

MATERIA
Transporte e Territorio

TITULACIÓN
Grao en Enxeñaría Civil

unidade
didáctica
16

Novas tecnoloxías e sistemas aplicados á xestión do tráfico

David Cota Mascuñana
Alberte Castro Ponte
Ramiro Martínez Rodríguez
Laura Rey Ramos

Enxeñaría e Infraestruturas dos Transportes
Escola Politécnica Superior

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Ensinanzas Técnicas

DESCATALOGADO

Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2015

Deseño e maquetación

J. M. Gairí

Edita

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico
da Universidade de Santiago de Compostela
usc.es/publicacions

ISBN

978-84-16533-20-6

DOI

<http://dx.doi.org/10.15304/9788416533206>



MATERIA: Enxeñaría do Transporte
TITULACIÓN: Grao en Enxeñaría Civil
PROGRAMA XERAL DO CURSO

MÓDULO I: ENXEÑARÍA DO TRANSPORTE

- Unidade 01. **Introdución ao transporte**
- Unidade 02. **A planificación do transporte. Conceptos xerais**
- Unidade 03. **O transporte por estrada**
- Unidade 04. **O transporte ferroviario. Alta velocidade ferroviaria**
- Unidade 05. **O transporte aéreo**
- Unidade 06. **O transporte marítimo**
- Unidade 07. **O transporte metropolitano e mobilidade sostible. O Plan de Mobilidade Urbana Sostible (PMUS) como elemento estruturador das cidades**
- Unidade 08. **Políticas e Estratexias europeas e españolas para a mobilidade sostible**
- Unidade 09. **O transporte por cable**
- Unidade 10. **O transporte por tubaxe**
- Unidade 11. **Factores estratéxicos de competitividade nas cadeas de transporte: Intermodalidade e Loxística**
- Unidade 12. **Xestión dos Servizos Públicos no sector do transporte**
- Unidade 13. **Financiamento nacional e internacional da construción e xestión de infraestruturas de transporte. As Institucións Financeiras Internacionais (IFI)**
- Unidade 14. **Contratos FIDIC. Unha aproximación xeral**
- Unidade 15. **Inglés técnico na enxeñaría do transporte**

MÓDULO II: OS SISTEMAS INTELIXENTES DE TRANSPORTE (SIT OU ITS) APLICADOS Á XESTIÓN DO TRÁFICO POR ESTRADA

- Unidade 16. **Novas tecnoloxías e sistemas aplicados á xestión do tráfico**
- Unidade 17. **A toma de datos na planificación do transporte: Estudos de tráfico e análise da demanda**
- Unidade 18. **Metodoloxías e procesos na xestión do tráfico en situacións de vialidade invernal e emerxencias**
- Unidade 19. **Sistemas tecnolóxicos para a detección de infraccións e cumprimento da normativa de tráfico**



ÍNDICE

PRESENTACIÓN

OS OBXECTIVOS

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

ACTIVIDADES PROPOSTAS

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Sistemas de xestión do tráfico, obxectivos e subsistemas que o integran
2. Arquitectura dos sistemas de xestión do tráfico
3. Os Centros de Xestión de Tráfico
 - 3.1. Obxectivos e Actividades
 - 3.2. Estrutura
 - 3.3. Tratamento integrado da xestión do tráfico e da información
 - 3.4. Medidas e accións para a xestión do tráfico
 - 3.4.1 Limitacións ou restricións á circulación
 - 3.4.2. Itinerarios alternativos e desvíos (“rerouting”)
 - 3.4.3 Carrís reversibles, a contrafluxo, adicionais e outras ordenacións.
 - 3.4.4. Control lineal da vía e xestión da velocidade.
 - 3.4.5. Información sobre eventos, estado da circulación e alarma de incidentes
 - 3.5. A difusión da información de tráfico e de viaxe
 - 3.5.1. Portal web
 - 3.5.2. Paneis de Mensaxe Variable (PMV)
 - 3.5.3. Aplicación para smartphones
 - 3.5.4 Twitter
 - 3.5.5. Teléfono de información 011
 - 3.5.6 RDS-TMC
 - 3.5.7. Radio
 - 3.5.8. Ficheiros de información a terceiros

AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

BIBLIOGRAFÍA



PRESENTACIÓN

Esta Unidade didáctica forma parte da programación da materia optativa “Transporte e Territorio”, do terceiro curso do Grao en Enxeñaría Civil.

A programación docente da materia divídese en dous grandes módulos. O primeiro módulo, *Enxeñaría do transporte* (16 unidades didácticas) dedícase a presentar os aspectos fundamentais relacionados con cada un dos diferentes modos de transportes e aspectos vinculados cos modos de financiamento e explotación dos mesmos.

Os temas do primeiro módulo son os seguintes:

- **Unidade 01. Introducción ao transporte:** nesta unidade realízase unha primeira aproximación a qué é o transporte e a súa importancia en termos económicos e sociais.
- **Unidade 02. A planificación do transporte. Conceptos xerais:** nesta unidade indícase a importancia do proceso de planificación no transporte e preséntase algunha metodoloxía xenérica de planificación.
- **Unidade 03. O transporte por estrada:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte
- **Unidade 04. O transporte ferroviario. Alta velocidade ferroviaria:** Alta velocidade ferroviaria: nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 05. O transporte aéreo:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 06. O transporte marítimo:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 07. O transporte metropolitano e mobilidade sostible: O Plan de Mobilidade Urbana Sostible (PMUS) como elemento estruturador das cidades:** nesta unidade abórdanse as particularidades do transporte metropolitano e urbano, a tipoloxía e clasificación de vehículos e infraestruturas e os modelos de xestión do transporte. Asimesmo, tamén se presenta a ferramenta PMUS como aproximación metodolóxica para a solución de problemas de mobilidade e seguridade viaria en contornas urbanas. Finalmente, amósase a importancia desta ferramenta co obxectivo de crear e estruturar cidades.
- **Unidade 08. Políticas e Estratexias europeas e españolas para a mobilidade sostible:** nesta unidade preséntanse as diversas iniciativas que existen a nivel europeo e que promoven a mobilidade sostible, ecomobilidade e aspectos de vital importancia como son a seguridade viaria.
- **Unidade 09. o transporte por cable:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.



