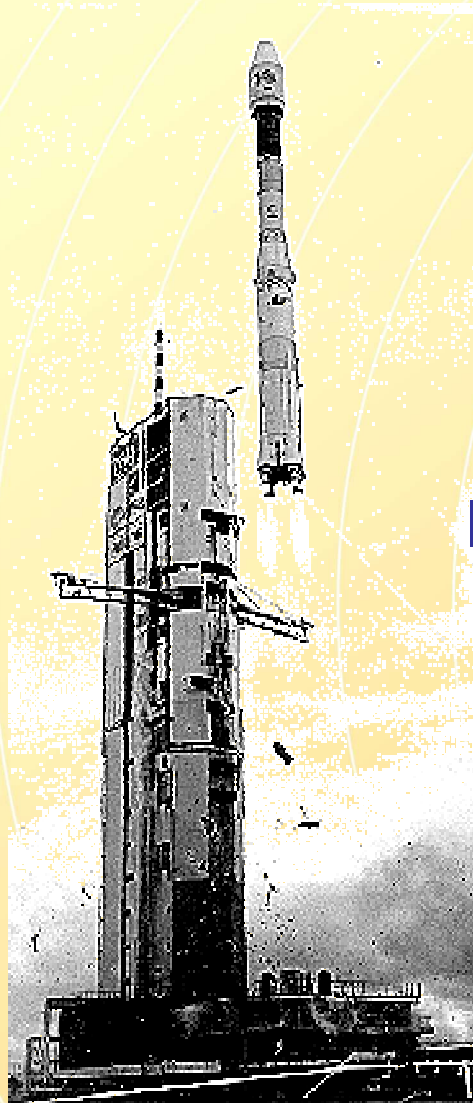




E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ALGUNAS ACTUACIONES DE LA UPM EN EL SECTOR EÓLICO ESPAÑOL E INTERNACIONAL

José Meseguer

Instituto Universitario de Microgravedad
“Ignacio Da Riva” (IDR/UPM)

E.T.S.I. Aeronáuticos. Universidad
Politécnica de Madrid

www.idr.upm.es

Actuaciones de la UPM en el sector eólico

- **1. Introducción**
- **2. Retos a encarar por el sector europeo**
- **3. Actividades en el entorno de IDR/UPM**

• 1. Introducción

- 1.1. Panorama de las actividades de I+D+i relacionadas con la energía en UPM
- 1.2. Situación en otras universidades españolas
- 1.3. Conexiones con el sector industrial

¿Qué es IDR/UPM?



IDR/UPM es uno de los cinco Institutos Universitarios de la Universidad Politécnica de Madrid

Doctores: 13 (7 C.U., 6 T.U.)

Titulados superiores: 4

Titulados técnicos: 2

Personal auxiliar: 2 (+4)

Doctorandos: 4



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



E.T.S.I. AERONÁUTICOS
CIUDAD UNIVERSITARIA



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



IDR: Indicadores en el periodo 2004 a 2006

Tesis doctorales: 5

Publicaciones internacionales: 26*

Comunicaciones en congresos: 19

**Proyectos en convocatoria pública (ES, UE,...):
15**

Contratos con la industria: 23

*Con índice de impacto en el primera mitad de su campo de conocimiento

Control térmico de naves espaciales

Microgravedad: SPACELAB, TEXUS..

Instrumentación embarcada

UPM Sat

Ensayos en túnel aerodinámico

Aerodinámica de aerogeneradores

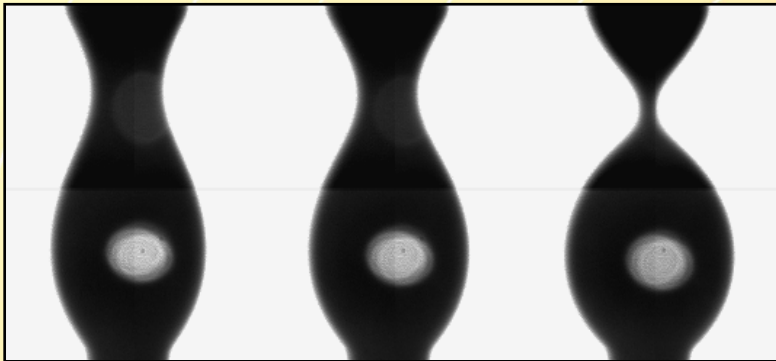
Control térmico de naves espaciales

Desde 1974 se trabaja para la Agencia Europea del Espacio (ESA) en la recopilación y actualización del manual oficial de la Agencia para el control térmico de vehículos espaciales

Spacecraft Thermal Control Data Handbook

ESA PSS 03-108

Microgravedad: SPACELAB, TEXUS..



**Estudios teóricos y
experimentales sobre el
comportamiento de líquidos en
condiciones de baja gravedad**



Instrumentación embarcada

OSIRIS ROSETTA (ESA)

OSIRIS: sistema de cámaras dual para el estudio del núcleo y la emisión de polvo y gas de un cometa.



SUNRISE

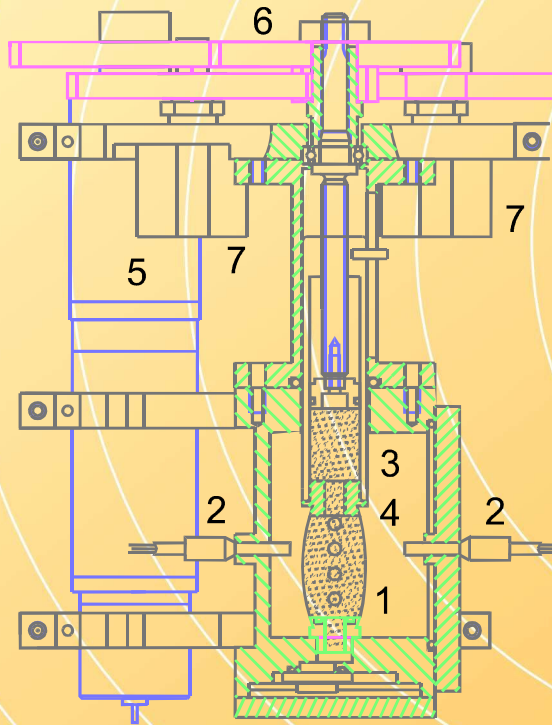
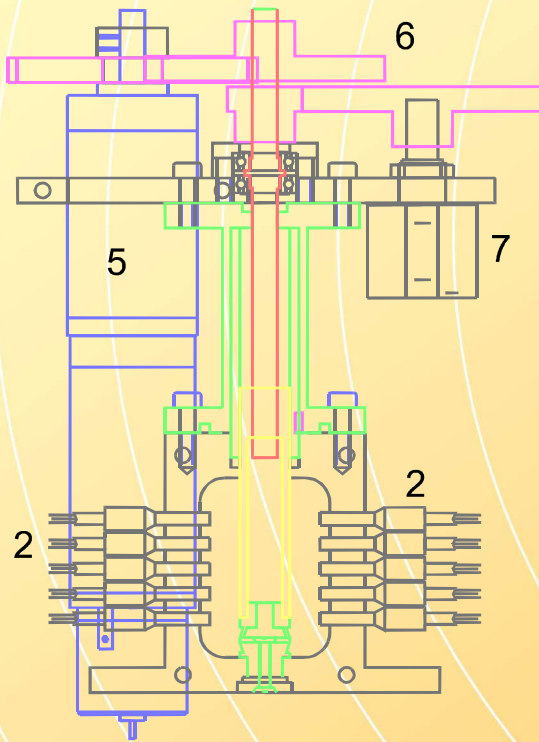
Telescopio embarcado para el estudio de la estructura y la dinámica del campo magnético solar

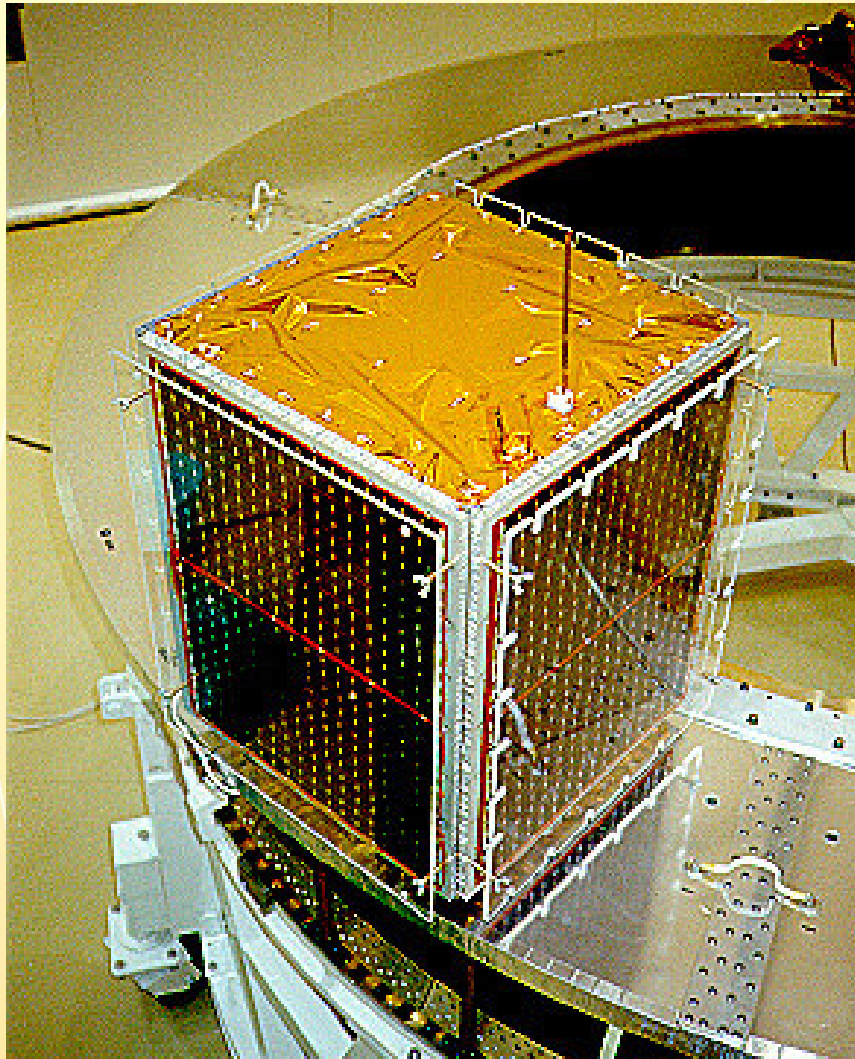


Instrumentación embarcada

CPLM (Minisat 1)

Módulo para la experimentación con fluidos en microgravedad.





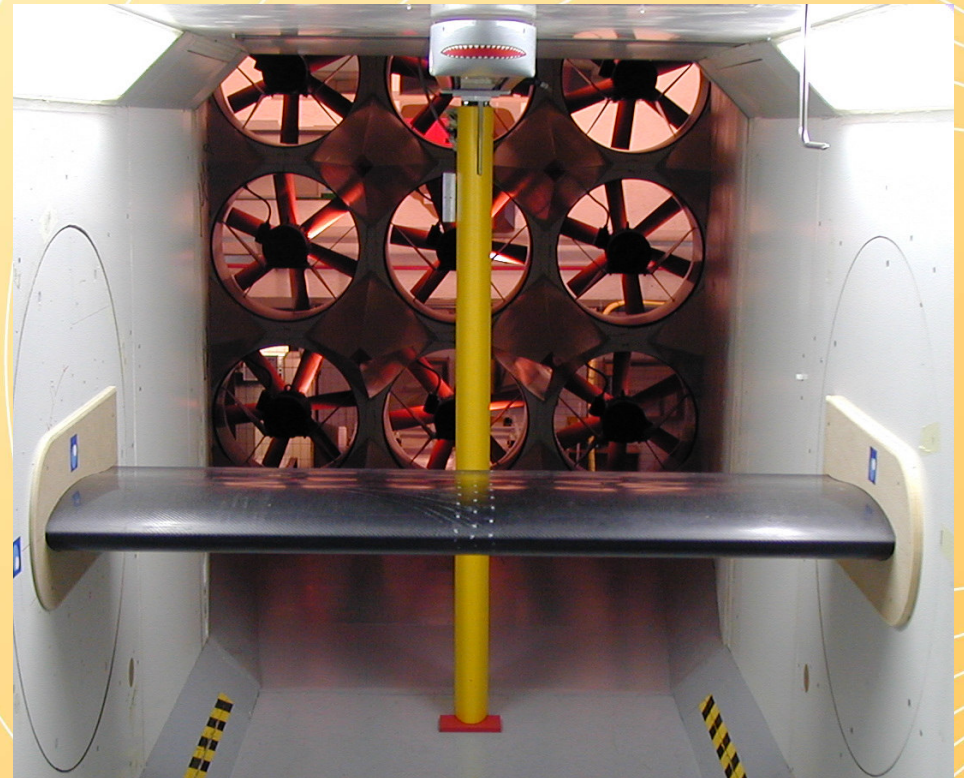
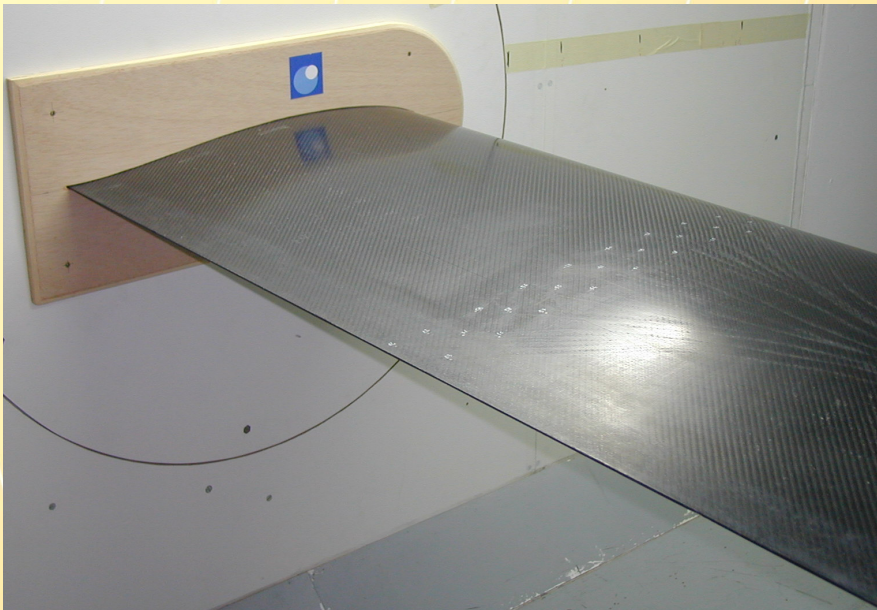
UPM Sat

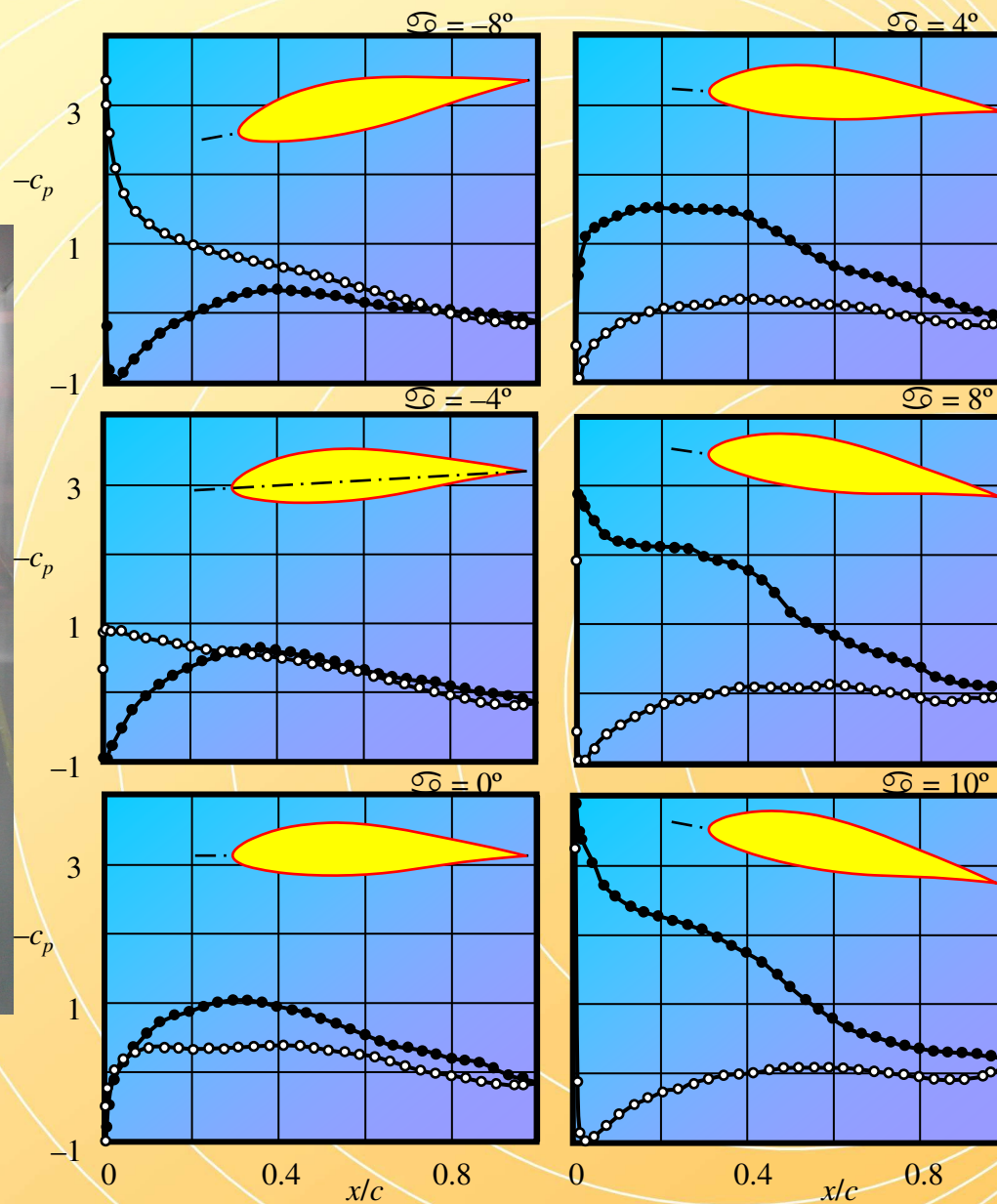
- Masa: 47 kg
- Orbita: polar, heliosíncrona, 670 km
- Estructura: aluminio
- Estabilización: magnética
- Control térmico: pasivo
- Energía: 3-Si. 1-GaAS
- Lanzamiento: Ariane 4-40
(7 de Julio de 1995)
- Vida operativa: 7 meses

