACC

La informació que prové del servei d'assistència del RACC fa referència als accidents o avaries de vehicles que sol·liciten assistència en carretera. En el moment que un soci realitza la trucada un operador l'atén i introdueix les dades al sistema. En aquest moment es genera un fitxer XML amb diferents *tags* que contenen la informació del sinistre.

Un exemple del fitxer XML que s'envia al servidor d'Infotransit és el següent:

Figura 16: fitxer XML SATI

Cal remarcar que l'aplicació utilitzada pel servei d'assistència és una eina GIS i per tant les incidències estan geo-codificades utilitzant coordenades geogràfiques.

3.5.6 Dades estàtiques

El servidor CIT conté, a part de la informació en temps real sobre incidències de trànsit, una gran quantitat d'informació estàtica que fa referència a:

- Radars
- Càmeres
- Punts negres

Aquesta informació es carrega de manera manual a través de fitxers de text que han d'estar codificats amb un format concret:

TYPE | ORIGIN | ROAD | START PK | END PK | FILE_NAME | ESPECIFIC

Aquests camps específics varien depenent del tipus d'informació:

- Radar: DIRECTION | SPEED LIMIT | AUTONOMOUS REGION | PROVINCE
- Black Spot: DIRECTION | AUTONOMOUS REGION | PROVINCE

- Camera: URL | AUTONOMOUS REGION | PROVINCE

Un cop es construeixen els fitxers TXT es dipositen en una carpeta específica del servidor i a través de la eina d'administració del servidor (TIC Admin) s'habiliten els mòduls d'entrada definits per aquestes dades estàtiques i es realitza la conversió i posterior càrrega de la informació.

Al tractar-se d'una informació que no varia de manera freqüent, es realitza la càrrega de manera manual. Un cop carregades les dades es desactiven els mòduls d'entrada per tal de no penalitzar el rendiment ja que no es tornaran a carregar dades noves fins que es produeixin actualitzacions.

4 Descripció de la problemàtica i resolució

En aquest apartat es descriuen les tasques realitzades durant el transcurs d'aquest Projecte Final de Carrera.

Per a cada cas es descriu la problemàtica que s'ha detectat en els processos ja existents o l'evolutiu que s'ha considerat necessari per assolir els objectius inicials, el disseny de la solució proposada i finalment la seva implementació. El resum d'aquestes tasques és el següent:

- Codificació d'informació dinàmica
- Codificació d'informació estàtica
- Incorporació de noves fonts d'informació dinàmica
- Incorporació de noves categories d'informació estàtica
- Creació dels mòduls de sortida cap a la web (nou servei RACC Infotransit)

4.1 Procés de codificació d'informació dinàmica

4.1.1 Presentació

La codificació de la informació dinàmica que llegeix el servidor CIT es basa en l'estàndard TMC (presentat en el capítol 1.3.1). Aquest procés consisteix en l'assignació de codis TMC d'incidències i punts de localització TMC.

L'assignació de codi d'incidència consisteix en seleccionar el codi d'esdeveniment TMC que més s'ajusti a la incidència que s'està produint en aquell moment a la carretera i que ve descrit pels diferents *feeds* de les administracions.

Pel que fa a l'assignació de punts de localització (geo-referenciació) aquesta es basa en un algoritme que a partir dels camps: carretera i punts quilomètrics inicial i final selecciona els punts de localització més propers. Cada punt de localització TMC està definit a la taula certificada de cada país i té assignades les coordenades geogràfiques corresponents així com una descripció de la ubicació – sol coincidir amb encreuaments, estacions de servei o d'altres punts.

El software que utilitza el CIT permet visualització de les incidències codificades a través de l'eina *TIC Editor*. Aquesta eina és la utilitzada pels editors d'informació de trànsit i és a través d'aquesta eina que es pogué detectar un dels errors de codificació d'incidències.

En la següent figura es poden observar dos casos extrems en els que dues incidències tenen longituds de centenars de quilòmetres:

Figura 17: incidències codificades erròniament

4.1.2 Anàlisi

En primer lloc cal tenir en compte que el software en que es basa el sistema CIT és genèric i s'utilitza a nivell internacional, per tant, no s'ha desenvolupat tenint en compte les necessitats del projecte Infotransit ni les particularitats de les taules de localització TMC espanyoles.

El procés de codificació i captació de la informació es realitza en dues fases. La primera d'aquestes fases la realitza el mòdul d'entrada amb la plantilla XSL corresponent que s'encarrega d'extreure cada un dels camps i realitza l'assignació de codi d'esdeveniment segons el tipus d'incidència, al mateix temps que es realitza la transformació del format original al format TIC-XML.

La segona part, l'assignació de punts de localització TMC, la realitza el software segons un algoritme que ha desenvolupat el proveïdor de manera genèrica (vàlid per a qualsevol país). Per tal de deduir l'esquema d'aquest algoritme s'ha realitzat mineria de dades estudiant una gran quantitat d'incidències codificades per tal de contemplar totes les casuístiques possibles. El resultat d'aquest anàlisi és la següent descripció detallada de les fases en que es divideix l'algoritme:

I) Lectura del fitxer d'entrada, extracció de via i punts quilomètrics inicial i final.

II) Consulta a BBDD interna per dirimir si existeixen punts de localització TMC en la via.

III) En cas de que no existeixen punts TMC es crea una incidència sense format on només s'indica la incidència a través de text. No està geo-referenciada i per tant no es notificable per cap canal basat en mapa ni pel canal RDS-TMC (es veuran més detalls d'aquesta codificació en capítols posteriors).

IV) Si existeixen punts de localització TMC s'assigna com a punt TMC inicial el punt de localització TMC amb PK assignat **immediatament anterior** al PK inicial de la incidència.

V) S'assigna com a punt TMC final el punt de localització TMC amb PK assignat **immediatament posterior** al PK final de la incidència.

Vegem-ho gràficament:

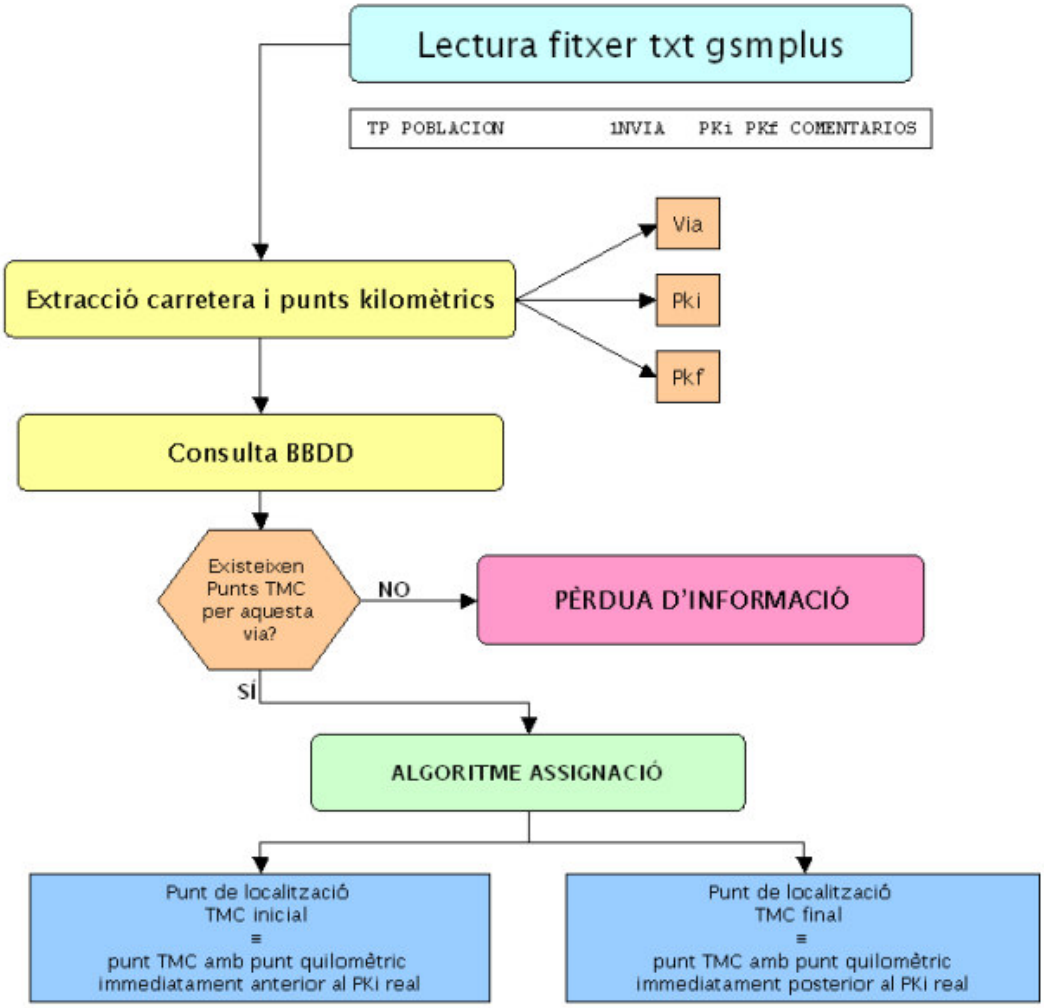

Figura 18: algoritme inicial d'assignació de punts de localització TMC

4.1.3 Conclusions de l'anàlisi

De l'anàlisi anterior se'n poden extreure tres gran conclusions:

a) Excessiva simplicitat: no s'introdueixen variables com ara tolerància a l'hora d'assignar el punts de localització.
b) Manca d'alternativa a la codificació TMC => pèrdua d'informació geo-referenciada.
c) Algoritme d'assignació deficient: manca de comprovació de l'adequació dels punts de localització assignats. Distància excessiva, mateix punts quilomètric per a inici i fi, etc.

La xarxa viària i la taula TMC espanyoles presenten algunes característiques pròpies que fan que l'algoritme anterior sigui poc fiable, d'aquestes les més rellevants són:

1. Punts de localització TMC només per a vies de la xarxa primària i secundària.
2. Manca de punts de localització TMC en zones urbanes.
3. Punts quilomètrics repetits per a la mateixa via en diferents comunitats autònomes: la mateixa carretera conté PK's repetits ja que es repeteix la numeració de PK's al canviar de comunitat autònoma.
4. Salts bruscs en la distribució de PK's degut a modificacions en les vies originals: un tram de carretera que ha modificat les seves característiques (p.e., una carretera nacional passa a ser autovia) provoca salts bruscs en els PK's assignats entre un punts de localització TMC i el següent per a la mateixa via.

4.1.4 Exemple

A través d'un exemple podem veure les conseqüències d'aplicar aquest algoritme.

La incidència a codificar es produeix a la via AP-7 entre els punts quilomètrics 65 i 71 a la província de Múrcia. A continuació veiem la taula de distribució dels punts de localització TMC per aquesta via:

Figura 19: exemple d'error de codificació 1

En aquest cas, i seguint l'algoritme descrit, el punt de localització escollit serà el corresponent al PK 64,77 (immediatament anterior al PK inicial real).

Com a segon punt TMC s'escull el que correspon al punt quilomètric 71,60 (immediatament posterior al PK final real) de la mateixa carretera:

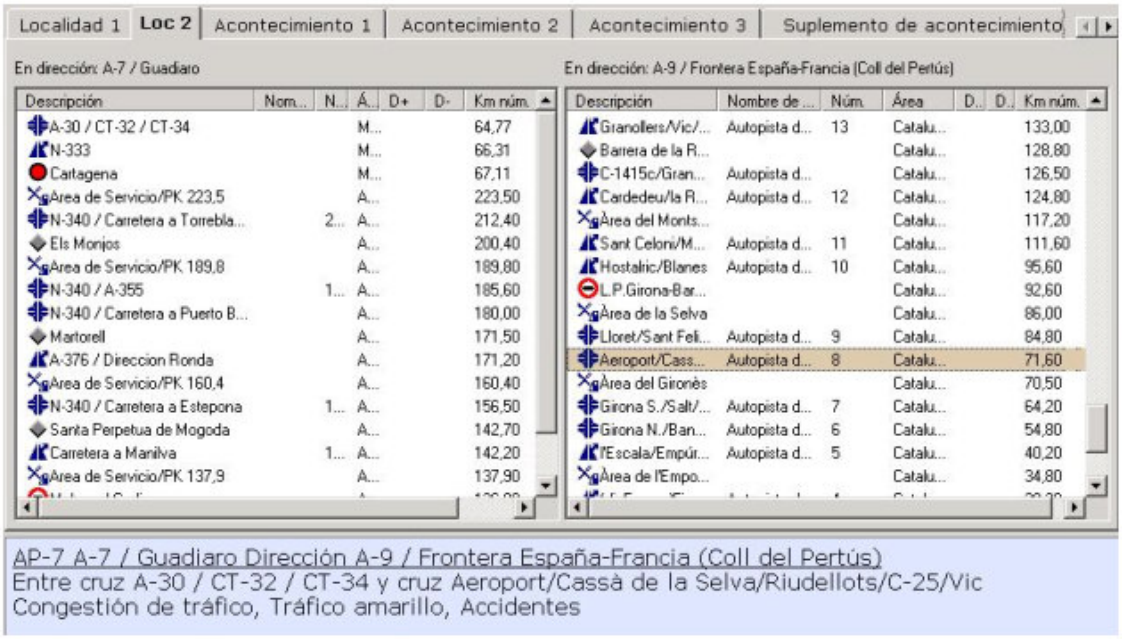

Figura 20: exemple d'error de codificació 2

En aquest cas l'algoritme ha assignat dos punts de localització TMC que es troben pròxims als PK's reals però amb un error greu ja que com a punt de localització TMC final s'ha assignat un punt TMC que correspon a una província diferent. El punt de localització TMC inicial correspon a la província de Múrcia mentre que el final correspon a Girona.

