

I Congreso nacional sobre sistemas inteligentes de tráfico y transporte

VALENCIA, 16 - 18 de noviembre de 1999



Mesa que presidió el acto de inauguración.

POR LA REDACCIÓN

Acto de inauguración

Intervino en primer lugar, el Presidente de la ATC, **D. Ángel Lacleta**, que, tras saludar a todos los presentes, destacó que era la "primera vez que, en España nos reuníamos a este nivel para hablar de los sistemas de tráfico inteligente, que en el pasado Congreso de Kuala Lumpur ocuparon casi el 10% de las sesiones técnicas. La razón es obvia: son una gran ayuda para la disminución del número de accidentes y un medio para mejorar la capacidad de las carreteras". Tras anunciar que el Instituto Andaluz de Tráfico y Transporte se había ofrecido para una segunda edición, finalizó su intervención agradeciendo a los Ministerios de Fomento y del Interior, Generalidad Valenciana,

Diputación Provincial y Ayuntamiento de Valencia, así como a los colaboradores privados Aumar, Abengoa, Sainco y Grupo ETRA su colaboración.

En nombre de la Diputación de Valencia, intervino **D. Fernando Mut**, afirmando que este congreso es de una "máxima relevancia para todos", porque aúna, al tiempo, modernidad y futuro, subrayando que "difundir las experiencias, analizar las posibilidades de los SIT* y su repercusión en la sociedad, es un objetivo evidente".

Por la Dirección General de Tráfico, intervino su Subdirector General de Seguridad Vial, **D. Jesús Díez de Ulzurrun**, quien recordó la experiencia piloto de 1983 para gestionar un tramo de la N-II, "primer embrión de los sistemas de gestión", e informó de que se han puesto en servicio 6 Centros de Gestión de Tráfico, estando en

construcción e instalación otros 2, y funcionando del orden de 600 paneles de mensajes variables con la tecnología LEDs, que cubren unos 6 000 km de vías.

A continuación expuso los objetivos de su Dirección General para el próximo cuatrienio y destacó la elección de Madrid como sede del próximo congreso ITS mundial.

Posteriormente intervino **D. Agustín Sánchez Rey**, Subdirector General Adjunto de Conservación y Explotación de la DGC, quien informó que el Comité Técnico de Carreteras Inteligentes es el de más reciente creación dentro de la AIPCR y que intenta aglutinar todas las inquietudes y experiencias de esta actividad y fomentar la implantación de los SIT que facilitan la vida a los ciudadanos y satisfacen la

* SIT: Sistemas Inteligentes de Transporte (en inglés, ITS).

constante demanda creciente, cuantitativa y cualitativa, de transporte y de movilidad sostenible.

Tras citar la importancia del tema en los congresos de Kuala Lumpur, Toronto y Amsterdam, subrayó la presencia de los sistemas de información sobre carreteras desde 1965 en España.

Finalizó afirmando que los SIT están provocando una revolución social y un cambio de los conceptos de movilidad y de transporte.

Finalizó el turno de intervenciones, el *Teniente de Alcalde y Delegado de Urbanismo del Ayuntamiento de Valencia*, **D. Miguel Domínguez**, informando que ese Ayuntamiento ya dispone de algunos de estos sistemas y que tienen otros en desarrollo para un futuro inmediato, como su Centro de gestión, donde se controlan más de 1 000 cruces, con 2 000 detectores y 500 cámaras de TV. Valencia apuesta por la tecnología y el futuro, y prueba de ello es la instalación de estas tecnologías de control en los 15 puentes de la ciudad. Finalmente, deseó que este fuera el primero de los muchos congresos que sobre este tema se celebrarán en España.

Sesión I.- ITS: Situación actual y perspectivas de futuro

La **"Organización y normalización en ITS"**, fue presentada por **D. José R. Pérez de Lama**, del Laboratorio Andaluz del Transporte, LATT. Comenzó su intervención explicando la dificultad de dominar un amplio glosario de reglas y acrónimos necesarios, así como sus posibles clasificaciones jerárquicas para acceder a los ITS, y el "enmarañado" laberinto de asociaciones, administraciones, etc., que cuentan con competencias.

Dentro de las organizaciones implicadas en los ITS, estableció

una clasificación y subrayó el papel de las administraciones y las iniciativas que puede adoptar el sector público, pasando a describir algunas de las asociaciones exclusivamente dedicadas a los ITS, como ERTICO (Europa), ITS-América, VERTIS (Japón) e ITS-Australia.

Más adelante expuso las razones por las que los estándares ITS son necesarios, no sólo por la interoperatividad, sino porque aumentan la seguridad y aseguran la compatibilidad. Así mismo, que el papel de la arquitectura ITS es proveer un marco de trabajo alrededor del cual puedan desarrollarse múltiples diseños ITS. Desde el punto de vista de la interdependencia, los estándares pueden ser clasificados en dos grupos primarios: a) definición de elementos de datos y grupos de mensajes usados por equipos y sistemas; y b) protocolos o grupos de reglas para mover estos elementos de datos y mensajes entre dichos equipos y sistemas.

En cuanto a los tipos de estándares, los dividió según el nivel de obligatoriedad y proceso de desarrollo, presentando las organizaciones que lo desarrollan. A continuación, se detuvo en Europa y explicó la labor del órgano público DGXIII y los trabajos del proyecto CONVERGE y el público/privado ERTICO.

Después comentó los estándares críticos y su significado, afirmando que aseguran la interoperatividad a nivel nacional en las que un gran número de usuarios, particularmente móviles, deben acceder a servicios ITS disponibles.

Finalizó su intervención presentando y describiendo algunos estándares como ATIS, ATMS, etc.

"Los criterios para la normalización e implantación de una Arquitectura ITS en la Red Estatal de Carreteras de Alta Capacidad" fueron presentados por **D. José Manuel Cendón Al-**

berte y D. César Lanza Suárez, del M^º de Fomento y de Tecnova Ingenieros Consultores, respectivamente. De entre sus recomendaciones de carácter general, se subrayó el sentido normativo tanto técnica como institucionalmente del concepto de Arquitectura ITS, cuyos objetivos son la coherencia, la interoperabilidad y la eficiencia técnico-económica de los ITS. Su proceso de implantación -que será abierta, multiagente y flexible- se basará en el consenso entre los diferentes agentes involucrados, coordinados por la DGT y cuya implantación partirá de un escenario mínimo y con unas reglas aceptadas por unanimidad.

Tras enumerar algunas recomendaciones sobre las arquitecturas lógica, física e institucional, se afirmó que la normalización tecnológica e industrial es uno de los factores clave para el desarrollo de los ITS, que se ve necesitada de una coordinación institucional, y que la DGC del Ministerio de Fomento se brinda a asumir las funciones de coordinación entre las distintas instituciones involucradas en los ITS para dar lugar a una Arquitectura ITS en la RAC.

D. Federico C. Fernández Alonso, de la Dirección General de Tráfico explicó la creciente demanda de movilidad de nuestra sociedad y el concepto de movilidad sostenible. Tras presentar algunas de sus causas y los problemas que ello crea, subrayó la necesidad de la aplicación de la telemática, justificando su desarrollo y la estrategia comunitaria, así como sus ventajas y sus efectos. La explicación de los conceptos de "vehículo inteligente" y "carretera inteligente", las inversiones realizadas por la DGT en los últimos años en estos conceptos, los subsistemas que componen una instalación de gestión de tráfico y diversas informaciones sobre los 1 500 km de red controlados por estos sistemas dieron paso las acciones prioritarias de la DGT en este campo para el pe-

riodo 1999-2003, subrayando lo realizado en 1999 y destacando el "Modelo de Datos Meteorológicos" y sobre todo, la especificación y desarrollo de una "Arquitectura Distribuida Multiagente", cuya finalidad es facultar la integración de los sistemas disponibles en los Centros de Gestión de Tráfico.

Finalmente, afirmó que nuestro país debe estar presente en la primera línea del desarrollo tecnológico de los SIT para poder gestionar mejor nuestro sistema de transporte y conseguir un tráfico seguro, económico y respetuoso con el medio ambiente, y que la DGT, desde hace años y constantemente, ha sido la entidad pública promotora y comprometida con su implantación.

"Comunicaciones: utilización de Internet en ITS" fue el título del tema presentado por **D. Manuel Romero Sierra** y **D. José Manuel Barrios**, de Sainco Tráfico S.A. y LATT, y de **D. José Manuel Castaño Domínguez**, de Tecnova Ingenieros Consultores. La ponencia comenzó destacando la necesidad de la adecuada elección del mecanismo de comunicaciones para transmitir información hacia y desde el equipo móvil, y la extensión de los sistemas GSM, y la calidad y potencia de servicios de CPU personalizados. Para los ponentes, los medios que se desarrollarán en un futuro y del que serán protagonistas son RDS-TMC, DAB, UMTS e Internet. El primero, es un sistema de recolección y difusión de datos relacionados con el tráfico de calidad alta para ser leídos y oídos sin verse afectados por condiciones climatológicas externas y que en España lo proporciona la DGT y que se transmite por RNE. El DAB (*Digital Audio Broadcasting*), un método de radiofusión digital que permite difundir datos, textos y gráficos, información para consumidores, mapas meteorológicos y hasta información de bolsa. El UMTS (*Universal Mo-*

bile Telecommunication System), basado en la arquitectura GSM, pero situado en la banda de los 2000 MHz, podrá compatibilizarse con la mayor parte de los sistemas actuales y futuros.

Dentro de lo que es la tercera generación, se encuentra el estándar europeo UMTS, cuyos terminales portátiles contarán con grandes pantallas táctiles, resolución mejorada, capacidades de vídeo-teléfono y navegadores que tenderán a ser duales e, incluso, triales, y cuya tecnología está pensada para permitir el desarrollo de aplicaciones y comunicaciones basadas en el protocolo IP.

D. Ángel Castro Cano y **D. Jaime Huerta Gómez de Merodio**, del LATT, presentaron la ponencia **"Información sobre ITS: estado del arte"** dando panorámica de hacia dónde caminan las últimas tendencias en servicios ITS". Al respecto, se informó sobre la experiencia de algunos modelos con sistema automático de frenado, aunque los primeros sólo frenan a más de 30 km/h y no paran totalmente el vehículo, y sobre los sistemas de parado y puesta en marcha, probado en Europa bajo el programa UDC, así como sobre los avances en las restricciones electrónicas a los excesos humanos y sistemas de conducción automática.

Más adelante, se presentó la prioridad de la seguridad en los vehículos pesados cuyos fabricantes están interesados en sistemas que impidan que el vehículo se salga del carril, y la de procurar llamadas más rápidas a los servicios de emergencia de forma automática cuando salten los *airbags*.

Por lo que se refiere a multimedia, se informó sobre el auto PC, lectores de DVD y pantallas integradas a bordo del vehículo, así como las probabilidades de recibir un *e-mail*, etc.

Finalmente, la ponencia analizó las posibilidades del GPS, que hace necesario que la eficiencia alcance a la precisión y cobertura de los mapas que aparecen en pantalla, del GPS portátil, de la extensión futura del uso de controles remotos por infrarrojos y de las autopistas inteligentes, deteniéndose en el análisis de los RDS-TMC, DAB y GSM.

Sesión II.- Gestión y control de tráfico interurbano

D. Jesús Díez de Ulzurrun, de la DGT, presentó **"La red de comunicaciones para la transmisión de datos"**



Vista parcial de la sala. En primer plano y a la izquierda, D. Federico C. Fernández Alonso, uno de los ponentes de la primera sesión.

hacia los Centros de Gestión de la Dirección General de Tráfico". En ella, tras analizar el objeto de la red y lo imprescindible de su existencia, subrayó el éxito de su Sistema de Control y Gestión de Tráfico que se basa en el análisis combinado de la información que se recibe del conjunto de equipos instalados en campo y destacó algunos de los requerimientos que han de cumplir los sistemas de comunicaciones de transporte para la DGT. Tras ello, explicó la evolución habida en ella y afirmó que la última tecnología de compresión de vídeo (CODECS, MPEG) está permitiendo la integración del vídeo sobre las redes digitales de transporte; así como que empieza a desarrollarse la tecnología WDM.

