

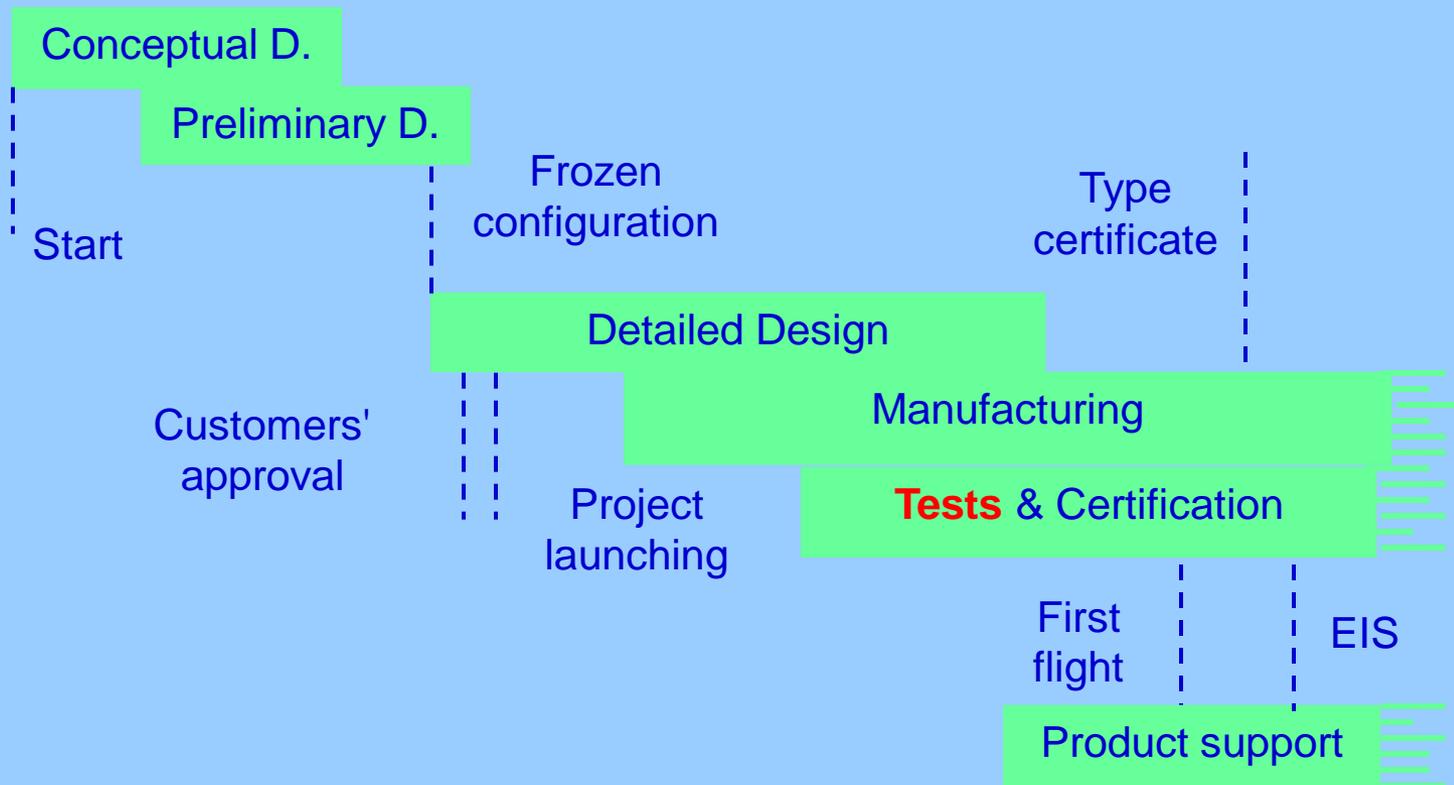
SIMULACIÓN DEL ENSAYO DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA EN EL PROYECTO DE AVIONES DE TRANSPORTE

R. Martínez-Val and J.M. Hedo
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, Spain

CONTENIDO

- **Introducción**
- El modelo ETSIA
- Resultados y posibilidades de la simulación

FASES E HITOS DEL PROYECTO DE UN AVIÓN



NORMAS DE AERONAVEGABILIDAD SOBRE EL ENSAYO DE EVACUACIÓN (CS O FAR 25)

Sec.	Item
25.801	Amaraje
25.803	Evacuación de emergencia
25.807	Salidas de emergencia
25.809	Disposición de salidas de emergencia
25.810	Medios de asistencia a la egresión de emergencia y rutas de escape
25.811	Señalizado de las salidas de emergencia
25.812	Iluminación de emergencia
25.813	Acceso a salidas de emergencia
25.815	Ancho de pasillo
25.817	Número máximo de asientos en disposición lado a lado
25.819	Compartimentos de servicio de la cubierta inferior (incluyendo cocinas)
Apde. J	Demostración de emergencia

DISTRIBUCIÓN DE LOS PASAJEROS POR EDAD Y SEXO

PROPORCIONES POR EDAD Y SEXO PARA ENSAYOS DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA

Varones jóvenes \leq 40 %

Mujeres jóvenes \geq 25 %

Varones maduros \geq 20 %

Mujeres maduras \geq 15 %

EFFECTOS EN VELOCIDAD POR EDAD/SEXO

Coefficiente mujer/varón 0.85

Coefficiente maduro/joven 0.80

LA REGLA DE LOS 90 SEGUNDOS

- Ensayo obligatorio para $N_{\text{pax}} > 44$ pasajeros
- Distribución realista de pasajeros por edad y sexo
- Ensayo realizado sólo con luces de emergencia
- Sólo estarán disponibles la mitad de las salidas
- Todos los ocupantes deben llegar a tierra en menos de 90 segundos
- Es un ensayo de evacuación, no la simulación de un accidente

CAPACIDAD DE EVACUACIÓN DE LAS SALIDAS DE EMERGENCIA

Tipo de salida	Nº de pasajeros
A (puerta)	110
B (puerta)	75
C (puerta)	55
I (puerta)	45
III (ventanilla)	35