UPM Sat



Ensayos en túnel aerodinámico



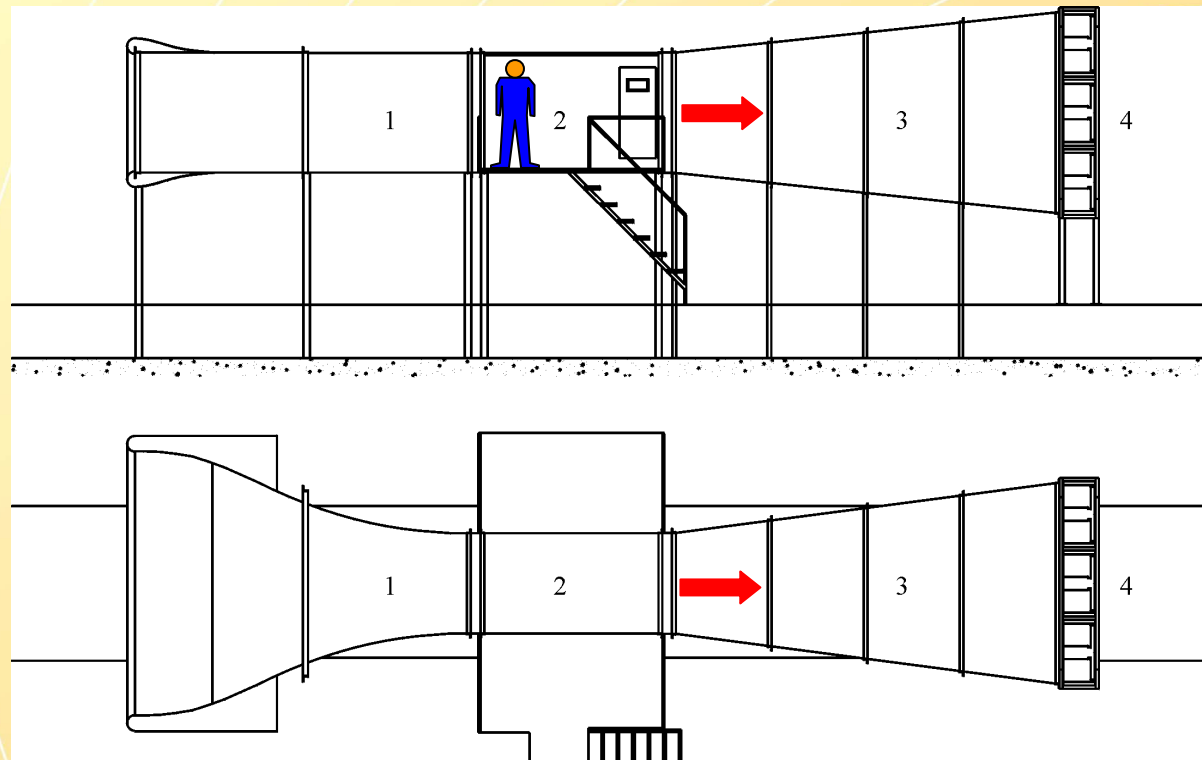


Túneles de IDR/UPM

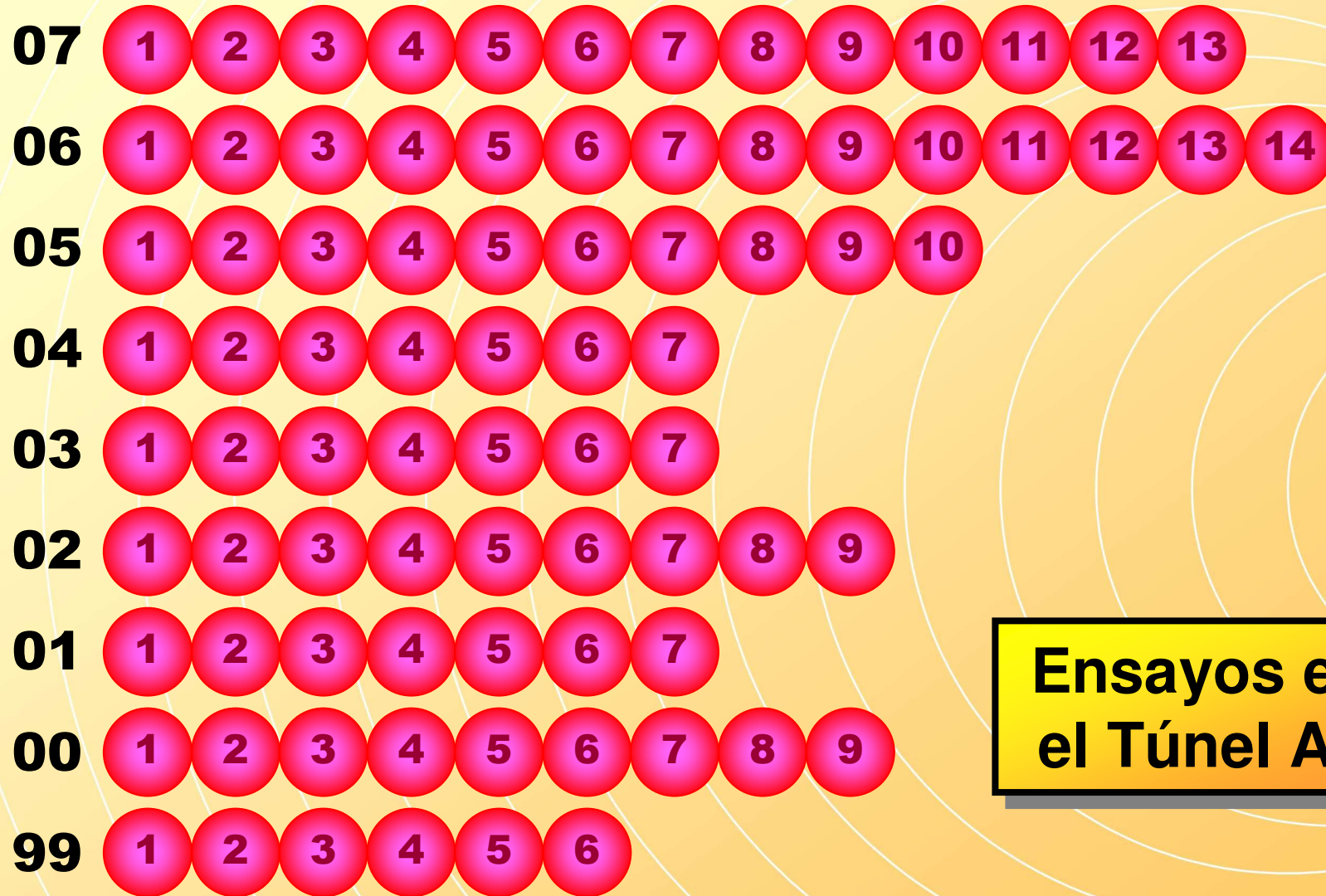
Túnel	a [m]	b [m]	c [m]	l [m]	$V_{\max}$ [m/s]	Aplicaciones
A9	1.50	1.80	3.00	15.0	28.0	Cargas estáticas y dinámicas
S4	0.90	0.90	2.00	12.0	26.0	Calibración de anemómetros
S1C	0.15	0.80	1.20	9.6	30.0	Cargas estáticas y dinámicas
A4C	0.20	1.80	1.80	7.5	35.0	Cargas estáticas y dinámicas

Túnel	a [m]	b [m]	c [m]	l [m]	$V_{\max}$ [m/s]	Aplicaciones
A16cla	2.20	2.20	20.00	40.0	30.0	Cargas estáticas y dinámicas
A6	0.50	2.90	3.20	14.5	36.0	Cargas estáticas y dinámicas
S4/2	0.90	0.90	2.00	12.0	26.0	Calibración de anemómetros
S4/3	0.90	0.90	2.00	12.0	26.0	Calibración de anemómetros

IDR/UPM: Túnel A9



**1: contracción, 2: cámara de ensayos,
3: adaptador, 4: motores**



**Ensayos en
el Túnel A9**

Aerodinámica de aerogeneradores



- **1. Introducción**

1.1. Panorama de las actividades de I+D+i relacionadas con la energía eólica en la UPM

1.2. Situación en otras universidades españolas

1.3. Conexiones con el sector industrial



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

- E.T.S. Arquitectura
- E.T.S.I. Aeronáuticos (IDR/UPM)
- E.T.S.I. Agrónomos
- E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos
- E.T.S.I. Industriales
- E.T.S.I. Minas
- E.T.S.I. Montes
- E.T.S.I. Navales
- E.T.S.I. Telecomunicación
- E.T.S.I. en Topografía, Geodesia y Cartografía

- Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)
- Facultad de Informática
- E. Politécnica de Enseñanza Superior
- E.U. de Arquitectura Técnica
- E.U. de Informática
- E.U.I.T. Aeronáutica
- E.U.I.T. Agrícola
- E.U.I.T. Forestal
- E.U.I.T. Industrial
- E.U.I.T. Obras Públicas
- E.U.I.T. Telecomunicación

- **1. Introducción**

1.1. Panorama de las actividades de I+D+i relacionadas con la energía eólica en la UPM

1.2. Situación en otras universidades españolas

1.3. Conexiones con el sector industrial

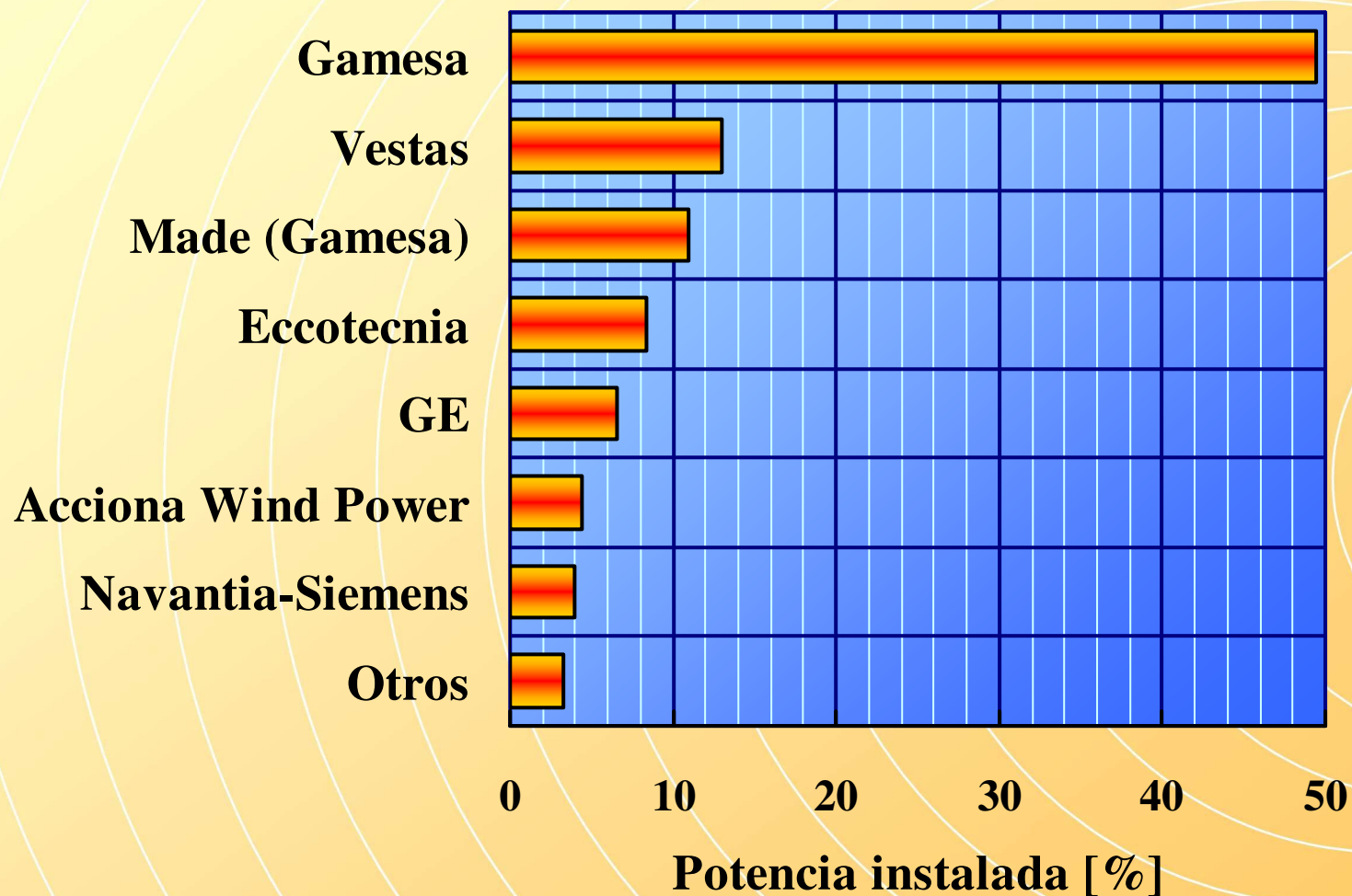


● 1. Introducción

1.1. Panorama de las actividades de I+D+i relacionadas con la energía eólica en la UPM

1.2. Situación en otras universidades españolas

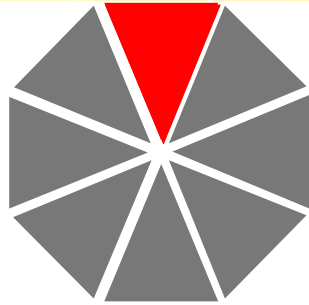
1.3. Conexiones con el sector industrial





E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



Gamesa

AERODINÁMICA EXPERIMENTAL
INSTRUMENTACIÓN
FORMACIÓN



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Vestas®

Vestas Mediterranean

España

Francia

Grecia

Italia

Portugal

AERODINÁMICA

FORMACIÓN

Vestas Latinoamérica & Caribe

Argentina

Actuaciones de la UPM en el sector eólico

- 1. Introducción
- 2. Retos a encarar por el sector europeo
- 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



Prioritising Wind Energy Research

Strategic Research Agenda of the Wind Energy Sector

2020

About EWEA

EWEA is the voice of the wind industry - actively promoting the utilisation of wind power in Europe and worldwide.

EWEA members from over 40 countries include 230 companies, organisations, and research institutions. EWEA members include manufacturers covering 98% of the world wind power market, component suppliers, research institutes, national wind and renewables associations, developers, electricity providers, finance and insurance companies and consultants. This combined strength makes EWEA the world's largest renewable energy association.

The EWEA Secretariat is located in Brussels at the Renewable Energy House. The Secretariat co-ordinates international policy, communications, research, and analysis. It co-ordinates various European projects, hosts events and supports the needs of its members.

EWEA is a founding member of the European Renewable Energy Council (EREC), which groups the 6 key renewables industries and research associations under one roof.

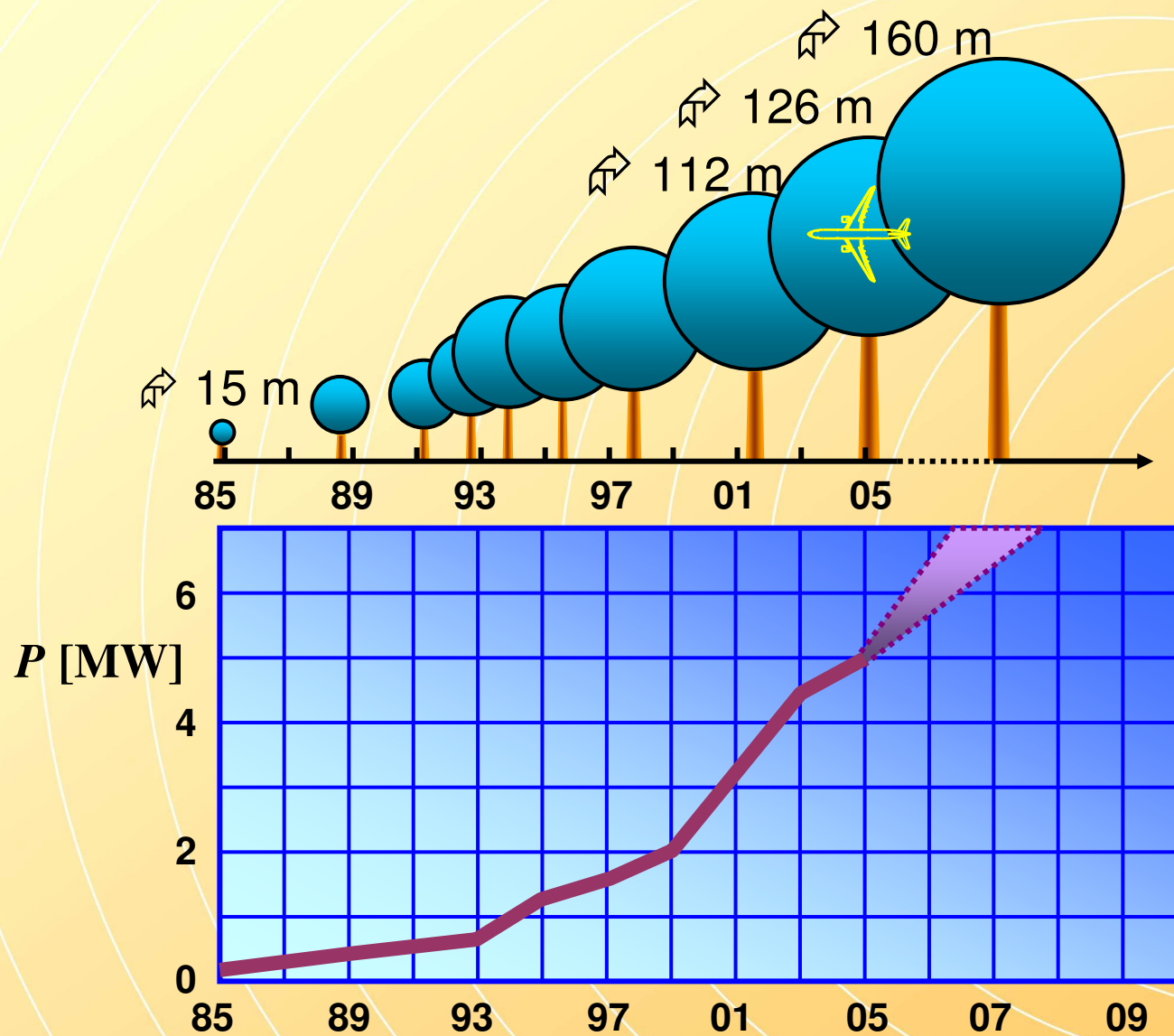
Publisher: European Wind Energy Association