En cuanto a la situación actual, el cuadro refleja en resumen la intervención del ponente.

Tras exponer la topología de la red, los medios de transporte y el back up, subrayó que las redes de transporte más utilizadas en la DGT son el SDH (STM-1-4) y el SDH (STM 1)/SDH compacto. Tras definirlos, explicó algún inconveniente de las redes SDH, pasando a hablar de los modos de distribución y de los diferentes modos de redes usadas, así como de las tendencias futuras como la estandarización que la DGT está emprendiendo en todos los campos y, especialmente, en los equipos específicos de control de tráfico. Las redes ATM, las tecnologías PON, y la tecnología xDSL, así como los servicios móviles, dieron paso a la conclusión de que desde hace algunos años la actitud de las administraciones, y concretamente de la DGT, junto con la industria del sector, ha sido decididamente innovadora, incorporando las tecnologías que apuntaban rasgos de consolidación y avanzando en el desarrollo de los nuevos servicios.

En la actualidad, el espectacular desarrollo de las redes de te-

SITUACIÓN ACTUAL

Tres niveles de red transporte, back up y distribución.

- Integración de datos y audio en una red digital tipo SDH y vídeo digitalizado
- Red analógica de vídeo por fibra óptica.
- Redundancia

Nivel Transporte y back up		Nivel distribución	
1. FDDI (Poco usado)	Topología	Interface/equipo de transmisión/medio	Velocidad
<ul style="list-style-type: none"> • 100 Mbps • 100 km • datos (voz y vídeo sobre IP) • 500 nodos 	• Punto a punto	RS232/RS422 (modem) cobre/F.O.	<19,2 Kbps
	• Multipunto	RS485(modem) cobre/F.O.	
	Ethernet	Roters, switches...	<10 Mbps
	FDDI	Adaptadores FDDI/F.O.	<100 Mbps
2.SDH:			
<ul style="list-style-type: none"> • 155 Mbps - 2,4 Gbps (STM - 1 ...STM - 16) • >500 km • Datos y Audio • Vídeo Digital 	Bus de campo (Profibus...)	Adaptadores de interface cobre/F.O.	<12 Mbs
	Inalámbrico	Modem GSM, radio	<14,4 Kbps
	Conexión directa a nodo	Multiplexor de audio N x E1/T1	64 Kbps Nx2Mbps
	Conexión directa a nodo	N x E1/T1, CODEC MPEG	Nx2Mbps

Cuadro resumen de la situación actual presentado por D. Jesús Díez de Ulzurrun.

lecomunicaciones se ha trasladado definitivamente al entorno de los sistemas ITS de la DGT, potenciando los sistemas de transporte de información y mejorando con ello la gestión del tráfico.

"ITS como herramienta para la mejora de la seguridad de la circulación y la movilidad de los ciudadanos", fue presentada por **D^a María Dolores Pérez Villaplana**, de la DGT de Valencia. En ella, presentó el coste social y económico del transporte, así como del incremento de la demanda de la movilidad, afirmando que el aumento de la siniestralidad, de la contaminación y del ruido y la congestión y, en definitiva, el deterioro de la calidad de vida exigen un control de la movilidad que es facilitado por los SIT.

Como conclusión de su intervención, afirmó que los Sistemas Inteligentes de Transporte ayudan a resolver el problema de la gestión de la movilidad y que contribuyen de una manera parcial, a su solución; pero deben ser respaldados en su aplicación por un soporte administrativo, que pasa desde la participación en proyectos de investigación hasta la creación de un marco legal claramente definido que permitan su pleno desarrollo.

Finalmente, resaltó que su efectividad puede verse restringida grandemente por la falta de disciplina vial.

D. Juan López Torrent, de Sainco Tráfico, presentó la ponencia **"Sistemas para la supervisión del cumplimiento de las normas de tráfico"**, en la que hizo un recorrido por las posibilidades que dan las tecnologías actuales de captura y transmisión de imágenes, así como su tratamiento, con el fin de identificar a los posibles infractores de las normas de tráfico.

Entre sus conclusiones, destacó la necesidad de una legalidad que acepte los registros fotográficos y que responsabilice de las infracciones al dueño del vehículo, como ocurre en algunos países. Además, que las infracciones que se realizan en puntos concretos son fáciles de detectar y registrar, como ocurre con los semáforos en rojo y cuando no se respetan las señales de stop; pero que las infracciones en carriles son problemáticas de detectar y registrar por sistemas automáticos. Así mismo, que los actuales sistemas son fáciles de gestionar, debido al amplio uso de las tecnologías de informática y comunicaciones; y, finalmente, que desde un punto de vista de

seguridad es importante el uso de estos sistemas a fin de reducir la siniestralidad.

D^a. Leonor Berriochoa Alberola, de la Dirección General



Área SERTI.

de Tráfico, presentó **"El Proyecto Euro-regional SERTI (South European Road Telematics Implementation)"** que es una iniciativa de las administraciones de tráfico de Francia, Alemania, Italia, Suiza y España en colaboración con otros organismos y sociedades y con la ayuda financiera de la UE, con el objetivo de instalar e implantar sistemas y servicios telemáticos aplicados al tráfico por carretera. En España, el área Serti está delimitada por la N-II, N-III y la A-7. Posteriormente presentó los países y regiones del área Serti, las organizaciones involucradas y describió el proyecto y sus principales objetivos e impactos, afirmando que el desarrollo de los ITS ha sido una de las prioridades de la UE.

Tras explicar sus actividades, hizo referencia al SERTI IV, que es la continuación de los trabajos desarrollados en las fases anteriores desde enero de 1999 hasta mediados del 2000.

Como conclusión, afirmó que todas las iniciativas innovadoras puestas en marcha en la UE forman parte de una nueva generación de proyectos que tienen como meta completar una red de transporte integrada y eficiente. Además, la Comisión Europea

quiere implantar los sistemas inteligentes de transporte en la red europea que permitan una gran difusión de los beneficios de estas aplicaciones y hagan posible una movilidad real y duradera en Europa, por lo que continuará financiándolas y ayudará a crear nuevos programas que respondan a sus objetivos de política común de transportes.

La DGT continuará manteniendo su actividad en esta línea que ha hecho de esta institución *"un referente en la aplicación de la telemática para la gestión de tráfico a nivel europeo y la ha llevado a ostentar el liderazgo mundial en esta materia"*.

D. Juan José Hermoso, de Indra, presentó la ponencia **"Aplicación práctica ERU (Estación Remota Universal): señalización dinámica en la M-40"**, informando de la experiencia del proyecto de instalación y puesta en explotación de un sistema integral de control de tráfico en la M-40 madrileña, entre el nudo de El Barrial y el de la Zarzuela y su cierre integrado total, con el que —según el autor— culmina la tan ansiada normalización de equipos básicos destinados al control de tráfico interurbano, tales como la ERU.

En su centro de control se instaló el denominado Siga 2000, que aúna últimas tecnologías en aplicaciones y soporta a las ERUs normalizadas. Entre los subsistemas gobernados desde el Centro, vía Siga 2000, están los relativos a la señalización variable, la captura de datos de tráfico y las integraciones en relación con la retroproyección y subsistema CCTV; la señalización de los primeros es soportada por paneles de mensaje variable, dotados de parte gráfica y otra alfanumérica, la mayoría a todo color, y enlazadas con la ERU mediante línea en conexión punto-punto.

Tras afirmar que la ERU informa al centro de control y en tiempo real de cualquier incidencia, explicó los mecanismos

de "reposicionamiento de señalización" o "actuación en modo aislado" y la forma de operar del sistema de captura de datos.

En cuanto a la infraestructura de comunicaciones, se ha combinado el sistema a nivel Red de Transporte (SDH) con un diseño de Red IP de Área Extendida soportado por equipos de mercado.

Toda ERU se conecta a una red Ethernet mediante 2 interfaces físicas; los enlaces entre el Centro de control y cada uno de los nodos SDH-P de la carretera son virtuales Punto Punto a 2 MegaBits y el sistema de comunicaciones se ha completado con un tercer enlace de *back up* o emergencia vía GSM.

D. Enrique Amat, D. David A. Graullera y D. Francisco Soriano, del LISITT de la Universidad de Valencia, presentaron la **"Migración del Sistema RDS-TMC al DAB"**. En ella, tras una introducción histórica, comenzando por la radio digital, se hizo una breve historia del estándar europeo DAB (Digital Audio Broadcasting): sistema de radiodifusión digital desarrollado por el proyecto Eureka 147 de la UE. Después, se explicó su situación en Europa hasta llegar a España, en donde se acaba de aprobar el Plan Técnico nacional de la radiodifusión sonora digital terrenal. Más adelante, se hizo una introducción a la técnica OFDM-Orthogonal Frequency Division Multiplex y la de compresión de ancho (denominada MPEG Ancho Cope 2, también conocida como Musicam) y los servicios adicionales.

Posteriormente, se detuvo en las aplicaciones ITS a través de DAB, su mercado potencial, las aplicaciones y sus redes de transmisión.

Para los ponentes, no es necesario continuar utilizando los protocolos y métodos empleados en el RDS-TMC para transmitir información de tráfico vía DAB.

También, se afirmó que una buena solución podría ser dar la

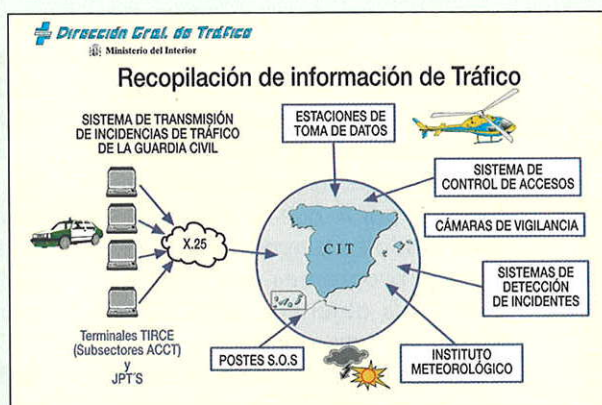
información de tráfico mediante transmisión de páginas web, como primer paso hacia la migración de tecnología de radiodifusión (RDS a DAB) para dar información de tráfico.

Además, no hay receptores DAB que soporten la aplicación TMC en sí, puesto que han de estar conectados al bloque decodificador, o a un sistema inteligente para interpretar los mensajes TMC.

El RDS-TMC está ahora dando sus primeros pasos como servicio de información de tráfico; y el TMC, a través de DAB, seguirá sufriendo las limitaciones del RDS, con lo que debemos prescindir de ellas y sacar partido de las altas prestaciones de la transmisión digital completa.

D. Luis Alberto Hernández López, del Centro de Gestión de Tráfico de Madrid, presentó el funcionamiento del Centro que dirige, primero en la gestión de tráfico interurbano de la DGT y coordinador de los demás.

Su sistema de toma de datos se realiza a través de equipos detectores tradicionales, como las espiras de inducción magnética, o de procesamiento de imágenes, contando con estaciones de visión artificial y cámaras para la detección de incidentes. Una vez recogido y elaborado el nivel de circulación del tramo, se presentan al operador gráficamente, permitiéndole visualizar el esquema de la carretera o carreteras y su circulación. Detectado un incidente, se ratifica mediante la visualización a través de las cámaras de TV en carretera, y se establecen las estrategias de regulación, procediendo a la señalización de las incidencias y actuando en consecuencia. La señalización se hace a través de paneles de mensajes variables localizados en la vía, y las comuni-



Recogida y transmisión de la información descritas en la ponencia de D. Luis Alberto Hernández.

caciones entre paneles y el Centro de Gestión se hace a través de una red de fibra óptica propiedad de la DGT.

Tras ello, presentó la experiencia de la explotación de la calzada central de la N-VI, BUSVAO, única experiencia europea en funcionamiento de una vía reversible de uso discriminado.

La recogida de información y su transmisión al usuario se pueden apreciar en los dos esquemas adjuntos.

El resto de su intervención el ponente lo dedicó a explicar los sistemas de información telefónica a través del 900, Audiotelex, teletexto, etc.