- **Unidade 10. o transporte por tubaxe:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 11. Factores estratéxicos de competitividade nas cadeas de transporte: Intermodalidade e Loxística:** nesta unidade estúdanse os principais factores estratéxicos chave para acadar un alto índice de satisfacción dos clientes e competitividade nas cadeas de transporte, como son a intermodalidade e a loxística.
- **Unidade 12. Xestión dos servizos públicos no sector do transporte:** nesta unidade se explican as diferentes modalidades que existen en España para xestionar os Servizos Públicos de Transporte.
- **Unidade 13. Financiamento nacional e internacional da construción e xestión de infraestruturas de transporte. As Institucións Financeiras Internacionais (IFI):** esta unidade, de vital importancia, aborda as diferentes fontes e mecanismos de financiamento de infraestruturas e servizos de transporte. Tamén se explican qué son as Institucións Financeiras Internacionais (IFI) e cal é o seu rol no financiamento de infraestruturas e servizos de transporte.
- **Unidade 14. Contratos FIDIC. Unha aproximación xeral:** nesta unidade preséntanse e defínense qué son os contratos rexidos polas regras FIDIC, xa que se converteron no modelo de contrato de construción máis utilizado a nivel internacional en contornas e países de baixa seguridade xurídica, política e económica.
- **Unidade 15. Inglés técnico na enxeñaría do transporte:** nesta Unidade preséntase vocabulario técnico de interese vinculado ao sector das infraestruturas do transporte e á súa xestión.

No segundo dos módulos abórdanse interesantes aspectos das novas tecnoloxías aplicadas á xestión do transporte denominadas Sistemas Intelixentes do Transporte (SIT) ou IntelligentTransportSystems (ITS) en inglés.

- **Unidade 16. Novas tecnoloxías e sistemas aplicados á xestión do tráfico:** nesta unidade didáctica estúdanse os sistemas tecnolóxicos que existen actualmente para supervisar e xestionar-lo tráfico.
- **Unidade 17. A toma de datos na planificación do transporte: Estudos de tráfico e análise da demanda:** nesta unidade estúdanse as tecnoloxías que existen actualmente para a toma de datos vinculados cos estudos de tráfico, así como a información que soe formar parte deles.
- **Unidade 18. Metodoloxías e procesos na xestión do tráfico en situacións de vialidade invernal e emerxencias:** nesta unidade estúdanse os principios básicos de situacións de emerxencia e o modelo de xestión de situacións de emerxencia aplicado á xestión do tráfico promovido polas Administracións competentes nesta materia.
- **Unidade 19. Sistemas tecnolóxicos para a detección de infraccións e cumprimento da normativa de tráfico:** nesta unidade estúdanse as tecnoloxías existentes no ámbito do enforcement ou, como facer aplicable o cumprimento dunha lei ou norma a través de tecnoloxías con capacidade sancionadora segundo a lexislación actual.



A presente Unidade didáctica impártese en 2 h de case expositiva de xeito presencial.

Ademais dos alumnos do terceiro curso do Grao en Enxeñaría Civil, os contidos presentados poden ser de interese para outros docentes ou profesionais do sector que desenvolvan a súa actividade no ámbito da explotación e do deseño destas tipoloxías de infraestruturas do transporte.

OS OBXECTIVOS

- Coñecemento dos sistemas de xestión de tráfico, obxectivos e subsistemas que o integran
- ¿Que é un Centro de Xestión de Tráfico?
 - o ¿Cales son os seus obxectivos?
 - o ¿Que medidas toma para a xestión do tráfico?
 - o ¿Como difunde a información aos condutores e resto de cidadáns?

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

- Os principios teóricos e os contidos fundamentais exponense nas clases expositivas. Para iso, o profesor empregará os medios audiovisuais da aula para a realización de presentacións.
- O alumno elaborará ao finalizar cada sesión presencial un resumo dos contidos traballados, no que se recollan as súas reflexións sobre a temática abordada.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

Como ampliación e aplicación dos contidos teóricos traballados nas sesións expositivas, proponse a realización da seguinte actividade:

Seleccionar un tramo da rede viaria española e:

- Decidir que sistemas de xestión de tráfico instalar para monitorar tráfico. Xustificar a proposta
- Decidir que sistemas de xestión de tráfico instalar para monitorar a meteoroloxía. Xustificar a proposta
- Decidir que sistemas de xestión de tráfico instalar para visualizar a vía. Xustificar a proposta
- Decidir a que Centro de Xestión de Tráfico conectarías o equipamento ITS
- Xustificar mediante que canais darías a información de incidencias sobre o tráfico



OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Sistemas de xestión do tráfico, obxectivos e subsistemas que o integran

O tráfico constitúe, hoxe en día, unha preocupación social da maior transcendencia debido ao incremento da poboación que vive en cidades, ao aumento da motorización e do emprego dos vehículos para realizar viaxes, e ao maior número destes, dentro de elas e até elas, e tanto para o transporte de persoas como para o de mercadorías. En consecuencia, o tráfico ten un alto valor social pero tamén unha importancia económica que o converte nun elemento que define o modo de vida do home na actualidade.

O efecto sobre o conxunto da poboación é positivo, pero ten unha vertente negativa que se resume en: **accidentes, conxestión e deterioro ambiental**. Pero ademais, o elevado custo das infraestruturas e as restricións financeiras que afectan os orzamentos de todos os grandes países obrigou a desenvolver toda unha serie de ferramentas estratéxicas para a análise da situación e para o control e a xestión da circulación cos seguintes obxectivos:

1. **Incrementar a capacidade das infraestruturas** sobre todo nas áreas conxestionadas das grandes cidades e as súas contornas, así como das zonas densamente poboadas.
2. **Aumentar a eficiencia do tráfico** no seu conxunto e, en consecuencia, no sector transporte, tanto nas áreas urbanas como en zonas xeográficas máis amplas que inclúen tráfico de media e longa distancia.
3. **Previr a conxestión** e reducir a súa duración e lonxitude.
4. **Aumentar a seguridade viaria** e diminuír a contaminación producida polo tráfico.

