

# INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

## Limitaciones a la evacuación

Javier Aldecoa  
Subdirector de Intermodalidad y  
Concesiones de Obras Públicas  
Consorcio Regional Transportes Madrid

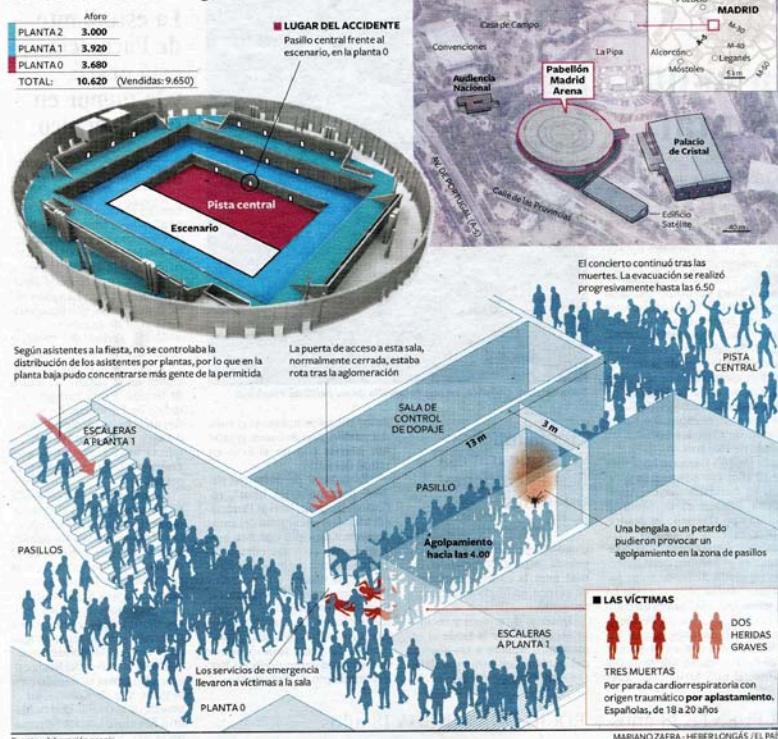


# Madrid Arena Halloween 2012

EL PAÍS, viernes 2 de noviembre de 2012

## Horror en el Madrid Arena

### Reconstrucción de la tragedia



## El aforo de la pista solo permitía dos personas por metro cuadrado

Testimonios indican que pudo bajar público del graderío y superar el límite

BRUNO GARCÍA GALLO, Madrid

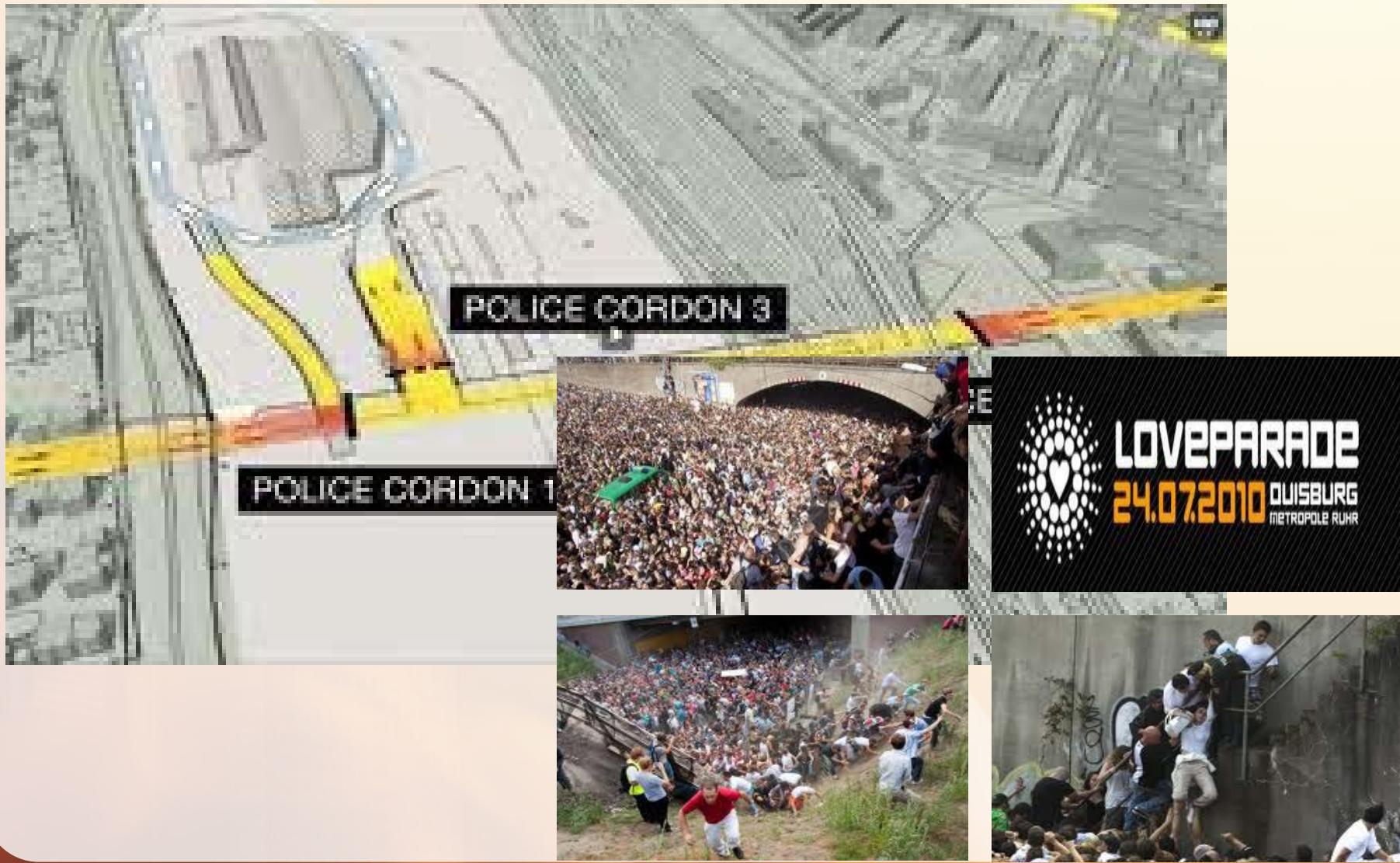
tros de ancho y casi 13 de largo.

Los organizadores habían pagado

los servicios de 34 vigilantes de la



# Love Parade 2010



# Cálculo de la ocupación CTE SI art. 2.1

“Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento.”

<b>Pública concurrencia</b>	<b>Zonas destinadas a espectadores sentados:</b>	
	con asientos definidos en el proyecto	1 pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	<b>Zonas de espectadores de pie</b>	0,25
	<b>Zonas de público en discotecas</b>	0,5
	<b>Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.</b>	1
	<b>Zonas de público en gimnasios:</b>	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	<b>Piscinas públicas</b>	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	<b>Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.</b>	1
	<b>Zonas de público en restaurantes de “comida rápida”, (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)</b>	1,2
	<b>Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.</b>	1,5
	<b>Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.</b>	2
	<b>Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta</b>	2
	<b>Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión</b>	2
	<b>Zonas de público en terminales de transporte</b>	10
	<b>Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.</b>	10