D. Adriá Puigpelat Marín, del Centro de Gestión de Tráfico de Barcelona, describió el "Centro de Gestión de Tráfico de Cataluña", que dirige y que es utilizado conjuntamente por la DGT y el Servei Català

del Transít de la Generalitat de Catalunya. Tras explicar sus funciones, mencionó los medios humanos y técnicos de que dispone: 1 director, 3 jefes de explotación, 18 operadores, personal administrativo, 3 pilotos y 3 mecánicos de la patrulla de helicópteros y el soporte activo de otras unidades. En total, más de 200 personas a las que se le une la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil. En cuanto a los equipos, para la monitorización: circuito cerrado de TV con 74 cámaras propias y más de 200 si le añaden las del Ayuntamiento, Acesa, Aucat, etc. y más de 300 espiras electromagnéticas, así como la colaboración de la Guardia Civil y de los Mossos d'Esquadra.

Tras explicar el sistema y proceso de información destacó, entre los sistemas recientemente implementados, el mapa continuo de tráfico y el de información sobre tiempos de recorrido e incidencias que es novedad en España para tráfico interurbano.

Como resumen y entre otras afirmaciones, comentó que el objetivo de los nuevos sistemas debe estar claramente orientado a la simplificación y automatización de las tareas que deben realizar los operadores y gestores de tráfico. Además, que los Centros de Gestión de Tráfico no sólo no deben ir a remolque del importante desarrollo que están teniendo las tecnologías de la información y las comunicaciones, sino que deben adelantarse a los acontecimientos y participar activamente en la puesta a punto de nuevas tecnologías emergentes.

D. Luis E. Lorenzo Heptener y **D. Rafael Castro Torres**, de la Jefatura Provincial de Tráfico de Málaga, presentaron "El Centro de Gestión de Tráfico de Málaga", comenzando por justificar su crea-

ción e informando de que dispone de 50 cámaras de TVCC, 35 paneles de mensaje variable, 2 estaciones meteorológicas, 22 estaciones de toma de datos, 40 remotas, 11 señales ocultas de velocidad, 260 espiras y 1 039 postes SOS, desde los que se realizaron 16 158 llamadas en los primeros meses de 1999, en un 65% debidas a averías.

Posteriormente, se subrayó el descenso de la siniestralidad gracias a las señales ocultas de velocidad, que corresponde a un 30% y al 7% en la víctimas, y el establecimiento de itinerarios alternativos que afectan a los zonas de Estepona, Marbella, Fuengirola, etc.

Para finalizar se afirmó que en los Centros de Gestión se impone la necesidad de una respuesta ágil y cierta ante cualquier demanda de información, para lo cual deberá contar con los medios personales y técnicos más adelantados.

Esta información, que puede llegar por diversos medios, debe ser suficientemente tratada para poder vocarla hacia el usuario a través de mensajes en diferentes soportes.

Las **"Tecnologías de ITS aplicadas en el sistema de control de acceso a Sevilla y Puente del Centenario"**, fueron presentadas por **D. Enrique Belda Esplugues**, de la Jefatura Provincial de Tráfico de Sevilla. El sistema presta una atención especial a la SE-30 de Sevilla, principalmente, y a las N-IV y A-49, destacándose la ampliación que se ejecuta ahora en el sistema con la denominada "Autovía de Bellavista". Su objeto es el control en tiempo real del tráfico en las vías mencionadas. Su elemento central es una serie de ordenadores con un array de 8 discos de 4 Gb que controlan un alto número de



Localización de los Centros de Gestión de Tráfico en España.

periféricos de servicio conectados mediante una red local.

En el sistema se incluirán un nuevo retroproyector para el CGT estructurado en módulos y la información sobre tiempo de recorridos para la variante de Bellavista.

Tras explicar las tres estaciones de trabajo y sus funciones, y la disposición de un ancho de fibra óptica que incorpora cinco nudos de comunicaciones de área que soporta un sistema de alta velocidad SDH a 155 Mbit/seg, enunció los elementos del equipo de campo y describió el sistema.

Sobre el sistema Tryss en Sevilla, sistema experto instalado en Sevilla en 1992, explicó que se comunicaba con éste, con el objetivo de proporcionar estrategias de señalización dependiendo de los niveles de servicio de los tramos de las vías y las incidencias, que en ellas pudieran existir.

Este trabajo está basado en proporcionar datos de aforos desde el sistema de control de accesos hasta un directorio, donde accede el Tryss cuando es avisado, analizando posteriormente dichos aforos y diseñando un plan de señalización, el cual se deposita en el directorio común a ambos sistemas, y tras un aviso del Tryss al SCA éste recoge el plan y lo carga, dándole la po-

sibilidad al operador de un nuevo envío.

Sesión 3.- Explotación de carreteras

D. Francisco R. Soriano García, del Instituto de Robótica de la Universidad de Valencia - LISSIT, presentó el tema **"Sistemas de cobro electrónico de peajes en Europa: tecnología, normalización y realizaciones"**. En él ex-

plícó los motivos para el cobro por el uso de la carretera y para el cobro electrónico, en el que subyace una serie de problemas como qué hacer con el que no paga y cambia de país, la falta de normalización, etc.

El ponente propuso usar un sistema de telepago sobre comunicaciones de corto alcance (DSRC) a 5,8 Ghz, basado en el proyecto de estándar europeo. Su esquema básico funcional sería el mostrado en el gráfico y conlleva la instalación de un equipamiento a bordo del vehículo, un sistema de comunicaciones con el exterior (que en este caso será el DSRC), otro de clasificación del vehículo al cual se quiere cobrar, un conjunto de antenas instaladas sobre la carretera en la que se quiera realizar el telepeaje, y un sistema de captación de infractores.

Otros sistemas proponen usos de diferentes frecuencias en la comunicación (radiofrecuencia, infrarrojos) o de un sistema que no necesite una instalación en la carretera (GSM+GPS, uso del futuro tacógrafo digital).

"Mejora de la Seguridad de la circulación a través de medidas de ITS: experiencias actuales y potencial de futuro" fue la ponencia presentada por **D. Roberto Llamas Rubio**, de la Dirección

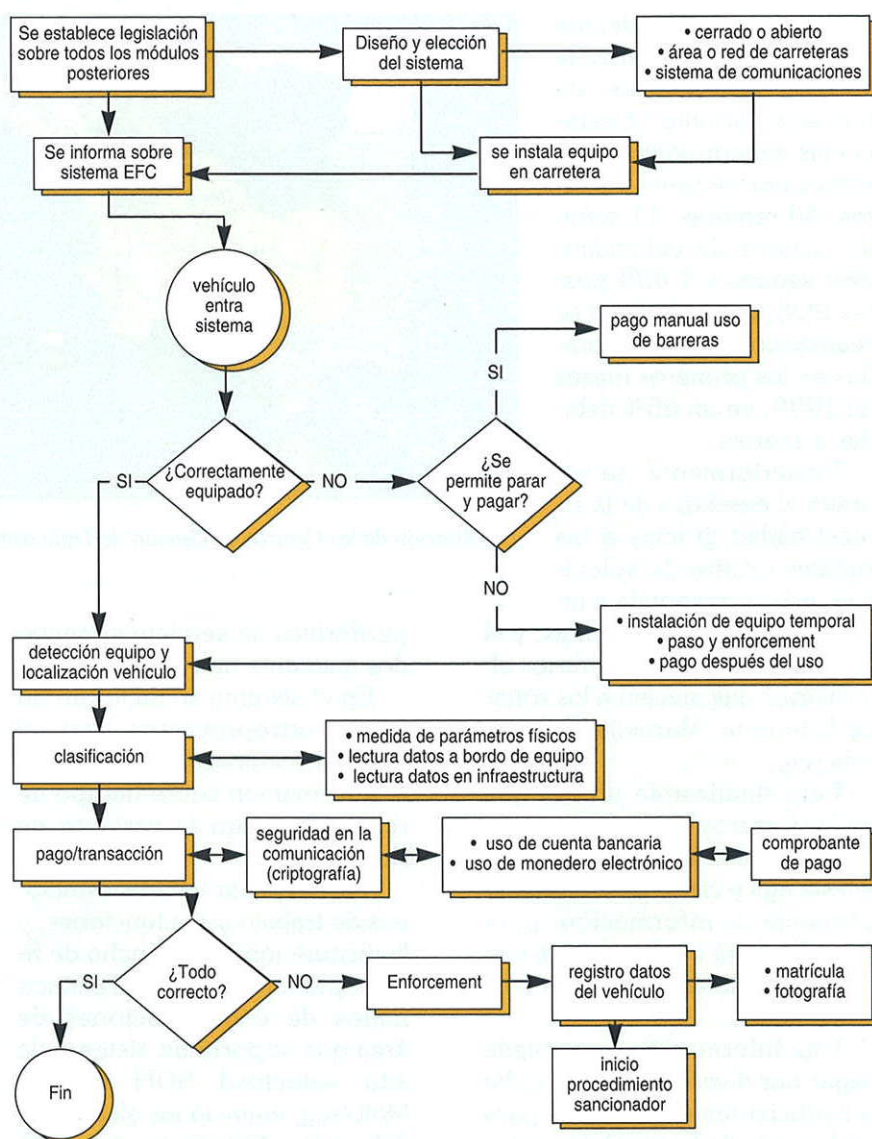
General de Carreteras del Ministerio de Fomento; **D. José M. Pardillo Mayora**, de la U.P. de Madrid; y **D. Alonso Domínguez Herrera**, de Prointec, S.A. En ella, se analizó la relación entre la seguridad de la circulación y los SIT, el efecto de los sistemas avanzados de control y gestión de tráfico, las repercusiones en la seguridad vial en condiciones adversas, así como la mejora de la asistencia a heridos gracias a sistemas centralizados de gestión de incidentes, etc.

El potencial de mejora de la seguridad vial a través de los desarrollos ITS es enorme; y así los sistemas de "ramp metering", implantados en diversas zonas urbanas de Estados Unidos, han reducido reducido el índice de accidentes en hora punta hasta un 40%. De la misma forma, la gestión avanzada de las operaciones de vialidad invernal, mediante sistemas avanzados de información meteorológica, permite mejorar la seguridad en condiciones climatológicas adversas y disminuir sustancialmente la accidentalidad.

Con los sistemas de prevención de colisiones se calcula que se podrán evitar del orden de 5 500 accidentes y 320 víctimas mortales al año.

Otras tecnologías ITS presentan también posibilidades de reducción de los accidentes y en un escenario de implantación de sistemas de guía automática, la reducción superaría el 80%. Finalmente, la mejora de la seguridad vial, que puede conseguirse a través de la implantación de sistemas ITS, es uno de los aspectos esenciales para fomentar su desarrollo e implantación al mayor ritmo posible.

D. Humberto Cerón Sánchez y **D. Arturo Corbí Vallejo**, de Sainco Tráfico S.A., presentaron la ponencia titulada "**Detección automática de incidentes en túneles y autopistas**". En ella y tras analizarse los factores básicos que



Esquema básico funcional expuesto por D. Francisco R. Soriano.

afectan a la seguridad, se definió la percepción como "una sensación subjetiva, susceptible de producirse en los individuos en mayor o menor grado ante una misma actuación".

Ya en el túnel, se explicaron los problemas de adaptación de la visión (el efecto agujero negro y el efecto pared) y los parámetros que afectan a la seguridad de la conducción. Para los ponentes, la vía puede ser mejorada por los diseñadores y por los explotadores a través de un buen análisis de riesgos/seguridad, que permita definir los mejores procedimientos de opera-

ción, y con la instalación de los sistemas de control más adecuados, que permitan detectar cualquier evento y reducir al máximo el tiempo de respuesta de los explotadores.

Más adelante, se presentó el procedimiento empleado para la evaluación de riesgos en el enlace de Öresund, el método "HAZOP" y el "WHAT IF".

Tras detenerse y explicar el funcionamiento del Sistema de Detección Automática de Incidentes (DAI), basado en el procesamiento de imágenes de video (VIP), analizando sus aspectos fundamentales, especialmente la cá-

mara y su CCD, se calificó al sistema como fundamental en cualquier carretera e imprescindible en túneles y demás puntos singulares.

Para finalizar, se afirmó que fruto de la experiencia y para que los usuarios perciban una sensación de seguridad, se deberá analizar exhaustivamente todo aquello que se instala en una vía. Además, que el uso de métodos rigurosos para el análisis de la seguridad ha demostrado una mayor eficacia en la definición y diseño de los elementos de seguridad.