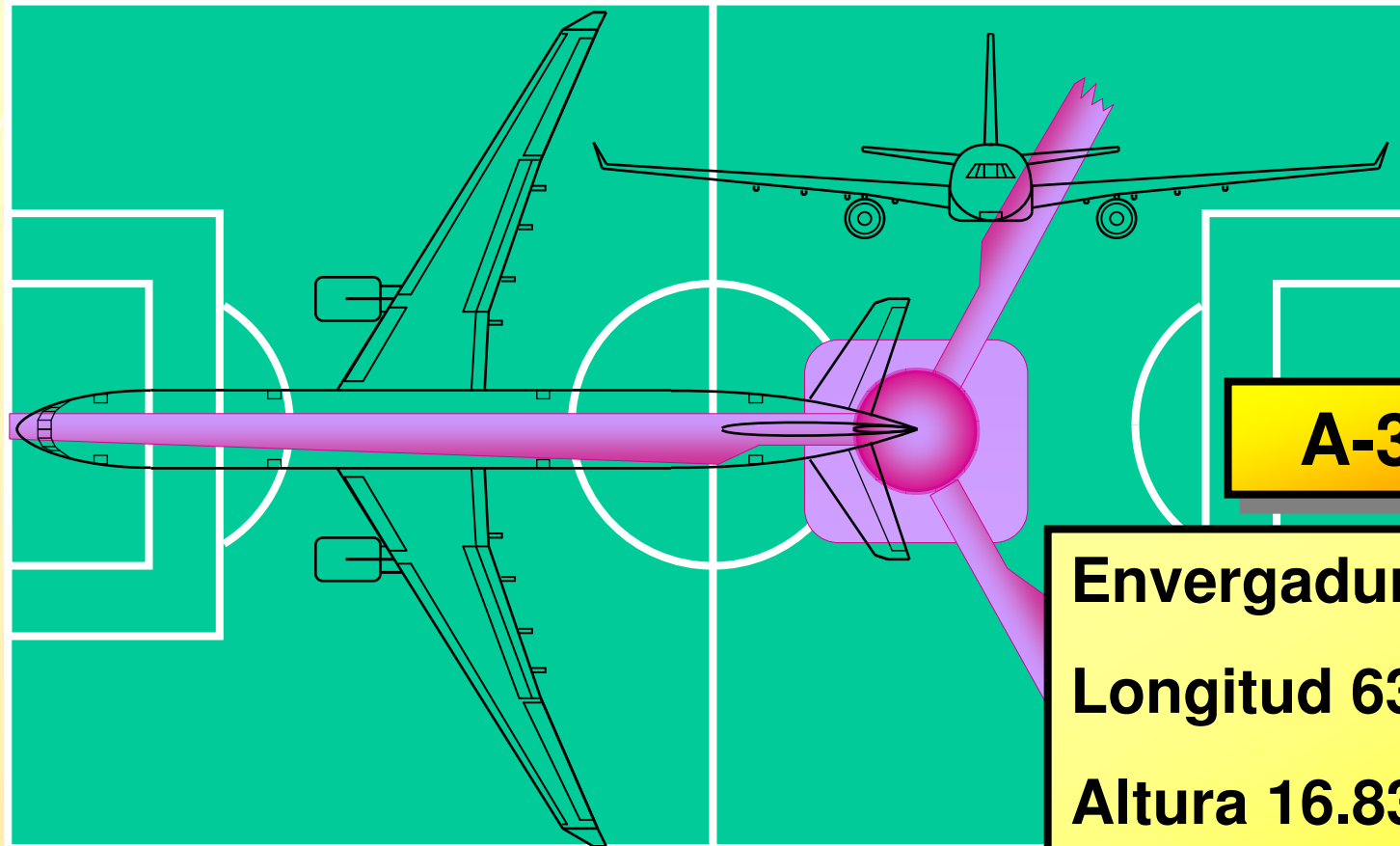


T: +32 2 546 1940 · F: +32 2 546 1944
ewea@ewea.org · www.ewea.org



Supported by the
European Commission





A-330

Envergadura 60.30 m

Longitud 63.69 m

Altura 16.83 m

Diámetro 5.64

● 2. Retos a encarar por el sector europeo

2.1. Mapa de recursos eólicos (caracterización del viento)

2.2. Retos tecnológicos de la nueva generación de aerogeneradores

2.3. Integración y operación de campos eólicos

2.4. Integración de la energía eléctrica de origen eólico en las redes de suministro eléctrico

2.5. Impacto medioambiental de la energía eólica

2.6. Normas de estandarización y de certificación

2.7. Infraestructuras de apoyo a la I+D+i

2.8. Prioridades en las actividades de I+D+i

Actuaciones de la UPM en el sector eólico

- 1. Introducción
- 2. Retos a encarar por el sector europeo
- 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

- 3.1. Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)
- 3.2. Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)
- 3.3. Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)
- 3.4. Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)
- 3.5. Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)
- 3.6. Infraestructuras (túnel para GAMESA)
- 3.7. Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

3.1. Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)

- Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)
- Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)
- Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)
- Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)
- Infraestructuras (túnel para GAMESA)
- Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)



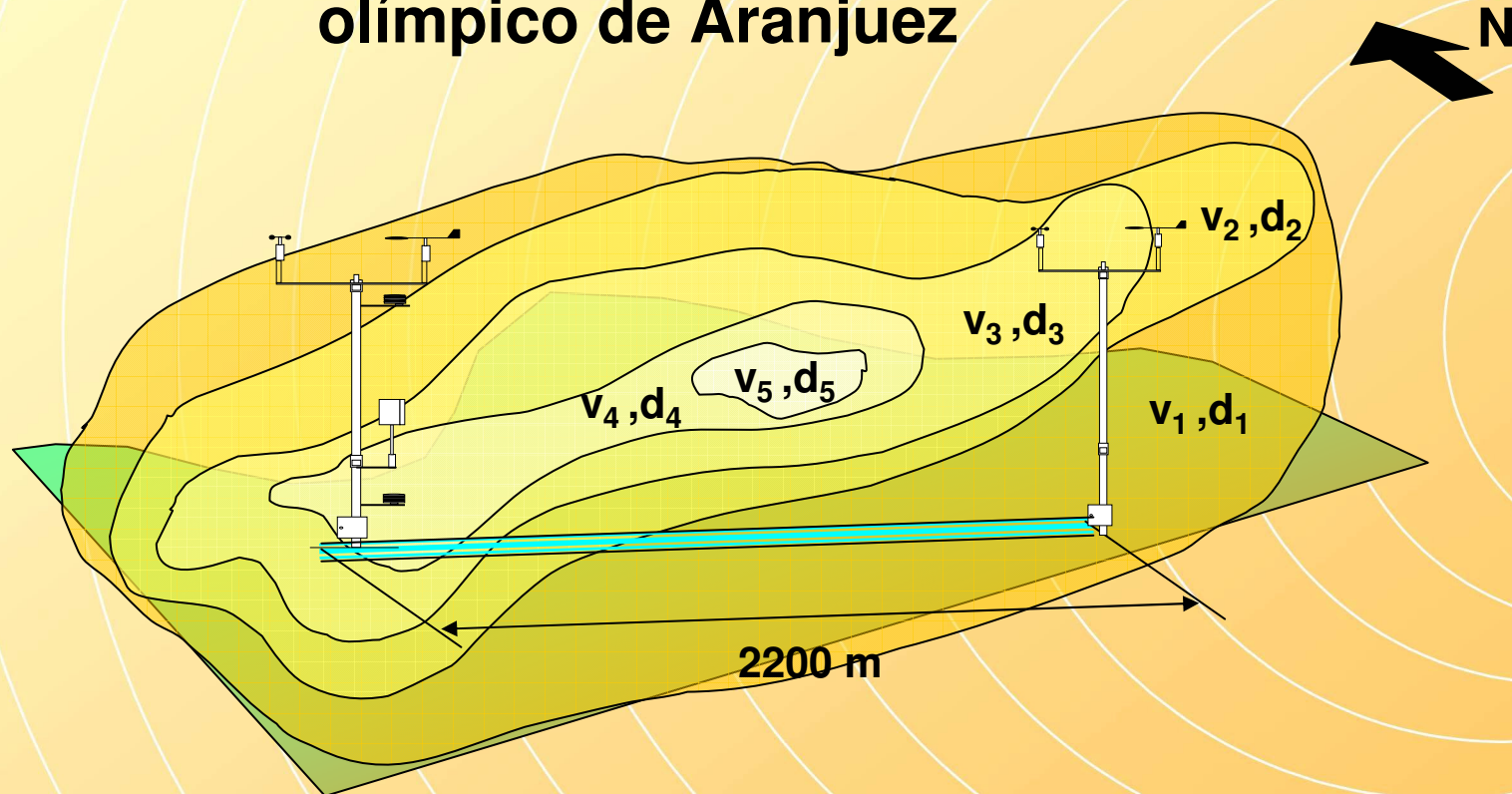
3.1. Caracterización del viento (Madrid)

3.1. Caracterización del viento (Aranjuez)



3.1. Caracterización del viento (Aranjuez)

Determinación de las características de campo de viento en el entorno del canal olímpico de Aranjuez



● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

- Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)

3.2. Retos tecnológicos (guía de diseño, caracterización de estelas, Windleader)

- Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)
- Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)
- Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)
- Infraestructuras (túnel para GAMESA)
- Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

3.2. Retos tecnológicos

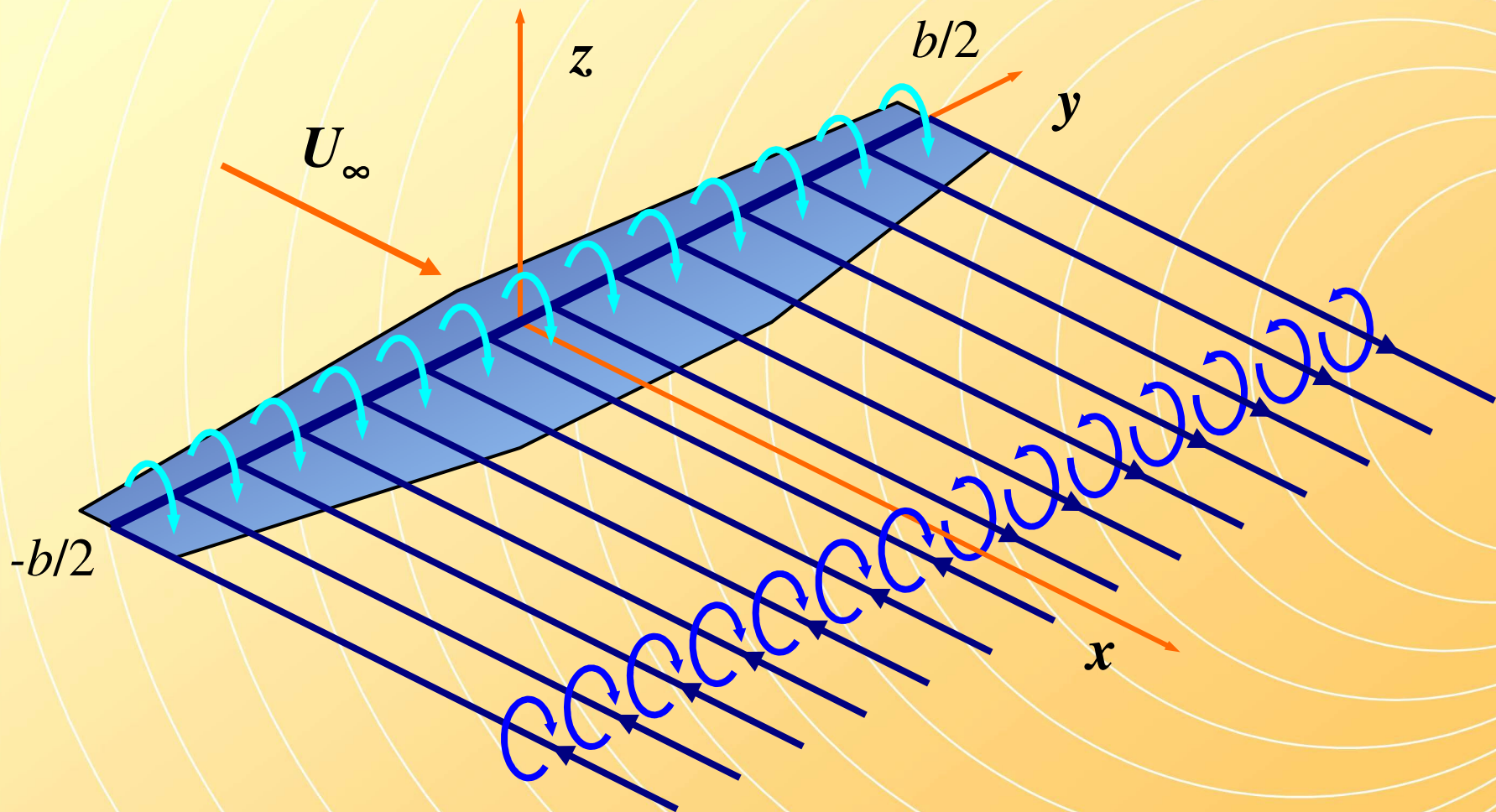
Guía de diseño de aerogeneradores

**Generación de conocimiento
respecto al uso de la energía
eólica y en la aplicación de
las normativas que
garanticen la seguridad
estructural de las
instalaciones**

