



Diseño y desarrollo del proyecto

GRUPO EAN

1





ÍNDICE

- Presentación del grupo y el proyecto
- Introducción
- Diseño
- Aerodinámica
- Estructuras
- Estabilidad
- Actuaciones y Propulsión
- Avances Tecnológicos
- Sistemas



GRUPO EAN

- ▶ ¿Quiénes somos?
- ▶ ¿A qué nos dedicamos?
- ▶ Proyectos actuales



PROYECTO PHOENIX

- Objetivos a lograr
- Características destacables

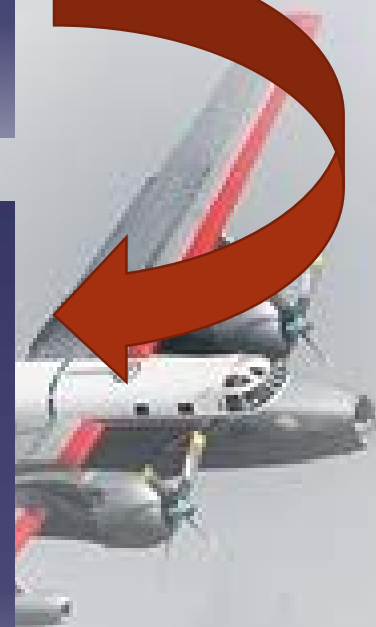
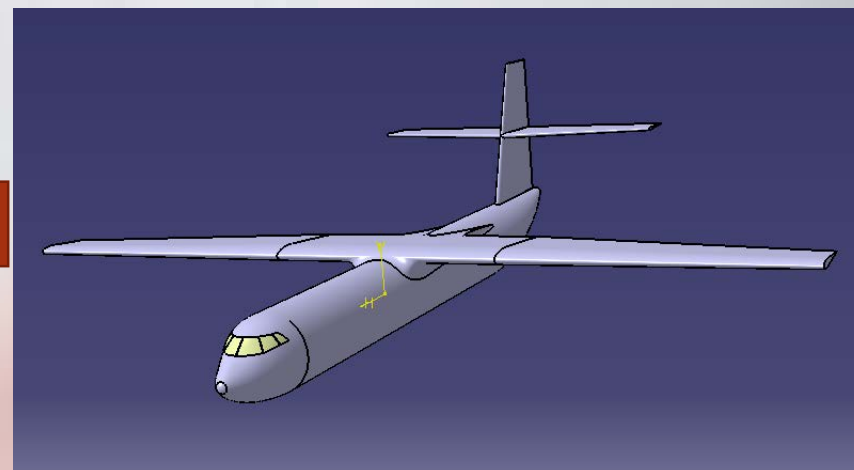
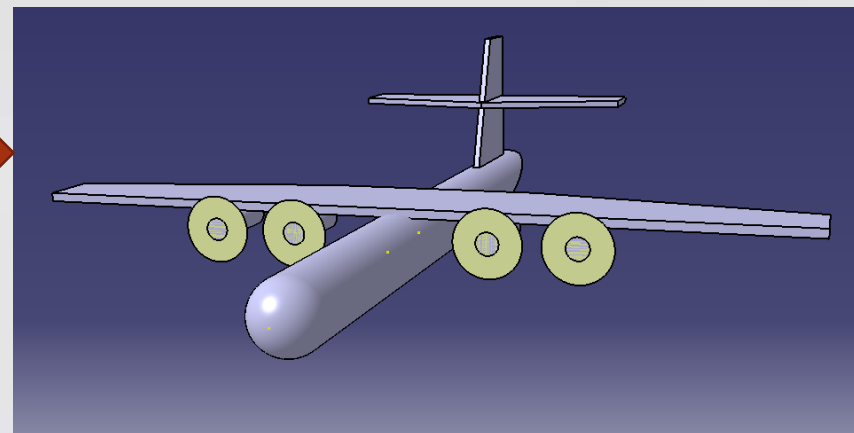
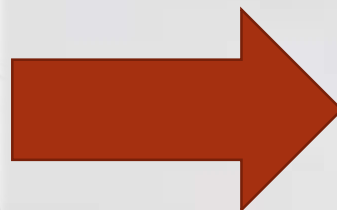
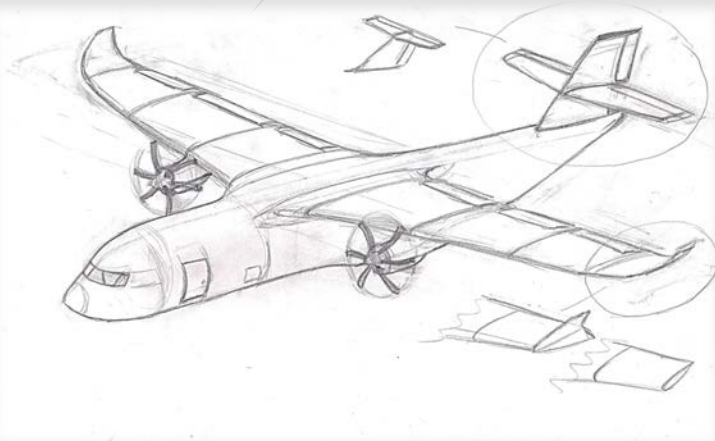


PROYECTO PHOENIX

- Objetivos a lograr
- Características destacables



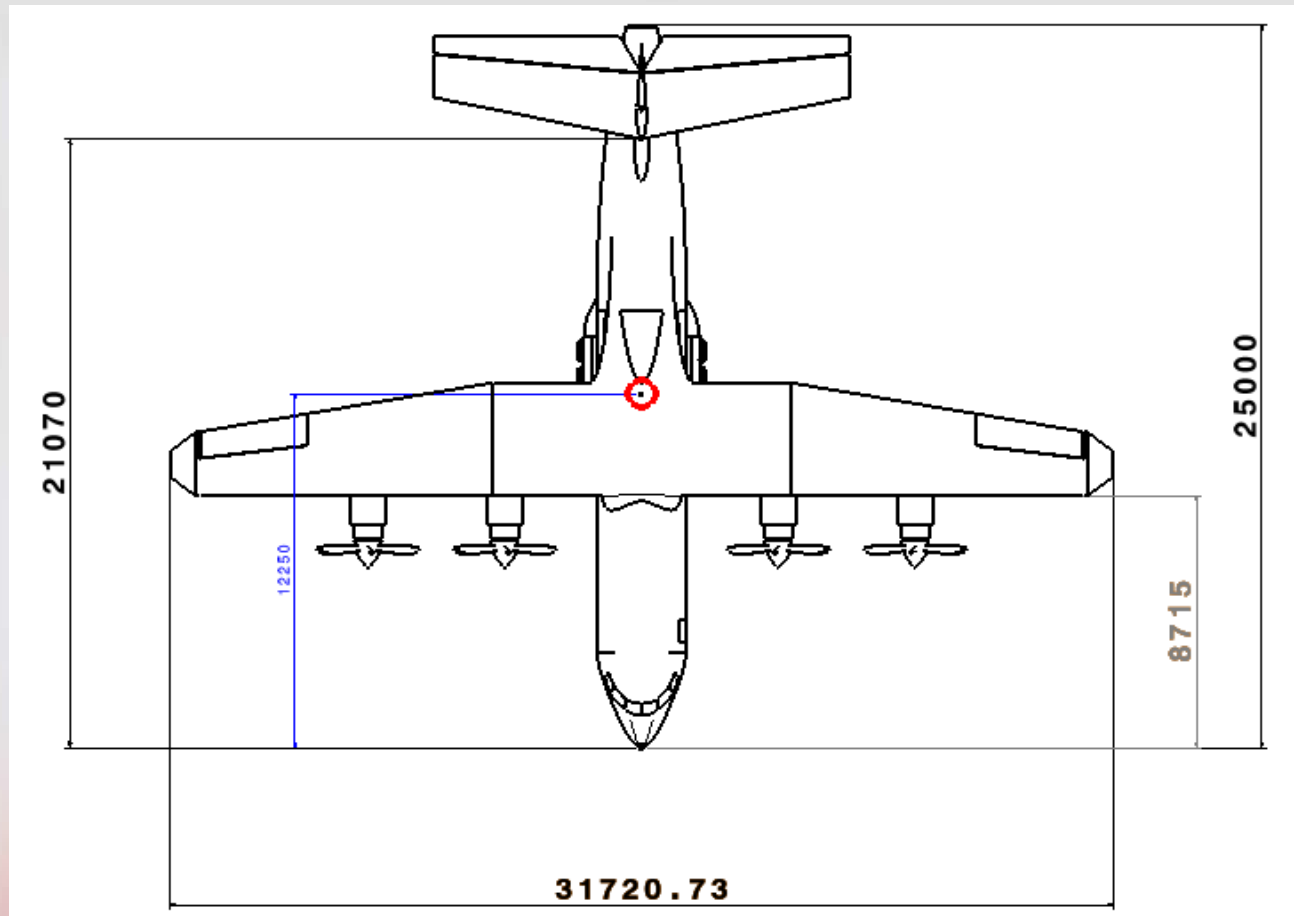
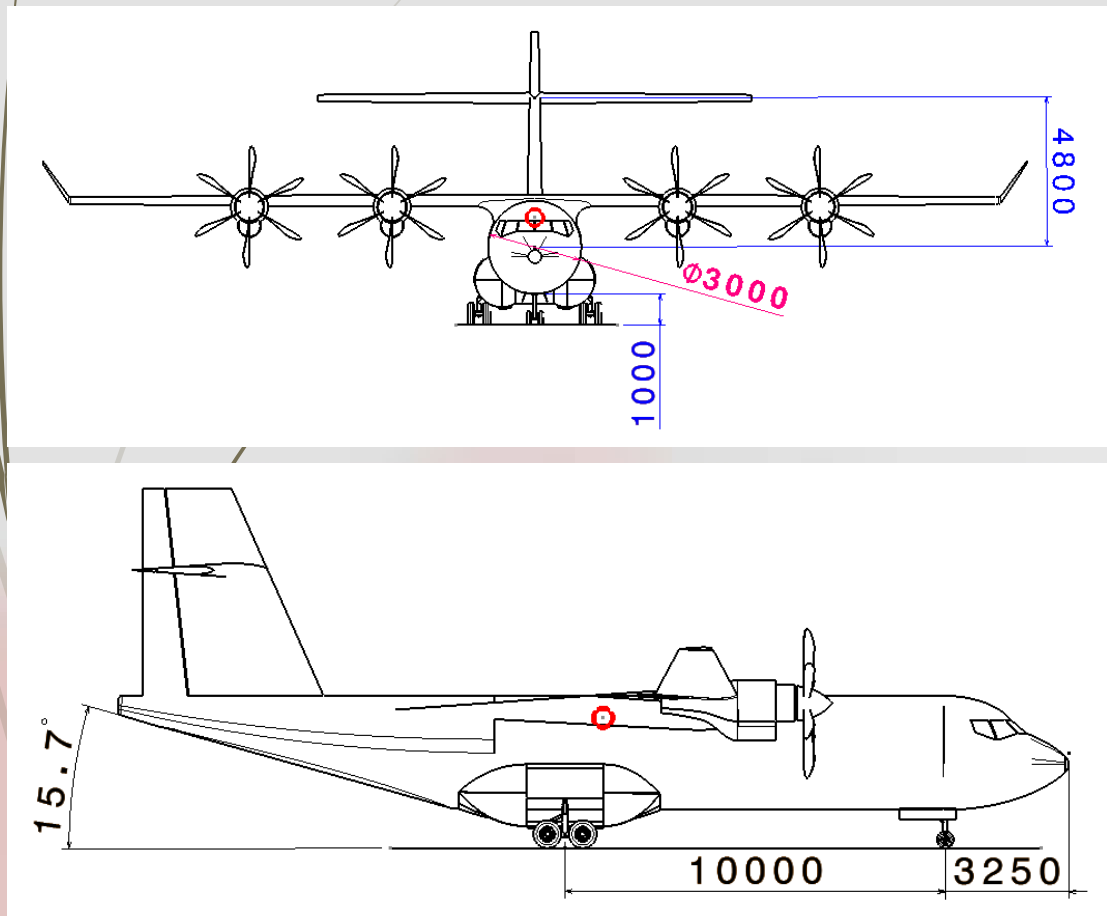
DISEÑO Y DESARROLLO: Evolución del modelo



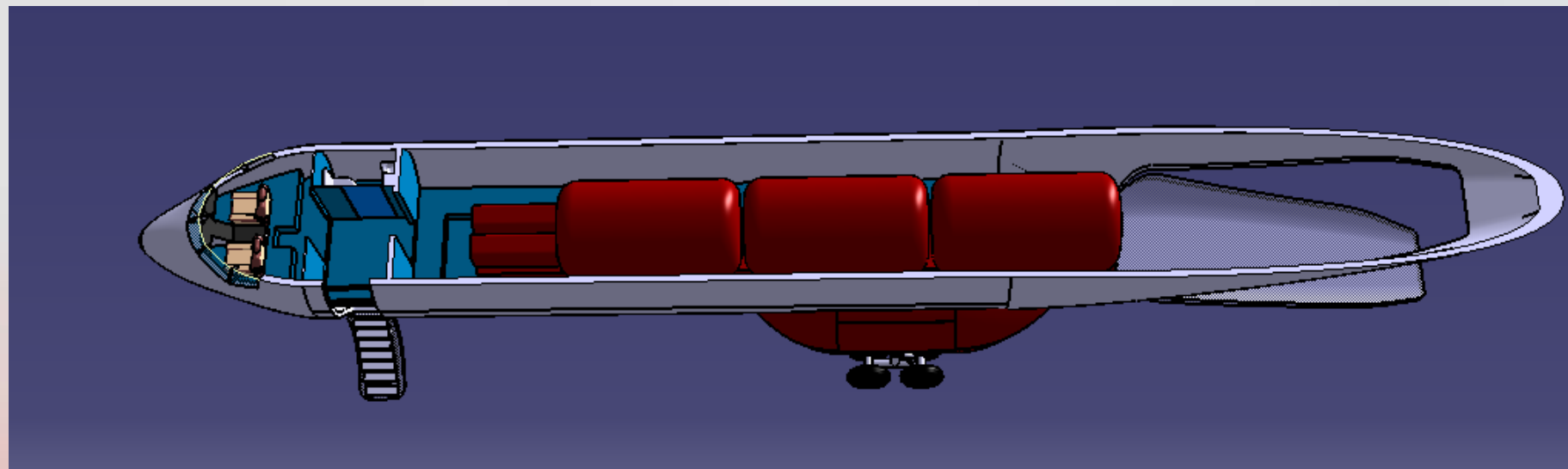
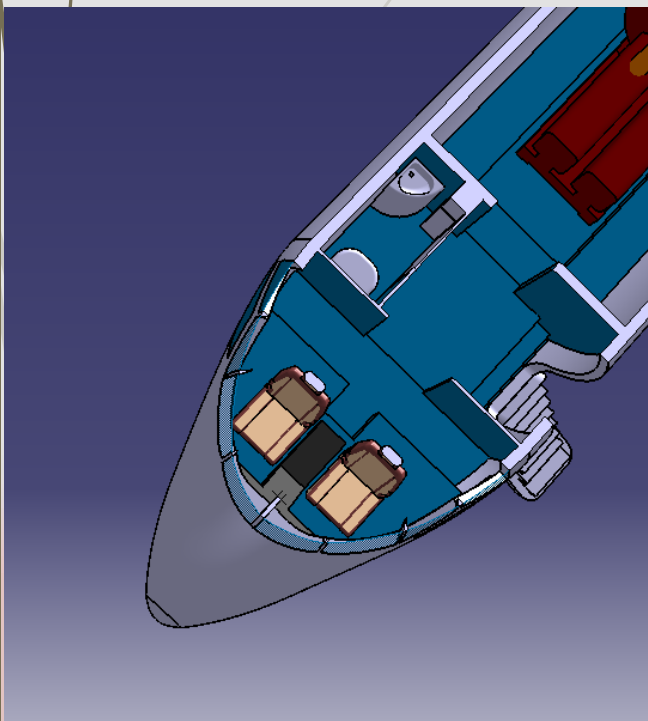
DISEÑO Y DESARROLLO: Evolución del modelo



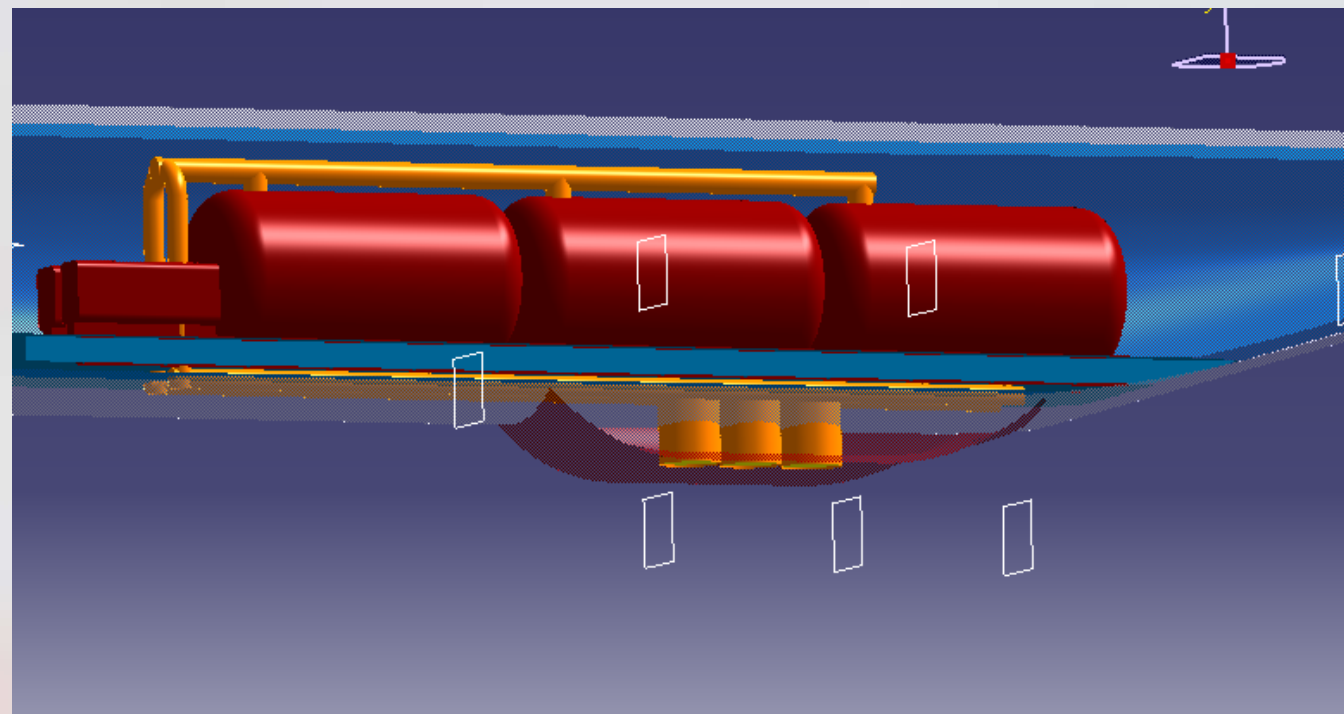
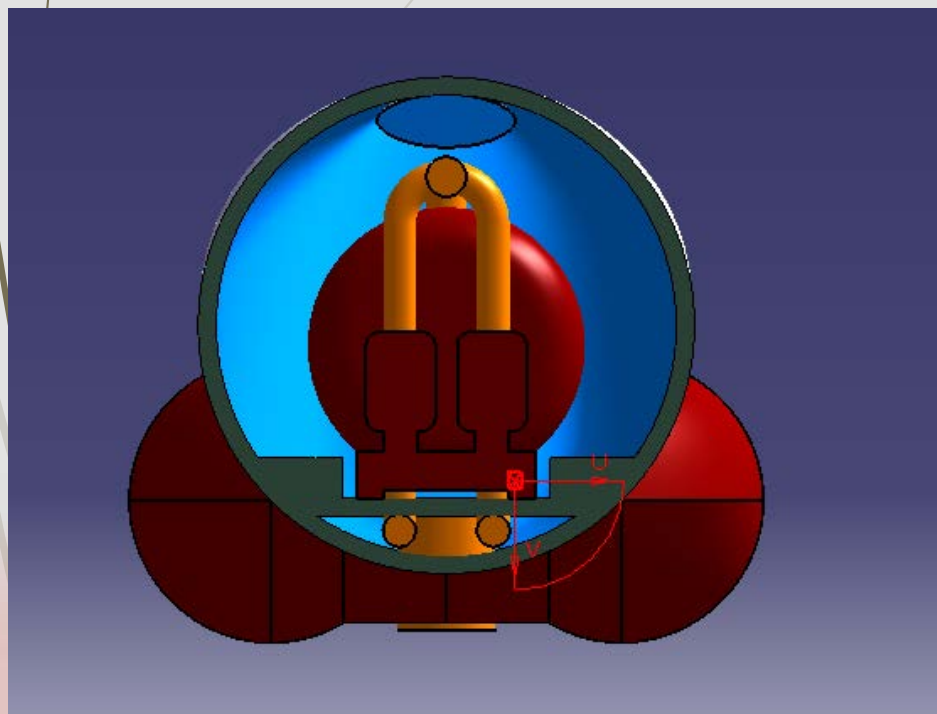
DISEÑO Y DESARROLLO: Geometría general



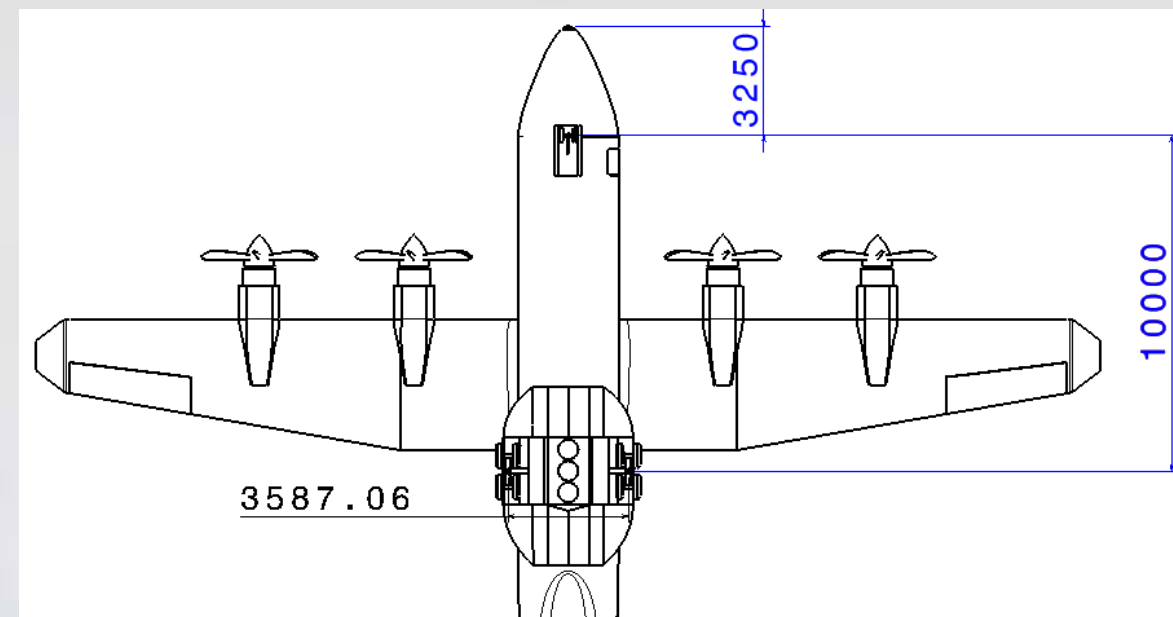
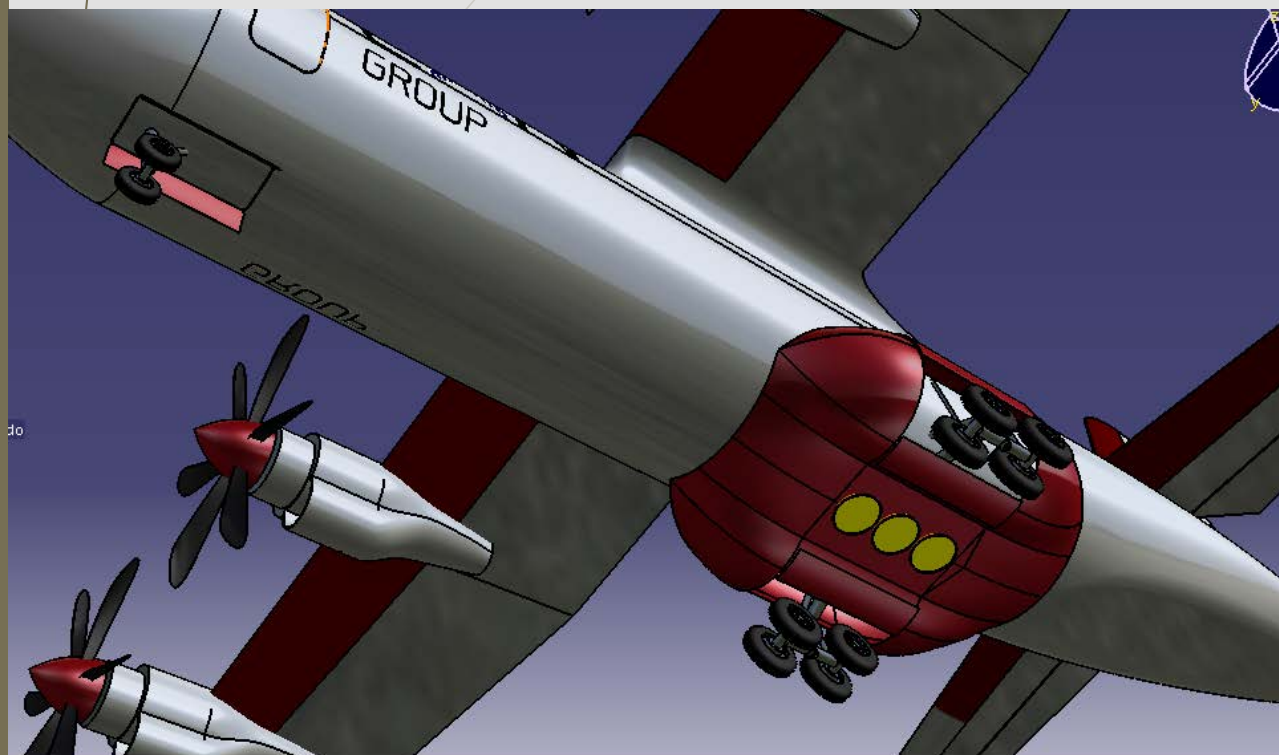
DISEÑO Y DESARROLLO: Diseño del fuselaje



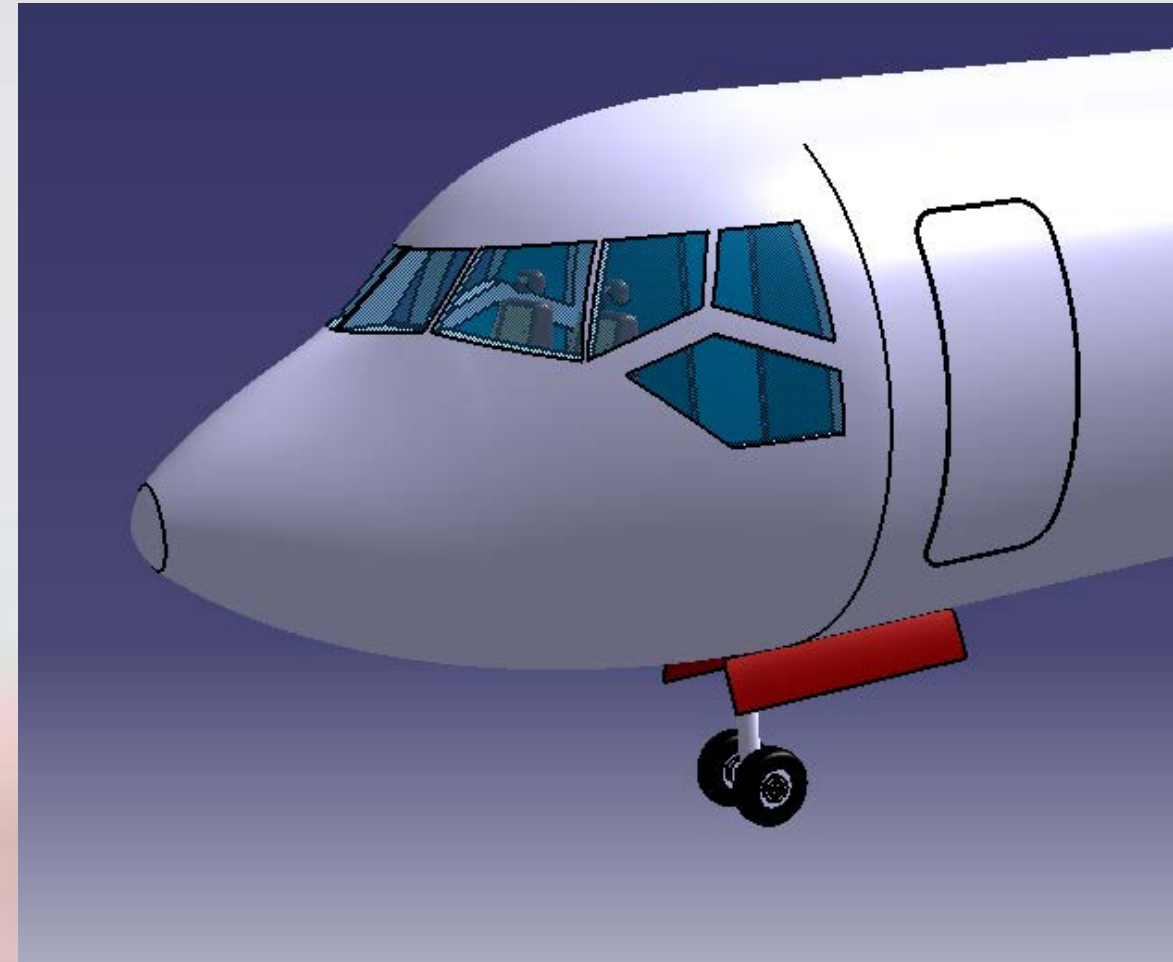
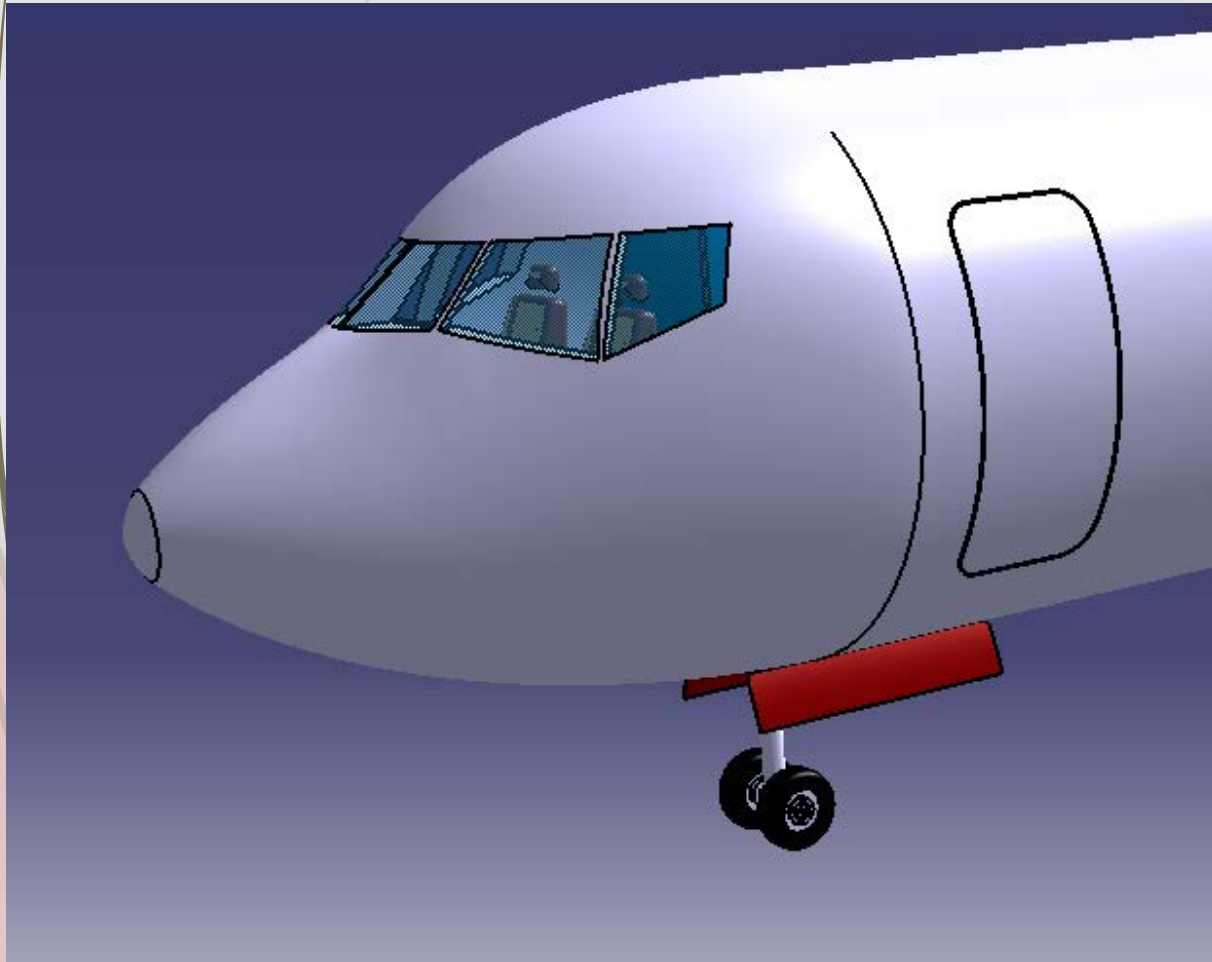
DISEÑO Y DESARROLLO: Diseño del fuselaje