La **"Implantación de estaciones de pesaje dinámico en la Red de Carreteras del Estado"** fue presentada por **D. Francisco J. Pardo Ríos**, de la *Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento*. Comenzó su intervención informando que su Dirección está desarrollando un programa para dotar a la Red de Carreteras del Estado de estaciones de pesaje dinámico. Sus objetivos son preservar el patrimonio viario y regular el sector del transporte y la seguridad vial. El ponente destacó que los vehículos sobrecargados son los responsables del 15% del deterioro de los firmes flexibles, del 50% de los semirrígidos y que el porcentaje de accidentes en los que se ven implicados vehículos pesados es aproximadamente del 26%.

En cuanto a su localización, se prevén 70 estaciones de pesaje: 39 en autovía y 31 en carreteras convencionales, ubicadas con criterios de respeto a las distancias de seguridad entre entradas y salidas consecutivas, considerando la ubicación de futuras áreas de servicio y descanso, la existencia de posibles vías de escape de los vehículos sobrecargados, la calidad geométrica de la calzada, etc.

En la actualidad se han redactado 2 proyectos constructivos y se están redactando otros 7. En cuanto al diseño, existen dos ti-

pos, uno para autovía y otro para carretera convencional, diferenciándose exclusivamente en el dimensionamiento de los viales de entrada y salida y en la amplitud de la zona de estacionamiento. Ambos irán provistos de sistemas de pesaje dinámico de alta y baja velocidad o estático, con un equipamiento amplio.

"La experiencia de gestión de un peaje 100% electrónico en Canadá y su aplicabilidad a las autopistas españolas", fue presentada por **D. Rafael Fando Mestre** (Cintra, S.A.) y **D. Javier Pérez Fortea y Adolfo Rodríguez**. En ella, se describió el sistema de peaje de la 407 ETR, una de las principales autopistas de circunvalación del área metropolitana de Toronto (Canadá), y la primera autopista de peaje del mundo dotada de un sistema de peaje totalmente electrónico "free flow" en la que las transacciones se registran al paso del vehículo por lectura del "transponder", imagen de la matrícula. Tras ello se explicó su proceso y los componentes del sistema.

Posteriormente, se presentaron los condicionantes de la explotación y los requerimientos del sistema y, de ahí, se pasó a exponer la situación del telepeaje en España, como el sistema Teletac en las autopistas catalanas, el empleado en la Bilbao-Behovia, que fue el primer sistema de telepeaje en España con esquema cerrado sin detención del usuario, o el de la autopista del Sol en Málaga. Para finalizar, y entre otras conclusiones, se dijo que España no debería quedar rezagada en la implantación de los peajes electrónicos "free flow" en su red de autopistas y que la viabilidad de estos proyectos en Europa depende hoy día más de los condicionamientos sociales y legales que de los problemas tecnológicos. Además, es fundamental informar e implicar a los propios usuarios y disponer del apoyo decidido de

las Administraciones públicas en todos los ámbitos, que se deberá materializar en unos servicios públicos y mixtos de apoyo al telepeaje.

D. Ramón García Bayo, de *Eliop, S.A.*, presentó la **"Detección automática de incidentes en carreteras y túneles"**. Para el ponente, los Sistemas DAI deben ser, por diseño, flexibles y configurables para adecuarse a los diferentes requerimientos de cada instalación destacando las del túnel de Somport. Antes de proseguir definió los incidentes y afirmó que la detección automática de incidentes se ha realizado básicamente por lazos de inducción magnética instalados bajo pavimento y equipos de visión artificial, exponiendo los pros y contras de cada caso y subrayando que un DAI, basado en visión artificial, se encuadra dentro de los sensores no invasivos y que detecta, no estima, el incidente, pero tiene una mayor afectación por las condiciones ambientales.

Tras describir la arquitectura de un sistema DAI, presentó los componentes del basado en visión artificial y explicó la constitución del *software* del sistema, cuya plataforma *hardware* puede estar basada en procesadores tipo PC o en los llamados DSP o procesadores digitales de señal. Desde el punto de vista funcional, un DAI de área extensa dispone de tres módulos: de detección y seguimiento, de base de datos (de configuración, de tiempo real, de datos históricos y de sucesos) y de comunicaciones.

Las funciones principales de un puesto central DAI, el filtrado de incidentes y la explicación detenida del gestor de bases de datos, así como el interfaz gráfico de operador, dieron paso a la finalización de su exposición, subrayando -tras analizar su validez para el peaje en sombra y las últimas adjudicaciones en trámite en el Reino Unido- que los sistemas de detección automática

Simposios y Congresos

de incidentes son una herramienta muy útil, pues permiten actuar sobre los incidentes que dificultan el tráfico inmediatamente que se producen.

El **"Sistema centralizado de ayuda a la explotación de las autopistas de la región metropolitana de Buenos Aires"** fue presentado por **D. René-François Lelièvre**, de Isis, y **D. Augusto Ramos Méndez**, de Movisis. En su introducción y antecedentes, se refieren a la red de vías rápidas urbanas designadas como "Red de Acceso a Buenos Aires", que están bajo la jurisdicción del organismo estatal OCRABA (Órgano de Control de la Red de Accesos a Buenos Aires) y que pretende optimizar el funcionamiento de las infraestructuras existentes y potenciar la multimodalidad de los desplazamientos, objetivos que en gran medida pueden hacerse mediante la telemática. Tras definir los objetivos de OCRABA, se pasó a exponer las fases en el desarrollo del sistema ITS que pasarían por la implantación de un centro de control en los locales de AUSOL (concesionaria del Acceso Norte), desarrollando, en una primera fase, exclusivamente las formas de supervisión; extensión de los centros de control al resto de concesiones, desarrollo de recogida de datos históricos, estudios y redacción de pliegos técnicos del centro de control de OCRABA; y, finalmente, la operación o gestión desde el centro de control. Las etapas serían: a) un grupo de trabajo prepara estrategias y acciones comunes de explotación e información, y asegura la coherencia y el control de la implementación; b) se define el nivel de interoperatividad entre todos los operadores con una red adecuada de comunicación; y c) se construye el centro de coordinación e información.

D.ª M.ª Elisa Martín López, de Indra, presentó la **"Aplicación práctica ETC: Shang-**



Localización de las estaciones de peaje presentada por D. Francisco J. Pardo.

hai-Nanjing Expressway" contenida en el proyecto para la redacción de un sistema de peaje electrónico y de control de tráfico en China que se compone de un sistema de peaje dinámico ETC (*Electronic Toll Collection*) de 44 vías de peaje canalizado, en las que se ha instalado una antena que establece la comunicación vía radio con la unidad *transponder* o *tag* del vehículo y cuyo sistema se compone de un centro de control, 5 subcentros, 19 plazas, 111 vías manuales, 44 vías de telepeaje de entrada y salida, 9 puntos de venta a bordo. El sistema de control de tráfico tiene 39 estaciones remotas de toma de datos. Además, posee los siguientes subsistemas: de señalización variable con 29 paneles, de videovigilancia en toda la autopista con 36 cámaras, de telefonía privada para toda la explotación con 1 500 teléfonos y un sistema de comunicaciones SDH (21 nodos) que integra todos los equipos de comunicaciones. Tras ello hizo una descripción del sistema de peaje, citando todo su equipamiento.

Así mismo y sobre la funcionalidad del centro de control, éste gestiona la configuración de todo el sistema, conoce el estado de todas las vías, estaciones y subcentros del sistema ETC y

también del MTC. En él se elaboran las tarifas, se gestiona la lista blanca de *tags*, los operadores y sus privilegios y realiza el control del "clearing". Tras presentar las 5 funciones básicas del punto de venta, la integración MTC-ETC, su puesta en marcha, el sistema de seguridad y la ampliación de la autopista, valoró la experiencia del trabajo realizado en aquel país.

D. Miguel González Fabre y **D. Octavio Cabello Villalobos**, de Inarsa, presentaron los **"Sistemas de pesaje dinámico a alta velocidad"**. Tras definir el concepto de pesaje en alta velocidad HS-WIM, se explicaron los principales componentes del sistema: sensor de paso, detector de presencia, electrónica del sistema y armario de conexiones. Los primeros se clasificaron en lineales y superficiales y, dentro de ellas, en sensores basados en: células de carga, placas de flexión, materiales piezoeléctricos, placas y barras capacitivas.

Tras citar los factores que influyen en la precisión de la medida, se expusieron los tipos de sistemas de pesaje dinámico según su instalación (fijas, portátiles o móviles) y según la velocidad de la circulación (de baja velocidad o LS-WIM, 5-10 km/h de velocidad, y de alta velocidad

o HS-WIM, a velocidades normales).

Sobre las líneas actuales de investigación, se citaron las basadas en múltiples sensores y en sensores en puentes (B-WIM).

Más adelante, se puntualizaron los datos suministrados por un sistema de pesaje de alta velocidad y se aproximó a los asistentes a la experiencia obtenida de la red Siredo, en Francia, que tiene 153 sistemas de pesaje conectados telefónicamente al mando central y a diversos mandos regionales y locales. El *software* que gobierna la Red (denominado "Melodie") llama cada 72 horas automáticamente a todos los sistemas obteniendo la información recabada.

D. Enrique de Ramón y Cano, de Aumar, y D. José L. Pérez Iturriaga, de SICE, presentaron las **"Consideraciones sobre la implantación de medios de pago dinámicos en las autopistas de peaje españolas. Aspectos de interoperabilidad y ventajas para la operación"**.

En ellas se afirmó que las últimas tendencias tecnológicas en sistemas control y cobro de peaje para concesionarias de autopistas se dirigen hacia la implantación progresiva de medios de pago dinámicos que permitan eliminar las detenciones del usuario y reducir en lo posible los costes de operación de las autopistas, aumentando a su vez su capacidad de absorción y gestión del tráfico.

Tras analizar algunas de las dificultades para dicha implantación, se concluyó en que la implantación de medios de pago dinámicos exige una serie de decisiones complejas. Considerando el estado actual de los trabajos de normalización del CEN, los recientes acuerdos entre importantes fabricantes europeos de tecnología de peaje y pese a las dificultades que todavía existen para la consolidación de dichos estándares, el actual es un

momento importante para avanzar en los acuerdos entre concesionarias para decidir la implantación de sistemas prototipo que ayuden en la evaluación de problemas y en la toma de decisiones de futuro.

Para ello es importante dar un impulso, desde las asociaciones de concesionarias, establecer un marco legal ágil y satisfactorio que asegure el cumplimiento de la obligación de abonar el importe de peaje por parte de los usuarios y fomentar la aparición de entidades independientes emisoras de medios de pago dinámicos, que resuelvan el problema de la interoperabilidad contractual y los aspectos de comercialización y distribución.

D. Ángel Cano González, de AUMAR, presentó **"La utilización de las comunicaciones dedicadas a de corto alcance a 5,8 GHz para intercambio de información bidireccional de tráfico entre el usuario y la autopista"**, con el propósito de hacer una breve descripción de sistemas destinados al intercambio bidireccional, automático y "cuasi continuo" de información entre usuarios y operadores de autopistas.

Su propósito era hacer una breve descripción de estos sistemas y de sus perspectivas futuras que dependerán, en gran medida, del Proyecto MARTA auspiciado por la UE. Tras citar los antecedentes, aplicaciones de las DSRC y sus características, pasó a la composición de sus sistemas de intercambio bidireccional de información. Posteriormente, habló sobre la información intercambiada y sobre la normalización de estos temas para pasar a presentar el proyecto MARTA.

Entre sus conclusiones destacamos las posibilidades que ofrecen las Comunicaciones Dedicadas de Corto Alcance en el campo de la Telemática del Transporte que son realmente importantes, pero su eficacia

quedará muy limitada, si no se hace un esfuerzo para conseguir la compatibilidad de todos los sistemas que utilicen la tecnología DSRC para intercambio de información en ruta, entre la autopista y sus usuarios.

El objetivo final sería que en la Red Europea de Autopistas, cualquier usuario pudiera realizar desplazamientos por todo la red, utilizando en cualquier momento todas las facilidades de TTI ofrecidas por los distintos operadores, sin necesidad de variar el equipamiento de su vehículo.