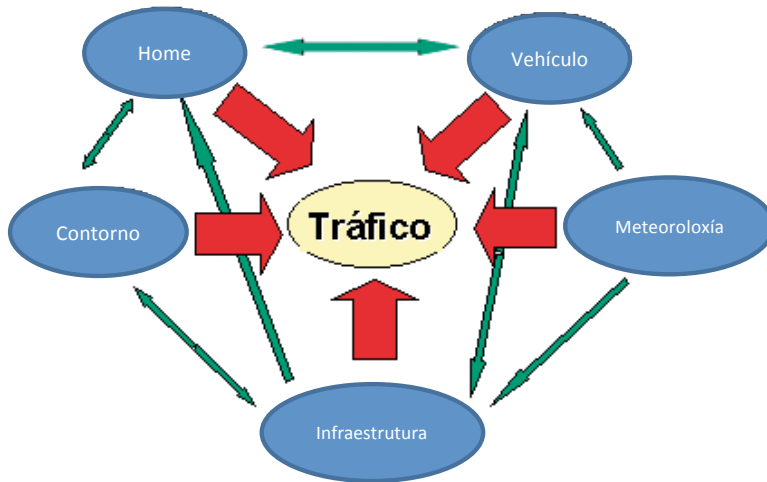
Así pois, a xestión do tráfico pretende facilitar a mobilidade das persoas e mercadorías mediante un emprego seguro, eficiente e compatible ambientalmente da rede de estradas.

Para levar a cabo a tarefa de xestionar o tráfico hai que considerar un conxunto de **condicións operativas** en cada tramo da rede viaria, co obxectivo último de proporcionar o mellor servizo posible para a mobilidade. Estas condicións veñen definidas por:

- O propio fluxo circulatorio.
- As características da infraestrutura do tramo.
- A contorna.
- As condicións meteorolóxicas.
- O comportamento humano.



Figura 1.1: Relación dos elementos que inflúen no tráfico



Dende este punto de vista, a **infraestrutura** básica principal pode clasificarse nos seguintes tipos:

- *Eixos vertebradores*: Esta categoría inclúe as grandes vías de tráfico internacional. Xeralmente posúen características de autoestrada ou autovía, pero poden ter tramos de estrada convencional e non presentan graves problemas de circulación en zonas rurais, salvo en áreas xeográficas determinadas ou en datas e períodos moi concretos.
- *Corredores principais de distribución de tráfico*: Están formados por un eixo e unha estrada alternativa que, nalgúns casos, pode ser tamén unha autovía. En xeral soportan intensidades importantes e nas proximidades das grandes cidades absorben tanto tráfico urbano como interurbano.
- *Redes capilares*: Defínese como rede todo o conxunto de vías que permiten facer o percorrido entre unha orixe e un destino por diferentes estradas. Nas proximidades das grandes cidades, a maior parte do tráfico é de carácter urbano, sendo minoritario o interurbano.

2. Arquitectura dos sistemas de xestión do tráfico

Así pois, a xestión do tráfico xorde como resposta á necesidade de compaxinar e salvaguardar mobilidade e accesibilidade. A principal necesidade dos usuarios da rede viaria non é realizar unha viaxe en condicións de fluidez absoluta, senón a certidume de realizar a súa viaxe en condicións de seguridade e no tempo previsto de antemán. Sendo isto é importante a nivel individual, o é aínda máis para o transporte de mercadorías. Dende logo, o mellor uso da infraestrutura dispoñible é sen dúbida



unha solución obvia aínda que sexa parcialmente. Despois de todo, a conxestión só preséntase en determinados tramos durante certas horas do día (as horas punta) e se a capacidade puidese ser optimizada (ou o número de vehículos que circulan) durante eses momentos o tráfico mellorará considerablemente.

Defínese a *arquitectura lóxica* dos sistemas de xestión do tráfico como unha descrición operativa completa dos sistemas que inclúe tanto os conceptos de operación como os requirimentos dos usuarios e as interrelacións con outros sistemas.

1. **Subsistemas Operativos.** As accións que se consideran dentro da xestión do tráfico son as seguintes:
 - Monitorización: Estimación eficiente e fiable do estado do tráfico e/ou do sistema de transporte. Inclúe tanto a información captada por sensores dentro dun sistema telemático como as informacións procedentes das patrullas de policía.
 - Control: Inclúe todas as accións que permiten influír sobre o fluxo da circulación, que en xeral adoitan ter un carácter correctivo (semáforos, paneis de mensaxe variable, etc.).
 - Información: En función das necesidades dos usuarios, podemos distinguir entre: Información do tráfico, relativa ao estado da circulación en tempo presente ou futuro (predición); a información de viaxe, que permite a elección do modo de transporte correcto; e do tempo de viaxe.
 - Servizos de valor engadido. Algúns exemplos poden ser os sistemas de guiado dinámico ou os de telerreserva de prazas de estacionamento.
2. **Subsistema Organizativo.** Do conxunto de actores implicados na xestión do tráfico e en función da súa actividade, pódense distinguir os seguintes:
 - Autoridade pública: Administración pública competente para ditar a normativa e para planear e financiar a infraestrutura.
 - Operador de estrada: O organismo público ou privado que xestiona a circulación, reúne a información de tráfico e exerce o control a través da vixilancia realizada pola policía, por exemplo, no marco da normativa ditada pola autoridade pública e que é o responsable de garantir a vialidade e a seguridade vial.
 - Vixiante ou controlador: O corpo, normalmente a policía de ámbito nacional, rexional ou local e a Garda Civil que asegura o cumprimento das normas de tráfico e das regras ditadas pola autoridade pública.
 - Proveedor de información: É o organismo que reúne e procesa os datos de tráfico procedentes dos operadores de estrada (pode coincidir con el) e elabora a información do tráfico.



- Proveedor de servizos: Calquera organización que reúne información útil para os condutores e proporciona servizos especializados cuxo obxectivo é a satisfacción das necesidades dos usuarios.
- Conductor: Constitúe a orixe da xestión do tráfico e o receptor final de toda a cadea.

En canto aos subsistemas operativos da xestión do tráfico, cabe mencionar a crecente presenza de equipos ITS nas vías españolas. O termo ITS (ou SIT) corresponde ao acrónimo inglés de “Sistemas de Transporte Intelixente”, entendendo por tal, segundo a transposición da Directiva Europea 2010/40/EU, o conxunto estruturado de elementos y compoñentes pertencentes ao ámbito das tecnoloxías da información, comunicación e control automático, postos ao servizo dos usuarios e administradores das estradas.