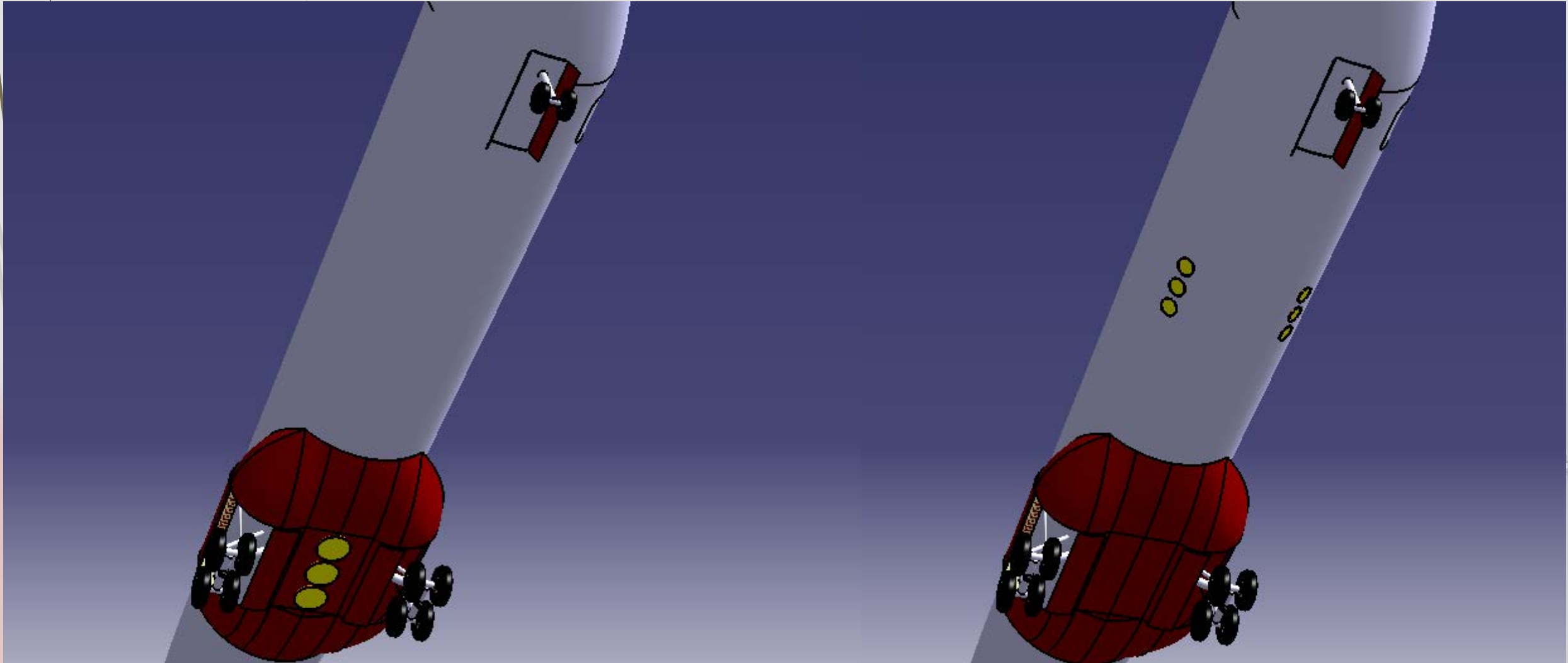
DISEÑO Y DESARROLLO: Tren de aterrizaje



DISEÑO Y DESARROLLO: Modelos alternativos



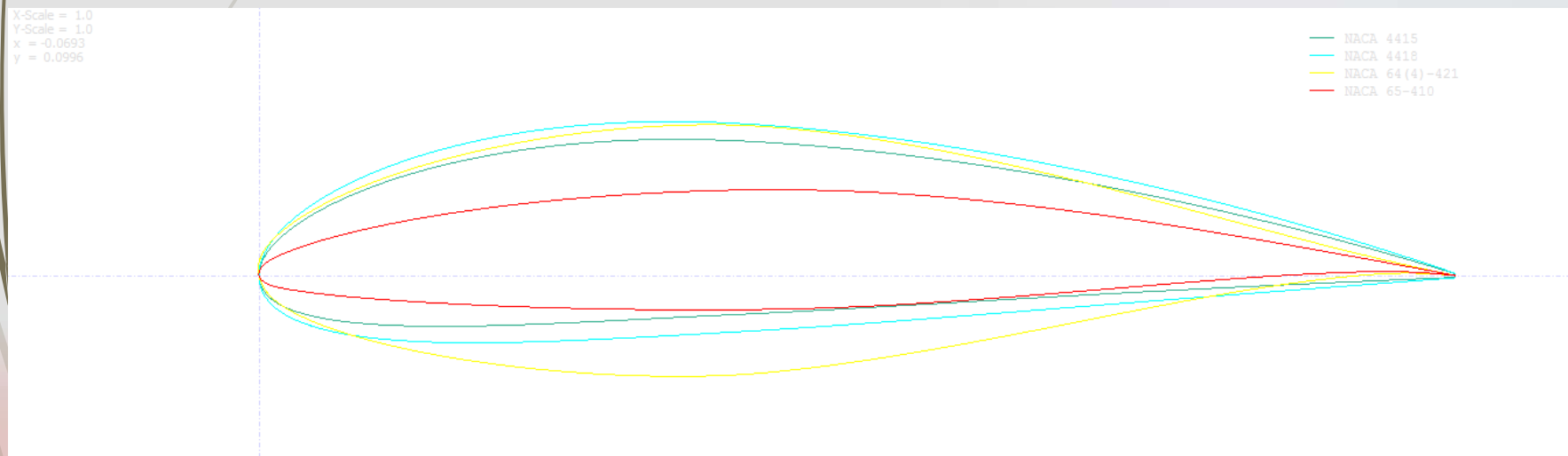
DISEÑO Y DESARROLLO: Modelos alternativos



DISEÑO Y DESARROLLO: Estado actual



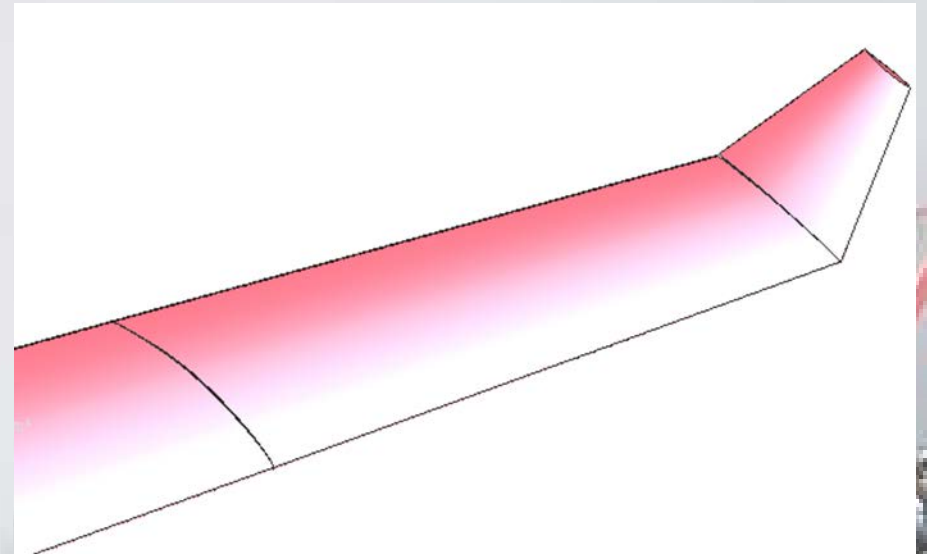
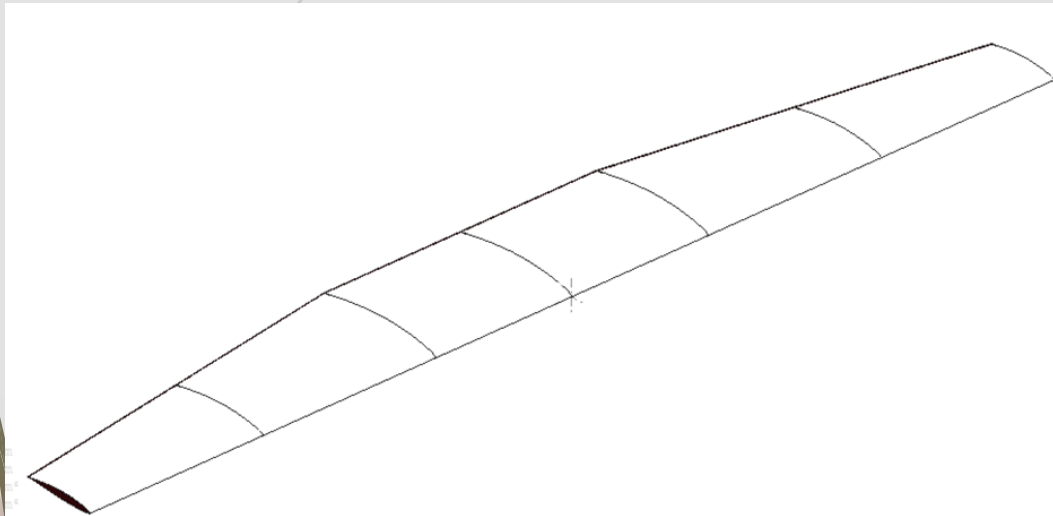
AERODINÁMICA: Elección del perfil



Perfil NACA 65-410	
Cd_{min}	0,00255
Cm_0	-0,0805
$\alpha_{stall}(\text{°})$	17,75
$\alpha_{zL}(\text{°})$	-3,2
Cl/Cd_{max}	334,16030 5
Cl_{α}	0,0377
Cl_{max}	0,9395
Cl_0	0,3447



AERODINÁMICA: Elección del ala

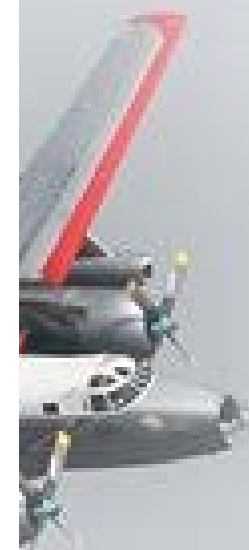
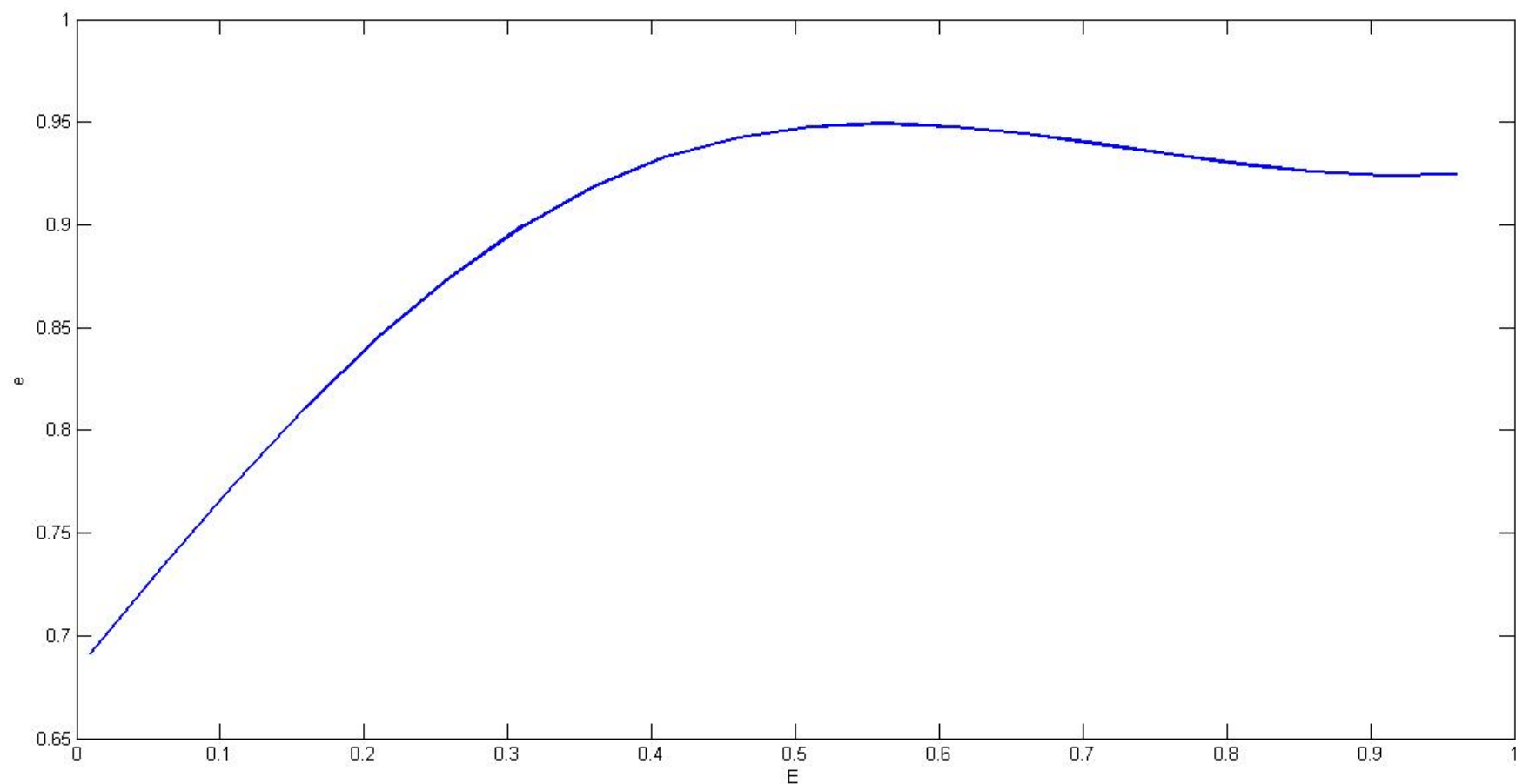


Mejoras del ala

- Torsión
- Winglets

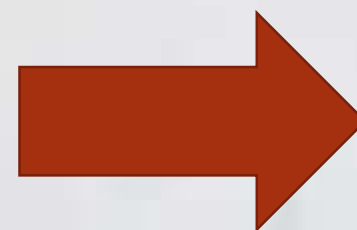


AERODINÁMICA: Elección del ala

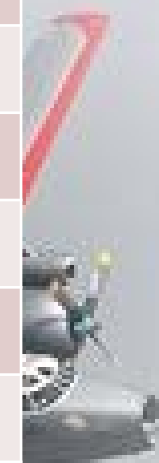


AERODINÁMICA: Elección del ala

Ala inicial	
$S(m^2)$	139,22
$b(m)$	35,39
E	0,56
Cm_0	-0,047058
$\alpha_{stall}(\text{°})$	23
CD_{min}	0,004529
$(CL^{3/2}/CD)_{max}$	25,3427
CL_{α}	0,088682
CL_{max}	1,94
$x_{ca}(m)$	1,3



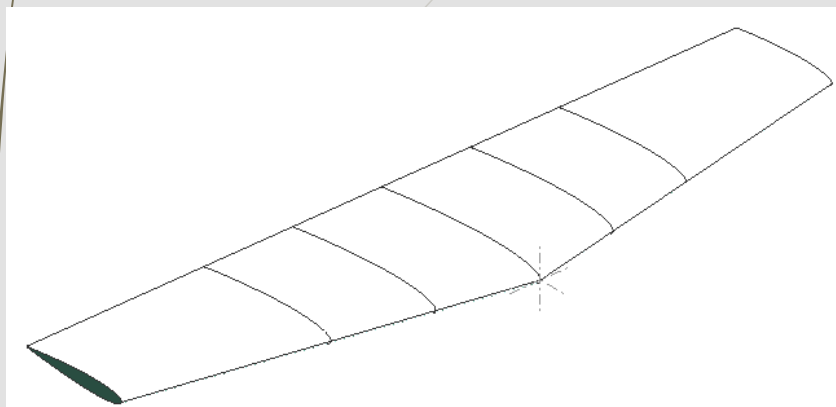
Ala final	
$S(m^2)$	104,7
$b(m)$	33
Cm_0	-0,084895
$\alpha_{stall}(\text{°})$	22,5
CD_{min}	0,004524
CL_{α}	0,09174
CL_{max}	1,97
$x_{ca}(m)$	0,85



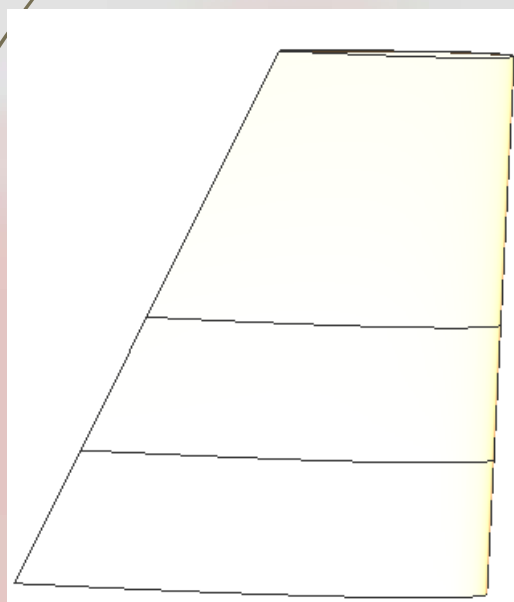
AERODINÁMICA:

Elección del HTP y VTP

20



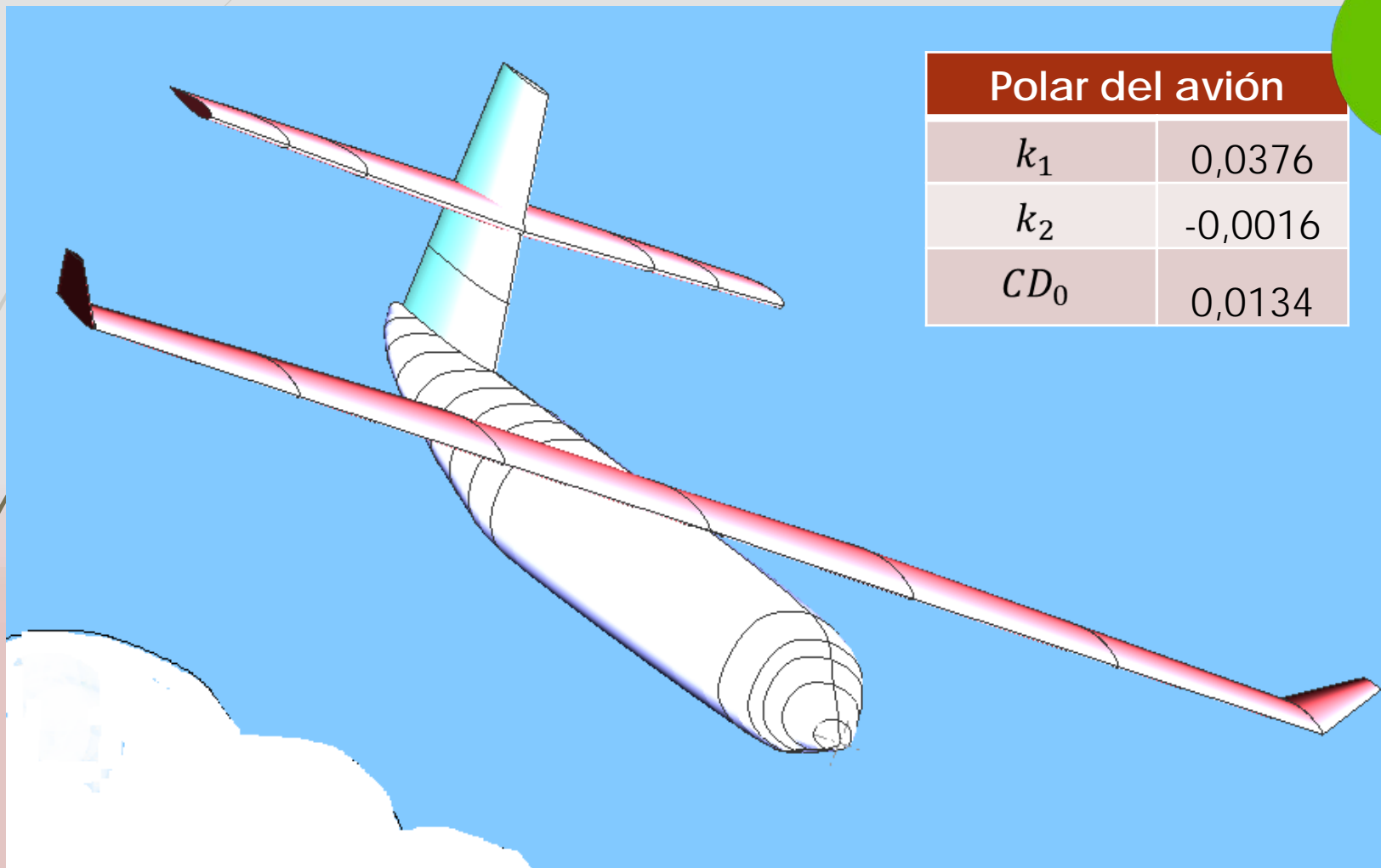
HTP	
$S(m^2)$	40
$b(m)$	14
E	0,6
Perfil	NACA 0012



VTP	
$S(m^2)$	19,245
$b(m)$	5,436
E	0,5
Perfil	NACA 0012



AERODINÁMICA: Polar del avión. Configuración limpia

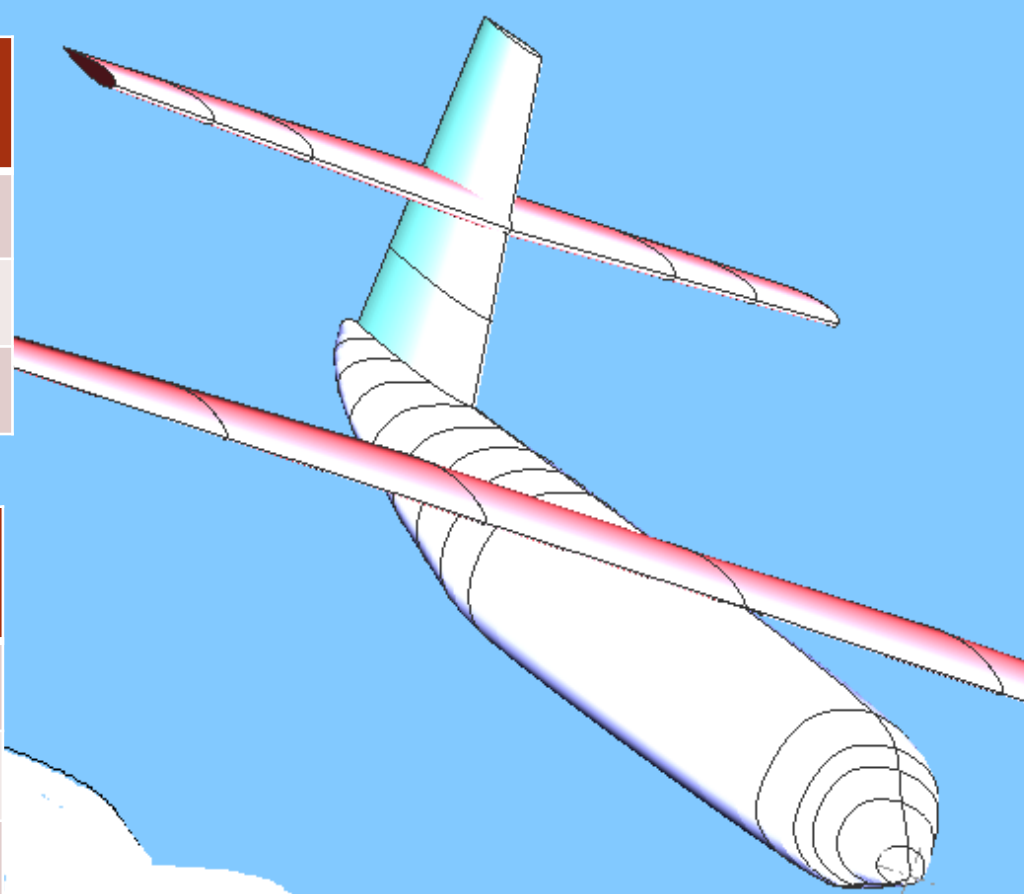


Polar del avión	
k_1	0,0376
k_2	-0,0016
CD_0	0,0134



Polar del avión- configuración limpia	
k_1	0,0452
k_2	-0,0131
$CD_{0limpia}$	0,0173





Polar del avión. Despegue	
k_1	0,0387
k_2	-0,0017
CD_0	0,0555



Polar del avión. Aterrizaje	
k_1	0,0402
k_2	-0,0029
CD_0	0,0791



Polar del avión. Despegue	
k_1	0,0387
k_2	-0,0017
CD_0	0,054



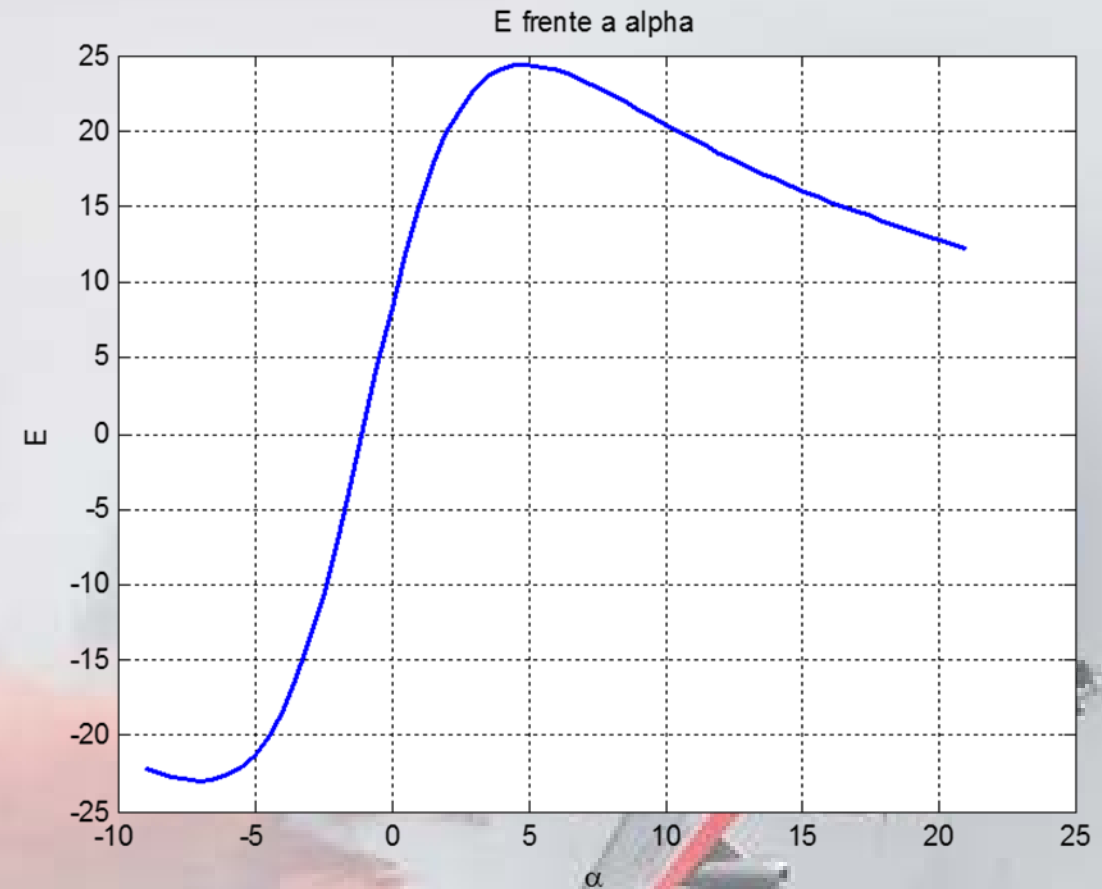
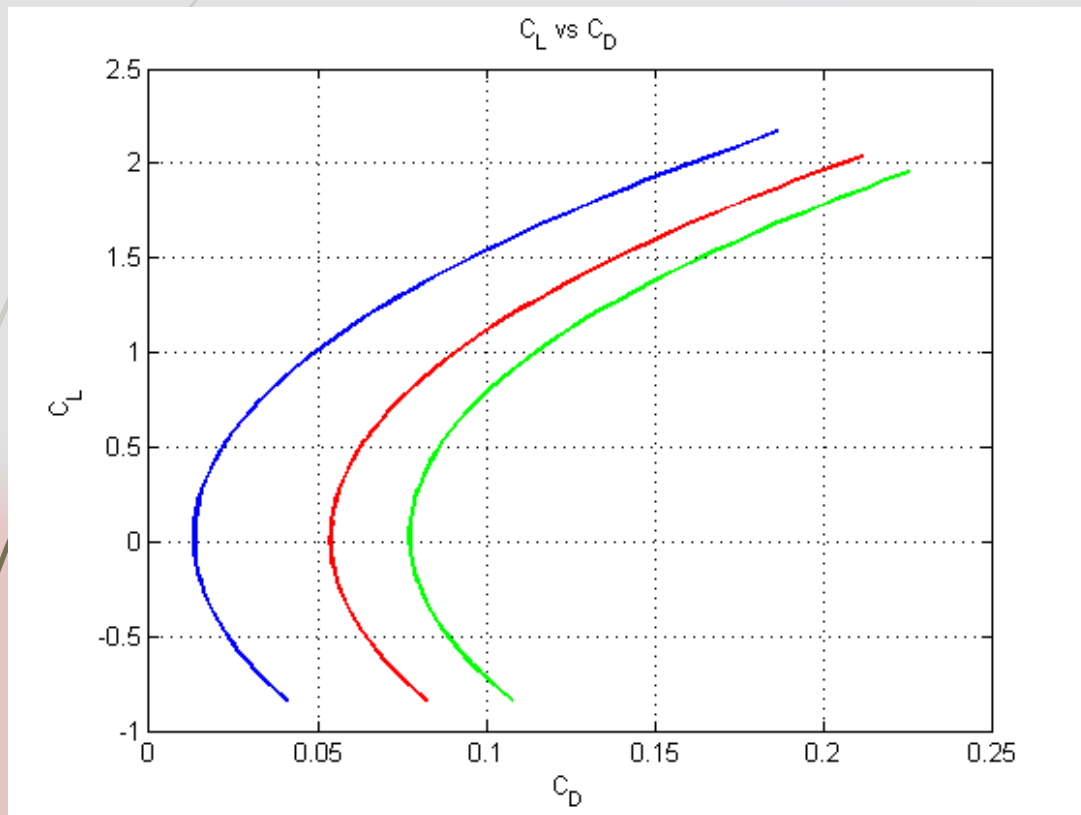
Polar del avión. Aterrizaje	
k_1	0,0402
k_2	-0,0029
CD_0	0,0775



AERODINÁMICA:

Polar del avión y eficiencia aerodinámica

23



ESTRUCTURAS:

Peso de la estructura

24

	Peso(kg)	%MTOW	FINAL
MTOW	37166,3	-	36012,18
Wemp	13812,6	37,2	12718,68
Componente			
Alas	3122,21	8,4	2972,72
HTP	877,5	2,36	813,08
VTP	437,27	1,17	405,14
Fuselaje	3014,01	8,12	2803,52
Tren	1213,09	3,26	1120,44
Motores	2232,84	6	2067,67
Westructura	10896,94	29,32	10182,56909

ESTRUCTURAS:

Peso de los sistemas

25

Componente	Peso(kg)	%MTOW	FINAL
Fly control	394,62	1,06	204,15
Hidráulico	133,8	0,36	123,58
Instrumentación	569,47	1,53	526,08
Electricidad	431,3	1,16	398,59
API	819,27	2,2	758,65
Oxígeno	76,6	0,2	70,76
APU	40,88	0,12	37,76
Baggage	285,4	0,77	264,68
Opitem	164,32	0,44	151,87
Wsisistemas	2915,66	7,84	2536,10

