

Sistema Automatizado para la Toma de Decisiones (DSS) de Seguridad en Túneles de Carretera ante Sucesos Infrecuentes mediante el Modelado y Simulación Computacional



Con la subvención del Centro de Estudios y
Experimentación de Obras Públicas
(Ministerio de Fomento): PT-2007-030-22 | CPP

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y
EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

Introducción

El pasado 3 de diciembre de 2007 fue publicada la resolución del Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Fomento (BOE. Núm. 289), en la que se concede una subvención a la Universidad de Cantabria para la realización, por parte del Grupo GIDAI, de un Proyecto de Investigación sobre “Sistema Automatizado para la toma de Decisiones (DSS) de Seguridad en Túneles de Carretera ante Sucesos Infrecuentes mediante el Modelado y Simulación Computacional”.

El objeto del Estudio aborda el desarrollo de un Sistema Automatizado para la toma de decisiones en la gestión de emergencias encaminadas a la evacuación efectiva y la reducción de los daños a las personas frente a sucesos infrecuentes en Túneles de Carretera.



Accidente múltiple en el Túnel de Ehrentalerbreg 22-01-2007.
Fuente: <http://es.motorfull.com>

Los Túneles de Carretera son importantes elementos de infraestructura que se han hecho esenciales para el transporte terrestre. Aunque ofrecen menor siniestralidad que los tramos a cielo abierto, cuando se produce una situación de emergencia en el interior de un Túnel de Carretera, las consecuencias son graves debido a que se trata de espacios confinados y aislados del exterior.



Accidente en el Túnel del Padrún (Asturias) 22-01-2008.
Fuente: <http://www.elpais.com>

Los trágicos sucesos de los últimos años, como el ocurrido en Mont Blanc en 1999, han puesto en relevancia la necesidad del empleo de sistemas tecnológicos que sirvan de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de la emergencia en tiempo real.

Los trabajos serán realizados por el equipo investigador del grupo GIDAI – Seguridad contra Incendios – Investigación y Tecnología, del Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos de la Universidad de Cantabria liderados, en calidad de investigador responsable, por el Prof. Dr. Jorge A. Capote Abreu y coordinados por el Dr. Ángel Mateos Moreno por parte del CEDEX.

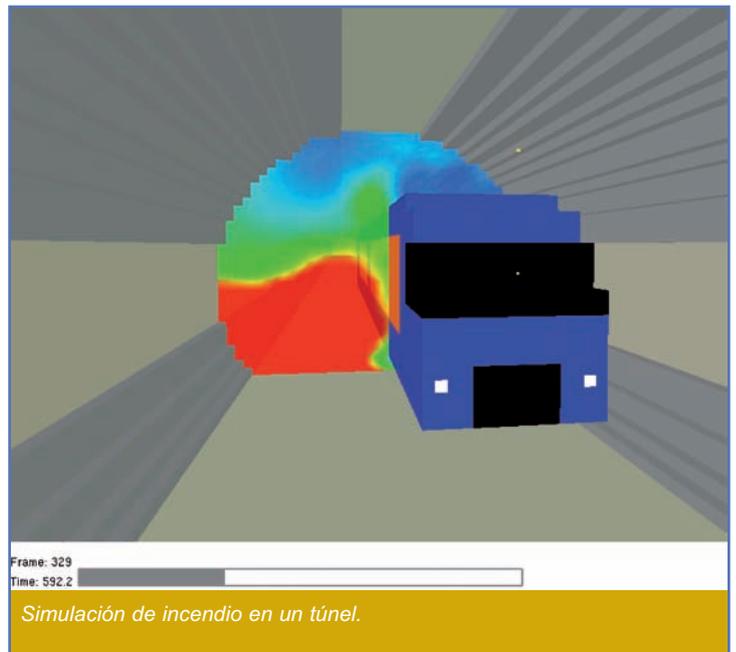
Antecedentes



Desde hace más de 15 años, el Grupo GIDAI de la Universidad de Cantabria viene desarrollando su Línea de Investigación sobre La Seguridad contra Incendios en Medios e Infraestructuras del Transporte de Pasajeros, con proyectos de investigación tanto de Convocatoria Pública como bajo contrato con Empresa Privada, sobre: Estaciones Ferroviarias, Túneles y Medios e Infraestructuras del Transporte Subterráneo de Pasajeros, etc.