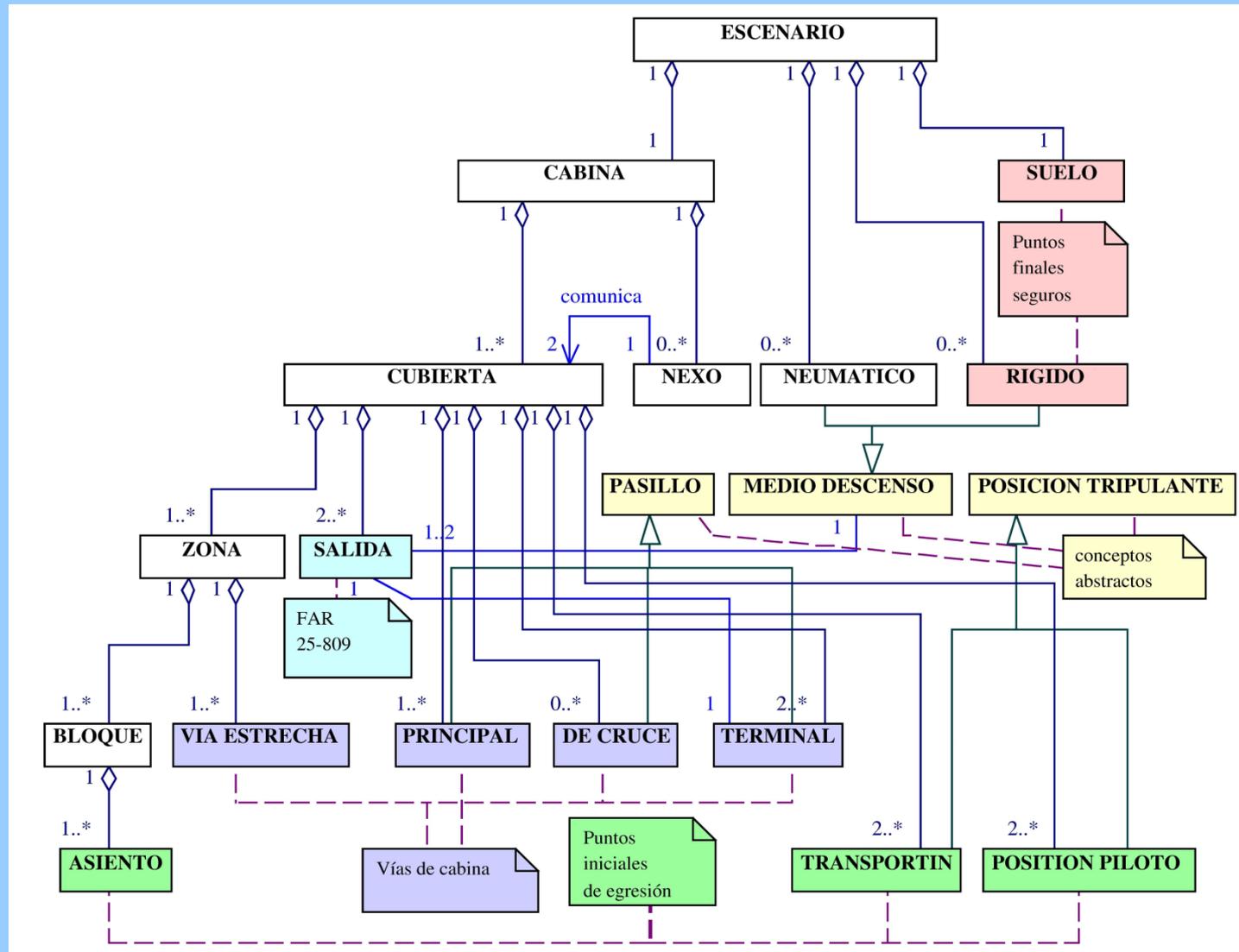
MODELOS DE SIMULACIÓN PUBLICADOS

Name	Years	Institution	Purpose
GPSS	1978-80	CAMI-FAA	Certification
FIREVAC	1984	NASA/Simulation Tech Inc.	Fire accident reconstruction
GA	1987-92	FAA/Gourary Ass.	Accident reconstruction
AIREVAC AIRCEVAC	1991-94	ATA/South West Research Inst.	Certification
airEXODUS	1993-	Greenwich University	Certification and accident reconstr.
RAM	1994-96	Cranfield University	Certification and accident reconstr.
OOO	1996-97	CAMI-FAA/Oklahoma Univ.	Theoretical model
DEM	2001-	Strathclyde University	Certification and accident reconstr.
VacateAir	2008-	State University of New York at Buffalo	Certification (psych. Aspects)
ETSIA	2009-	Universidad Politécnica de Madrid	Certification & design

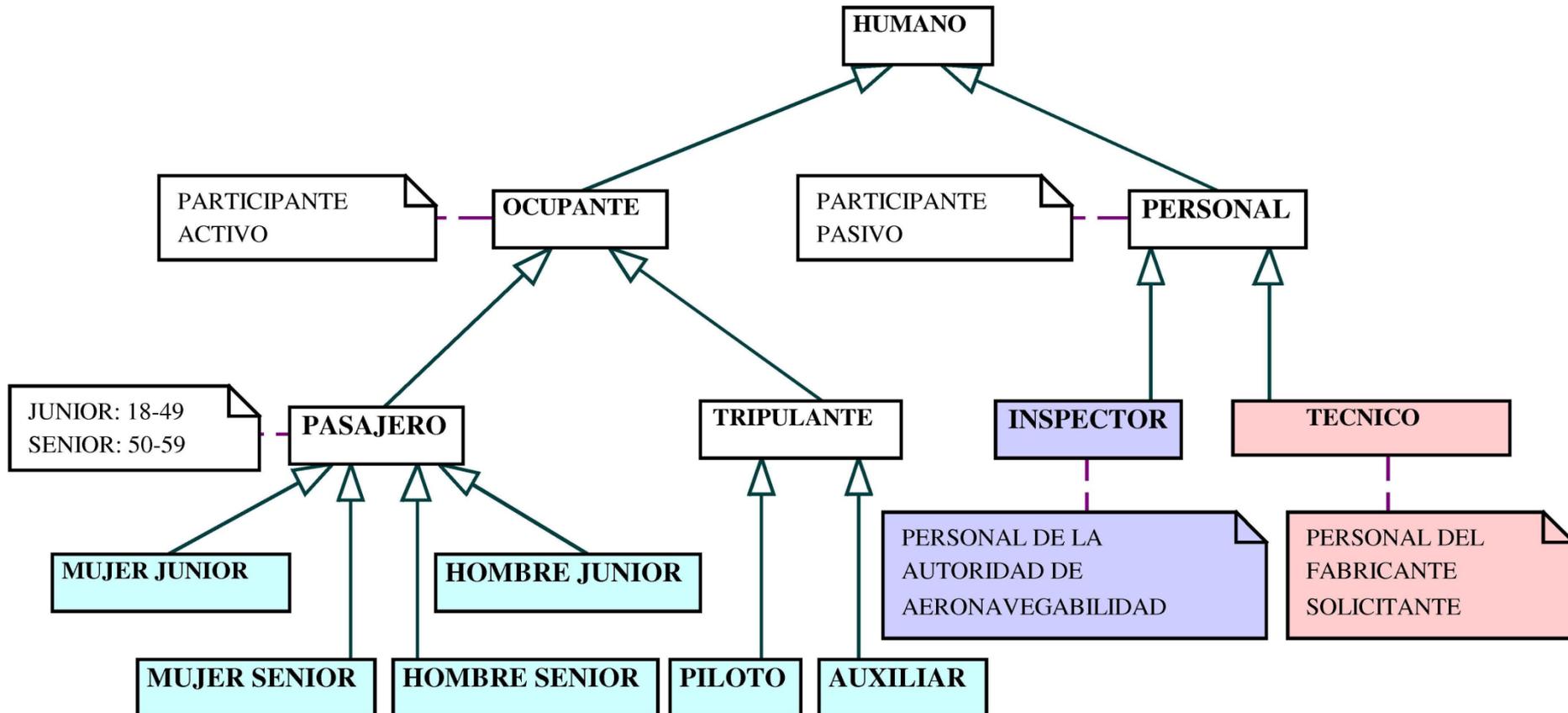
CONTENIDO

- Introducción
- **El modelo ETSIA**
- Resultados y posibilidades de la simulación