Això es produeix degut a la codificació de carreteres de la xarxa viària espanyola, on trobem PK's repetits per a la mateixa via en diferents comunitats autònomes.

Per tant aquesta incidència té assignats punts TMC inicial o final erronis i allunyats l'un de l'altre. A continuació es pot veure a través de l'editor:

Figura 21: exemple d'error de codificació 3

També podem trobar altres irregularitats en la distribució com ara salts bruscs en la distribució:

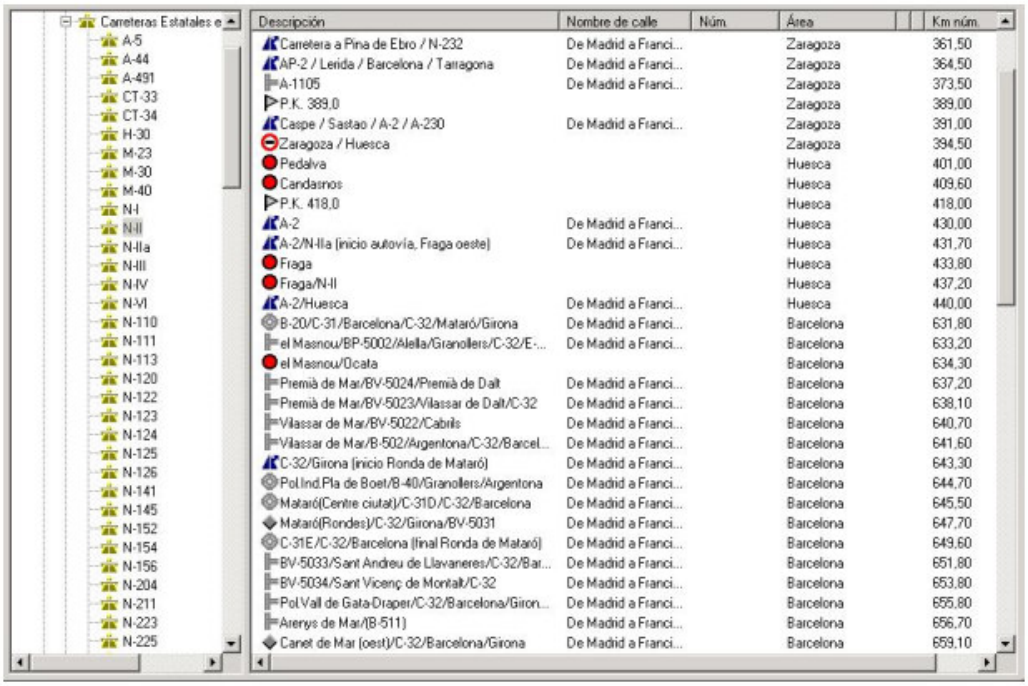

Figura 22: punts TMC de localització N-II

En aquest cas es produeix un salt en el recorregut de la carretera nacional N-II i és degut a que aquest tram entre Osca i Barcelona es va convertir en l'autovia A-2.

En conclusió, l'algoritme dissenyat inicialment pel proveïdor no s'adequa a la casuística de l'estàndard TMC espanyol així com la morfologia pròpia de la xarxa viària espanyola on, com s'ha pogut corroborar, existeixen deficiències en la distribució de punts quilomètrics amb repeticions i salts bruscs. Aquestes particularitats que afecten l'estat espanyol són les que fan necessàries intervencions en l'algoritme per tal d'evitar les errades que acabem de descriure.

Les intervencions s'han de destinar d'una banda a optimitzar l'assignació de punts de localització i d'altra banda oferir una alternativa a la localització basada en l'estàndard TMC.

4.1.5 Solució

L'anàlisi realitzat ha permès detectar els errors que es produïen en la codificació d'incidències a través de punts de localització TMC i, per tal de solucionar aquestes errades, es proposa un nou algoritme d'assignació de punts TMC. És el següent:

a. **Consideració del camp província:** per tal de solucionar la problemàtica provocada per punts de localització TMC que fan referència a punts quilomètrics repetits situats en diferents comunitats autònomes es decideix considerar el camp província, obviat fins al moment, a l'hora d'assignar els punts de localització. Aquesta informació ens permet identificar de manera unívoca un punt quilomètric i d'aquesta manera assignar-li el punt de localització adequat.

   Els *feeds* d'incidències de trànsit inclouen el camp província per a cada incidència. Per exemple, en el cas DGT els caràcters en les posicions dos i tres de cada línia defineixen la província:

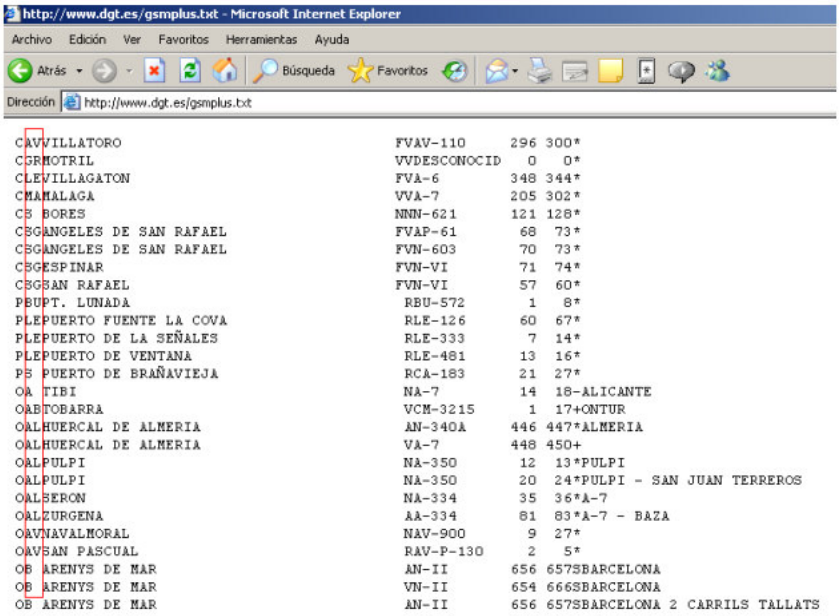

Figura 23: mostra del fitxer gsmplus.txt

b. Modificació de l'algoritme: aquest apartat es centra en la modificació dels mòduls marcats a la Figura 18 en color blau. En l'algoritme inicial la decisió es prenia anant a buscar el punt de localització TMC immediatament anterior en el cas de punt inicial i immediatament posterior pel cas del punt TMC final. Aquest algoritme tan senzill ens porta a problemes com s'ha detallat al capítol 4.1.3.

Per solucionar-ho es defineix el nou algoritme de la següent manera:

I. Punt de localització TMC inicial: el nou algoritme també anirà a buscar el punt TMC immediatament anterior. La diferència és que en aquest cas hi haurà una tolerància que no es podrà superar. Aquesta tolerància és configurable i en cas de que el punt de localització immediatament anterior estigui a una distància superior a aquesta tolerància s'anirà a buscar el punt de localització TMC immediatament posterior, sempre que tampoc superi aquesta distància de tolerància. Per esgotar la casuística, en cas que tampoc trobi un punt TMC en una distància menor a aquesta tolerància es descartarà la localització TMC. Descartar la codificació TMC implica que es descarta que la incidència sigui notificable a través de cap sistema basat en TMC. Tot i això, es considera primordial proporcionar una informació fiable, per tant segons aquest criteri és preferible descartar

la codificació TMC d'aquesta informació que no difondre una informació imprecisa.

II. Punt de localització TMC final: en aquest cas seguirem el criteri anàleg al cas del PK inicial. Això suposa anar a buscar el punt de localització corresponent al punt quilomètric immediatament posterior al PK final i en cas de superar la tolerància buscar el punt immediatament anterior. Aquí s'afegeix un criteri més i és que si un cop seguit aquest algoritme el punt de localització TMC assignat és igual al punt de localització que s'ha assignat anteriorment com a punt TMC inicial es trobaríem amb una incidència puntual. En aquest cas, es descartarà també aquesta codificació TMC per tal de no desnaturalitzar una incidència que afecta un tram i convertir-la en una incidència puntual.

Un cop considerades aquestes mesures l'algoritme de codificació queda de la següent manera:

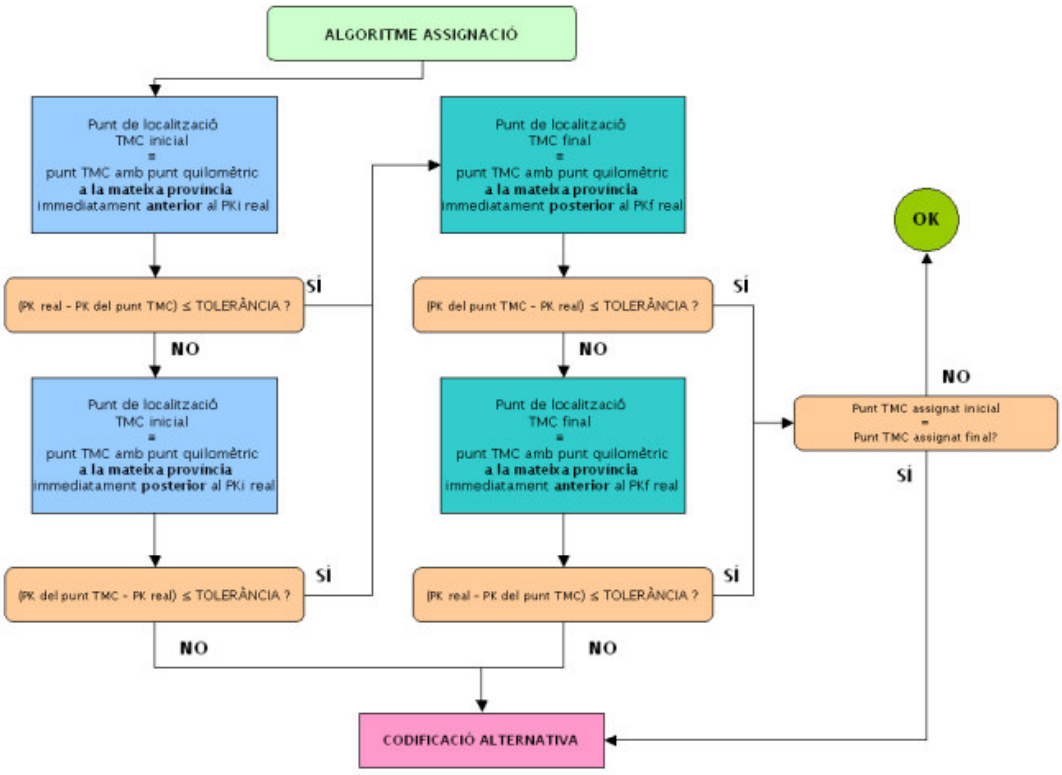

Figura 24: nou esquema de codificació (amb codificació alternativa)

c. **Desenvolupament d'una alternativa de codificació:** el nou algoritme de codificació d'incidències és més exigent a l'hora d'assignar punts de localització

TMC ja que s'han introduït restriccions per tal que els punts TMC siguin adients. Això fa que el nombre d'incidències que no es poden geo-referenciar a través de l'estàndard TMC sigui potencialment major que anteriorment. Això cal sumar-hi el fet ja comentat que els punts de localització TMC només existeixen per a la xarxa viària primària i secundària restant excloses la resta de vies interurbanes així com la totalitat de les ubicacions urbanes.

D'aquesta manera, en cas de no trobar punts de localització TMC per a codificar una incidència el servidor la introdueix "sense format". Aquest és una de les opcions de codificació permesos pel software de GEWI. A continuació passem a detallar breument les característiques de cada opció:

- **Format TMC**: la localització es realitza a través de punts TMC i el tipus d'incidència a través dels codis d'esdeveniments TMC.

- **Format CIT**: la localització en aquest cas es referència a través de coordenades geogràfiques i el tipus d'esdeveniment amb codis TMC. És possible crear un esdeveniment en aquest format amb l'eina 'TIC Editor' que ens permet la creació manual d'esdeveniments. Per tal d'indicar la posició s'utilitza el mapa que ofereix l'eina.

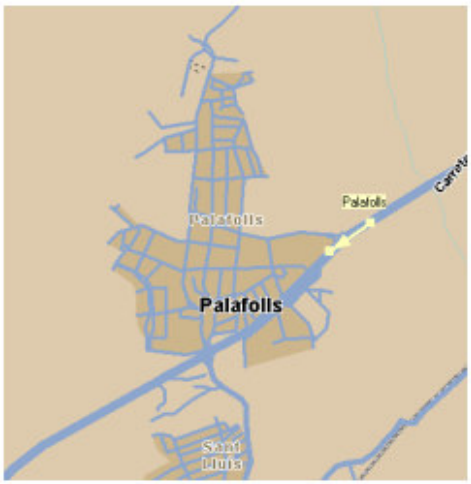

Figura 25: exemple de localització manual amb el format CIT

- **Sense format**: es crea una incidència sense localització agafant els codis d'esdeveniment, que sí són assignables, i altres dades que proporciona el *feed* creant un text de la següent manera:

AMPOSTA TV-3443 Entre KM 0 y KM 1 bidireccional Tráfico verde, Obras

Figura 26: exemple de construcció de text d'una incidència sense format

La incidència no conté dades de localització però manté la informació de via i punts quilomètrics, així com el tipus d'incidència (utilitzant codis TMC d'esdeveniment). D'aquesta manera la informació no es perd totalment i es pot fer un seguiment d'aquests casos, però pel que fa valor informatiu aquest tipus d'incidències no pot ser difós per cap via de distribució que requereixi geo-referenciació (RDS-TMC o web per exemple) i per tant perd gran part del seu valor.