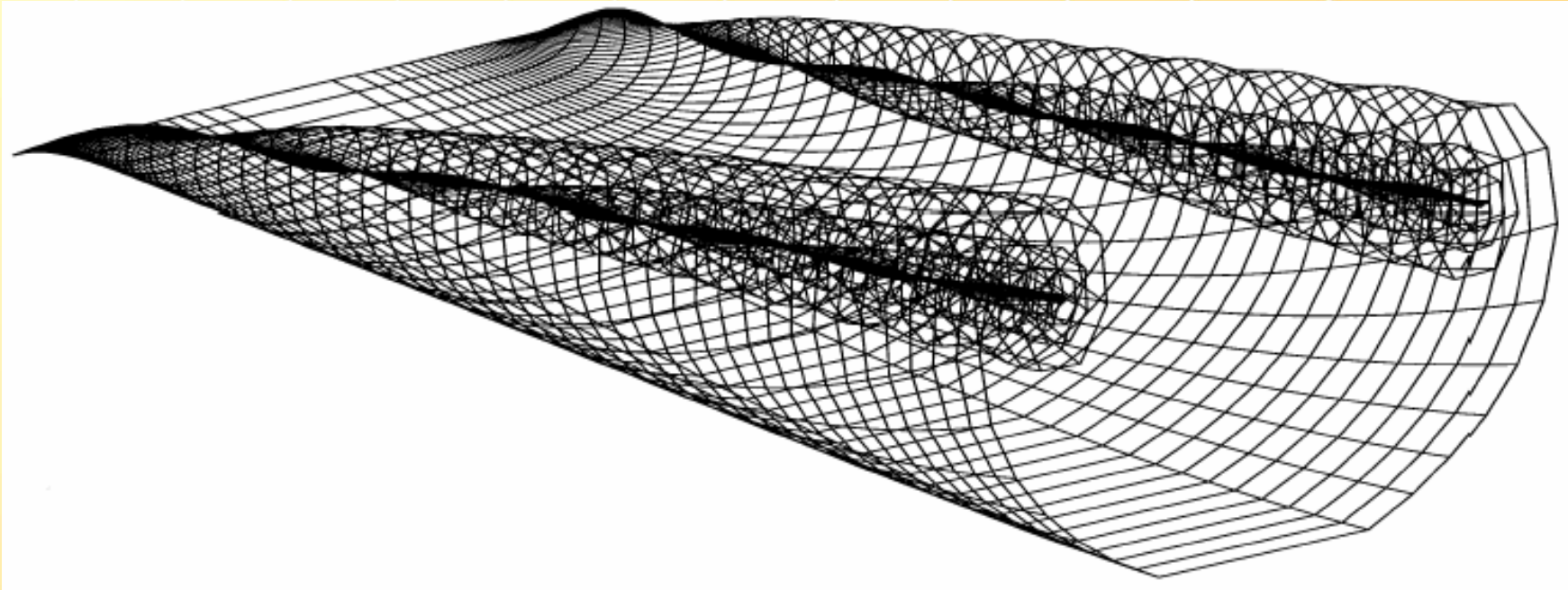
**ECOTECNIA
BARLOVENTO
DESA
CENER
GAMESA EÓLICA
IDR-UPM**

3.2. Retos tecnológicos

Caracterización de estelas



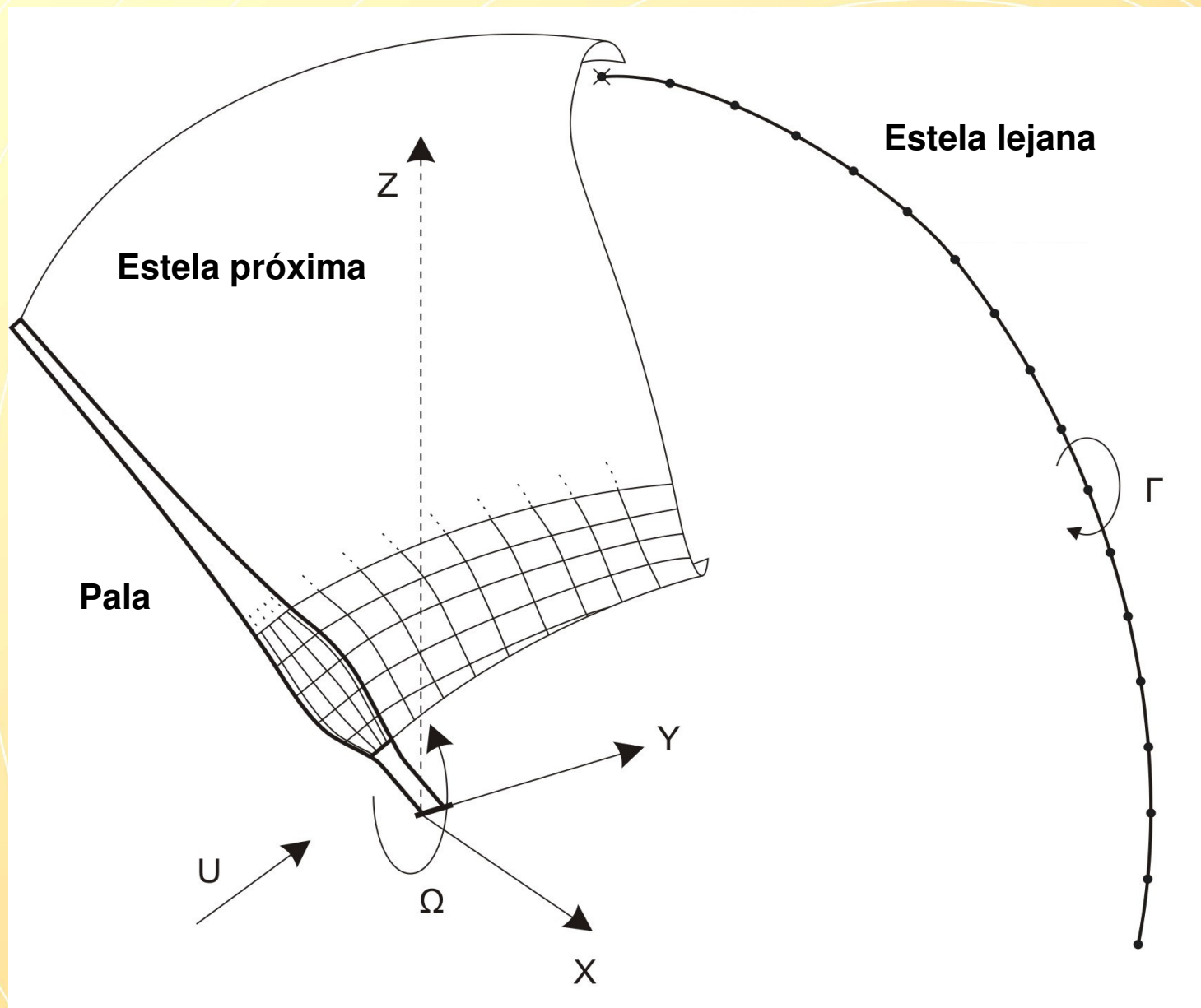
Enrollamiento la estela

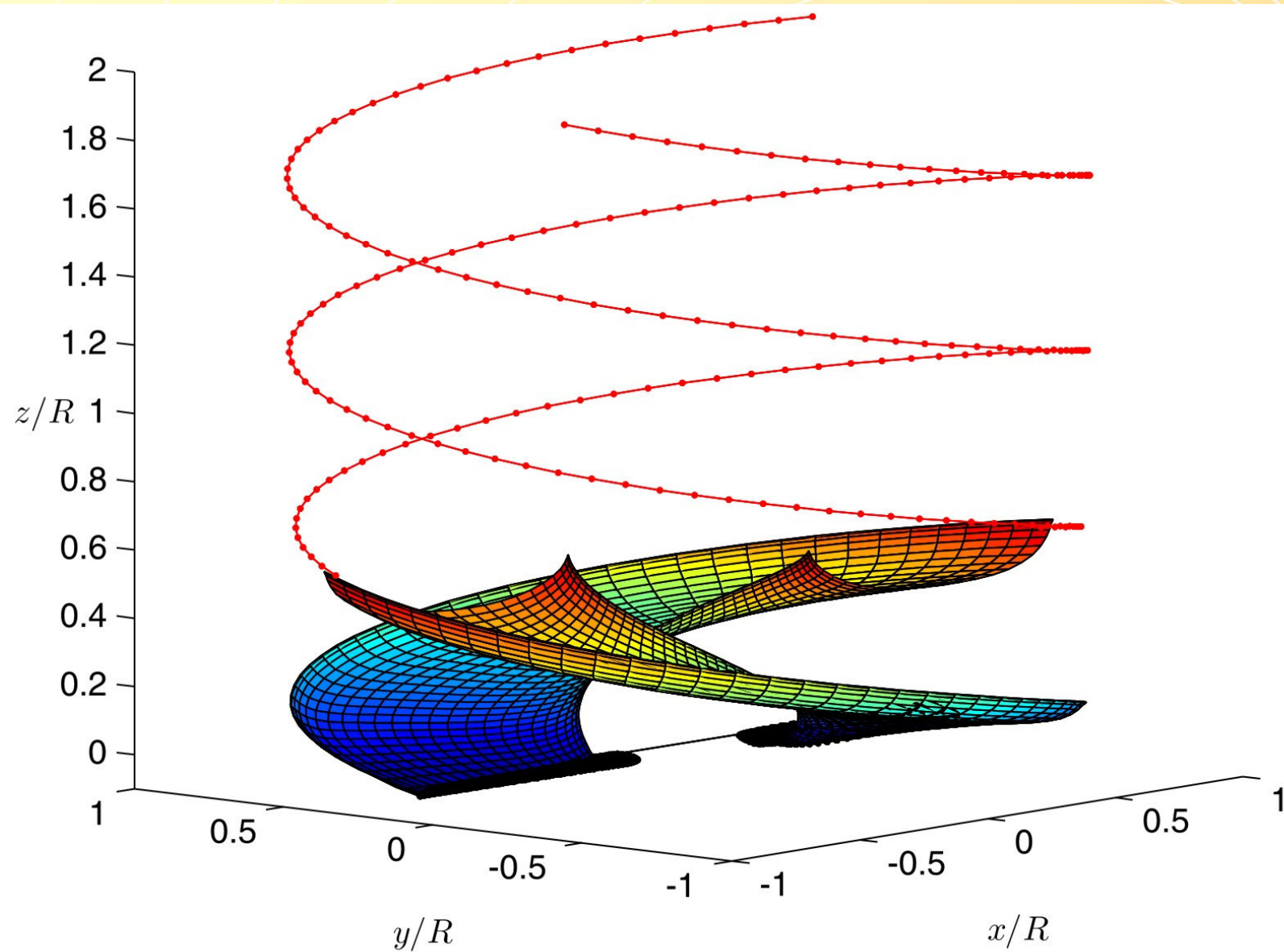




Visualización







3.2. Retos tecnológicos

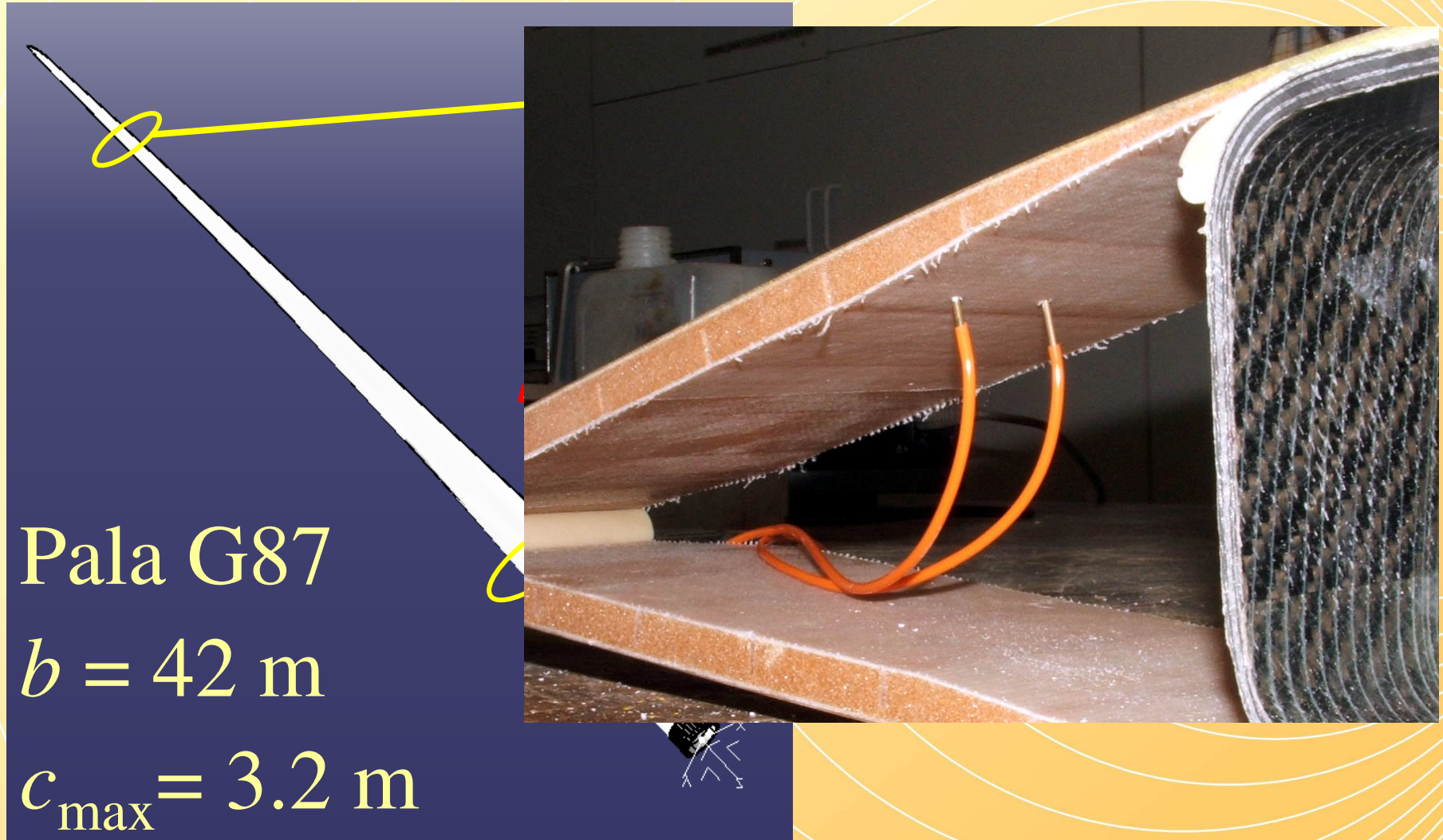
Windleader

Instrumentación de una pala con tomas de presión (hasta seis secciones de la misma) y medidas en laboratorio y en campo (GAMESA)

El objetivo es tomar datos simultáneamente de toda la pala del aerogenerador, de modo que se pueda caracterizar su comportamiento para cada posición angular



3.2. Retos tecnológicos Windleader



3.2. Retos tecnológicos **Windleader**

Sistema completamente autónomo, a excepción del suministro de energía eléctrica

Transmisión de datos por medio de enlace inalámbrico

Elevado número de tomas de presión

Restricciones de espacio en determinadas zonas

Elevadas distancias entre grupos de tomas

Variaciones grandes de temperaturas (-15°C , 45°C)

Largos periodos de utilización sin realizar tareas de mantenimiento

● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

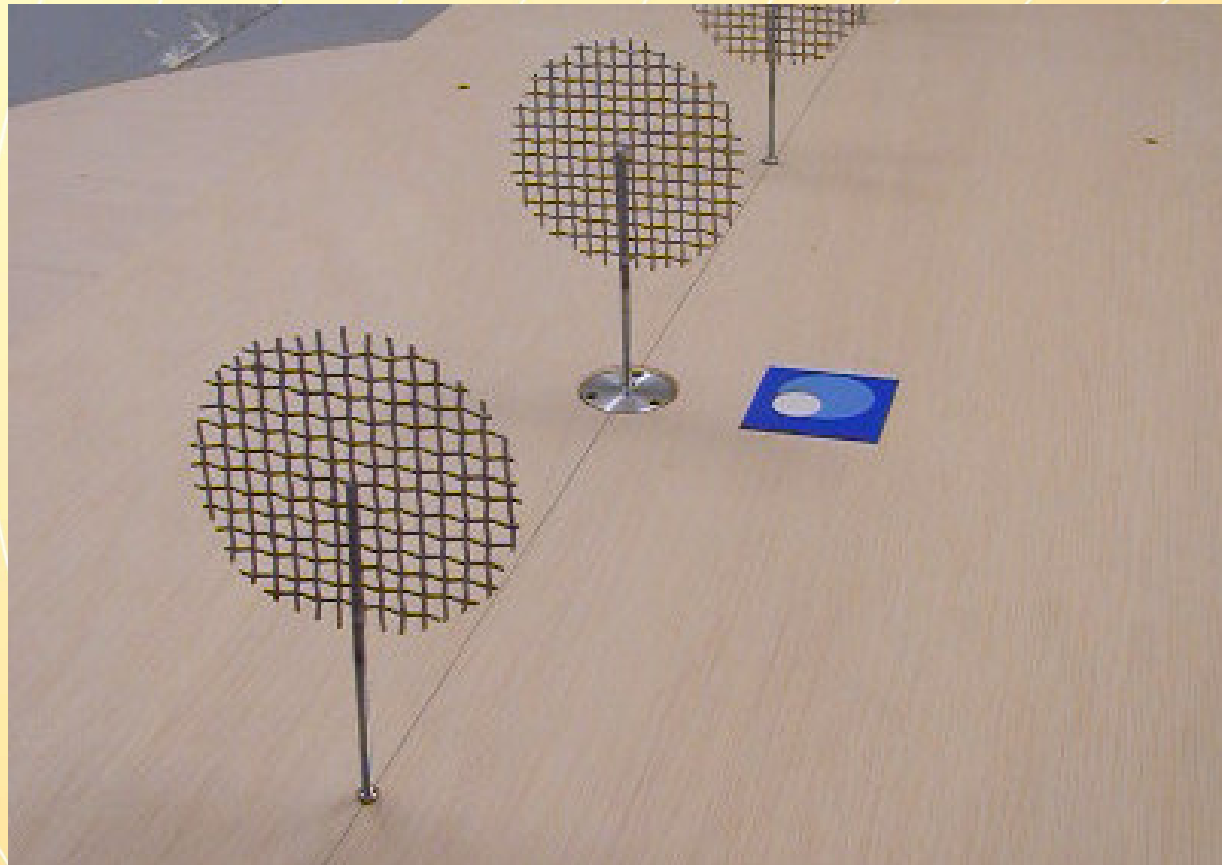
- Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)
- Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)

3.3. Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)

- Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)
- Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)
- Infraestructuras (túnel para GAMESA)
- Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

3.3. Comportamiento dinámico de parques eólicos

IN-VENTO (Plan Nacional de I+D+i)



**CIEMAT
IDR-UPM
ETSII-UPM
UCM
UPV-EHU
UM**

● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

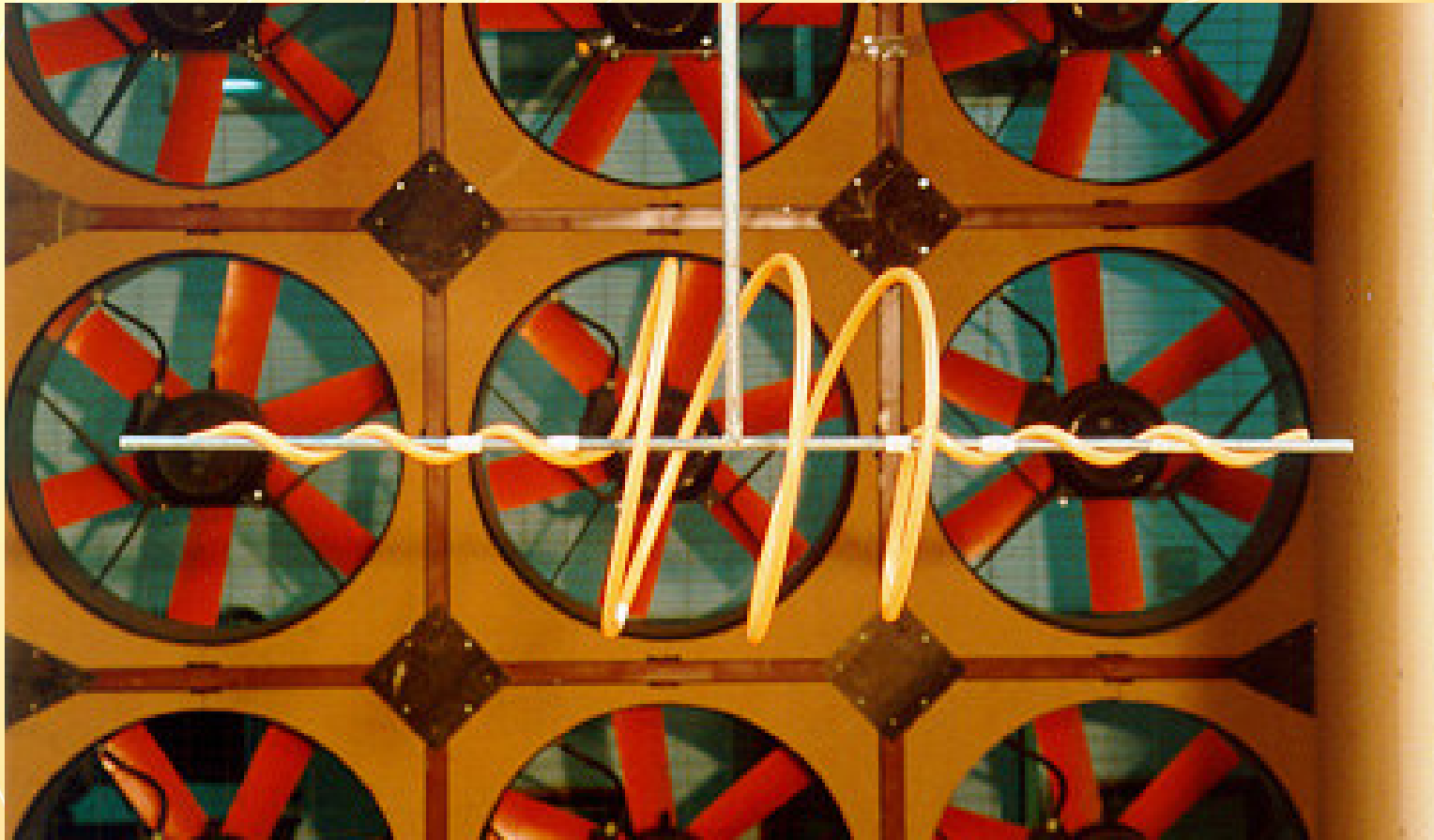
- Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)
- Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)
- Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)

3.4. Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)

- Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)
- Infraestructuras (túnel para GAMESA)
- Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