D. Jesús M^a Leal Bermejo, del CEDEX, presentó la ponencia **"Aspectos generales del pesaje en movimiento y principales aplicaciones"**. Estos sistemas de pesaje dinámico proveen de un conocimiento real de los pesos y cargas de todos los vehículos durante las 24 horas del día y facilitan la obtención de unas estadísticas acumuladas del tráfico pesado y la disposición de datos detallados. Tras indicar las líneas de investigación y programas abiertos, pasó a exponer los componentes principales de un equipo de pesaje dinámico.

Entre sus aplicaciones al control legal de pesos brutos y cargas por eje, justificó en primer lugar las posibles consecuencias de las sobrecargas, analizó los factores que afectan a la precisión del pesaje, comenzando por la interacción dinámica entre vehículo y pavimento que ocasionan la dispersión de las mediciones de un equipo de pesaje, cuya desviación típica varía entre un 7 y un 20%.

En cuanto al control directo de pesos y cargas, el autor se remitió a la utilización del pesaje en movimiento de alta velocidad (HS-WIM) para seleccionar los vehículos sobrecargados y a baja velocidad (LS-WIM) para sancionar. Por lo que se refiere a su aplicación al proyecto de firmas, subrayó la acumulación de los efectos de las cargas y los de las

cargas de distinta magnitud (ensayo AASHO, 1961), así como los métodos para considerar el tráfico en el proyecto de firmes.

La parte final de su intervención la dedicó a la aplicación del pesaje en movimiento al proyecto y mantenimiento de puentes, citando entre otros al Eurocódigo 1, Parte 3 "Cargas del tráfico en puentes", la evaluación de puentes en servicio, en los que una vez conocidas las cargas pueden evaluarse sus efectos con respecto a fatiga a través de la ley de Miner, así como al control activo del tráfico en puentes. Las aplicaciones del pesaje en movimiento a la gestión del tráfico y del transporte que se basa en su capacidad para proporcionar una detallada clasificación de los vehículos que constituyen el tráfico rodado, lo que permitiría su uso como método de control de los volúmenes de tráfico en los sistemas de peaje en sombra. El cobro de peajes en función del peso de los vehículos tiene su razón de ser en que el deterioro de los firmes es debido casi totalmente a la acción de los vehículos pesados y proporcional a su peso, por lo que sería natural cobrar más a los vehículos pesados por ese uso.

"Sistemas de información del estado de la calzada y de las condiciones meteorológicas y equipos automáticos de aspersión controlada de anticongelantes líquidos" fue el tema propuesto por **D. Eduardo Sierra y D. Bruno Ravera**, de Líneas y Cables S.A. En ella, se subrayó el objetivo perseguido presentando un procedimiento que parte de la recogida de datos en puntos estratégicos de la calzada, a través del sistema de previsión de formación de hielo, GFS 2000, que genera preavisos y alarmas que facilitan una rápida intervención. Además, para zonas críticas, los ponentes presentaron el sistema de aspersión automático de agentes anticongelantes TMS 2000.

En cuanto al GFS 2000, éste utiliza tecnología de las sondas activas. Mediante una simulación activa del proceso de formación del hielo, se pronostica el riesgo de formación en calzada, independientemente del tipo de agente anticongelante y de la composición de la mezcla líquida existente. Entre las sondas activas se presentó la BOSO, y la ARCTIS que actúa cuando la temperatura de la calzada desciende por debajo de los 4° C. Estos datos se recogen y elaboran en las estaciones de campo que llegan a un ordenador, equipado con el software BORRMA.

Cuando el sistema genera alarma, además de la prevención manual, se puede optimizar la gestión con los sistemas automáticos de aspersión de agentes anticongelantes que están constituidos por una unidad electrónica de control, una estación de bombeo con tanques de almacenamiento del anticongelante y una serie de cabezas o discos aspersores.

La utilización del TMS 2000 aporta las ventajas de un aumento de la seguridad vial y optimización del proceso de tratamiento, así como un ahorro del agente anticongelante, ya que dispersa cantidades muy pequeñas de éste (2g/m²).

Finalmente, se destacó la flexibilidad del proceso de tratamiento.

D. Pedro M. Galán Bueno, del Ministerio de Fomento, presentó la ponencia **"Red de estaciones permanentes de aforo en las carreteras estatales"**, presentando el Plan Nacional de Aforos que lleva a cabo la Dirección General de Carreteras.

En su exposición subrayó que sólo en una parte mínima de la red son aplicables las tecnologías de tiempo real y que la red completa de carreteras es sólo parcialmente conocida y cada una de ellas tienen una tipología, un tráfico y una función distinta, por lo que hay que conocer toda

la información que permita optimizar su función y uso, utilizando la tecnología adecuada. Posteriormente, presentó sendos cuadros en los que se expusieron la red de carreteras y el tráfico según su titularidad (año 1998), y el tráfico y longitud de las redes de carreteras ordenadas por tipo de vía y provincia. Más adelante, resumió las competencias y finalidad de la Dirección General de Tráfico y la de Carreteras, dadas las distintas finalidades de los datos de tráfico.

La expresión sintética de la utilización de los datos de tráfico en las distintas áreas encomendadas a la DGC, dio paso al tema final y principal de su exposición que fue el Plan Nacional de Aforos, cuya metodología y prescripciones para realizarlo consiste en la obtención, en un conjunto significativo de puntos de la red y para unos períodos determinados de tiempo, que varían entre unas horas y todos los días del año, de un conjunto de datos referidos al tráfico que circula en esos puntos, de manera que permita su expansión para todos los días del año y puntos de la red.

La exposición finalizó mostrando varios cuadros donde se recogen el número de equipos y estaciones de toma de datos en la DGC en 1999 (210 permanentes, 152 primarias y 367 secundarias) y las estaciones permanentes existentes y previstas en tiempo real con las tipologías de equipos (257 en el año 2000 y 575 con equipos Traficom III) y los errores en los equipos e indicadores de tráfico.

D. José Manuel Menéndez, D. Luis Salgado, D. Enrique Rendón y D. Narciso García, del Grupo de Tratamiento de Imágenes de la ETSI de Telecomunicación de la UP de Madrid, presentaron la **"Vigilancia de las autopistas mediante sistemas de visión artificial estereo"**, que presenta un sistema estereo de visión artificial para vigilancia en



Las sesiones fueron seguidas con mucha atención. En segundo plano y a la izquierda, D. Angel Lacleta, Presidente de la ATC.

carreteras, desarrollado dentro del proyecto Europeo ESPRIT 8819 VICTORIA, con claras ventajas adicionales en comparación con otros esquemas convencionales, basados en bucles inductivos y tubos neumáticos.

Se trata de un sistema no intrusivo, en el que su fase de instalación o mantenimiento no implica el cierre de ninguno de los carriles de la carretera y que es capaz de proporcionar imágenes de la zona supervisada para análisis visual por parte del operador de tráfico. Así mismo, no se desgasta con el paso del tráfico rodado, lo cual le dota de valores altos de MTBF, y su naturaleza es *portable*: se modifica la ubicación de la EL a otro pórtico, de manera sencilla.

Además, y comparado con otros sistemas monoculares de vídeo, el Victoria presenta la posibilidad de proporcionar medidas reales tridimensionales de los vehículos observados, lo cual permite tareas posteriores como la clasificación del tráfico, fundamental en sistemas de peaje automático.

Sesión IV.- Sistemas urbanos

La "Información al usuario de tiempos de recorrido

en tráfico urbano" fue presentada por **D. Faustino Martí Monzó**, del Ayuntamiento de Valencia, y **D. Juan Carlos de la Rosa Parras**, del Grupo Etra, informando sobre los distintos elementos de un sistema centralizado de tráfico, explicando el funcionamiento del sistema Infvoz, que funciona en Valencia desde 1991 y que clasifica al tráfico en fluido, denso o congestionado, y los resultados de los 26 paneles informativos de plazas libres de aparcamiento en funcionamiento desde ese año, de los 32 de itinerarios alternativos, ubicados en los accesos a la ciudad y principales avenidas y rondas, con información procedente de Infvoz, y los 34 de nueva generación para la información del tráfico en tiempo real, compuestos de un total de 4 líneas de 12 caracteres y 2 pictogramas.

Posteriormente, se explicó el sistema de Tiempo de Recorrido (SITRE), que se empezó a desarrollar en 1997 y cuyo proyecto se divide en dos fases que pueden solaparse y en la descripción física del sistema: equipos de calle (puestos de lectura y paneles de mensaje variable), sala de control con servidor SITRE (PC) y comunicaciones (por medio de cable de fibra óptica); y se dio paso a las funciones del sistema que son la toma de datos y pro-

ceso general (validación de matrículas, tiempos de viaje y de recorrido) de los que se dio una clara y detallada exposición.

Finalizó la intervención con el tema de información al usuario, informándose de que se ha desarrollado una interfaz de operador que, por un lado informa de las anomalías que se están produciendo, y, por otro, de los tiempos calculados, cantidad de matrículas leídas, etc., que le permite al operador validar el resultado final de todo el proceso cada periodo de integración, con lo que el tiempo de recorrido se enviará al panel, o se rechazará la propuesta si considera que la información no es fiable. En este caso se visualizará un mensaje por omisión del estado cualitativo de la circulación en ese recorrido, correspondiente a los tres niveles: fluido, denso y congestión.

D. Jaime Huerta Gómez de Merodio, del Ayuntamiento de Sevilla, expuso la "Cordinación de semáforos en la ciudad de Sevilla" presentó el problema del cálculo de los tiempos de los semáforos que, generalmente, se fijan en dos fases: regulación, en la que se establecen los tiempos en verde y rojo de cada semáforo; y coordinación, en la que se fijan los instantes en que ha de ponerse en verde cada semáforo, procurando la mayor fluidez posible. Posteriormente definió la coordinación perfecta y aclaró que aunque se fije ésta en una avenida, los semáforos en sentido contrario no tienen por qué estar perfectamente coordinados, como son las casos de las avenidas de Las Palmeras y de Kansas City.

Más adelante, se explicaron los casos de avenidas transversales y el concepto de tiempo de llegada, que varía entre el valor negativo del tiempo en rojo de la señal de llegada y su tiempo en verde. Para el ponente, las llegadas en rojo se clasifican en buenas cuando en pocos segundos se pone la señal en verde.

La relación entre los tiempos de llegada en pares contrarios y el desarrollo y explicación de los antecedentes de tráfico de la ciudad de Sevilla, junto al diseño de planes horarios con redes abiertas, que mejoran de forma drástica el control de la situación y conducción en las rutas, dieron paso a la exposición del método actual que pretende garantizar que los sentidos de circulación favorecidos tengan una coordinación correcta y la mejora, en la medida de lo posible, de los sentidos no favorecidos. Para la explicación del sistema, el ponente remitió a los asistentes a la página web del Centro de Control de Tráfico de Sevilla, explicando a través de gráficos los pasos que hay que seguir para la mejora de planes y la descripción de los conceptos utilizados.

"OPERA. Una herramienta de gestión de tráfico en tiempo real para una red mallada", fue la comunicación presentada por **D. Augusto Ramos Méndez**, de *Movisis* y **D. Jean Marc Morin**, de *Isis*.

OPERA es una herramienta de explotación que permite optimizar la gestión del tráfico en redes malladas, generando mensajes de información y de guía en paneles de mensajes variables situados permanente a los puntos de elección en la red. Ha sido desarrollada en el marco de los proyectos europeos Quo Vadis y Tabasco y está actualmente en explotación en el Centro de Control de Nadics de Glasgow. Está constituido básicamente por dos módulos: Simres, de simulación/previsión de tráfico y constituido sobre la base de un modelo de simulación macroscópica de 2º orden, denominado Metanet (ecuaciones de Payne-Papageorgiou) y Select, de generación de estrategias, que es un sistema experto que calcula las estrategias de información variable, posterior a la captura por parte del operador de un incidente.

Concluyó en que OPERA re-

presenta en tiempo real el concepto de simulación de los flujos de tráfico y es una potente herramienta de ayuda a la explotación para la gestión del tráfico de redes complejas que el operador humano no puede controlar. Además se encuentra actualmente en curso de extensión a la totalidad de la red vial escocesa.