Os Sistemas de Transporte Intelixente pódense dividir en dous grandes grupos. Por unha banda, os sistemas que obteñen información da vía e do contorno alimentando o sistema, e por outra, os sistemas que dan servizo ao usuario. Nunha determinada vía poderase dispoñer dun ou varios sistemas deste tipo.

Sistemas que captan información da vía:

1. **Estacións de toma de datos (ETDs):** rexistran parámetros de intensidade, ocupación, clasificación dos vehículos, velocidade e sentido de circulación, conectadas a espirais electromagnéticas.

Figura 2.1 Detectores de lazo indutivo



2. **Estacións Meteorolóxicas:** formadas por un conxunto de sensores que permiten medir a temperatura, humidade, vento, precipitación, xeo e o estado da calzada.

Figura 2.2 Estación meteorolóxica



3. Sistemas de Videovixilancia:

Cámaras TV: compostos por unha cámara de TV, un transmisor de vídeo e un receptor de telemando. O vídeo rexistrado envíase dende a cámara ata a NCA (Nodo de Control Autónomo), e da NCA ao Centro de control de tráfico mediante fibra óptica.

Figura 2.3 Sistema de CCTV



Videodetección: Mediante a definición xeométrica da escea, definida como unha referencia de distancias coñecidas á imaxe, permite computar medidas con precisión e obter a intensidade de vehículos por carril, a clasificación, a velocidade media e a ocupación media da vía.

4. **Lectores de matrícula:** mediante iluminación por infravermellos e unha cámara obtense a imaxe frontal e posterior o vehículo. Posteriormente, un software de recoñecemento OCR (Recoñecemento Óptico de Caracteres) identifica a matrícula, o que permite o cálculo de tempos de recorrido, control de accesos, velocidades de tramo e o control de vehículos con mercancías perigosas.

Figura 2.4. Lectores de matrícula



5. **Detección Automática de Incidentes:** este sistema emprégase xeralmente en túneles, para a identificación mediante cámaras de vehículos parados, ralentización do tráfico, vehículos en sentido contrario ou presenza de obxectos na vía.

Figura 2.5 Sistema de Detección Automática de incidentes



6. **Pesado dinámico de vehículos:** sistema formado por sensores piezoeléctricos asociados a lazos de indución, dentro dos cales instálase o sensor de peso. Miden o peso por liña de eixes e calculan o peso total do vehículo.
7. **Cinemómetros de velocidade media:** controlan a velocidade media de circulación dun vehículo entre dúas seccións de control
8. **Sistemas de telepeaxe:** permiten o cobro de forma automática, reducindo custos de explotación e aumentando o fluxo de vehículos.

Figura 2.6 Automatización de vías de peaxe



9. Outros (sistema electrónico de control de gálibo, sistema de captación de datos medioambientais,...)

Sistemas que dan servizo ao usuario:

1. **Paneis de Mensaxería Variable:** Guían e informan aos usuarios acerca das condicións da estrada, tempos de recorrido, campañas da Dirección Xeral de Tráfico e itinerarios alternativos.
2. **Sinalización vertical aspa/frecha ou límite de velocidade por carril**
3. **Navegadores, redes móbiles, GPS, información a través de páxinas web, App móbiles, etc.**

Figura 2.7 Ordenador de a bordo e aplicación móbil de pago

3. Os Centros de Xestión de Tráfico

3.1. Obxectivos e Actividades

Os Centros de Xestión do Tráfico (CXT) son as unidades responsables das tarefas de control e supervisión na circulación, da asistencia e información aos usuarios da vía, e os que centralizan a recepción de todos aqueles datos e informacións xerados por aquela, a partir dos cales é posible xestionar o tráfico e informar ós usuarios aplicando as técnicas e procedementos apropiados e a través dos equipos e sistemas oportunos.

Existen diversos CXT no territorio nacional. No caso da Dirección Xeral de Tráfico (DXT), ten en servizo CXT's en Madrid, Valencia, Málaga, Sevilla, Zaragoza, Valladolid, A Coruña e Baleares. Existen tamén Centros locais en Asturias, Cantabria, Albacete e Almería. En Cataluña e o País Vasco ao ter transferidas as competencias en materia de Tráfico éste xestionase desde a Autonomía.

Os centros de Xestión de Tráfico prestan servizo as vinte e catro horas do día os trescentos sesenta e cinco días do ano, actuando o CXT de Madrid como coordinador dos restantes. O seu ámbito de actuación que comezou sendo fundamentalmente periurbano, é dicir, de control das estradas e autoestradas de acceso ás grandes cidades, pero ao longo do tempo estendeuse ata ter na actualidade un carácter rexional.

Os obxectivos dos CXT.'s son:

- Reducir a sinistralidade na estrada
- Xestionar e controlar o tráfico interurbano
- Proporcionar información sobre o desenvolvemento da circulación en "tempo presente" aos usuarios da rede viaria.



- d) Promover a investigación e a realización de Estudos en materia de seguridade viaria e Aplicacións Telemáticas de Tráfico

En relación con iso realízanse unha serie de actividades que poden agruparse dentro dos catro obxectivos anteriormente citados como segue:

- a. Reducir a sinistralidade na estrada
 - Xestión de incidencias meteorolóxicas
 - Estudo e análise das condicións de circulación e da infraestrutura, estudo de puntos conflitivos e realización de aforamentos e toma de datos.
 - Coordinación de operacións de auxilio en caso de accidente.
 - Colaboración nos plans de actuación en materia de Protección Civil.
 - Tramitación, informe e seguimento de probas deportivas, obras en calzada, circulación de transportes especiais, mercadorías perigosas, etc.
- b. Xestionar e controlar o tráfico interurbano
 - Monitoramento do tráfico no conxunto da rede viaria seguindo o desenvolvemento da circulación en todas as estradas
 - Vixilancia, axuda e asistencia en coordinación coa Agrupación de Tráfico da Garda Civil e a Patrulla de Helicópteros.
 - Control do estado da rede, obras na calzada, retencións, accidentes e condicións meteorolóxicas.
 - Xestión do tráfico nos accesos ás grandes cidades.
 - Actuacións en operacións especiais e coordinación con medios de comunicación.
 - Xestionar a circulación de vehículos especiais e en réxime de transporte especial
- c. Proporcionar a información existente aos usuarios da rede viaria.
 - Recompilación de toda a información que pode ser de interese para a xestión do tráfico, como meteoroloxía, incidencias, restricións, vialidade de postos de montaña, etc.
 - Difusión da información a través de diversos medios tales como radio, web, aplicación para smartphones, twitter, televisión, teléfono, etc.
- d. Promover a investigación e a realización de Estudos en materia de seguridade viaria e Aplicacións Telemática ao Tráfico
 - Elaboración, estudo e seguimento de plans de aforamento.
 - Informes estatísticos das Operacións Especiais.
 - Estudo, análise e deseño de estratexias para Operacións Especiais.
 - Análise dos problemas que se presentan na rede de estrada.
 - Estudos para a implantación de medidas de xestión de tráfico.
 - Determinación de niveis de servizo das vías controladas.
 - Estudos mediante simuladores de tráfico.
 - Elaboración de estatísticas de informacións subministradas, intensidades de tráfico, velocidade, etc
 - Participación en Comités expertos e Grupos de Traballo de Organismos Internacionais e especialmente no seo da Unión Europea.



