

FUNDAMENTOS DE MECÁNICA COMPUTACIONAL. INTRODUCCIÓN: MOTIVACIÓN

F. Navarrina, L. Ramírez, R. Martul & GMNI



GMNI — GRUPO DE MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA

Departamento de Métodos Matemáticos y de Representación
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Universidad de A Coruña, España

e-mail: fermin.navarrina@udc.es
página web: <http://caminos.udc.es/gmni>





ÍNDICE

- ▶ Definición conceptual
- ▶ Interés para la Ingeniería
- ▶ Campos en Medios Continuos (presentación separada)
- ▶ Fundamentos de Mecánica Computacional





Definición conceptual

MECÁNICA:

Rama de la ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos, los sólidos y los materiales complejos bajo la acción de fuerzas [1].

MECÁNICA COMPUTACIONAL:

Disciplina que se ocupa de la utilización de métodos y recursos computacionales para estudiar (caracterizar, predecir y simular) fenómenos físicos y sistemas de ingeniería gobernados por los principios de la Mecánica [1].

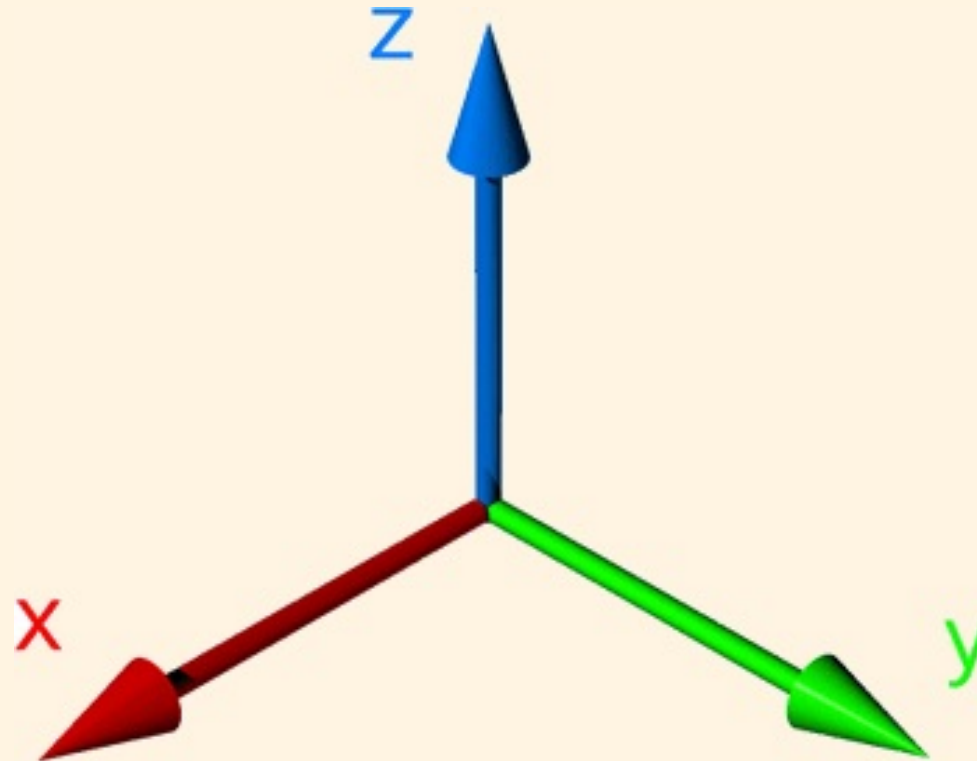
[1] US National Committee on Theoretical and Applied Mechanics, *“Research Directions in Computational Mechanics”*, J.T. Oden, T. Belytschko, I. Babuska y T.J.R. Hughes (Autores), National Academy Press, Washington, D.C. (2000)





Interés para la Ingeniería (I)

Los fenómenos que nos afectan ocurren en el E.G.O. (3D)... (*)



Ejes cartesianos en el espacio geométrico ordinario

Imagen por cortesía de diebotreise.blogspot.com.es

(*) E.G.O. = Espacio Geométrico Ordinario
(en general \rightarrow 3D; en casos simplificados (problemas planos) \rightarrow 2D; generalización \rightarrow espacios n -dimensionales.)





Interés para la Ingeniería (IIa)

...por lo que debemos estudiar:

♣ **LA GEOMETRÍA DE LAS CURVAS,**





Interés para la Ingeniería (IIb)



Puente Akashi Kaikyo (Japón)

Imagen por cortesía de [Nipon Steel & Sumitomo Metal](#)





Interés para la Ingeniería (IIC)



Puente Akashi Kaikyo (Japón)
Imagen por cortesía de [broer.no](https://www.broer.no)





Interés para la Ingeniería (IId)