# Infraestructuras de transporte

# Principales intercambiadores

Atocha

125 millones



Moncloa

67 millones



Nuevos Ministerios

63 millones



Barajas

51 millones



Plaza de Castilla

50 millones



Príncipe Pío

47 millones



Sol

46 millones



# Intercambiador



**Situación extraordinaria**

**Demanda día laborable**

# Carretera



**Situación extraordinaria**

**Demanda día laborable**

# Estación tren



**Situación extraordinaria**

**Demanda día laborable**

# Metro



# Intercambiadores de transporte

# Ocupación por isla: 100 a 250 personas

CTE 10m<sup>2</sup> / persona

Ocupación real día laborable entre 10 y 4 m<sup>2</sup> / persona



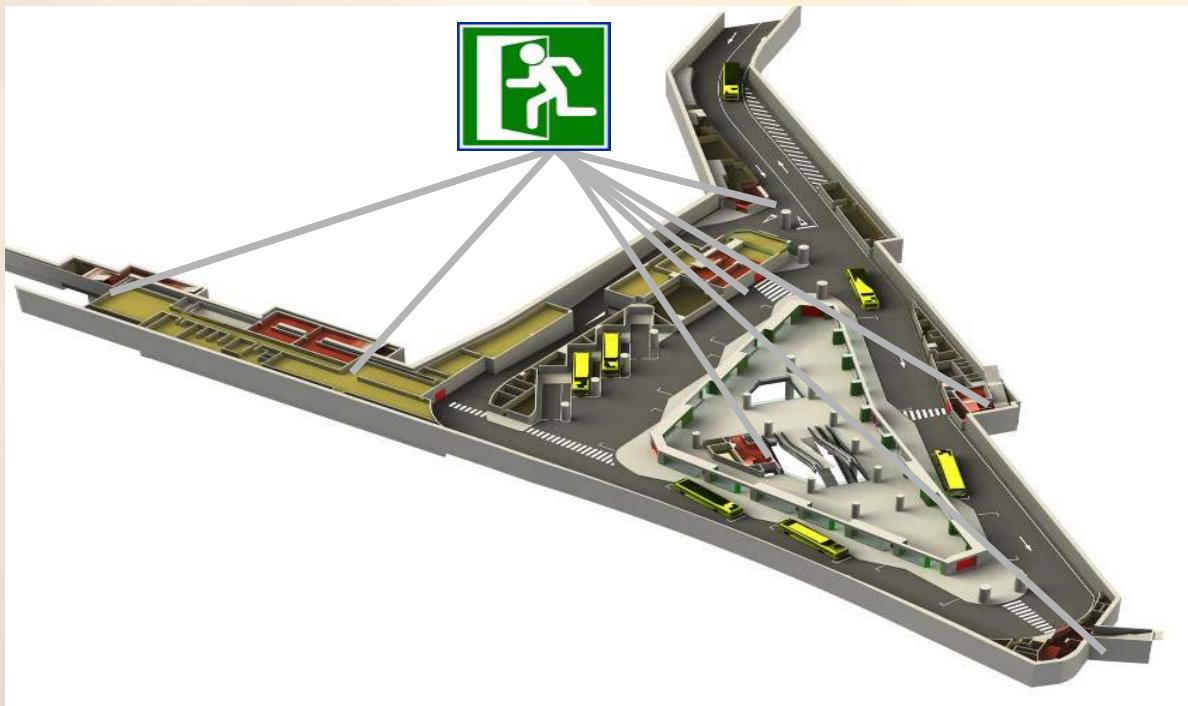
# Ocupación extraordinaria: 500 a 1.000

Ocupación 1m<sup>2</sup> / persona



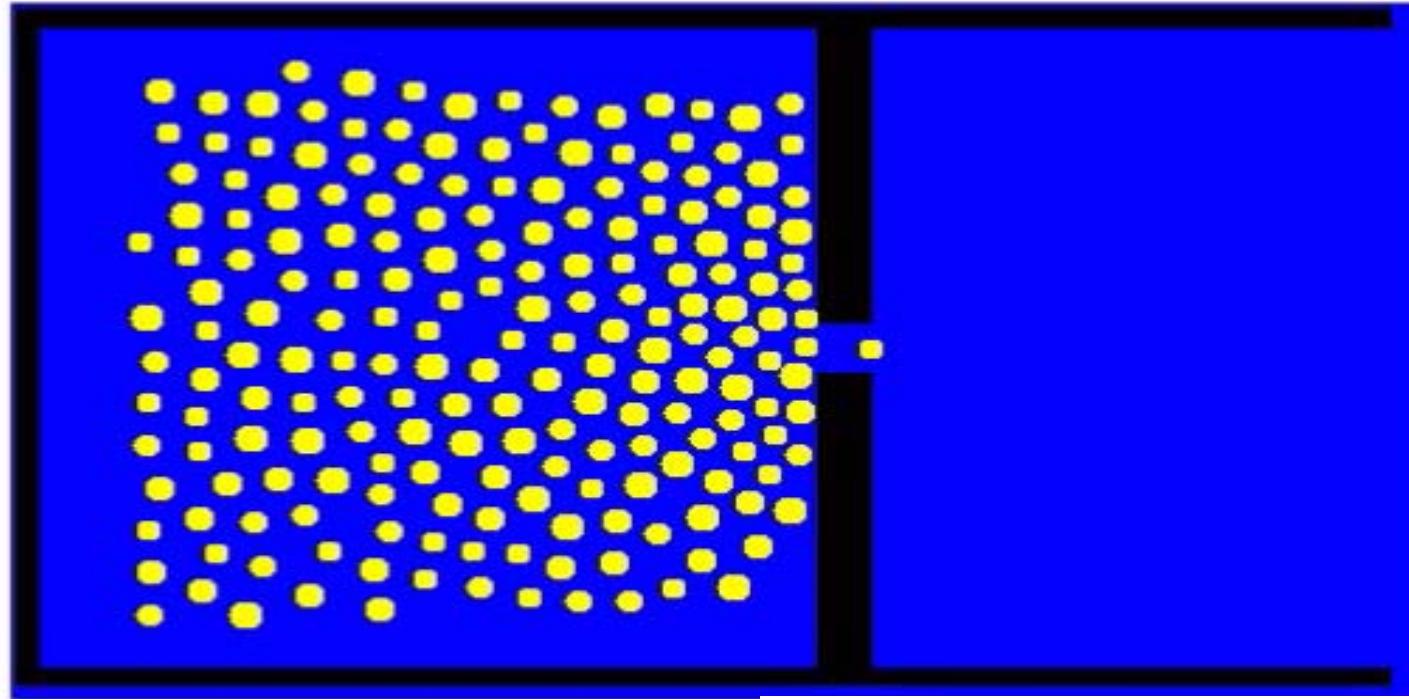
**Superficie de zona de espera de viajeros = 1.000 m<sup>2</sup>**