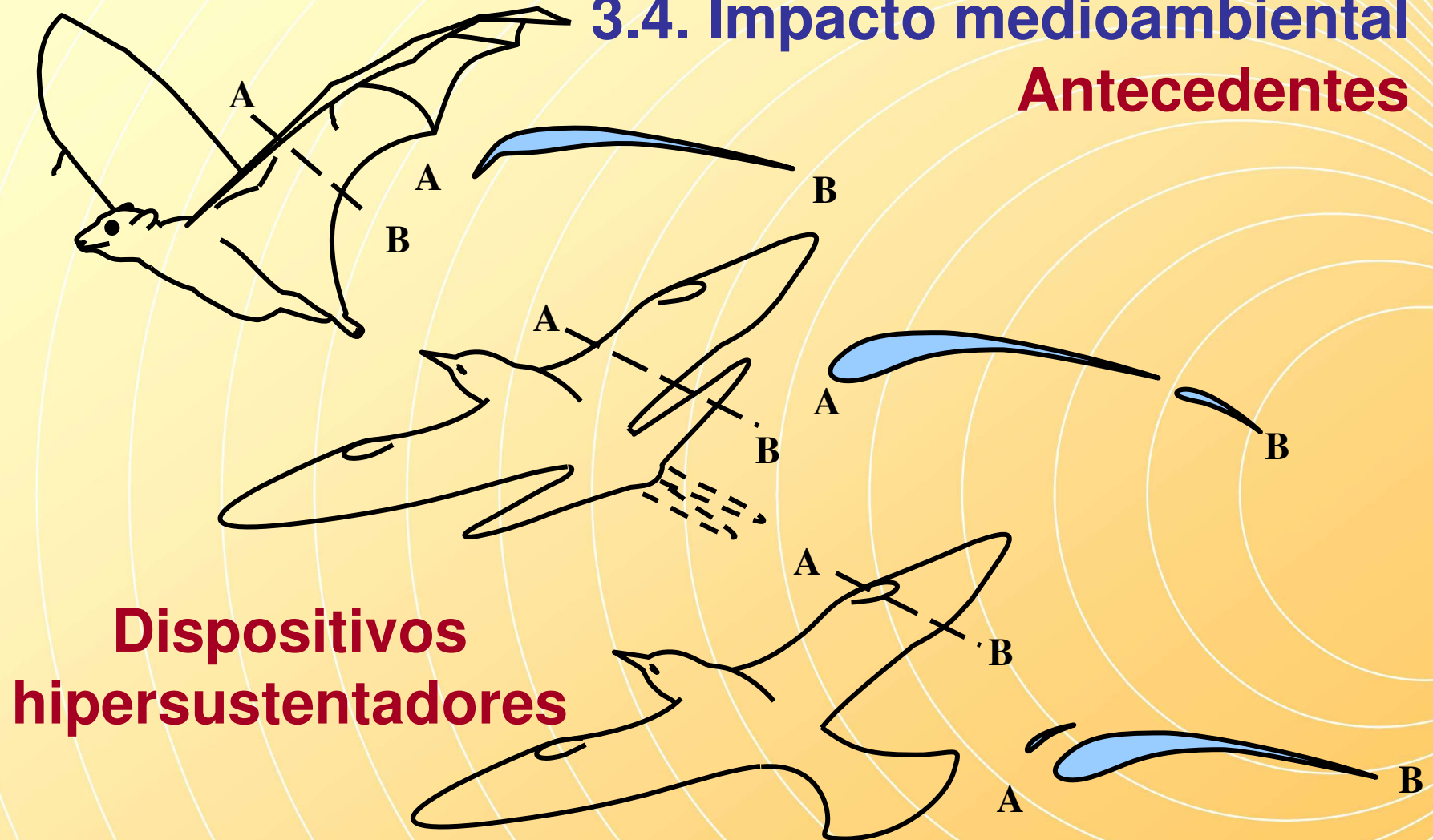
3.4. Impacto medioambiental

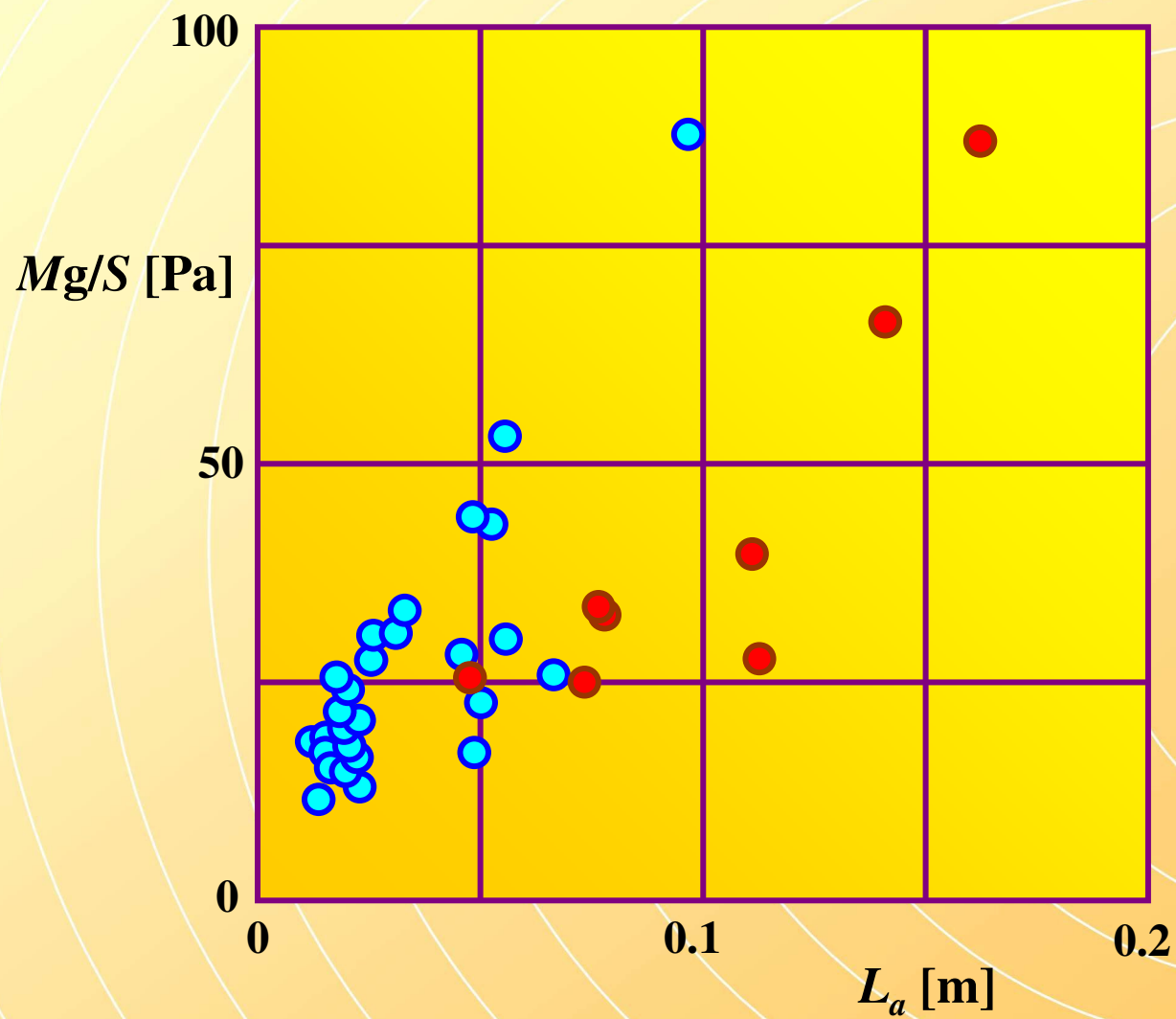
Antecedentes



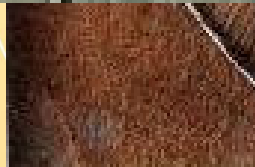
3.4. Impacto medioambiental

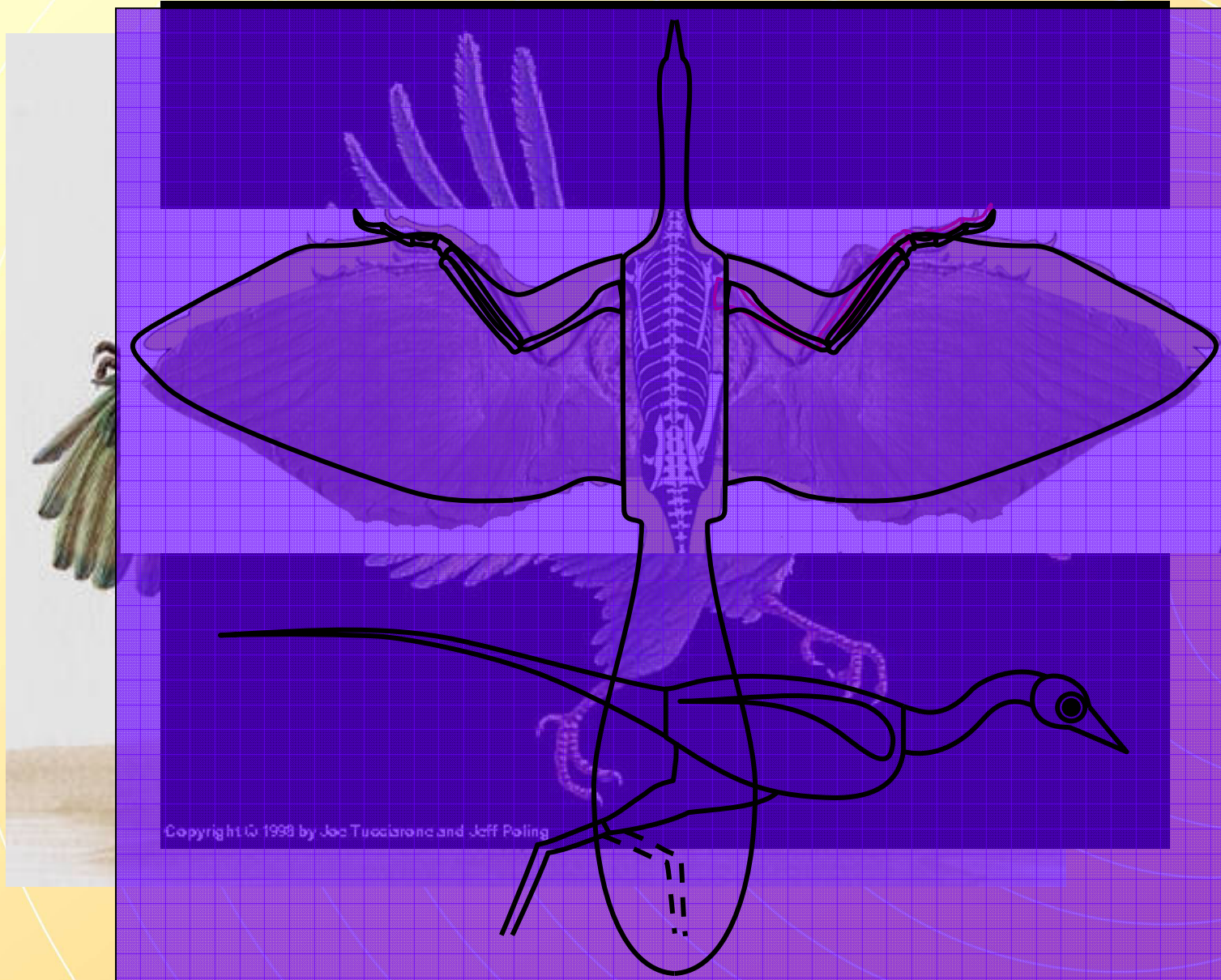
Antecedentes





Álula





Archaeopteryx



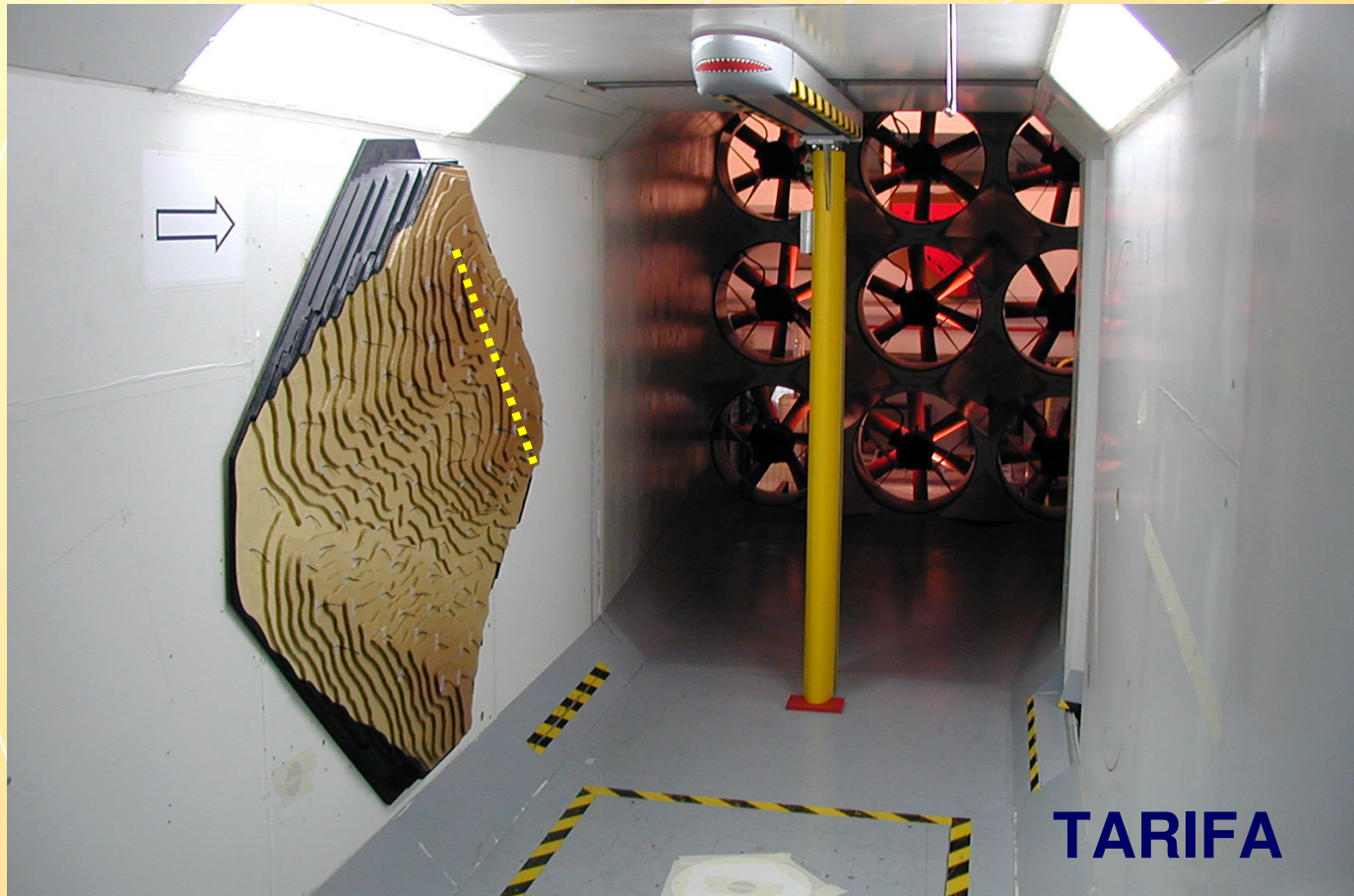


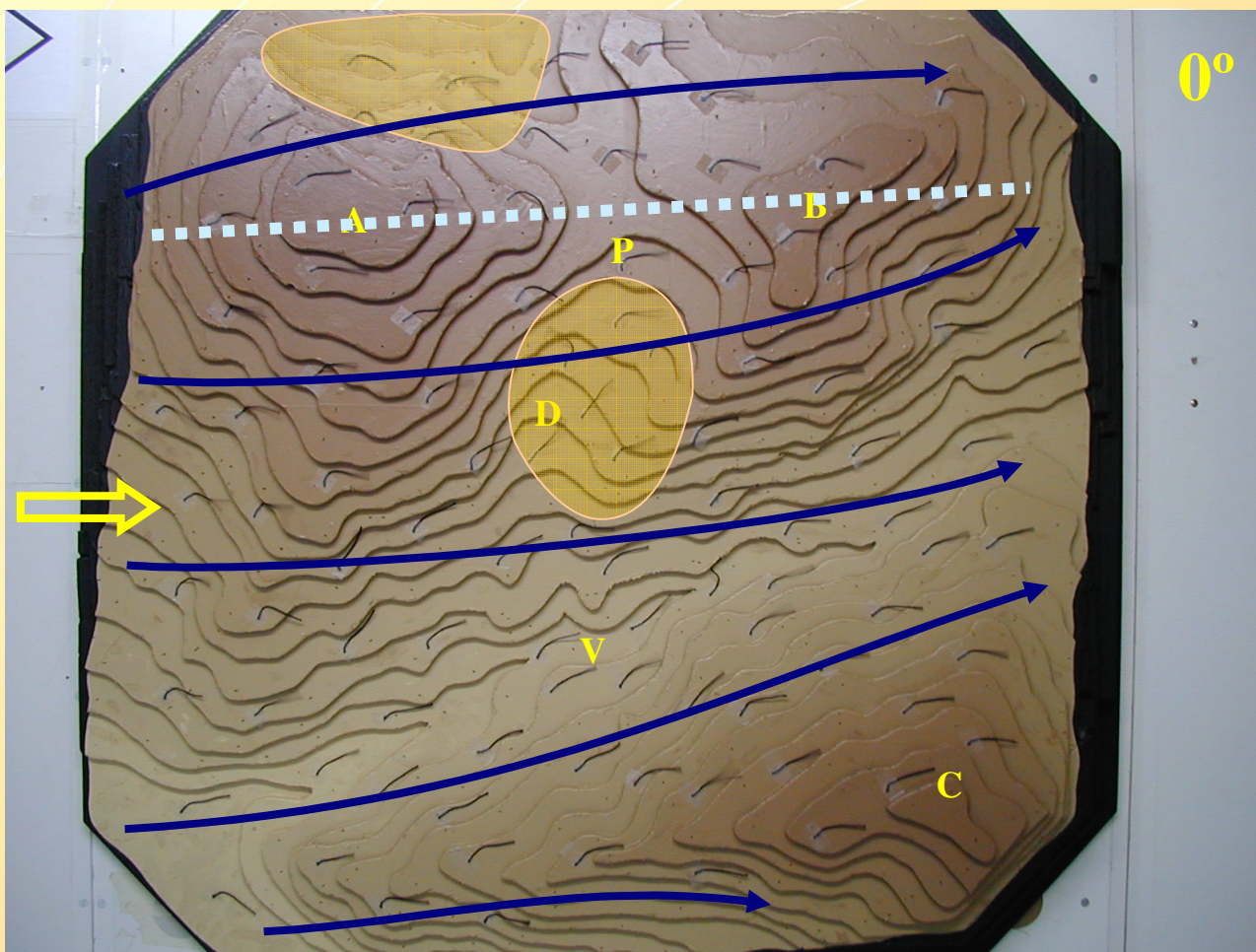
Archaeopterix

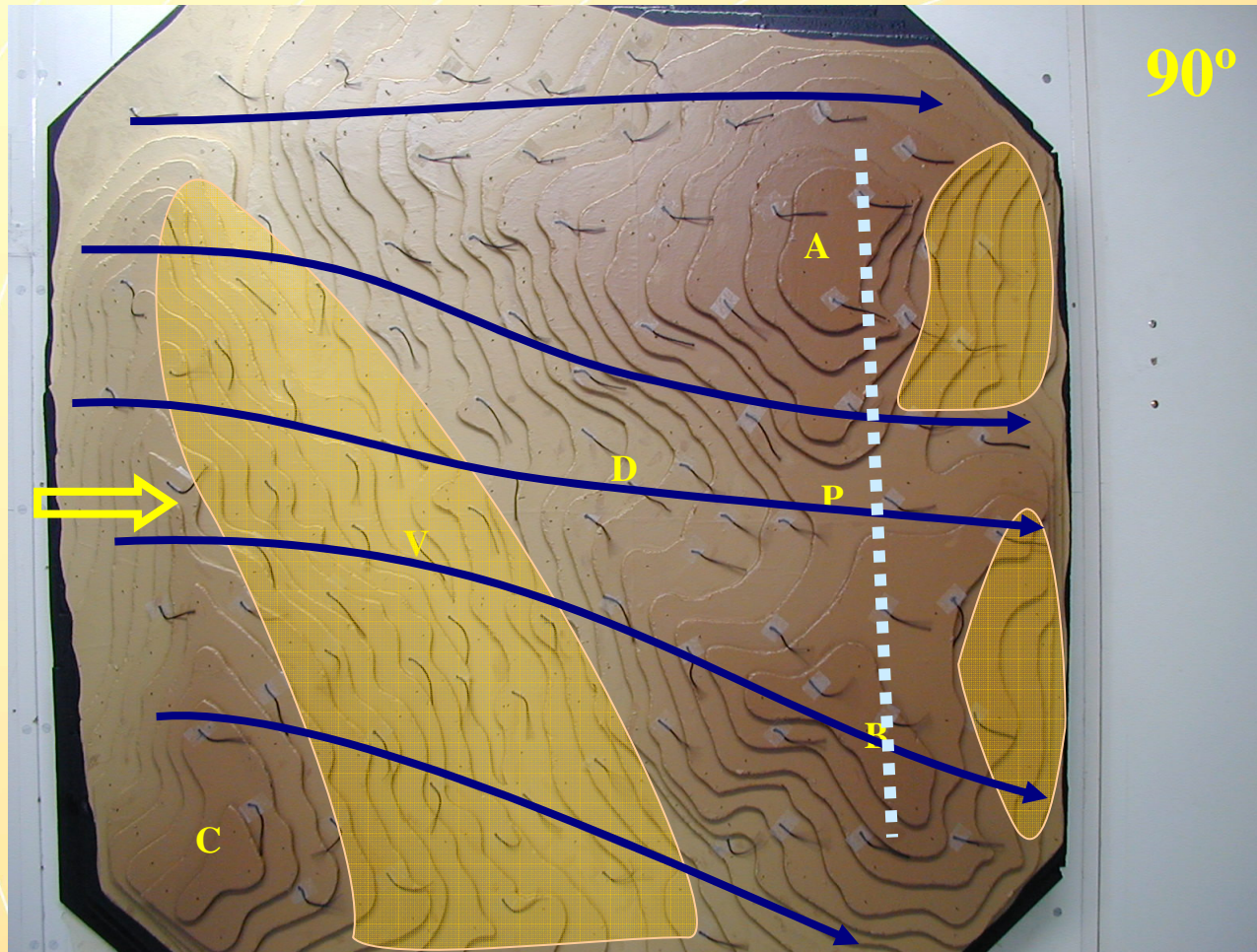


3.4. Impacto medioambiental

E.B. Doñana







BIRDS AND WIND FARMS

RISK ASSESSMENT AND MITIGATION

Several authors

Manuela de Lucas, Guyonne F.E. Janss and Miguel Ferrer
(Editors)



Quercus

● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

- Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)
- Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)
- Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)
- Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)

3.5. Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)

- Infraestructuras (túnel para GAMESA)
- Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

3.5. Estandarización y certificación

ACCUWIND (UE): Accurate Wind Measurements in Wind Energy

ACCURate WIND Measurements in Wind Energy. Investigación sobre las capacidades de las anemometrías de cazoletas y sónica en la determinación de las propiedades del vector velocidad relevantes en el comportamiento de aerogeneradores. Proyecto UE del VI Programa Marco

IDR/UPM (España)
RISØ (Dinamarca)
DEWI (Alemania)
ECN (Holanda)
CRES (Grecia)
FOI (Suecia)

3.5. Estandarización y certificación

Calibración de anemómetros

Laboratorio acreditado por ENAC (134/LC267)

- **Cumplimiento de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025**

Miembro de la Red Internacional de Centros de Ensayo MEASNET

- **Vicepresidencia de la Red**
 - **Grupos de Expertos**



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ENAC
Entidad Nacional de Acreditación

Otorga la presente
ACREDITACION
a la entidad técnica

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE MICROGRAVEDAD
"IGNACIO DA RIVA" de la U.P.M.

Según criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025,