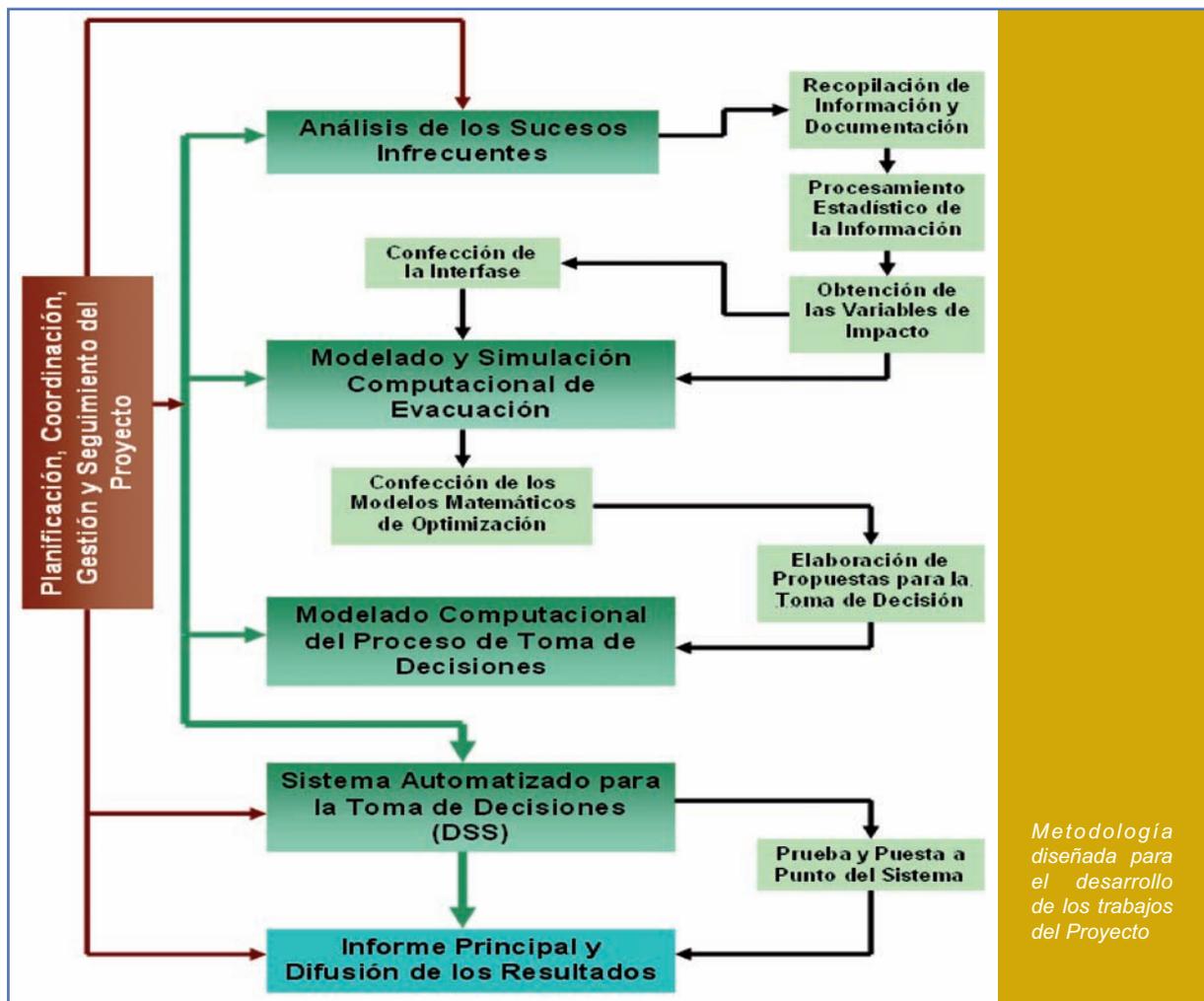
De entre los Proyectos de Investigación concedidos en los últimos cinco años, destacan por su relación con la temática del Proyecto:

- Estudio de las Condiciones de Evacuación en caso de Emergencia en una Estación de Transporte Masivo de Pasajeros con el Empleo del Modelado y Simulación Computacional (Mº de Fomento-2006). ISBN: 84-8102-982-3.
- Nuevas Tecnologías en Seguridad de Estaciones Ferroviarias: Modelado del Movimiento de Humos, Solicitaciones Térmicas y Evacuación en caso de Incendio (Mº de Fomento-2006).
- Estudio del Comportamiento del Movimiento de Humos en caso de Incendio en un Túnel Ferroviario. Incidencia medioambiental y en la Evacuación de las Personas (Mº de Fomento-2006). ISBN: 84-8102-983-1.
- Estudio y Revisión Conjunta de Soluciones de Seguridad en Proyectos de Infraestructuras Ferroviarias (Dirección General de Ferrocarriles del Mº de Fomento-2007).
- Estudio de la Influencia de los Sistemas de Ventilación en las Solicitudes Térmicas en caso de Incendio en un Túnel Ferroviario (Mº de Fomento-2007). ISBN: 84-8102-983-1.
- Modelado y Simulación Computacional de la Evacuación en Túneles Ferroviarios. (Mº de Fomento-2007). ISBN: 84-8102-506-4.



Metodología

El Estudio se desarrollará en base a un esquema metodológico propio que se inicia con la formulación del problema de la gestión de la emergencia y de la evacuación de las personas en el interior de los Túneles de Carreteras. Seguidamente se procederá a la construcción de los Modelos conceptuales, computacionales y matemáticos: El Modelado de Sucesos Infrecuentes, el Modelado de Simulación Computacional de Evacuación y el Modelado de Optimización que se integrarán en un único Modelo de ayuda para la toma de decisiones.



Inicialmente, se analizarán y procesarán estadísticamente los datos de sucesos infrecuentes en los distintos Túneles de Carreteras con el fin de obtener Modelos Matemáticos que permitan pronosticar variables de impacto tales como el número de muertos, personas que necesitan ser rescatadas, personas que pueden evacuar por sus propios medios, etc., que servirán de entrada a los Modelos de Simulación Computacional de Evacuación.

La simulación de los fenómenos de evacuación, con el empleo de algoritmos de optimización, permitirá obtener recomendaciones para la toma de decisiones.

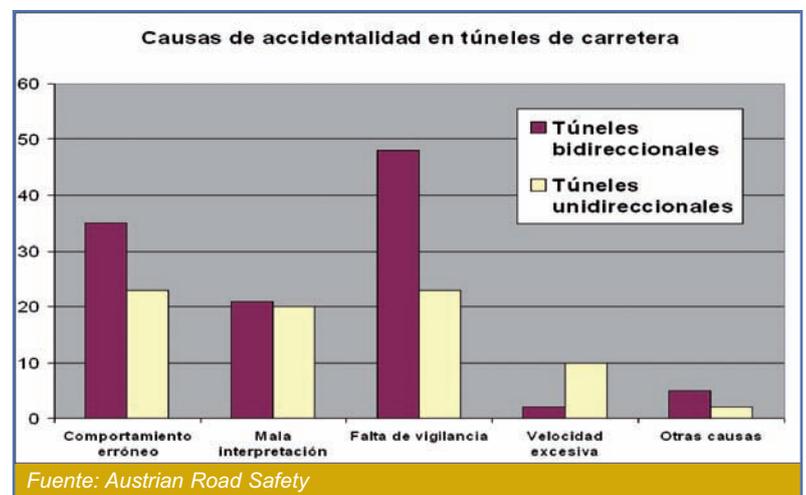
Finalmente se procederá a la puesta a punto y a la obtención de una versión beta del Sistema Computacional Integrado y a la publicación de un Informe Resumen (Investigation Report) que contendrá los principales resultados obtenidos en el Estudio.