La codificació alternativa aprofita el format CIT que ofereix el sistema. Aquest format implica que internament el CIT utilitza coordenades geogràfiques enlloc de punts de localització TMC.

4.1.6 Implementació

La implementació dels punts A i B esmentats en l'apartat anterior (consideració del camp província i el nou algoritme de codificació d'incidències) afecta directament el codi font del software especialista en tractament d'informació de trànsit, propietat de l'empresa GEWI. És per això que la modificació d'aquest codi tan sols pot ser realitzada per la companyia propietària. Un cop dissenyat el nou algoritme, s'han traslladat els requeriments al proveïdor perquè desenvolupi una nova versió del seu software. D'una banda aquesta nova versió del software soluciona la problemàtica que s'ha detectat pel nostre cas però, alhora, permet a GEWI millorar el seu producte per altres possibles clients en l'àmbit espanyol o en d'altres països que es puguin trobar en situacions similars degut a les característiques de la seva taula de localització TMC.

Pel punt C la solució desenvolupada és una aplicació basada en Visual Basic que captura el fitxer d'incidències a través de la URL corresponent (www.dgt.es/gsmplus.txt) i hi insereix al final de cada línia les coordenades geogràfiques. Aquestes coordenades que permeten localitzar un punt quilomètric d'una carretera s'obtenen d'una base de dades SQL.

Aquesta base de dades és propietat del RACC i consisteix en una única taula i una estructura molt simple:

- Codi de carretera
- Província
- Latitud
- Longitud

L'objectiu és crear una nova versió del fitxer obtingut de la DGT (que anomenarem gsmplus2.txt) i que contingui les incidències geo-codificades (sempre que s'hagin pogut trobar coordenades) i que serà el que s'enviarà al mòdul d'entrada.

A continuació es presenta un esquema de l'aplicació desenvolupada:

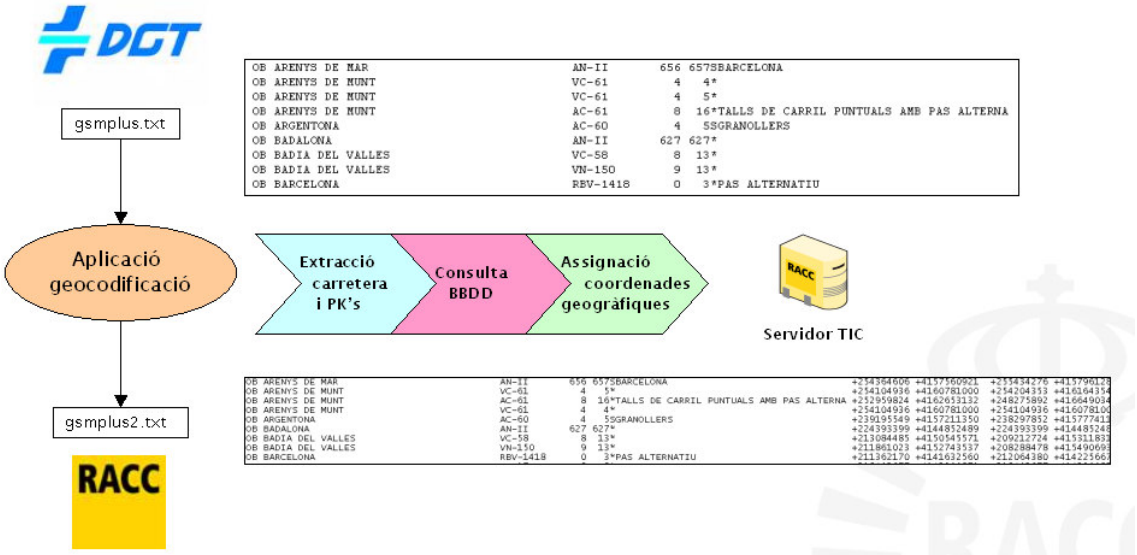

Figura 27: diagrama de l'aplicació de geocodificació

En primer lloc s'obté el fitxer a través de la URL ja esmentada i s'emmagatzema al servidor. Aquest procés s'executa a través d'una tasca programada que, un cop el fitxer original ha estat desat a una carpeta del servidor, executa el procés de geocodificació. A continuació, es recorre línia a línia el fitxer. Cada línia del fitxer es tracta com un *string* on cada un dels camps d'interès es troba sempre en la mateixa posició de l'string. Aquests camps d'interès i les seves posicions, pel cas DGT, són els següents:

- Tipus d'incidència: 0

- Província: posició 1-2
- Població: 3-43
- Causa: 44
- Nivell de servei: 45
- Codi carretera posició 46-55
- Punt quilomètric inicial (PK_i): 56-59
- Punt quilomètric final (PK_f): 60-63
- Sentit de circulació: 64
- Comentaris addicionals: 65-104

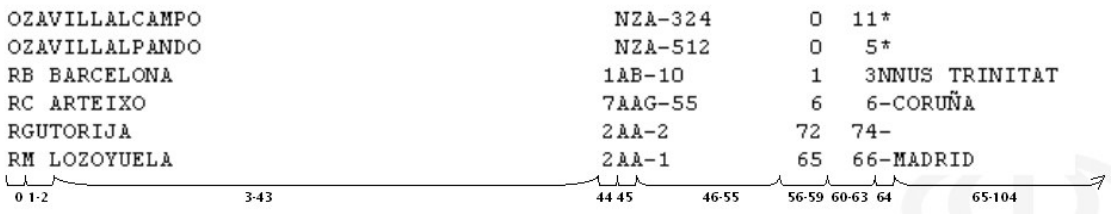

Figura 28: distribució de camps en una línia del feed DGT

Un cop fet això es comprova si la base de dades conté informació relativa a aquella carretera per a la província indicada. En cas afirmatiu, es procedeix a localitzar el punt quilomètric inicial. Es busca entre els punts quilomètrics que conté la taula el més proper al que PK_i i, alhora, que estigui contingut dins d'una tolerància. Aquesta tolerància garanteix que no s'assignaran coordenades que es trobin excessivament allunyades del punt exacte notificat per l'administració. A banda, d'aquesta manera es garanteix la coherència amb el cas TMC on, amb el nou algoritme, també cal complir unes condicions de proximitat per tal d'assignar punts de localització TMC a una incidència tot i que la tolerància en aquest cas és més baixa. Això és degut a que en general tenim més densitat de punts quilomètrics amb coordenades en aquesta base de dades que no pas punts de localització TMC i això fa necessari reduir aquesta tolerància. Si es compleixen aquestes condicions s'assignen les coordenades per al punt quilomètric inicial.

A continuació es realitza el mateix procés per el PK_f i si en aquest cas tampoc es supera la tolerància s'assignen coordenades. Un pas addicional, en aquest cas, és el càlcul de les coordenades del punt intermedi. Aquests coordenades es calculen en previsió de representar la informació al portal web, ja que les incidències representaran amb una única icona en el punt intermedi del tram afectat.

Realitzem el mateix procés que anteriorment però tenint en compte en aquest cas la tolerància és igual a (PK_f-PK_i)/2. Si no existeix cap punt quilomètric a la taula que compleixi els requisits s'assignen les coordenades del punt quilomètric inicial com a punt intermedi. Aquest procés s'anirà repetint per a cadascuna de les línies del fitxer.

Tant pel cas del PK_i com pel cas del PK_f, si no existeixen punts quilomètrics propers que compleixin les condicions comentades, el sistema no assignarà coordenades geomètriques i es passarà directament a la següent línia del fitxer.

Un cop arribat al final, es desa el nou fitxer en la carpeta del servidor d'on llegirà el mòdul d'entrada. Aquest nou format de fitxer requereix la creació de nous camps d'usuari dins l'estructura XML del CIT per emmagatzemar les coordenades de la incidència i la modificació de la plantilla XSL del mòdul d'entrada per tal que tingui en compte aquests nous camps. D'aquesta manera abans que s'apliqui el nou algoritme d'assignació de punts TMC, si la carretera està contemplada a la base de dades, les incidències ja disposen de les coordenades geogràfiques.

Tal i com s'ha definit, la codificació TMC és la prioritat a l'hora de geo-referenciar una incidència i si es disposa de punts de localització TMC adequats la incidència serà codificada segons l'estàndard. En aquest cas disposarà alhora de coordenades i aquestes seran útils per certes aplicacions ja que ofereixen sempre una localització més precisa.

Amb això s'intenta eliminar completament les errades de localització detectades, millorar la precisió en la localització d'incidències i reduir el nombre d'incidències no localitzables.

4.2 Procés de codificació d'informació estàtica

La codificació de la informació estàtica segueix processos de codificació propis i diferents dels de la informació dinàmica. En el capítol 3.5.6 es mostra el format dels fitxers de dades estàtiques.

4.2.1 Presentació

El procés de codificació resulta menys complex que en el cas dinàmic. El fitxer TXT que es crea inicialment disposa de la informació referent a carretera i punt quilomètric (es tracta de POI's puntuals). Es disposa d'una aplicació que a partir d'aquestes dades de localització realitza consultes a una base de dades pròpia que conté correspondències entre carreteres-PKs i coordenades lat-long GPS, i insereix en aquest fitxer TXT les coordenades geogràfiques. A partir d'aquí el servidor disposa d'un únic conversor d'entrada que és vàlid per a qualsevol tipus de dada estàtica. Aquest diferencia quin tipus de dada està tractant a través del primer camp de cada línia del fitxer TXT. A partir d'aquesta diferenciació assigna un codi d'identificació a cada element (cada línia de text) i desa els diferents camps que conté la línia.

Cal tenir en compte que la BBDD que permet assignar coordenades no contempla la totalitat de la xarxa viària i és per això que el resultat que ofereix l'aplicació d'assignació de coordenades presenta una pèrdua d'elements en relació al fitxer original.

A més d'aquesta pèrdua però, també es va detectar una pèrdua de dades a l'hora de codificar la informació a través de la plantilla XSL corresponent i això és el que s'analitza a continuació.

4.2.2 Anàlisi

La plantilla XSL d'entrada fou desenvolupada pel proveïdor GEWI que va configurar-la de tal manera que el codi d'identificació únic que assigna a cada línia de text es construïa com a: ORGANISATION_START KM_END KM. Cal tenir en compte que les dades estàtiques contemplades fins al moment eren radars, punts negres i càmeres de trànsit. Tots aquests punts d'interès es caracteritzen per tenir una localització puntual, per tant, 'START KM' és igual a 'END KM'. Això provocava que la probabilitat de que es produïssin identificadors repetits, degut a que existien elements del mateix tipus en vies diferents però en punts quilomètrics idèntics, fos molt alta. Un anàlisi dels processos existents va permetre deduir que aquests identificadors repetits són la causa de la pèrdua d'informació. El sistema està configurat de tal manera que si s'introdueix una dada estàtica amb el mateix identificador, es sobreescriu la dada anterior i per tant la original es perd. Per tal d'evitar-ho calia modificar la construcció dels identificadors dins la plantilla XSL del convertidor d'entrada de dades estàtiques.

4.2.3 Solució

En aquest cas la solució proposada consisteix en modificar la plantilla XSL del conversor d'entrada de dades estàtiques de manera que utilitzi els següents identificadors per a cada tipus de dada estàtica:

- Radar: ORGANISATION_ROAD_START KM_DIRECTION
- Càmera: ROAD_START KM_END KM
- Punt Negre: ORGANISATION_ROAD_START KM

Amb això és redueix notablement la probabilitat de generar identificadors repetits per a diferents elements i es redueix la pèrdua d'informació derivada d'aquesta duplicitat.

