



DCE Extremadura

Los expertos destacan la importancia de los ensayos y las simulaciones para una mejor PCI

# ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD PARA INSTALACIONES subterráneas

Tres expertos en estrategias de seguridad nos explican los proyectos de ingeniería que desarrollan sus empresas en instalaciones subterráneas. Mercedes Lago, de Efectis Ibérica, Magdalena Villegas, de AFITI, y Pablo Espina, de MSC, coinciden en resaltar la importancia de los ensayos y del conocimiento previo de las diferentes casuísticas, tanto del fuego como de los comportamientos humanos, para afrontar adecuada y eficazmente la Protección Contra Incendios (PCI) en instalaciones bajo rasante.

## 6.1 Entrevista

**MERCEDES LAGO.** Jefe de Proyectos de Ingeniería de Seguridad contra Incendios de Efectis Ibérica

# «El modelado y la simulación reducen los costes y el tiempo demandados en los ensayos reales»

Para Mercedes Lago, el modelado y la simulación computacional y los ensayos con fuego real se retroalimentan y se complementan mutuamente. Una buena combinación de ambos garantiza una solución global eficaz de Protección Contra Incendios. Efectis participa activamente en proyectos de investigación españoles e internacionales. Entre otros, ha intervenido en los proyectos de los túneles del Montblanc y de Fréjus.



### —Hablemos de Efectis. ¿A qué se dedica su empresa en relación con la Seguridad Contra Incendios?

Efectis Ibérica es una empresa del grupo europeo Efectis, con participación del laboratorio de fuego español AFITI. Está especializada en proyectos de ingeniería de Seguridad contra Incendios en todo tipo de construcciones, ya sea en el ámbito de la edificación, como en el industrial o en el de infraestructuras para el transporte. Además, su pertenencia al Grupo Efectis y su relación con AFITI le permiten la realización de ensayos de fuego o la inspección de productos e instalaciones de seguridad contra incendios.

### —¿Qué labor desarrolla Efectis en Seguridad Contra Incendios para instalaciones subterráneas?

Desde hace años, Efectis participa en proyectos de investigación de ámbito na-

cional e internacional para la mejora de la Seguridad Contra Incendios en instalaciones subterráneas (UPTUN, L-SURF). Cuenta, además, con técnicos de reconocido prestigio que forman parte de organismos internacionales relacionados con la SCI, como ITA-COSUF, FIT o ISO. Participa en la organización y gestión de ensayos y en la realización de simulaciones y consultoría de seguridad en importantes proyectos de túneles, tanto de nueva construcción como de mejora de las condiciones de seguridad en los existentes. Como ejemplo de proyectos en túneles, citaré el Eurotúnel bajo el canal de la Mancha, los del Montblanc y Fréjus en Francia o el túnel Rotterdam Noordrand en Holanda. En cuanto a proyectos relacionados con la mejora de la seguridad en el transporte suburbano y de ferrocarril, trabaja en ciudades como Madrid, París, Toulouse, Estrasburgo o La Haya.

### —¿Qué importancia tienen las simulaciones y modelados y los ensayos con fuego para que una instalación subterránea pueda considerarse segura?

Mediante una buena combinación de ensayos de fuego y humo con simulaciones de escenarios de fuego real y de evacuación, se puede predecir el desarrollo y las consecuencias de un incendio determinado en cualquier tipo de construcción. La información obtenida permitirá diseñar adecuadamente las vías de evacuación, las instalaciones para la protección activa del túnel y la interacción entre las distintas instalaciones. Asimismo, permitirá calcular el tipo y dimensionamiento de elementos de protección para conseguir la estabilidad buscada en las estructuras y la resistencia de los elementos de compartimentación que evitarán que el incendio se propague tanto en el interior como hacia el exterior. Los



Eurotunnel

ensayos y las simulaciones son fundamentales para lograr un diseño óptimo de la estrategia global de protección, lo cual tendrá como resultado una infraestructura más segura.

#### —¿Cuáles son las diferencias entre los modelados y simulaciones respecto a los ensayos reales en túneles?

El modelado y la simulación computacional y los ensayos con fuego real se retroalimentan y se complementan mutuamente. Una buena combinación de ambos garantiza una solución global eficaz de Protección Contra Incendios. Hay dos tipos de ensayos reales en túnel. Por un lado, los ensayos de humo caliente, muy fáciles de realizar, permiten comprobar la eficacia del sistema de control del humo de incendio y las condiciones de intervención; es posible realizarlos en todo tipo de túneles. Y por otro, los ensayos con fuego real. Son representativos de los escenarios de fuego real y, por su carácter destructivo, se realizan normalmente en túneles experimentales. Con ellos se comprueban nuevas configuraciones de los sistemas de protección, así como la interacción entre los diferentes sistemas.