- Apoio e soporte con medios técnicos a proxectos de investigación e desenvolvemento, en particular dos incluídos nos programas marco da Unión Europea.
- Ademais, nos últimos anos foi cobrando maior relevancia unha nova actividade: a colaboración con outras autoridades e institucións en situacións de crises e de emerxencias de calquera tipo, ampliando o marco colaborativo que se restrinxía só ás autoridades de Protección Civil.

A cobertura xeográfica dos Centros de Xestión de Tráfico da DXT é a que aparece no mapa.

Figura 3.1: Centros de Xestión de Tráfico da Dirección Xeral de Tráfico e áreas de influencia



3.2. Estrutura

Os CXT's estrutúranse de acordo coas áreas funcionais nas que se agrupan as actividades que realizan como segue:

- a) **Explotación.** É a unidade que leva a cabo directamente a xestión e o control do tráfico nas estradas, a atención e axuda ao usuario, a información ao público e aos medios de comunicación



- b) **Seguridade Viaria.** A súa tarefa é o estudo de puntos conflictivos, informes de probas deportivas, transportes especiais, obras, etc. E a coordinación doutras actividades relacionadas coa seguridade viaria
- c) **Sistemas telemáticos.** Encargada da xestión do mantemento dos sistemas e bases de datos do CXT; coordina a súa instalación e explotación e segue a implantación de estándares e normas para sistemas e equipos informáticos e de comunicacións.
- d) **Helicópteros.** A patrulla de helicópteros que realiza os labores de regulación, vixilancia e control do tráfico desde estes.

O conxunto de equipamento de que dispoñen pode agruparse en tres tipos de sistemas:

1. *Sistemas de monitorización, cuxa misión é recompilar datos e vixiar o desenvolvemento da circulación:*
 - Monitorización de fluxo vehicular (intensidade, velocidade, etc.)
 - Monitorización meteorolóxica (temperatura, humidade, neve, xeo)
 - Monitorización mediante cámaras de televisión.
 - Vixilancia mediante patrullas da Agrupación de Tráfico da Garda Civil.
 - Vixilancia mediante patrullas de helicópteros.
2. *Sistemas de control e sinalización, cuxa misión é dirixir os fluxos do tráfico:*
 - Sistemas de sinalización variable mediante semáforos reguladores de carril e Paneis de mensaxe variable
 - Sistemas de paneis de mensaxe variable.
 - Sistemas de control de accesos (rampmeters).
 - Balizas
3. *Sistemas de información, cuxo obxectivo é difundir información aos usuarios.*
 - Antes da viaxe (sistemas telemáticos como internet, aplicacións para smartphones, twitter, etc.) e servizos tradicionais (radio, teléfono, televisión, etc.).
 - Durante a viaxe, que tamén permiten acceder á información antes de iniciar a viaxe (aplicacións para smartphones, emisoras de radio comercial, paneis de mensaxes variables, información en navegadores, etc.)

3.3. Tratamento integrado da xestión do tráfico e da información

Os problemas de conxestión afectan tanto ás grandes cidades e áreas urbanas como aos eixos viarios máis importantes. Dende o punto de vista do usuario, a conxestión ocasiona atrasos nas súas viaxes, xa sexa por motivos de traballo ou de lecer, e perturba a loxística industrial e comercial afectando o movemento de mercadorías. Para o medio ambiente supón reducir a calidade do aire e incrementar o contido de sustancias nocivas e o consumo de combustibles fósiles. A velocidade e o custo do transporte de mercadorías vense afectados de xeito crecente pola conxestión.



Dentro da congestión podemos distinguir entre “recorrente” e “non recorrente”:

- A **congestión recorrente** é predicible e causa atrasos por mor dos altos volumes de vehículos que circulan polas estradas durante o mesmo período, (horas punta, períodos de vacacións, etc.) e en certos lugares habituais (enlaces, interseccións, barreiras de peaxe, etc.).
- A **congestión non recorrente** é impredicible e está causada xeralmente por sucesos non planeados e imprevistos, como accidentes e incidentes de tráfico ou traballos de mantemento de emerxencia, etc. Dentro deste tipo pódense considerar tamén os atrasos debidos a inclemencias meteorolóxicas como neve, choiva ou néboa cando se presentan en momentos e tramos con intensidades elevadas.

Figura 3.2: Imaxe de congestión



Ante estas incidencias, as responsabilidades dos Centros de Xestión de Tráfico van derivando cara ás seguintes:

- a. Dirección e xestión dos fluxos do tráfico.
- b. Planificación estratéxica das obras de mantemento.
- c. Adopción das medidas de xestión de tráfico a partir dun coñecemento da situación actual e a evolución previsible da circulación. As estratexias na posta en práctica das distintas medidas deberán ser preestablecidas nas adecuadas normas, procedementos ou protocolos de actuación.
- d. Adopción das restricións á circulación e doutras medidas de carácter administrativo para a xestión do tráfico.
- e. Establecemento dos adecuados protocolos de coordinación para a actuación fronte aos accidentes ou incidentes de calquera tipo cos titulares das vías e con todos aqueles axentes que interveñen en determinados



momentos sobre ela, como autoridades sanitarias, bombeiros, Protección Civil, etc.

A telemática converteuse nunha ferramenta básica a utilizar dentro da xestión do tráfico e fará posible aplicar medidas de xestión da oferta e de modulación da demanda que sen os avances tecnolóxicos resultarían inaplicables.