Modelado de Sucesos Infrecuentes

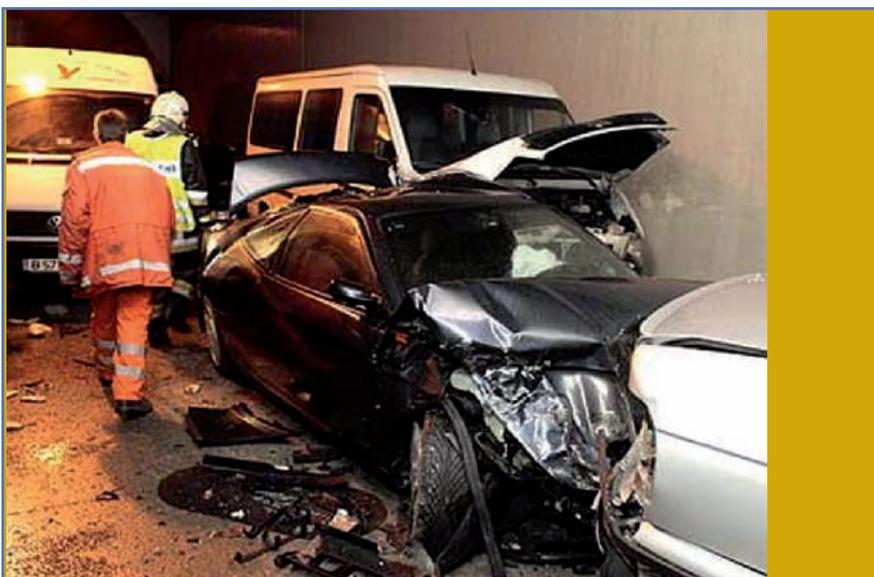
El propósito del modelado de sucesos infrecuentes es analizar, clasificar y procesar estadísticamente los datos de las situaciones de emergencia en Túneles de Carreteras con el fin de obtener Modelos Matemáticos que permitan pronosticar variables de impacto que servirán de entrada a los Modelos de Simulación Computacional de Evacuación y al Modelo de Toma de Decisiones.

La información necesaria para el análisis estadístico de sucesos infrecuentes se basará en dos estudios previos:

- Investigación documental de eventos a nivel internacional.
- Investigación de campo a partir de los datos disponibles por diferentes organismos oficiales sobre sucesos infrecuentes o situaciones de emergencia de la Red de Carreteras del Estado, teniendo en cuenta la tipología de los túneles y los diferentes escenarios en que sucedieron.



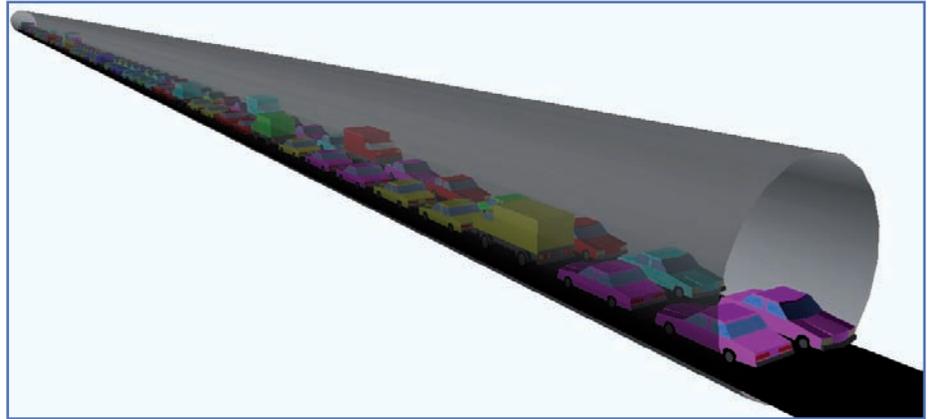
Se clasificarán y tipificarán los sucesos infrecuentes en Túneles de Carreteras definidos como cualquier accidente provocado por uno o varios vehículos automotores que provoque un daño real o potencial sobre las personas y aconsejen la evacuación de estas. Se estudiarán y determinarán variables de impacto como:



- La magnitud del suceso (número y características de los vehículos implicados, número de personas en los vehículos, etc.)
- Las personas implicadas y su grado de afectación por el siniestro (número de personas implicadas, muertos, heridos, capacidad de locomoción, tiempos de respuesta, etc.)
- N° de salidas disponibles y distancia de los recorridos de evacuación del túnel.
- Afectación de los sistemas del Túnel (equipamientos de seguridad, estructura, etc.)