Isis, que ha llevado a cabo estos conceptos en varias autopistas francesas, ha desarrollado y concebido esta herramienta, asegurando su instalación y mantenimiento.

D. Antonio Marqués Moreno y **D. Vicente Sebastián Alapart**, del Grupo ETRA, presentaron el **"Proyecto VINTAGE: Aplicación de agentes inteligentes al control distribuido de tráfico"**, que se encuentra dentro del programa de Investigación y Desarrollo en Tecnología de la Información de la DG XIII de la Comisión Europea. Tiene 33 meses de duración y es liderado por ETRA I+D y en él participan universidades de España, Gran Bretaña y Francia.

Tras introducir el proyecto y explicar sus antecedentes, el ponente identificó 3 mejoras que fueron seleccionadas como objetivos del proyecto y explicó la arquitectura lógica del sistema y el proceso *off-line*, llegándose, entre otras, a las conclusiones de que el sistema va a tener un gran impacto en el control del tráfico con una importante repercusión socioeconómica, puesto que implica una reducción de los tiempos de espera en las intersecciones, del tiempo de desplazamiento, del consumo de carburante y de emisiones.

Se trata de un sistema modular y escalable, que puede ser aplicado desde una intersección aislada hasta en una ciudad con una estrategia de global de control, en la que se respeta la autonomía de los reguladores a nivel de intersección. Igualmente, aplica una reducción en el tiempo de reacción a incidentes.

Sus resultados estarán disponibles en el año 2000, tras su demostración en un área de la red viaria de la ciudad de Valencia.

"Hacia un regulador de tráfico europeo que integre sistemas avanzados de sensorización y control", fue la ponencia presentada por **D. Antonio Marqués Moreno** y **D.ª Carmen Bachiller Martín**, del Grupo ETRA. En ella, se presentó el proyecto de investigación y desarrollo Escort TR 4008, cofinanciado por la CE y que se enmarca en *Transport Telematics Sector del TAP (Telematics Applications Programme)* de la Dirección General XII. Tras explicar su área de interés municipal y valorar sus objetivos, se pasó a explicar el interfaz SIM/IPS como elemento integrador, respondiendo a las preguntas de qué son y cuáles sus funciones, su arquitectura y los niveles IWD (interfaz con los dispositivos), IWA (interfaz con las aplicaciones) y AMI (modelo abstracto de la intersección), pasándose a describir las aplicaciones, explicándose y demostrándose sus tres módulos aplicativos: Sistema de control de tráfico basado en visión artificial, Detección automática de incidentes y Detección y gestión de infracciones.

La ponencia concluye que el proyecto se ha centrado en la demostración y evaluación de tres aplicaciones de control y gestión de intersecciones (AID, VBC y ES) y en el desarrollo de una interfaz estándar (SIM/IPS) que modele la intersección y permita la interconexión de estas y otras aplicaciones.

Su interés radica en el desarrollo de una herramienta de integración que permita flexibilizar los actuales sistemas de control de tráfico, y en la evaluación de los beneficios de la utilización de vídeo sensores para su control en Valencia, Milán y París, en condiciones realistas.

Siguiendo con la IV sesión, **D. Javier López de Pablo**, del

Ayuntamiento de Sevilla, presentó el **"Plan estratégico para el centro de control de tráfico de Sevilla, para el periodo 1999-2003"**, que se basa, entre otros, en la renovación del contrato de mantenimiento y explotación de las instalaciones de control de tráfico, adaptándolo a las necesidades del propio plan, y en la ampliación de las instalaciones que permita llegar a todos los barrios de la ciudad, así como disponer de un control exhaustivo del viario principal. Igualmente, el plan pretende la certificación ISO 9000 del centro de Control, implantando una metodología de explotación adaptada a los fines del plan.

Los cuarto y quinto puntos, observan una mayor información al ciudadano, mejorando la señalización variable, y una aplicación de la capacidad de gestión y de las competencias en situaciones de crisis y emergencias, implantando turnos de 24 horas.

Así mismo, la formación permanente de personal y un mayor peso de la ingeniería de tráfico, imprescindible para dotar los recursos suficientes para paliar las deficiencias actuales.

Para finalizar, y junto a la aplicación de las comunicaciones con otros centros de control como la DGT, TUSAM, Policía Local, etc., el plan plantea la implantación de un sistema ágil de comunicación en ambos sentidos con la Policía Local.

D. Ramón Cobo Padilla y D. Rafael Ballesteros Consuegra, del LATT, presentaron la ponencia **"Equipo de análisis de tráfico de bajo coste, basado en GPS"**, que comenzó con una introducción del tema y la explicación de que el sistema tenía la función de recopilar información a bordo de un vehículo en circulación cuyos requisitos básicos eran que se tratara de un sistema de bajo coste, transportable y compatible, de uso autónomo y cuyos datos capturados debían ser útiles. Poste-

riormente, se destacaron los requisitos específicos del sistema en el que se concretaron sus prestaciones: automatizar el proceso de extracción de los datos del dispositivo y su posterior grabación en el PC, así como realizar la misma autorización del proceso de reproducir sobre un mapa cartográfico de la ciudad las posiciones, dando oportunidad al usuario de realizar zoom sobre la cartografía y las posiciones mostradas. También generar automáticamente una gráfica que refleje el comportamiento de la velocidad frente al tiempo o la distancia para los datos recopilados en fichero GP3 que se está tratando y calcular los parámetros relativos al comportamiento del vehículo, etc.

Seguidamente, se describieron los tres componentes básicos del sistema y su aplicabilidad y se informó de que sólo es cuestión de tiempo el que los actuales tacógrafos de los autobuses y camiones sean sustituidos por sistemas de este tipo y tacógrafos digitales.

La ponencia concluye en que se comprende la gran proyección que este tipo de sistemas tendrán en el futuro y que el avance y aparición de nuevas tecnologías potenciarán sus prestaciones, lo que contribuirá a que la utilización de estos sistemas proliferen de forma importante en un horizonte a medio plazo, lo que provocará la aparición de nuevas prestaciones y comportamientos que contribuirán a mejorar la gestión y explotación de las vías, así como a incrementar la seguridad vial.

Dª María Teresa Ríos Camacho, de Sainco Tráfico-LATT y **Dª Antonia María Reina Quintero**, de Abengoa. Sainco Tráfico, propusieron su ponencia **"Evaluación de itinerarios para el cálculo de la ruta óptima en viario urbano"**. En ella y tras explicar conceptos como tiempo de recorrido y evaluación de retardos y definir unas tecnologías básicas

de otros, presentaron el plan de tráfico de partida y su esquema físico, pasando a presentar el modelo de retrasos en intersecciones y explicando la dependencia directa entre la longitud de la cola y retraso. Para la obtención del modelo, se realizó un pequeño resumen teórico de su método de obtención. Para la determinación de los retardos en los tramos y para que el funcionamiento del sistema de cálculo de ruta óptima, se utiliza una herramienta GPS que obtiene los valores del tránsito en los tramos y que consta de una tarjeta de adquisición de datos GPS y una microcontroladora, y cuyo objetivo es calcular el tiempo medio que necesita un vehículo para recorrer un tramo.

A continuación, se presentó el proceso de obtención de rutas mínimas, para lo que es necesario conocer el retraso que introduce un plan sobre las señales y los tiempos de tránsito en los tramos, utilizándose el algoritmo propuesto por Dijkstra.

En resumen, es un medio idóneo para hacer la presentación a los conductores de unas recomendaciones sobre las rutas óptimas entre destinos habituales, así como el tiempo estimado para alcanzarlos desde el panel en el que se nos presenta la información. Además, a través de Internet puede ofrecerse al usuario la posibilidad de solicitar rutas recomendadas entre un origen y un destino elegidos por él mismo.

Finalmente, lo ideal sería un sistema totalmente personalizado, donde el conductor, desde su vehículo, sea capaz de interactuar con una estación proveedora de servicios de tráfico para solicitar datos a su elección.

"Simulación mesoscópica de tráfico. Un nuevo modelo que proporcionará numerosas ventajas en la representación del comportamiento de los vehículos con mínimo incremento en tiempo de computación", fue presentada por **D. José**

David Canca, D. Ignacio Eguía y D. Jesús Racero del LAT. En ella, tras afirmar que los modelos de simulación es una de las herramientas más utilizadas para la evaluación de sistemas de control de tráfico, se las dividió en microscópicas, mesoscópicas y macroscópicas. En particular, los simuladores mesoscópicos (Metropolis, Dynasmart, Dynamit e Integration) se diseñaron principalmente para aplicaciones de asignación de tráfico de carácter dinámico y para la predicción del tráfico en tiempo real. En este caso concreto, se plantea un nuevo modelo de tráfico urbano capaz de evaluar sistemas de control de tráfico a tiempo real, medición del estado del sistema con antelación y calcular los valores medios de colas y tiempos de viaje. El modelo agrupa a los vehículos en pulsos para reducir tiempos de computación, usa modelos de seguimiento de vehículos simuladores microscópicos, permite cambios de carril para adaptarse a los porcentajes de giro en las intersecciones y crea pulsos en los carriles para ajustarse a los valores de flujos reales.

D. Eduardo Sierra Casares y D. Bruno Ravena, de Líneas y Cables SA, presentaron en esta segunda intervención el **"Sistema inteligente de videocámaras para la implantación y control de tráfico, detección de accidentes"**, desarrollado por la empresa citada en colaboración con Boschung Mechatronic, AG y que pretende reducir lo más posible las incidencias, asegurando la reducción al mínimo de sus consecuencias. El sistema de vigilancia activa alarmas en tiempo real, vigila en todas las condiciones. Este sistema BVS (Boschung Video System) puede estar equipado de cualquier tipo de videocámaras y, gracias a las nuevas tecnologías de tratamiento de estabilización de imagen, vía *software*, el sistema es capaz de discriminar y seguir los objetos en movimiento, tanto en

túneles sin alumbrado como en condiciones de fuertes vibraciones de la imagen. Además, tiene flexibilidad de puesta a punto y utilización, completamente configurable vía *software*, limitando el tiempo de puesta a punto a 1 hora, y detección en tiempo real de incidencias, individualizando todos y cada uno de los vehículos en tránsito y la evolución de sus movimientos.

Así mismo, genera alarmas en tiempo real y sin intervención humana, y los parámetros de detección son completamente programables.

Finalizó con la exposición de la estructura del sistema BVS, desglosando sus elementos y las funciones de la unidad de control, y el interfaz con el usuario.

La ponencia **"Un subsistema de monitorización del tráfico basado en sensores móviles para la sociedad de la información"** fue presentada por **D. José M. Castellet** de la Universidad Jaime I y **D. Juan J. Martínez y D. Gregorio Martín**, del LISITT, de la Universidad de Valencia. De entre sus conclusiones se destaca que los resultados obtenidos durante el estudio analítico fueron confirmados en la exhaustiva simulación de la configuración. Respecto a las MOE, que, si bien la ventaja cuantitativa del subsistema de monitorización basado en SM frente al de SF depende del tipo de evento, es favorable de forma consistente y efectiva que el primero. Tiene una tasa de detección mayor en todos los casos, excepto para el evento de tipo radial donde es neutro. Además, tiene otras ventajas intrínsecas, como la amplitud cualitativa, la capilaridad, el efecto positivo de la velocidad, y, respecto a la eficiencia y considerando los costes, los SM serán más rentables que los SF si son fabricados y instalados en volumen.

Un fabricante de PUSM podrá plantearse en su plan de negocio unos retornos a la inversión

(Rol), a un cierto horizonte temporal, estableciendo unos precios a la baja confiando en la aparición de un mercado dinámico, a poco que la Administración pública lo estimule.

El elevado índice de penetración de la PUSM que ello conlleva favorece el deseo natural del operador de obtener más y mejor información, sin que él tenga que cometer inversiones directas. Otra consecuencia, no menos relevante, es que la mayor parte de sus costes operativos serán asumidos por el sector privado.

Finalmente, si se materializa la visión de un vehículo del futuro con una sofisticada motrónica, sobre la que se implementa sistemas de conducción cooperativa (DAS) y otros similares a la PUSM, con un elevado índice de penetración, se podrá garantizar que, en cualquier escenario, las MOE del subsistema basado en SM serán superiores al de SF.