3.4. Medidas e accións para a xestión do tráfico

A gama de medidas que é posible poñer en práctica, é ampla en cidade (dende o semáforo ata a política de carga e descarga, pasando pola de estacionamento ou polo impulso ao transporte público ou ao non motorizado) pero non tanto en estrada. É aquí onde unha adecuada combinación de medidas organizativas e administrativas, por unha banda, con actuacións operativas e un amplo uso da tecnoloxía, por outro, permite conseguir melloras moi importantes para os cidadáns nas súas viaxes por estrada, reducindo o número de horas perdidas polos vehículos, coa consecuente repercusión económica e en tempo para as persoas ou as mercadorías transportadas.

As actuacións que poden levar a cabo para xestionar o tránsito por estrada son as seguintes.

3.4.1 Limitacións ou restricións á circulación

Trátase dunha medida de carácter normativo amparada nos artigos 37, 38 e 39 do Regulamento Xeral de Circulación, que se concreta na prohibición á circulación de determinados tipos de vehículos e a celebración de certas actividades, por exemplo as probas deportivas, que supoñen unha ocupación da calzada cun impacto directo na circulación. A súa transcendencia é relevante e constitúe o primeiro chanzo de medidas para facer fronte aos problemas de conxestión. Pero á hora de establecerse debe de ponderarse, xunto aos beneficios que pode reportar para a circulación, os prexuízos á actividade dos sectores afectados e en particular ao transporte de mercadorías por estrada. Na actualidade contémplanse restricións á circulación de:

- Vehículos especiais, maquinaria agrícola e de obras ou servizos.
- Transportes especiais, cuxos pesos e/ou dimensións exceden dos permitidos.
- Vehículos que transporten mercadorías perigosas.
- Vehículos de transporte de mercadoría en xeral que sexan articulados ou cuxo PMA sexa superior a 7.500 Kg.



Figura 3.3: Control da Garda Civil



Estas restricións aplícanse en numerosos tramos de estrada durante as datas de operacións especiais, coincidindo coas saídas ou o retorno nos grandes desprazamentos masivos de vehículos e os domingos e festivos, sobre todo de primavera e verán. A este respecto, é preciso sinalar que estas restricións son moi limitadas en comparación coas existentes noutros países europeos, xa que só afectan a tramos de estrada moi concretos e en datas e períodos horarios moi precisos e determinados, mentres que en países como Francia ou Alemaña teñen un carácter xeral, sobre a totalidade da rede viaria, en todo o territorio do país e durante dilatados períodos de tempo, por exemplo desde as 22 horas do sábado ata as 22 horas do domingo ou festivo en Francia, ou todo o domingo en Alemaña, estendéndose esta limitación no verán dende o mediodía do sábado.

Ademais, no noso país impóñense limitacións á celebración de probas deportivas nos períodos coincidentes coas grandes operacións especiais no ámbito nacional e en función das necesidades e do desenvolvemento da circulación, en datas determinadas en cada unha das provincias españolas e afectando as estradas máis importantes, ou, en caso necesario, a todas elas. As autoridades autonómicas do País Vasco e Cataluña que en virtude da transferencia da execución de certas competencias na materia, ditan as correspondentes restricións a camións nas súas respectivas rexións, estableceron un criterio intermedio entre as limitacións que impón a DXT e as francesas.

3.4.2. Itinerarios alternativos e desvíos (“rerouting”)

Constitúen o segundo tipo de medidas para actuar sobre a conxestión. A utilización dos *itinerarios alternativos* é voluntaria e divúlganse, fundamentalmente, a través dos medios de comunicación e os paneis de mensaxe variable. O seu uso,



en proporción co tráfico do itinerario principal, adoita ser baixo, en xeral, sendo percorrido por condutores habituais que, coñecedores das demoras neste, prefiren un traxecto máis longo e por estradas de menor calidade, antes que soportalas. Só nos momentos en que as emisoras de radio difunden retencións de importancia no itinerario principal ou se anuncian a través de Paneis de Mensaxe Variable, o alternativo acada intensidades proporcionalmente apreciáveis.

Figura 3.4: Desvío na estrada



Os *itinerarios de desvío*, cuxa cobertura legal se atopa nos artigos 37 e 39 do Regulamento Xeral de Circulación, coinciden en moitos casos cos alternativos, pero a súa utilización faise obrigatoria polas forzas de vixilancia da Agrupación de Tráfico da Garda Civil, cando se superan certos albores na lonxitude da conxestión existente na vía principal, nas demoras que padecen os usuarios ou cando se produce un bloqueo desta por calquera causa. Poden impoñerse a toda clase de vehículos ou só a algunha, en xeral aos vehículos pesados de transporte de mercadorías. En moitas ocasións os desvíos simultanéanse co peche de determinados accesos ao itinerario principal.

3.4.3 Carrís reversibles, a contrafluxo, adicionais e outras ordenacións.

É un dos tipos de medida máis populares no noso país, cunha tradición que supera nalgúns estradas os 20 anos, e cuxa utilización se atopa regulada nos artigos 40, 41 e 42 do Regulamento Xeral de Circulación.

Xeralmente, a separación entre o carril a contrafluxo e os que se utilizan no seu sentido habitual, realízase mediante conos. Pero existen instalacións onde a separación se realiza mediante balizas luminosas encaixadas no pavimento.

Esta medida permite unha mellor repartición da infraestrutura dispoñible entre os dous sentidos de circulación en función da demanda do tráfico, constituíndo a ferramenta fundamental para mellorar os tempos de percorrido e diminuír, de



modo drástico, a lonxitude e a duración da conxestión, co aforro de tempo para os usuarios e a redución nas emisións nocivas que iso leva.

Figura 3.5: Sinalización con aspa-frechas de carrís reversibles



Outra ordenación que pode ser incluída neste tipo de medidas é a habilitación da beiravía como outro carril máis de circulación (contemplada no artigo 37 do Regulamento Xeral de Circulación) en certos tramos, polo xeral de curta lonxitude non maior de 5 km. Iso permite compensar a redución de carrís da autovía ou facilitar a incorporación dende un acceso con elevada demanda ata o punto no que se aumenta o número de carrís dispoñibles. Desta maneira evítase afectar o fluxo dos carrís principais cando se achen en situacións próximas á saturación, suprimindo, entre outros, os movementos de trenzado.