Depósitos	889
------------------	------------

ESTRUCTURAS: Evolución del MTOW

Estimación
inicial

44796kg



Coeficientes
lineales

54895,3 kg



Método
completo

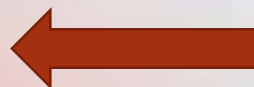
37166,3kg



Aplicación
de nuevas
tecnologías

36012,18 kg

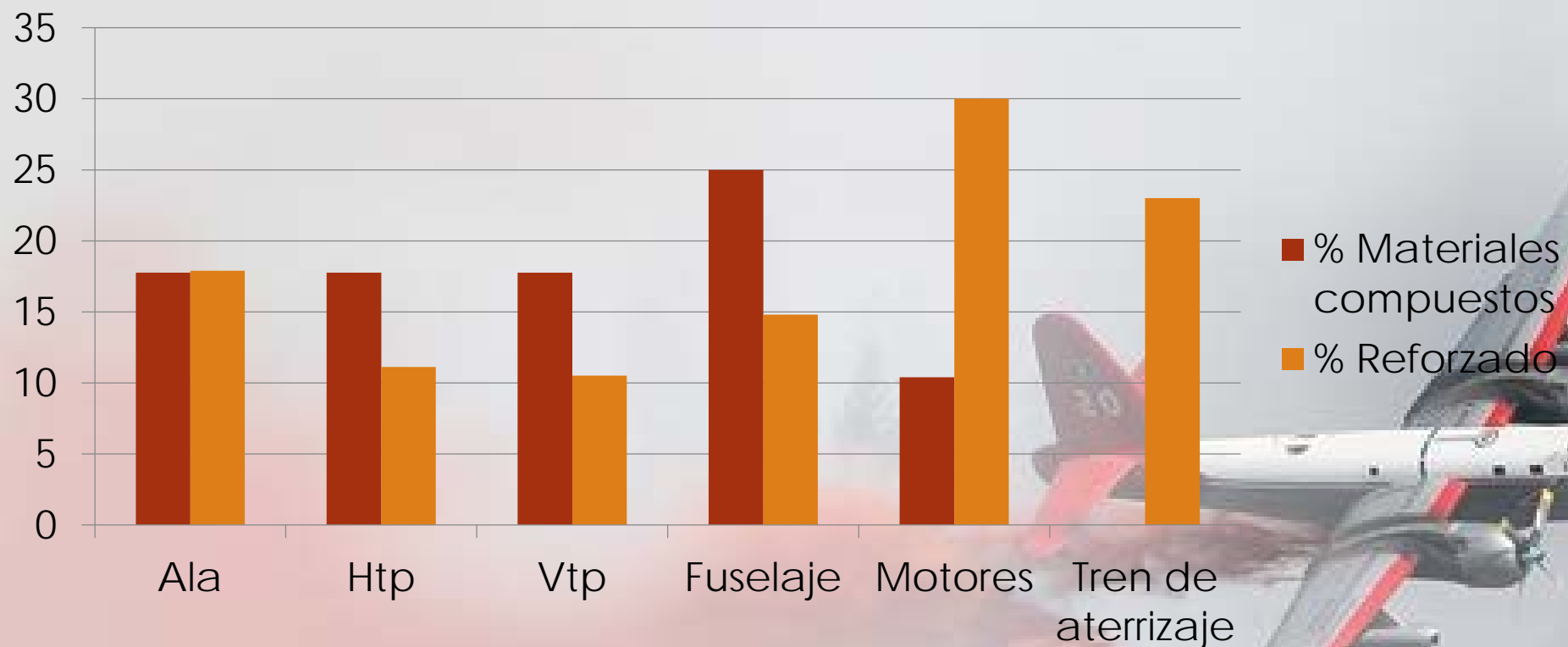
Reducción de
un 3,1% total



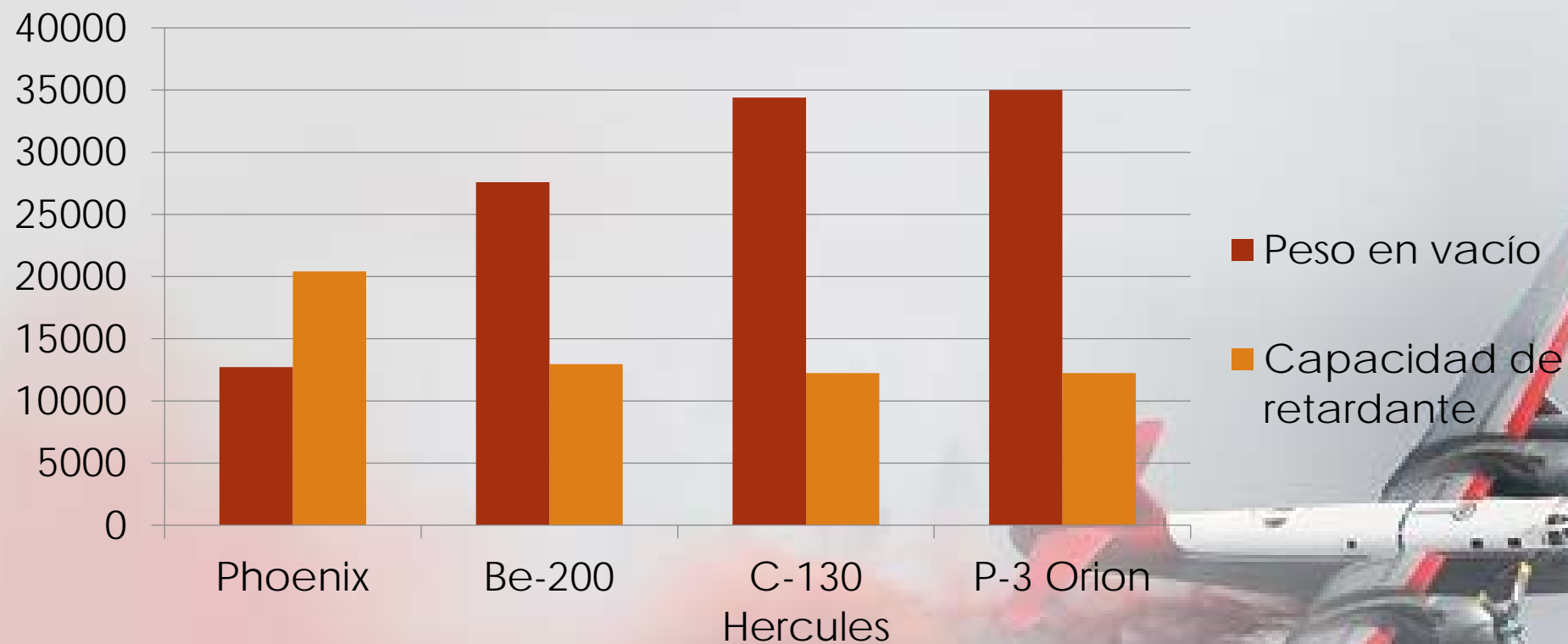
ESTRUCTURAS:

Refuerzos y materiales compuestos

Usando como valores de referencia los porcentajes existentes de composites en el A350.



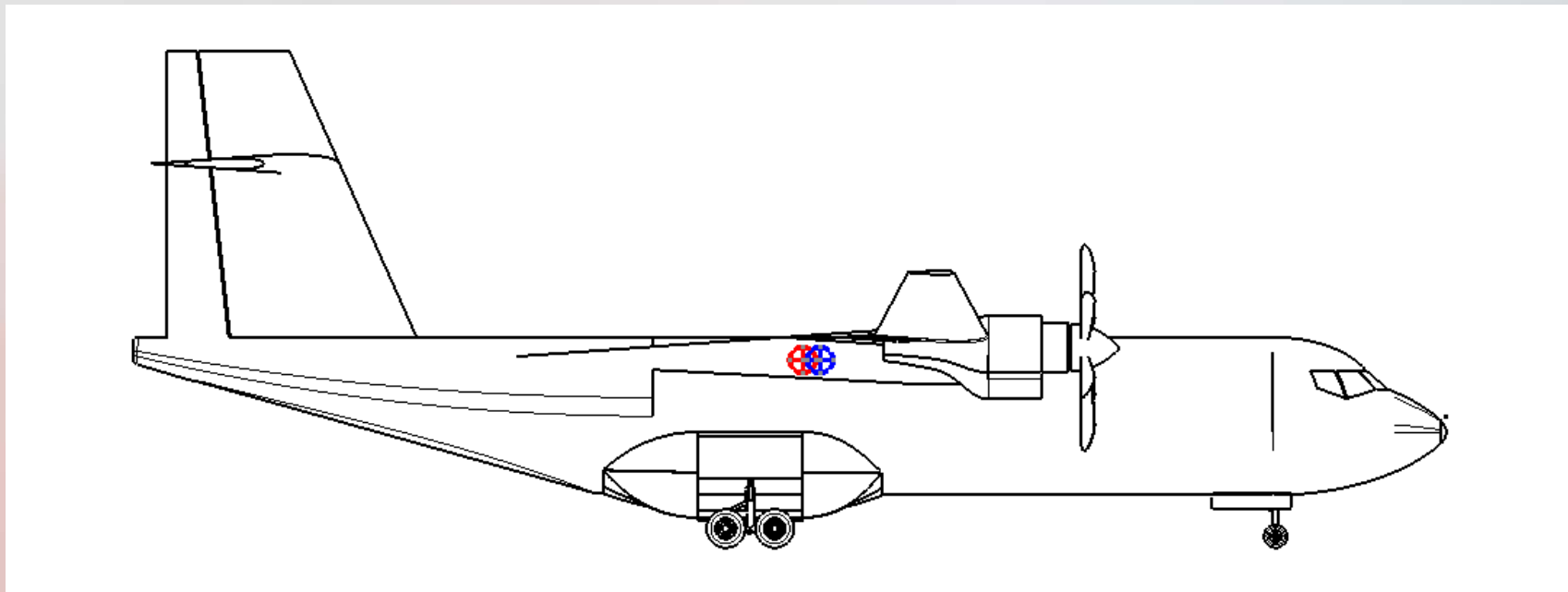
ESTRUCTURAS: Comparación de pesos



ESTRUCTURAS:

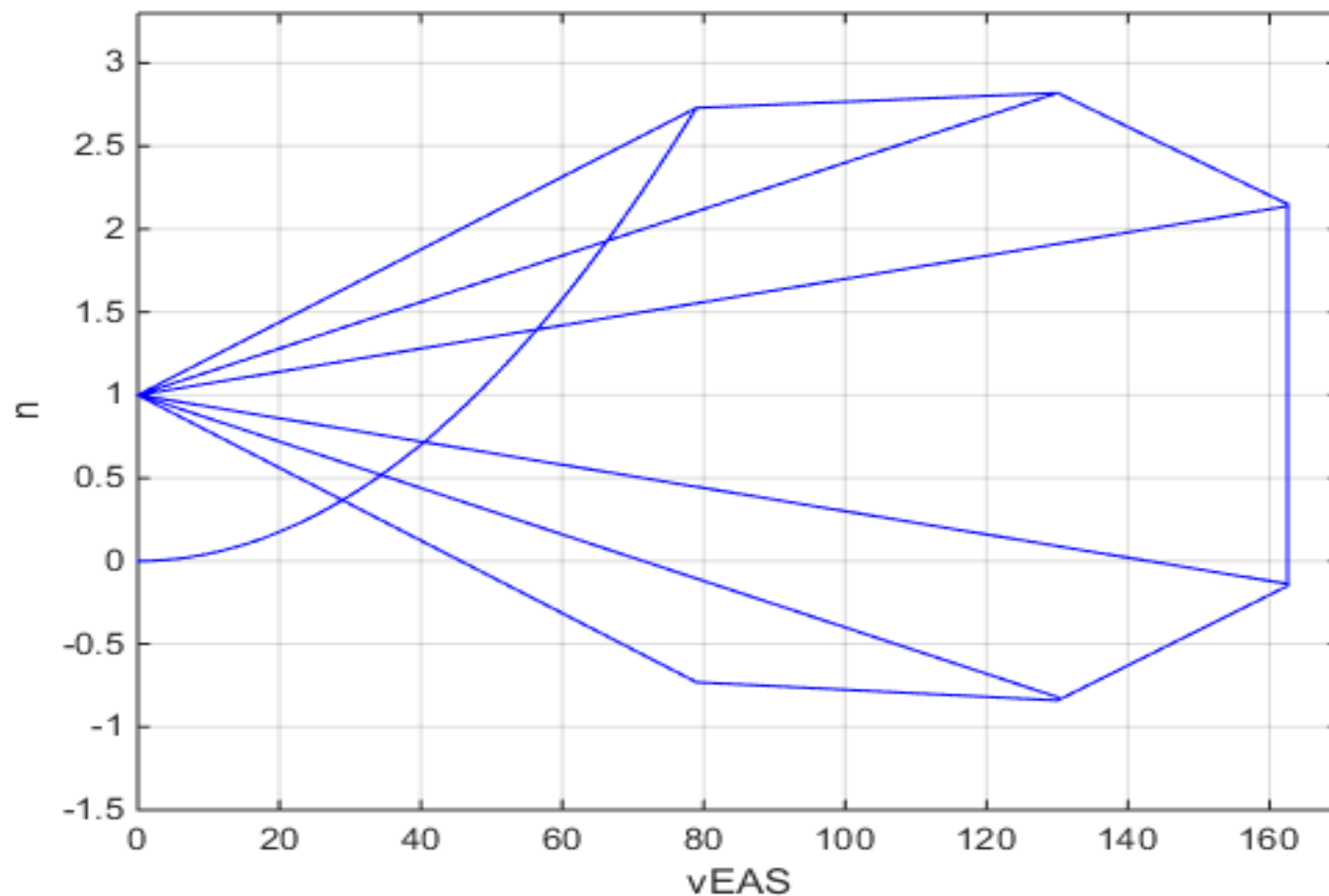
Envolvente del centro de gravedad

Con carga y fuel máximo	12,25
Con carga sin fuel	12,21
Sin carga	12,04
En vacío	11,92



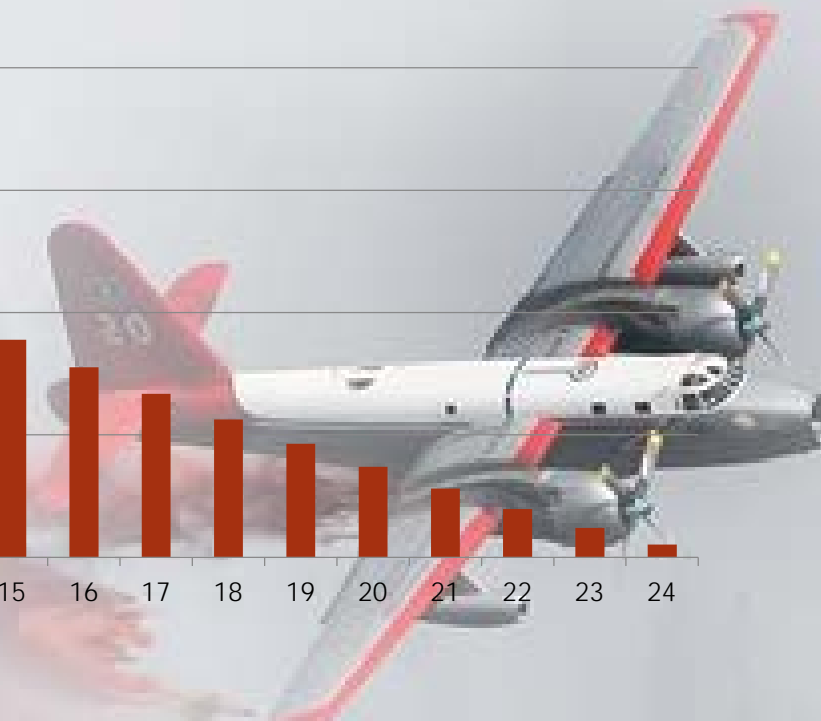
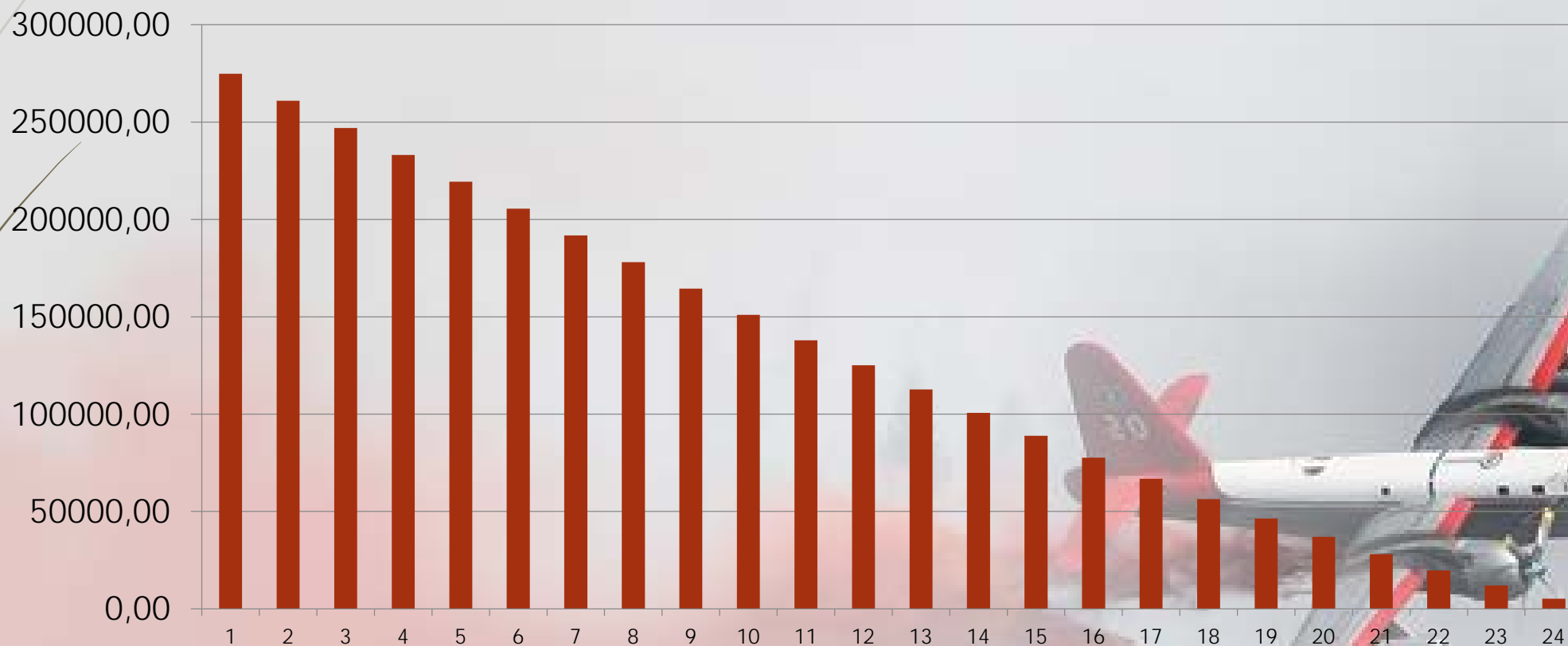
ESTRUCTURAS: Envolvente de vuelo

30

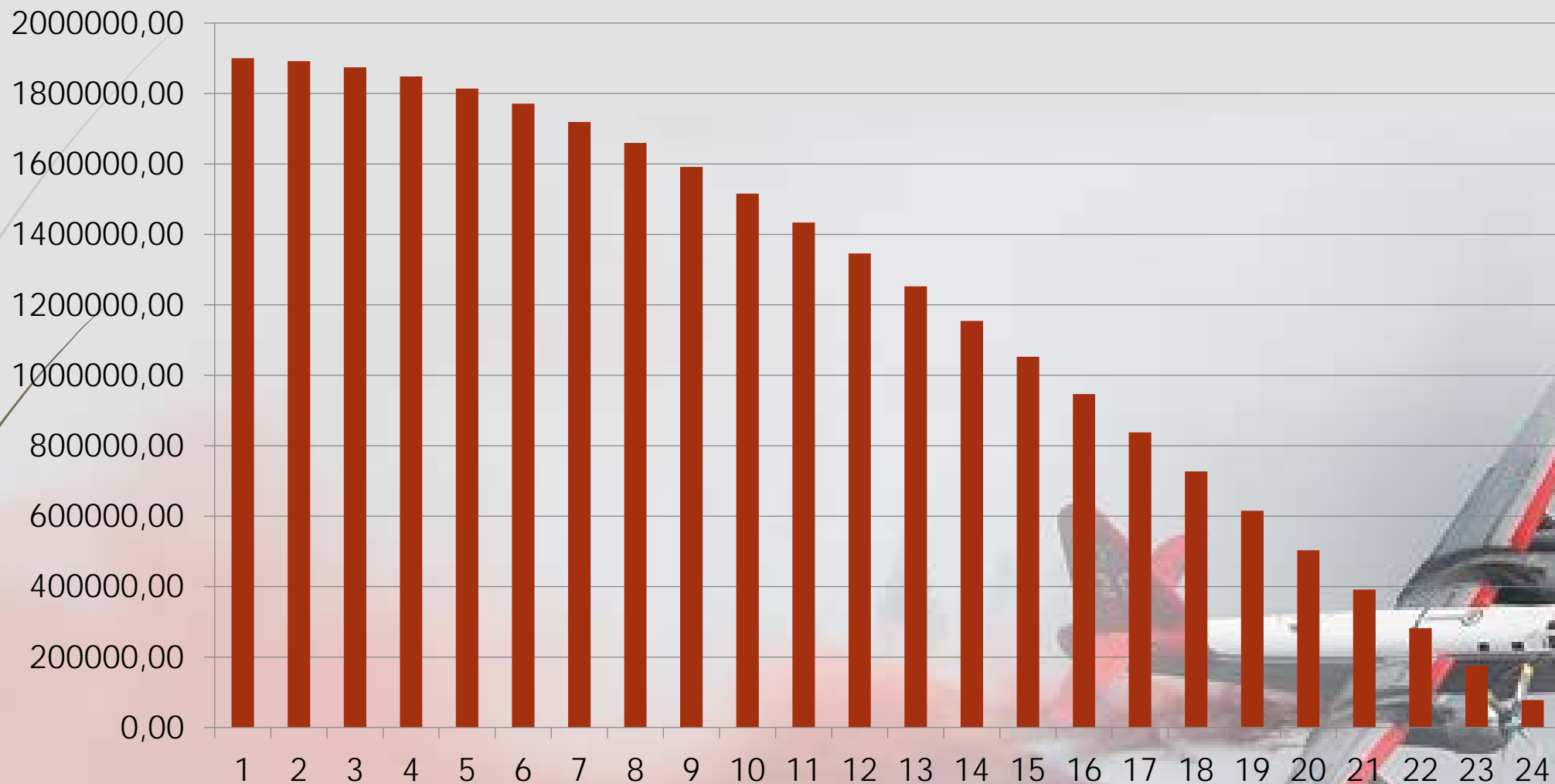


ESTRUCTURAS: Estimación de carga

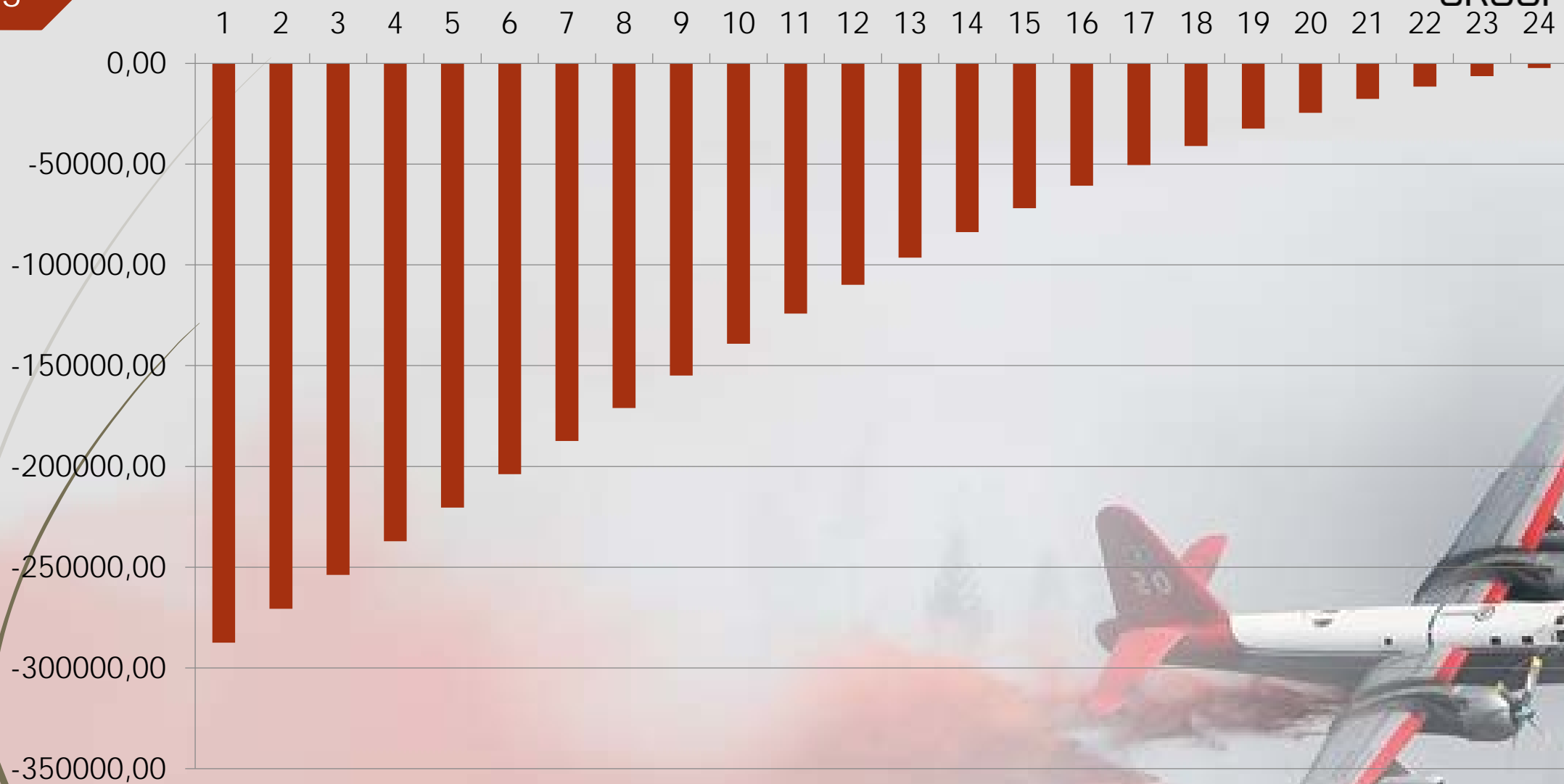
Distribución de cortantes



Distribución de flectores



Distribución de torsores

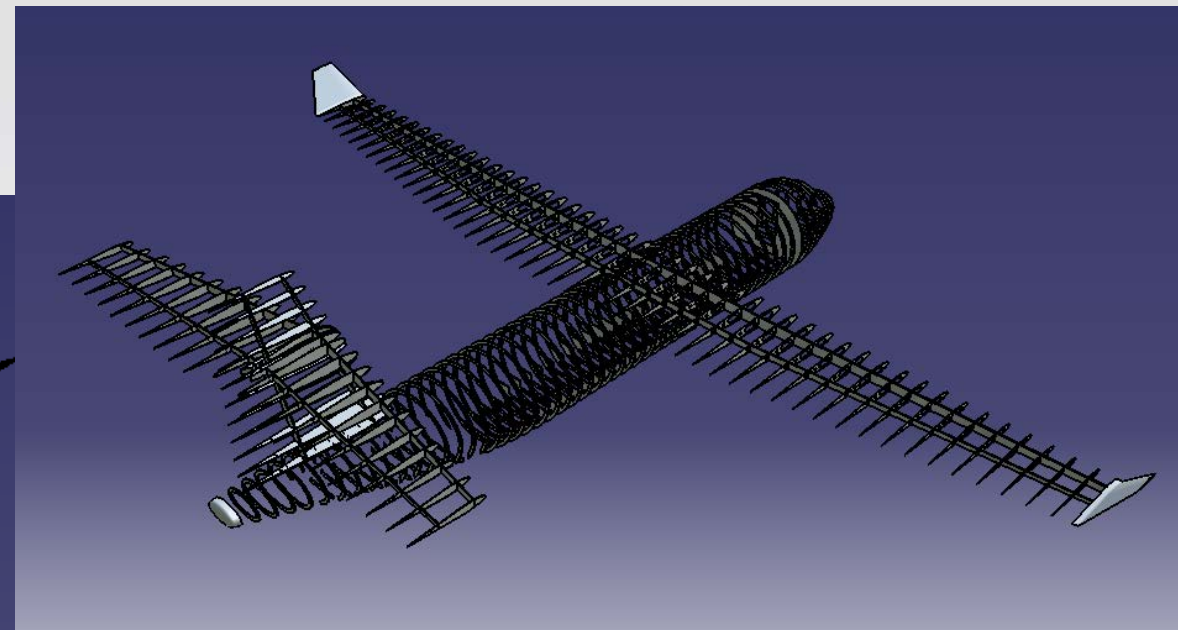
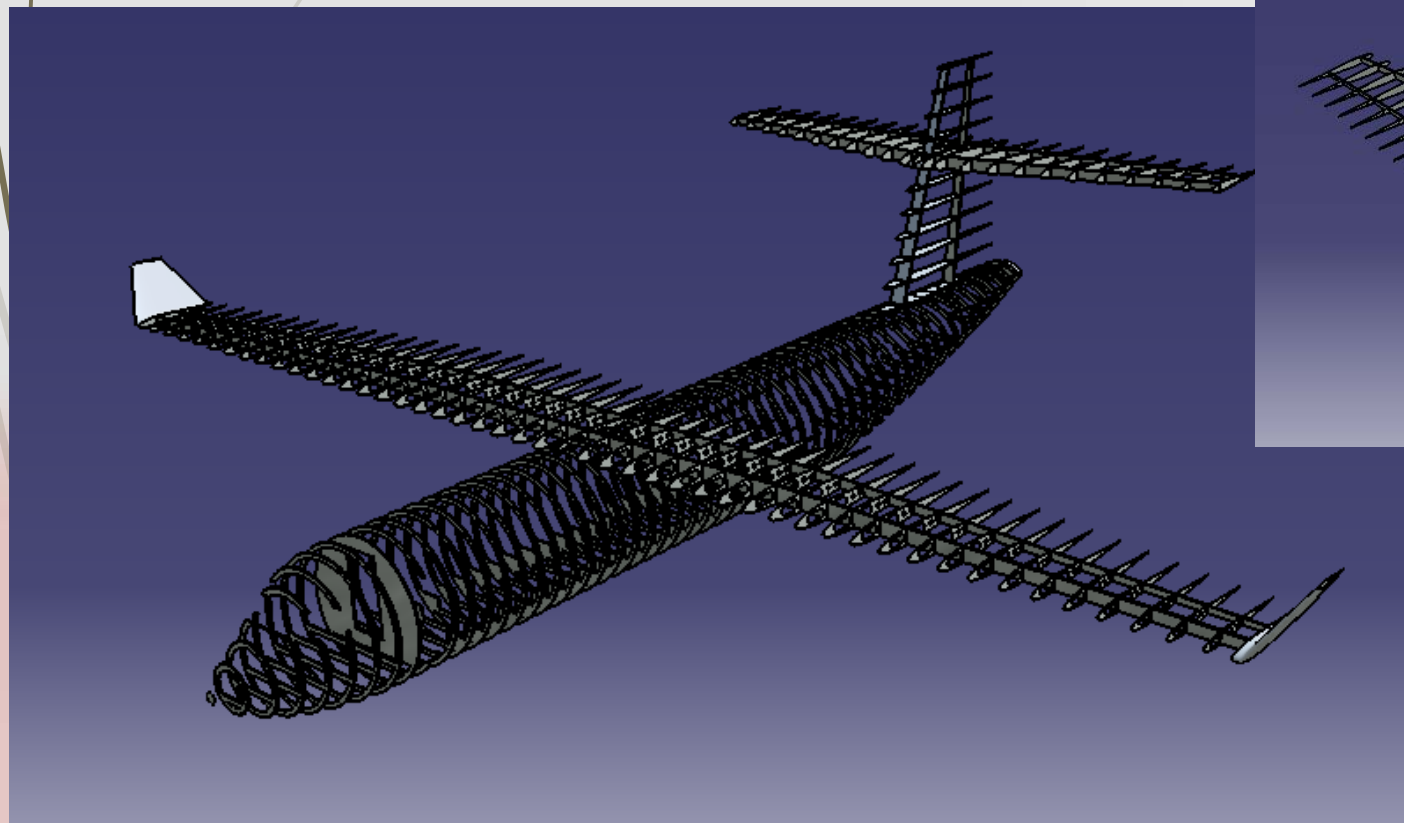


ESTRUCTURAS: Cargas en el encastre

Cortante (N)	Momento flector (Nm)	Momento torsor (Nm)
264647,99	1824315,93	-252426,23