4.2.4 Implementació

L'identificador és un *string* que es construeix a partir d'alguns camps d'interès, inicialment organització i punt quilomètric. Aquesta informació es troba situada en els camps segon i tercer de cada línia dins el fitxer en format TXT. D'aquesta manera, l'identificador resultant tenia el format següent:

$$\text{ORGANITZACIÓ_ } PK_i_PK_f.$$

```
function getINFs(node)
{
    var result = "";

    var node=node.nextNode();
    var lines=node;

    var stri=lines.text;

    var sb=new StringBuilder();

    var r=stri.split("|");

    re = /(^\s*)|(\s*$)/g;
    if (r!=null)
    {
        for (var j=0;j<r.length;j++)
        {
            r[j]=r[j].replace(re,"");
        }

        sb.Append("\n<IFM>\n<IDT>\n<ORG>",r[1],"</ORG>\n<NUM>",r[1],"_",r[7],"_",r[8],"</NUM>\n</IDT>");      //ORG, NUM
        sb.Append("\n<VER>");
        sb.Append("\n<VOR>",stri,"</VOR>");
```

Figura 29: assignació de l'identificador "NUM"

En la figura anterior es pot observar l'assignació que es fa a la variable <NUM>, que és la que s'utilitza com a identificador. Els camps r[1], r[7] i r[8] són els

corresponents a: nom d'organització, Pk_i i PK_f respectivament. A continuació es mostra com apareixen aquests camps en el fitxer que s'obté després de la geocodificació:

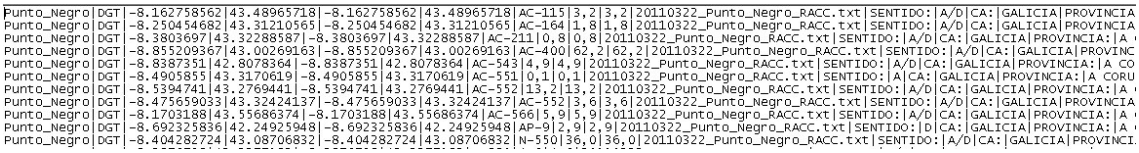

Figura 30: mostra del fitxer TXT després de la geocodificació amb els camps r[x]

El que s'ha realitzat ha estat una modificació d'aquesta part del codi per tal de reconstruir la creació de l'identificador, segons s'ha indicat prèviament per a cada categoria, i d'aquesta manera evitar la pèrdua d'informació per superposició d'elements:

```
switch (r[0])
{
    case "Punto_Negro":
    {
        sb.Append("\n<IFM>\n<IDT>\n<ORG>",r[1],"</ORG>\n<NUM>",r[1],"_",r[6],"_",r[7],"</NUM>\n</IDT>");    // ORG, NUM
        break;
    }
    case "Radar":
    {
        sb.Append("\n<IFM>\n<IDT>\n<ORG>",r[1],"</ORG>\n<NUM>",r[1],"_",r[6],"_",r[7],"_",r[11],"</NUM>\n</IDT>");    // ORG, NUM
        break;
    }
    default:
    {
        sb.Append("\n<IFM>\n<IDT>\n<ORG>",r[1],"</ORG>\n<NUM>",r[1],"_",r[7],"_",r[8],"</NUM>\n</IDT>");    // ORG, NUM
        break;
    }
}
sb.Append("\n<VER>");
```

Figura 31: assignació de l'identificador "NUM" després de les modificacions

4.3 Fonts d'informació dinàmica

4.3.1 Presentació

En l'inici del projecte l'única font d'informació dinàmica integrada és el *feed* de dades DGT. A l'estat espanyol les competències de trànsit de les comunitats catalana i basca estan transferides al SCT i a la DTGV respectivament, de manera que són aquestes administracions les responsables de la gestió de trànsit i alhora de la generació d'informació de trànsit del seu territori. La DGT, com a màxim organisme estatal, teòricament s'encarrega d'incorporar la informació generada per les dues administracions autonòmiques i d'aquesta manera disposar de tota la informació de trànsit de l'estat. En l'actualitat però aquestes connexions no estan funcionant correctament, a continuació se'n presenta l'estat real.

4.3.1.1 Comunicació DGT - SCT

La DGT i el SCT tenen un acord pel qual aquesta última envia el seu *feed* d'incidències de trànsit a la primera mitjançant el protocol d'intercanvi d'informació de trànsit DATEXII[36] per a que les dades s'integrin al seu *feed* propi (gsmplus.txt).

S'ha pogut comprovar, no obstant, que aquesta comunicació presenta certs problemes, els principals són els següents:

1) Retard en la notificació
2) Existència d'incidències obsoletes
3) Errades d'interpretació

Les causes d'aquests problemes són desconegudes ja que es tracta d'una comunicació privada entre aquestes dues administracions però a través de la observació detinguda s'han pogut extreure algunes conclusions que es presenten a continuació.

Exemple 1: retard en la notificació

El SCT notifica una incidència a la via C-15 a l'alçada de Vilanova i La Geltrú a les 12h:19m del matí. Aquesta incidència es podia consultar a la web del SCT (http://www.gencat.cat/transit/marcit.htm), s'adjunta la captura a continuació:

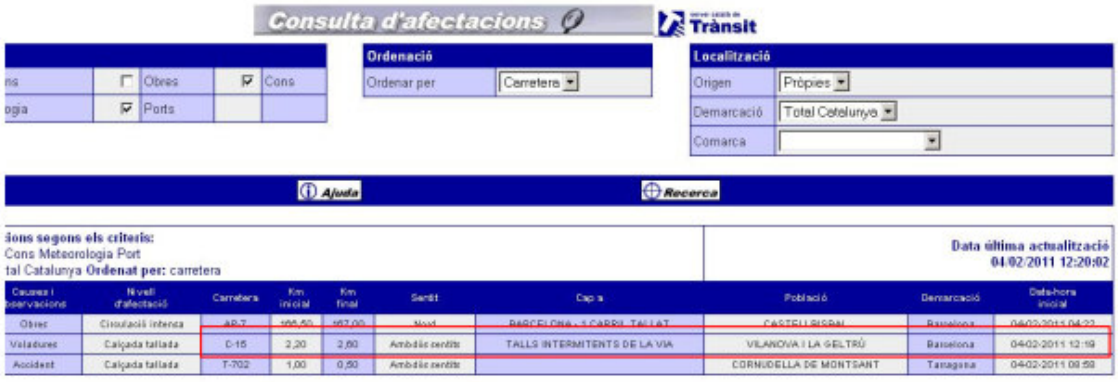

Figura 32: exemple d'incidència reportada pel SCT

Si s'observa la pàgina web de la DGT a les 12h:22m encara no apareix aquesta informació:

[36] http://www.datex2.eu/

Figura 33: captura del portal web de la DGT

Nota: *Els fitxers de dades contenen un time-stamp però fa referència al que indica el SCT en el seu feed per tant no es pot comprovar realment l'aparició de la incidència en el fitxer de la DGT si no és a través de captures de pantalla de les diferents webs de les administracions.*

Exemple 2: existència d'incidències obsoletes

En aquest cas el problema afecta algunes de les incidències que el SCT elimina quan deixen de tenir validesa.

En la següent figura podem observar com la DGT notifica una congestió a la carretera C-251 de nivell vermell provocada per un accident. Aquesta captura és del dia 28 de desembre de 2010, el *timestamp* indica que va ser creada el dia 24 de desembre a les 13h:46m.

```
</incidencia>
- <incidencia>
    <tipo>RETENCION</tipo>
    <autonomia>CATALUÑA</autonomia>
    <provincia>BARCELONA</provincia>
    <matricula>B</matricula>
    <causa>CIRCULACION</causa>
    <poblacion>CORNELLA DE LLOBREGAT</poblacion>
    <fechahora_ini>2010-12-27 11:43</fechahora_ini>
    <nivel>VERDE</nivel>
    <carretera>C-32</carretera>
    <pk_inicial>60.0</pk_inicial>
    <pk_final>59.5</pk_final>
    <sentido>NORTE</sentido>
    <hacia>BARCELONA / SORT. 15</hacia>
  </incidencia>
- <incidencia>
    <tipo>RETENCION</tipo>
    <autonomia>CATALUÑA</autonomia>
    <provincia>BARCELONA</provincia>
    <matricula>B</matricula>
    <causa>ACCIDENTE</causa>
    <poblacion>LA ROCA DEL VALLES</poblacion>
    <fechahora_ini>2010-12-24 13:46</fechahora_ini>
    <nivel>ROJO</nivel>
    <carretera>C-251</carretera>
    <pk_inicial>4.5</pk_inicial>
    <pk_final>5.0</pk_final>
    <sentido>AMBOS SENTIDOS</sentido>
    <hacia>PAS ALTERNATIU</hacia>
  </incidencia>
- <incidencia>
    <tipo>RETENCION</tipo>
    <autonomia>CATALUÑA</autonomia>
    <provincia>BARCELONA</provincia>
    <matricula>B</matricula>
    <causa />
    <poblacion>LES FRANQUESES DEL VALLES</poblacion>
    <fechahora_ini>2010-12-27 18:13</fechahora_ini>
    <nivel>VERDE</nivel>
    <carretera>C-352</carretera>
    <pk_inicial>23.8</pk_inicial>
    <pk_final>24.1</pk_final>
```

Figura 34: exemple d'incidència reportada per la DGT

Si ens fixem en el *feed* del SCT del dia 28 de desembre es pot comprovar que aquesta incidència ja no és vigent (com és lògic d'altra banda considerant que va ser provocada per un accident):

*Figura 35: e*xemple del feed del SCT

Per tant, es tracta d'una incidència de nivell vermell que, 3 dies més tard, continua apareixent al *feed* de la DGT.

Exemple 3: errades d'interpretació

Un altre problema en la comunicació entre aquestes dues administracions és la interpretació d'algun tipus d'incidències. La DGT utilitza un format propi de dades que és diferent del que utilitza el SCT. Això fa necessària una conversió de les incidències i és en aquest punt on es produeixen certes errades.

Un exemple molt clar és el que es produeix amb les incidències que indiquen l'obligatorietat d'ús de cadenes per a la circulació. Després d'analitzar la situació considerem que l'arrel del problema és la diferència entre les categories a les que pertany aquest tipus d'incidències en un i altre cas.

Mentre que la DGT inclou aquest tipus d'incidències dins la categoria 'Ports' el SCT ho fa dins al categoria 'Meteorologia'.

A continuació es pot veure un exemple, el SCT notifica la següent incidència:

Ajuda Recerca

Llistat d'afectacions excepte obres (total Catalunya)

Tipus d'afectació	Causes i observacions	Nivell d'afectació	Carretera	Km inicial	Km final	Sentit	Cap a	Població
Retenció	Circulació	Circulació amb retencions	B-10	11,00	16,00	Nord	NUS TRINITAT	BARCELONA
Meteorologia	Neu	Obligatori cadenes	C-38	10,00	18,00	Ambdós sentits	MOLLÓ	CAMPRODON
Meteorologia	Neu	Obligatori cadenes	C-462	15,00	83,18	Ambdós sentits	LLOSA DEL CAVALL - ORTEDÓ	ALÁS I CERC
Retenció	Avaria	Circulació amb retencions	C-58	4,00	6,00	Sud	BARCELONA - UN CARRIL TALLAT	MONTCADA I REIXAC
Meteorologia	Neu	Obligatori cadenes	L-401	0,00	41,00	Ambdós sentits	COLL DE JOU	ODÈN
Meteorologia	Neu	Obligatori cadenes	L-511	0,00	40,70	Ambdós sentits	COLL DE NARGÓ	ABELLA DE LA CONCA
Meteorologia	Neu	Obligatori cadenes	N-260	138,00	175,00	Ambdós sentits	COLLADA DE TOSES	RIBES DE FRESER

Figura 36: exemple incidència de cadenes al feed del SCT

En aquest cas la via és C-38 i com ja s'ha comentat el tipus d'afectació (categoria) és 'Meteorologia'. La captura de la web de la DGT d'aquesta incidència és la següent:

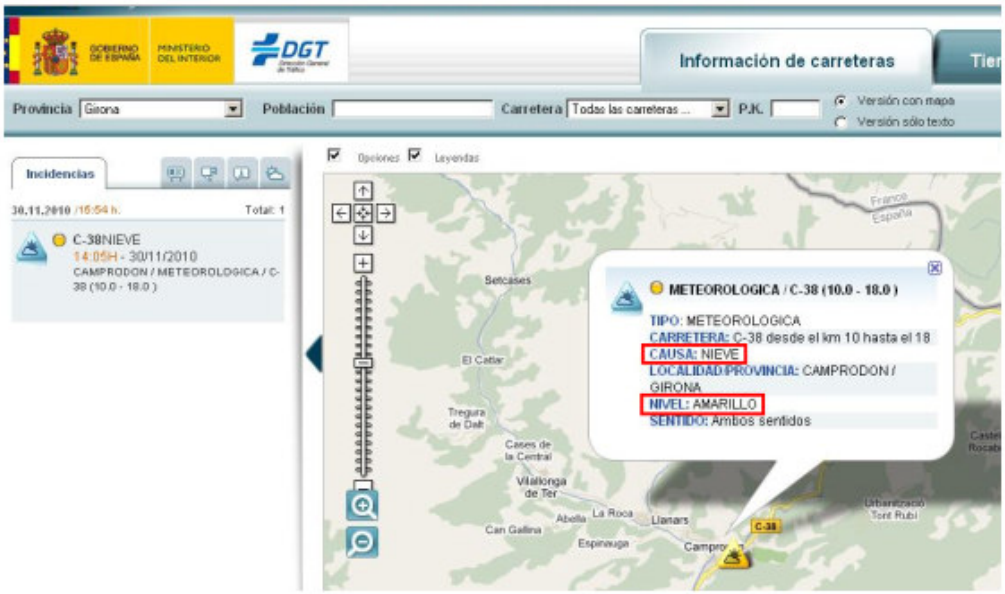

Figura 37: exemple interpretació incidència a la web de la DGT

La incidència indica que la causa és 'Neu' però no esmenta que és obligatori l'ús de cadenes. S'intueix que el primer que realitza la DGT en aquest cas és assignar la categoria de meteorologia a la incidència i això és incompatible en el seu sistema amb la incidència d'ús obligatori de cadenes, que pertany a la categoria "Ports de muntanya".

Tenint en compte això, la DGT no notifica mai incidències d'ús obligatori de cadenes a Catalunya encara que el SCT ho faci.

4.3.1.2 Comunicació DGT - DTGV

En aquest cas no es tracta tant d'un problema de comunicació sinó que aquesta és en realitat inexistent i el *feed* d'incidències de la DGT no conté cap informació relativa al País Basc. Això provoca un forat informatiu total pel que fa a l'estat del trànsit a Euskadi que des de la idea d'oferir un servei integral d'informació a l'estat espanyol no és acceptable.

Tot i que aquesta comunicació no funcioni, l'administració basca sí que genera incidències de trànsit i les publiquen al seu web i també ofereixen el *feed* en format XML a través d'internet.