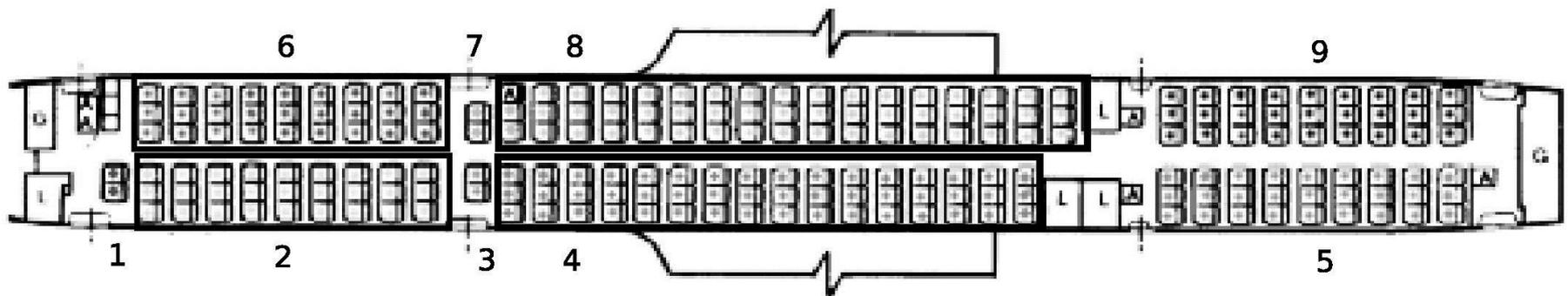
MÓDULO GEOMÉTRICO



MÓDULO DE OCUPANTES

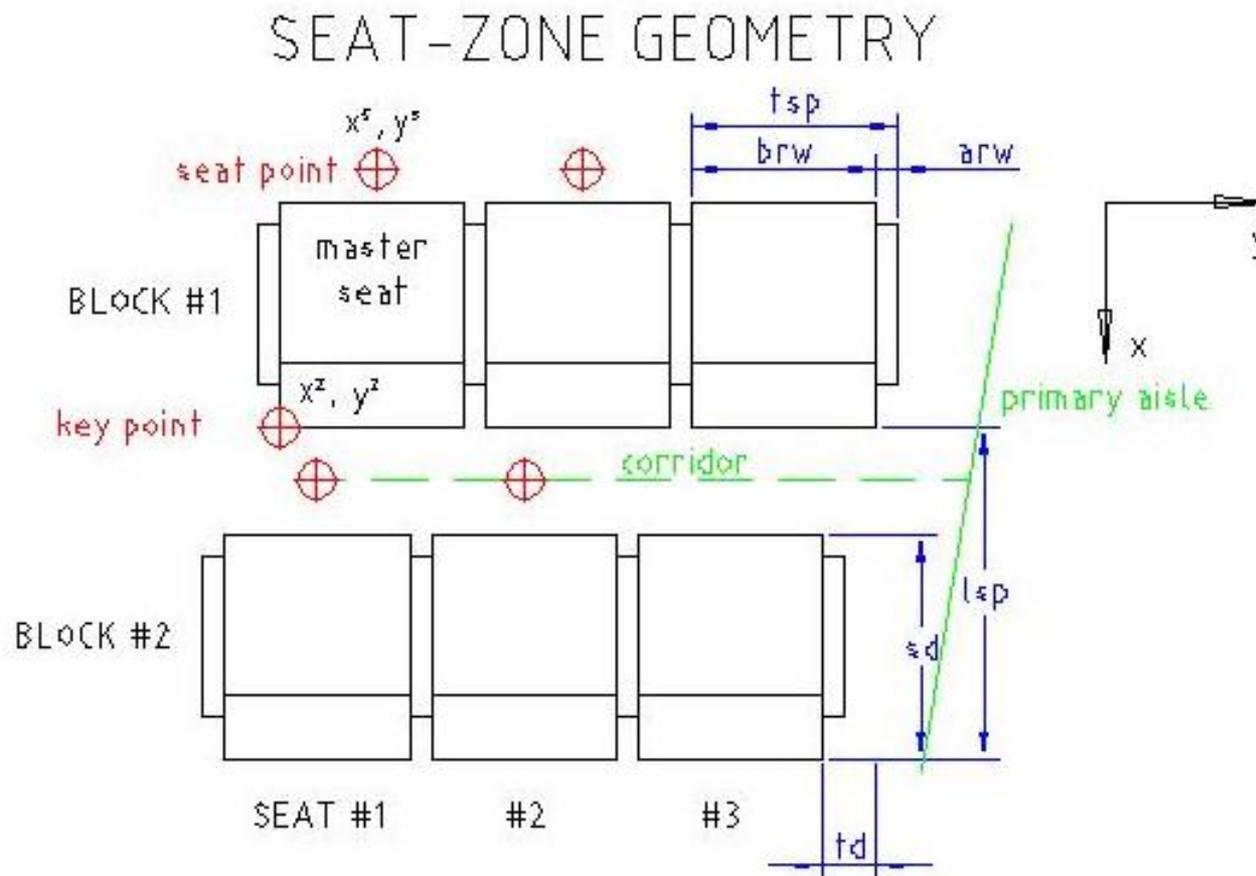


DISPOSICIÓN DE LA CABINA DEL B757-200

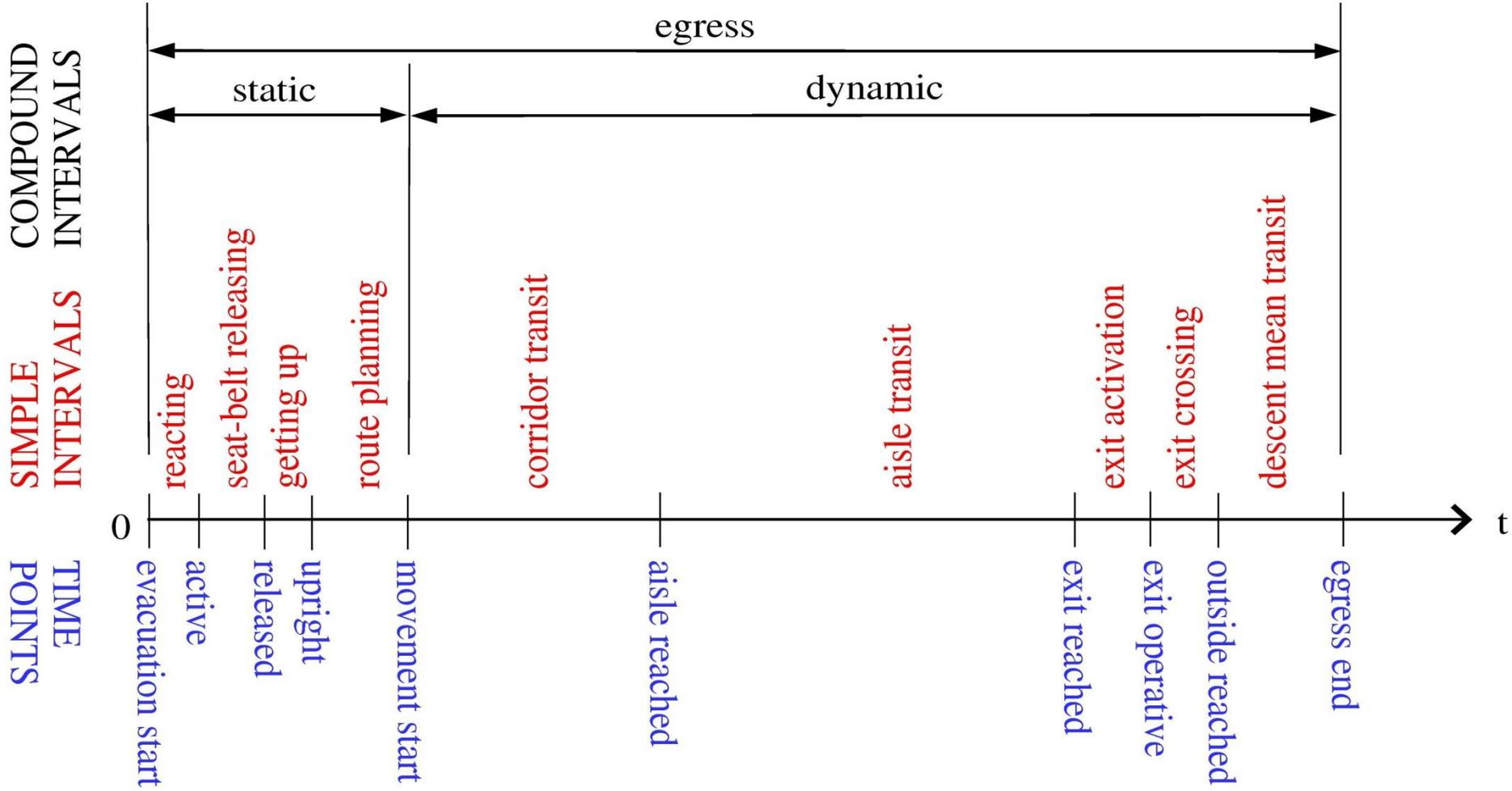


212 PASSENGERS - ALL TOURIST

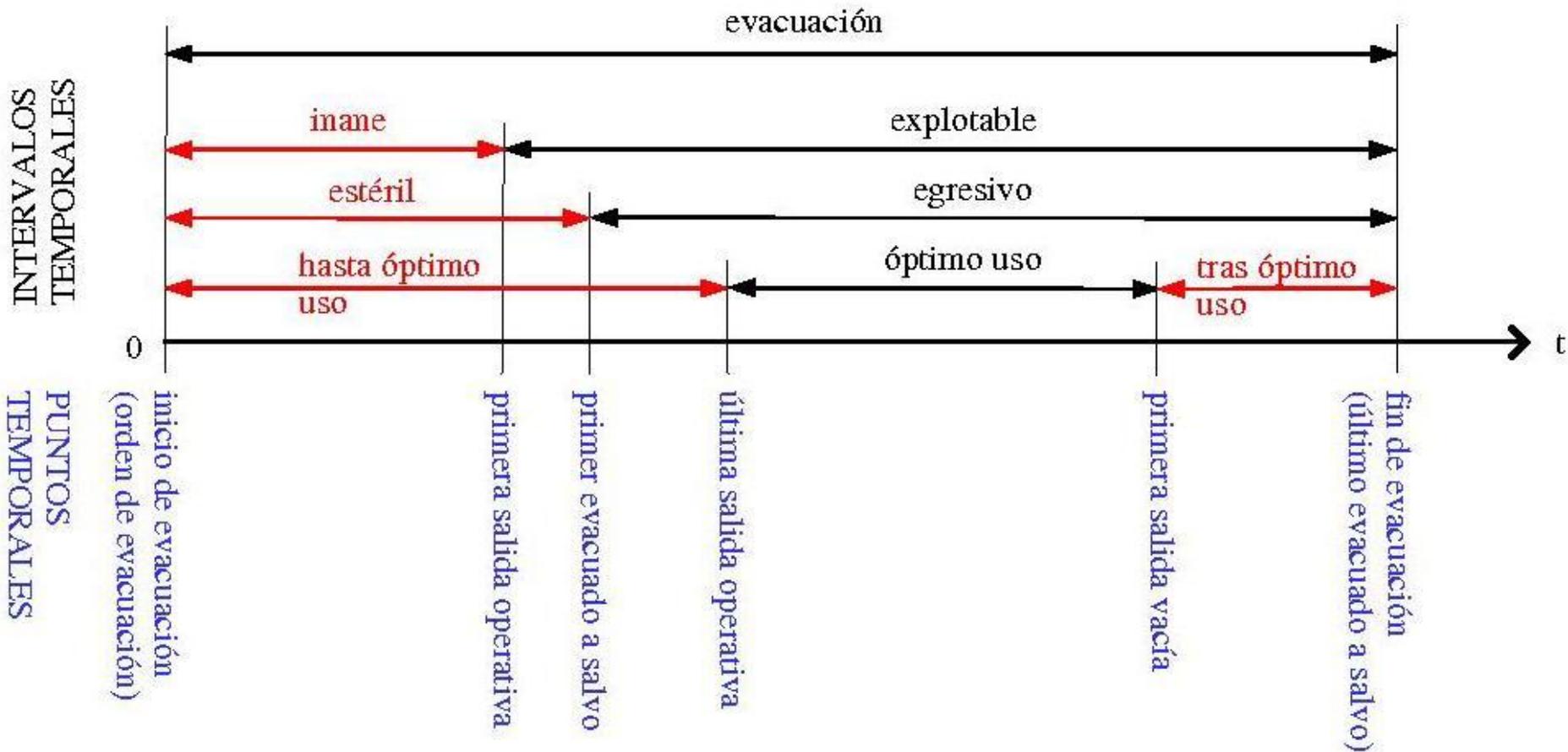
GEOMETRÍA DE ASIENTOS, BLOQUES Y ZONAS