Los ensayos reales sirven, además, pa-

ra validar los resultados obtenidos con las simulaciones. Se deben diferenciar los ensayos reales de los ensayos normalizados (resistencia al fuego), que son importantes para obtener información básica sobre las propiedades de los materiales y su comportamiento real en un incendio.

Por otro lado, el número de ensayos de fuego a realizar es muy limitado, por lo que no será nunca posible ensayar un número elevado de configuraciones de incendio. Una vez analizado el riesgo de incendio en la construcción y planteados los objetivos de seguridad, un estudio mediante simulación computacional permitirá prever cuáles son las configuraciones óptimas a reproducir en el ensayo con fuego real, lo que aumentará la probabilidad de que los ensayos realizados sean los más adecuados para cada objetivo. El modelado y la simulación reducen los costes y el tiempo demandados en el desarrollo de los ensayos reales.

#### —¿De que medios dispone Efectis para este tipo de ensayos y simulaciones?

Para la realización de las simulaciones para proyectos de ingeniería de Seguridad Contra Incendios, Efectis cuenta con un equipo internacional y multidisciplinar de más de 40 ingenieros presentes en

España, Francia y Holanda. Sus competencias abarcan las áreas necesarias para la realización de los diferentes tipos de proyectos de ingeniería de seguridad. Nuestros técnicos tienen amplia experiencia en el manejo de herramientas de simulación, tanto desarrolladas a nivel interno por Efectis, como las de uso general que se encuentran en el mercado.

Las soluciones ofrecidas a través de simulación computacional incluyen cálculos para estudios de desarrollo de fuego en entornos abiertos y confinados; estudios de propagación y toxicidad de los humos; dimensionamiento de sistemas de control de humo; análisis termomecánico de estructuras, tanto con fuegos estándar o paramétricos como bajo fuego real; análisis del modo de ruina; estudios de evacuación de personas; análisis de riesgos en entornos industriales; modelización de la dispersión en la atmósfera de contaminantes y productos de combustión, y análisis del comportamiento frente al fuego de los elementos de construcción (puertas cortafuegos, productos de protección de estructuras).

Respecto a la realización de ensayos, Efectis tiene tres grandes centros de ensayo en Francia, Holanda y uno en construcción en Turquía, además de disponer de alianzas estratégicas con AFITI en España y con Sintef-NBL en Noruega. Todo ello le permite contar con 12 hornos de gran escala para realizar ensayos de resistencia al fuego (desde 1.5 m<sup>3</sup> hasta 150 m<sup>3</sup>); el equipamiento necesario para realizar ensayos de reacción al fuego (clasificación europea, estándares IMO, toxicidad); un cono calorimétrico de 10 MW; espacio para ensayos a escala real de hasta 20 MW, y un equipo técnico capaz de gestionar y realizar ensayos *in situ* y a escala 1:1, tanto con fuego real como con humo caliente y frío. ♦

## 6.2 Entrevista

**MAGDALENA VILLEGAS.** Directora técnica de Servicios Tecnológicos de AFITI

«Los escenarios de fuego son infinitos y los medios técnicos, limitados; es vital estudiar la casuística para diseñar ensayos»

«La tendencia actual en túneles e instalaciones subterráneas no es hacer lo imprescindible para cumplir con la reglamentación, sino hacer lo imprescindible para tener unas instalaciones seguras», afirma Magdalena Villegas, directora técnica de Servicios Tecnológicos de AFITI, empresa que participa en el diseño de productos orientados a determinar su eficacia contra incendios, incluyendo la reproducción de escenarios de incendios en sus laboratorios.



—¿Qué labor desarrolla AFITI en lo relativo al estudio de Seguridad Contra Incendios para instalaciones subterráneas?

AFITI se encuentra a disposición tanto de los fabricantes de productos específicos de Seguridad Contra Incendios para instalaciones subterráneas como de organismos de investigación para la realización de ensayos de productos y soluciones *ad hoc* encaminados a determinar su eficacia en caso de incendio. AFITI participa tanto en el diseño de estos ensayos como en la dirección, ejecución y análisis de los mismos. Su relación con el Grupo Efectis le permite disponer de medios de ensayo avanzados y de personal altamente cualificado.