para la realización de CALIBRACIONES en el área de:

Fluidos – Velocidad de fluidos

Definidos en el Anexo Técnico adjunto.

Acreditación n°: 134/LC267
Fecha de entrada en vigor: 14/03/03

La acreditación mantiene su vigencia hasta notificación en contra.

En Madrid, a 14 de marzo de 2003

El Presidente

D. Antonio Muñoz Muñoz

Este documento no tiene validez sin su anexo técnico correspondiente, cuyo número coincide con el de la acreditación.
La presente acreditación y su anexo técnico están sujetos a modificaciones, suspensiones temporales y retirada. El estado de vigencia de la misma puede confirmarse en el catálogo de ENAC (<http://www.enac.es>)

Ref: CLC/2030

Measuring Network of Wind Energy Institutes

measnet



Associated Membership Document

The Council of Members confirms that the below listed measurements performed by

Instituto Universitario de Microgravedad
"Ignacio Da Riva" IDR/UPM

Ciudad Universitaria
28040 Madrid
Spain

fulfil the measurement quality criteria of MEASNET, stated in the respective and actually valid
MEASNET Measurement and Quality Evaluation Procedures for:

Cup Anemometer Calibration

This document consists of 1 page and is valid until 12.05.2008
and only in combination with a valid accreditation to ISO/IEC 17025

Wilhelmshaven, 13.05.2003

Jens Peter Molly
Executive Chairman

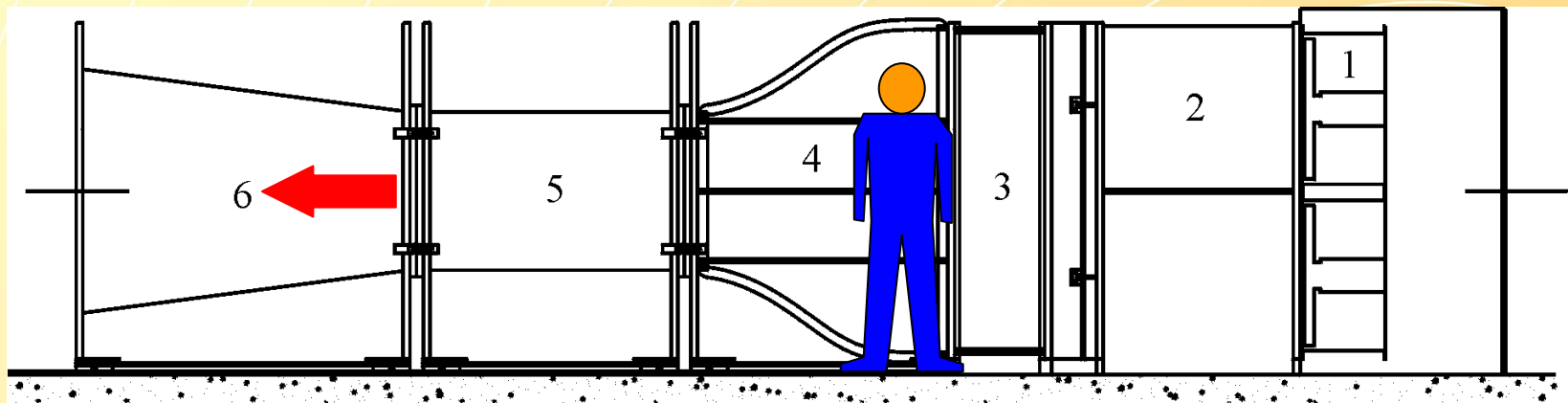


Athens, 13.05.2003

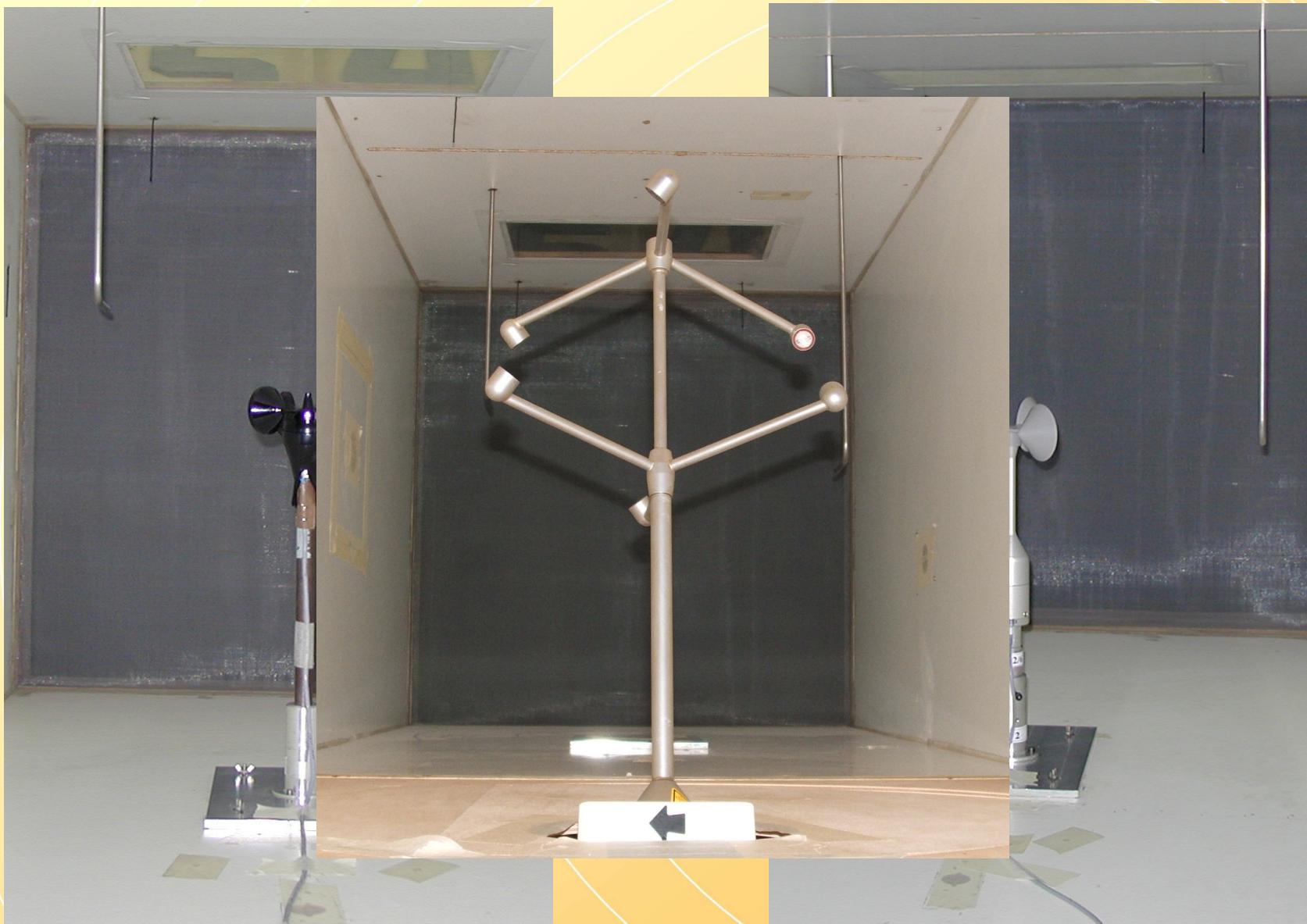
Dr. Kostas Papadopoulos
Vice Chairman

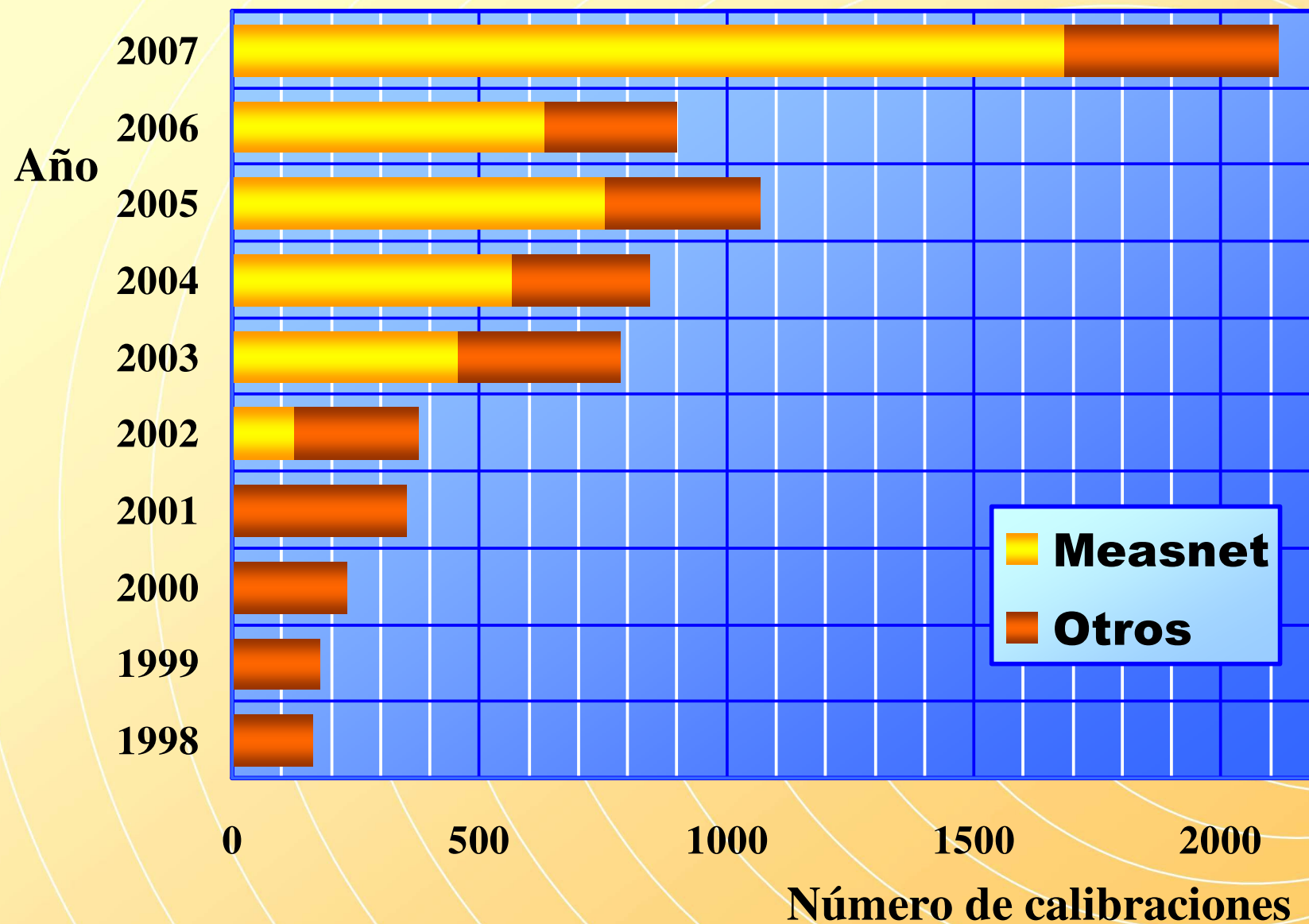
3.5. Estandarización y certificación

IDR/UPM: Túnel S4



**Ventiladores (1), cámaras de tranquilización (2),
enderezadores y uniformizadores de corriente (3),
contracción (4), cámara de ensayos (5) y difusor de salida (6)**





• 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

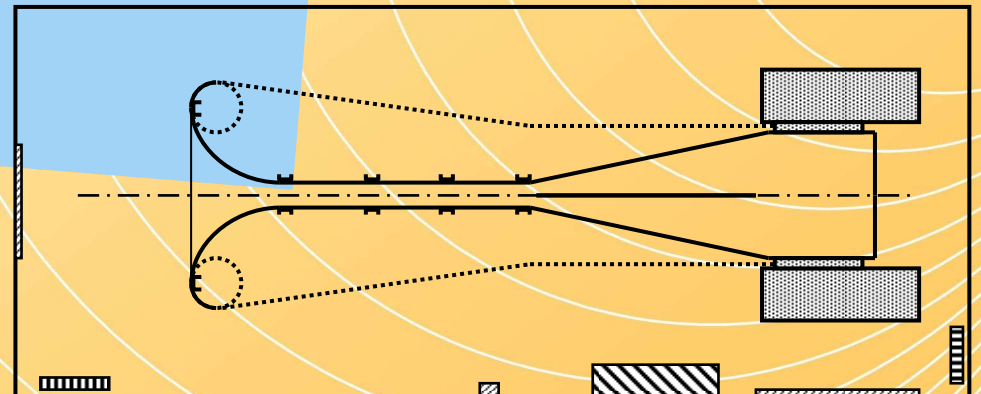
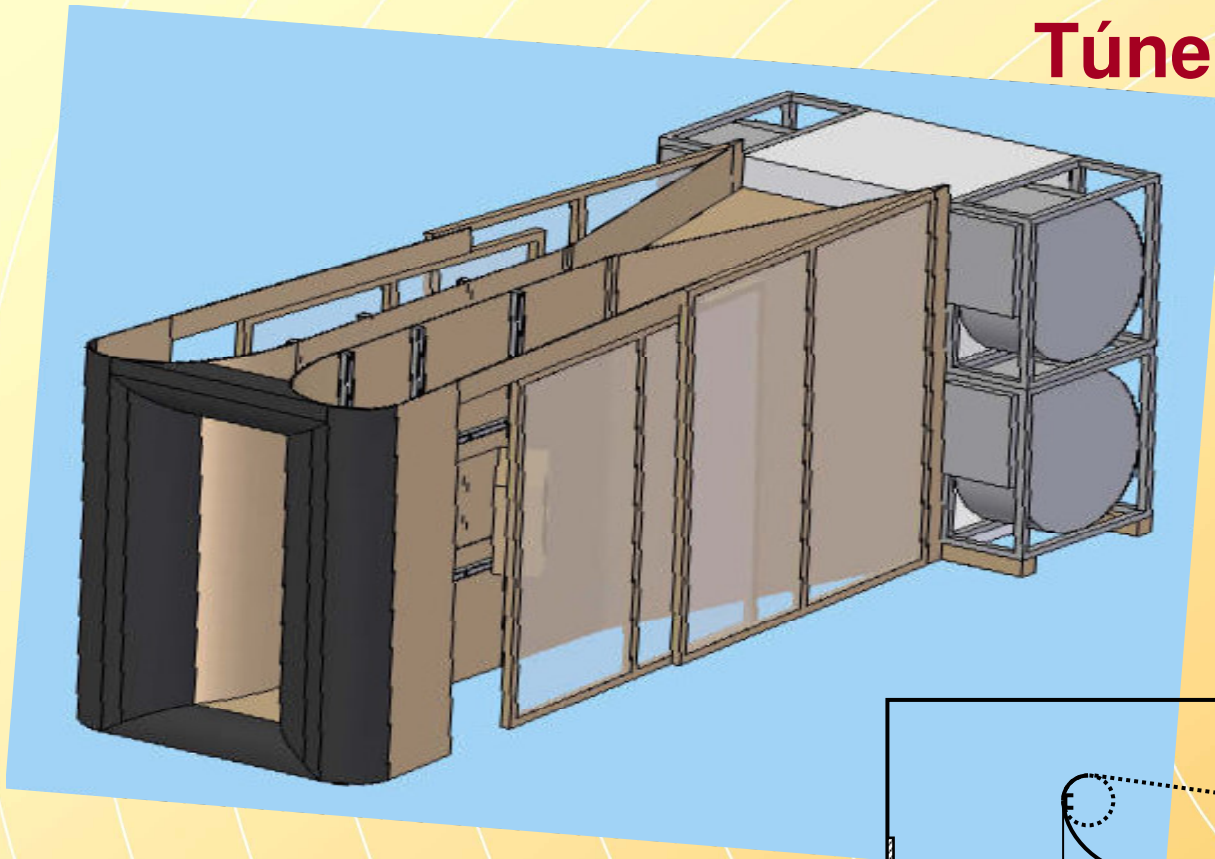
- Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)
- Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)
- Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)
- Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)
- Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)