ESTRUCTURAS: Estructura interna



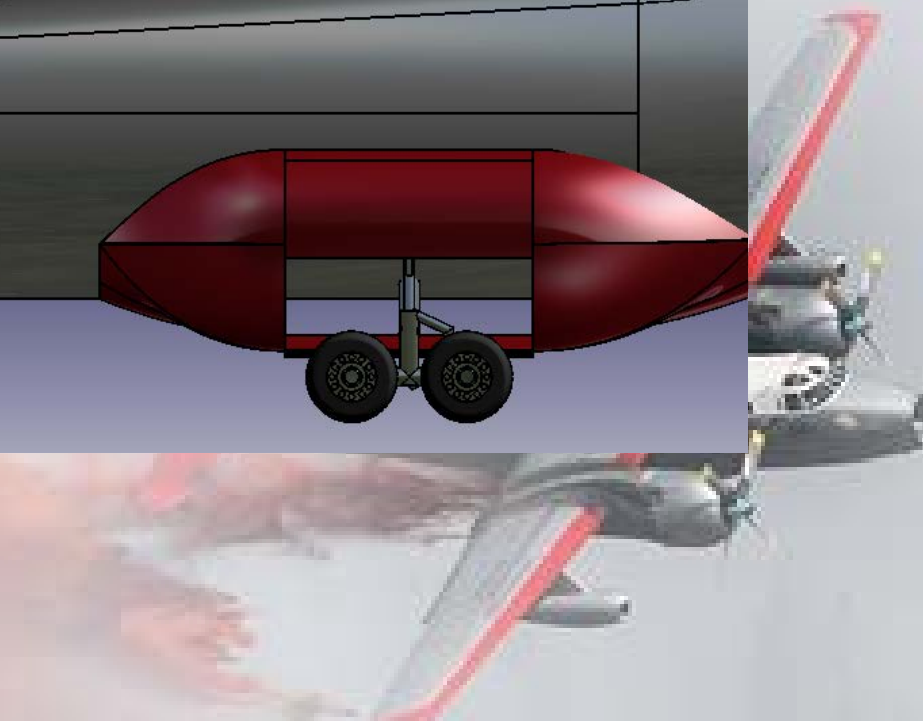
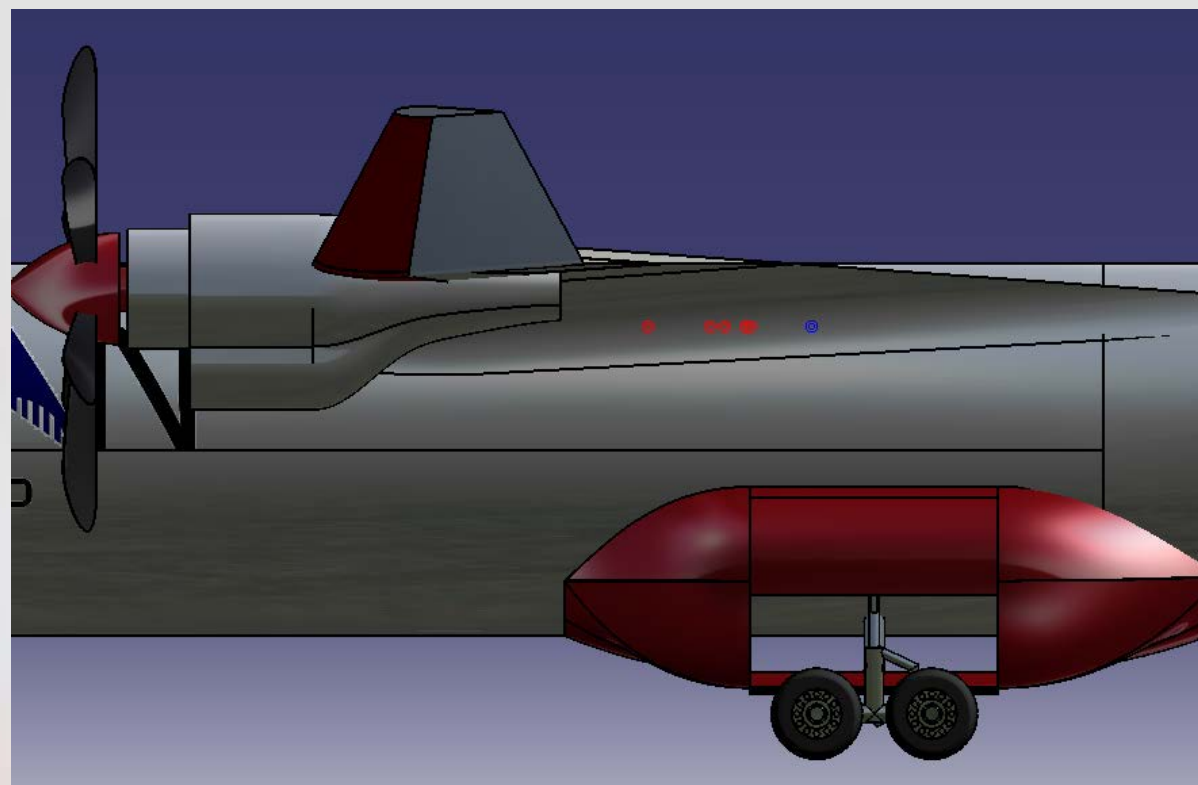
Estabilidad y control

- Margen estático
- Trimado longitudinal: Ángulo de ataque
- Trimado longitudinal: Deflexión elevador
- Diseño de las superficies de control
- Centro de gravedad
- Derivadas de estabilidad
- Estudio de estabilidad dinámica: Longitudinal
- Control automático longitudinal
- Estudio de estabilidad dinámica: Lateral



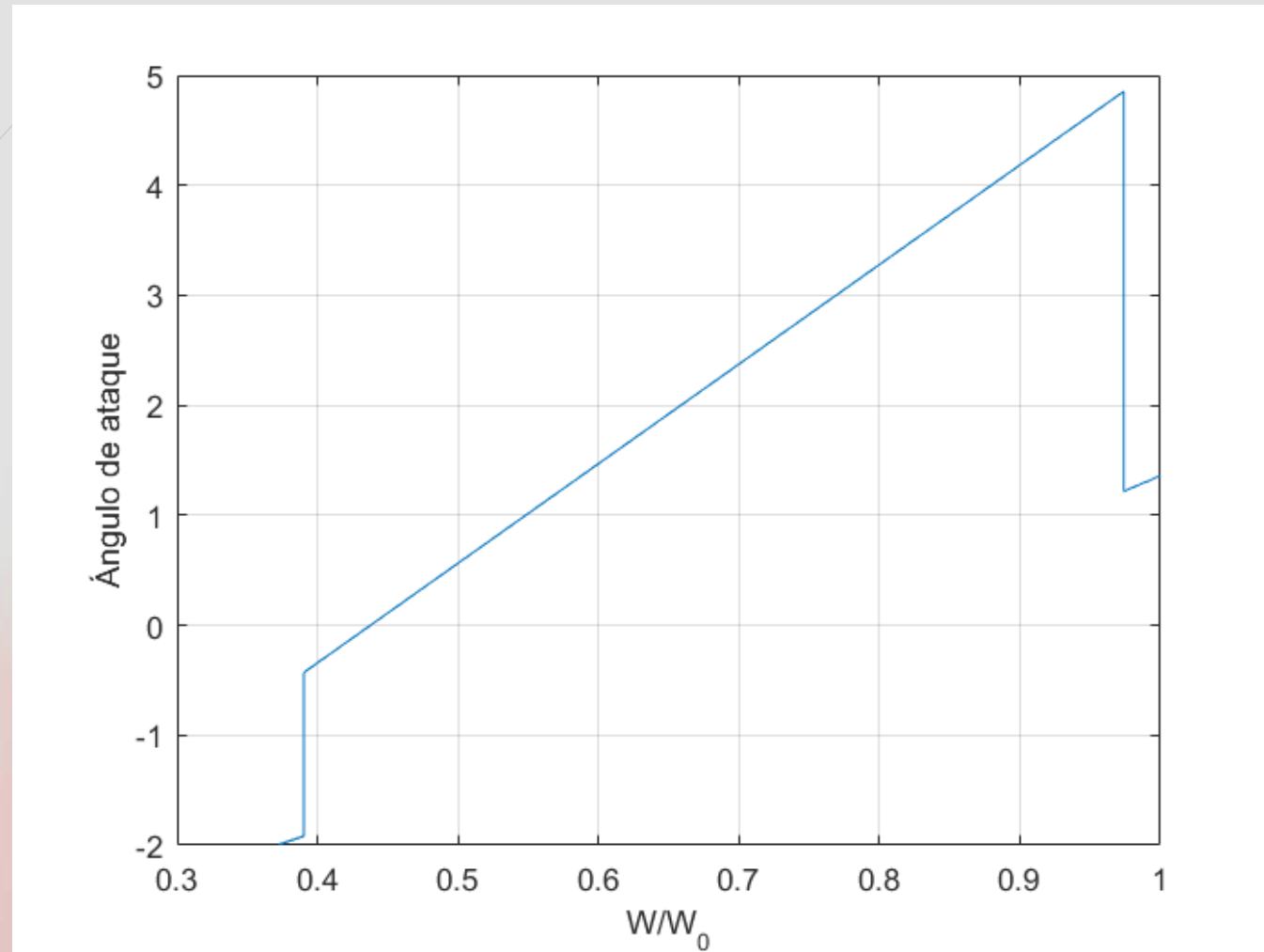
Margen Estático

Margen Estático	
PL	14,86%
PL-NF	16,06%
NPL	21,16%
NPL-NF	24.76%



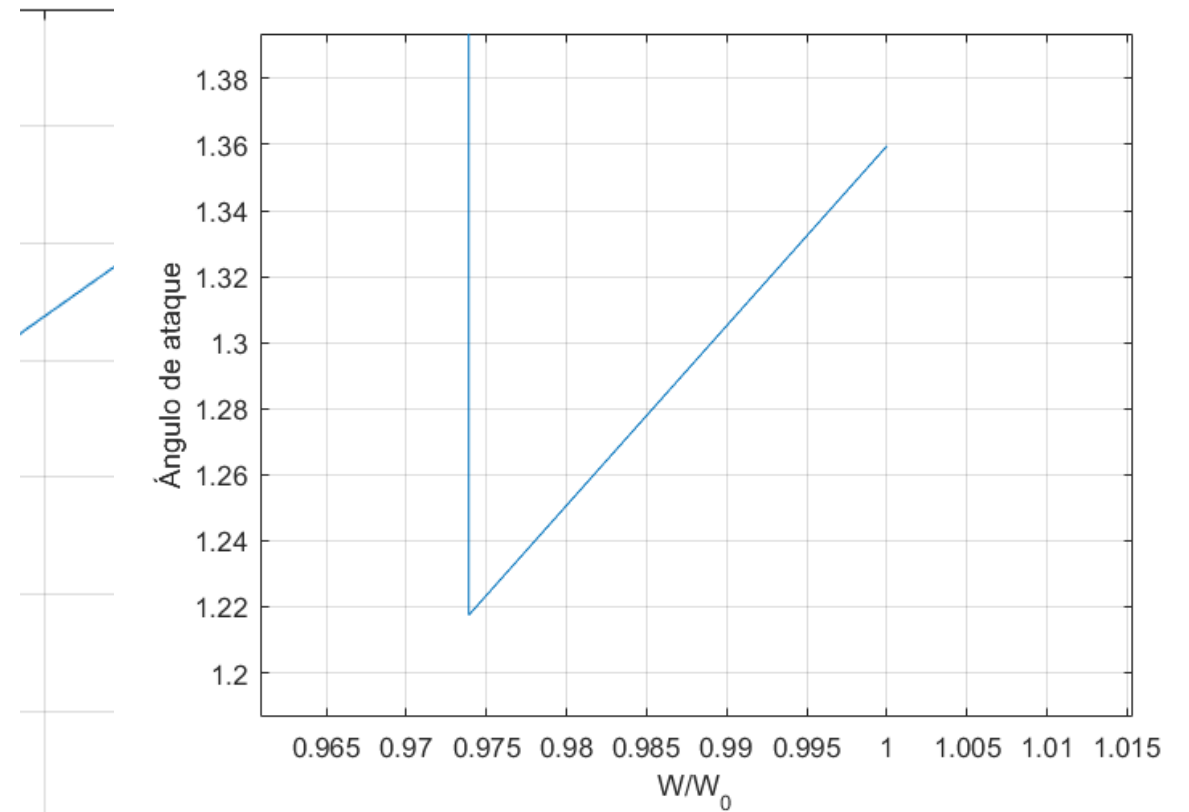
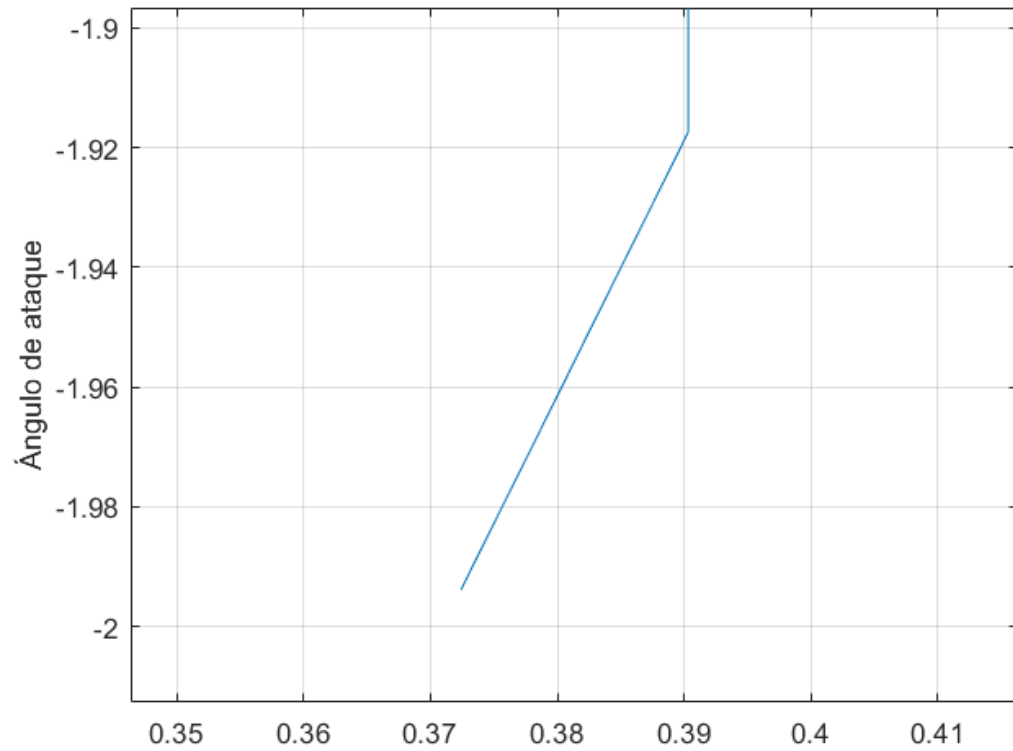
Trimado longitudinal: Ángulo de ataque

38



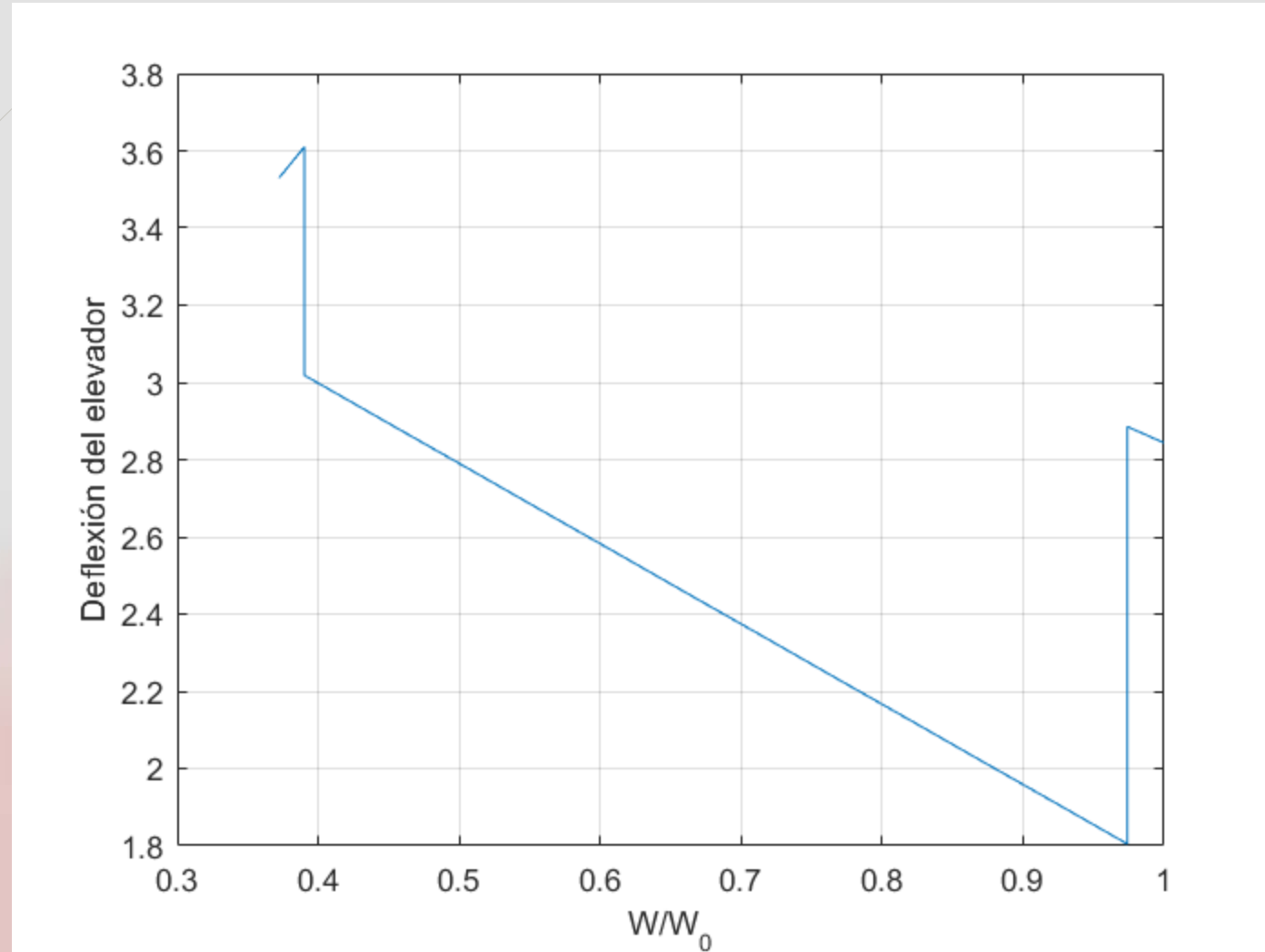
Trimado longitudinal: Ángulo de ataque

39

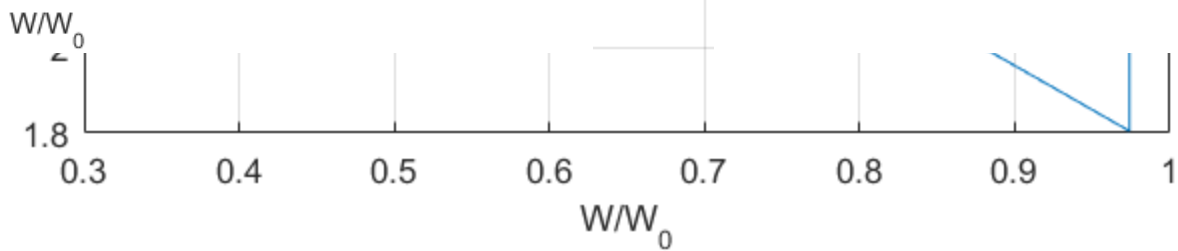
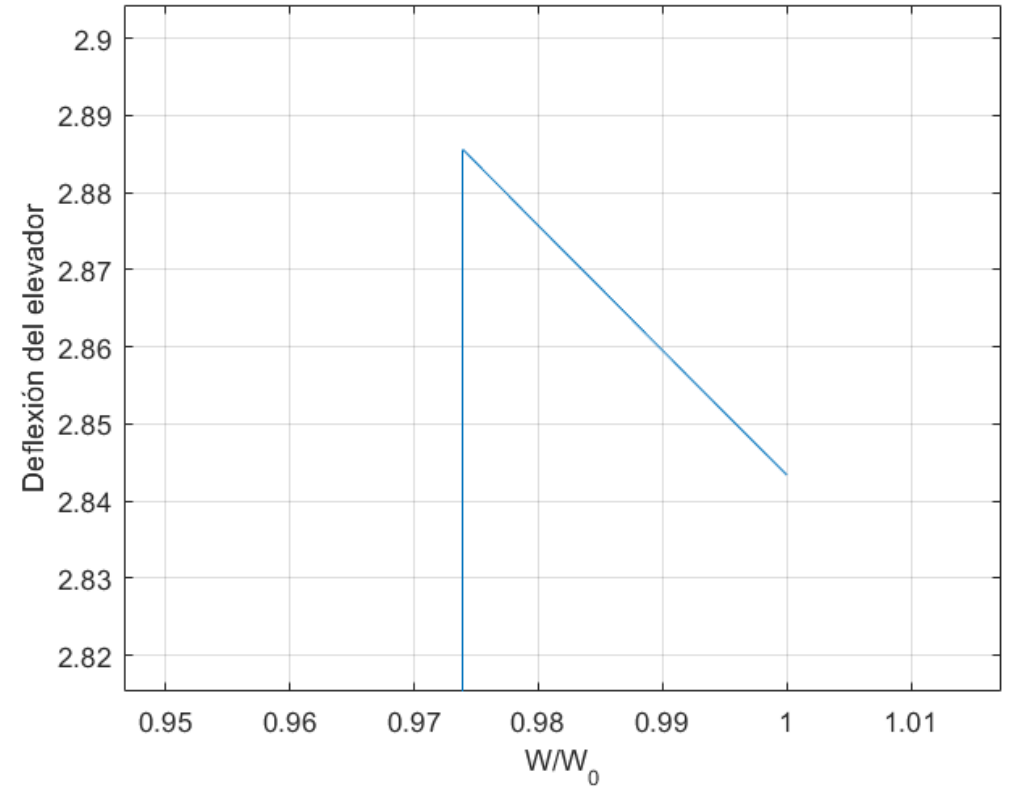
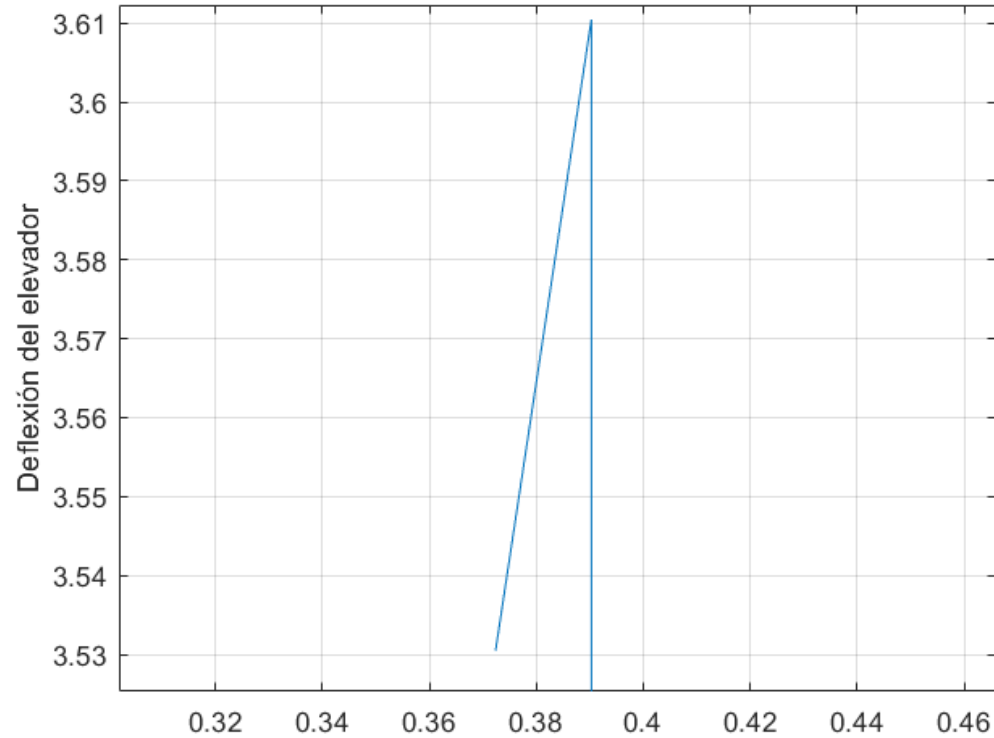


Trimado longitudinal: Deflexión elevador

40



Trimado longitudinal: Deflexión elevador

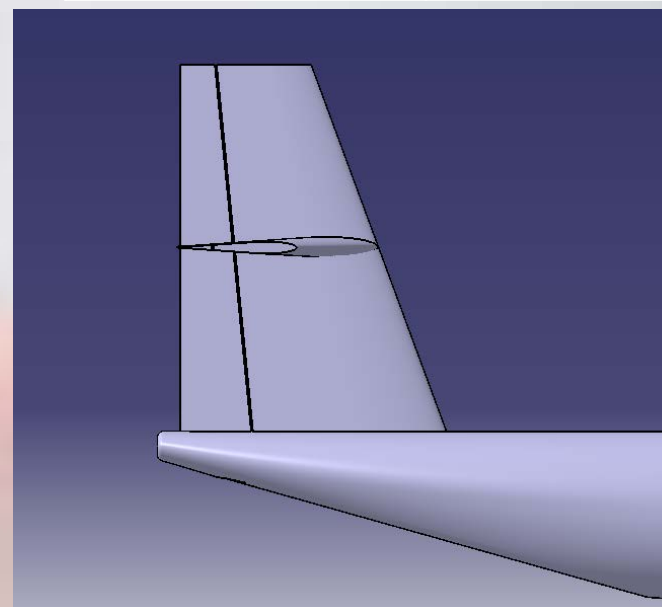
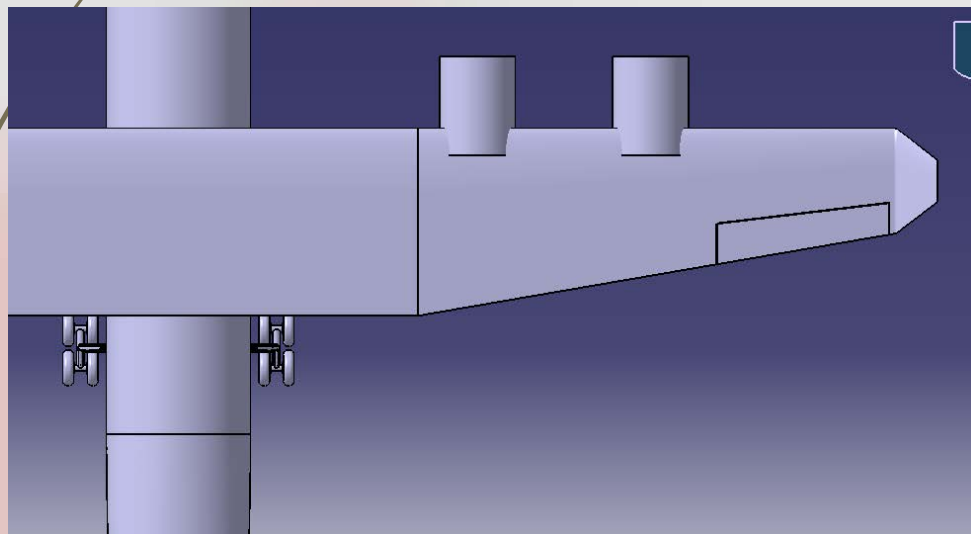


Diseño superficies de control: Trimado Lateral

42

Viento cruzado	
β	15°
Φ	1,64°
δa	5,37°
δr	15,31°

One engine inoperative	
β	0°
Φ	-2,81°
δa	-1,7°
δr	6,59°



Diseño superficies de control: Trimado Lateral

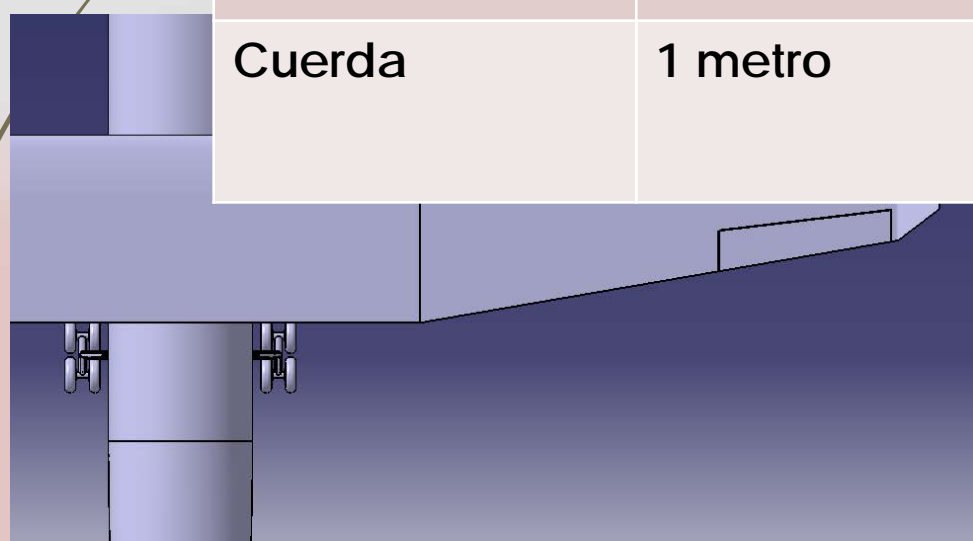
43

Viento cruzado

β	15°
Φ	1,64°
δa	5,87°

Alerones

δr	Envergadura	3,6 metros
	Cuerda	1 metro

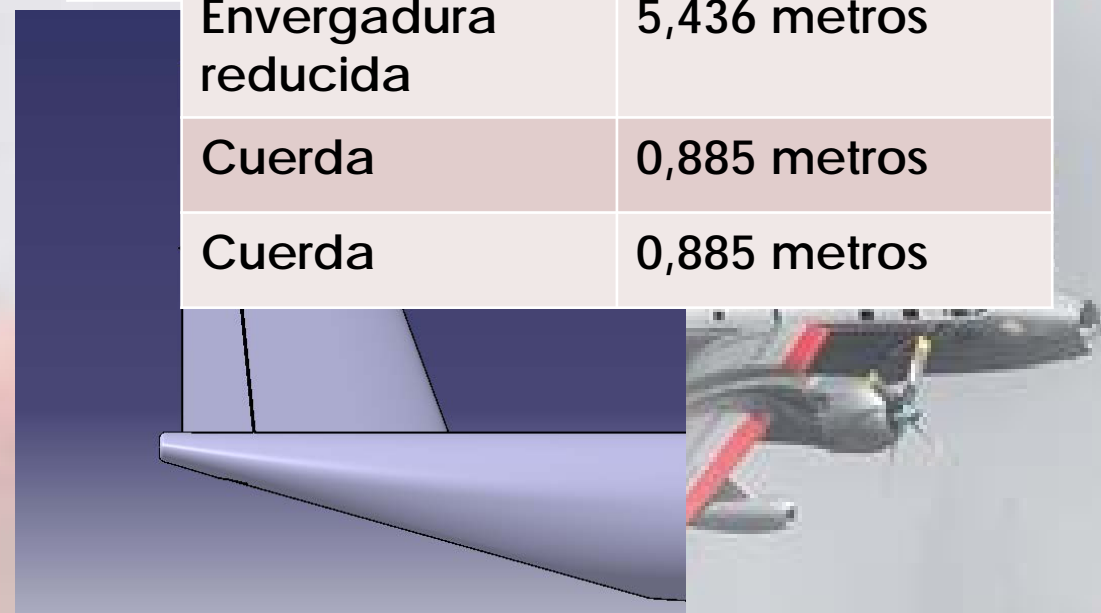


One engine inoperative

β	0°
Φ	-2,81°
δa	-1,7°

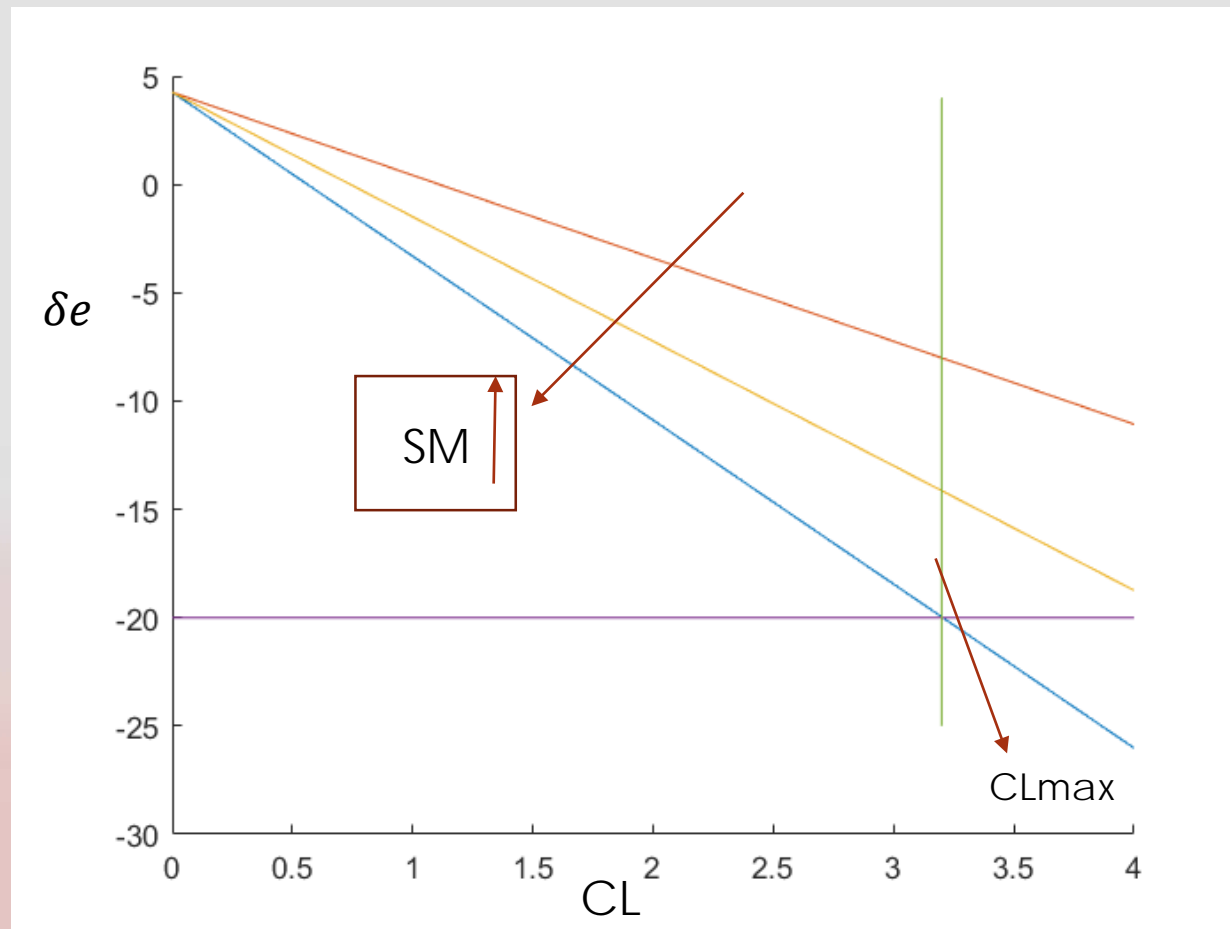
Rudder

δr	Envergadura	6,55 metros
	Envergadura reducida	5,436 metros
	Cuerda	0,885 metros
	Cuerda	0,885 metros