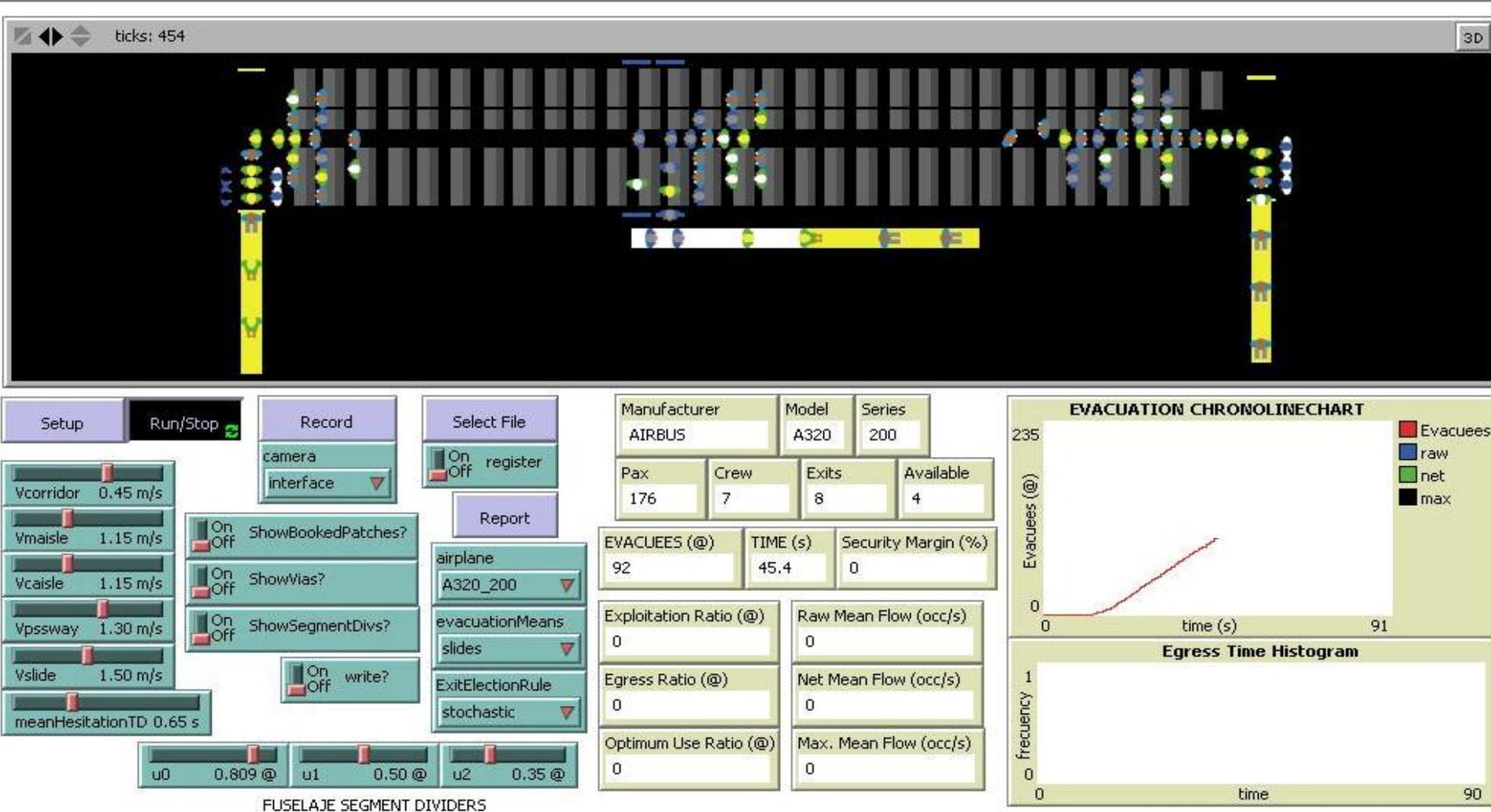
EVACUACIÓN INDIVIDUAL



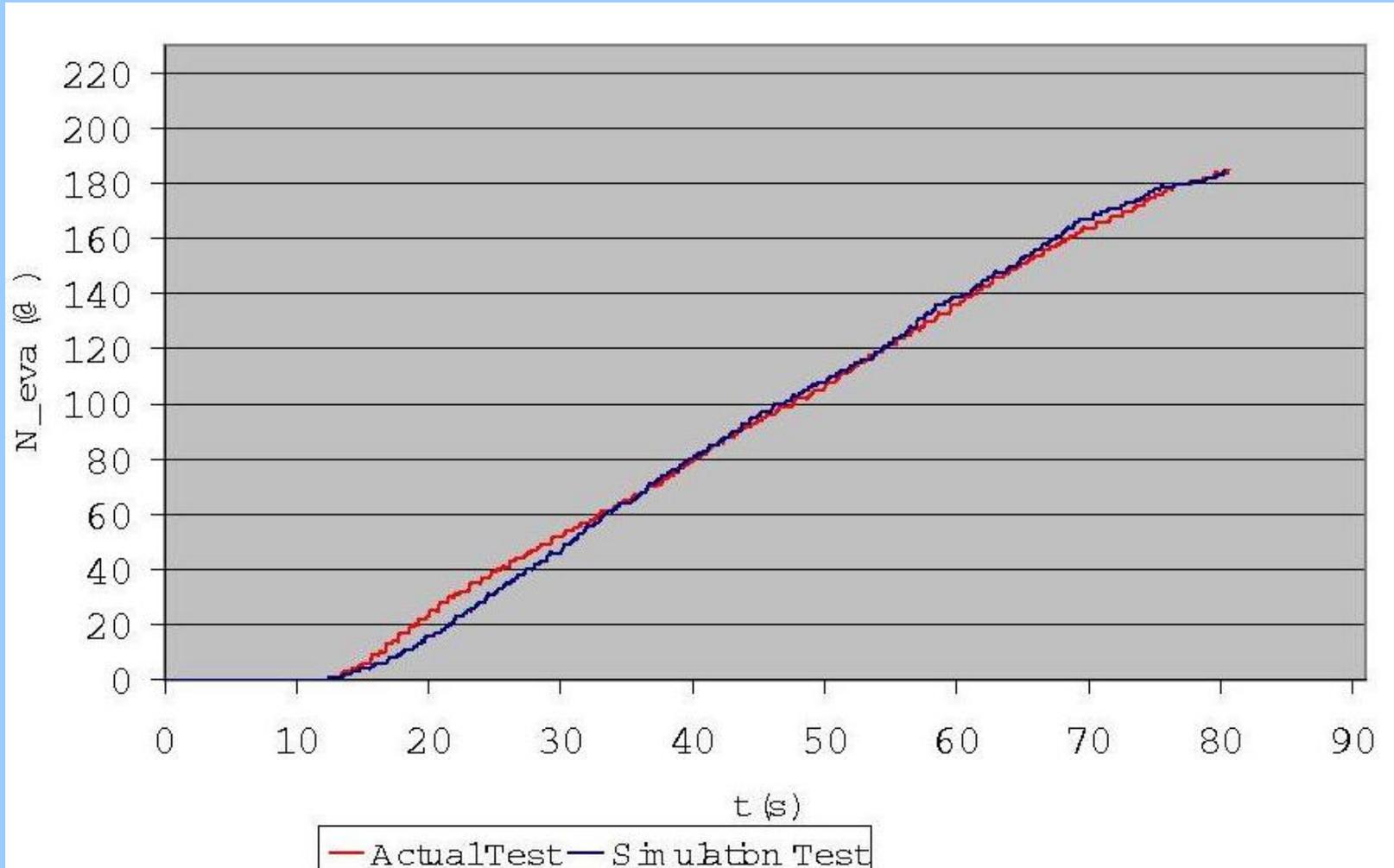
EVACUACIÓN DE LA CABINA



PANTALLA DEL ORDENADOR DURANTE LA SIMULACIÓN



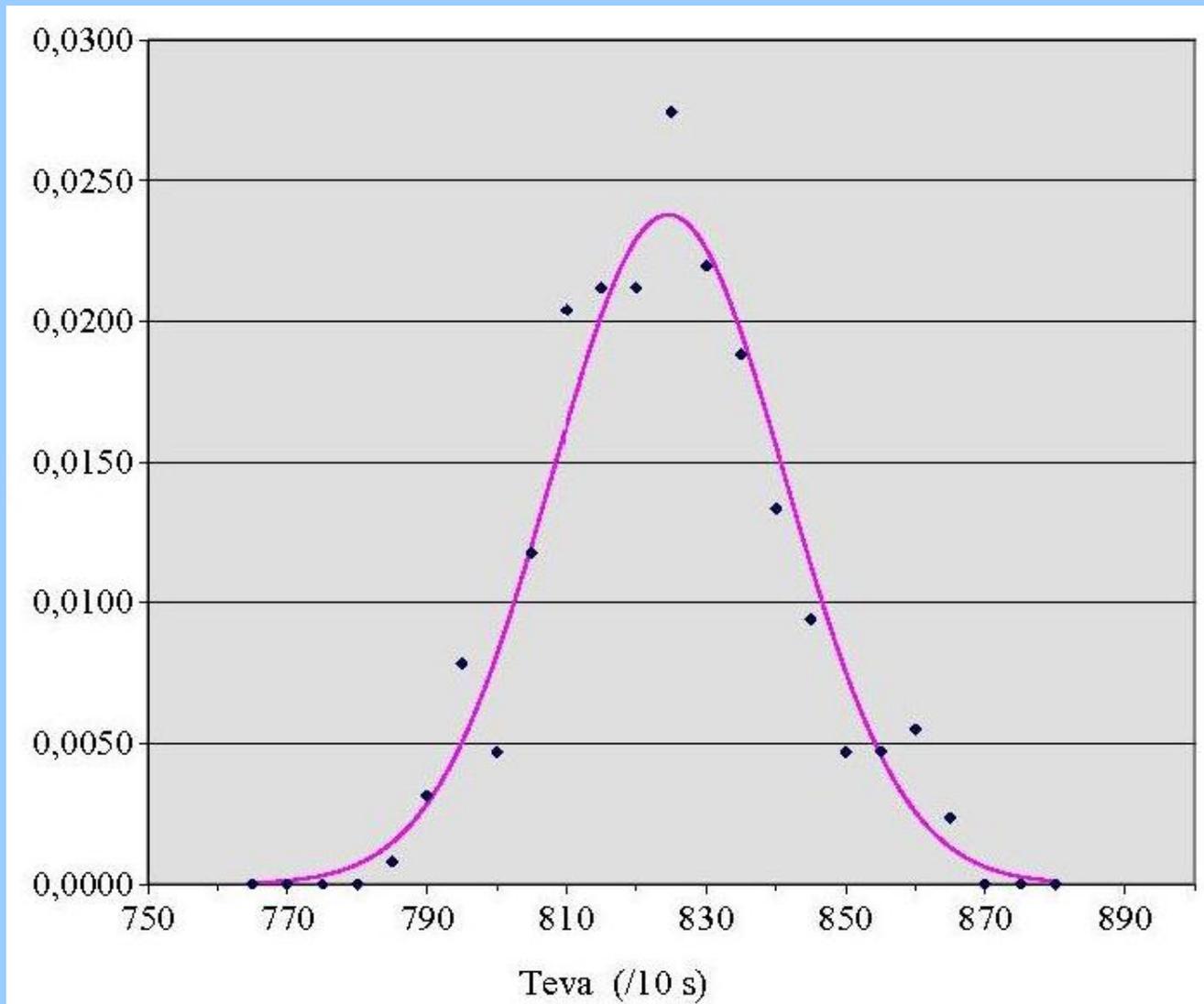
CRONOLÍNEAS DE LA EVACUACIÓN DEL A320-100



RESULTADOS REALES Y SIMULADOS DEL A320-100

Punto temporal representativo (s)	Real			Simulación		
	R1	L2/L3	L4	L1	L2/L3	L4
Primer movimiento de puerta	5.1	4.9	4.7	5.0	4.9	4.8
Tobogán disponible	9.6	11.0	10.4	10.0	10.8	10.8
Primera persona en tierra	15.7	14.0	13.0	13.0	16.9	13.8
Ultima persona en tierra	79.0	81.0	77.0	77.8	78.6	76.7