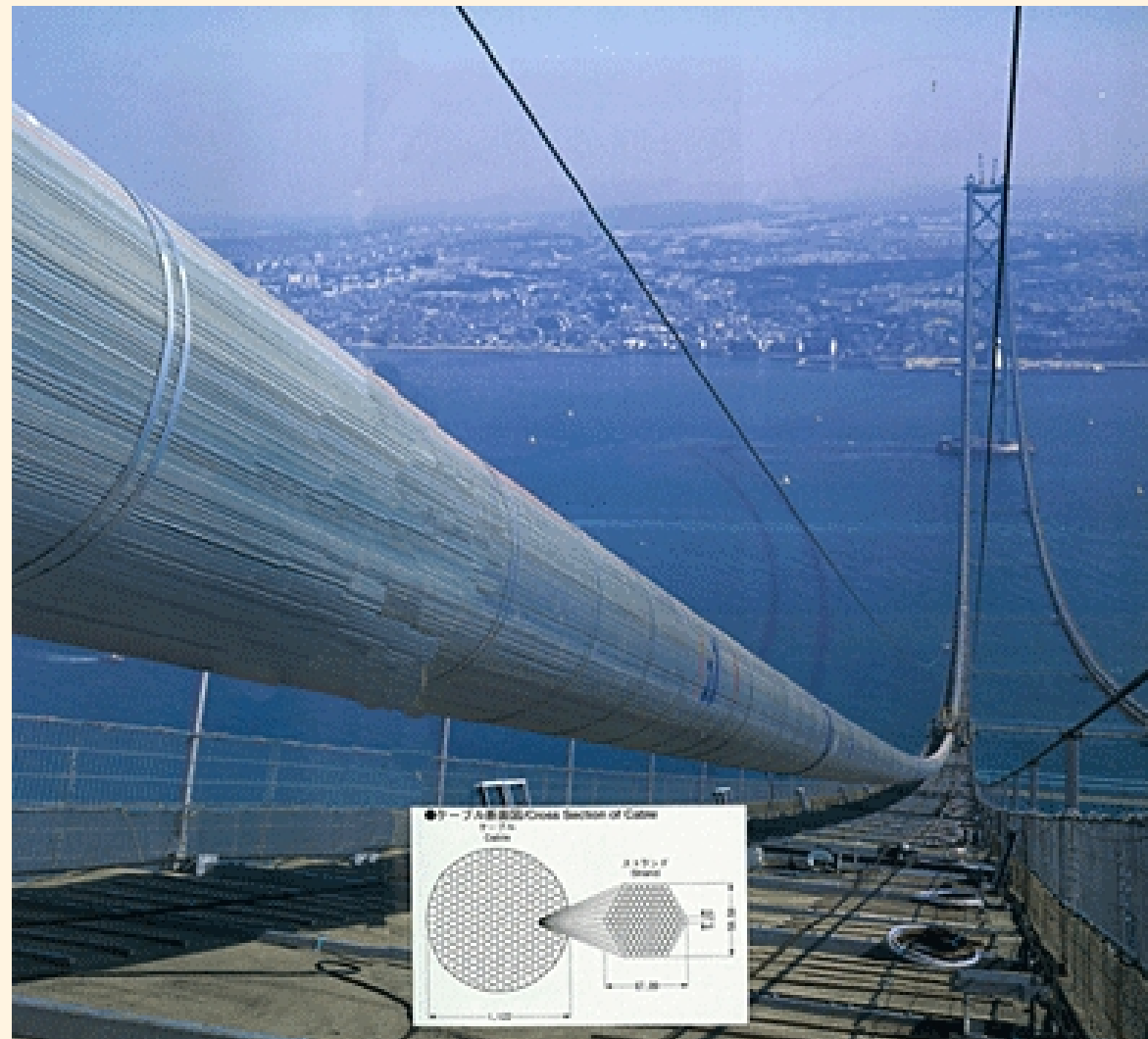


Cables del Puente Akashi Kaikyo (Japón)
Imagen por cortesía de broer.no





Interés para la Ingeniería (Ile)



Detalle de un cable del Puento Akashi Kaikyo (Japón)
Imagen por cortesía de [Nipon Steel & Sumitomo Metal](#)



Interés para la Ingeniería (IIf)



Líneas de alta tensión

Imagen por cortesía de climateerinvest.blogspot.com





Interés para la Ingeniería (Ilg)



Puente Chaotianmen (Chongquin, Río Yangtze, China)
Imagen por cortesía de [Glabb](#)





Interés para la Ingeniería (IIh)



Montaña Rusa de Takabisha (Japón), por Gerstlauer Amusement Rides GmbH
Imagen por cortesía de [Alex Brogan](#)



Interés para la Ingeniería (Ili)



Enlace sin identificar

Imagen por cortesía de todondesign.com





Interés para la Ingeniería (IIj)



Nudo de enlace del distribuidor M-40 con la carretera de Madrid-Burgos
J.J. Arenas y M.J. Pantaleón. Imagen por cortesía de [Apia XXI](#)



Interés para la Ingeniería (IIk)



Carretera de Montaña en Tennessee (USA)
Imagen por cortesía de [Brent Moore](#)





Interés para la Ingeniería (IIa)

...por lo que debemos estudiar:

- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS CURVAS,
- ♣ **LA GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES,**





Interés para la Ingeniería (IIIb)