4.3.2 Solució

Les mancances presentades en els capítols 4.3.1.1 i 4.3.1.2 fan necessària una ampliació de les fonts d'informació dinàmica i en concret incorporar el SCT i la DTGV com a proveïdors de dades. El RACC, com a principal automòbil club d'Espanya, manté molt bona relació amb aquestes administracions i ha aconseguit signar convenis de col·laboració amb aquests organismes i obtenir accés als seus *feeds* d'incidències de trànsit.

4.3.3 Implementació

En aquest cas cal replicar per a dues vegades (SCT i DTGV) els processos que segueix el *feed* de la DGT adequant-los a les característiques de cada font. Per fer-ho, cal desenvolupar dues noves versions de l'aplicació d'assignació de coordenades i dues noves plantilles XSL d'entrada al servidor. En tots dos casos s'agafa com a referència els desenvolupaments ja existents del *feed* de la DGT i les millores implementades que s'han descrit en el capítol 4.1.6. Les úniques diferències són en el format dels fitxers que utilitza cada administració.

4.3.3.1 Integració SCT

El *feed* del SCT es proporciona a través d'un webservice que requereix autenticació a (usuari i contrasenya) i que és accessible a través de la URL http://sct.gencat.cat/citremot/p12.txt. Per aquest motiu s'ha desenvolupat una aplicació (SCT_getFile) que obté el fitxer en format TXT (p12.txt) i l'emmagatzema en una carpeta del servidor. Aquesta aplicació s'executa a través d'una tasca programada de Windows que, un cop obtingut el fitxer, executa una segona aplicació que s'encarrega d'assignar les coordenades de manera anàloga al punt 4.1.6pel cas DGT.

El fitxer p12.txt, a diferència del cas anterior, presenta els camps separats per punt i coma, tal i com s'ha presentat en el capítol 3.5.3.

En aquest punt de la implementació s'ha decidit aprofitar la incorporació de nous *feeds* d'incidències al CIT per obtenir a la sortida un fitxer en format XML enlloc d'adjuntar les coordenades com a camps addicionals al final de cada línia amb el mateix format, com s'havia fet pel cas DGT.