Centro de gravedad

44



Cdg más adelantado	
SM	0,395
Posición cdg	11,42 metros



Derivadas de estabilidad

	CL	CD	CM
α	7,1040	0,2834	-1,0560
u	0,0906	0,0036	0
q	7,1884	0	-37,5720
α'	2,8322	0	-5,746

	Cy	CI	Cn
β	-0,6272	-0,0873	0,1455
p	-0,0645	-0,5221	-0,0602
r	0,3302	0,1105	-0,1044
β'	-0,0383	-0,0026	0,0111

	CL	CD	CM
de	1,2143	0,0484	-3,9964
dc	0	0	0

	Cy	CI	Cn
dr	0,4504	0,03	-0,1309
da	0	0,1722	-0,0289

Estudio de estabilidad dinámica: Longitudinal

46

Autovalores modo de corto periodo

$-1,3726+1,6193i$	$-1,3726-1,6193i$
-------------------	-------------------

Corto periodo

Frecuencia natural	2,1228 rad/s
--------------------	--------------

Amortiguamiento	0,6466
-----------------	--------

Periodo	3,88 s
---------	--------

Tiempo mitad	0,5 s
--------------	-------

Autovalores modo fugoide

$-0,031+0,092i$	$-0,031-0,092i$
-----------------	-----------------

Fugoide

Frecuencia natural	0,097 rad/s
--------------------	-------------

Amortiguamiento	0,32
-----------------	------

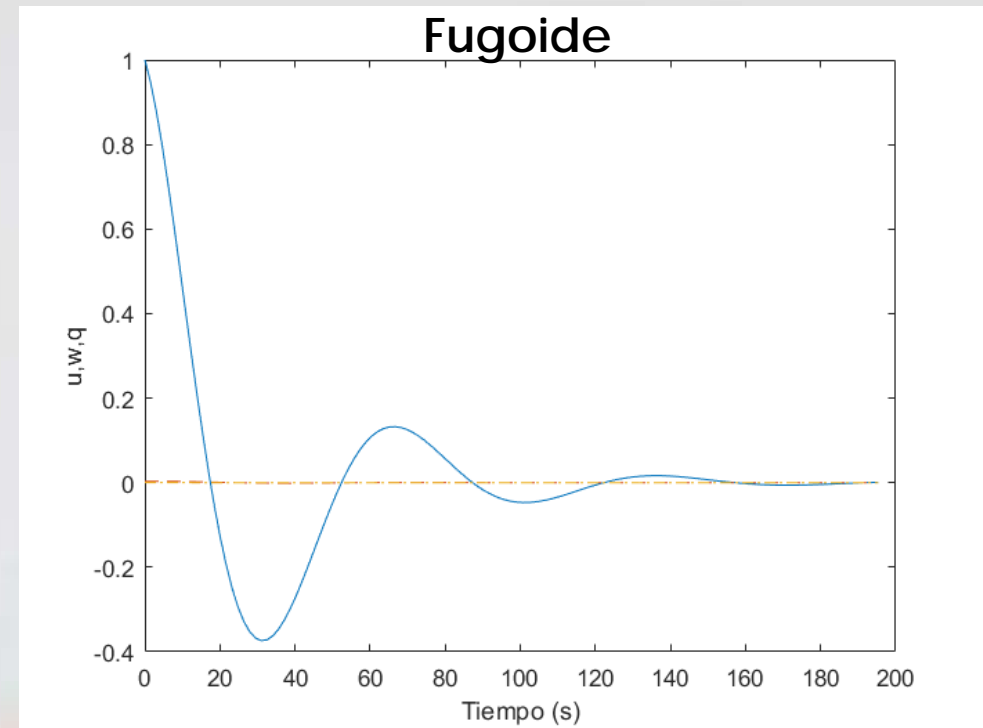
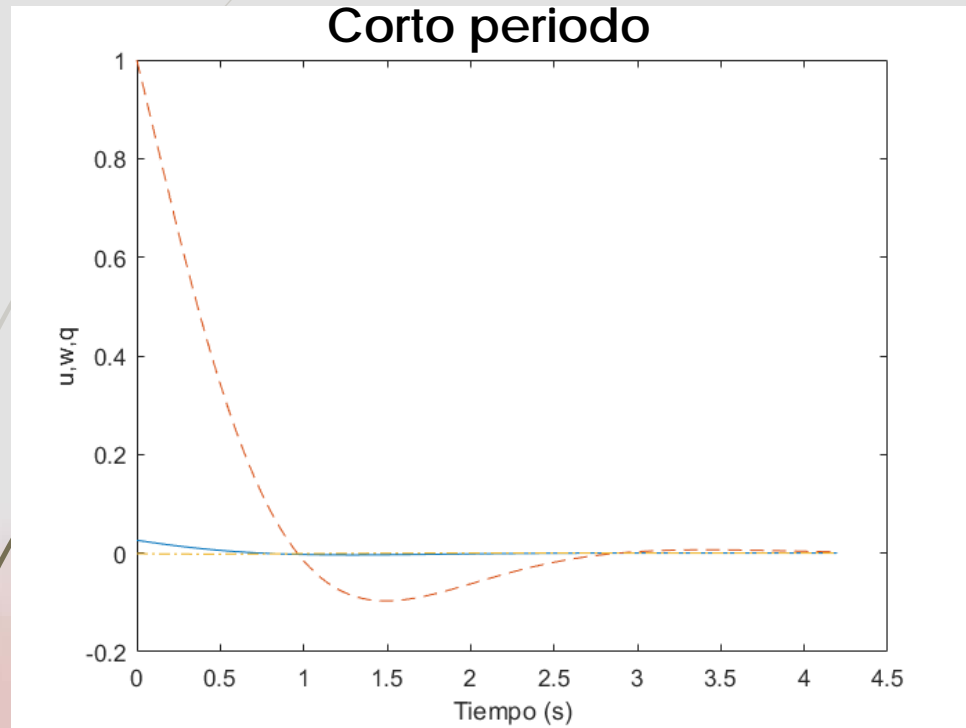
Periodo	68 s
---------	------