TEST DE NORMALIDAD DEL TIEMPO DE EVACUACIÓN



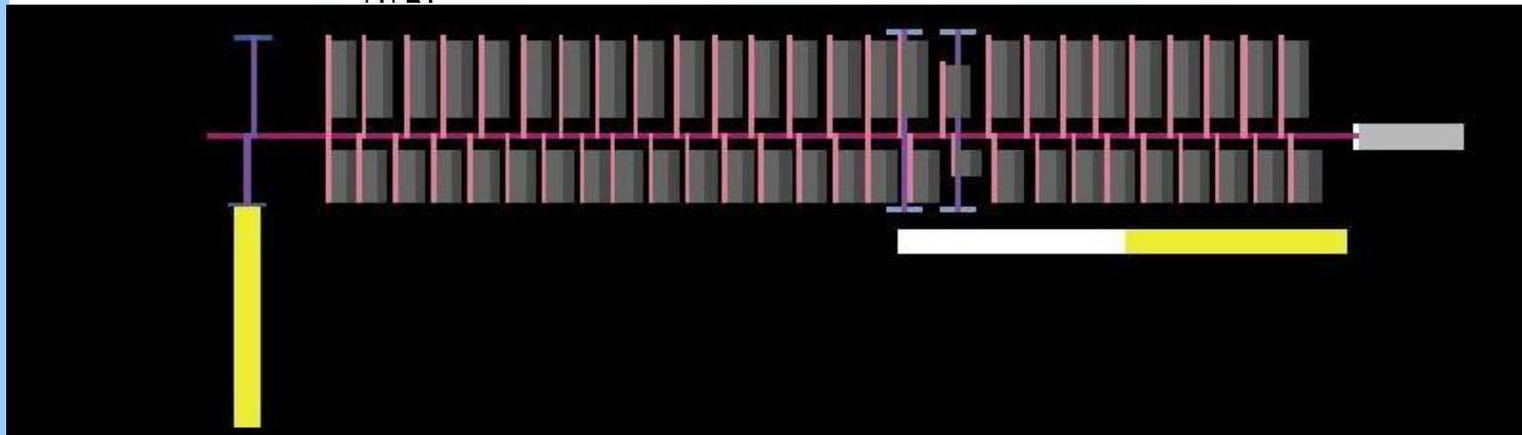
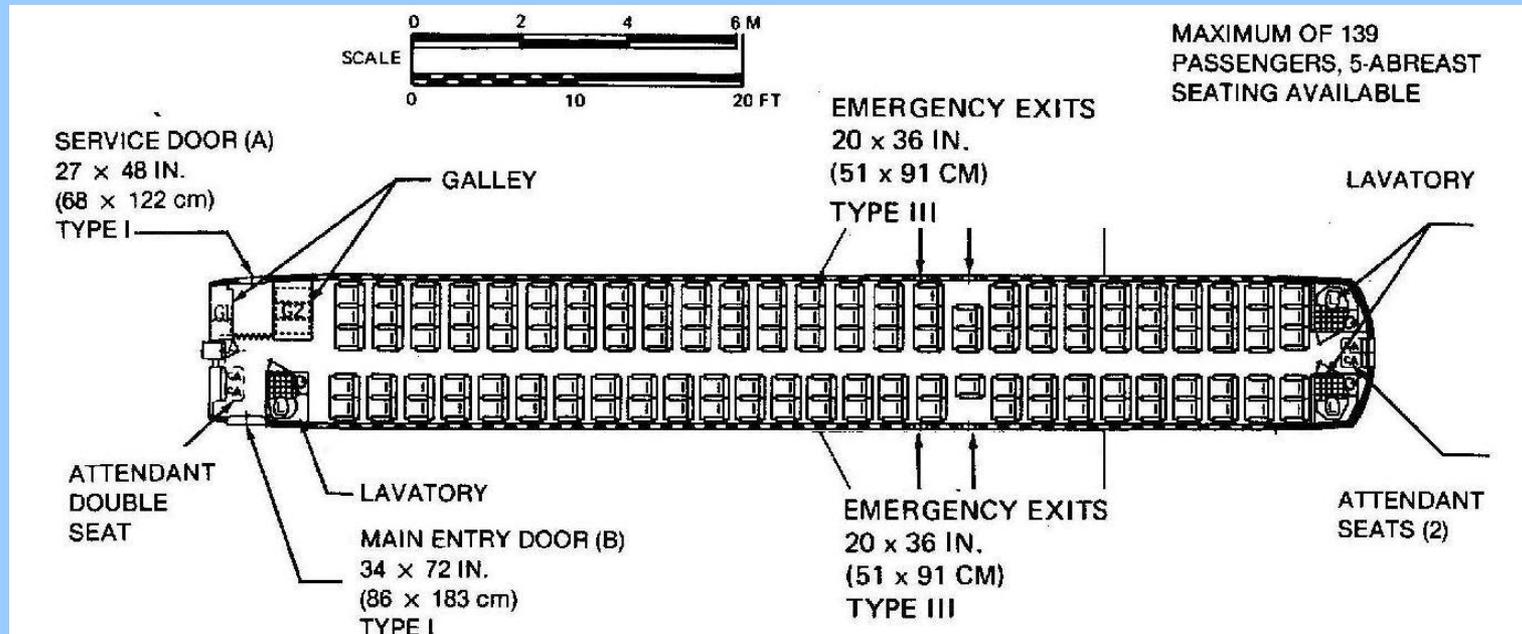
ESTABILIDAD DE RESULTADOS RESPECTO A ERRORES DE DATOS GEOMÉTRICOS

Caso	T_{eva} (s)	σ_{eva} (s)	Pasajeros por salida			
			L1	L2	L3	L4
U	79,84	1,46	60	25	35	59
M01	79.88	1.51	60	25	35	59
M02	79.85	1.46	60	26	34	59
M03	79.87	1.47	60	26	34	59

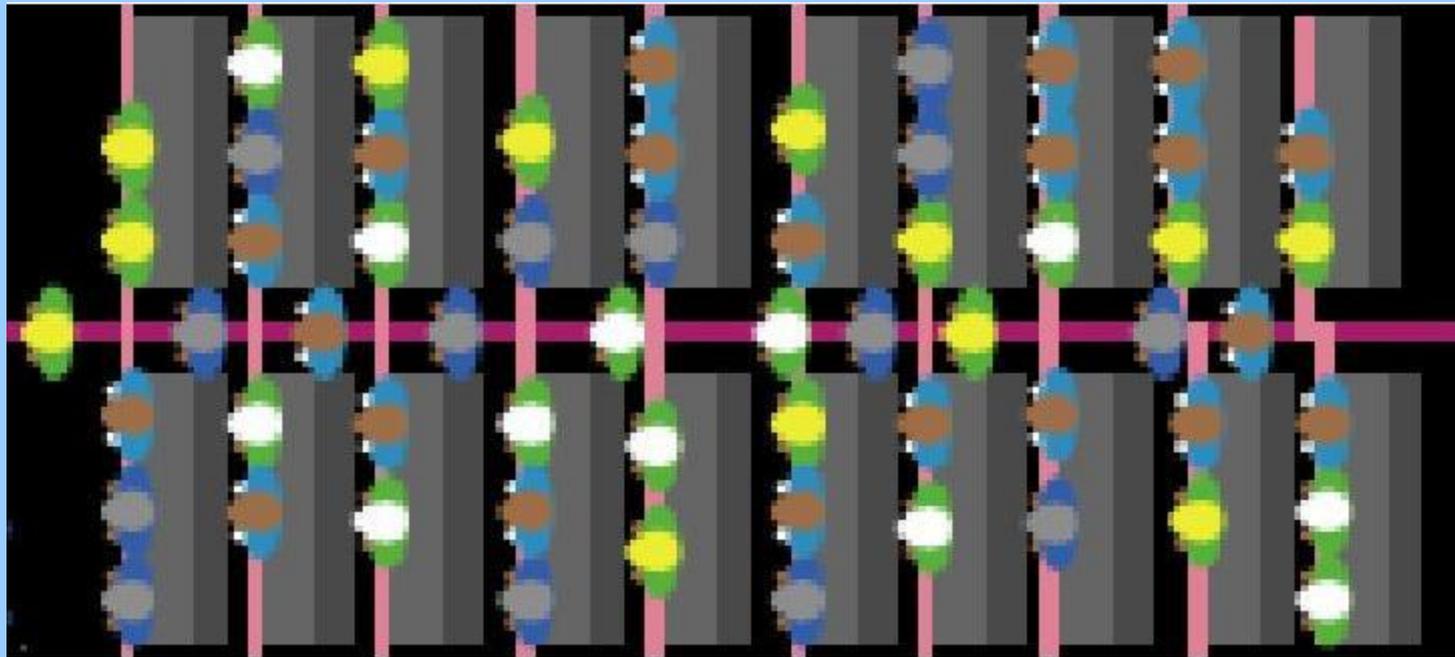
CONTENIDO

- Introducción
- El modelo ETSIA
- **Resultados y posibilidades de la evacuación**