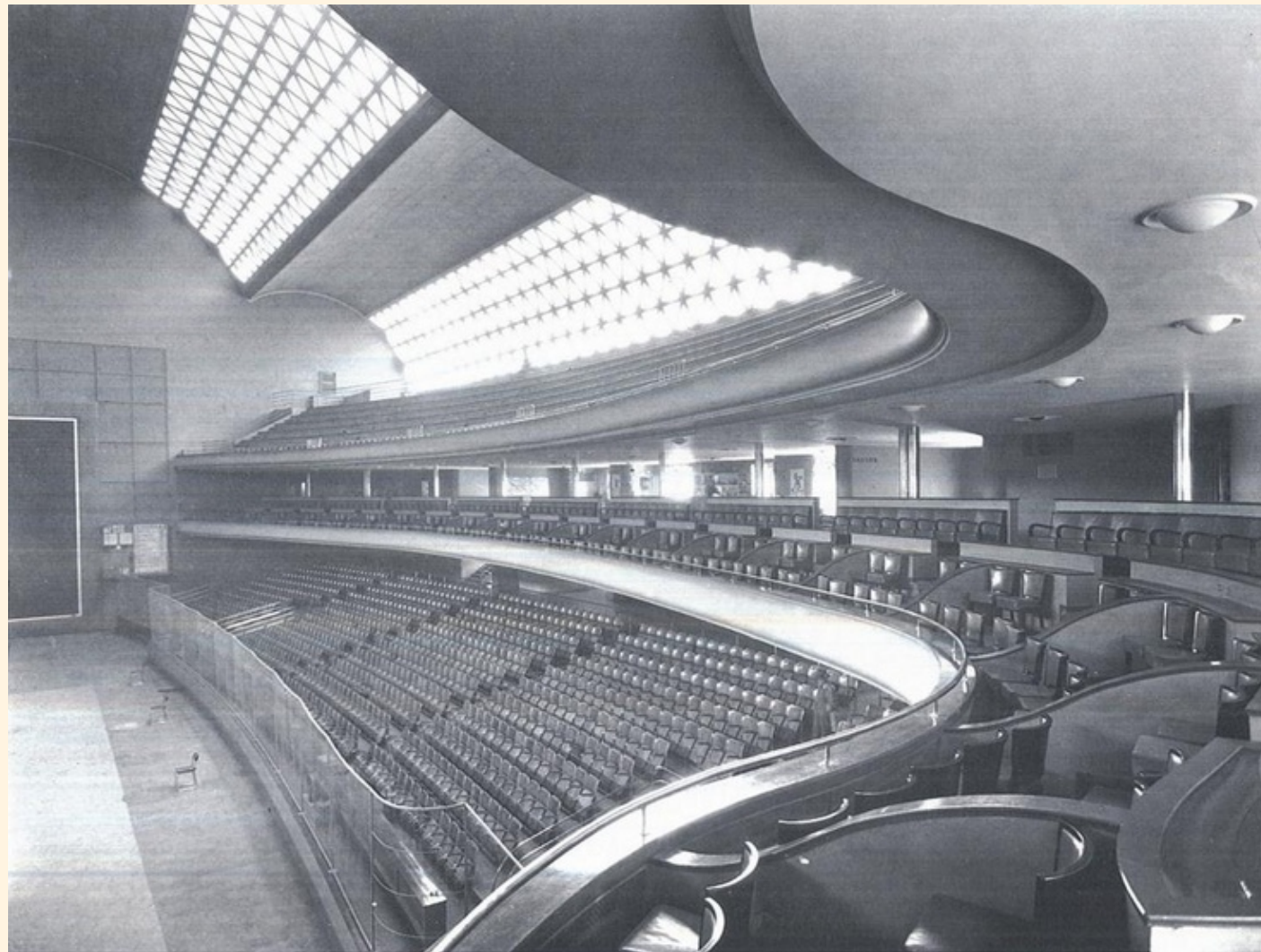
Superficie del terreno

Imagen por cortesía de tekumydrift.wordpress.com





Interés para la Ingeniería (IIIc)



Cubierta del Frontón de Recoletos
E. Torroja. Imagen por cortesía de urbanity.es





Interés para la Ingeniería (IIId)



Cubierta del Hipódromo de la Zarzuela

E. Torroja. Imagen por cortesía de www.flickr.com/photos/javier1949/14329063211





Interés para la Ingeniería (II)



Cubierta del Oceanográfico (Valencia)

F. Candela. Imagen por cortesía de mcnenipopo.blogspot.com





Interés para la Ingeniería (III)



Ciudad de las Artes y las Ciencias (Valencia)
S. Calatrava. Imagen por cortesía de [eStock Travel](#)





Interés para la Ingeniería (IIIg)



Superdome de Nueva Orleans (USA)
Imagen por cortesía de [Jacinta Quesada/FEMA](#)





Interés para la Ingeniería (IIIh)



Interior del Superdome de Nueva Orleans (USA)

Imagen por cortesía de mbsuperdome.com





Interés para la Ingeniería (III)



Estadio Olímpico (Munich)
Frei Otto. Imagen por cortesía de [Carlos Castellá](#)



Interés para la Ingeniería (IIIj)



Cubierta del Estadio Olímpico (Munich)
Frei Otto. Imagen por cortesía de recorrermundo.com





Interés para la Ingeniería (IIIk)



Torre de refrigeración en forma de hiperboloide de una hoja
Imagen por cortesía de [carrierrentals.com](https://www.carrierrentals.com)





Interés para la Ingeniería (IIIm)



Construcción de las torres de refrigeración de la central térmica de Kalisindh (India)
BGR Energy Systems Ltd. Imagen por cortesía de comansa.com





Interés para la Ingeniería (IIIn)



Airbus A380

Imagen por cortesía de www.flickr.com/photos/curimedia/5156312742





Interés para la Ingeniería (II)



Detalle del ala de un Airbus A380
Imagen por cortesía de www.airliners.net





Interés para la Ingeniería (IIIp)



Proyecto Aurora D8

NASA-MIT. Imagen por cortesía de aurora.aero





Interés para la Ingeniería (IVa)

...por lo que debemos estudiar:

- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS CURVAS,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES,
- ♣ **LA GEOMETRÍA DE LOS SÓLIDOS TRIDIMENSIONALES,**





Interés para la Ingeniería (IVb)

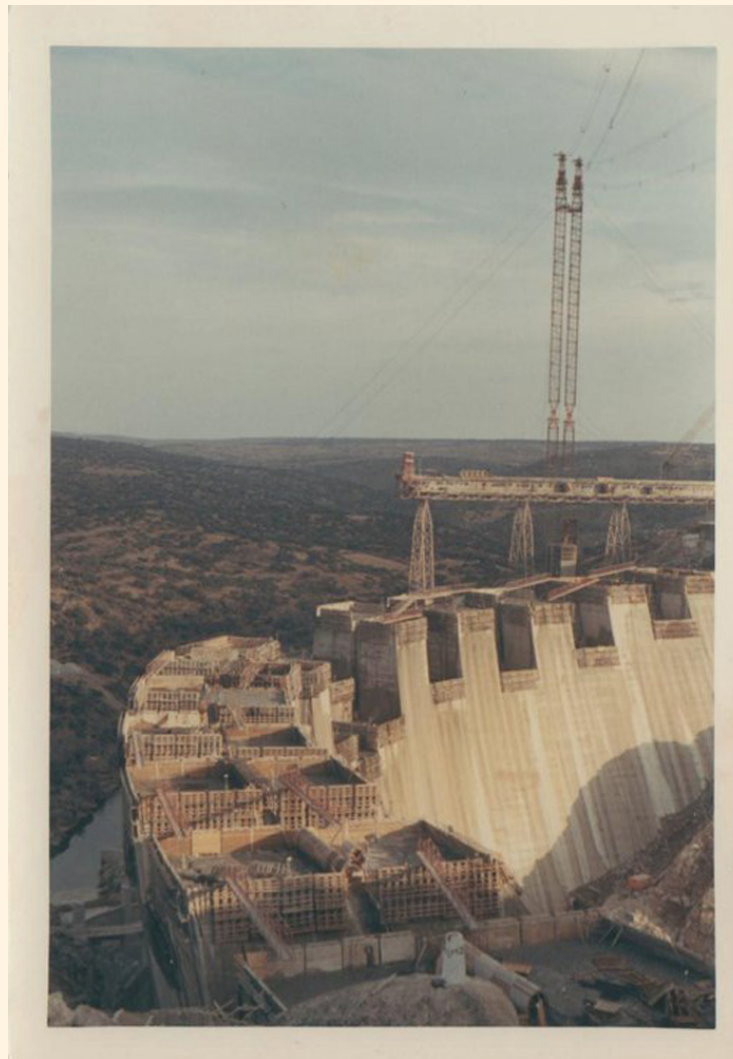


Presa de Almendra (Salamanca–Zamora)
P.M. de Guinea. Imagen por cortesía de [Archivo Iberdrola](#)