3.6. Infraestructuras (túnel para GAMESA)

- Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

3.6. Infraestructuras

Túnel A4C (GAMESA)

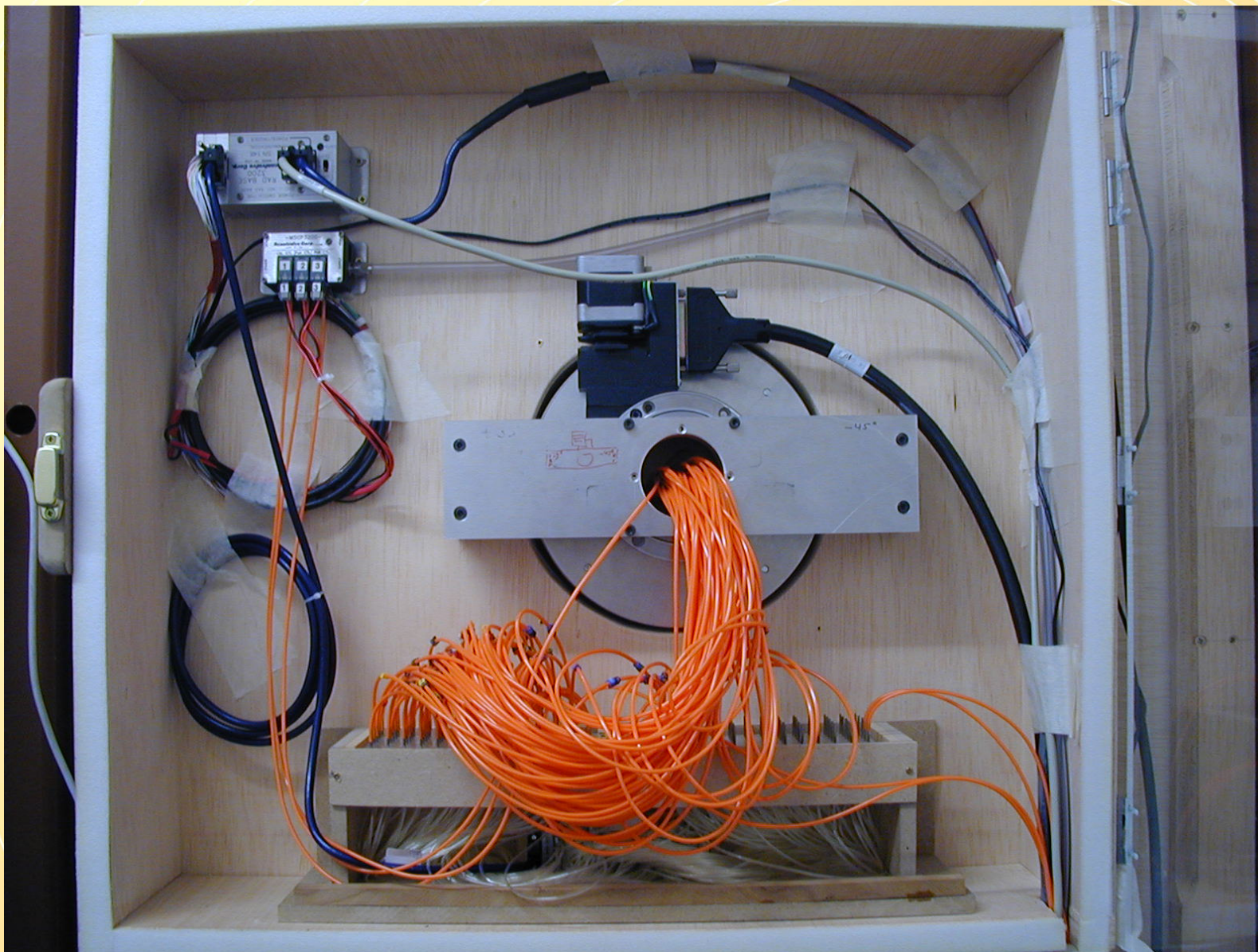


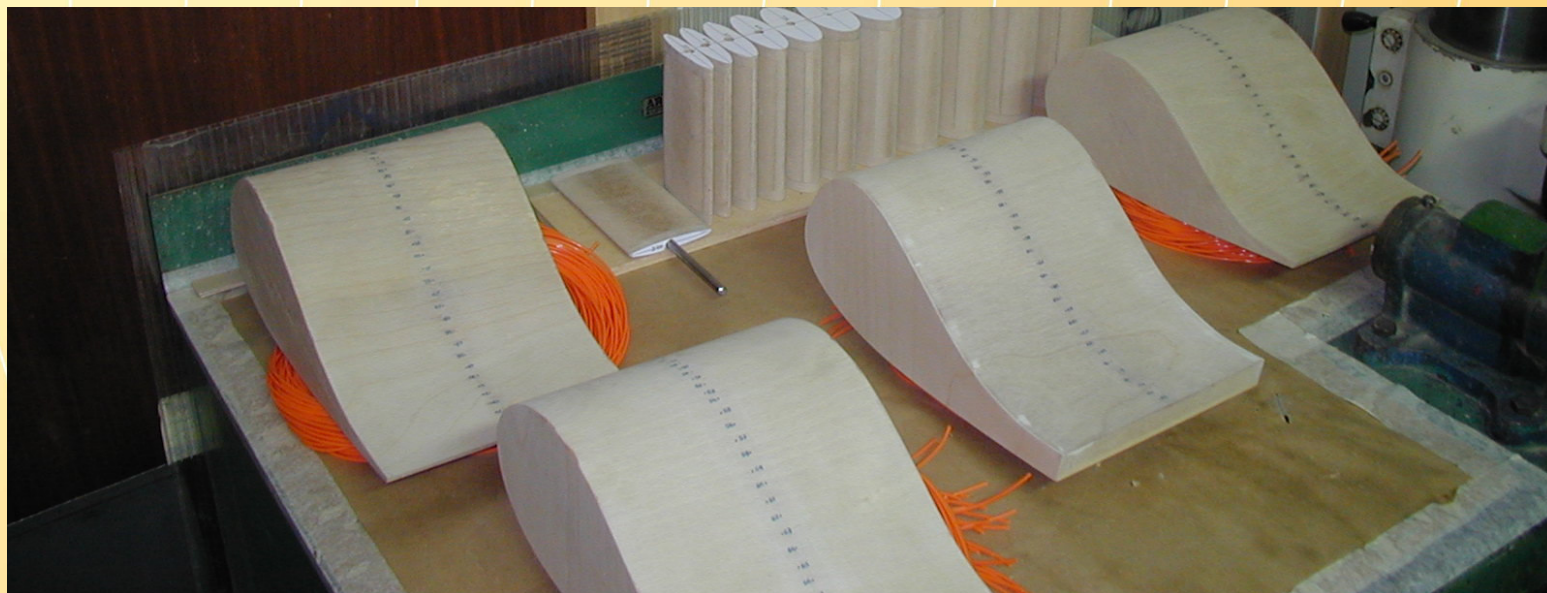
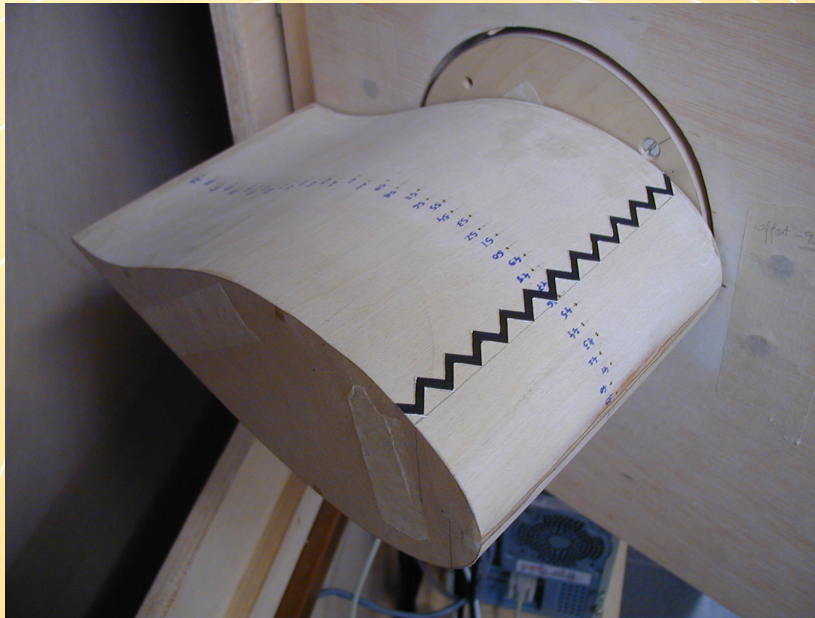
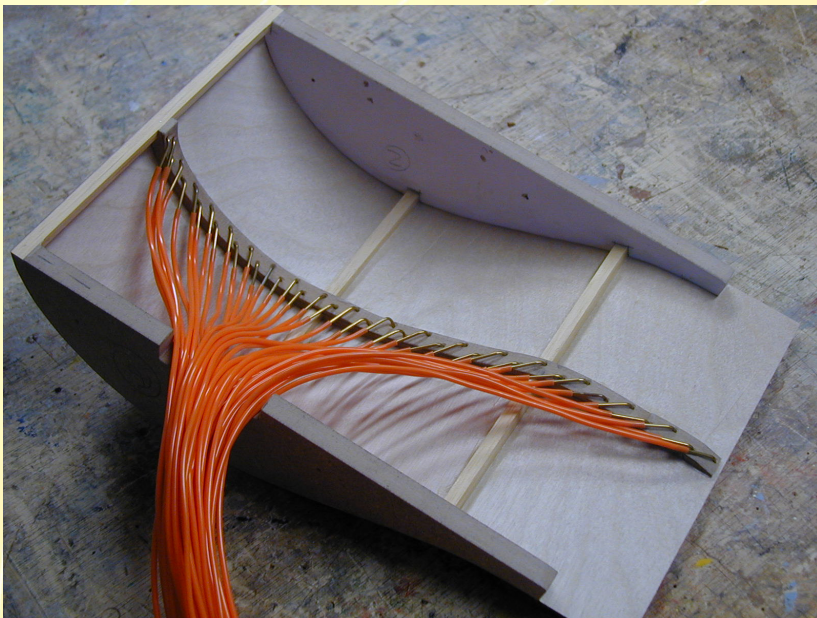


E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

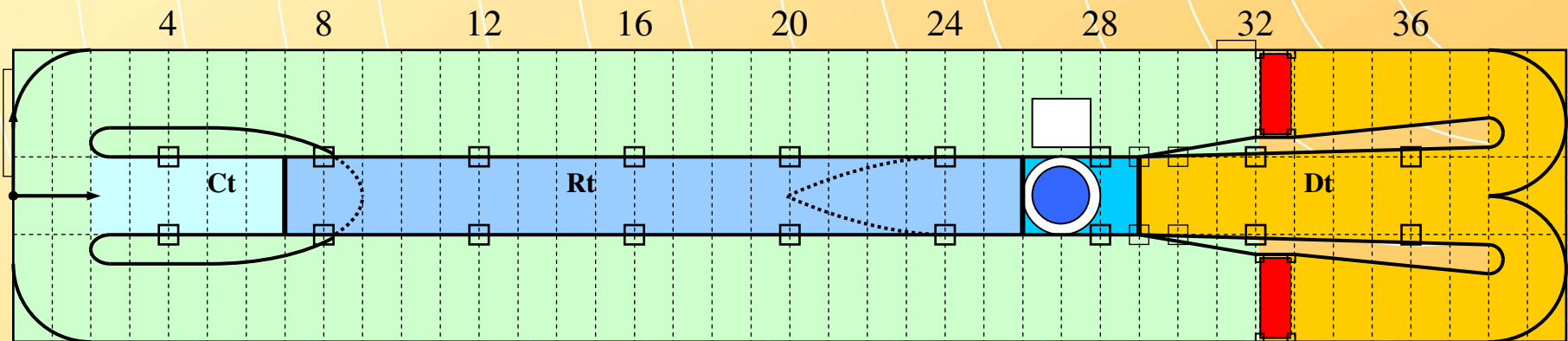
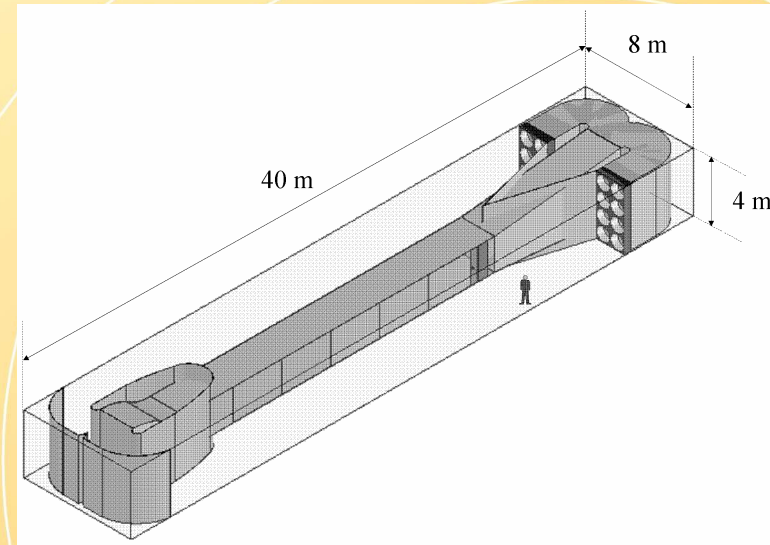
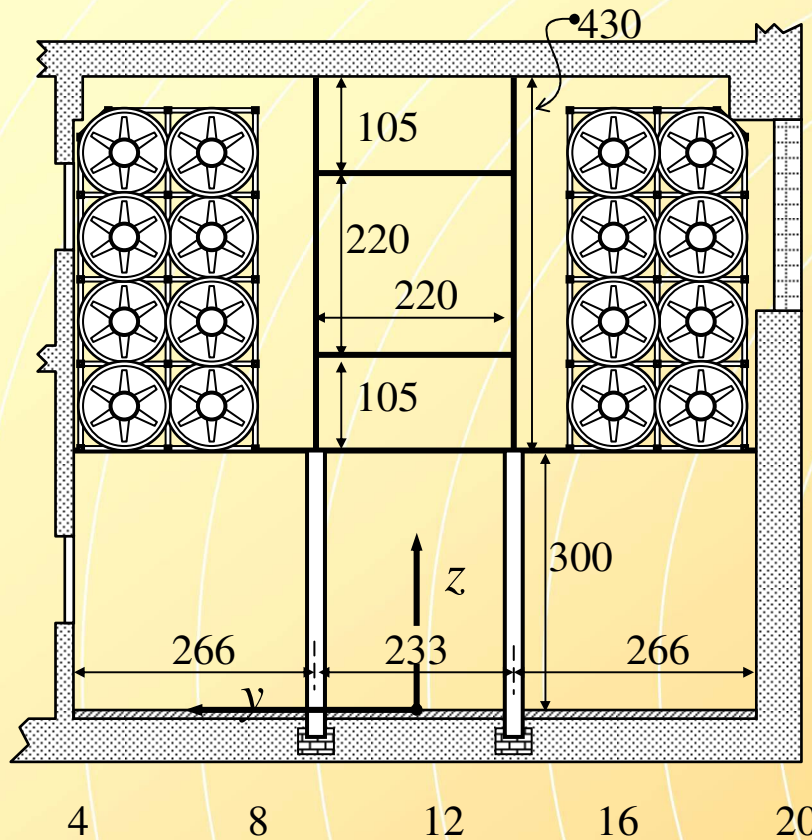






3.6. Infraestructuras

Túnel ACLA16





E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

3.6. Infraestructuras

Túnel ACLA16



3.6. Infraestructuras

Túnel ACLA16



3.6. Infraestructuras

Túnel ACLA16





E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

3.6. Infraestructuras

Túnel ACLA16



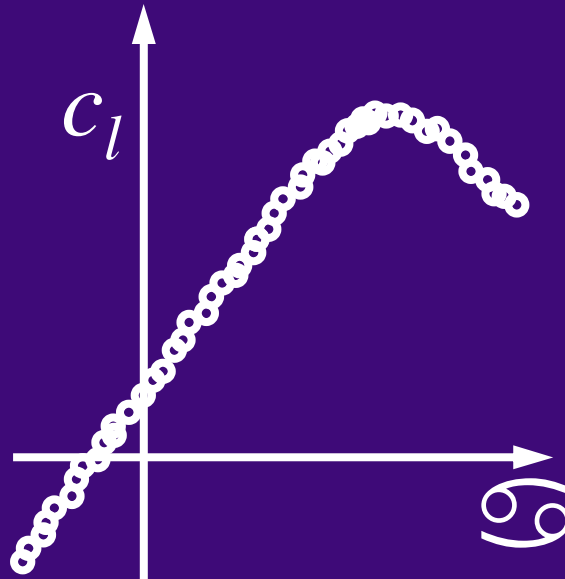
● 3. Actividades en el entorno de IDR/UPM