D. Javier Martínez, D. Ramón Vicente Torrás, D. Juan José Martínez y D. Javier Samper, del Instituto de Robótica de la Universidad de Valencia, presentaron la ponencia **"Resultados de dos años de implantación de una zona de control de velocidad mediante la implantación de radares fijos"**.

En febrero de 1997, se implantó esta zona de control de velocidad mediante la instalación de cabinas de radar fijas, que abarcaba unos 23 km, dentro de las arterias principales del Gran Bilbao: A-8, N-637 y la BI-637. El estudio dio unos resultados ampliamente satisfactorios, sobre todo porque se observa que, a pesar de los dos años desde su puesta en servicio, no se han alcanzado el número de accidentes y la lesividad de 1996. Sin embargo, la tasa de crecimiento del tráfico en este tramo ha sido cercana al 15% y la reducción de los accidentes del 35%, siendo mayor en el caso de accidentes por salidas de calzada, en torno al



Cámara de televisión instalada para el control de tráfico.

48%; mientras que las colisiones por alcance se han reducido en un 26%.

La medida de calmar el tráfico y conseguir que los tráficos de distintos carriles circulen a una velocidad similar se ha conseguido; pero, al reducirse la velocidad, existe un número no despreciable de vehículos que circulan en el carril izquierdo a distancias muy cercanas, inferiores en muchos casos a la distancia de seguridad de parada. Esto supone que el más mínimo cambio de velocidad o frenazo hace que se produzca el alcance.

Otro aspecto que resaltar es el hecho de que la presión sancionadora, de vital importancia en este tipo de medidas, ha sido reducida. Debido a que existe aún un vacío legal en el trámite de las sanciones impuestas mediante el uso de radares fijos sin que un agente pare al infractor.

"SEDIC: un sistema de detección de incidentes adaptado a los entornos urbanos" fue el título de la presentación realizada por **D. Juan J. Martínez, D. Javier Martínez y D. Enrique Martín, del LISITT de la Universidad de Valencia**. Entre otras, se llegó a las conclusiones de que el análisis de los resultados de validación, suprimidos aquellos efectos producidos por el factor externo asociado a la cámara, afirman que se trata de un sistema adaptable a cualquier instalación semaforizada, que puede situarse al

lado del poste de cámaras y 100% operativo las 24 horas del día, trabajando en tiempo real, con una frecuencia de refresco de 5 segundos y un desfase <1 segundo, con una fiabilidad en la transmisión media del 99%. Además, el sistema realiza una estimación del porcentaje de ocupación con una precisión aproximada del 90% y el de incidentes correctamente detectado, con imágenes de entrada en las condiciones adecuadas, oscila entre el 95-98%. Así mismo, el porcentaje de falsas alarmas no es mayor del 2% para los incidentes definidos.

Finalmente, el sistema permite adaptarse a las necesidades de detección de cualquier operador de tráfico urbano, en función de sus prioridades.

Sesión V.- Otras aplicaciones

"Los sistemas de conteo en las carreteras financiadas por el sistema de peaje sombra" fueron presentados por **D. Bernardo Prieto, Director Facultativo en la M-45**, que comenzó su intervención dando unas generalidades sobre el peaje en sombra. Para realizarlo deben instalarse un punto de conteo en cada tramo de carretera comprendido entre dos enlaces consecutivos. El tráfico se mide en veh./km y el cálculo de la subvención se realiza obte-

niendo el total de vehículos por kilómetro en toda la carretera y multiplicando por las tarifas unitarias de acuerdo con la estructura de bandas de tráfico y tarifa.

Tras explicar el sistema de cómputo, describiendo el equipamiento necesario para su implementación, se centró en la M-45 madrileña: de 36,180 km de longitud, con características de autovía, y en la que existirá al menos un punto de cuenta, de inducción magnética mediante espiras y probablemente láser entre cada porción de carretera comprendido entre dos salidas consecutivas. Posteriormente, explicó los 3 sistemas de cómputo utilizados en el peaje en sombra y que se pueden utilizar en la M-45, láser y vídeo, llegando a las conclusiones de que, si bien el proyecto preveía el uso de detección mediante bucles, las ventajas de la tecnología láser en el momento actual, aconsejan un estudio a fondo de la posibilidad de insertarlos. Así se podrán aprovechar sus ventajas evidentes, minimizando los inconvenientes de las instalaciones de bucles, principalmente en el caso de firmes drenantes.

Para ello, la Comunidad Autónoma de Madrid ha promovido la realización de un test de verificación de funcionamiento de los equipos láser, instalándolos en paralelo con sistemas tradicionales de bucles en una de las más importantes carreteras, con el fin de validar la eficacia de estos equipos y verificar sus prestaciones.

"El efecto 2000 en los sistemas de gestión y control de tráfico", fue presentado por **D. Jesús López López, de la DGT**. Para él, el Efecto 2000, aunque de origen técnico, está creando cierta alarma social y está siendo aprovechada por consultoras y empresas relacionadas con las tecnologías de la información para hacer el último gran negocio del siglo.

En los últimos años han proli-

ferado y proliferan campañas publicitarias en las que se utiliza el año 2000 como gancho comercial, aumentando notablemente la demanda de profesionales de tecnologías de la información y de consultores especialistas. La venta de equipos y *software* se ha incrementado, ya que los fabricantes sólo certifican los últimos productos y los suministradores no garantizan su funcionamiento en fechas posteriores al 1 de enero del 2000.

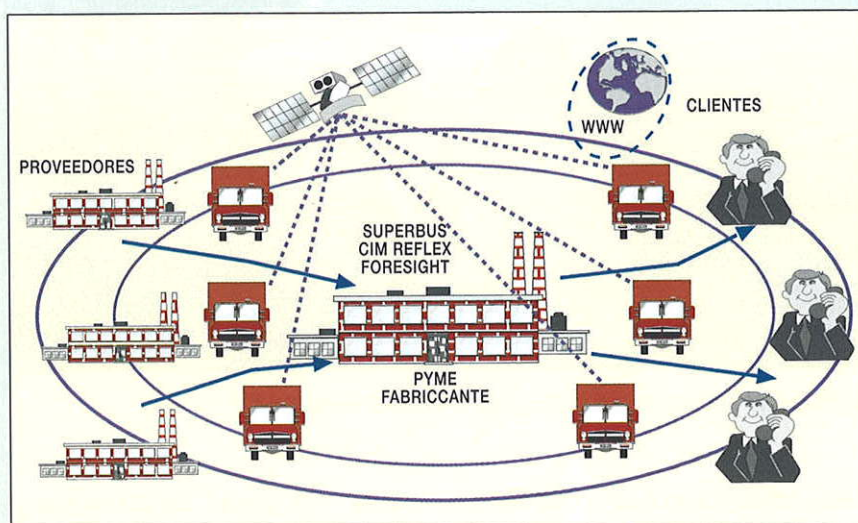
El efecto también tuvo su vertiente en la Administración y se creó una Comisión Nacional con representantes del sector público y del sector privado.

La actuación de la Administración trata tres aspectos: la adaptación de los sistemas de información propios, la colaboración con el sector privado en los sectores básicos; y la creación de Comités de Emergencia para coordinar la actuación en caso de presentarse alguna incidencia.

Por lo que respecta a los sistemas de gestión de tráfico, la DGT está adaptando sus sistemas siguiendo la metodología ASÍ 2000 del MAP y participa en los Comités de Emergencia para el Efecto 2000.

Finalizó afirmando que los trabajos realizados permiten ser optimistas en cuanto a que el paso al 1 de enero del 2000 no tendrá incidencias notables en la seguridad vial y gestión del tráfico interurbano.

D. Daniel García Gallego, de Renfe y **D. Luis Colás Molinero**, presentaron el "**Sistema de información al viajero a través de GSM en tiempo real**", que nació como respuesta a la necesidad de establecer un segundo canal de comunicación independiente y, por lo tanto, distinto del denominado tren-tierra para tren en marcha, dedicado en exclusiva a la explotación del tráfico ferroviario y a la seguridad en la circulación. Las pruebas realizadas con Telefónica, utilizando un re-



Situación con CHAMAN.

petidor GSM, instalado al efecto, resultaron satisfactorios, obteniéndose buena calidad de audio y ausencia de ruido. Tras ello, explicó los componentes del sistema de información que ubicado en el CTC conoce en todo momento la situación de los trenes. El equipo de tren-tierra facilita la información del número de tren de viajeros al sistema Iris, que envía al CIC su propio número GSM, por lo que el CIC puede ya relacionar los números de tren de viajeros, de GSM, así como la posición del tren.

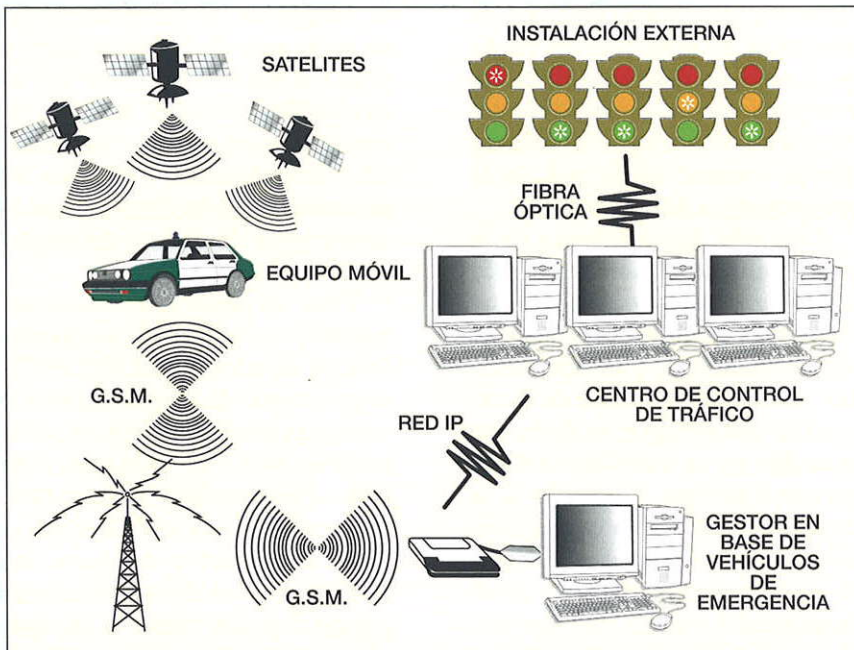
Posteriormente, explicó la integración del sistema en el CIC, explicando el denominado SI-VET, sus funcionalidades y el funcionamiento del sistema con las comunicaciones de voz a uno o varios trenes y el envío de mensajes a teleindicadores.

En conclusión, con la integración de la operación de comunicaciones con los trenes mediante una red ya existente, caso de telefonía digital pública, se consigue el establecimiento de un sistema con economías de escala muy importantes y con más posibilidades operativas que cumplen con los objetivos marcados.

"GoalBus: Planificación óptima de horarios y servicios de vehículos y conductores", fue presentado por

D. Francisco J. Mira Guerrero y **D. Jerónimo L. Garrido Simón**, de Goal Systems. Los ponentes definieron GoalBus como un sistema informático avanzado para la planificación óptima de horarios y servicios de vehículos y conductores para compañías que gestionan el transporte de viajeros, con versiones disponibles para transporte urbano, interurbano, regular, largo recorrido y discrecional, o bien para empresas que combinan estos servicios.

A través de un sistema inteligente que se apoya en una potente capacidad de simulación, permite conjugar rápidamente múltiples variables parametrizables y alcanzar sus objetivos con la máxima productividad. Tras ello, se presentaron algunas de sus propiedades generales, detallando algunas de sus características sobre la generación óptima de horarios de autobuses y servicios de conductores a horarios de autobuses. Más adelante, se presentaron algunos subsistemas complementarios y ejemplos de aplicación, subrayando que este sistema estimula la creatividad de los departamentos de tráfico, explotación y servicios, a la hora de imaginar situaciones que eran impensables probar de forma manual. Tras citar algunos de los be-



Arquitectura del sistema presentada por los Sres. Niederleytner y Borrego.

neficios obtenidos, explicaron las tecnologías aplicadas, algunas referencias y opiniones sobre el sistema e informando de una herramienta complementaria al sistema, denominada GoalDriver, sistema informático para nombrar y asignar conductores para servicios de compañías que gestionan el transporte de viajeros.