Tiempo mitad	21,77 s
--------------	---------



Estudio de estabilidad dinámica: Longitudinal

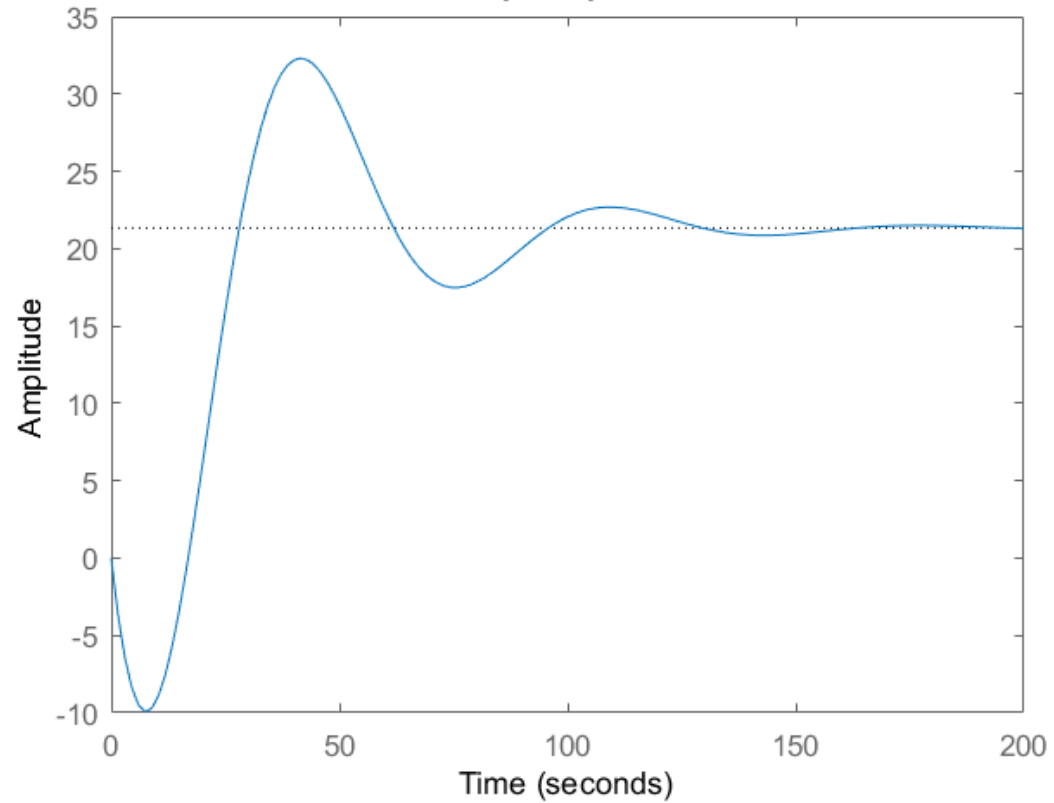
47



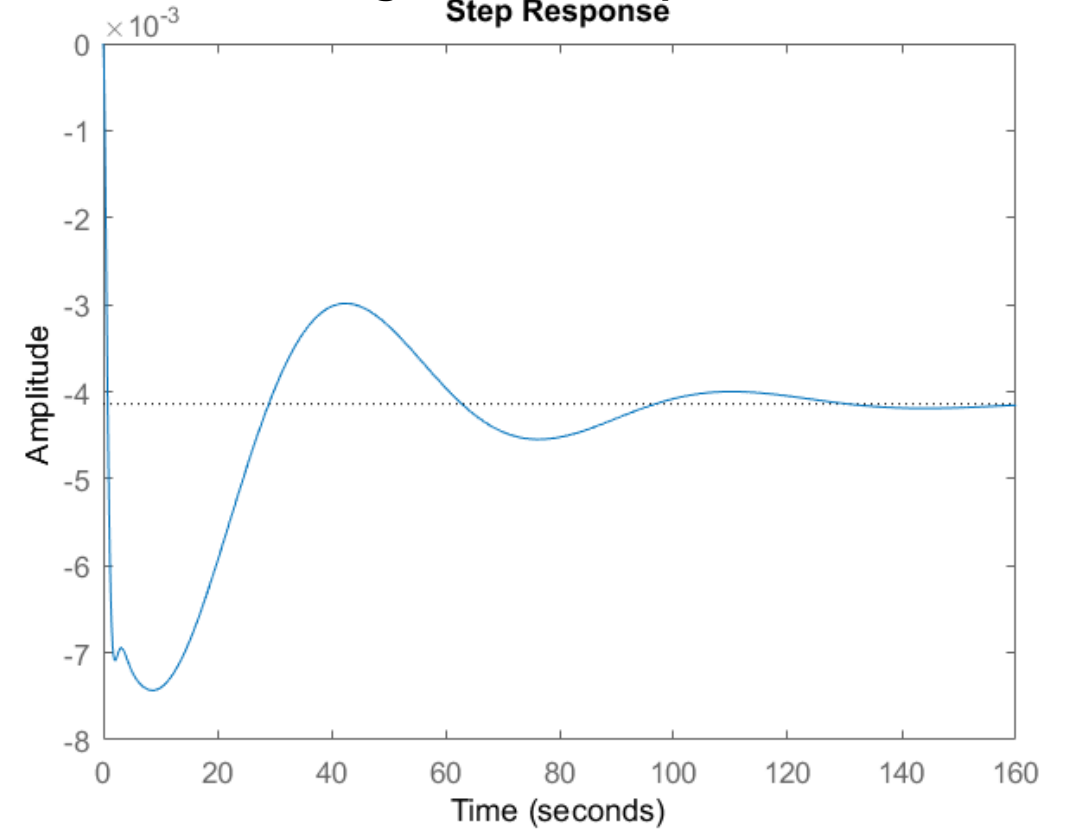
Respuesta a deflexiones del elevador

48

Velocidad
Step Response



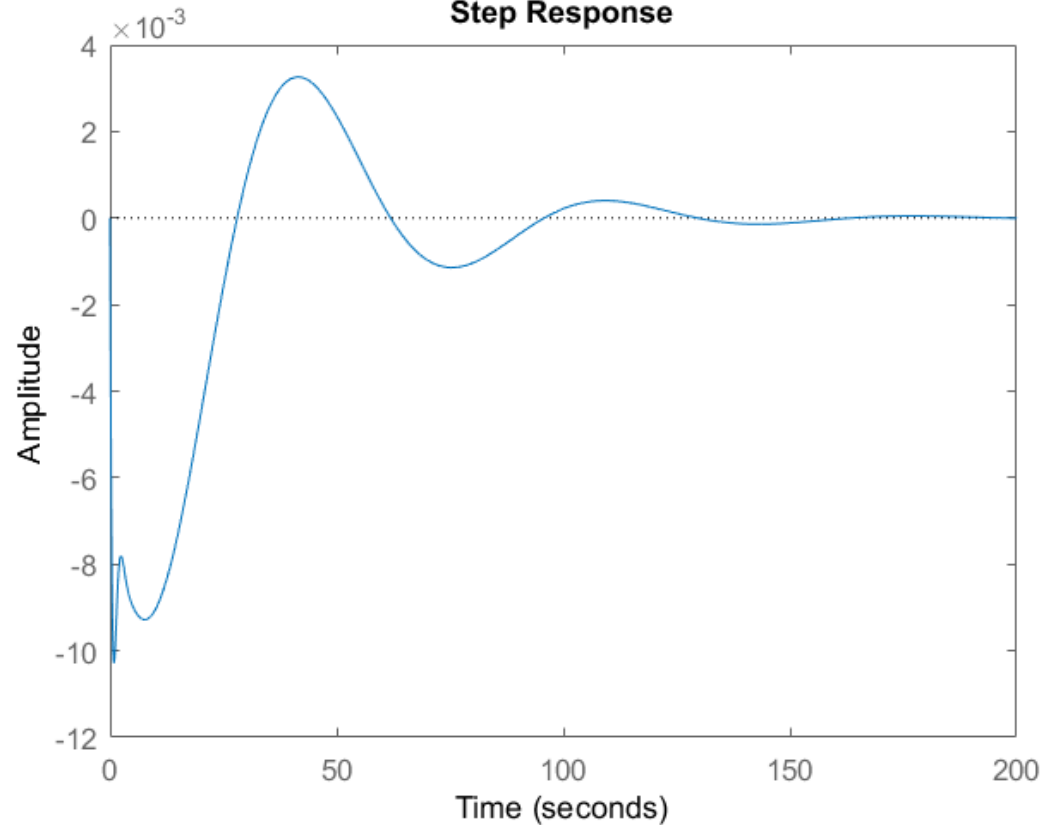
Ángulo de ataque
Step Response



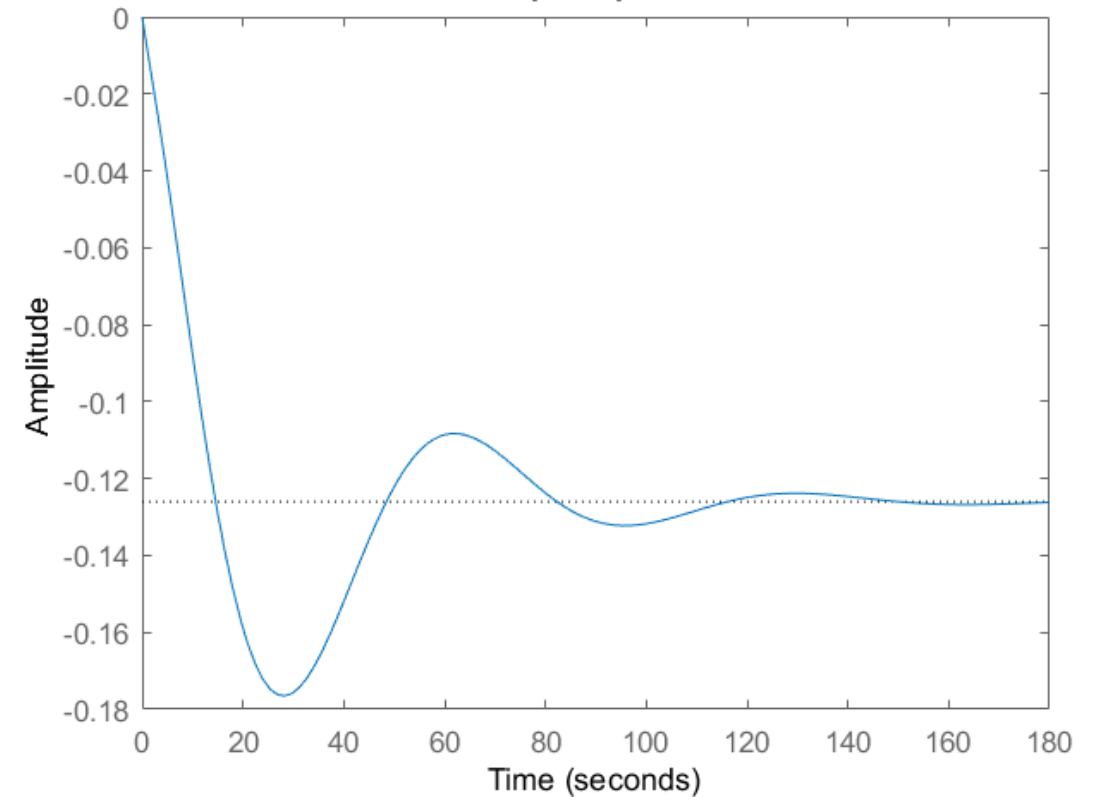
Respuesta a deflexiones del elevador

49

Velocidad de cabeceo Step Response

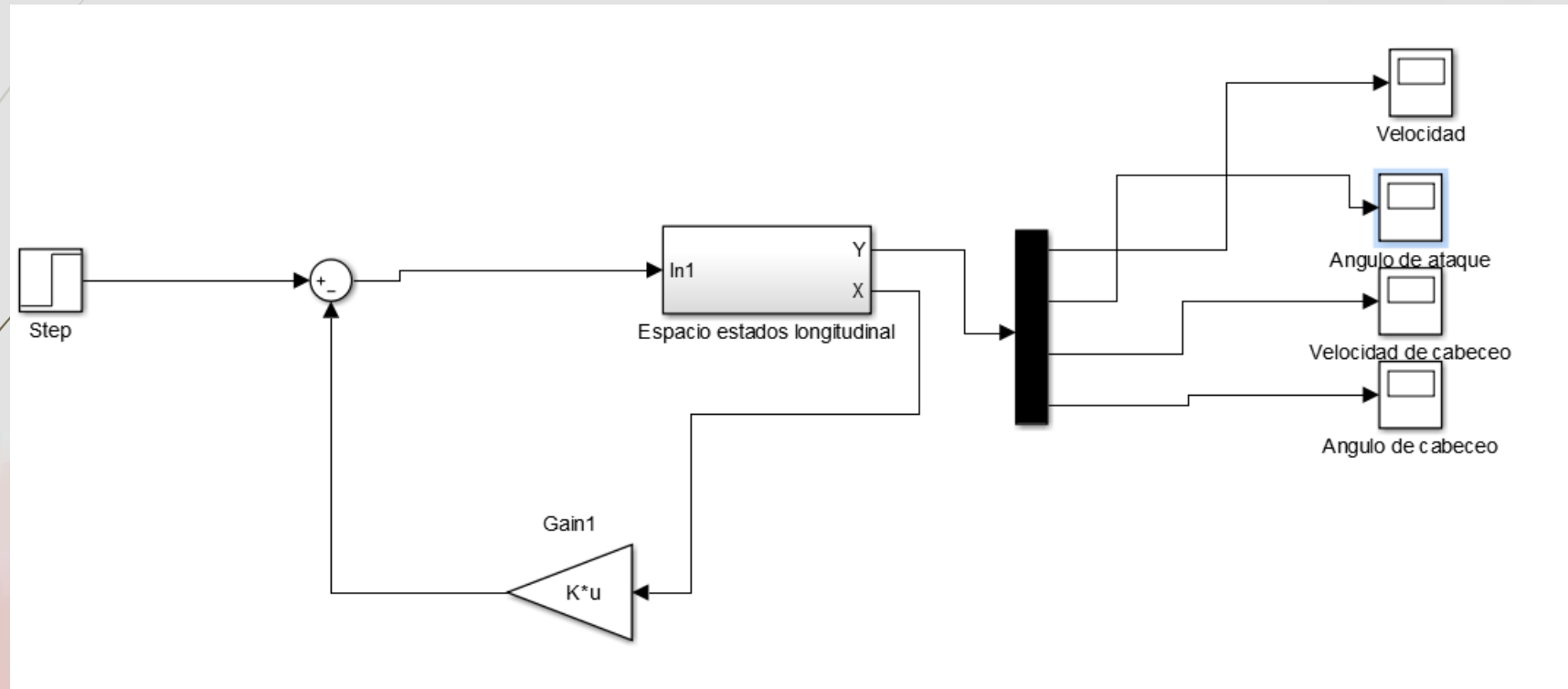


Ángulo de cabeceo Step Response



Control automático longitudinal

50



Control automático longitudinal

51

Corto periodo

Frecuencia natural	3,14 rad/s
Amortiguamiento	0,8

Fugoide

Frecuencia natural	0,7854 rad/s
Amortiguamiento	0,5

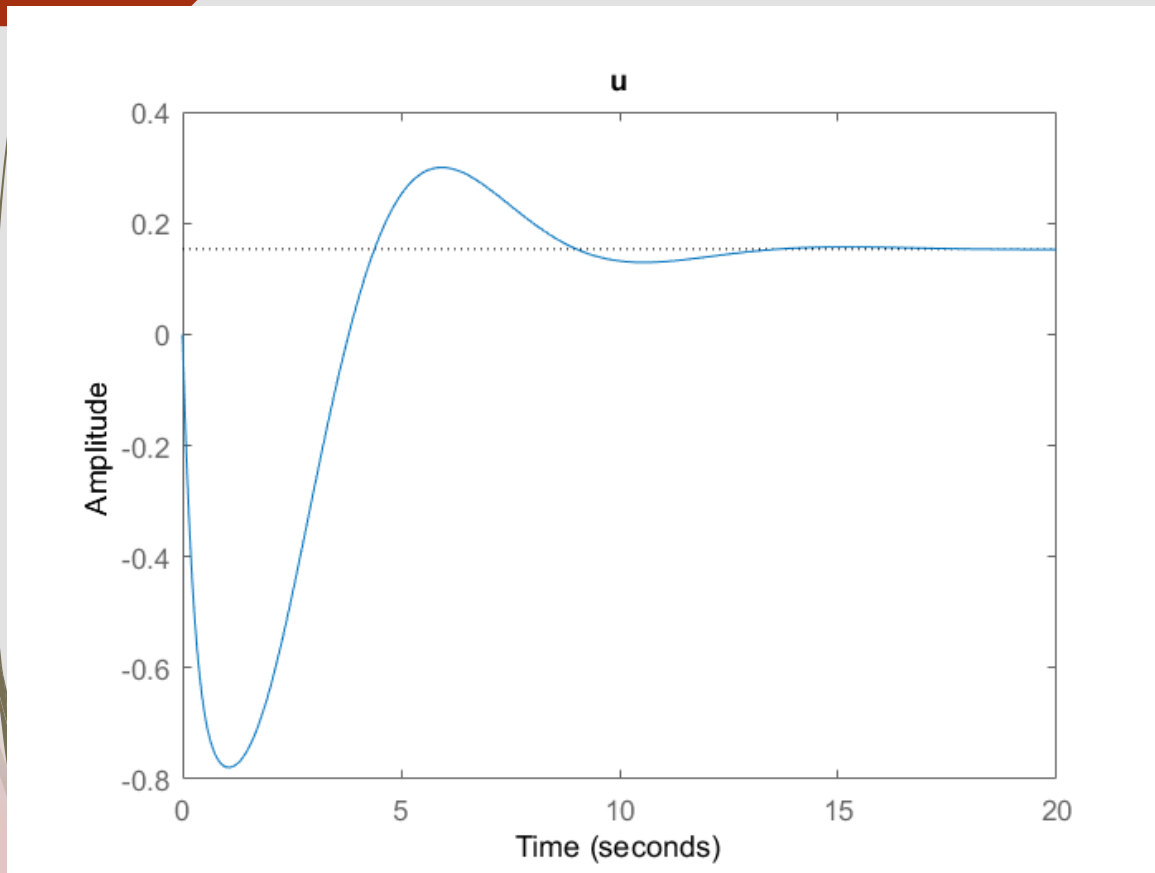
Ganancia de realimentación

K	[1.5224 1.0285 -253.6155 -852.6794]
---	-------------------------------------

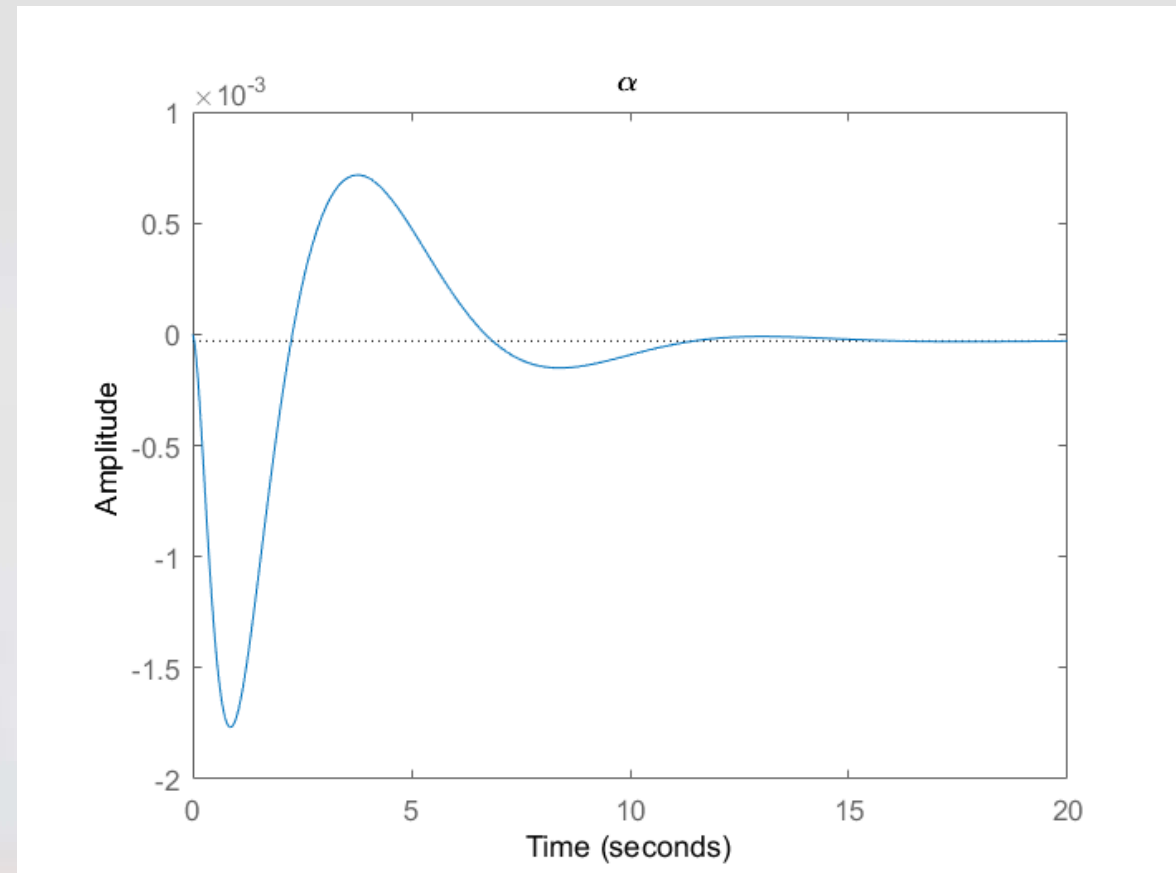


Control automático longitudinal

52



Velocidad

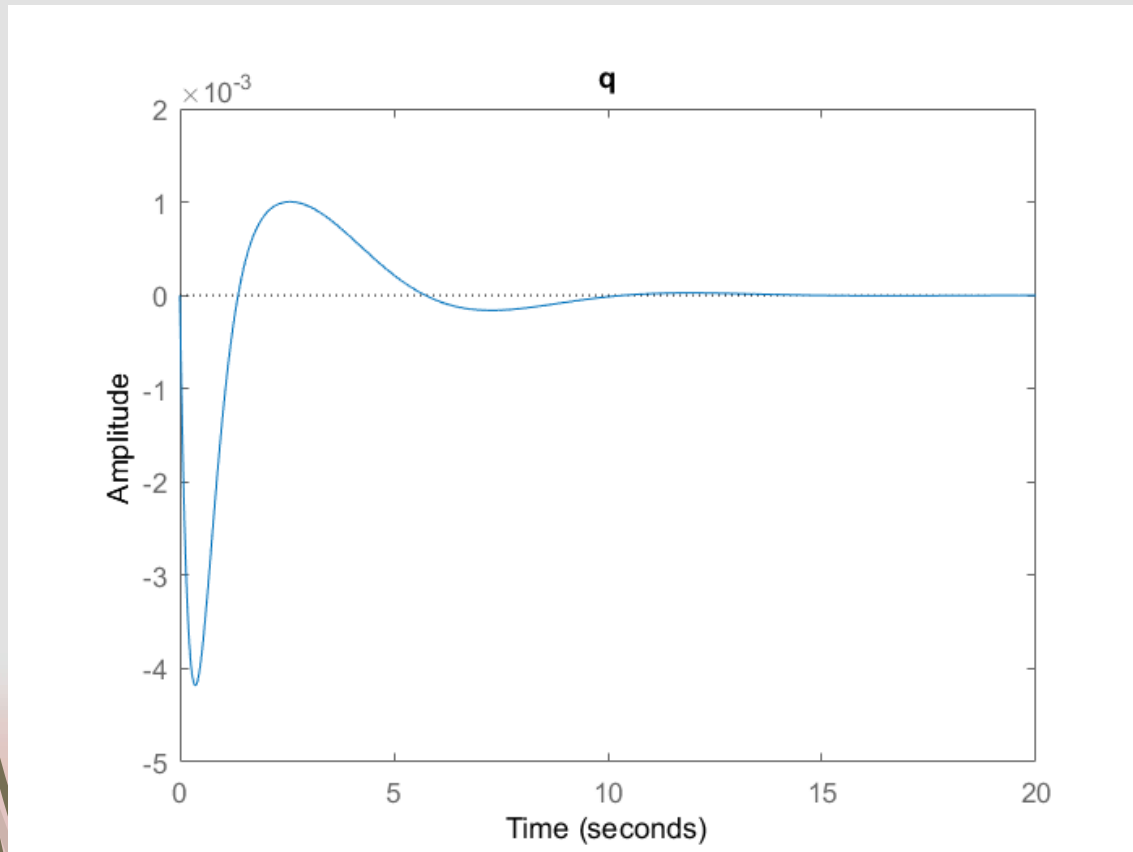


Ángulo de ataque

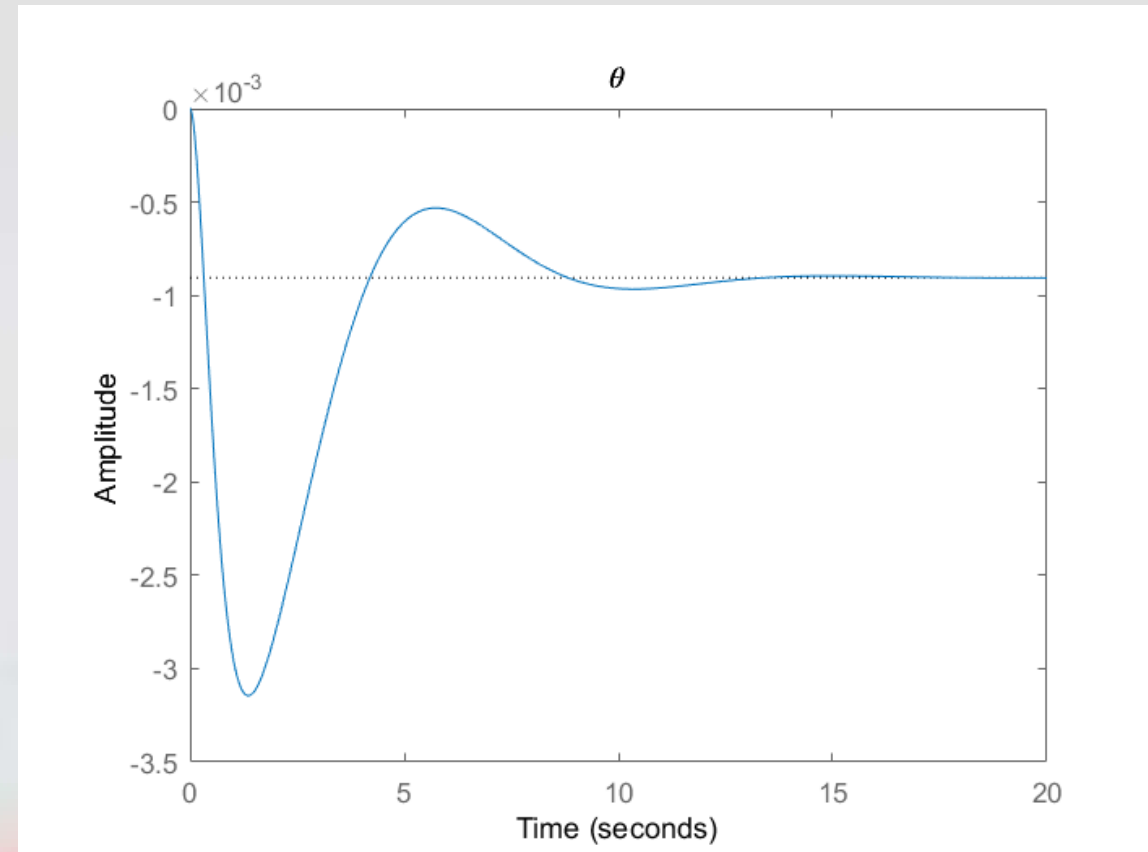


Control automático longitudinal

53



Ratio de cabeceo



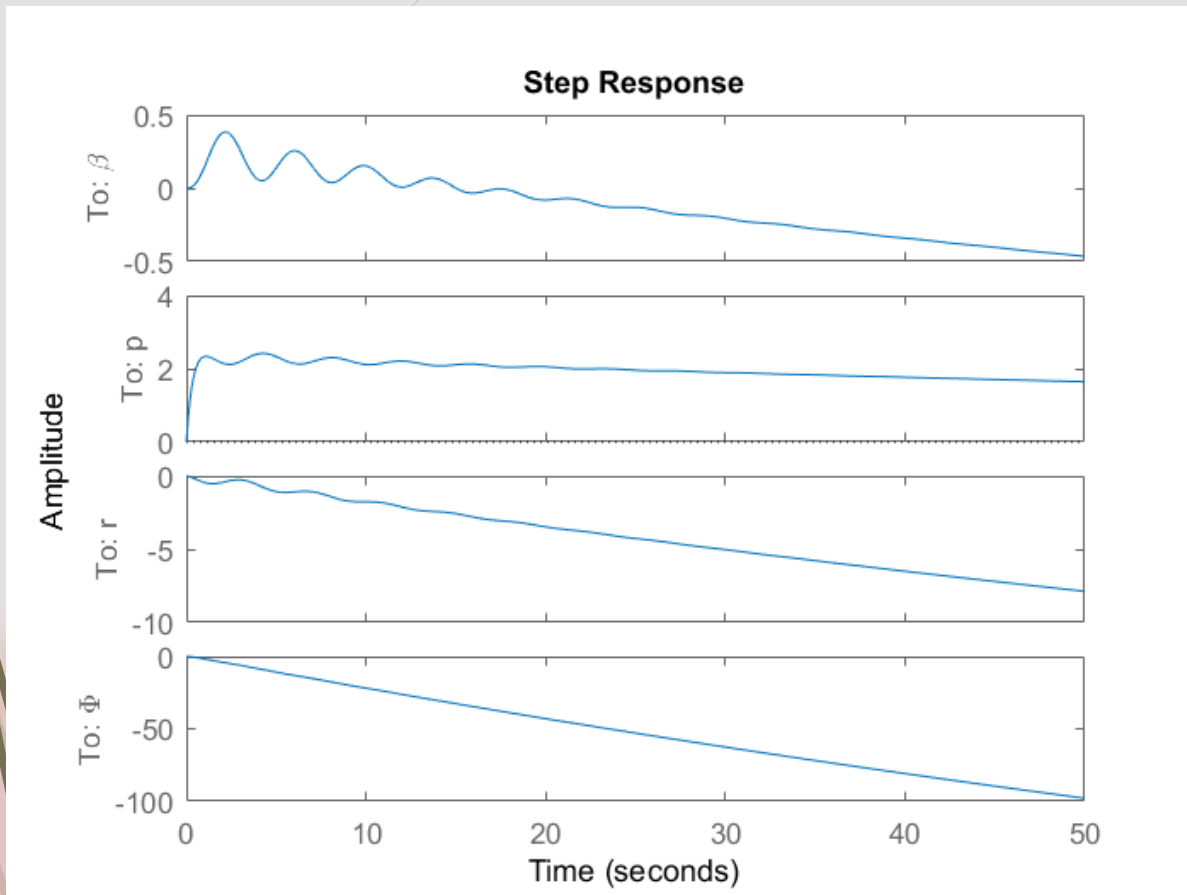
Ángulo de cabeceo

Modo espiral	
Autovalores	-0,0071449
Tiempo mitad	96,99 s

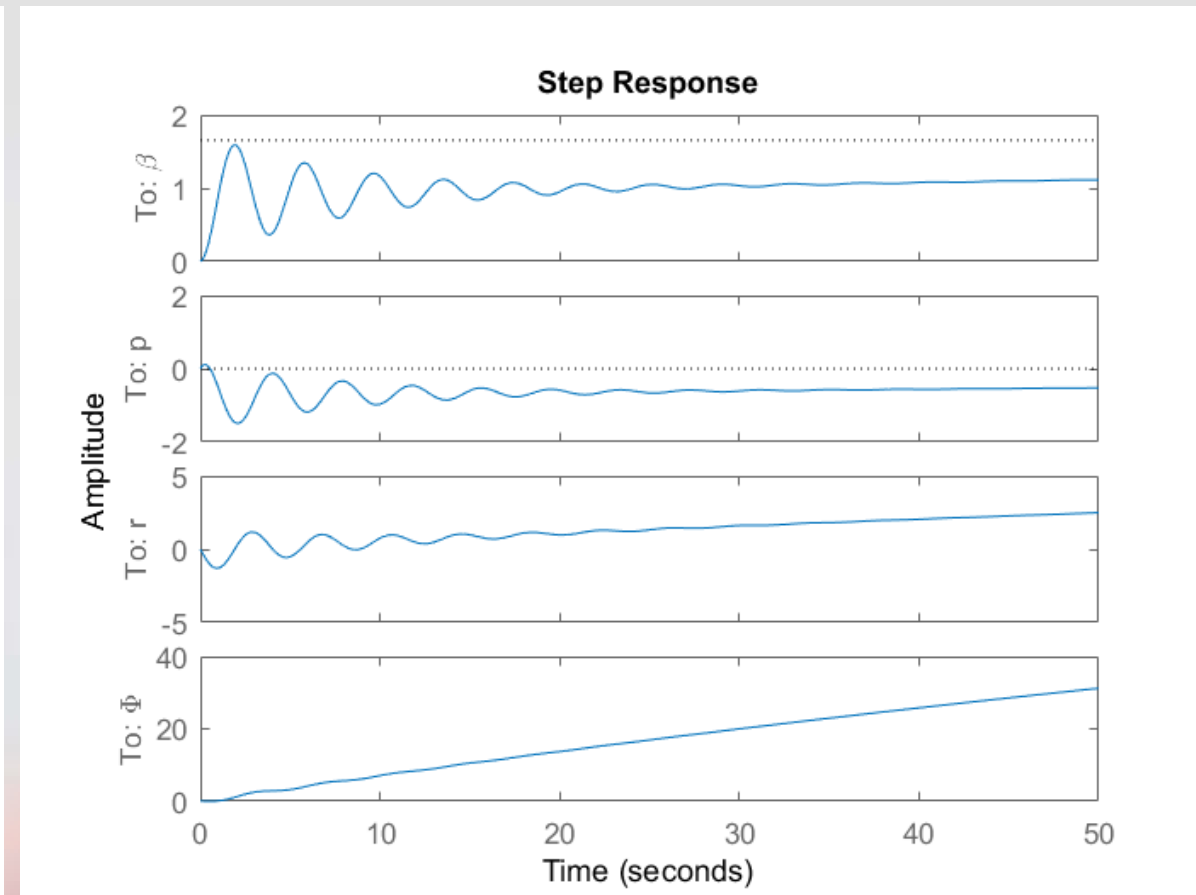
Convergencia en balance	
Autovalores	-2,8453
Tiempo mitad	0,24356 s

Balanceo holandés	
Autovalores	-0,12568±1,63i
Frecuencia natural	1,6348 rad/s
Amortiguamiento	0,076874
Periodo	3,8547 s
Tiempo mitad	5,5142 s





Respuesta a escalón en alerones



Respuesta a escalón en elevador

Control Automático Lateral

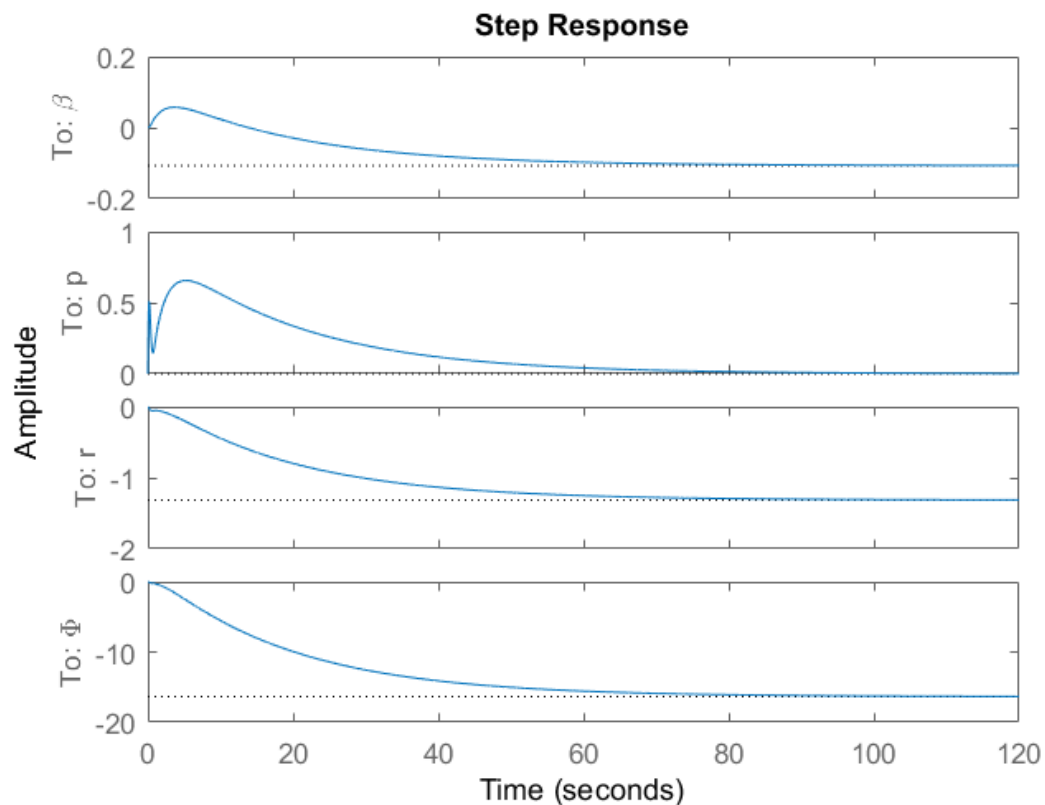
Modo espiral	
Autovalores	-0,0069
Tiempo mitad	100 s

Convergencia en balance	
Autovalores	-1
Constante de tiempo	1 s

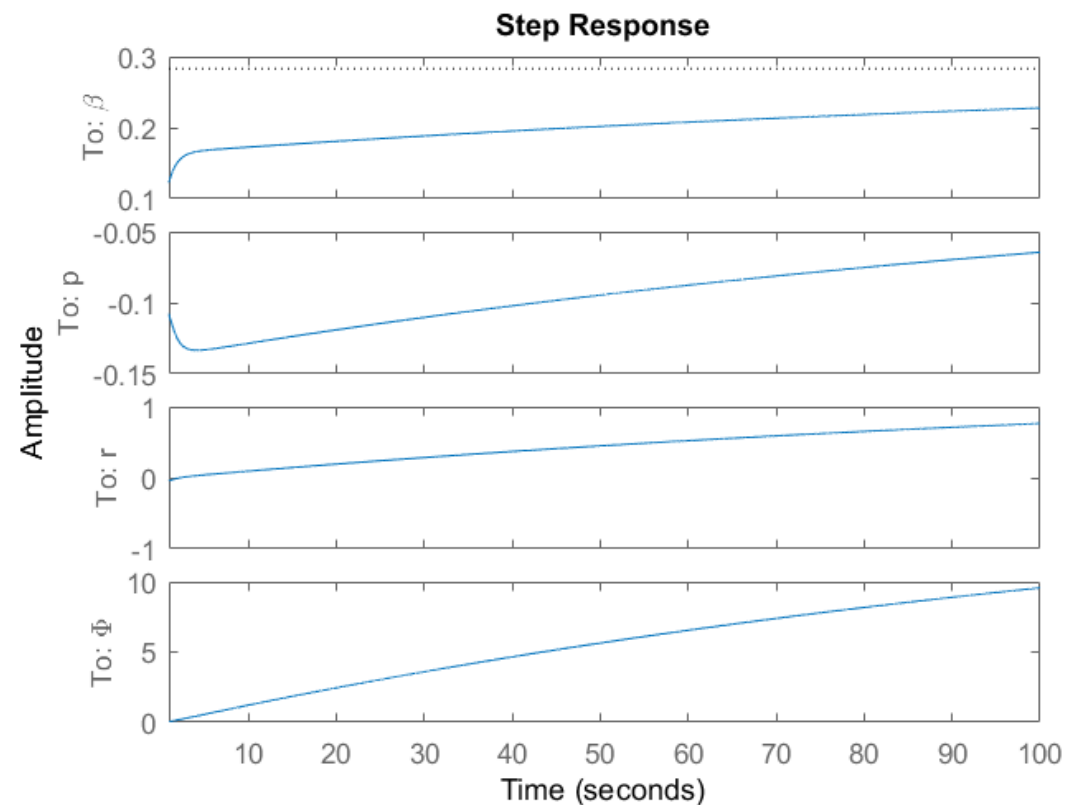
Balanceo holandés	
Autovalores	$-4,5 \pm 3,9686i$
Frecuencia natural	6 rad/s
Amortiguamiento	0,75

Ganancia de realimentación				
K alerones	[0.0180	0.7744	-20.8965	1.6208]
K rudder	[-0.0018	-5.7707	-5.3624	0.4759]



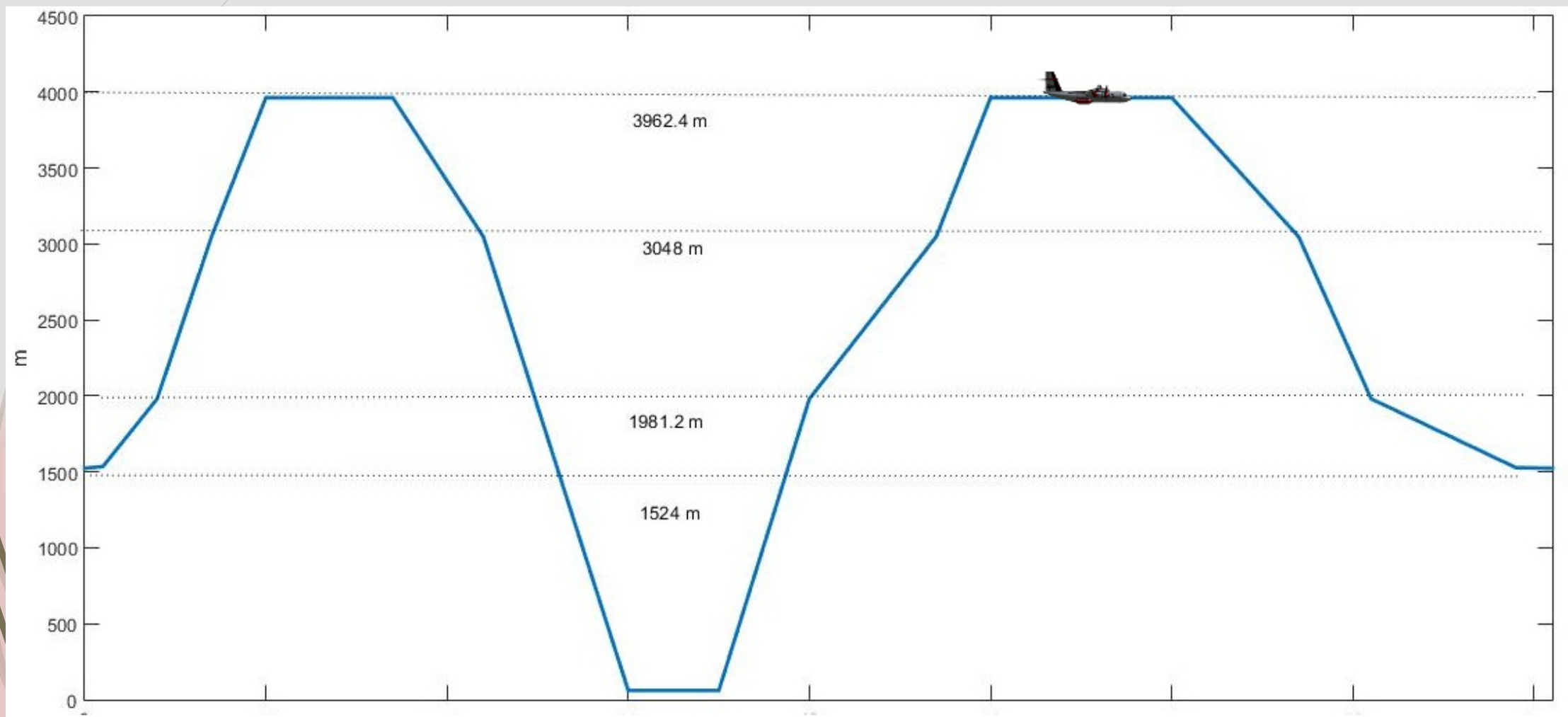


Respuesta a escalón de Alerones



Respuesta a escalón del rudder

ACTUACIONES: Perfil de la misión principal



ACTUACIONES: Misión de extinción. Despegue y Aterrizaje

Despegue	Normal	Fallo de un motor
Tiempo total	26,8826 s	35,0791 s
Distancia total	900,62 m	1152,56 m

Balanced field length: 1524 m



CUMPLIMOS

Aterrizaje	Normal	Emergencia (90% TOW)	Emergencia (100% TOW)
Tiempo total	19,4694 s	22,5214 s	23,375 s
Distancia total	560,96 m	918,72 m	998,71 m

Balanced Field Length: 1524 m



CUMPLIMOS

PODEMOS ATERRIZAR CON TOW

ACTUACIONES: Misión de extinción. Cruceros

	Crucero ida	Crucero regreso
Altitud	13000 ft	13000 ft
Velocidad	128,611 m/s	128,611 m/s
Mach	0,3725	0,3725

Velocidad máxima alcanzada (Crucero de regreso)

171,69 m/s (333,74 knots) > 300 knots



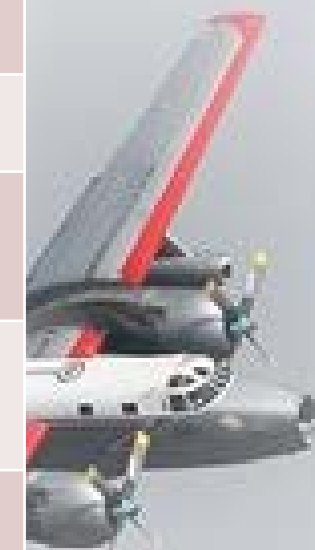
CUMPLIMOS REQUISITO RFP



ACTUACIONES:

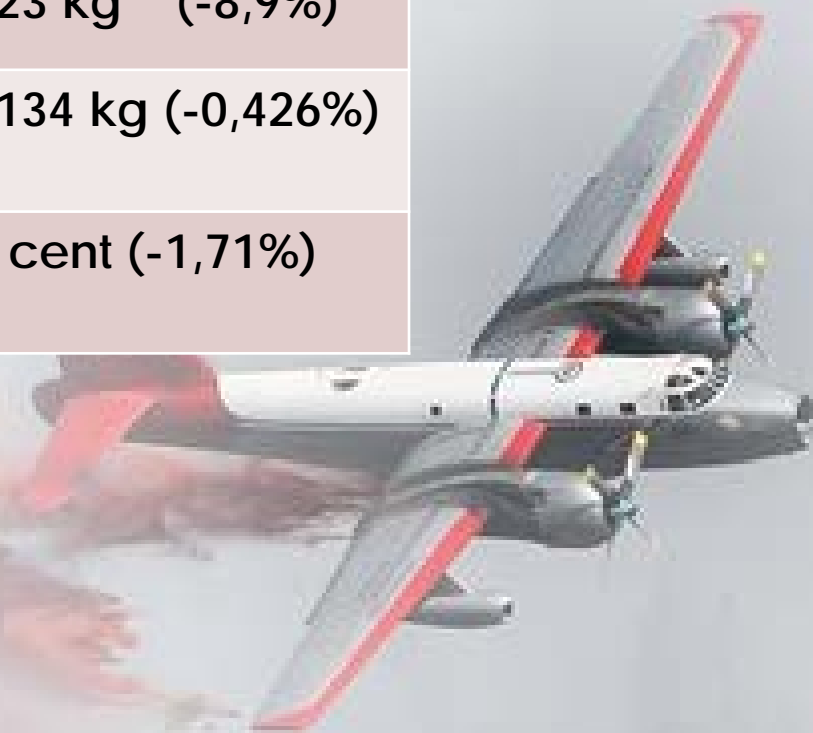
Misión de extinción. Evolución resultados

Resultados	Presentación 2	Presentación 3	Presentación Final
Peso al despegue (MTOW)	41584,0216 kg	35223,1055 kg	35125,0404 kg
Fuel consumido total	2925,678 kg	1697,6439 kg	1683,4493 kg
Distancia recorrida total	741472,576 m	751712,9785 m	750701,5987 m
Tiempo empleado total	6862,6685 s (1,9 h)	7134,6306 s (1,98 h)	7088,5284 s (1,97 h)
CASM	11,6163 cent	10,3411 cent	10,2844 cent

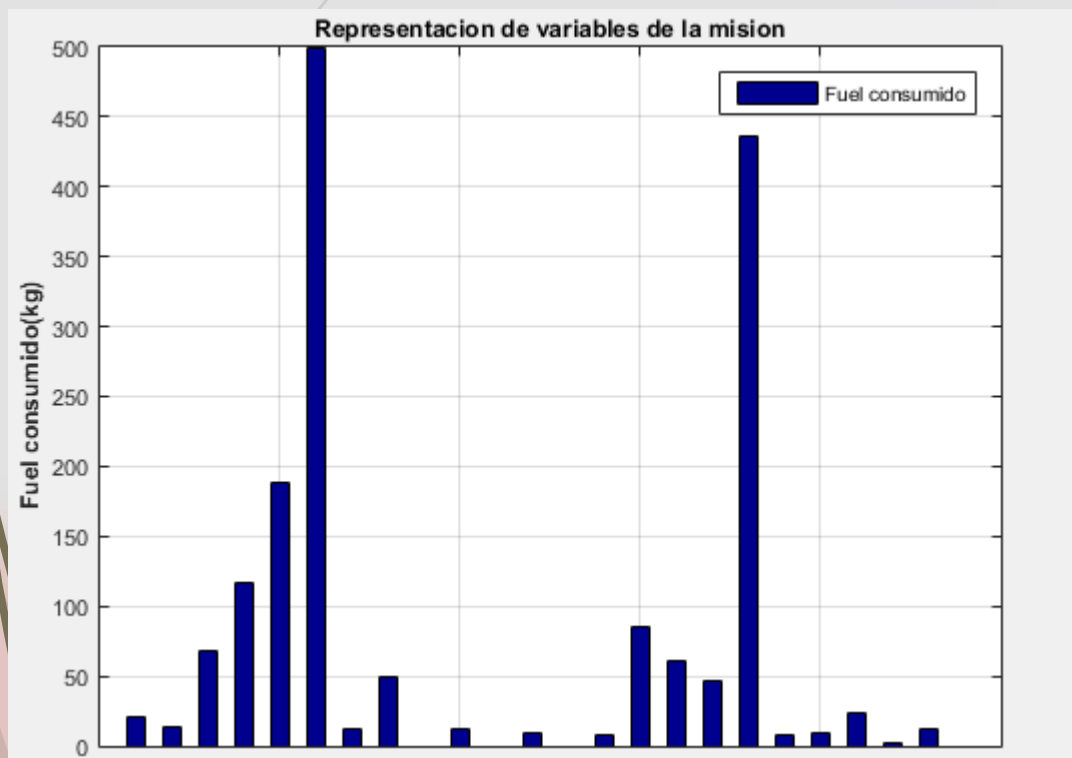


ACTUACIONES: Impacto de los avances tecnológicos

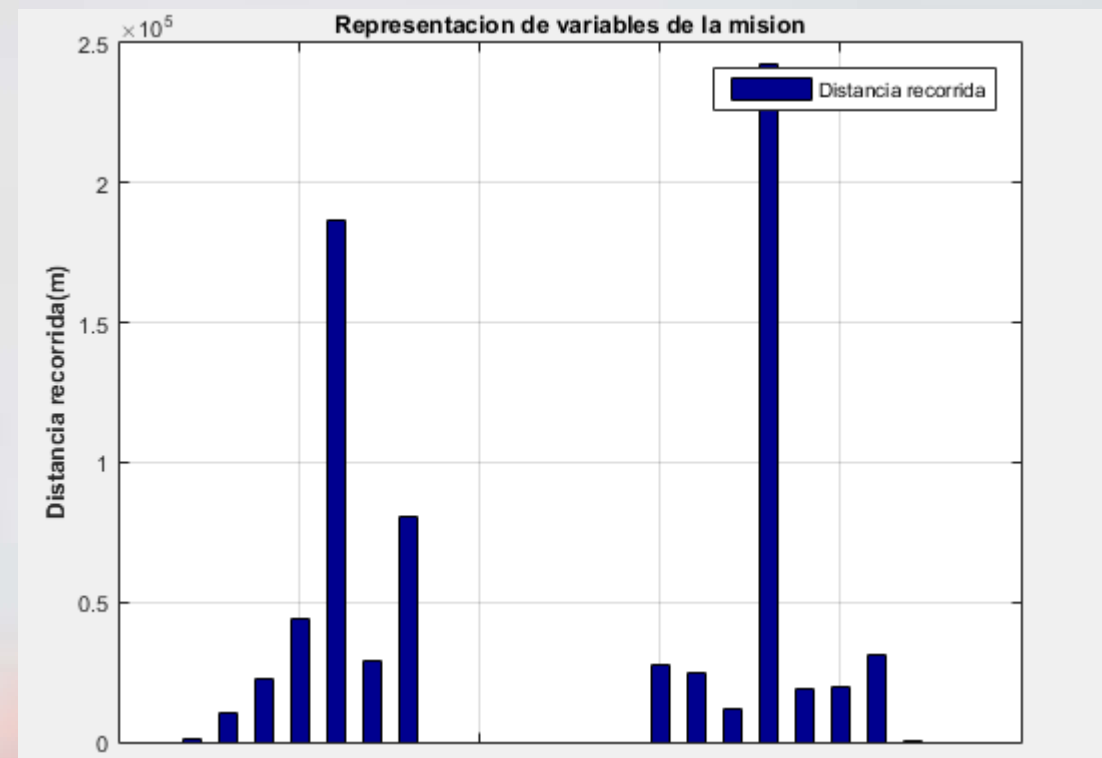
Resultados	Resultado Original	Resultados Finales: Con nuevas tecnologías
Fuel consumido total	1683,4493 kg	1533,6223 kg (-8,9%)
Peso al despegue (TOW)	35125,0404 kg	34975,2134 kg (-0,426%)
CASM	10,2844 cent	10,1087 cent (-1,71%)



ACTUACIONES: Comparación por segmentos



Evolución por segmentos del fuel consumido



Evolución por segmentos de la distancia recorrida

Wildfire Activity by County 1994-2013

USGS Federal Fire Occurrence Database, including US Forest Service, Bureau of Indian Affairs, and Bureau of Land Management