Interés para la Ingeniería (IVc)

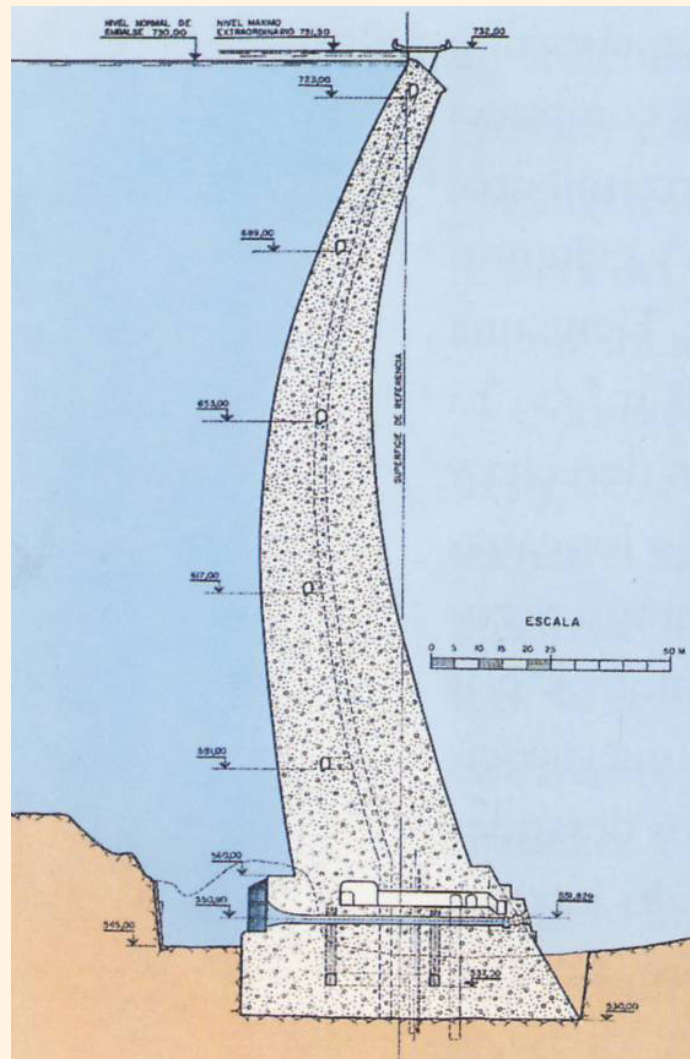


Construcción de la Presa de Almendra (Salamanca–Zamora)
P.M. de Guinea. Imagen por cortesía de bioducto.blogspot.com.es





Interés para la Ingeniería (IVd)



Sección tipo de la Presa de Almendra (Salamanca–Zamora)
P.M. de Guinea. Imagen por cortesía de bioducto.blogspot.com.es





Interés para la Ingeniería (Va)

...por lo que debemos estudiar:

- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS CURVAS,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LOS SÓLIDOS TRIDIMENSIONALES,

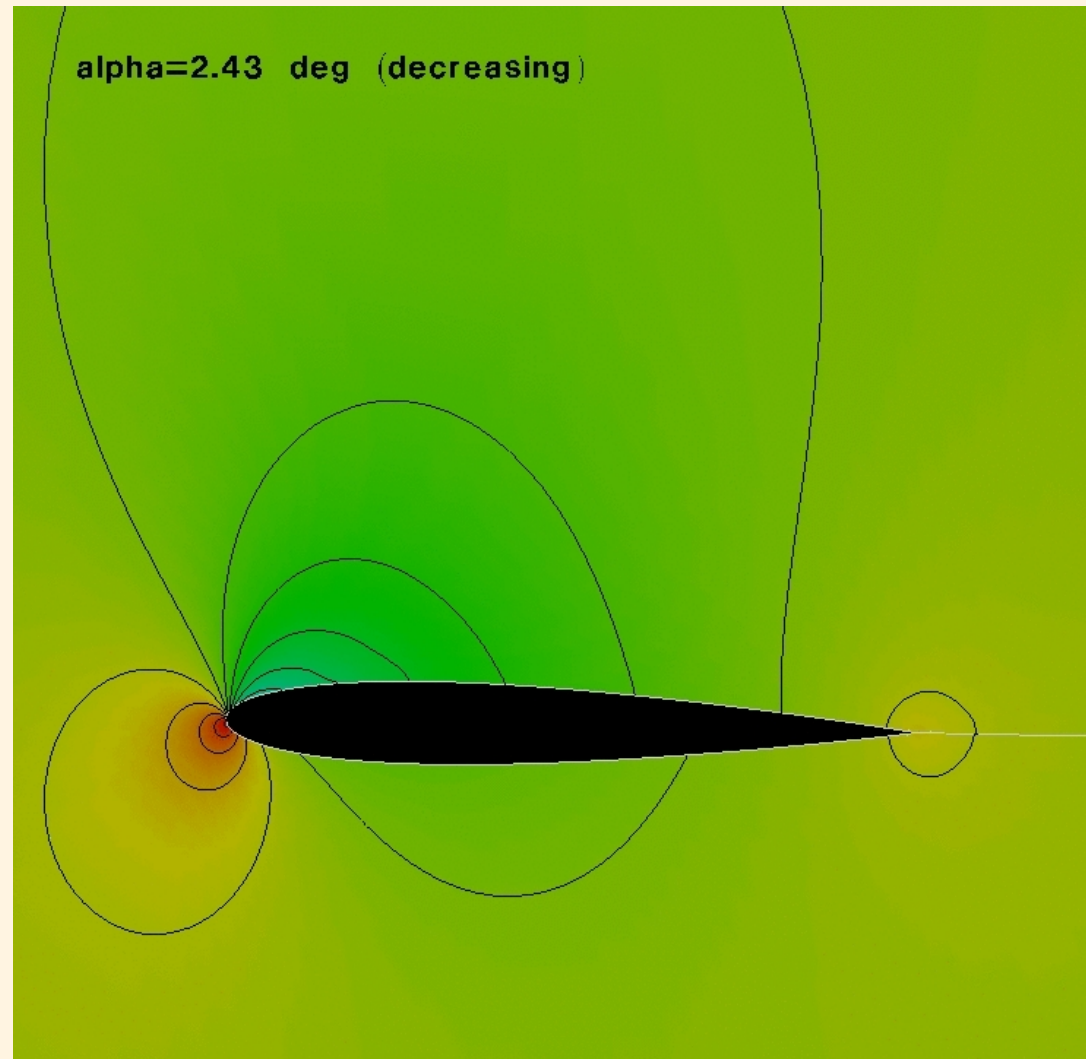
...y también:

- ♣ **LAS PROPIEDADES DE LOS CAMPOS ESCALARES,**





Interés para la Ingeniería (Vb)

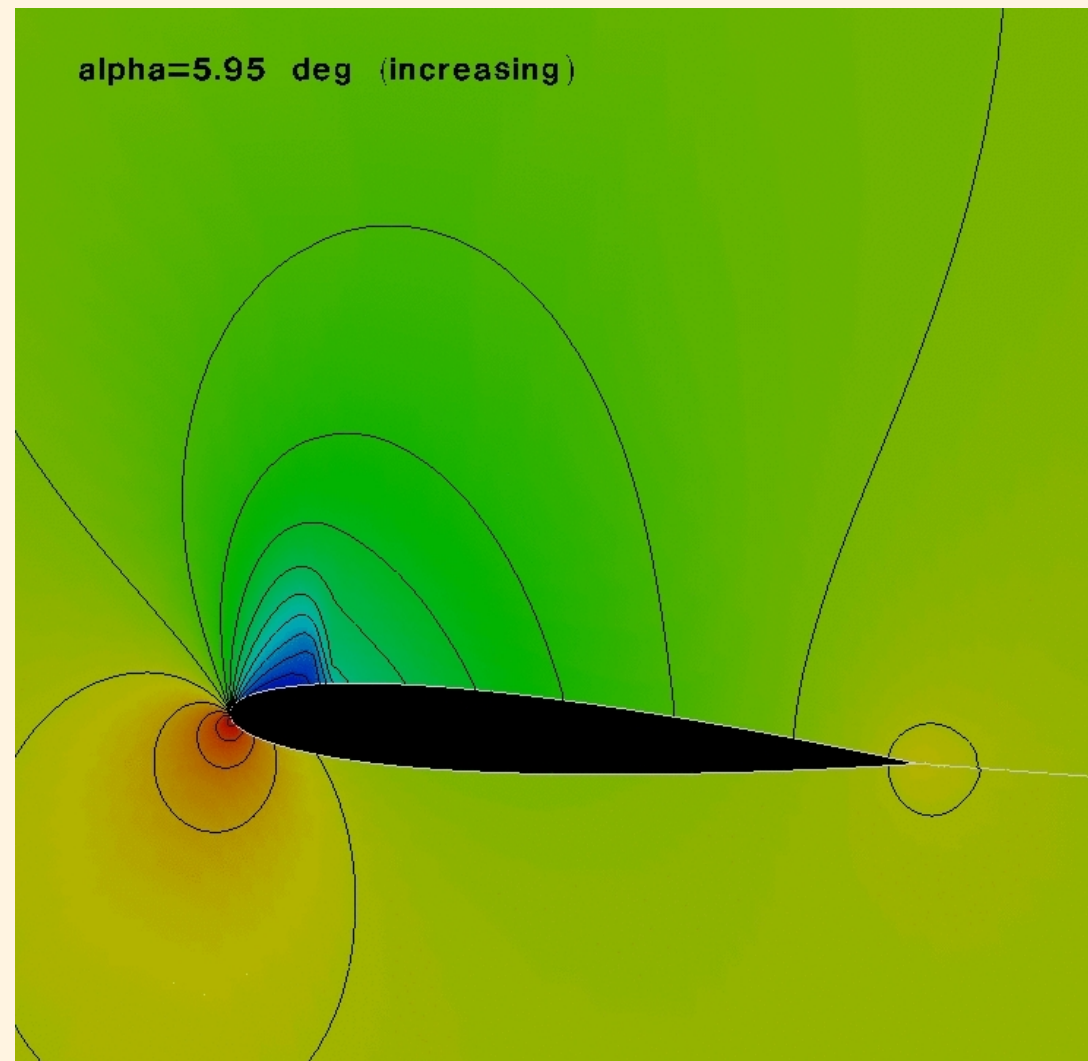


Distribución de la presión en torno a un perfil NACA (ángulo de ataque = 2.43 grados)
Imagen por cortesía de cfl3d.larc.nasa.gov





Interés para la Ingeniería (Vc)