3.4.4. Control lineal da vía e xestión da velocidade.

O *control lineal da vía* supón indicar aos condutores as posibilidades de utilización de cada un dos carrís dunha calzada. Para iso utilízanse os semáforos de carril, cuxo uso está regulado no artigo 147 do Regulamento Xeral de Circulación. A súa utilidade é grande para indicar obstáculos ocasionados por accidentes, avarías, obras, etc. e permite evitar accidentes secundarios en situacións de conxestión que afectan a algún ou a todos os carrís.



Figura 3.6: Sinalización de control de velocidade variable

A *xestión da velocidade* ten un obxectivo dirixido cara á modulación da velocidade do fluxo do tráfico, tanto para optimizar o seu comportamento en condicións que bordean a inestabilidade (en horas punta por exemplo), como cando as circunstancias meteorolóxicas, accidentes ou calquera outro tipo de evento requiren a súa moderación progresiva ou inmediata (caso das proximidades das colas de retención) e evitando os efectos perigosos das continuas aceleracións, freadas e cambios de carril.

Figura 3.7: Sinalización de control de velocidade por radar

3.4.5. Información sobre eventos, estado da circulación e alarma de incidentes

A información sobre eventos e estado da circulación supón facer chegar aos condutores e usuarios mensaxes sobre todo aquilo que pode influír na súa viaxe,



como situación meteorolóxica, accidentes, obras, retencións, etc., de modo que iso poida facer que o condutor realice a viaxe con maior comodidade e seguridade á vez que permite, en determinadas circunstancias, reducir a conxestión.

Figura 3.8: Sinalización de neve en estrada e recomendación de uso de cadeas



Ademais, tamén permite aos condutores planear a súa viaxe antes de comezalo ou a alterar o itinerario previsto para evitar os tramos da rede viaria onde eses problemas se presenten.

3.5. A difusión da información de tráfico e de viaxe

Un elemento fundamental na tarefa de xestión do tráfico é a información ao condutor, entendida tanto no seu aspecto de información do tráfico (“TrafficInformation”) como no de información ao viaxeiro (“TravelInformation”) xa que se trata dun dos máis potentes instrumentos de xestión porque contribúe de maneira decisiva a reducir a conxestión e certos accidentes.

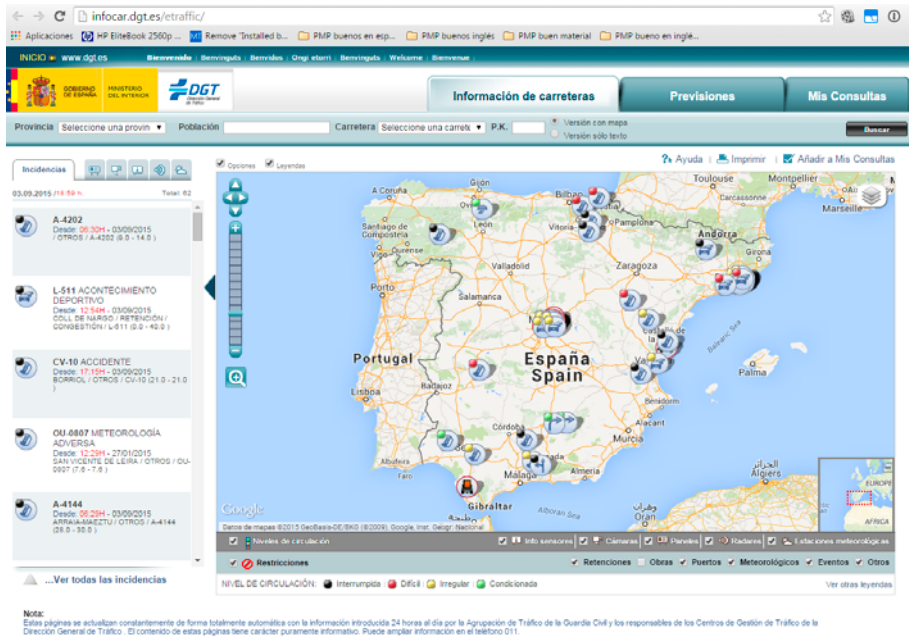
A distribución de mensaxes informativas permite ademais un mellor uso da capacidade da rede ao proporcionar ao usuario información relativa a condicións meteorolóxicas, incidentes, retencións, etc., que permiten utilizar rutas alternativas, modificar o momento de iniciar a viaxe ou cambiar o horario previsto e, á vez, modifica o comportamento do condutor, quen, grazas a estas mensaxes pode acomodar a velocidade para adaptarse sen problemas ás circunstancias da circulación, poucos quilómetros máis adiante do lugar polo que circula. En definitiva, a información viaria actual sobre o sistema global do tráfico e transporte modificando e dispersando o fluxo, alivia a conxestión, reduce o tempo de percorrido para un desprazamento dado e diminúe a tensión de condutores e usuarios. E finalmente, como consecuencia de todo iso, ten un impacto positivo sobre a economía do país, rexión ou cidade polos aforros en tempo de viaxe e consecuencias dos accidentes dos condutores. Neste sentido, a Dirección Xeral de Tráfico difunde a información ao usuario da vía empregando múltiples canles os cales se detallan a continuación.



3.5.1. Portal web

No sitio web corporativo da Dirección Xeral de Tráfico (<http://www.dgt.es/é/otrafico/>) é posible consultar a información relativa ao estado de tráfico, incluíndo as incidencias de circulación en tempo presente, así como as previsións de incidentes a futuro. Esta información está dispoñible tanto en formato texto como sobre un mapa (<http://infocar.dgt.es/>), resultando este último máis sinxelo e intuitivo de interpretar. Ademais desta información, tamén é posible consultar as restricións xerais á circulación e as que afectan a vehículos pesados e mercadorías perigosas. Tamén se ofrecen as imaxes obtidas polas cámaras de tráfico de que dispón a Dirección Xeral de Tráfico, así como os puntos de control de velocidade e a súa localización, os puntos negros na estrada clasificados por anualidades e recomendacións aplicables aos condutores durante os próximos días.