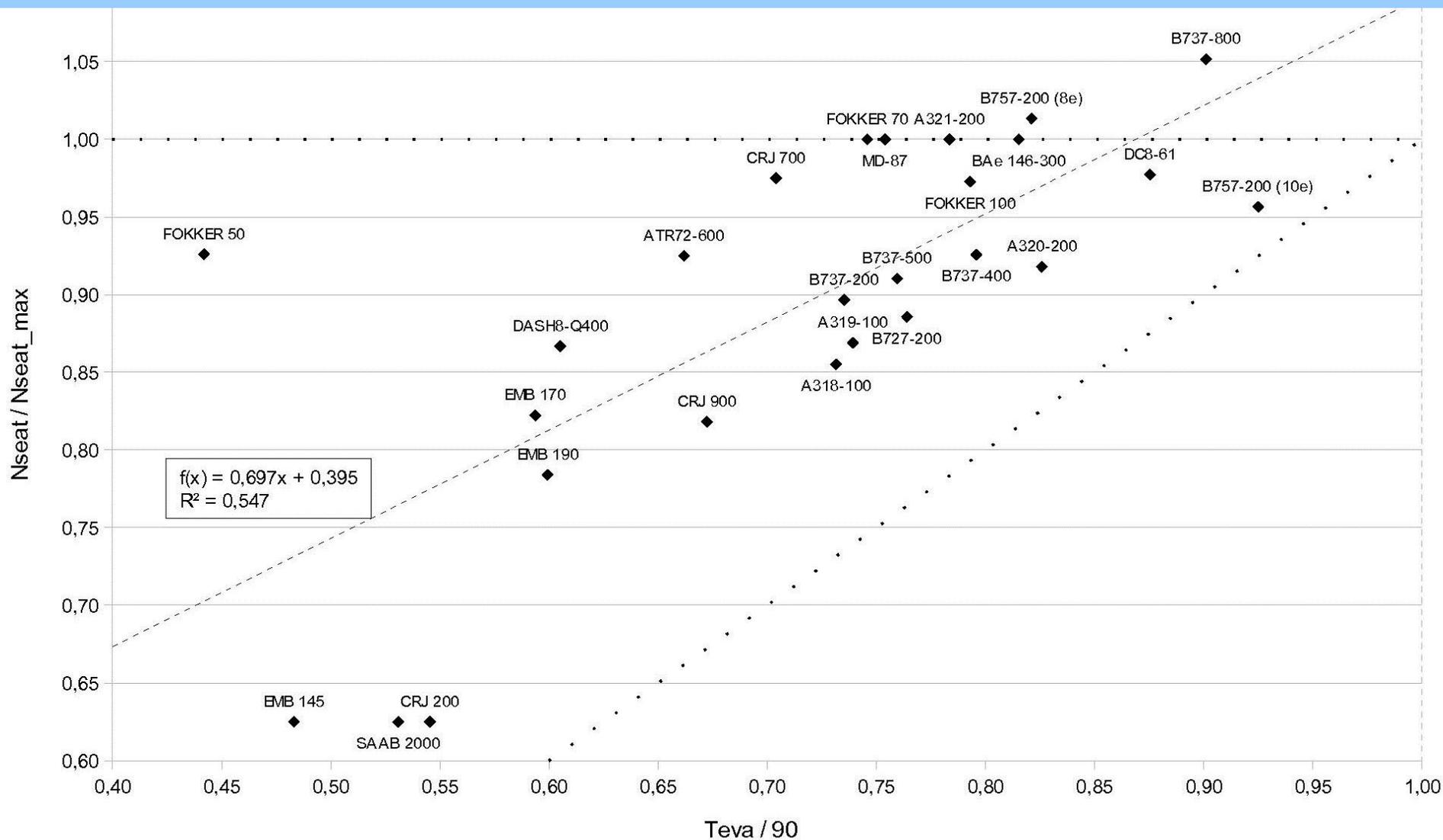
CABINA REAL Y SU REPRESENTACIÓN



PASAJEROS SIMULADOS (4 TIPOS)



RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE EVACUACIÓN

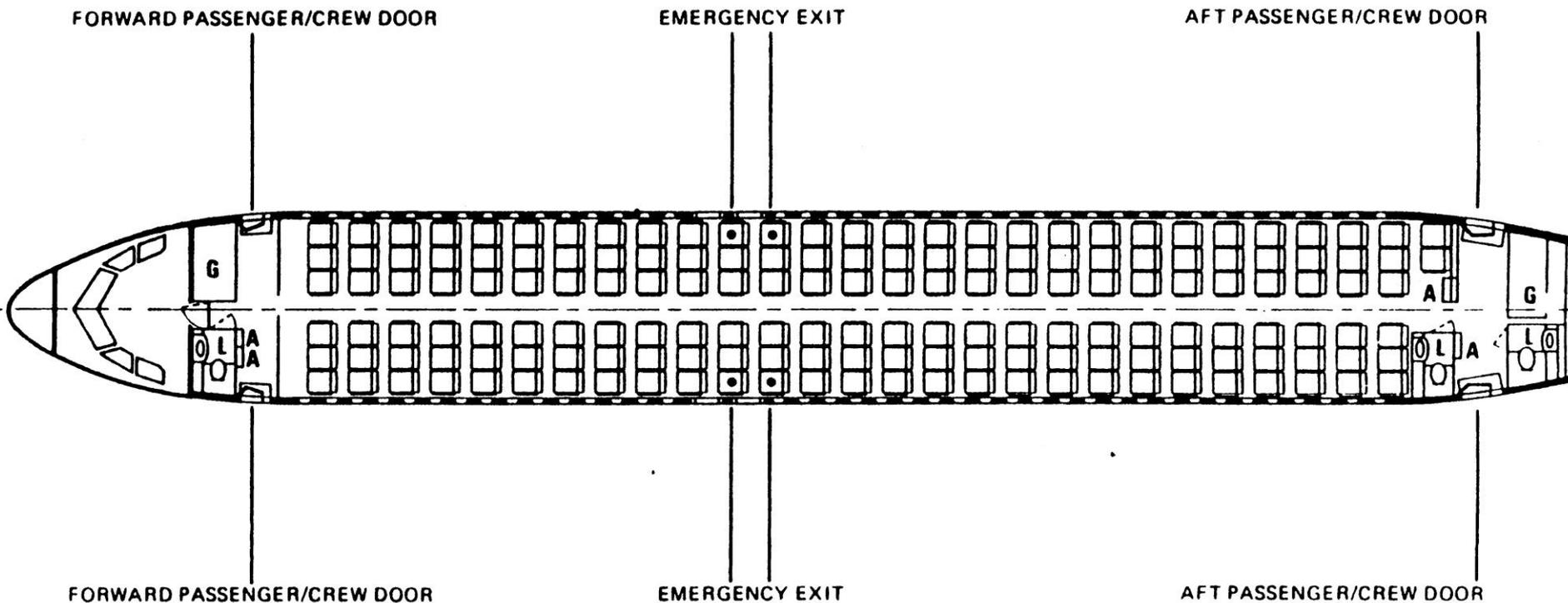


RESULTADOS EN EL SAAB 2000 (ASIMETRÍA DE SALIDAS)

Denominación	Tipo	Posición [m]
L1	I	4.675
L2	III	12.911
R1	III	12.911
R2	I	19.540

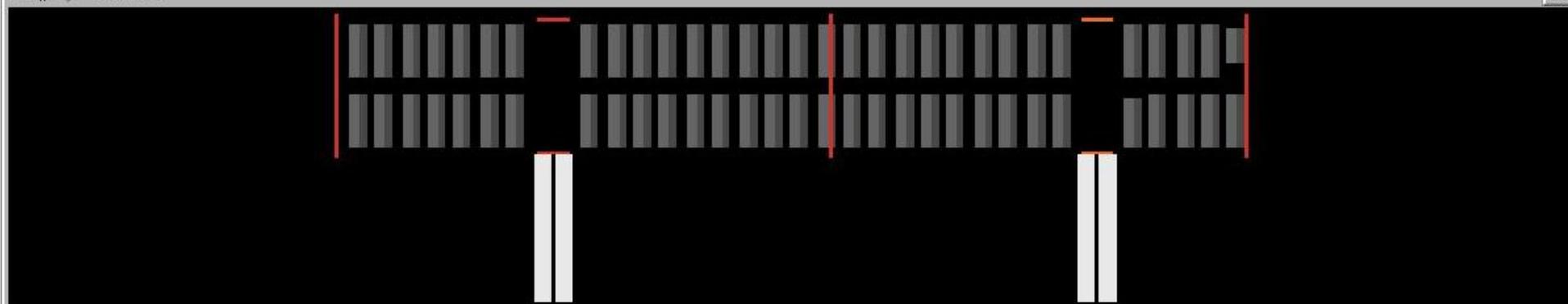
Salidas disponibles	T_{eva} (s)	σ_{eva} (s)
Babor	47.78	1.38
Estribor	58.30	1.53