<b>CTE 10m<sup>2</sup> / persona</b>	<b>100 personas</b>
<b>Ocupación real día laborable hora valle 10 m<sup>2</sup> / persona</b>	<b>100 personas</b>
<b>Ocupación real día laborable hora punta 4 m<sup>2</sup> / persona</b>	<b>250 personas</b>
<b>Ocupación extraordinaria 1m<sup>2</sup> / persona</b>	<b>1.000 personas</b>

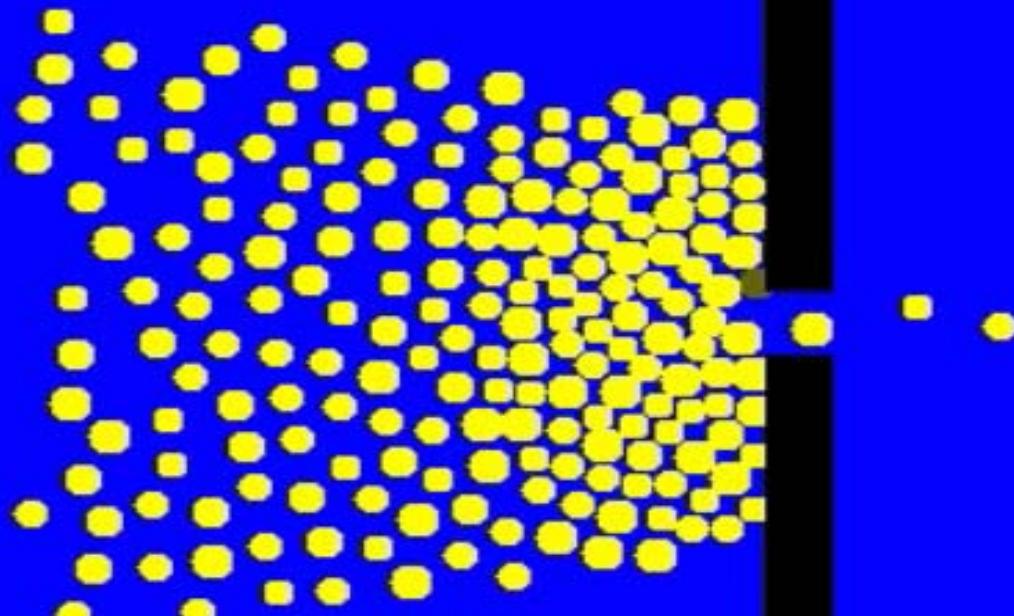


# Factores externos

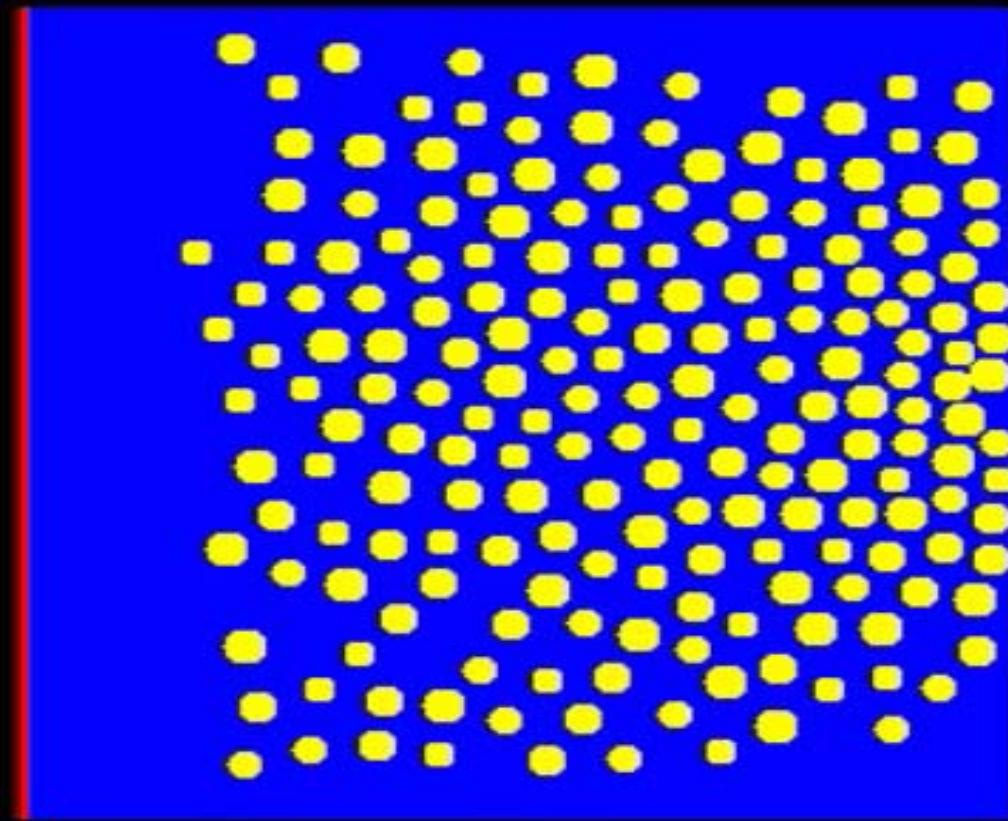
# Evacuación ordenada



# Evacuación con pánico

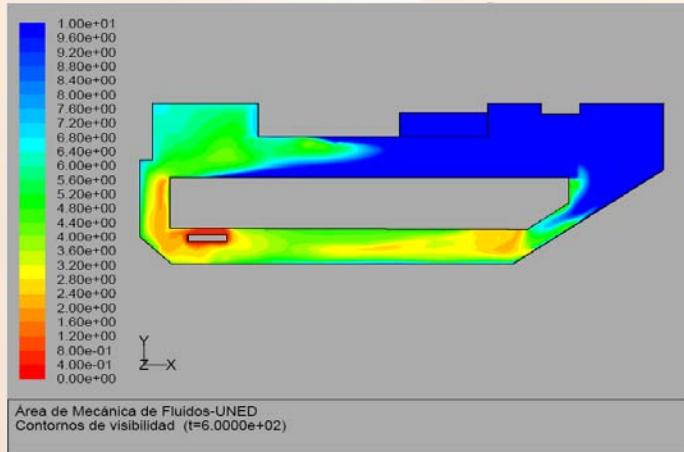


# Evacuación con fuego

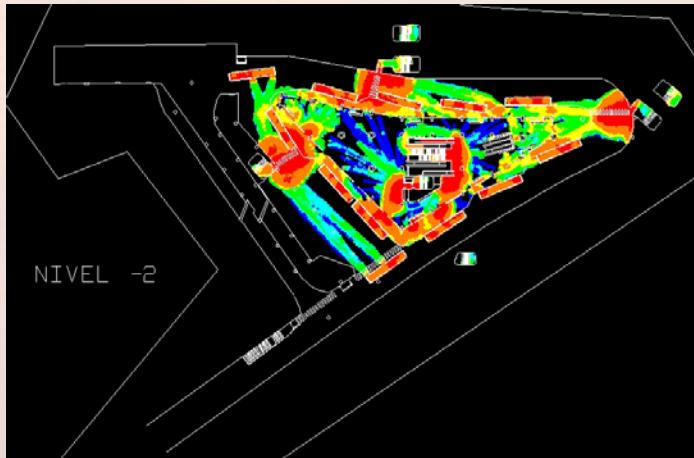


# Modelizaciones empleadas

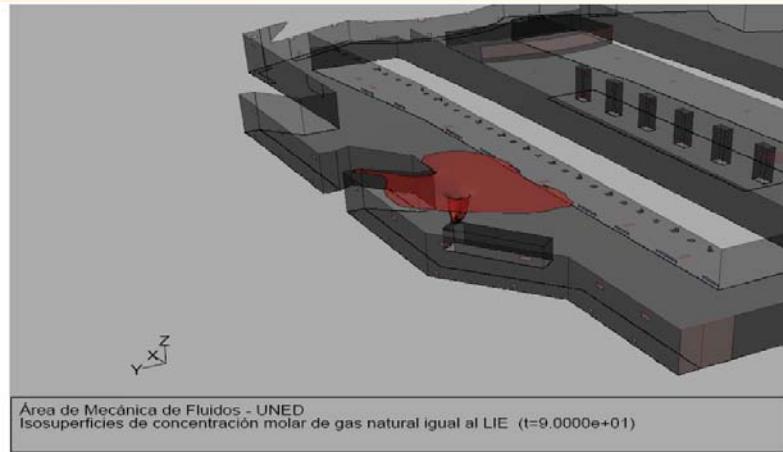
## Desenfumaje



## Evacuación de personas



## Extracción de gases



## Cantonización por usos



# Objetivos prioritarios

- Debe ser capaz de soportar crecimientos de demanda
- Diseñado en base a su hora punta extraordinaria
- Diseñado para adecuarse a factores externos
- Diseñado para todo tipo de incidencias



# Proyecto europeo SECURESTATION



## **SST.2010.4.1-1. Safety and security by design in transport stations and terminals**

Mejora de estaciones y terminales de transporte de cara a