Simulación Computacional de Evacuación

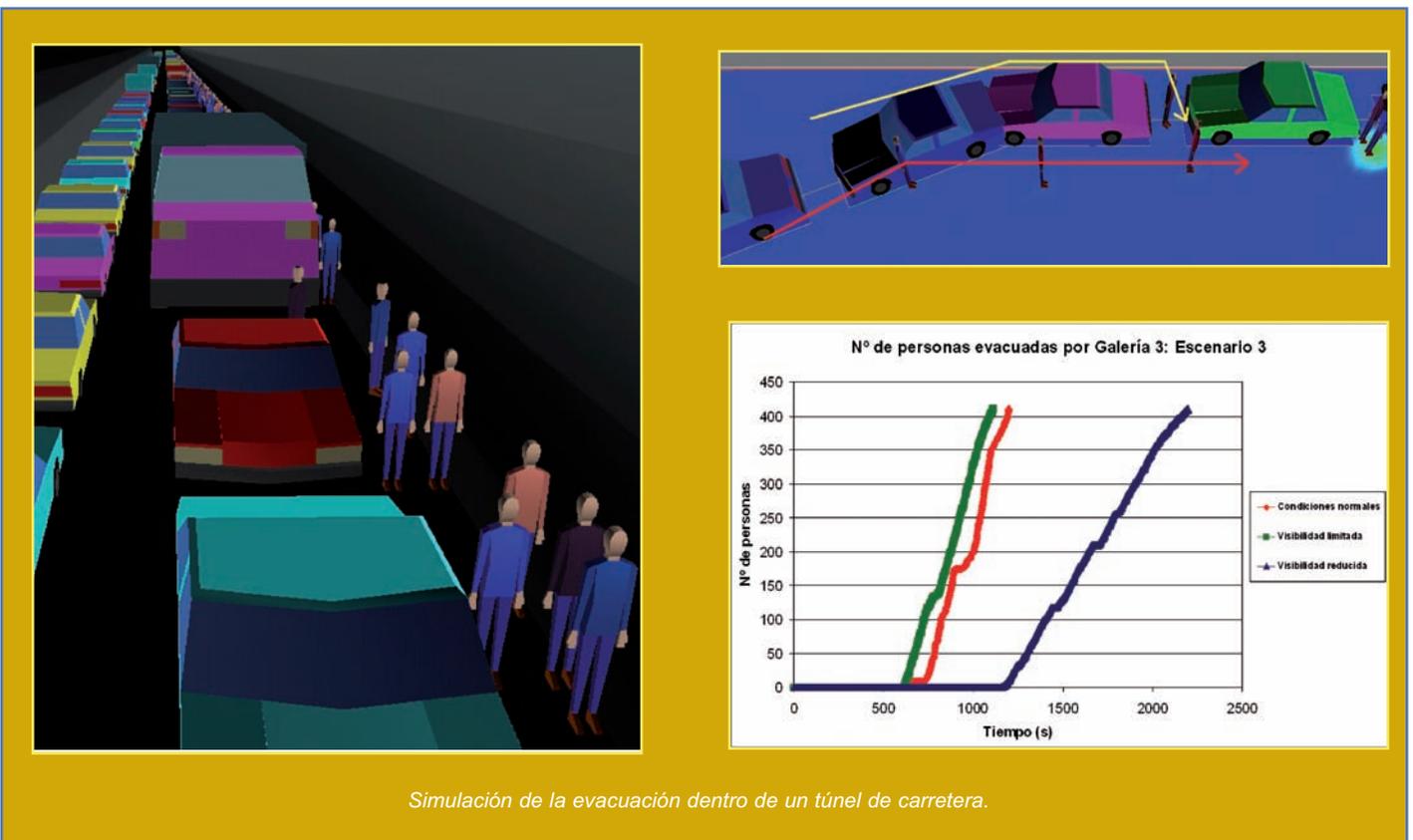
Durante los últimos años la intensificación de los esfuerzos dedicados a la investigación para conseguir los niveles más aceptables de seguridad para las personas, junto a la continua evolución de la capacidad de los ordenadores, han dado lugar a la aparición de modelos de gran complejidad que sólo pueden ser implementados por medios computacionales.



Los Modelos de Simulación Computacional de Evacuación vienen jugando un papel muy importante en el Estudio de los aspectos científicos y tecnológicos de la Seguridad ya que permiten conocer el posible desarrollo de la evacuación en una situación de emergencia. Estos Modelos permiten definir a las personas de forma individualizada mediante la introducción de variables tanto físicas (dimensiones corporales, velocidad de locomoción, etc.) como conductuales (comportamientos colectivos, diferentes tiempos de respuesta, conocimiento de determinadas rutas de evacuación, etc.).