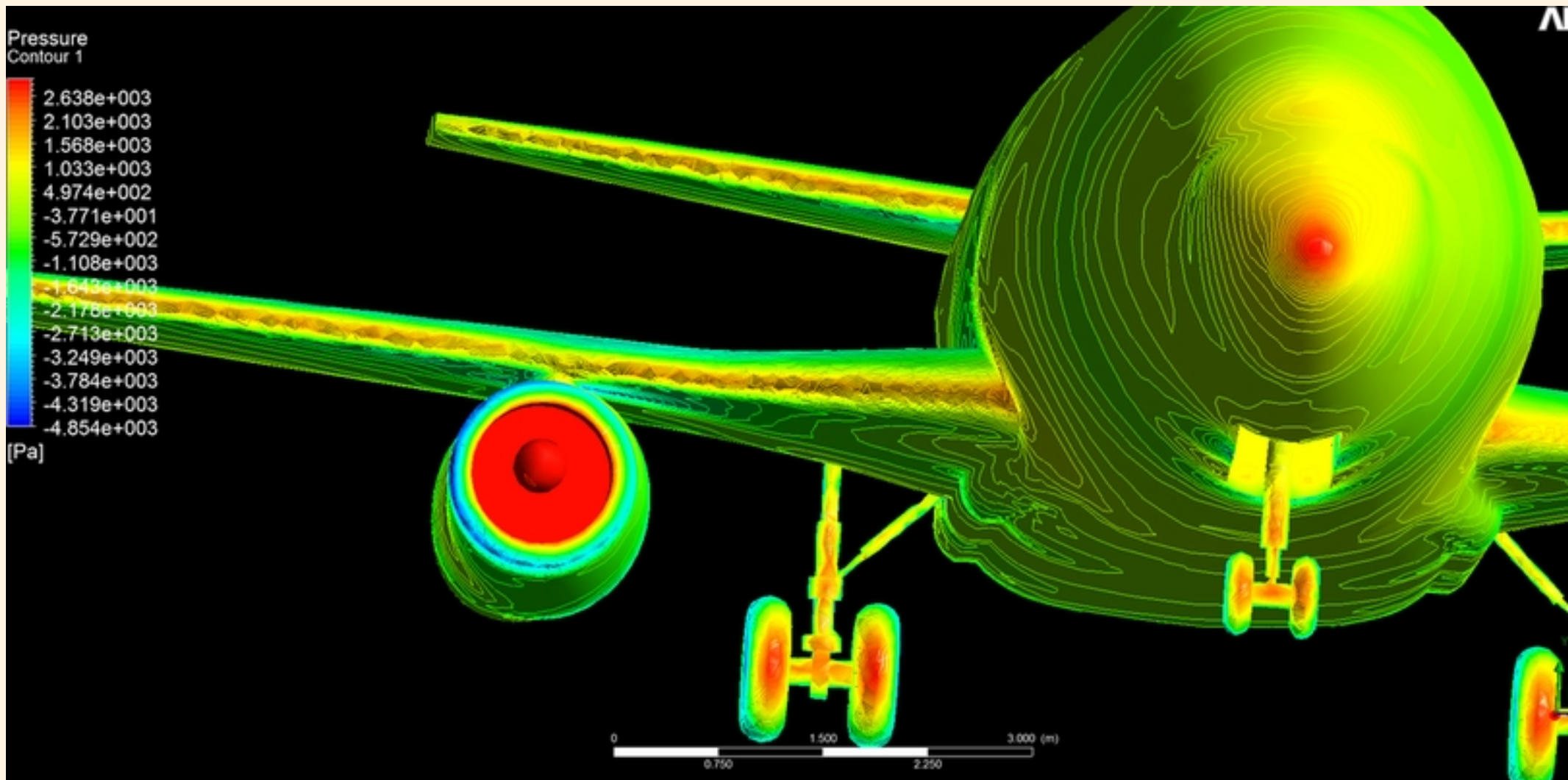


Distribución de la presión en torno a un perfil NACA (ángulo de ataque = 5.95 grados)
Imagen por cortesía de cfl3d.larc.nasa.gov





Interés para la Ingeniería (Vd)