D. Antonio Marqués Moreno y **D. Ramón Ferri Tormo**, del Grupo ETRA, presentaron el **"Impacto en el tráfico interurbano de la optimización de la gestión de la cadena de suministro en las PYMES"**. Se comenzó por informar que el proyecto CHAMAN se enmarca en el programa de I + D en Tecnologías de la Información de la DGXIII de la Comisión Europea y desarrolla un sistema de control de la cadena de suministro, especialmente orientado a las PYMES, con una duración de 30 meses; es liderado por ETRA I + D y en él participan universidades y empresas de España, Gran Bretaña y Dinamarca.

Los objetivos de CHAMAN se resumieron en proporcionar una solución de bajo coste, utilizan-

do plataformas y protocolos de comunicación estándares, y en obtener una herramienta que realmente sea aplicable a las PYMES, así como en crear un entorno de aplicación abierto, de forma que puedan ser añadidas nuevas soluciones en un marco integrador y en aprovechar la utilización de internet.

Los beneficios para una empresa de transporte internacional se resumen en una reducción de costes directos/indirectos y una mejora de la rentabilidad para los transportistas, una rapidez en la resolución de incidencias, una total fiabilidad en el tratamiento de información, una seguridad en el transporte de mercancías de alto valor y una mejora de la calidad a nivel global. Para una empresa de transporte nacional, en un incremento en la media de carga de los vehículos desde el 60% hasta el 80%, una disminución de la distancia recorrida por los vehículos, una imparcialidad en su asignación, un menor número de visitas por cliente y un control de tiempos de entrega al cliente.

El **"Equilibrio económico: modelos ATIS de explota-**

ción", fue la ponencia presentada por **D. Ramón Cobo Padilla**, de Codelan y LATT, y **D. Jaime Huerta Gómez de Merodio**, del LATT. Para ellos, la información al viajero se ha transformado en el uso de sistemas más avanzados que utilizan métodos variables para recoger y difundir la información; y, en la actualidad, los sistemas ATIS varían en su nivel de sofisticación, dependiendo de la infraestructura de vigilancia de tráfico y de recogida de datos puesta en servicio por los sectores público y privado, siendo las áreas metropolitanas las que han tomado el liderazgo. Su rápido crecimiento se justifica en que es una información precisa y oportuna ayuda a evitar inconvenientes y problemas, debiendo estar disponible las 24 horas del día.

Tras ello, se citó la cuestión del liderazgo, definiendo los pros y contras de que ese liderazgo lo lleve a cabo una administración pública (más seguras financieramente, con mayor control de infraestructuras y, por lo tanto, de información) o una compañía privada (que tiene una mayor cultura de negocio para atraer más socios). La coordinación entre los participantes (defendiendo la creación de un equipo técnico y otro de política) dio paso a otros temas, como los ingresos, los temas legales y administrativos, la estructuración de las relaciones y diversos modelos de explotación: operaciones centradas en el sector público, contratadas, contratadas más dirección de activos, con licencia o concesiones y centradas en el sector privado. De cada uno de ellos, se explicaron su funcionamiento y arquitectura, analizando los pros y contras de cada posibilidad.

D. Álvaro Niederleytner y **D. José Antonio Borrego**, del LATT, presentaron el **"Sistema de ambulancias"**, uno de los prototipos desarrollados por el LATT y SICE para la gestión de flotas de vehículos de emer-

gencia, prototipo ITS que se engloba dentro de los sistemas de emergencia, si bien presenta características de otras categorías de sistemas ITS, como son la transmisión de información al viajero, propios de los sistemas ATIS o la gestión de flotas, propia de los sistemas CVO.

Para los ponentes, seis son las claves: creación de una adecuada organización institucional, estudio y definición de requisitos, integración de los Centros de Control de Tráfico con la colaboración decidida de los fabricantes de equipos de control de tráfico, análisis de los sistemas de comunicación, estudio de equilibrio económico y normalización. Tras ello, pasaron a discutir el sistema Auriga de gestión de flota de vehículos de emergencia que pretende reducir el tiempo de respuesta, incrementar la seguridad en los desplazamientos, mejorar las condiciones de conducción y mejorar la fluidez del tráfico y reducir las congestiones.

Sus funciones son localizar en tiempo real todos los vehículos de la flota, transmitir a los vehículos la información relativa a las condiciones de tráfico, calcular las rutas óptimas y coordinar adecuadamente las señales integrantes de la ruta que debe seguir el vehículo en un servicio de emergencia.

D. José Manuel Castaño Domínguez, de Codelán S.A., - LATT, presentó la ponencia **"Algoritmo de posicionamiento basado en GPS y odómetro"**, que pretende obtener como resultado una posición perfectamente localizable del vehículo que, efectivamente, se corresponda con una de las calles existentes en el viario y seguir su trayectoria. Después, definió el concepto de punto de anclaje, posiciones de referencia por las que ciertamente ha pasado el vehículo, que pueden tomarse manual o automáticamente. También aclaró que el algoritmo debe interpretar, por

ejemplo, un cambio drástico de dirección. En este caso, el punto de cambio de dirección debe ser interpretado por el algoritmo como punto de anclaje automático, siendo manual aquel que no es consecuencia del algoritmo.

Tras ello, llegó al tema de la implementación mediante GPS, capaz de proporcionar información sobre la dirección y sentido del movimiento, y el odómetro que nos da información de la velocidad instantánea, o distancia recorrida en un intervalo de tiempo configurable, llegando a la conclusión de que la conjunción de ambas herramientas mediante un eficaz algoritmo de posicionamiento será lo que permita ubicar al vehículo dentro de las calles de un viario.

Por lo tanto, a partir de un punto de anclaje hay dos posibilidades: a) la distancia avanzada por el vehículo, obtenida a través de odómetro, no supera la longitud que resta para llegar al cruce siguiente, con lo que encontramos que la posición corregida dada por el algoritmo da como resultado la que ocupaba anteriormente más la distancia recorrida desde entonces; y b) que la distancia anterior supere el espacio que hay hasta el siguiente cruce, caso en el que toma un papel fundamental el GPS. Con ello y sin más que comparar dicha dirección con la correspondiente a cada una de las posibles salidas, se obtiene el nuevo tramo que sigue el vehículo.

"El sistema de medición automática de viajeros", presentado por **D. Daniel García Gallego**, de RENFE, comenzó subrayando que conocer el número exacto de clientes ha sido una necesidad y un reto que Cercanías Renfe, a través de Eliop, SA, trata de solucionar a través de un sistema operativo en Madrid y en vías de implantación en Barcelona, Bilbao y Valencia que se divide en dos bloques: Sistemas de embarco (sensores de captación, módulos de admisión

de imágenes, de procesamiento de imágenes, de bases de datos y reloj de tiempo real, de entradas/salidas y control de GPS, de comunicaciones y de visualización de imágenes) y sistema de procesamiento central (módulos de recogida de datos y de explotación y almacenaje).

Tras explicar su funcionamiento, se refirió a al puesto central de control CENCUPER, cuyo sistema de centralización, y procesamiento central prevé la programación de llamadas y de la hora de conexión automática, el control de la comunicación con las unidades de tren, las identificaciones de las estaciones y trayectos, así como la agrupación de unidades y generación de ficheros.

En resumen, posibilita la obtención de información que se requiere para el perfecto conocimiento de la demanda en tiempo casi real y conocer el número de viajeros de forma desagregada, lo que permite realizar todos aquellos estudios para planificar la oferta futura optimizando al máximo los recursos productivos. Además, el sistema es válido para poder implantarlo en cualquier otro medio o lugar.

"Los sistemas de información de transporte público para la Comunidad de Madrid: SIT" fueron expuestos por **D^a Isabel Retuerto**, del Consorcio de Transportes de Madrid. La exposición describió los sistemas telemáticos de información desarrollados por el Consorcio con el fin de facilitar al mayor número de ciudadanos una información integrada sobre el transporte público que sea rápida de ofrecer, fiable y totalmente actualizada. El sistema que está en continuo desarrollo y se ajusta a las recomendaciones y estándares establecidos por el proyecto Drive, tuvo su primer prototipo en la estación de metro de Sol, es autónomo e interactivo y permite realizar consultas sobre cómo realizar un viaje uti-

lizando el transporte público de la CAM, tanto en español como en inglés y francés.

El sistema tiene 3 versiones (kiosco, terminales interactivas de acceso público; de acceso telefónico, Telesit, atendidos por operadores; y versión web, Sitweb, en inglés y español por Internet).

Tras presentar las funciones y las posibles informaciones que puede ofrecer tanto en Madrid capital como en la Comunidad, explicó la arquitectura del sistema y las localizaciones (100 previstas y 42 ya instaladas).

Finalizó afirmando que el SIT ha contribuido a mejorar la calidad del transporte público en la Comunidad de Madrid.

D. Luis Salgado, D. José M. Menéndez, D. Enrique Cendón y D. Narciso García, de la UP de Madrid, presentaron la arquitectura software y hardware desarrollada en el proyecto ESPRIT 5184, de nombre LOCOMOTIVE, en su ponencia **"Detección y reconocimiento de matrículas por visión artificial"**. El sistema, cuyo objetivo general era el reconocimiento de agrupaciones de símbolos sobre objetos en movimiento, presentó como contribución más interesante la integración de diferentes técnicas de visión artificial relacionada con la detección de intrusión y reconocimiento automático de patrones en entornos abiertos, ejecutándose en tiempo real. El objetivo de ESPRIT 5184 Locomotive es la especificación, diseño, desarrollo y prueba de un sistema de visión artificial de bajo coste, cuyo proyecto considera el desarrollo de cuatro sistemas: sistema avanzado de adquisición, hardware de procesamiento, software de análisis y sistema piloto.

Tras presentar el esquema completo del sistema LOCOMOTIVE, concluyó en que el sistema es capaz de detectar automáticamente la presencia de



Mesa de clausura del congreso.

vehículos móviles en la zona supervisada sin necesidad de hacer uso de ningún sistema exterior, pudiendo operar en un amplio rango de condiciones ambientales. Además, su módulo de delineación y corrección geométrica de la matrícula detectada permite su uso con diferentes configuraciones en cuanto a la posición de la cámara de captación.

Acto de clausura

Tras la lectura las conclusiones por **D. Agustín Sánchez Rey**, tomó la palabra **D. Ángel Lacleta**, quien calificó de relevante éxito en el aspecto técnico de la intercomunicación y discusión en campos en que esto es fundamental.

Tras destacar a la ATC como pionera en apoyar temas innovadores, afirmó que las asociaciones de este tipo necesitan de apoyo, invitando a los presentes a su asociación, y calificando al momento actual de la ATC como de rejuvenecimiento. Además, invitó a la lectura del libro que editará en breve la Asociación con todas las ponencias, y agradeció a todos su esfuerzo, destacando la labor del ponente general y esperando ver a todos en la próxima convocatoria de Sevilla.

Tras él, **D. José Ramón**

García Antón, Consejero de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Generalidad Valenciana, subrayó *"la preocupación actual por estos temas y que nos ocupa a todos"* porque, entre otras, garantizar la movilidad de viajeros y mercancías es un problema que cada vez tiene una importancia más creciente, pues hay un fuerte y constante aumento de la movilidad, que está poniendo a prueba las infraestructuras de transporte, algunas de ellas ya casi saturadas, lo que impone la implantación de estas tecnologías, aunque algunas de éstas aún no sean soluciones reales. Tras exponer algunas recientes experiencias, tanto de implantación de sistemas como de colaboración con distintos Ayuntamientos y empresas de transporte, destacó la línea de Alta Velocidad Madrid-Comunidad Valenciana, que reducirá el uso de medidas de transporte más agresivas con el entorno.

Precisamente, los sistemas avanzados permitirán obtener *"la máxima calidad, eficiencia y seguridad en la explotación, rentabilizando al máximo la inversión pública"*.

Finalizó su intervención reiterando la felicitación a los organizadores y clausurando este congreso. ■