Frequency of Wildfires Greater or Equal to 300 Acres, From 1994-2013

Counties Where Largest Wildfire is Less Than 300 Acres

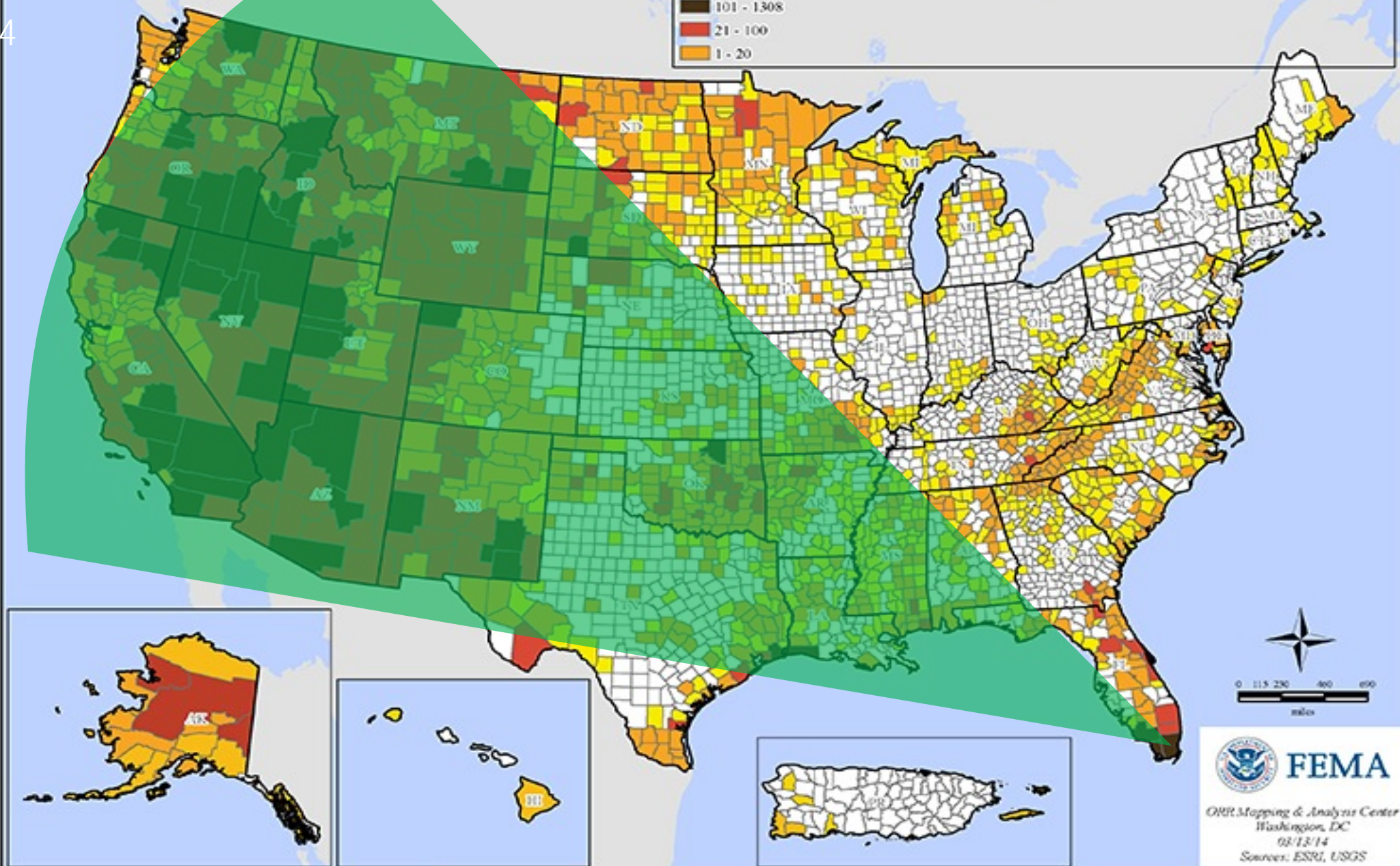
No Recorded Wildfires

101 - 1308

21 - 100

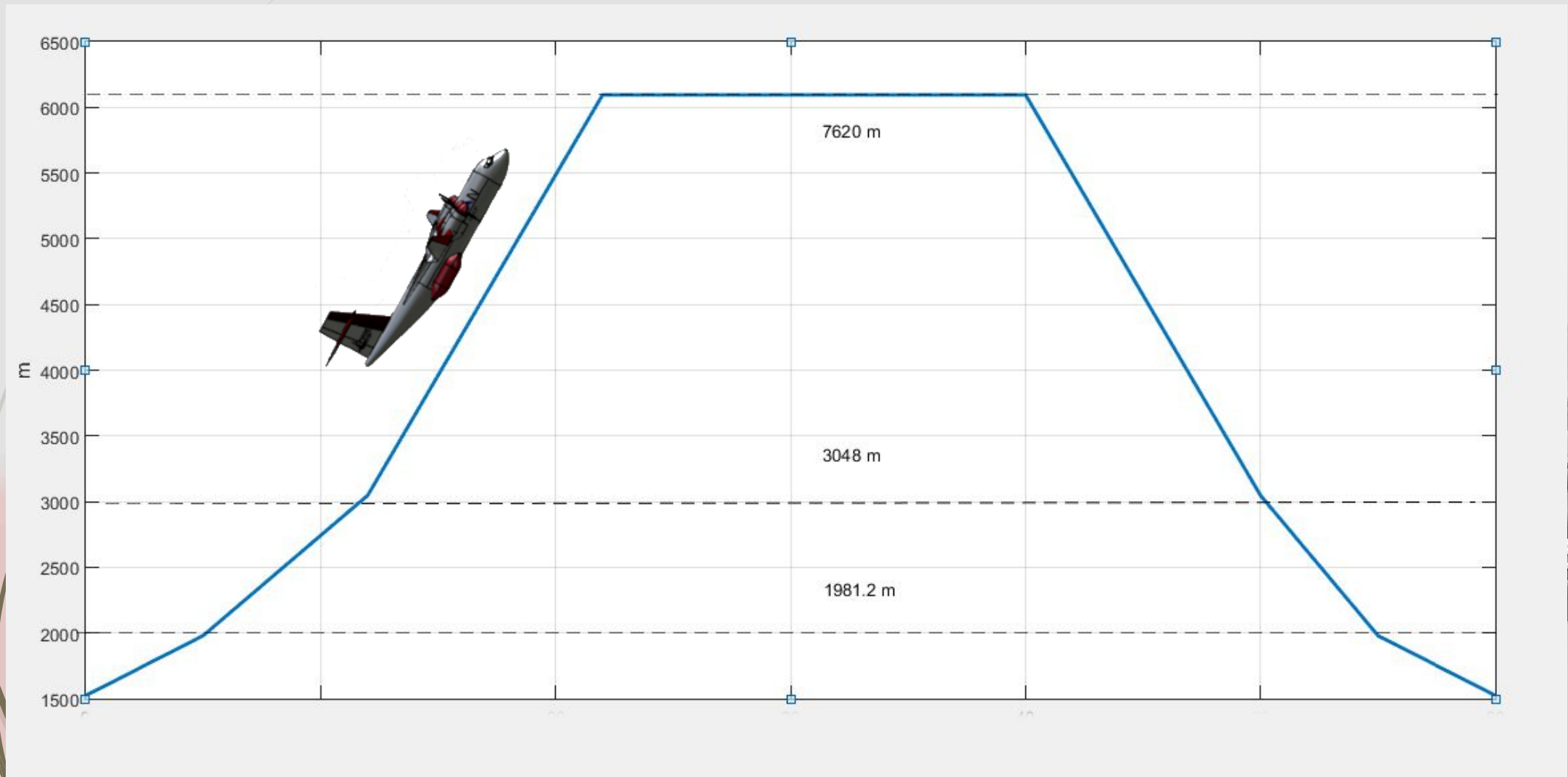
1 - 20

4



 **FEMA**
ORR Mapping & Analysis Center
Washington, DC
02/12/14
Sources: ESRI, USGS

Perfil de la misión de Ferry



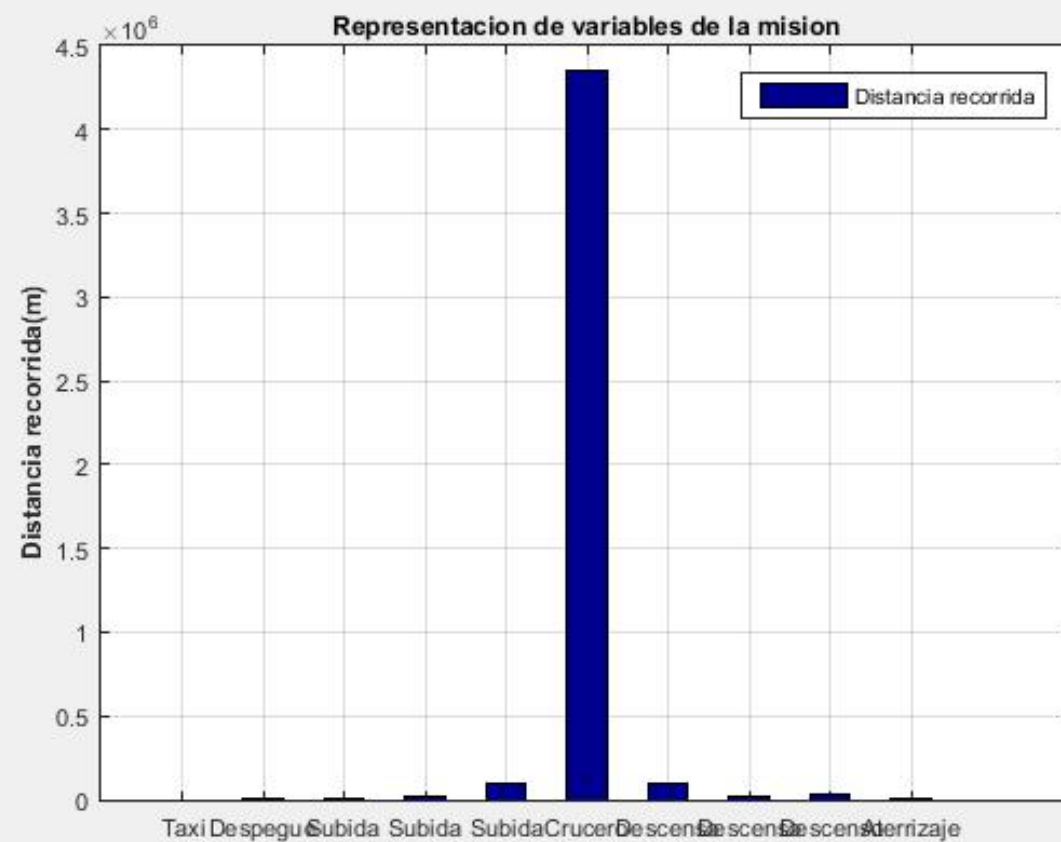
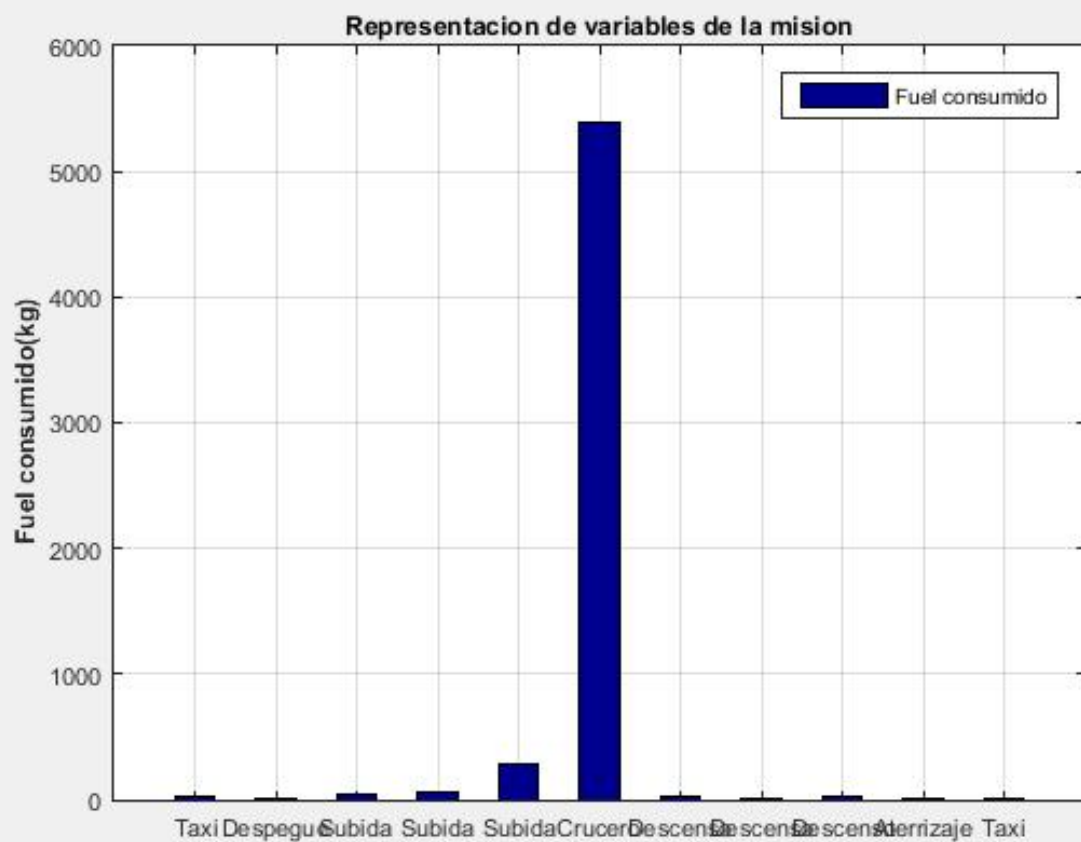
ACTUACIONES:

Misión de transporte Ferry

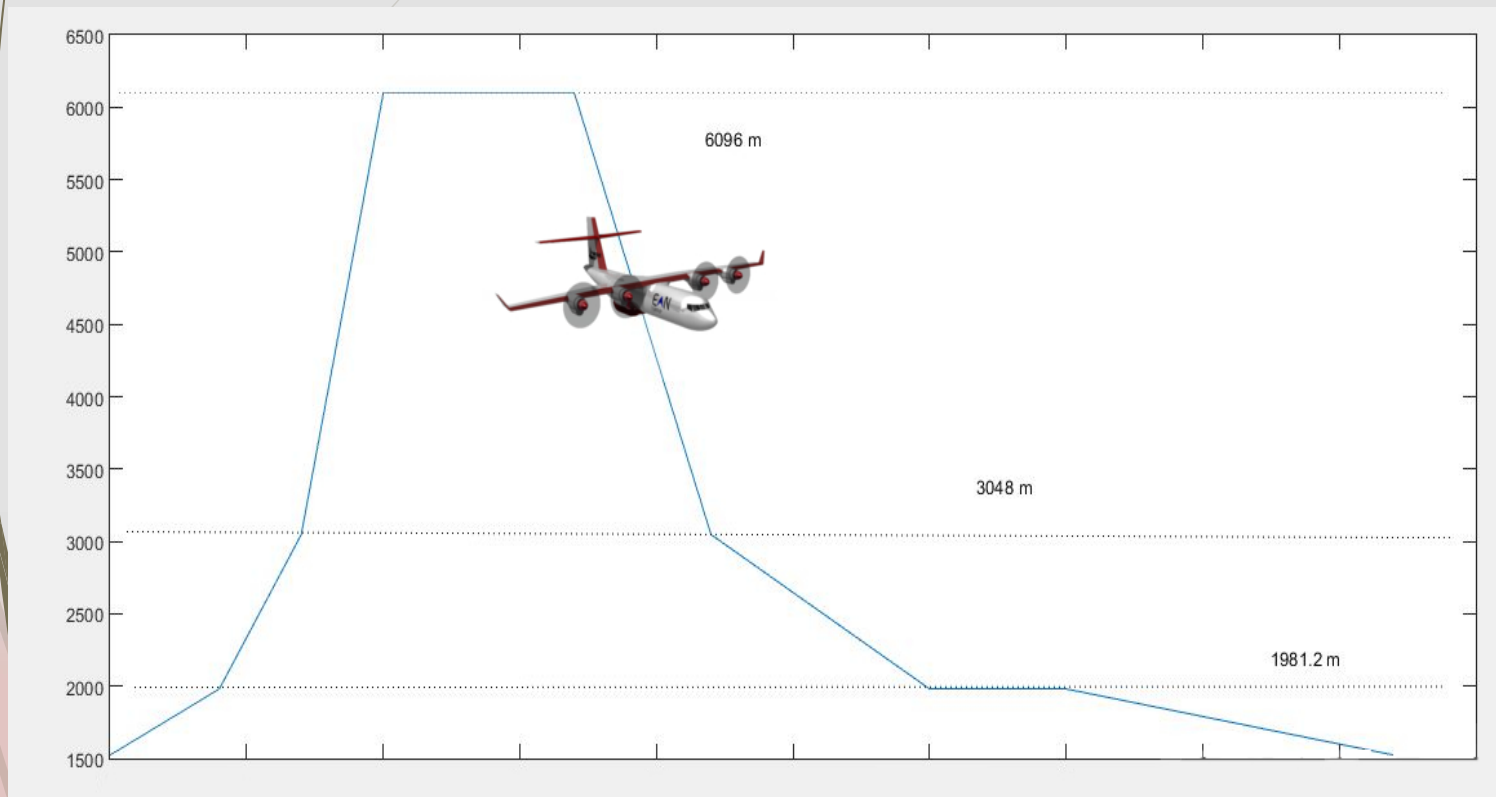
Resultados	Revisión 3	Final
Peso inicial	19620 kg	18266,5 kg
Fuel total consumido	6127 kg	5882,0834 (-3,9%)
Distancia recorrida total	4631569,24 m	4629927,8 m (2500 mni)
Tiempo total empleado	38718 s (10,75 h)	38625,76 (10,7 h)



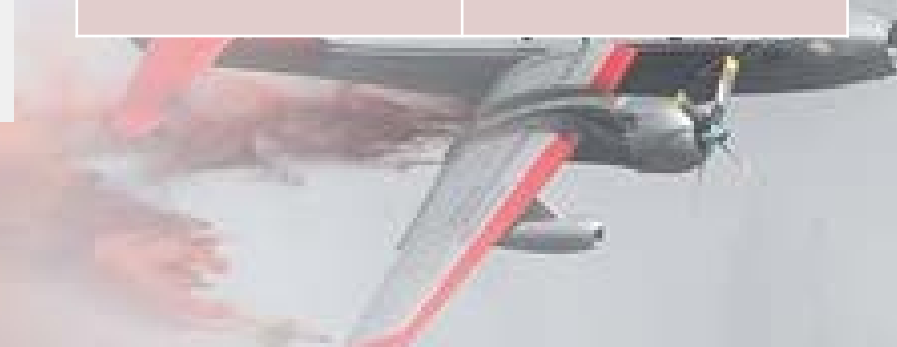
ACTUACIONES: combustible y distancia



ACTUACIONES: Misión de emergencia



Aterrizaje abortado	Valores
Tiempo total	3873,8 s (1 h)
Distancia total	185633,7 m (100 nmi)
Combustible	578,8 kg 9,8 %



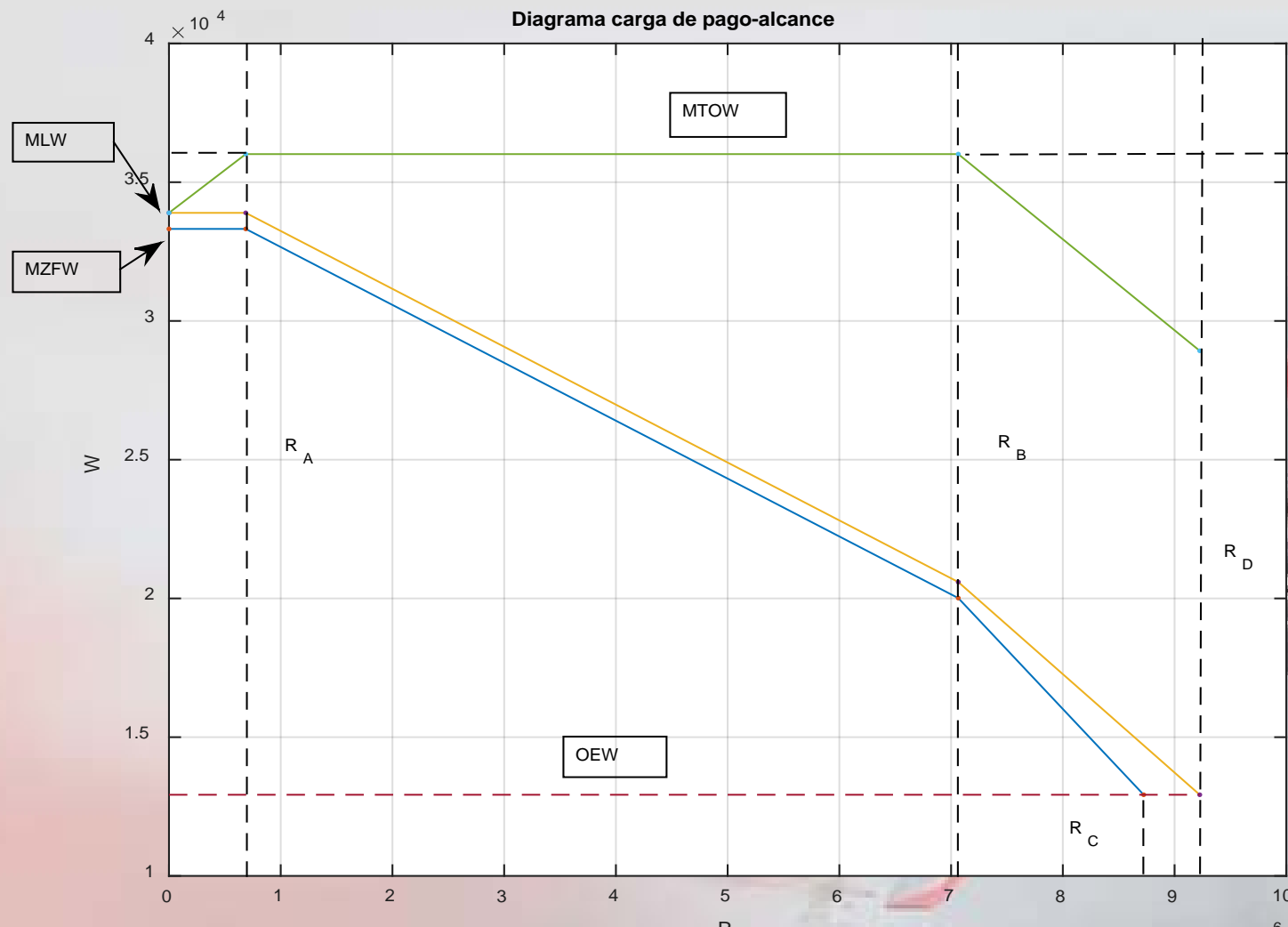
ACTUACIONES: Diagrama carga de pago-alcance

$$R_A = 687,1 \text{ km}$$

$$R_B = 7.064,22 \text{ km}$$

$$R_C = 8.723,45 \text{ km}$$

$$R_D = 9.225,13 \text{ km}$$



ACTUACIONES:

Planta propulsiva

Propulsion	
Tipo de motor	<input type="text" value="Turbohelice"/>
Numero de motores	<input type="text" value="4"/>
Potencia a nivel del mar	<input type="text" value="1800"/> shp
Consumo esp. a nivel del mar	<input type="text" value="0.568"/> lb/(shp ⁺ h)

Propulsion	
Normativa	<input type="text" value="Civil"/>
Rendimiento de la helice	<input type="text" value="0.82"/>

Motor Elegido:

Avco Lycoming T53-L-703
(Turboeje + Hélices)



ACTUACIONES:

Planta propulsiva

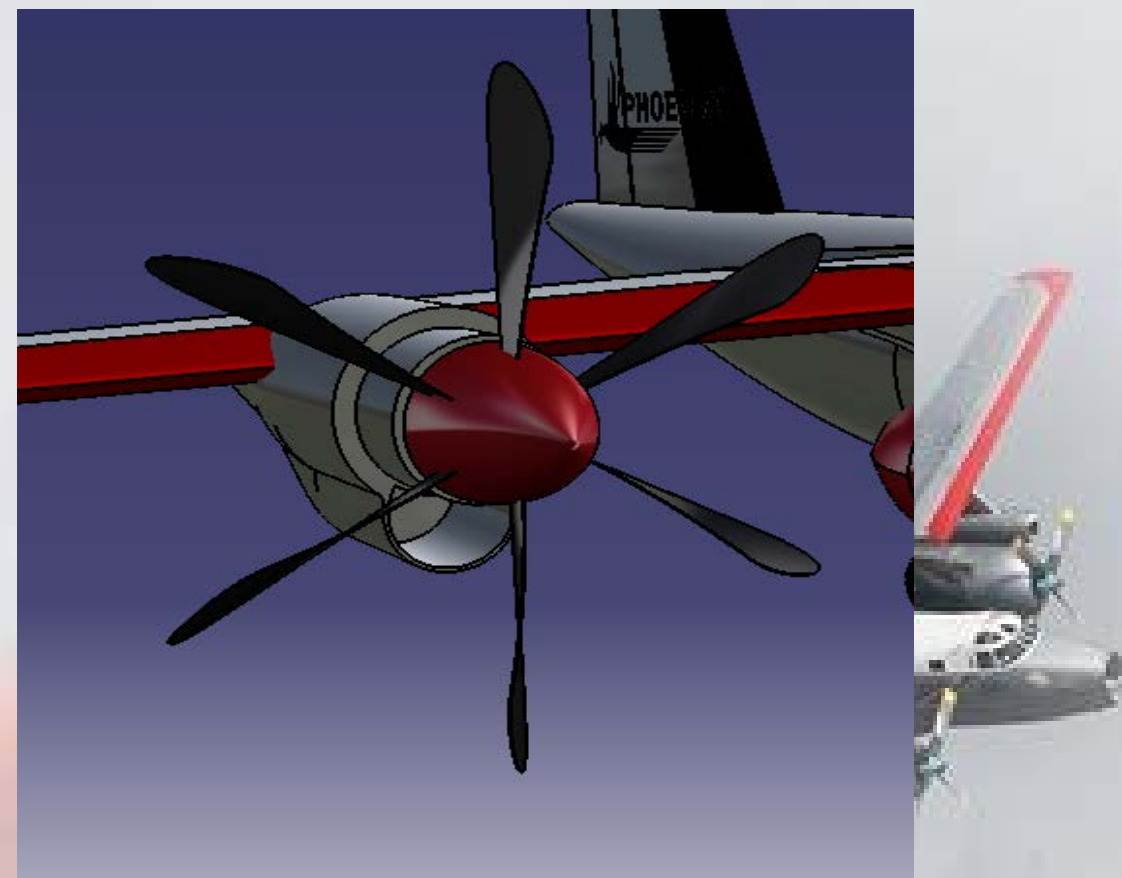
Especificaciones	
Peso	545 lb (247 kg)
Diámetro	23 in (0,6 m)
Longitud	47,6 in (1,2 m)
Hélices	6 x Hamilton standard 568F-5
Diámetro	3,89 m



ACTUACIONES:

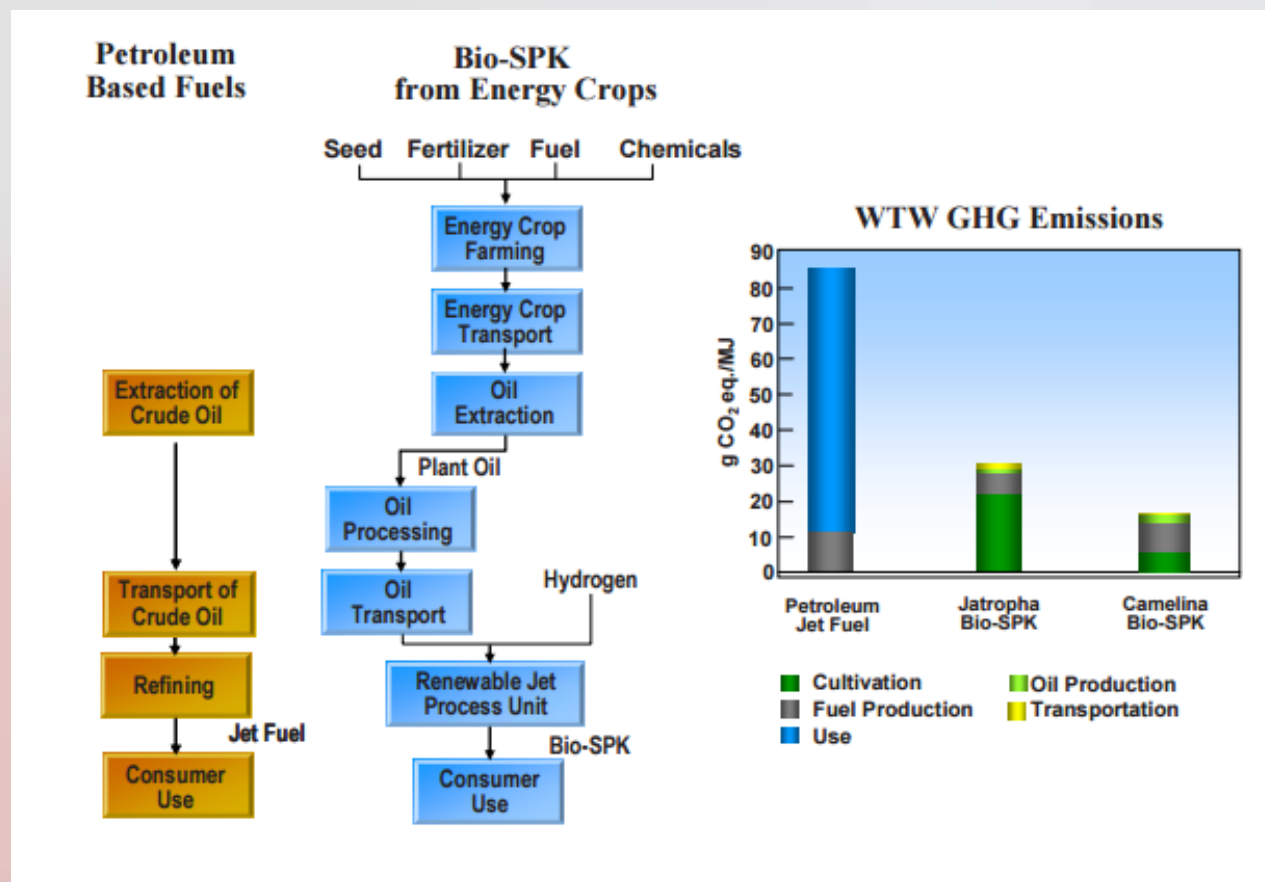
Planta propulsiva

Especificaciones	
Peso	545 lb (247 kg)
Diámetro	23 in (0,6 m)
Longitud	47,6 in (1,2 m)
Hélices	6 x Hamilton standard 568F-5
Diámetro	3,89 m



AVANCES TECNOLÓGICOS: Combustible alternativo

- Reducción emisiones



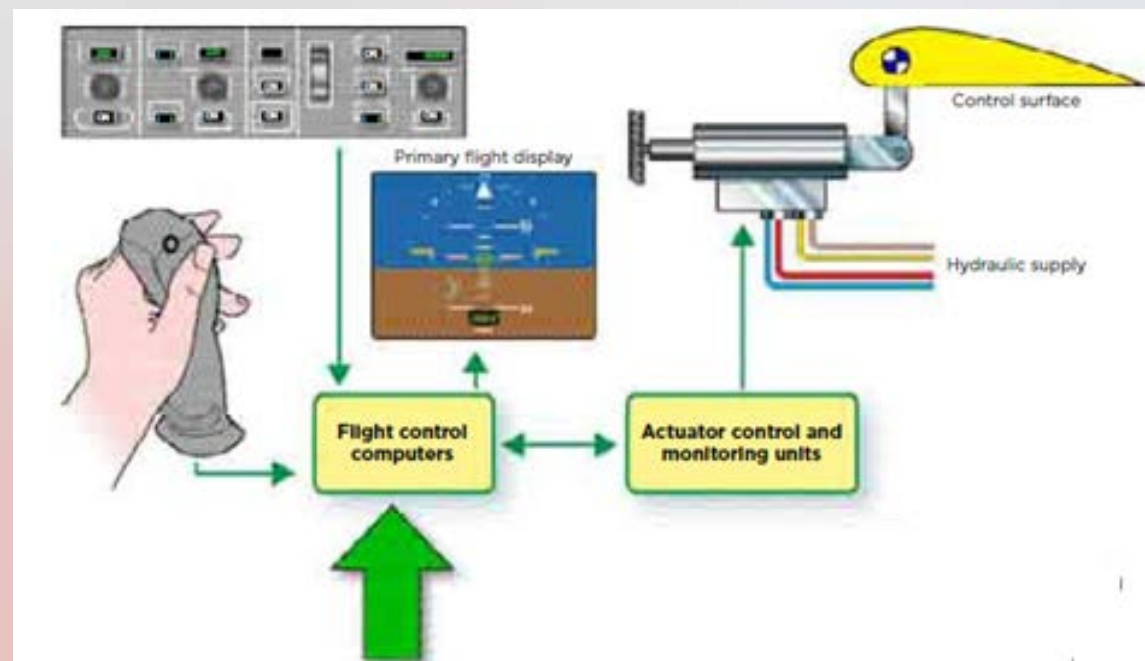
AVANCES TECNOLÓGICOS: Cyclean Engine Wash

- ▶ Reducción flujo de combustible 0,5%



AVANCES TECNOLÓGICOS: Fly-By-Wire

- Reducción peso sistemas de control → 85%



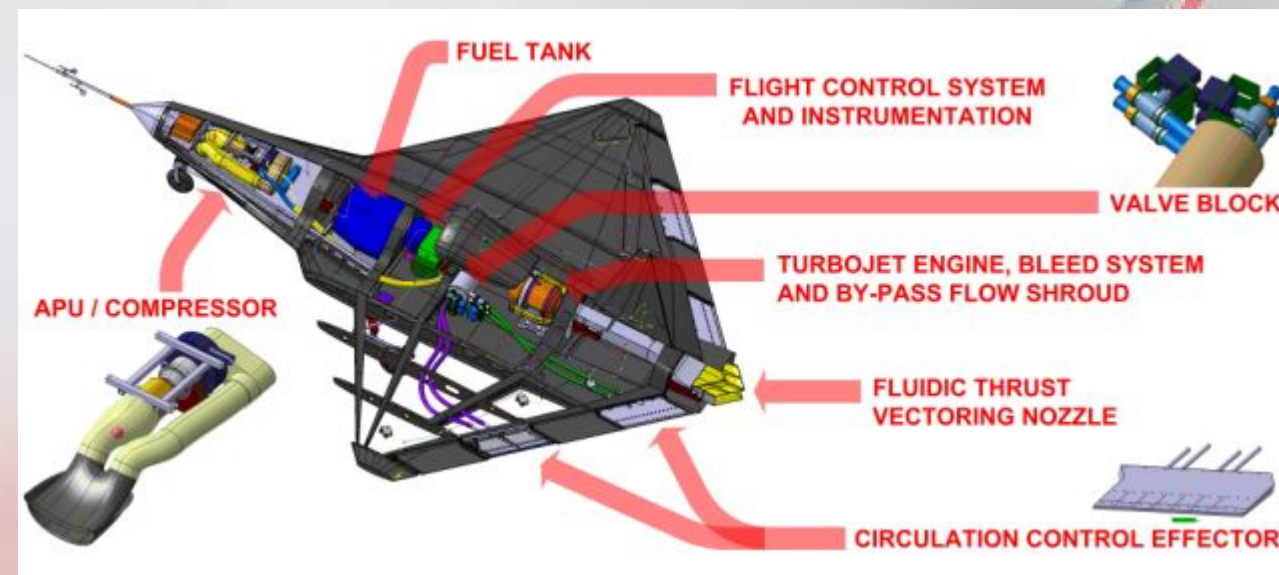
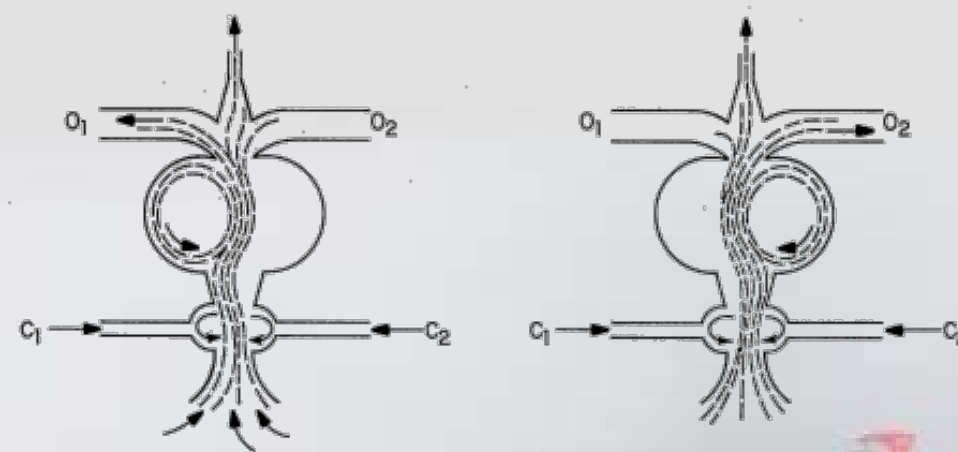
AVANCES TECNOLÓGICOS: Impresiones 3D