### —¿Por qué se hacen necesarios los ensayos con fuego real para garantizar la seguridad en instalaciones subterráneas?

Un ensayo nos permite «ver» qué pasará cuando se produzca un incendio en unas determinadas condiciones. Los ensayos a escala real aportan una valiosísima información siempre que sean diseñados de forma adecuada. Los escenarios de fuego son infinitos y los medios técnicos, limitados, por lo que es de vital importancia estudiar profundamente la casuística para diseñar el ensayo o batería de ensayos más adecuados en cada ocasión. Los ensayos con fuego real diseñados por AFITI nos permiten analizar situaciones que se dan en la práctica, pero que no están contempladas en los ensayos normalizados que, habitualmente, determinan el comporta-

miento de unos sistemas frente a otros similares.

### —¿De que manera influyen los ensayos contra incendios en túneles a la hora de aplicar el Diseño Basado en Prestaciones para la seguridad en instalaciones subterráneas?

Precisamente el Diseño Basado en Prestaciones plantea situaciones que se apartan de lo habitual. En estos casos, una herramienta de utilidad son los ensayos no normalizados. Estos ensayos permiten determinar la idoneidad de las medidas no prescriptivas propuestas antes de su adopción final, y así corregir y ajustar los sistemas a tiempo.

### —¿Se realizan ensayos contra incendios en todos los túneles e instalaciones subterráneas que se construyen?

No es obligatorio «por ley» realizar estos ensayos. Dados los siniestros producidos en los últimos años en túneles, la tendencia actual no es hacer lo imprescindible para «cumplir con la reglamentación», sino hacer lo imprescindible para «tener unas instalaciones seguras». Por tanto, el personal responsable de este tipo de instalaciones recurre cada vez más a los laboratorios de fuego para que ideen y ejecuten los ensayos que les permitan tener la seguridad de que las medidas que proponen son adecuadas. AFITI no solo reproduce escenarios de incendio en sus laboratorios, sino que realiza ensayos *in situ* no destructivos. Los ensayos pueden realizarse en cualquiera de las etapas del proyecto: durante el diseño, la instalación e, incluso, una vez que las instalaciones se encuentran en servicio. ♦



DCE Extremadura

### 6.3 Entrevista

**PABLO ESPINA.** Director técnico de Modelado y Simulación Computacional (MSC), de la Universidad de Cantabria

«Es clave predecir las manifestaciones del incendio y los tiempos de evacuación para que los ocupantes no resulten afectados»

Pablo Espina, director técnico de la empresa Modelado y Simulación Computacional (MSC), considera que «las herramientas de modelado y simulación computacional hacen posible estudiar la influencia de determinadas variables que las normativas en vigor en España no las tienen presente o no las consideran en los procedimientos de cálculo y diseño».

—¿A qué se dedica principalmente su empresa en la actualidad?

Modelado y Simulación Computacional, MSC, S.L., es una empresa de base tecnológica surgida del Grupo GIDAI, de la Universidad de Cantabria, que cuenta con doctores ingenieros y tecnólogos, de experiencia contrastada en los ámbitos del modelado y simulación computacional, de incendios y de evacuación, y del modelado físico a escala. La empresa ofrece al mercado soluciones de alto valor añadido en materia de Seguridad Contra Incendios, evacuación en caso de emergencia, ingeniería forense y *Decision Support Systems* (DSS), además de la posibilidad de impartir formación en las distintas disciplinas vinculadas a la Seguridad Contra Incendios,

la evacuación, planes de autoprotección y emergencia, etc.

—¿Qué importancia juegan los sistemas de modelado y las simulaciones en la evacuación de personas en medios de transporte e instalaciones subterráneas?

Los medios e instalaciones de transporte masivo de pasajeros –intercambiadores de transporte, estaciones, aeropuertos– están conformados por grandes espacios que presentan una importante y elevada afluencia y tránsito de personas. Además, integran locales destinados a diferentes usos, aspectos que constituyen un riesgo inherente, tanto como desencadenante de un incendio como si resulta necesaria la evacuación por una emergencia. En es-



te sentido, dada la complejidad de estos sucesos y actuaciones, y las numerosas variables que ejercen su influencia, resulta de gran importancia predecir las manifestaciones del incendio, el movimiento del humo, las cargas térmicas generadas, etcétera, así como estimar los tiempos de evacuación necesarios para que los ocupantes de los recintos involucrados no resulten afectados en caso de incendio o de cualquier otra emergencia que requiera de la evacuación, de modo que estos tiempos sean inferiores a los transcurridos hasta que las condiciones de habitabilidad puedan poner en riesgo la seguridad de las personas.