Los Modelos de Simulación Computacional de Evacuación aportan información importante sobre: el tiempo total de evacuación, determinación de las áreas de congestión, rutas de escape elegidas, movimiento individual y dirección tomada, flujo de personas por ciertas rutas o salidas, etc.

La aplicación de estos métodos avanzados permitirá caracterizar diferentes Escenarios de Evacuación que posibiliten la creación de la interfase entre los Modelos de Sucesos Infrecuentes y los Modelos de Evacuación seleccionados.



Simulación de la evacuación dentro de un túnel de carretera.

Sistema Computacional Integrado

La simulación de los fenómenos de evacuación, con el empleo de algoritmos de optimización, permitirá conocer los posibles resultados de uno o más planes de acción y proponer las actuaciones o estrategias adecuadas que cumplan con los siguientes objetivos:

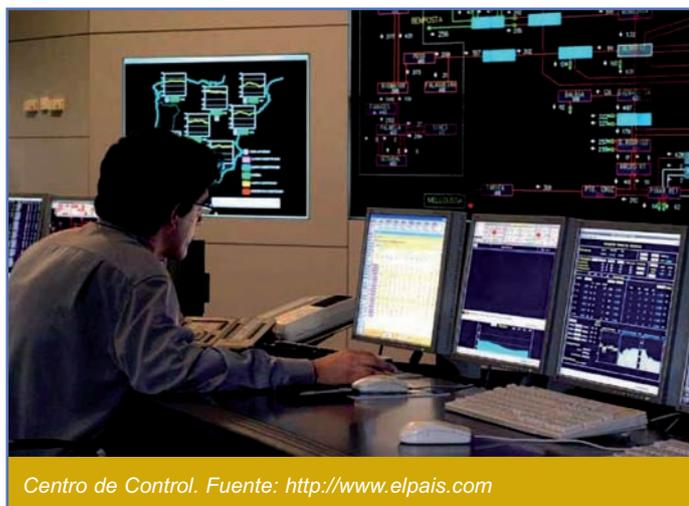
- Minimizar el riesgo para las personas (conseguir una evacuación rápida y efectiva).
- Maximizar la rapidez y efectividad de la gestión de la emergencia.
- Conseguir un empleo adecuado de los recursos disponibles.



Incendio de camiones en el interior de un túnel en Los Ángeles California 13-10-2007. Fuente: <http://www.adcnews.go.com>



Incendio en el Túnel de Burneley- Australia-23-03-2007. Fuente:<http://www.mexicotrucker.com>



Centro de Control. Fuente: <http://www.elpais.com>

Una vez ocurrido el suceso en el interior del túnel, la información todavía imprecisa es introducida en el Sistema que realizará las simulaciones pertinentes en base a determinados parámetros básicos tales como:

- La localización del suceso en el interior del túnel que permita determinar la distancia de las salidas de emergencia y la obstrucción de determinadas rutas de escape para las personas.
- El número y tipos de vehículos implicados en el siniestro que permita una primera estimación del número de personas implicadas.
- La gravedad del suceso que permita realizar una primera estimación de la situación de emergencia, valorar las condiciones ambientales, los niveles de riesgo y el número personas heridas o el número de bajas.

A mayor información disponible sobre el suceso, los parámetros de entrada permitirán realizar estimaciones más precisas permitiendo al gestor de la emergencia conocer la secuencia de acciones y tomar medidas en base a las recomendaciones del Sistema Integrado.

Este sistema Computacional no sólo supone un soporte psicológico para el responsable de la emergencia sino que permite una reevaluación constante en el curso cambiante de los acontecimientos en tiempo real.



GIDAI - Seguridad contra Incendios - Investigación y Tecnología
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación
Dpto. Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos

Avda. Los Castros, s/n
39005 SANTANDER
Tel.: +34 942 20 18 26
Fax: +34 942 20 18 73
E-mail: gidai@unican.es
<http://grupos.unican.es/GIDAI>



Con la subvención del Centro de Estudios y
Experimentación de Obras Públicas
(Ministerio de Fomento): PT-2007-030-22 I CPP