Aquest nou format XML és molt semblant al que proporciona el *feed* del Govern del País Basc i té la següent estructura:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
- <raiz>
  - <incidencia>
      <tipo>Retenció</tipo>
      <organizacion>SCT</organizacion>
      <provincia>Barcelona</provincia>
      <matricula>B</matricula>
      <causa_observ>Obres</causa_observ>
      <poblacion>BRUC</poblacion>
      <fechahora_ini>25-08-2011 11:06</fechahora_ini>
      <nivel>Circulació intensa</nivel>
      <carretera>A-2</carretera>
      <pk_inicial>564</pk_inicial>
      <pk_final>563</pk_final>
      <sentido>Nord</sentido>
      <direccion>BARCELONA</direccion>
      <coord_pk_inicial>+172008970 +4159549639</coord_pk_inicial>
      <coord_pk_final>+170863008 +4159865174</coord_pk_final>
      <coord_pk_mig>+172008970 +4159549639</coord_pk_mig>
    </incidencia>
  - <incidencia>
      <tipo>Retenció</tipo>
      <organizacion>SCT</organizacion>
      <provincia>Barcelona</provincia>
      <matricula>B</matricula>
      <causa_observ>Neteja de la via</causa_observ>
      <poblacion>SANT SADURNÍ D'ANOIA</poblacion>
      <fechahora_ini>25-08-2011 08:07</fechahora_ini>
      <nivel>Circulació intensa</nivel>
      <carretera>BV-2241</carretera>
      <pk_inicial>0</pk_inicial>
      <pk_final>2.5</pk_final>
      <sentido>Ambdós sentits</sentido>
      <direccion />
      <coord_pk_inicial>+178295204 +4143775892</coord_pk_inicial>
      <coord_pk_final>+178723598 +4144509527</coord_pk_final>
      <coord_pk_mig>+178295204 +4143775892</coord_pk_mig>
    </incidencia>
```

Figura 38: nova estructura del fitxer XML de sortida de l'aplicació de geocodificació

Aquest format XML servirà de plantilla per a futures implementacions de manera que qualsevol nou *feed* que s'integri, sigui quin sigui el seu format original (XML, DATEX II, txt, etc.), es convertirà a aquest format en l'aplicació de geocodificació. Això permetrà simplificar l'adaptació posterior de les plantilles XSL d'entrada al servidor ja que totes tractaran un fitxer amb el mateix format (tags).

L'esquema del sistema d'informació de trànsit del RACC abans de la integració d'aquestes noves fonts és el que es mostra a la següent figura, on únicament es disposava d'un *feed* amb la seva aplicació de geocodificació, que proporciona el mateix format de fitxer TXT a la sortida afegint els camps de coordenades, i una plantilla XSL_1 feta a mida per aquest format.

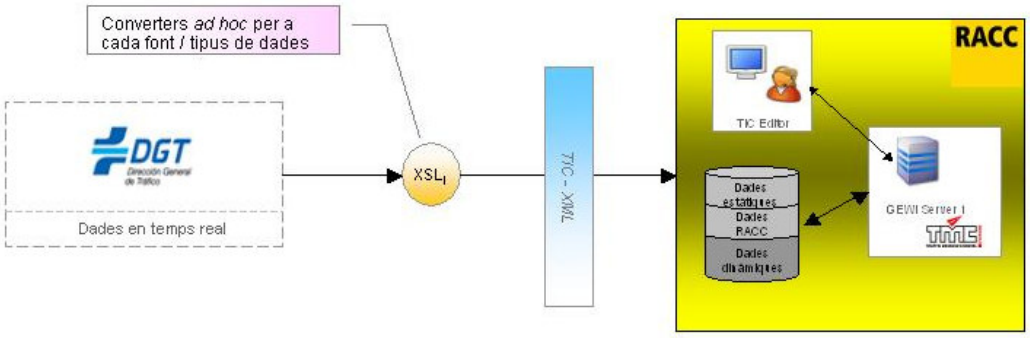

Figura 39: esquema inicial d'entrada d'informació dinàmica (únic feed DGT)

Amb la integració dels nous *feed*s es busca millorar l'eficiència a l'hora d'incorporar noves fonts homogeneïtzant les plantilles XSL d'entrada al sistema. Com es veu a la figura següent, els processos de geocodificació del *feed* del SCT i del Govern Basc proporcionaran un fitxer XML de sortida amb el mateix format. Això fa que les plantilles XSL_2 i XSL_3 estiguin basades en el mateix patró i únicament calgui adaptar-les a les particularitats de cada font pel que fa a casuística però mantenint una mateix estructura. A banda, les millores aplicades als processos DGT (procés d'assignació de coordenades) aplicarà a totes les noves fonts de la mateixa manera:

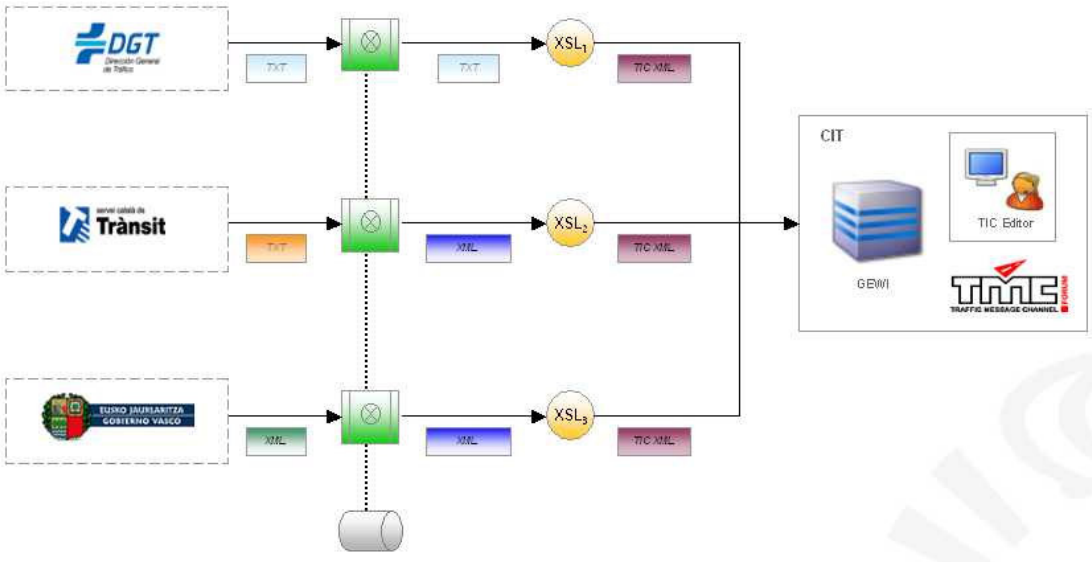

Figura 40: esquema d'entrada d'informació dinàmica amb incorporació SCT i DTGV

Amb l'objectiu de finalitzar amb aquesta homogeneïtzació, un dels passos futurs serà aplicar aquest mateix format XML pel cas DGT.

Tornant al cas concret del SCT, l'aplicació de geo-codificació segueix les mateixes pautes aplicades en el capítol 4.1.6. pel cas DGT, únicament tenint en compte que es construeix un fitxer XML de sortida on s'adjunten els nous camps amb les coordenades dels punts quilomètrics inicial, intermedi i final. Això implica que es segueix el mateix procés i que les toleràncies a l'hora d'assignar coordenades es mantenen.

Finalment, cal crear una nova plantilla XSL per al conversor d'entrada. Aquesta nova plantilla es desenvolupa a partir de la que ja existia per a les incidències DGT però, en aquest cas, s'ha adaptat a les diferències de notació i categorització del SCT que s'han presentat en el capítol 3.5.3. Aquestes diferències radiquen principalment en que el SCT no utilitza la categoria "Port de muntanya" sinó que notifica les incidències d'ús obligatori de cadenes i ports de muntanya tancats dins la categoria de meteorologia. A més d'això, apareix una nova categoria que la DGT no inclou dins el seu *feed* en format TXT, la categoria "Cons".

4.3.3.2 Integració DTGV

En el cas del País Basc el *feed* es troba accessible a través d'una adreça pública (tot i que cal conèixer-la perquè no està disponible en el seu web) des de la que s'obté automàticament un fitxer XML.

Aquest fitxer XML s'ha utilitzat com a model per a generar la plantilla XSL comentada en el capítol anterior. L'aplicació d'assignació de coordenades no necessita realitzar cap conversió de format sinó, únicament, afegir els camps per a les coordenades els punts quilomètrics. De la mateixa manera que en els casos anteriors, l'execució d'aquesta aplicació es controla a través de tasques programades de Windows.

Com sempre, és necessari adaptar la plantilla XSL pel conversor d'entrada que assigni els codis TMC adequats. En el cas de les categories particulars que ofereix el Govern Basc (ports de muntanya, trams amb afectació en època hivernal i proves esportives) s'ha decidit integrar únicament la categoria de ports de muntanya. A més, per tal de permetre la codificació TMC de cada port en un únic esdeveniment i al mateix temps no perdre informació que fa referència a tres categories de vehicles, s'ha decidit assignar els codis TMC d'incidència que fan referència a la categoria d'interès

general (turisme) però mantenint la informació global en camps d'usuari per tal de poder utilitzar-la en serveis que no estiguin basats en TMC, com seria el cas web.

4.3.3.3 Integració informació pròpia del RACC

Una de les principals àrees del RACC és la que es dedica a l'assistència en carretera. Des del punt de vista de la informació de trànsit això representa una gran oportunitat de disposar d'informació de primera mà, ja que els socis que pateixen un sinistre el primer que fan és trucar al Club per rebre assistència. Els operadors que atenen aquestes trucades introdueixen les dades en el sistema i generen incidències que a nivell tècnic es tradueix en la creació d'un fitxer XML amb les dades de l'incident. La oportunitat que aquí es presenta és aprofitar aquest procediment per fer arribar la informació als servidors d'Infotransit i transforma-la en informació de trànsit.

La incorporació d'aquesta informació requereix l'establiment d'una connexió FTP entre el servidor del servei d'alertes (SATI) i el servidor CIT de manera que el servidor rebi els fitxers XML que genera el servei d'assistència.

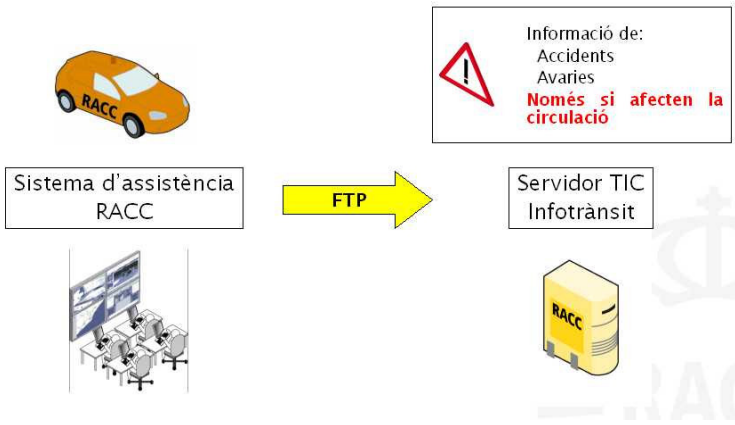

Figura 41: incorporació incidències SATI

El primer que cal fer és definir els paràmetres per filtrar les incidències que s'enviaran al CIT, ja que el servei d'assistència del RACC ofereix un gran nombre de serveis, alguns dels quals no estan relacionats ni tan sols amb incidències a la carretera. A més d'això cal introduir nous camps en el formulari utilitzat pels agents del servei d'assistència per tal de dirimir si les incidències tenen repercussió en la circulació o no i d'aquesta manera evitar la recepció d'incidències on la situació del vehicle no afecti la circulació.

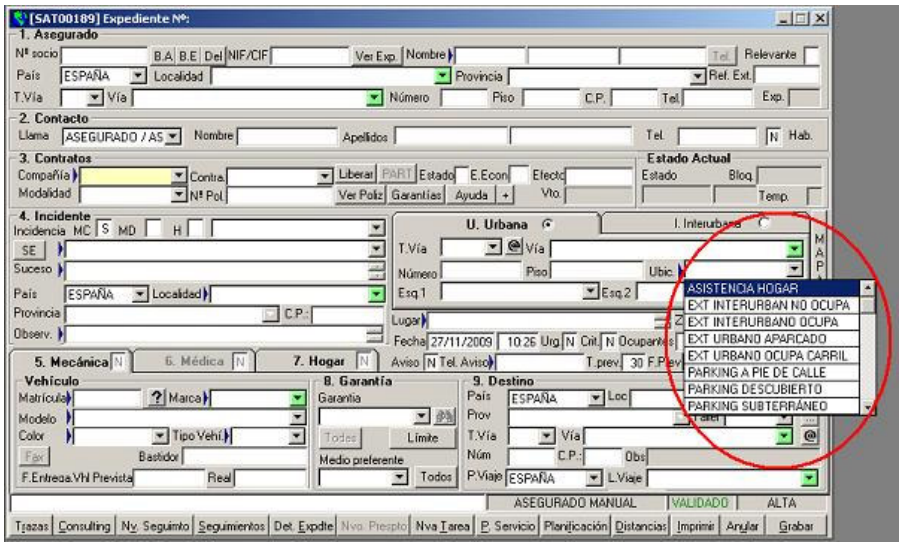

Figura 42: incorporació de noves opcions en l'apartat "Ubicació"

S'ha establert una connexió FTP entre els servidors del departament d'assistència i els d'Infotransit per tal de rebre de manera automàtica els fitxers XML que van generant el agents que atenen les trucades d'assistència. Alhora s'ha configurat un filtre al fitxer XML per tal d'eliminar les dades de caràcter personal i rebre únicament els camps útils per a informació de trànsit.

D'entre els tipus d'incidències disponibles, pel que fa a la informació de trànsit, se n'han escollit dos: accidents i avaries.

En aquest cas les incidències arriben geo-codificades, per tant, no és necessari desenvolupar una aplicació d'assignació de coordenades sinó que, directament, aquestes incidències es processen a través d'una nova plantilla XSL.

Aquesta plantilla presenta certes diferències respecte a les plantilles dels *feed*s de les administracions i és degut a que les incidències obertes per SATI passen per diferents estats de vigència que calen ser considerats.

Aquests diferents estats són:

- '*Pendiente*': la incidència es troba activa, el cotxe accidentat o avariat encara no ha rebut assistència.

- '*Asignado*': la incidència ja té un mecànic assignat que s'està desplaçant cap al lloc del sinistre.
- '*Cerrado*': la incidència està tancada, s'ha enretirat el vehicle.
- '*Anulado*': el servei d'assistència s'anul·la.

En el moment que es rep un accident SATI per primera vegada l'estat és sempre 'Pendiente', el mòdul d'entrada que processa aquesta informació converteix aquest fitxer XML SATI al format XML CIT i procedeix a carregar la informació a la base de dades assignant un temps de vigència t_1. Si transcorregut aquest temps no es rep cap altre fitxer XML que faci referència a aquesta incidència el servidor eliminarà la incidència. En cas que abans de la finalització d'aquest t_1 es rebi un nou fitxer XML s'actualitza l'estat. Si el nou fitxer té l'estat 'Asignado' s'actualitza el temps de vigència amb un nou valor menor ($t_2 < t_1$) i es segueix el mateix procediment que en l'anterior cas. Si l'estat rebut és 'Cerrado' o 'Anulado' la incidència s'esborra del sistema.

La resta del procés és similar al cas d'incidències de trànsit provinents d'administracions tot i que molt més simple que ja la casuística és molt més reduïda.

4.4 Incorporació informació estàtica

Dins de les activitats que desenvolupa la Fundació RACC s'hi troben estudis sobre el nivell de risc de carreteres i seguretat en túnels dins del marc de col·laboració en projectes europeus. Aquesta informació és de gran interès pels usuaris ja que la seguretat pot ser també un aspecte important a l'hora d'escollir una ruta de viatge. És per això que s'ha decidit convertir aquesta informació en format POI i incloure-la a la base de dades.

Aquestes noves categories són:

1) *EuroRAP*: risc d'accidentalitat per trams
2) *EuroTAP*: nivell de risc en túnels

Al tractar-se de dades de tipus estàtic, on totes les categories disposen d'una estructura equivalent, cal modificar la plantilla XSL d'entrada ja existent per tal de

permetre aquest nou tipus de dades que disposen dels seus camps específics referents al nivell de risc que presenten. El seu format és el següent:

- EuroRAP: NIVELL DE RISC | COMUNITAT AUTONOMA | PROVINCIA
- EuroTAP: NOM TUNEL | LONGITUD | NIVELL DE RISC

Amb aquest desenvolupament s'ha pogut ampliar la informació que, sense ser estrictament d'informació de trànsit, també és d'interès pels conductors ja que pot influir a l'hora de seleccionar una ruta o una altra.

4.5 Creació de convertidors de sortida cap a la web

Per últim, un dels principals objectius del PFC és crear el primer servei públic d'informació de trànsit del RACC, a banda dels butlletins radiofònics habituals, i en aquest cas s'ha optat per la creació d'una pàgina web d'informació de trànsit.

Aquesta web s'ha d'alimentar de la informació de trànsit que es processa en el sistema CIT però per això cal desenvolupar els mòduls de sortida de les incidències cap a la web.

S'ha acordat utilitzar el format de fitxer JSON (presentat en els capítols 1.3.2 i 1.3.3) per l'intercanvi d'informació entre el servidor CIT i la web. Per fer-ho és necessària la creació dels mòduls de sortida que converteixin la informació continguda al servidor al format desitjat, és a dir, que generin els fitxers corresponents per a cada tipus de dada.

Al igual que els mòduls d'entrada, cada mòdul de sortida conté una plantilla XSL que s'encarrega de la creació del fitxers JSON dels quals es nodreix la pàgina web. En aquest fitxers s'ha d'especificar la icona que es visualitzarà així com el text a incloure en el globus explicatiu de cada incidència. Cal tenir en compte que la web està disponible tant en català com en castellà i és per això que els fitxers JSON inclouen les referències a uns fitxers de suport PHP (un per cada idioma) de manera que amb un únic fitxer JSON serem capaços de construir els texts de manera correcta.