- Reducción peso —————> 4-7%
- Reducción emisiones
- Reducción de consumo de combustible —————> 6,4%



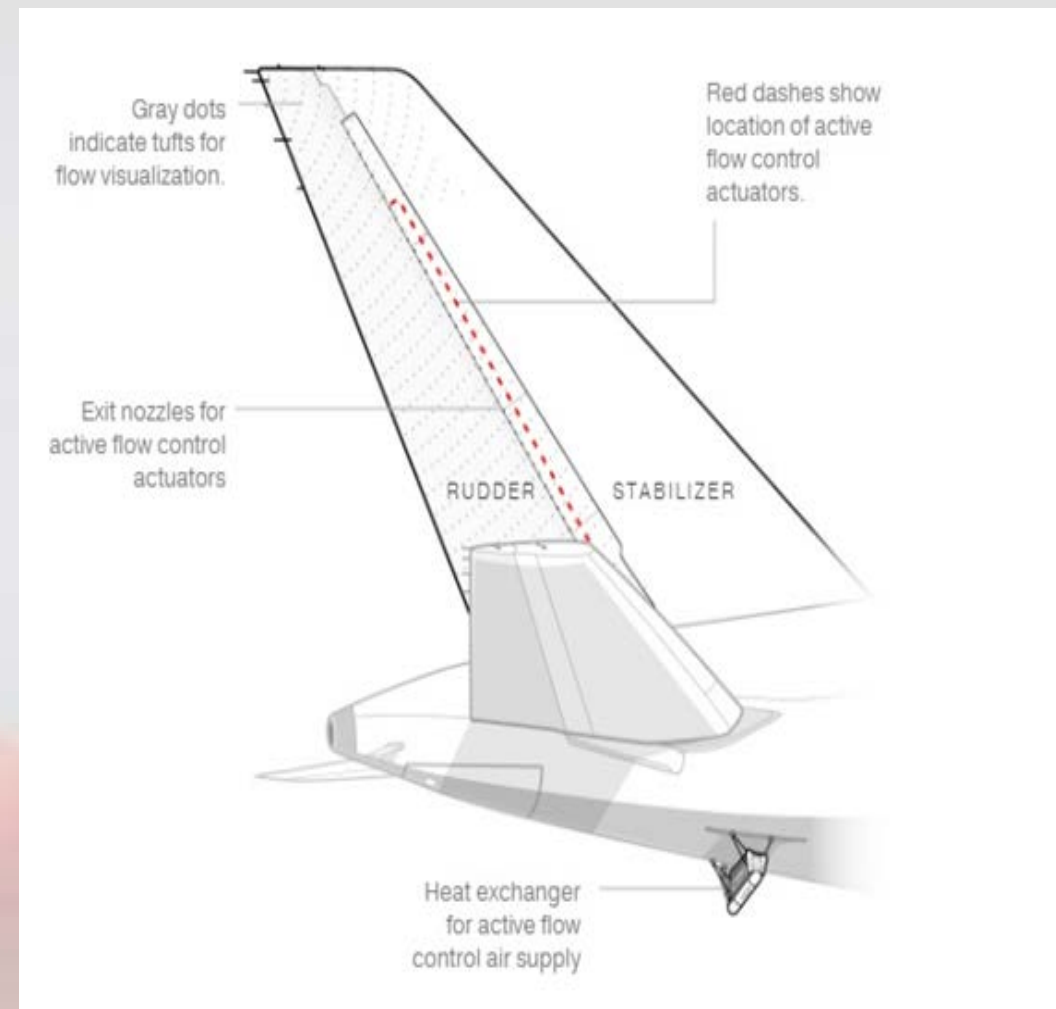
AVANCES TECNOLÓGICOS: Fluidics

- Eliminación de timones de profundidad
- Reducción peso \longrightarrow 2-3%



AVANCES TECNOLÓGICOS: AFC

- Reducción cola → 17%
- Reducción peso → 1%
- Reducción resistencia → 0,5%
- Aumento de eficiencia de combustible → 1-2%



AVANCES TECNOLÓGICOS: Pintura

- Fuselaje

 - Reducción consumo de combustible → 1%
 - Reducción de resistencia → 20%

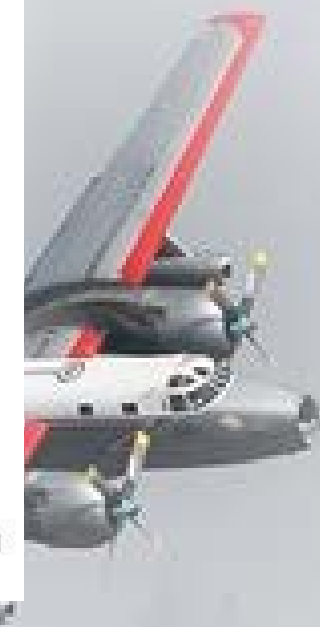
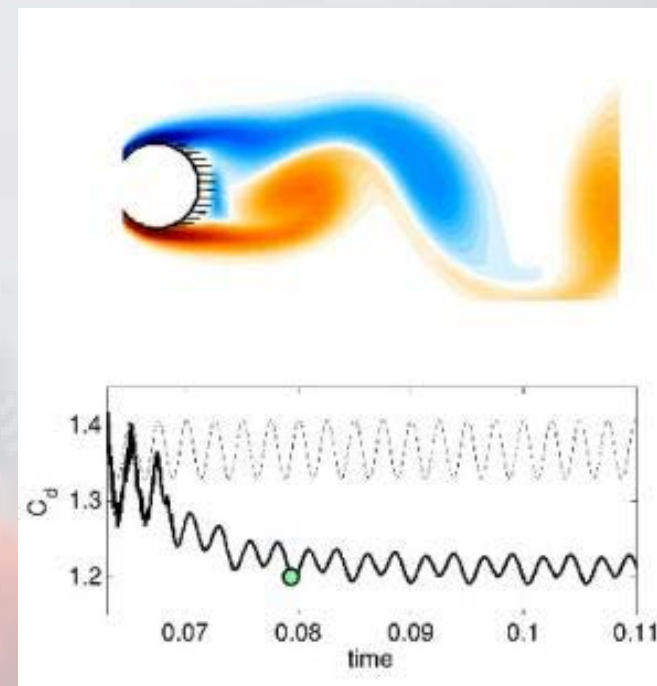
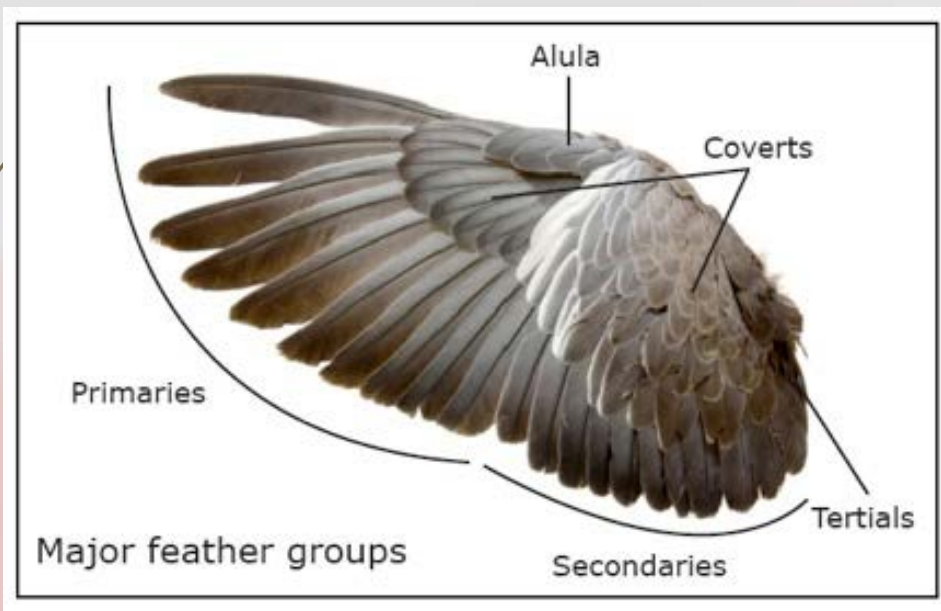
- Motor

 - Mayor eficiencia aerodinámica
 - Reducción de emisiones
 - Disminución de consumo de combustible



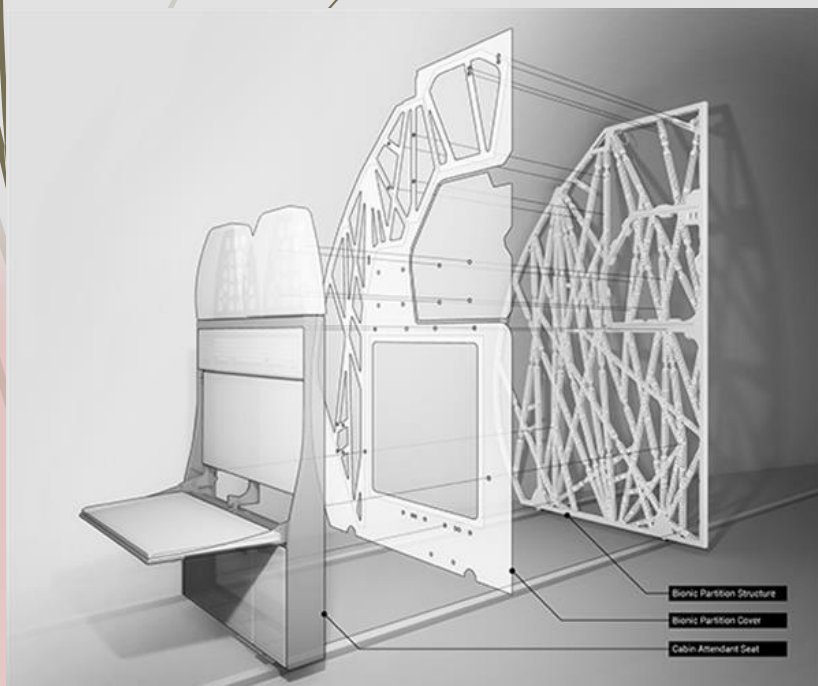
AVANCES TECNOLÓGICOS: Plumas coberteras

► Reducción de resistencia ala \longrightarrow 5%



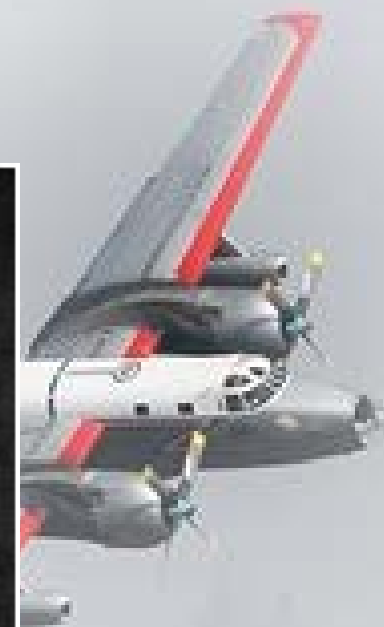
AVANCES TECNOLÓGICOS: Scalmalloy

- Reducción peso
- Aumento durabilidad de componentes
- Protección contra fatiga por corrosión. Reducción de grietas → 20-50%

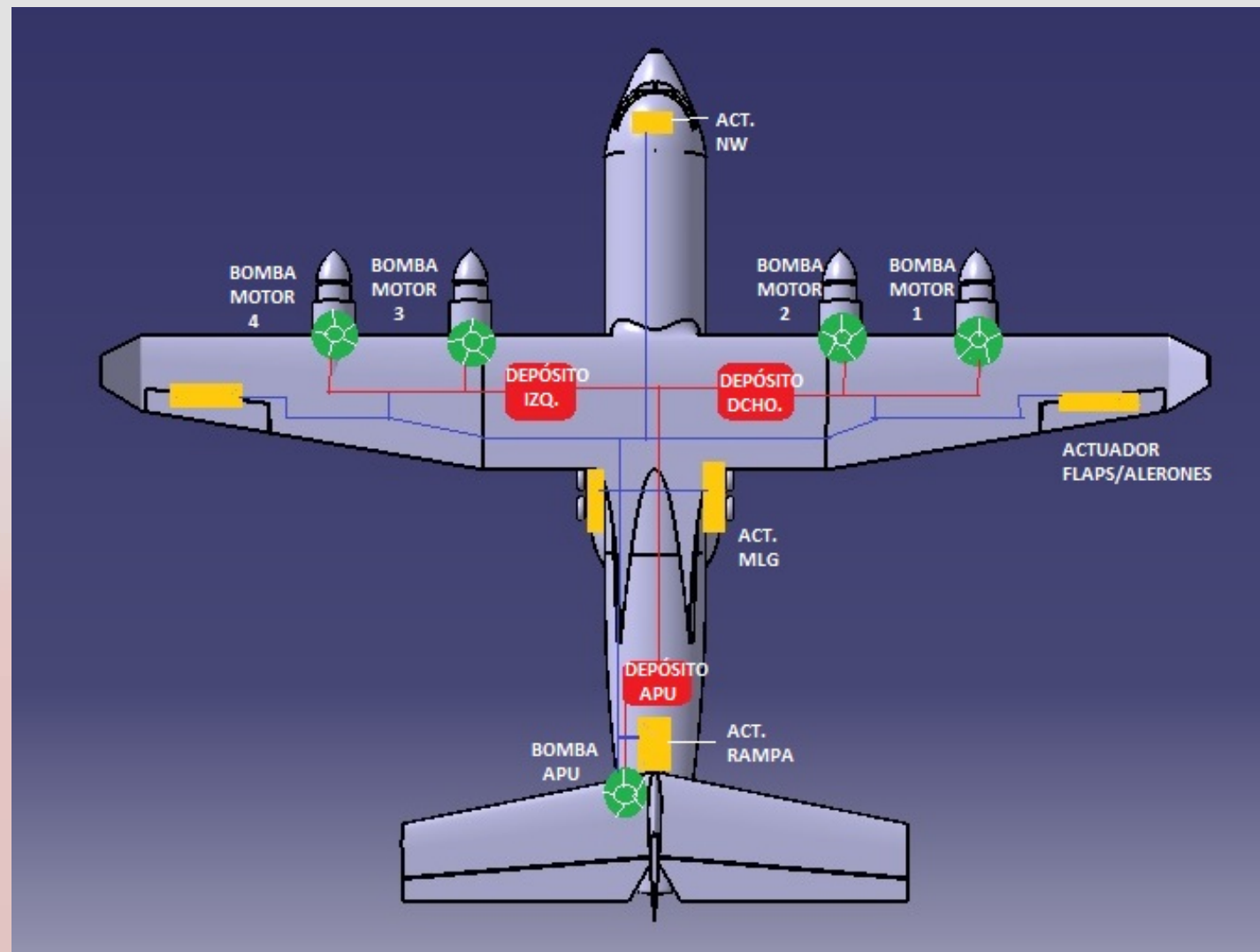


AVANCES TECNOLÓGICOS: Sistemas de misión y aviónica

- ▶ IMA: Integrated Modular Avionics → Centralización de la aviónica. Reducción de equipos
- ▶ Software integrado para cálculo de las trayectorias
- ▶ Cámara FLIR
- ▶ Casco para visualización del incendio

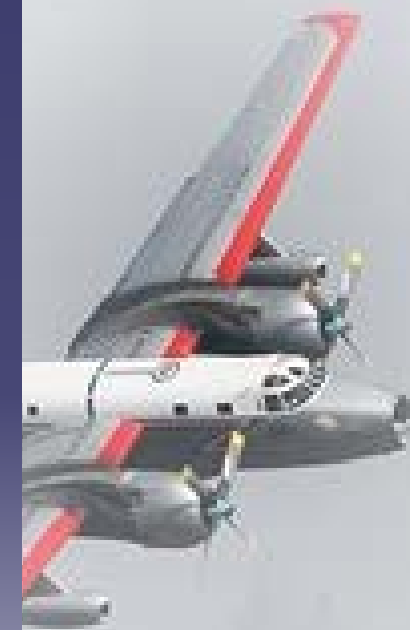
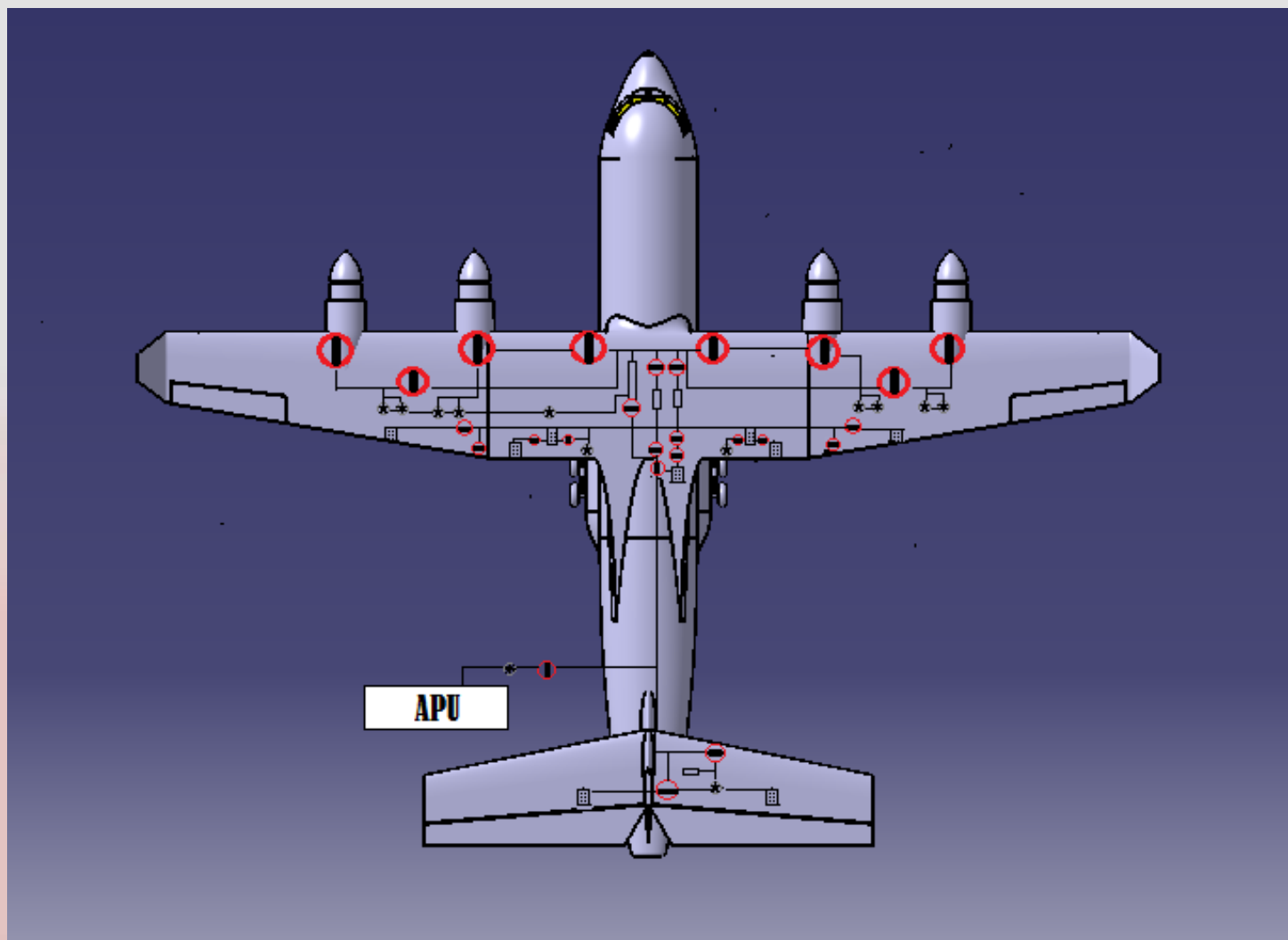


DISEÑO Y SISTEMAS: Sistema hidráulico

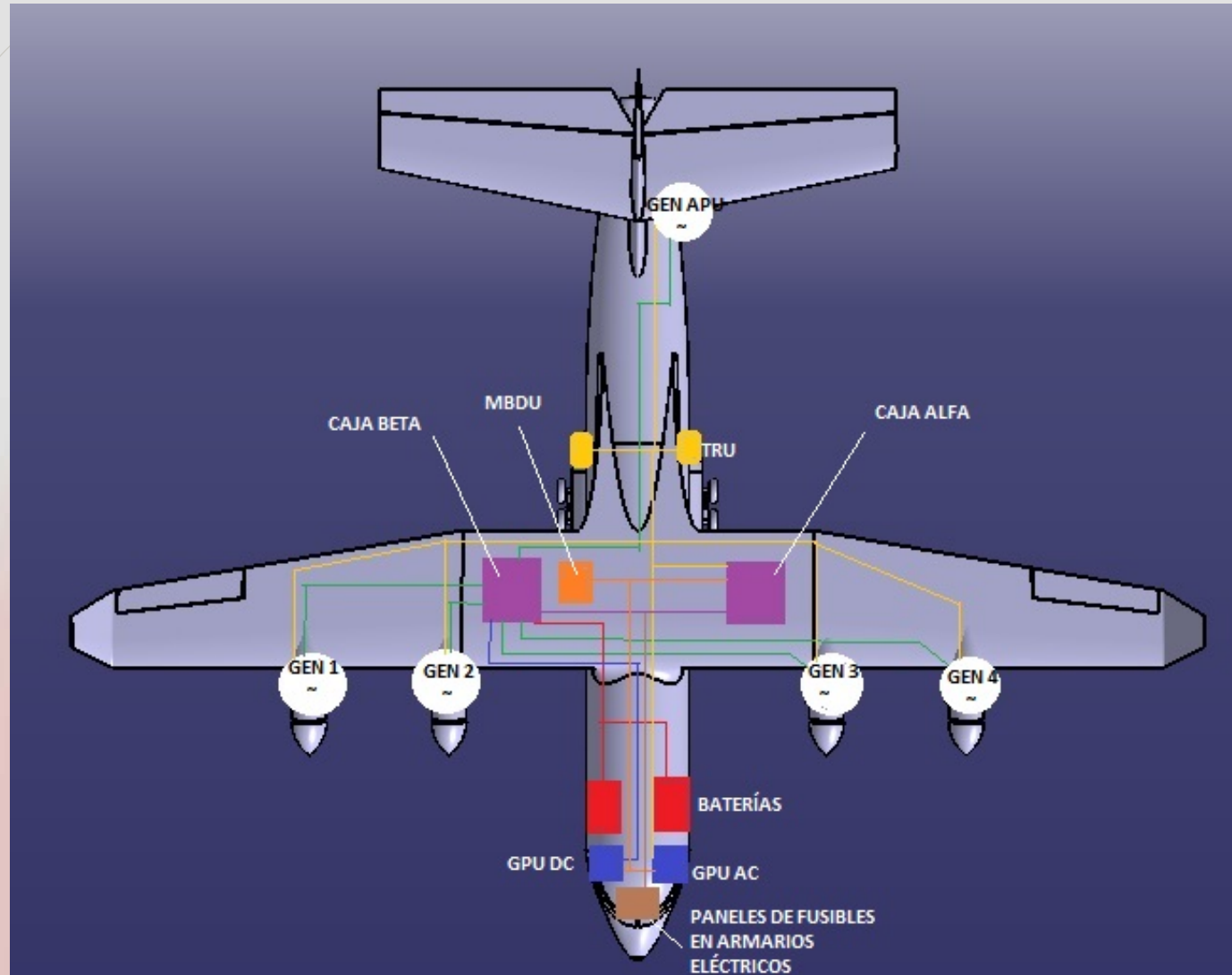


DISEÑO Y SISTEMAS: Sistema de combustible

84

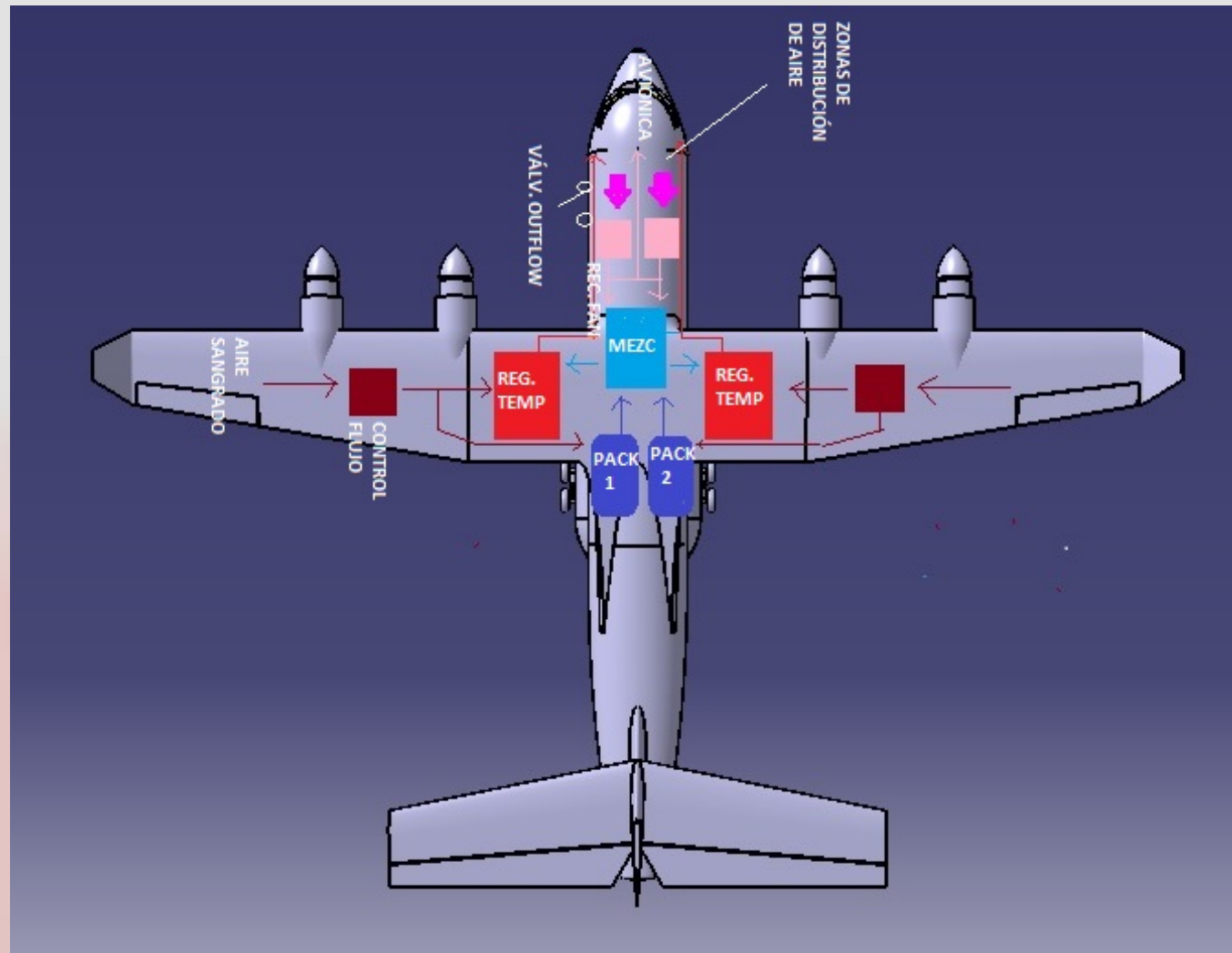


DISEÑO Y SISTEMAS: Sistema eléctrico



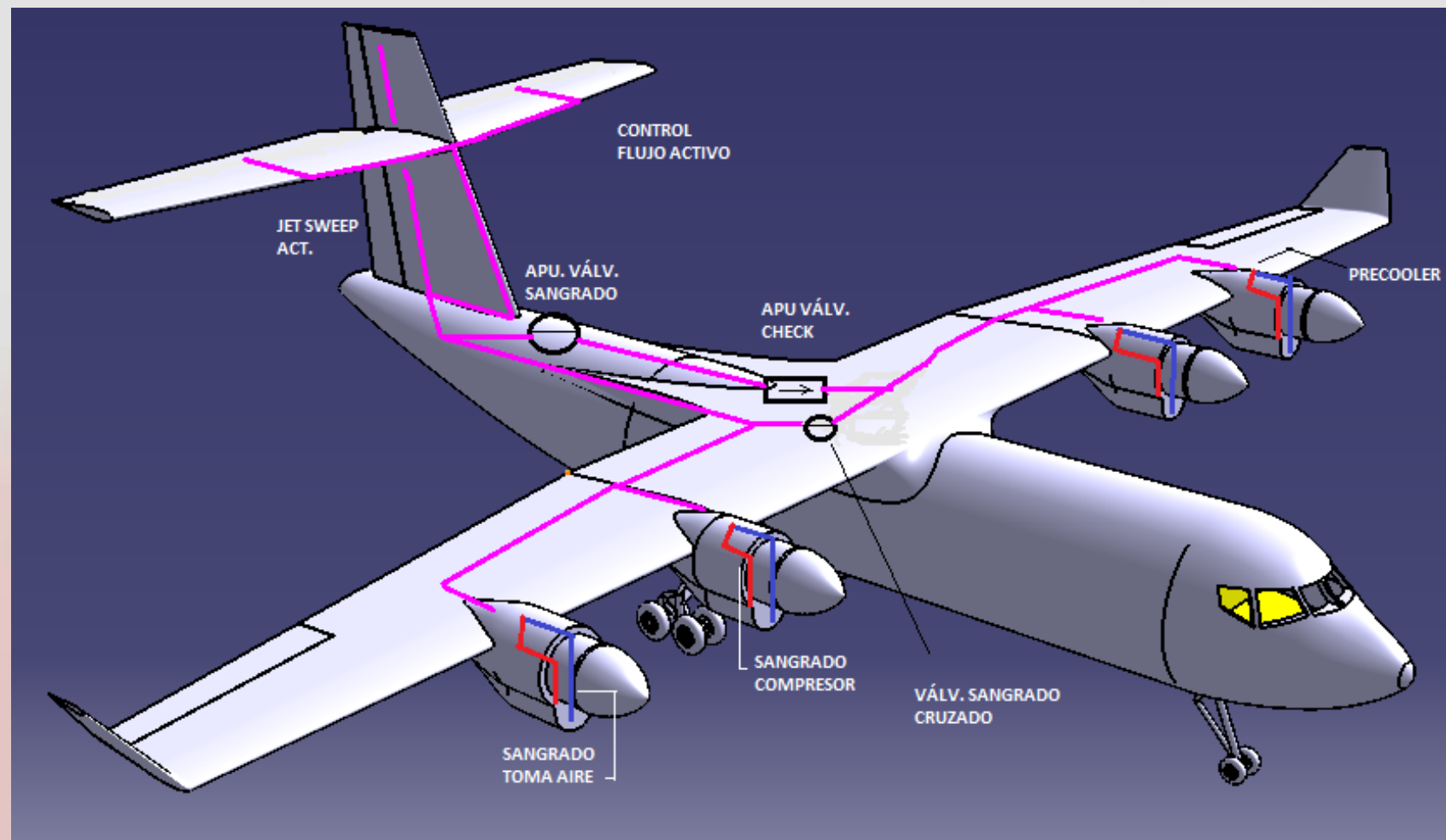
DISEÑO Y SISTEMAS:

Sistema neumático. ECS



DISEÑO Y SISTEMAS:

Sistema neumático



PROYECTO PHOENIX: FIN DE PRESENTACIÓN

- Muchas gracias por su atención

A large version of the EAN GROUP logo, centered on the slide. It consists of the letters 'EAN' in a bold, black, sans-serif font. The letter 'A' is replaced by a blue stylized arrow pointing upwards, with a white and blue striped pattern below it. Below 'EAN' is the word 'GROUP' in a smaller, black, sans-serif font.