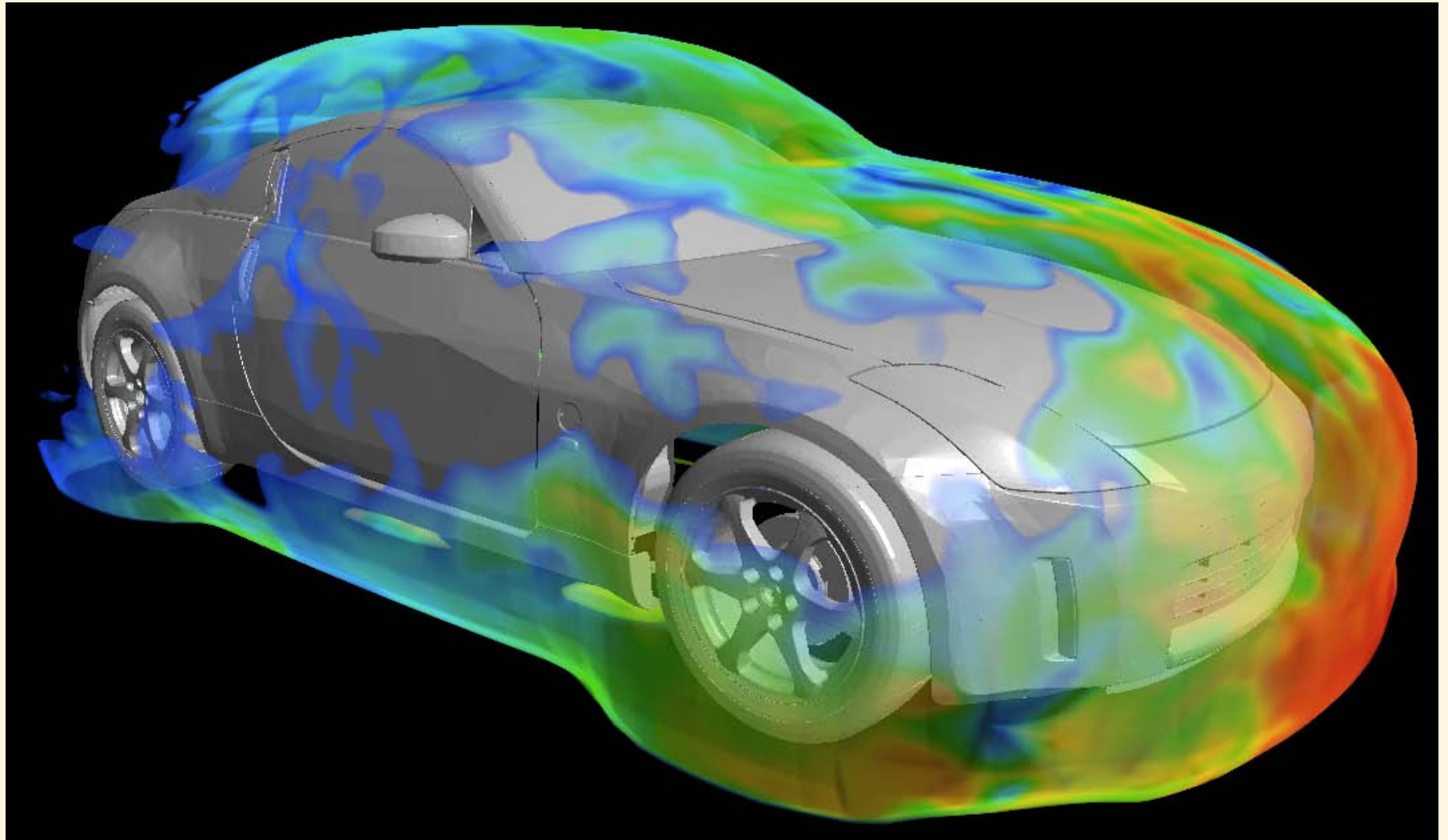


Distribución de la presión sobre el fuselaje de un avión
Imagen por cortesía de cfd2012.com





Interés para la Ingeniería (Ve)

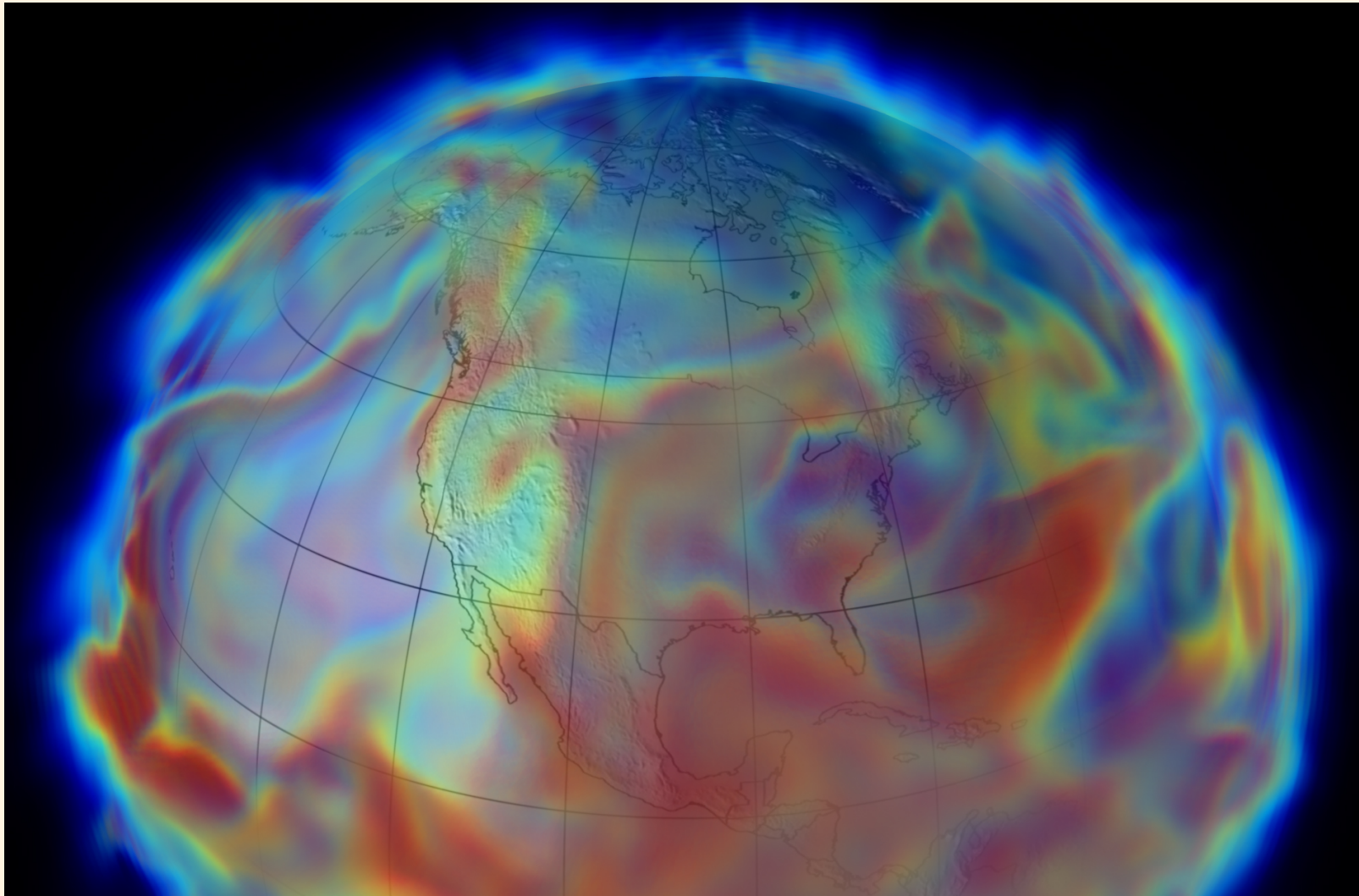


Temperatura a cierta distancia de la superficie de un vehículo
Imagen por cortesía de vidi.cs.ucdavis.edu/research/parallelvis





Interés para la Ingeniería (Vf)



Humedad en la atmósfera el 17 de Junio de 1993
Imagen por cortesía de www.nasa.gov





Interés para la Ingeniería (VIa)

...por lo que debemos estudiar:

- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS CURVAS,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LOS SÓLIDOS TRIDIMENSIONALES,