Figura 3.9: Web da Dirección Xeral de Tráfico



3.5.2. Paneis de Mensaxe Variable (PMV)

Os Paneis de Mensaxe Variable (PMV) son paneis de sinalización deseñados para alertar ou informar ao usuario sobre o estado da estrada. Un PMV pode mostrar unha icona, unha mensaxe escrita ou ambos segundo as necesidades de sinalización de cada momento. Estes dispositivos difunden mensaxes en tempo real que poden incluír información sobre as características do tráfico, as retencións, as condicións

meteorolóxicas, o estado da vía, os cortes ao tráfico, a existencia de puntos de control de velocidade, ou calquera outro contido que puidese ser de interese. A sinalización dos PMV lévase a cabo nos Centros de Xestión de Tráfico que posúen a información necesaria en cada momento para informar ao usuario da vía.

Figura 3.10: Sinalización en panel de mensaxe variable



3.5.3. Aplicación para smartphones

Dado o incremento dos dispositivos móbiles intelixentes (smartphones) nos últimos anos, unha aplicación para estes constitúe unha medio de comunicación co usuario da vía áxil e dinámica. Ademais, o uso de internet móbil permite a estas aplicacións informar cidadán en calquera momento e en calquera lugar.

Por todo isto, a Dirección Xeral de Tráfico pon a disposición dos cidadáns unha aplicación que permite a consulta da información de tráfico en tempo real, a creación de rutas frecuentes, a consulta dos puntos de control de velocidade e a súa situación e a visualización das imaxes das cámaras da DGT. Esta aplicación tamén permite realizar unha chamada de emerxencia ao 112 de forma directa e está dispoñible para IOS e Android.

Figura 3.11: Aplicación da DXT para smartphone



3.5.4 Twitter

O uso das redes sociais e a súa ampla difusión nos últimos anos permite á Dirección Xeral de Tráfico utilizar esta canle para conectar co cidadán. Para tal efecto, a Dirección Xeral de Tráfico posúe dúas contas de Twitter:

- @DGTes: Esta conta ofrece información divulgativa sobre seguridade vial e mobilidade.
- @InformacionDGT: Ofrece información actualizada en tempo real sobre o estado da circulación en estrada.

Figura 3.12: Contas de twitter da Dirección Xeral de Tráfico



3.5.5. Teléfono de información 011

O 011 é o número de información da Dirección Xeral de Tráfico que proporciona información completa e actualizada das últimas incidencias de tráfico. Este teléfono ofrece ademais a información das restricións xerais á circulación e as que afectan a vehículos pesados e mercadorías perigosas. As prestacións que ofrece o teléfono da DGT están dispoñibles as 24 horas, os 365 días do ano.



3.5.6 RDS-TMC

RDS (Radio Data System) é un sistema de emisión que transmite información utilizando as frecuencias de cadeas comerciais. Para iso, envía un sinal inaudible que é interpretado polo receptor RDS. A información é transmitida simultaneamente coa emisión convencional sen producir interferencias nesta.

Unha das aplicacións de RDS é a difusión de información sobre tráfico. Para iso, existe un estándar europeo chamado RDS-TMC que realiza o envío de forma cíclica de información codificada sobre o estado das estradas. Mediante unha lista de mensaxes e localizacións estandarizada, comunícase aos condutores unha breve descrición sobre a circunstancia adversa e a súa posición. Unha das vantaxes é a independencia da linguaxe, xa que cada receptor pode traducir o código numérico ao idioma correspondente.

O servidor RDS-TMC é unha aplicación que accede aos eventos de tráfico e os codifica axeitadamente, emitíndoos por un porto serie. A conexión do porto serie cun codificador RDS permite a difusión desta información pola canle de tráfico. Deste modo, a información de tráfico pode ser interpretada por calquera navegador existente no mercado que implementa este protocolo así como ofrecela ao usuario do devandito dispositivo durante a navegación.

3.5.7. Radio

A Dirección Xeral de Tráfico elabora un boletín radiofónico periodicamente coas incidencias máis destacables de circulación. Este boletín ofrécese a través do portal corporativo con información de toda a rede de estradas e, á súa vez, difúndese polas diferentes emisoras de radio particularizando a información ao ámbito de cobertura das devanditas emisoras.

3.5.8. Ficheiros de información a terceiros

Ademais da difusión da información de tráfico por todos os medios relacionados ata agora, a Dirección Xeral de Tráfico pon a disposición do cidadán diferentes ficheiros de información empregando formatos abertos e interoperables (XML). Deste modo, calquera pode tratar este ficheiro e ofrecer os seus propios servizos, outorgando un valor engadido á información achegada pola Dirección Xeral de Tráfico.

En concreto, a información ofrecida nestes ficheiros é a da relación actualizada dos sucesos que afectan ao tráfico, a información sobre puntos de control de velocidade e a súa situación e as imaxes das cámaras de tráfico. Estes datos ofrécense empregando o estándar europeo para a difusión de información de tráfico DATEX II.



AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

- Na avaliación da aprendizaxe dos conceptos teóricos traballados na Unidade didáctica terase en conta a resposta correcta das cuestións tipo test e as cuestións curtas formuladas nas probas de avaliación da materia.
- Valorarase tamén a entrega por parte dos alumnos dos traballos adicionais propostos polo profesor como actividades formativas complementarias.
- Terase en conta a atención prestada durante as clases expositivas e o interese amosado pola materia a través dos resumos entregados despois de cada sesión.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] La gestión del tráfico I. Sistemas de gestión del tráfico. Objetivos y subsistemas que lo integran. Los centros de gestión de tráfico y sus objetivos y estructura. Tratamiento integrado de la gestión del tráfico y de la información. La difusión de la información de tráfico. Federico C. Fernández Alonso. DGT. 2014
- [2] Congestion Control and Demand Management. OCDE. 1994.
- [3] Estadísticas del Banco Mundial. <http://datos.bancomundial.org/>
- [4] Trans-European Networks. Towards a master plan for the road network and road traffic. Comisión Unión Europea. DG-VII. 1993.
- [5] Informe TELTEN. Comisión Unión Europea. y ERTICO 1994-1996.
- [6] Informes Proyectos Euroregionales SERTI y ARTS 2000, 2002 y 2003
- [7] Road Travel Demand
- [8] Sustainable Traffic Management. Editor: Rijkswaterstaat, Rotterdam 2003
- [9] Easyway Annual Forum 2008, 2009 y 2010
- [10] Nota de Servicio 1/2014 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos de Recomendaciones para la especificación de los requisitos sobre ITS en los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de construcción de la Red Estatal de Carretera





Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