posibles ataques terroristas mediante nuevas metodologías y tecnologías que posibiliten una reducción de los efectos producidos dentro de la infraestructura por una explosión, incendio o dispersión de gases tóxicos.



# Securestation: Objetivos

- Establecimiento de una metodología de análisis de riesgos en casos de emergencia en estaciones y terminales de transporte.
- Criterios de diseño en situaciones de emergencia.
- Modelizaciones para evaluar los efectos de escenarios críticos.
- Elaboración de un manual de diseño.



# Escenarios críticos

CRITICAL SCENARIOS SIMULATION/INPUTS	Operation			Damage			Simulation	
	Fire	SHEVS	Evacuation	Structural damage	Functional damage	Injured/ deads	Modelling smoke scenario	Evacuation simulation
Dispersion of CBRN materials	-	✓	✓	Yellow	Red	Red	-	✓
Vehicle Borne Improvised explosive device	✓	✓	✓	Orange	Red	Red	✓	✓
IEDs carried by a suicide bomber	✓	✓	✓	Orange	Red	Red	✓	✓
Planted IEDs (Improvised explosive device)	✓	✓	✓	Orange	Red	Red	✓	✓
Dispersion of PIH (Poisonous by inhalation)	-	✓	✓	Green	Orange	Orange	-	✓
Flooding	-	-	✓	Yellow	Yellow	Yellow	-	✓
Cyber Attack	-	-	✓	Green	Orange	Green	-	✓