S'han desenvolupat plantilles XSL per a cada categoria d'informació: congestió, obres, meteorologia, ports, incidències SATI, radars, càmeres, punts negres, EuroRAP i EuroTAP. Això s'ha fet de manera que l'usuari podrà seleccionar entre els diferents tipus d'incidències i aquestes es mostraran a tot l'estat al tenir les dades de totes les administracions integrades al sistema. Les incidències generades per part del servei d'assistència del RACC també tenen el seu propi convertidor ja que proporcionen dades diferents, sobretot en el cas urbà, i es considera una categoria pròpia i diferenciada de les incidències reportades per les administracions.

Per a la construcció dels texts ha estat necessari analitzar tota la casuística segons la categoria d'incidència i la font d'origen. Cal tenir en compte que les descripcions pròpies de l'estàndard TMC són força críptiques i poc amigables per a l'usuari, per tant, s'ha decidit utilitzar majoritàriament els camps d'informació originals de cada incidència per a construir un text que faci més comprensible tant la localització com el tipus d'incidència.

A continuació podem veure un exemple del text descriptiu d'una incidència propi de l'estàndard TMC:

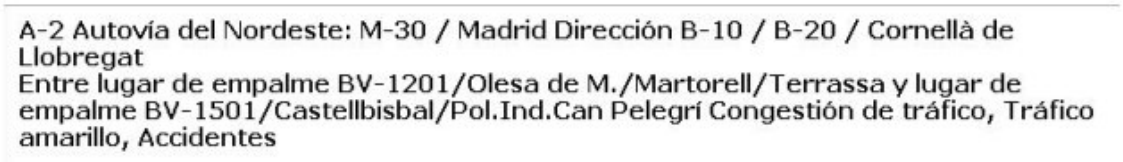

Figura 43: exemple de text descriptiu d'incidència TMC

Per a la descripció de la localització utilitza el nom complet de la carretera que conté alhora la descripció dels dos extrems de la via (*A-2 Autovía del Nordeste: M-30 / Madrid Dirección B-10 / B-20 / Cornellà de Llobregat*). A continuació indica entre quins dos punts TMC té lloc la incidència: Punt 1 (*lugar de empalme BV-1201/Olesa de M./Martorell/Terrassa*) i punt 2 (*lugar de empalme BV-1501/Castellbisbal/Pol.Ind.Can Pelegrí*).

La descripció també conté el tipus d'esdeveniment, el nivell de servei i la causa (si existeix). Els conceptes de tipus i causa són fàcilment comprensibles però no tant el nivell de servei que s'indica únicament amb el color.

Per tal de millorar aquest text i fer-lo més comprensible s'ha decidit utilitzar construccions a partir dels camps descriptius dels fitxers d'origen. A continuació es mostra l'exemple pel cas de congestió si la font és el SCT:

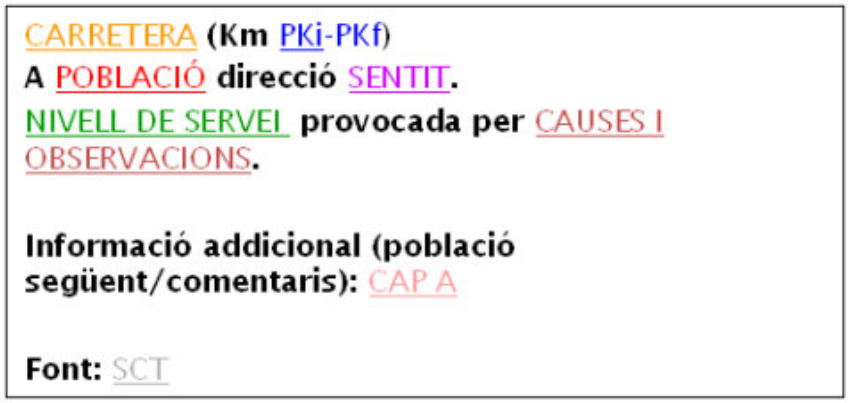

Figura 44: exemple de text descriptiu d'incidència proposat per a Infotransit

D'aquesta manera el text vist anteriorment en la figura 7.18 es transforma a la web de RACC Infotransit en el següent:

Figura 45: exemple de text descriptiu d'incidència a la web Infotransit

Això millora la intel·ligibilitat de la informació de cara a l'usuari i permet incloure informació addicional, com ara la que introdueixen els operadors dels diferents organismes reguladors del trànsit.

5 Avaluació de resultats

Els objectius d'aquest Projecte Final de Carrera, presentats amb detall en el capítol 2 d'aquesta memòria, eren:

- Millora de la qualitat de la informació de trànsit
- Incorporació de noves fonts de dades de trànsit
- Creació de nous serveis d'informació a l'usuari

Per tal d'avaluar el grau d'acompliment d'aquests objectius s'han escollit els següents paràmetres:

1) Precisió en la localització d'incidències.
2) Cobertura de la informació de trànsit dinàmica.
3) Fiabilitat de la informació.
4) Volum d'informació estàtica.
5) Llançament de nous serveis.

5.1 Precisió en la localització d'incidències

El nou algoritme desenvolupat representa una doble millora, d'una banda optimitza l'assignació dels punts de localització TMC i per l'altra, ofereix una alternativa de geo-localització.

La primera d'aquestes millores provoca que algunes incidències que inicialment es geo-localitzaven utilitzant els punts de localització TMC deixin de fer-ho degut a que aquest punts no proporcionen precisió suficient (acceptable) pels criteris marcats.

S'ha realitzat un estudi per a quantificar el percentatge d'incidències que han millorat la seva localització amb la implantació del nou algoritme d'assignació de punts TMC. A llarg de dos mesos (agost i setembre de 2009) s'han acumulat les dades referents a nombre d'incidències codificades amb l'estàndard TMC i el nombre d'incidències que no érem capaços de localitzar.

Al mateix temps, en un entorn paral·lel on s'havia aplicat el nou algoritme, es va realitzar el mateix anàlisi.

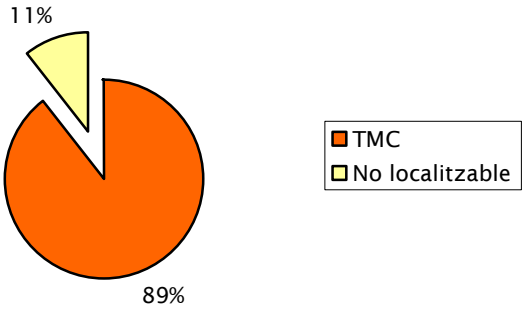

Figura 46: percentatge de localització TMC amb l'algoritme inicial

Inicialment el sistema localitzava un 89% de les incidències amb l'estàndard TMC. Això és degut a que no s'aplicava cap tolerància a l'hora d'assignar punts de localització i, si la carretera on es produïa la incidència contenia algun punt de localització TMC, era pràcticament segur que s'assignaven a la incidència. Tan sols un 11% de les incidències no eren localitzables degut a que no es trobaven punts de localització TMC.

Amb les mateixes incidències d'entrada però en un entorn paral·lel i amb les modificacions a l'algoritme implementades, el resultats obtinguts són els següents:

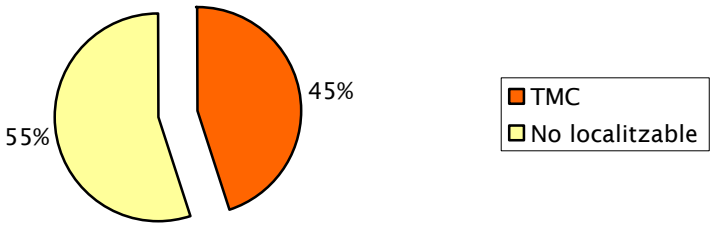

Figura 47: percentatge de localització amb el nou algoritme

En aquest cas el nombre d'incidències localitzables a través de l'estàndard TMC ha disminuït un 44%. D'aquí s'extreu que aquestes incidències s'estaven localitzant de manera incorrecta o, dit d'una altra manera, amb un error més gran que la tolerància definida.

Prenent com a referència la tolerància aplicada, podem considerar com a codificació incorrecta les incidències que tenien assignats punts de localització TMC superant aquesta tolerància. Per tant, podem concloure que **el nou algoritme redueix l'error en un 44%**. En contrapartida, aquestes incidències deixen de ser localitzables. És per això que es va desenvolupar l'alternativa de geo-codificació que s'avalua a continuació.

5.2 Cobertura de la informació de trànsit dinàmica

Amb l'objectiu d'ampliar la cobertura d'informació dinàmica s'ha integrat el *feed* de la DTGV, ja que la DGT no ofereix informació relativa al País Basc.

El territori espanyol integra 165.787 Km de carreteres, de les quals el País Basc en representa un 2,5 % (amb 4.198 Km). Tot i això, el volum de trànsit que suporta aquesta xarxa viària és molt elevat tenint en compte l'activitat productiva d'aquesta comunitat que aporta un 6,2% del PIB de tot l'estat i un 10,45% del PIB industrial[37]. A més d'això integra un dels corredors més importants de trànsit per connectar la península amb la resta del continent.

A nivell de dades incidentals, el número diari d'incidències mitjà del *feed* de la DTGV és de 58 incidències aproximadament, per tant, representa un increment del 16% en el nombre d'incidències que processa el CIT.

[37] Euskadi en cifras: http://turismo.euskadi.net/x65-15812/es/

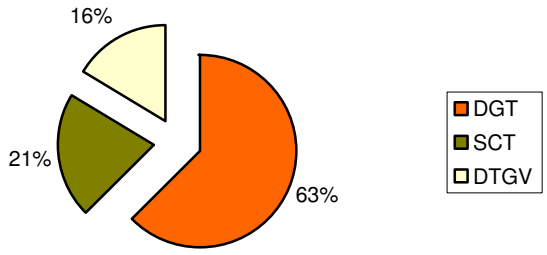

Figura 48: distribució d'incidències segons font

Un altre dels desenvolupaments que s'han realitzat per incrementar la cobertura de la informació de trànsit dinàmica és la integració de la informació pròpia del RACC. Un dels principals al·licients per fer-ho és que proporciona informació d'àmbit urbà, que no es rep a través dels *feeds* que alimenten el CIT. Com a mostra, el nombre mig d'incidències durant el mes de febrer de 2012 ha estat de 88 incidències en mitja per dia procedents del servei d'assistència.

Per últim, la creació d'una alternativa de geo-codificació ha permès d'ampliar la informació localitzada disponible en el sistema. Per tal d'avaluar aquest impacte s'ha analitzat el nombre d'incidències que es localitzen a través de l'estàndard TMC i les que ho fan a través de coordenades geogràfiques al llarg d'un mes.

Els resultats obtinguts mostren un **increment d'incidències localitzades del 35%**:

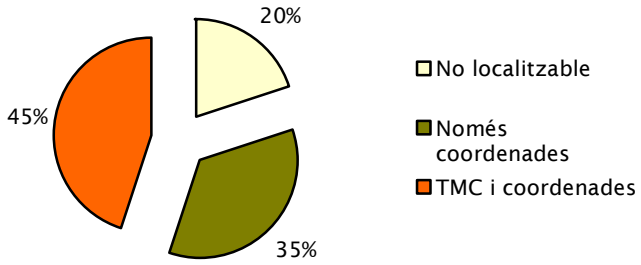

Figura 49:percentatges de localització amb el nou algoritme i l'alternativa de geo-localització (coordenades)

Un aspecte a destacar és que l'alternativa de codificació desenvolupada també té impacte en el 45% de les que es codifiquen en TMC correctament i per alguns serveis de difusió s'utilitzen ja que ofereixen més granularitat que els punts de localització TMC. Això és degut a les deficiències en la distribució dels punts TMC de la taula espanyola que fan que l'alternativa ofereixi una major precisió en la majoria de casos.

5.3 Fiabilitat de la informació

Dintre de la millora de la qualitat de la informació cal incloure la integració del *feed* d'incidències del SCT. Aquest desenvolupament no suposa un increment de la cobertura, ja que la DGT ja integrava la informació en el seu *feed*, però sí que soluciona les problemàtiques presentades en el capítol 4.3.1.1. D'aquesta manera s'ha aconseguit el següent:

1) Evitar l'existència d'incidències obsoletes en el sistema – per exemple una carretera tallada (Ronda de Dalt B-20) per un accident que es notifica dos dies després a la web de la DGT:

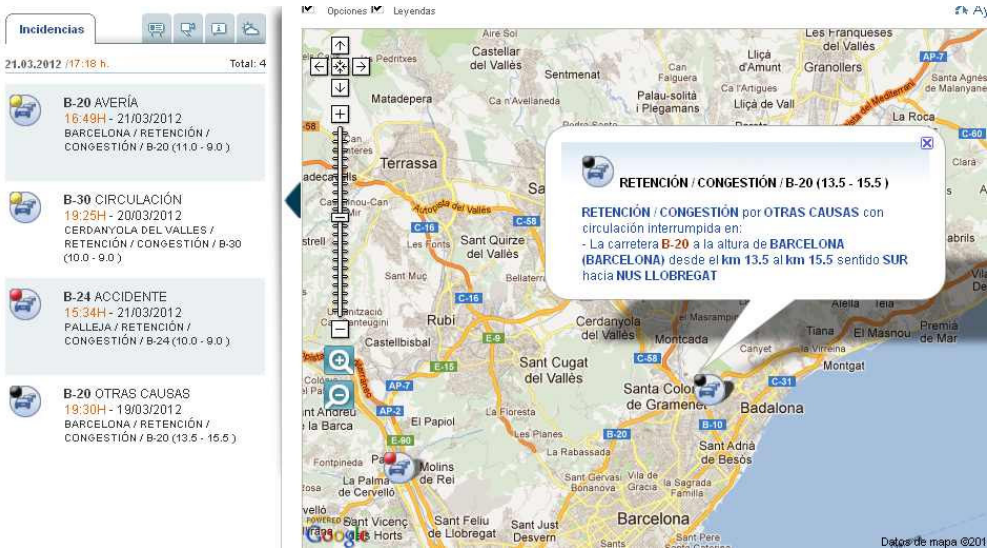

Figura 50: Exemple d'incidència obsoleta que talla la Ronda de Dalt a la web DGT

2) Permetre la descodificació correcta d'informació que fins al moment s'interpretava incorrectament – per exemple la DGT descodifica de manera errònia una incidència reportada ús obligatori de cadenes reportada pel SCT com es mostra en la imatge següent:

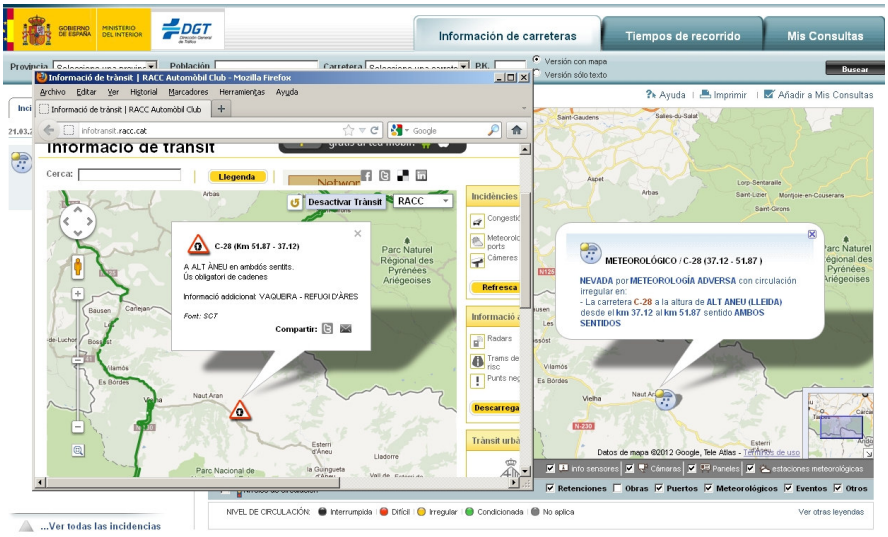

Figura 51: Comparativa incidències d'ús obligatori de cadenes procedent del SCT

D'altra banda, l'acord amb INRIX per a la futura col·laboració en la creació de serveis avançats de trànsit per Espanya, demostra que el RACC s'ha convertit en el referent en informació d'incidències a l'estat, sent l'organisme que disposa de tota la informació disponible i codificada amb l'estàndard TMC amb el major grau de fiabilitat.

5.4 Volum d'informació estàtica

Durant el projecte s'han finalitzat els desenvolupaments per incorporar la informació relacionada amb els estudis de nivell de risc en carretera i seguretat en túnels que realitza el RACC a través de programes europeus com EuroRAP i EuroTAP.

Pel cas de la informació EuroRAP, en l'última actualització del mes de gener de 2011 amb les dades obtingudes de l'últim estudi es varen incorporar **741 trams de risc** a tot l'estat espanyol.

En el cas d'EuroTAP es realitza un estudi més acotat amb el resultat de **48 túnels auditats** i incorporats al CIT en tot el territori espanyol.

Figura 52: exemple de tram EuroRAP a la web

Figura 53: exemple de túnel EuroTAP a la web

A més d'aquests nous desenvolupaments s'han millorat el processos existents anteriorment de codificació de dades estàtiques (radars, punts negres i càmeres) modificant la plantilla XSL d'entrada de dades estàtiques que construïen els identificadors d'element de manera que es produïen repeticions i per tant, pèrdua d'informació.

En aquest cas amb la nova plantilla:

1) **Reducció** d'un **7%** de pèrdua d'informació de radars (de 808 a 872)

2) **Reducció** d'un **33%** de pèrdua d'informació de punts negres (de 289 a 435)

5.5 Llançament de nous serveis

El llançament en producció de la web www.raccinfotransit.cat representa el primer servei obert al públic del projecte RACC Infotransit, a banda dels butlletins radiofònics tradicionals. El llançament es va realitzar a setembre de l'any 2009 i ha tingut una bona acceptació entre els usuaris que es tradueix en unes 150-200 visites diàries amb alguns pics destacables en situacions excepcionals com les nevades de març de 2010 o febrer de 2012 amb gairebé 2.000 visites.

La millora de la fiabilitat de les dades i l'ampliació de fonts presentats en el capítols anteriors han resultat fonamentals a l'hora de disposar d'un sistema d'informació de

trànsit prou robust com per a crear serveis públics d'informació de trànsit al seu voltant. Un cop assentats aquests fonaments s'ha considerat oportú la creació del portal web de RACC Infotransit, que ofereix totes les dades disponibles al CIT de manera oberta per a qualsevol usuari.

En la figura següent es mostra el disseny d'aquest nou portal web. Està basa en Google Maps i ofereix diferents funcionalitats a l'usuari:

- Selecció d'incidències en temps real: congestió, meteorologia, obres, ports de muntanya, incidències (pròpies del RACC) i cons.
- Altres informacions d'interès: càmeres de trànsit en temps real, radars de velocitat, punts negres, EuroRAP i EuroTAP.
- Possibilitat de descarregar els punts d'interès al teu dispositius GPS (format ACS, KML, CSV, GPX i OV2).
- Accessos directes per zona geogràfica o per ciutats principals.
- Llistat d'incidències.

La principal premissa a l'hora de dissenyar el portal d'informació ha estat facilitar l'accés ràpid a les dades (diferents opcions de cerca i de localització del mapa) i presentar-les de la manera més intel·ligible possible a l'usuari (construcció personalitzada dels textos segons cada font i categoria d'informació).

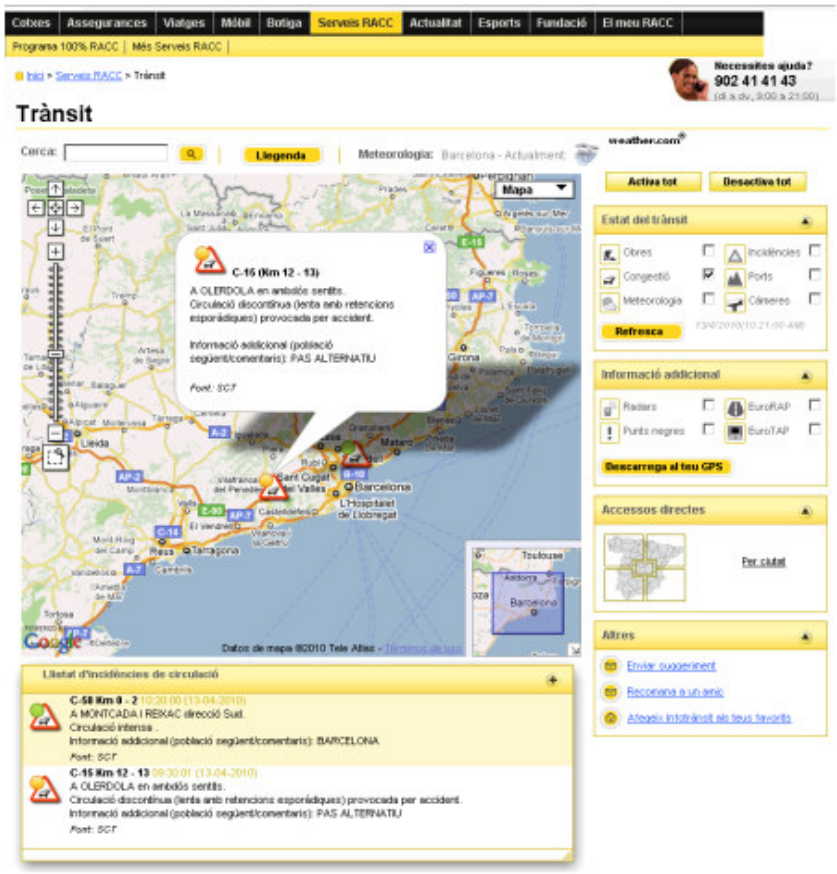

Figura 54: vista d'una incidència de congestió a www.raccinfotransit.cat

Els convertidors desenvolupats són els encarregats de construir els missatges de text explicatius dels diferents tipus d'informació disponibles a la web i que permeten oferir uns missatges molt més clars i entenedors per als usuaris:

Figura 55: comparativa text TMC – text Infotransit

6 Línies futures de treball

El projecte RACC Infotransit durant els últims anys ha suposat una aposta decidida per a oferir un servei de qualitat al soci i al públic en general i d'aquesta manera reforçar la imatge del RACC com a expert en mobilitat. Aquest aposta continua vigent i el RACC es planteja seguir millorant aquesta informació oferint serveis avançats d'informació de trànsit entre d'altres millores. A continuació es puntegen aquests passos a seguir.

6.1 Millora del procés de captació d'informació del trànsit

Amb les modificacions realitzades en l'algoritme de captació d'informació de trànsit s'ha aconseguit reduir la quantitat d'informació no localitzable i millorar la localització que ofereix l'estàndard TMC. Un cop augmentada la fiabilitat de la informació i amb vistes a oferir nous productes per a l'usuari que puguin ser consumits en mobilitat sorgeix com a objectiu millorar l'eficiència dels processos de codificació. En concret, reduir el temps de processat des de l'aparició d'una incidència al *feed* corresponent i fins que es reporta a l'usuari final del servei.

Cal considerar que més del 90% de les incidències que publiquen les administracions pertanyen a la categoria d'obres. Aquest tipus d'informació presenta una variabilitat menor si es compara amb d'altres categories com poden ser congestió o informació meteorològica.

Els processos de captació de dades s'executen periòdicament cada 10 minuts ja que necessiten processar un gran nombres d'elements. Aquesta freqüència és baixa si és té en compte la variabilitat de les congestions en els accessos a Barcelona en hora punta, per exemple.

És per això que es proposa com a nou desenvolupament, la creació de dues noves instàncies de cada un dels processos de captació. La idea és geo-codificar per una banda les incidències d'obres 2 o 3 cops al dia i, per una altra banda i de manera independent, les incidències referents a congestió, ports i meteorologia que presenten una variabilitat més gran i representen en global una xifra molt menor, permeten així una codificació amb una freqüència molt més elevada (1 o 2 minuts).

6.2 Sistemes d'informació en mobilitat

La informació de trànsit augmenta el seu valor si pot ser consumida en mobilitat. Per tal de complementar la web d'Infotransit es planteja el desenvolupament d'un Servei d'Alertes de Trànsit per a telèfon mòbil on l'usuari podrà subscriure's a alertes pre-definides que li siguin d'interès o sol·licitar de manera pro-activa informació de trànsit en qualsevol moment. Aquest projecte va íntimament relacionat amb el fet que el RACC ha creat el seu propi operador mòbil virtual "RACC Mòbil" que està molt interessat en oferir serveix exclusius al seus clients i la informació de trànsit en representa una magnífica oportunitat.

Al mateix temps, degut al notable l'increment en l'ús de smartphones, és raonable plantejar la creació d'una aplicació del RACC especialitzada en l'oferta de serveis de trànsit.

6.3 Incorporació d'informació de flux

Fins ara el sistema CIT disposa d'informació de trànsit basat en informació incidental. Aquestes dades proporcionen una informació qualitativa sobre l'estat del trànsit però els sistemes d'informació de trànsit futurs capaços d'oferir serveis avançats s'encaminen cap a la informació de flux. Aquesta informació s'obté a través d'altres fonts com poden ser:

- ETD[38]: espires propietat de les administracions públiques
- FCD[39]: prové de PND's que incorporen el vehicles de flotes
- PFCD[40]: prové de *SmartPhones* personals
- FMD[41]: s'utilitza la informació de *handover*[42] dels terminals mòbils

A partir d'aquesta informació, i a través d'algoritmes avançats de tractament de dades de trànsit en temps real combinades amb dades històriques, es poden oferir serveis com:

[38] Estación de Toma de Datos
[39] Floating Car Data
[40] Phone Floating Car Data
[41] Floating Mobile Data
[42] Traspàs de cel·la

- Temps de recorregut
- Velocitat mitja en temps real
- Enrutament dinàmic: càlcul de rutes considerant l'estat del trànsit

Els algoritmes necessaris per obtenir aquests serveis són principalment, la fusió de dades i la predicció. La fusió és la que permet, a partir de diferents tipus de dades de diferents fonts, homogeneïtzar la informació i obtenir, per a cada tram de carretera, un valor estimat de la velocitat a la que circulen el cotxes en la realitat. La predicció utilitza la informació en temps real i la combina amb informació històrica, que ofereix una estimació de l'evolució de la velocitat esperada. Amb la combinació de les dades que s'extreuen es pot proporcionar un enrutament que tingui en compte l'estat del trànsit en temps real i les incidències que provoquen alteracions en la circulació de vehicles (p.e. obres importants) de manera que la ruta que s'obté a la sortida és la que optimitza el temps de trajecte.

7 Índex de figures

Figura 1: cronograma projecte RACC Infotransit 13
Figura 2: evolució de la informació de trànsit 16
Figura 3: esquema de la situació actual a Alemanya (Font: "Global benchmark of real-time traffic information services" January 2012 Edition SBD) 21
Figura 4: esquema de la situació actual al Regne Unit (Font: "Global benchmark of real-time traffic information services" January 2012 Edition SBD) 22
Figura 5: esquema de la situació actual a Espanya (Font: "Global benchmark of real-time traffic information services" January 2012 Edition SBD) 25
Figura 6:zona SERTI coberta pel primer servei AlertC 28
Figura 7: zona ARTS coberta en la expansió del servei AlertC 29
Figura 8: esquema del servidor CIT 37
Figura 9: algoritme de càrrega de dades dinàmiques al CIT 39
Figura 10: fitxer gsmplus de la DGT 41
Figura 11: transformació registre DGT 45
Figura 12: exemple fitxer TXT del SCT 46
Figura 13: exemple de notificació categoria ports 48
Figura 14: exemple d'incidència "Vialidad invernal tramos" 49
Figura 15: exemple d'incidència "Pruebas deportivas" 49
Figura 16: fitxer XML SATI 50
Figura 17: incidències codificades erròniament 53
Figura 18: algoritme inicial d'assignació de punts de localització TMC 55
Figura 19: exemple d'error de codificació 1 56
Figura 20: exemple d'error de codificació 2 57
Figura 21: exemple d'error de codificació 3 58
Figura 22: punts TMC de localització N-II 58
Figura 23: mostra del fitxer gsmplus.txt 60
Figura 24: nou esquema de codificació (amb codificació alternativa) 61
Figura 25: exemple de localització manual amb el format CIT 62
Figura 26: exemple de construcció de text d'una incidència sense format 63
Figura 27: diagrama de l'aplicació de geocodificació 64
Figura 28: distribució de camps en una línia del feed DGT 65
Figura 29: assignació de l'identificador "NUM" 68
Figura 30: mostra del fitxer TXT després de la geocodificació amb els camps r[x] 69
Figura 31: assignació de l'identificador "NUM" després de les modificacions 69
Figura 32: exemple d'incidència reportada pel SCT 70
Figura 33: captura del portal web de la DGT 71
Figura 34: exemple d'incidència reportada per la DGT 72
Figura 35: exemple del feed del SCT 72
Figura 36: exemple incidència de cadenes al feed del SCT 73
Figura 37: exemple interpretació incidència a la web de la DGT 74
Figura 38: nova estructura del fitxer XML de sortida de l'aplicació de geocodificació 76
Figura 39: esquema inicial d'entrada d'informació dinàmica (únic feed DGT) 77
Figura 40: esquema d'entrada d'informació dinàmica amb incorporació SCT i DTGV 77
Figura 41: incorporació incidències SATI 79
Figura 42: incorporació de noves opcions en l'apartat "Ubicació" 80
Figura 43: exemple de text descriptiu d'incidència TMC 83
Figura 44: exemple de text descriptiu d'incidència proposat per a Infotransit 84
Figura 45: exemple de text descriptiu d'incidència a la web Infotransit 84
Figura 46: percentatge de localització TMC amb l'algoritme inicial 86
Figura 47: percentatge de localització amb el nou algoritme 86
Figura 48: distribució d'incidències segons font 88
Figura 49:percentatges de localització amb el nou algoritme i l'alternativa de geo-localització (coordenades) 89
Figura 50: Exemple d'incidència obsoleta que talla la Ronda de Dalt a la web DGT 90
Figura 51: Comparativa incidències d'ús obligatori de cadenes procedent del SCT 90
Figura 52: exemple de tram EuroRAP a la web 91

Figura 53: exemple de túnel EuroTAP a la web..... 92
Figura 54: vista d'una incidència de congestió a www.raccinfotransit.cat 94
Figura 55: comparativa text TMC – text Infotransit 94

8 Índex de taules

Taula 1: extracte de la taula de codis TMC d'esdeveniment 31
Taula 2: classificació informació DGT 42
Taula 3: codificació de causes d'incidències (DGT) 43
Taula 4: nivells de servei (DGT) 43
Taula 5: taula informació meteorològica 44

9 Agraïments

Aquest Projecte Final de Carrera no hauria estat possible sense la col·laboració i el suport de moltes persones.

En primer lloc de la Sabri, que em va animar i encoratjar a donar un pas molt important en un moment clau i que, tot i ser arriscat, finalment ha resultat del tot beneficiós i m'ha permès arribar a on sóc avui en dia.

En segon lloc la resta de la família, que ha persistit per a que tot aquest treball fos una realitat.

I també, com no, a la Fundació RACC i en particular a en Josep per donar-me la oportunitat d'integrar-me en aquest projecte. Un projecte innovador i encoratjador que ens ha permès a tots aprendre moltes coses i que, fins el moment, ha resultat un èxit un paper protagonista dins l'empresa.

Per últim, la persona que més m'ha empès a acabar aquesta tasca sense saber-ho, l'Abril, que em dóna forces cada dia per començar de nou i encarar la feina amb entusiasme i il·lusió.

Gràcies a tots.

10 Referències bibliogràfiques

1. TISA Especification. *Intelligent transport systems (ITS) - Traffic and Travel Information Messages via Traffic Message Coding – Part 3: Location referencing for Radio Data System – Traffic Message Channel (RDSTMC) using Alert-C*. Març 2011.
2. TISA Especification. *Intelligent transport systems (ITS) - Traffic and Travel Information Messages via Traffic Message Coding – Part 2: Event and information codes for Radio Data System – Traffic Message Channel (RDSTMC) using Alert-C*. Març 2011.
3. UOC Assignatura Bades de Dades I Mòdul 4. *El llenguatge SQL*. Carme Martín Escofet Gener 2009.
4. European Commission. *Datex II v2.0 User Guide*. 01 July 2009.
5. European Commission. *Datex II v2.0 Exchange platorm specific model*. 01 July 2009.
6. XML, XML Schema, XSL, JavaScript Tutorials. www.w3.org
7. Projecte Final de Carrera. *Análisis y mejor del canal de información de tráfico del RACC*. Amadoz, Ricardo. Gener 2007.
8. Projecte Final de Carrera. *Diseño y validación de mejoras para el sistema de Canal de Información de Tráfico*. Arostegui Zabaleta, Eneko. 2008.
9. Deloitte. *Elaboración de un estudio comparativo de servicios de información de tráfico*. Gener 2009.
10. SBD. *Global benchmark of real-time traffic information services*. January 2012 Edition.
11. Fundació RACC *"La congestió als corredors d'accés a Barcelona"*, B-12.260/2008 Novembre 2007.
12. Fundació *RACC "Automòbil i Medi Ambient"*, B-13.134-09 Juny 2009.