CABINA DEL A320-200 UTILIZADA PARA ANALIZAR LA INFLUENCIA DE LA DISPOSICIÓN DE LAS SALIDAS



CABINA DEL A320-200 CON SALIDAS DOBLES CENTRADAS

ticks: 774
3D



Setup **Run/Stop** **Record** **Select File**

Vcorridor 0.45 m/s

Vmaisle 1.25 m/s

Vcaisle 1.25 m/s

Vpssway 1.40 m/s

Vslide 2.00 m/s

meanHesitationTD 0.55 s

SECTION DIVIDERS

u0	u1	u2	u3	u4
0	0.51	1	999	999

camera interface

On Off register

Report

Airplane A30X_V2b

DescentMeans slides

ExitElectionRule stochastic

Manufacturer	AIRBUS	Model	A30X	Series	V2b
Pax	185	Crew	6	Exits	4
Available	2				

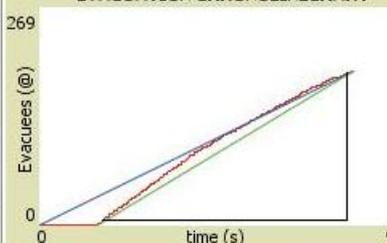
EVACUEES (@)	TIME (s)	Security Margin (%)
191	77.4	14

Exploitation Ratio (@)	Raw Mean Flow (occ/s)
0.842	2.468

Egress Ratio (@)	Net Mean Flow (occ/s)
0.814	2.929

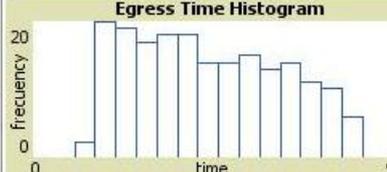
Optimum Use Ratio (@)	Max. Mean Flow (occ/s)
0.782	3.025

EVACUATION CHRONOLINECHART



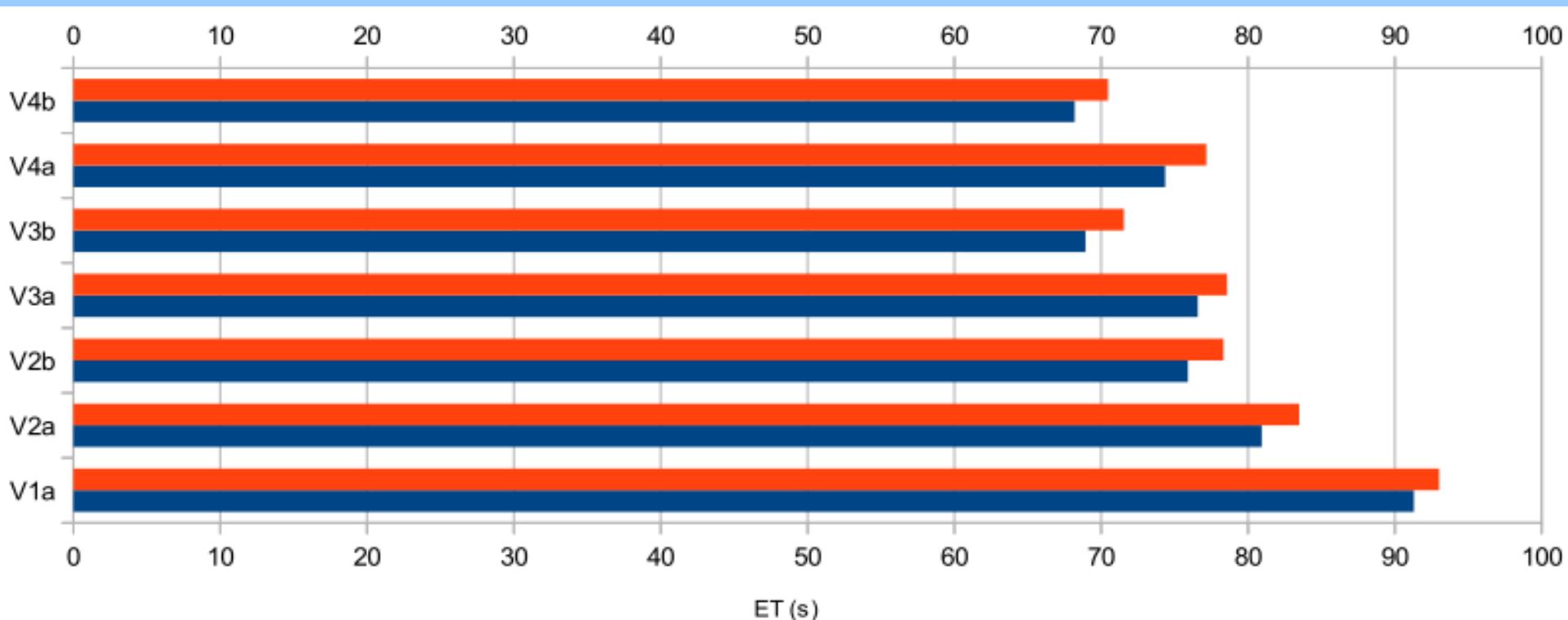
Evacuees (@) vs time (s) chart. Y-axis: 0 to 269. X-axis: 0 to 91. Legend: Evacuees (red), raw (blue), net (green), max (black).

Egress Time Histogram



frequency vs time chart. Y-axis: 0 to 20. X-axis: 0 to 91. Legend: Evacuees (blue).

RESULTADOS CON DISPOSICIÓN NO CONVENCIONAL DE SALIDAS



V1a 2AE; V2a 1ASR1BE; V2b 1ASR1BSF; V3a 1BSR1III1BE;

V3b 1BSR1III1BSF; V4a 1CSR2III1BE; V4b 1CSR2III1BSF

CONCLUSIONES

- La simulación por ordenador puede reproducir muy fielmente los ensayos de evacuación de emergencia, prescritos para la certificación de aviones de transporte
- El desarrollo de la evacuación depende principalmente de la disposición de las salidas; secundariamente del tamaño de éstas
- Una distribución apropiada de las salidas de emergencia puede permitir la supresión de alguna salida, con el consiguiente ahorro de peso, manteniendo o aumentando el nivel de seguridad

REFERENCIAS

- J.M. Hedo, R. Martínez-Val y C. Hernández, Cabin-layout-based algorithm to assess the evacuation of transport airplanes, en Aviation Safety (ed. H.M. Soekkha). VSP, Utrech, Países Bajos, pp. 213-227, 1997
- R. Martínez-Val, J.M. Hedo y C. Hernández, Analysis of evacuation strategies for design and certification of transport airplanes, Journal of Aircraft, Vol. 37, N° 3, pp. 440-447, 2000
- J.M. Hedo y R. Martínez-Val, Computer model for numerical simulation of emergency evacuation of transport aeroplanes, The Aeronautical Journal, Vol. 114, N° 1162, pp. 737-746, 2010
- J.M. Hedo y R. Martínez-Val, Assessment of narrow body transport airplane evacuation by numerical simulation, Journal of Aircraft, Vol. 48, N° 5, pp. 1785-1794, 2011
- R. Martinez-Val y J.M. Hedo, Effect of uncommon exit location in the emergency evacuation of transport airplanes, en El transporte aéreo ante el reto del cielo único (Ed. F.J. Antón), RIDITA, CERSA, Madrid, 2011, pp. 373-382