Arson	✓	✓	✓	Yellow	Yellow	Orange	✓	✓
IIDs (Improvised Incendiary devices)	✓	✓	✓	Yellow	Yellow	Yellow	✓	✓
Attacks using assault rifles and grenades	✓	✓	✓	Yellow	Yellow	Orange	✓	✓
Running down with a vehicle	-	-	-	Green	Yellow	Yellow	-	✓
Hijacking	-	-	-	Green	Yellow	Yellow	-	-
Violence against users	-	-	-	Green	Yellow	Green	-	-
Public disorder	-	-	-	Green	Yellow	Green	-	-
Vandalism and graffiti	-	-	-	Green	Yellow	Green	-	-
Ticket fraud	-	-	-	Green	Yellow	Green	-	-
Bogus attack	-	-	-	Green	Yellow	Green	-	-
Sabotage	-	-	✓	Yellow	Yellow	Yellow	-	✓
Pickpocketing	-	-	-	Green	Yellow	Green	-	-

# Conclusiones

1. Identificación de todos los posibles escenarios críticos.
2. Seleccionar los mas razonables.
3. Cuantificarlos y simularlos.
4. Analizarlos como parte del proceso de diseño.
5. Mantenimiento de los sistemas de prevención y extinción.
6. Formación del equipo humano.
7. Investigación permanente de nuevas tecnologías.
8. Reuniones conjuntas con equipos de protección civil.



# ¡Gracias por su atención!

# Thanks for your attention!



**javier.aldecoa@crtm.es**

Subdirector de Intermodalidad y Ccesiones de  
Obras Públicas  
Consorcio Regional Transportes Madrid