Por todo ello, el modelado y la simulación computacional de incendios, y de evacuación en caso de emergencia, son

herramientas de gran utilidad para establecer soluciones de diseño alternativas a las establecidas en las normativas prescriptivas existentes, posibilitando aportar soluciones de alto valor añadido que contribuyen a incrementar los niveles de seguridad requeridos y la eficacia de los equipos y sistemas de Seguridad Contra Incendios y medios de evacuación considerados.

#### —¿Qué papel tiene el Diseño Basado en Prestaciones en una determinada instalación subterránea?

Las herramientas de modelado y simulación computacional desempeñan un importante papel desde las fases iniciales del diseño de los medios e instalaciones para la Seguridad Contra Incendios y la evacuación, en caso de emergencia en el transporte masivo de pasajeros bajo rasante (estaciones, túneles, etc.); facilitan un análisis detallado de estos fenómenos, más allá del estricto cumplimiento de la normativa de aplicación; hacen posible estudiar la influencia de determinadas variables que las normativas en vigor en España, bien no tienen presente, o bien no consideran en los procedimientos de cálculo y diseño, como son los parámetros del movimiento y conducta de las personas en caso de emergencia, las velocidades de desplazamiento, los tiempos de premovimiento, conocimiento de los recintos y de los medios de evacuación, gradientes térmicos, factores ambientales y meteorológicos en el exterior, etc.

El empleo de estas herramientas, de última generación, durante la fase de ejecución de un proyecto, contribuye igualmente a justificar, ante las autoridades y técnicos municipales competentes, determinadas soluciones adoptadas inicialmente para la Seguridad Contra Incendios y la evacuación de los ocupantes en caso de emergencia, así como para proponer otras soluciones alternativas,

### «Las herramientas de modelado y simulación computacional juegan un papel importante desde las fases iniciales del diseño de los medios e instalaciones para la Seguridad Contra Incendios»

fundamentadas mediante la aplicación de un DBP, que presenten al menos un nivel de seguridad y eficacia equivalente al exigido en las normas y códigos que resulten de aplicación.

En el caso de construcciones ya en gestión y explotación, un estudio basado en la aplicación del modelado y simulación computacional de incendios y/o de evacuación puede contribuir a mejorar la eficacia de los medios e instalaciones existentes, así como para determinar soluciones alternativas que contribuyan a mejorar la seguridad de las personas y la continuidad de la actividad.

#### —¿Qué sistemas de modelado y simulación son los más completos y ofrecen actualmente mejores prestaciones en lo relativo a la Seguridad Contra Incendios en medios de transporte?

Existe un gran número de modelos de simulación computacional para el estudio de la Seguridad Contra Incendios y evacuación en caso de emergencia en edificios singulares, grandes superficies y túneles. Cada uno de ellos está fundamentado en el análisis de determinadas variables, que a su vez están condicionadas por distintos aspectos: características arquitectónicas y constructivas de los espacios, condiciones ambientales internas y externas, etc. Por todo ello es difícil determinar, con carácter general, cuál es el que ofrece mejores prestaciones.

En numerosas ocasiones suele recurrirse al empleo de más de un modelo, de modo que pueda analizarse la influencia de diferentes variables, y de esta forma aplicar un coeficiente de seguridad implícito, que contribuya a paliar las asunciones que presenta cada modelo. Resulta de gran importancia conocer en profundidad los modelos y sus fundamentos científico-técnicos. En este sentido, MSC, S.L. cuenta con una plantilla de reconocida experiencia y conocimiento en el ámbito de la Seguridad Contra Incendios y de la evacuación en caso de emergencia, al nutrirse de técnicos e ingenieros que han desarrollado anteriormente su labor profesional, y su formación doctoral en estos campos, en el Grupo GIDAI de la Universidad de Cantabria, de acuerdo al empleo de herramientas de modelado y simulación computacional.

#### —¿Se han evitado tragedias en algún medio de transporte o instalación subterránea gracias a las conclusiones previas sacadas en el modelado?

Sería aventurado e imprudente aseverar que el empleo de las herramientas de modelado y simulación computacional de incendios, y de evacuación en caso de emergencia, haya podido evitar tragedias en infraestructuras de transporte masivo de pasajeros bajo rasante. Pero sí que puede afirmarse que el adecuado empleo de estas herramientas contribuye a la mejora de la seguridad de las personas que frecuentan estos recintos, al ser posible realizar un estudio particularizado para cada infraestructura en lugar de aplicar en todos los casos las mismas soluciones que establecen las normativas prescriptivas vigentes. Todo ello, con independencia de las características arquitectónicas y constructivas de los espacios y de las distintas variables y parámetros que puedan ejercer una mayor o menor influencia sobre medios e instalaciones. ♦