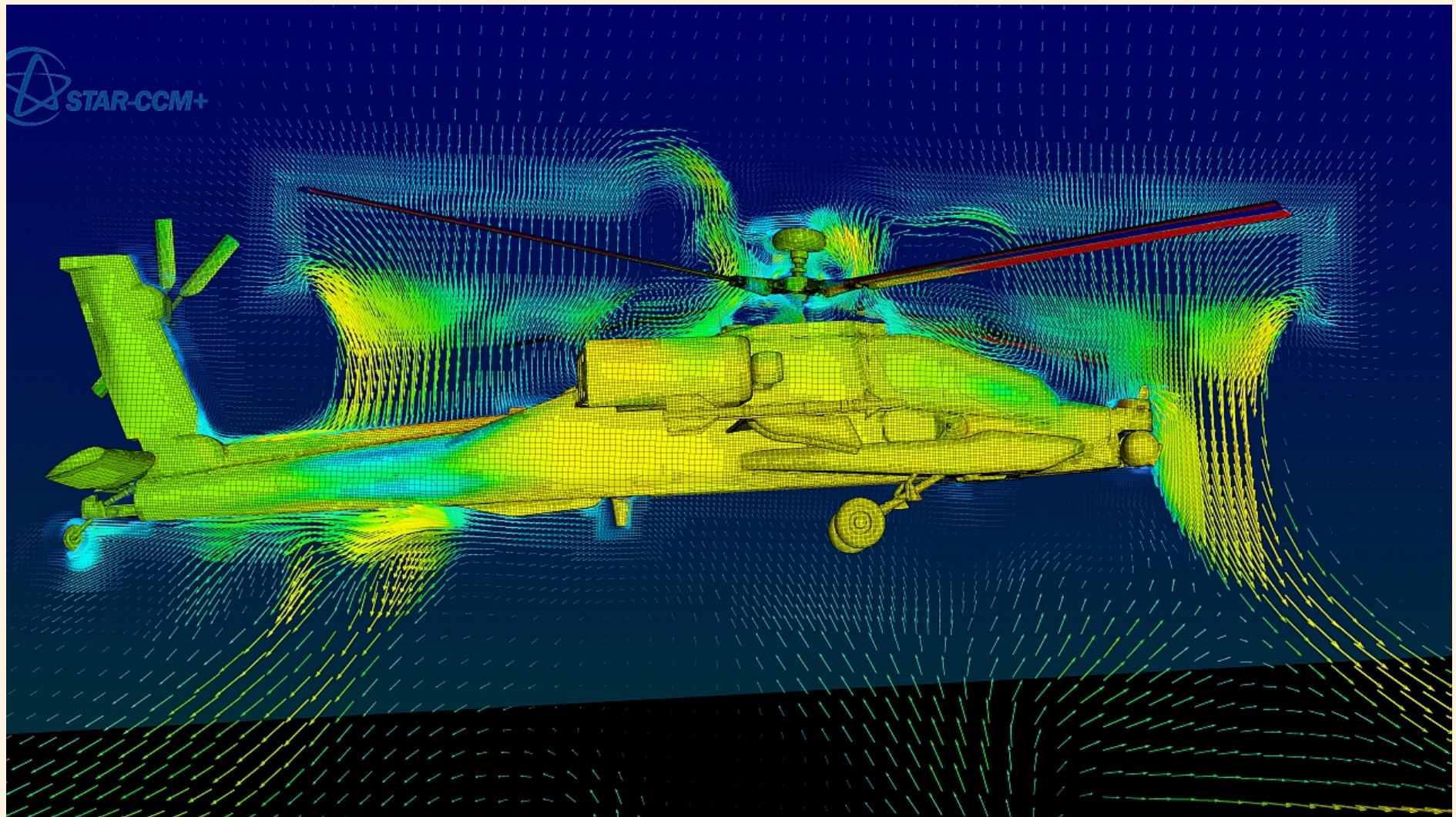
...y también:

- ♣ LAS PROPIEDADES DE LOS CAMPOS ESCALARES,
- ♣ **LAS PROPIEDADES DE LOS CAMPOS VECTORIALES,**





Interés para la Ingeniería (VIb)



Vectores velocidad en el plano central de un helicóptero Apache
Imagen por cortesía de www.cd-adapco.com





Interés para la Ingeniería (VIc)



Flujo en torno a un vehículo

Imagen por cortesía de [en.wikipedia.org/wiki](https://en.wikipedia.org/wiki/Streamlines) (Streamlines, streaklines, and pathlines)





Interés para la Ingeniería (VId)



Presión y líneas de corriente producidas por un ciclista
Imagen por cortesía de www.shu.ac.uk/research/cser





Interés para la Ingeniería (Vle)



Presión y líneas de corriente producidas por un ciclista
Imagen por cortesía de www.cd-adapco.com





Interés para la Ingeniería (Vlf)

...por lo que debemos estudiar:

- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS CURVAS,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES,
- ♣ LA GEOMETRÍA DE LOS SÓLIDOS TRIDIMENSIONALES,

...y también:

- ♣ LAS PROPIEDADES DE LOS CAMPOS ESCALARES,
- ♣ LAS PROPIEDADES DE LOS CAMPOS VECTORIALES Y
- ♣ **LAS PROPIEDADES DE LOS CAMPOS TENSORIALES.**





Interés para la Ingeniería (VII)

Algunos vídeos para reflexionar:

- 1.– [Dolsan Grand Bridge: desplazamientos y presiones sobre la estructura](#)
- 2.– [Colapso del Puente de Tacoma](#)
- 3.– [Apertura controlada de los aliviaderos de la Presa del Lago Conroe](#)
- 4.– [Apertura de aliviadero](#)
- 5.– [Turbulencia producida por la pala de una aeroturbina](#)





Fundamentos de Mecánica Computacional

- **Ampliación de Cálculo y Álgebra:**
 - ▷ Espacios Euclídeos
 - ▷ Integración Múltiple
 - ▷ Cálculo de Variaciones
- **Geometría Diferencial:**
 - ▷ Geometría de Curvas → Integración a lo largo de una línea
 - ▷ Geometría de Superficies → Integración sobre una superficie
- **Análisis Tensorial:**
 - ▷ Coordenadas Curvilíneas
 - ▷ Espacios de Riemann → Integración en variedades
- **Teoría de Campos:**
 - ▷ Campos en Medios Continuos → Descripciones Lagrangiana y Euleriana
 - ▷ Operadores Diferenciales → Gradiente, Divergencia y Rotacional
 - ▷ Teoremas Integrales → Stokes, Green, Gauss–Ostrogradsky
- **ECUACIÓN DE CONSERVACIÓN DE EULER**