- Caracterización del viento (anemometría sónica, en Madrid y en la vega de Aranjuez)
- Retos tecnológicos (guía de diseño, Windleader)
- Comportamiento dinámico de parques eólicos (IN-VENTO)
- Impacto medioambiental (Doñana, CSIC)
- Estandarización y certificación (ACCUWIND, MEASNET)
- Infraestructuras (túnel para GAMESA)

3.7. Otras (actividades docentes regladas y cursos para empresas)

- **Cursos de libre elección**
- **Trabajos de fin de carrera**
- **Cursos en empresas**
 - **Gamesa**
 - **Fiberblade**
 - **CENER**

AERODINÁMICA BÁSICA



J. Meseguer Ruiz
A. Sanz Andrés



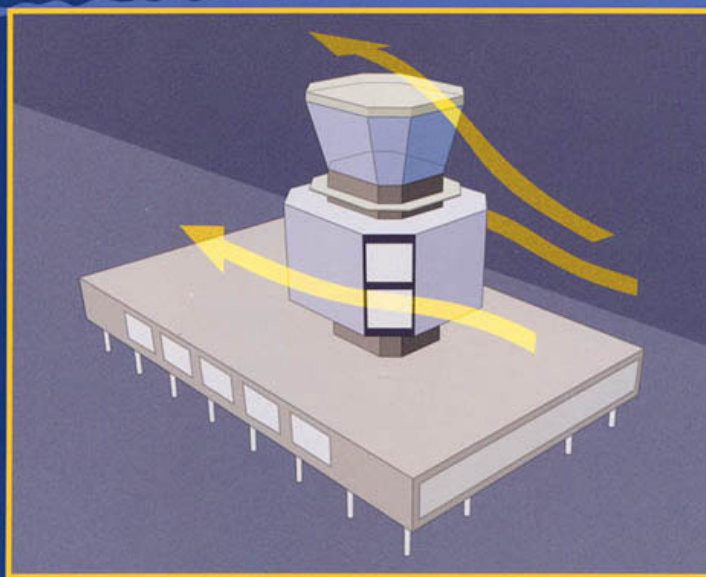
E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

AERODINÁMICA CIVIL

Cargas de viento en las edificaciones

J. MESEGUER • A. SANZ
J. M. PERALES • S. PINDADO



Mc
Graw
Hill

McGraw-Hill
Profesional



DIRIGIBLE LT-10

ACTUACIONES

Velocidad máxima, $U = 140$ km/h

Altitud, $H = 2200$ m

Alcance, $R_a = 900$ km

TRACCIÓN VERTICAL

4 motores turboeje; potencia total, $P_T = 1700$ kW

PROPULSIÓN EN AVANCE

4 motores alternativos; potencia total, $P_A = 1000$ kW

MASAS

Masa máxima $M_{MTOW} = 40000$ kg



E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

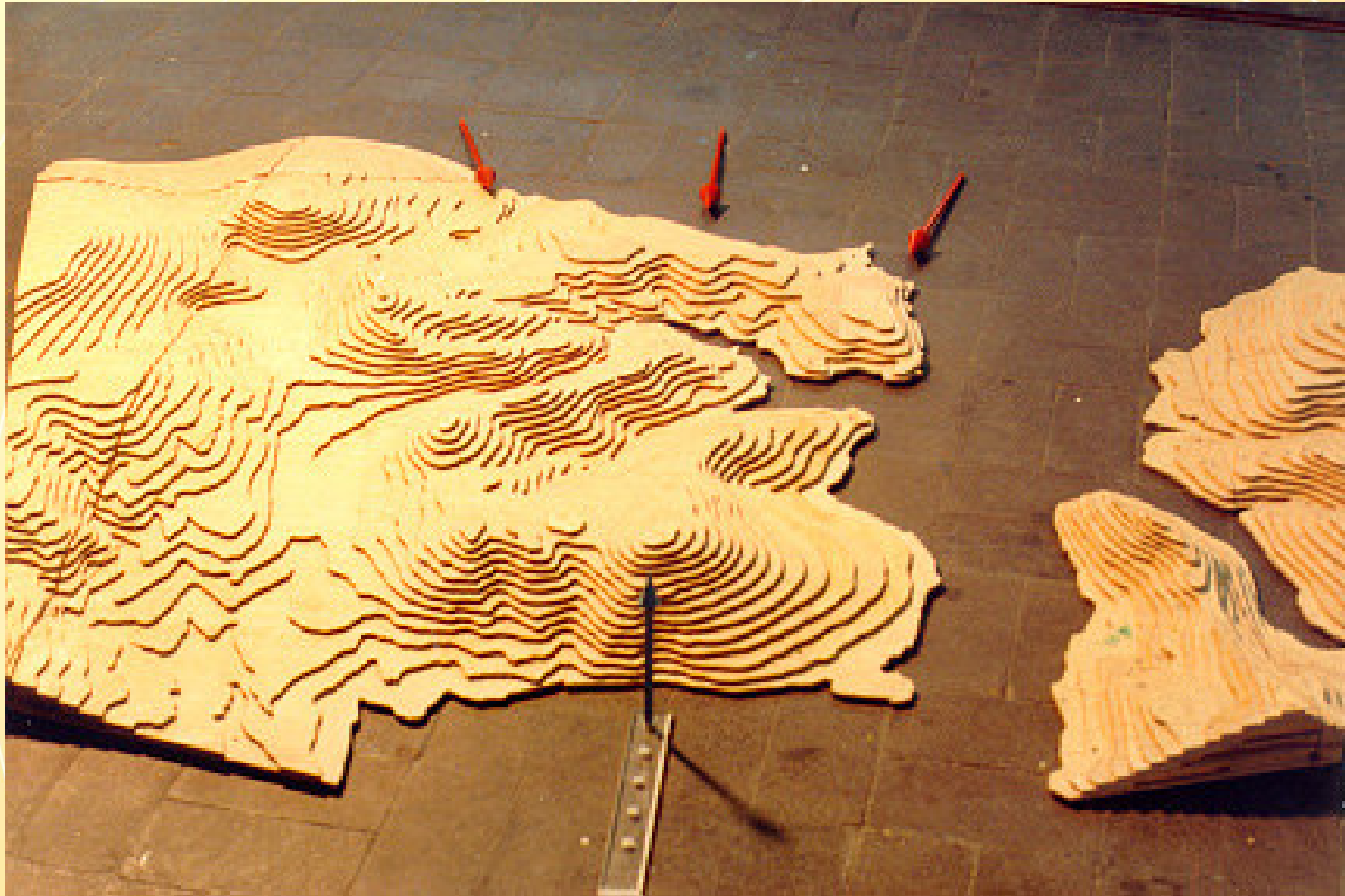
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**MUCHAS
GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN**

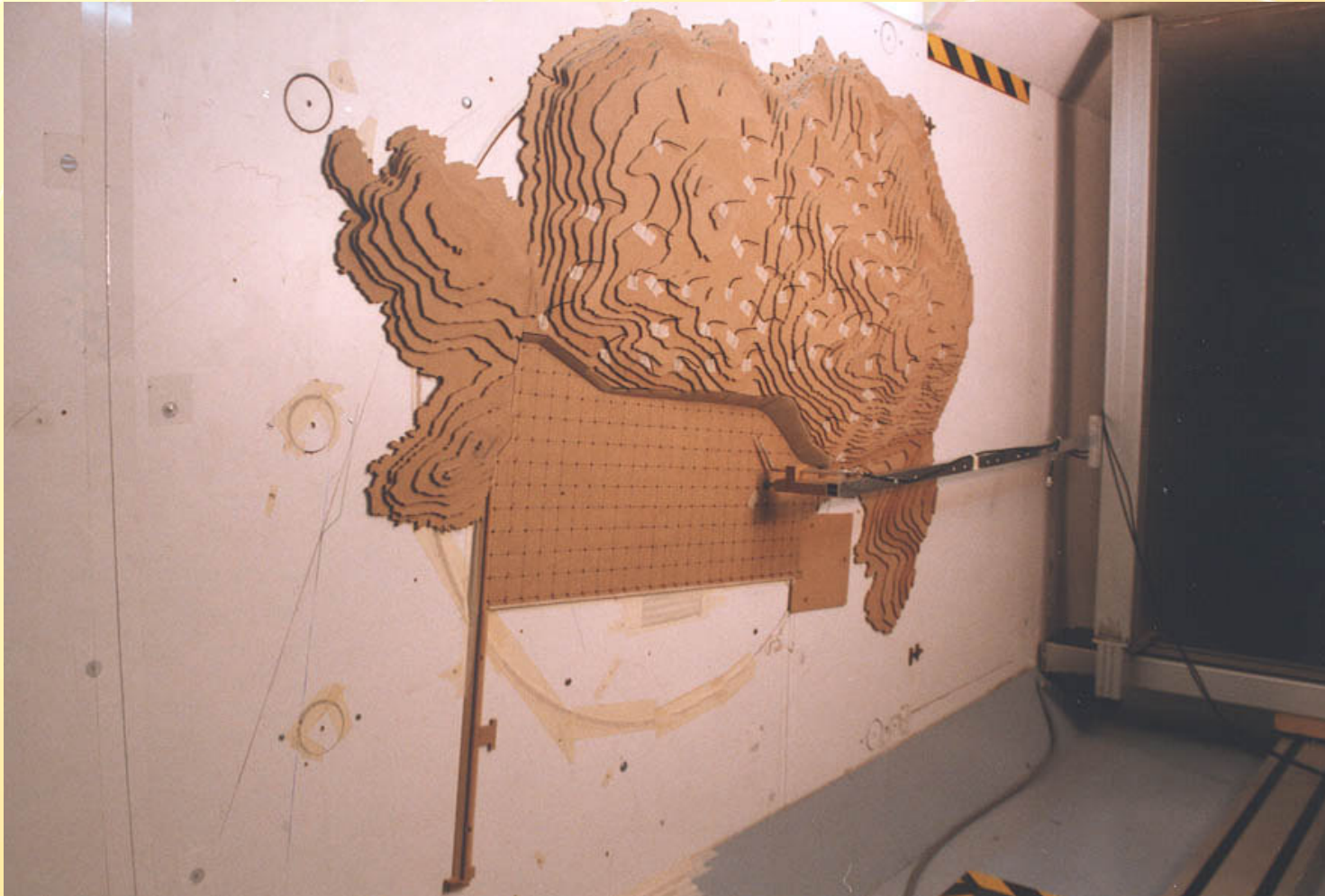


E.T.S. DE INGENIEROS AERONÁUTICOS
INSTITUTO UNIVERSITARIO IDR/UPM

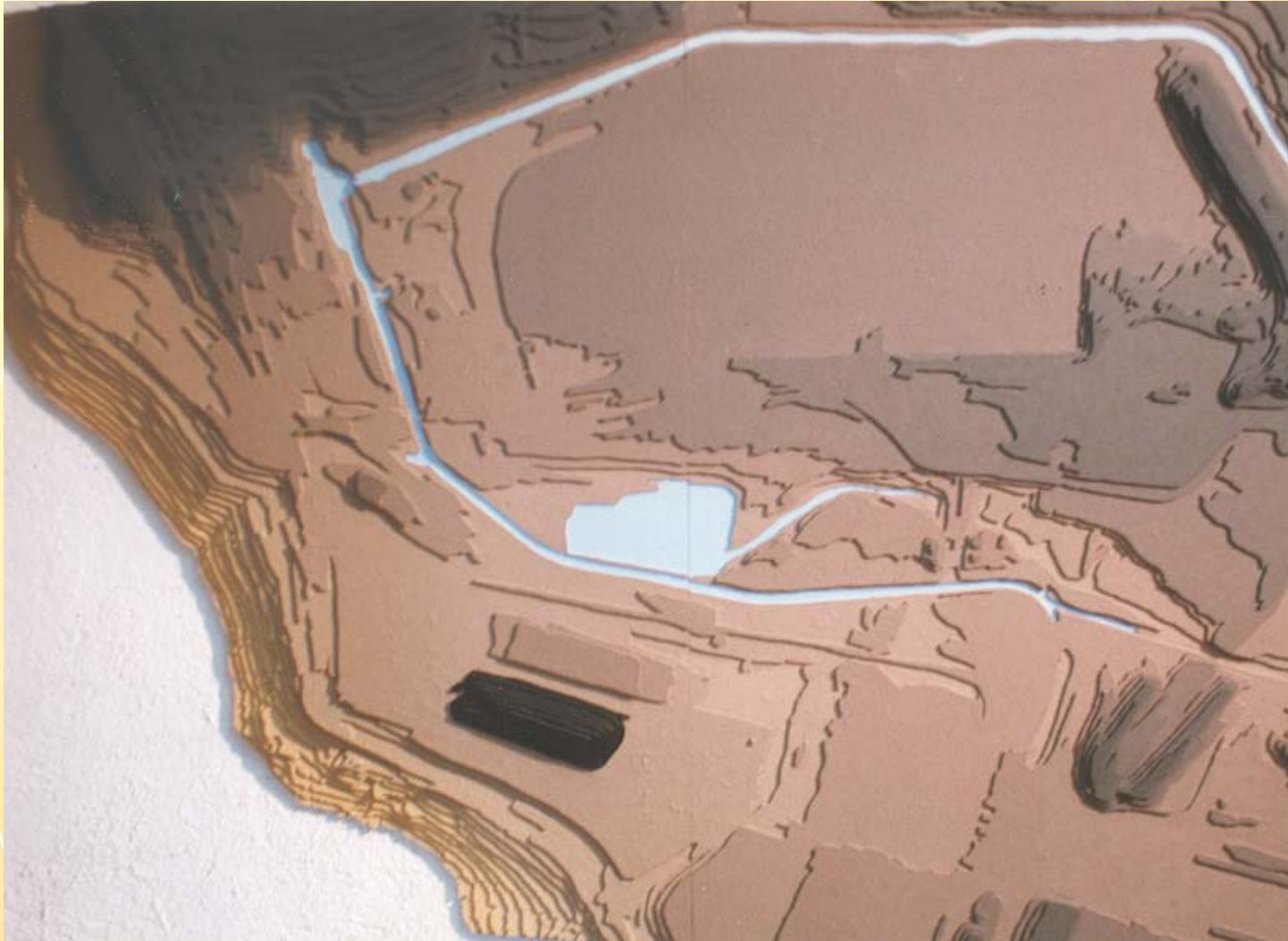
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



CARACTERIZACIÓN DE TERRENOS



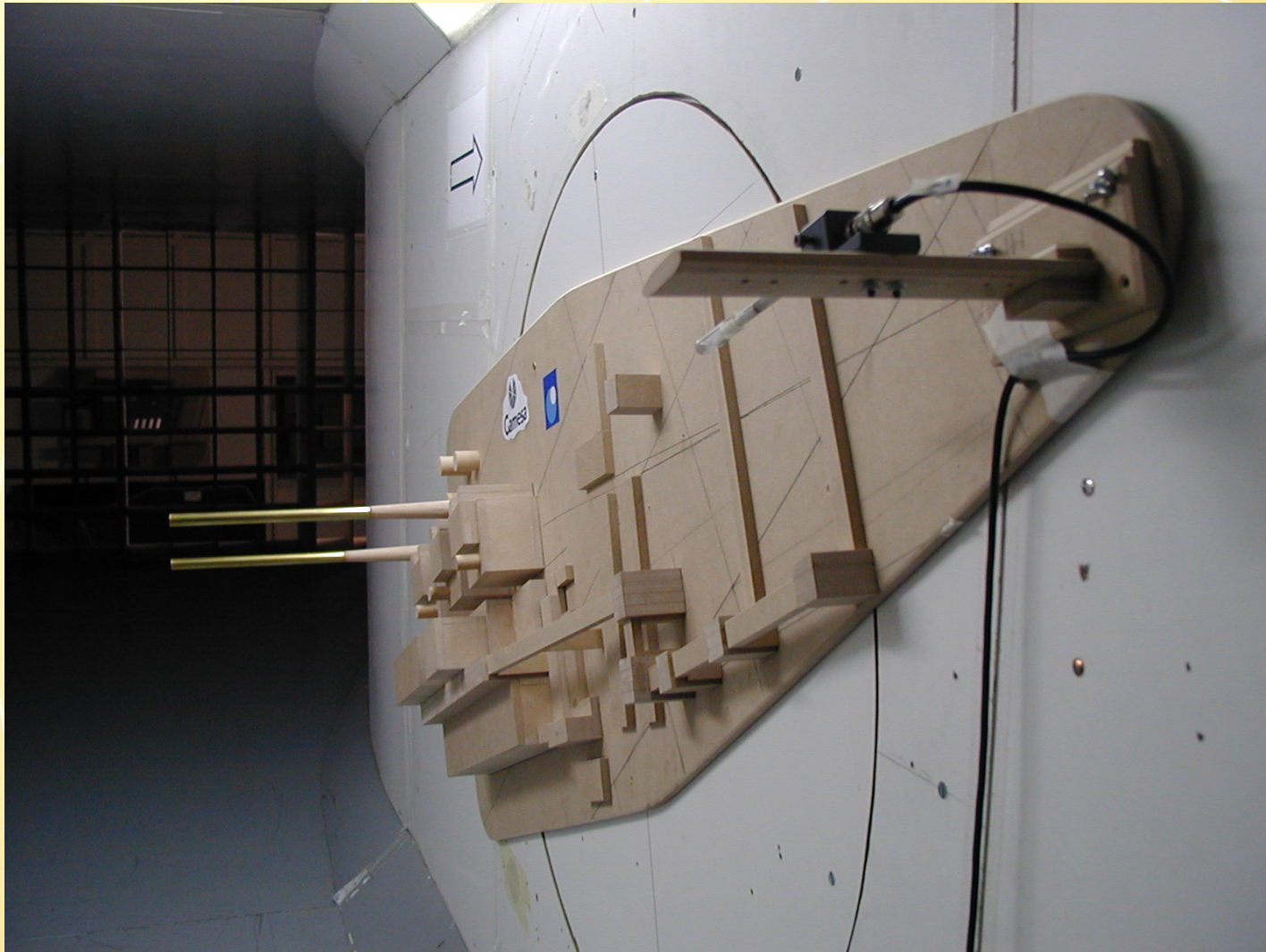
CARACTERIZACIÓN DE TERRENOS



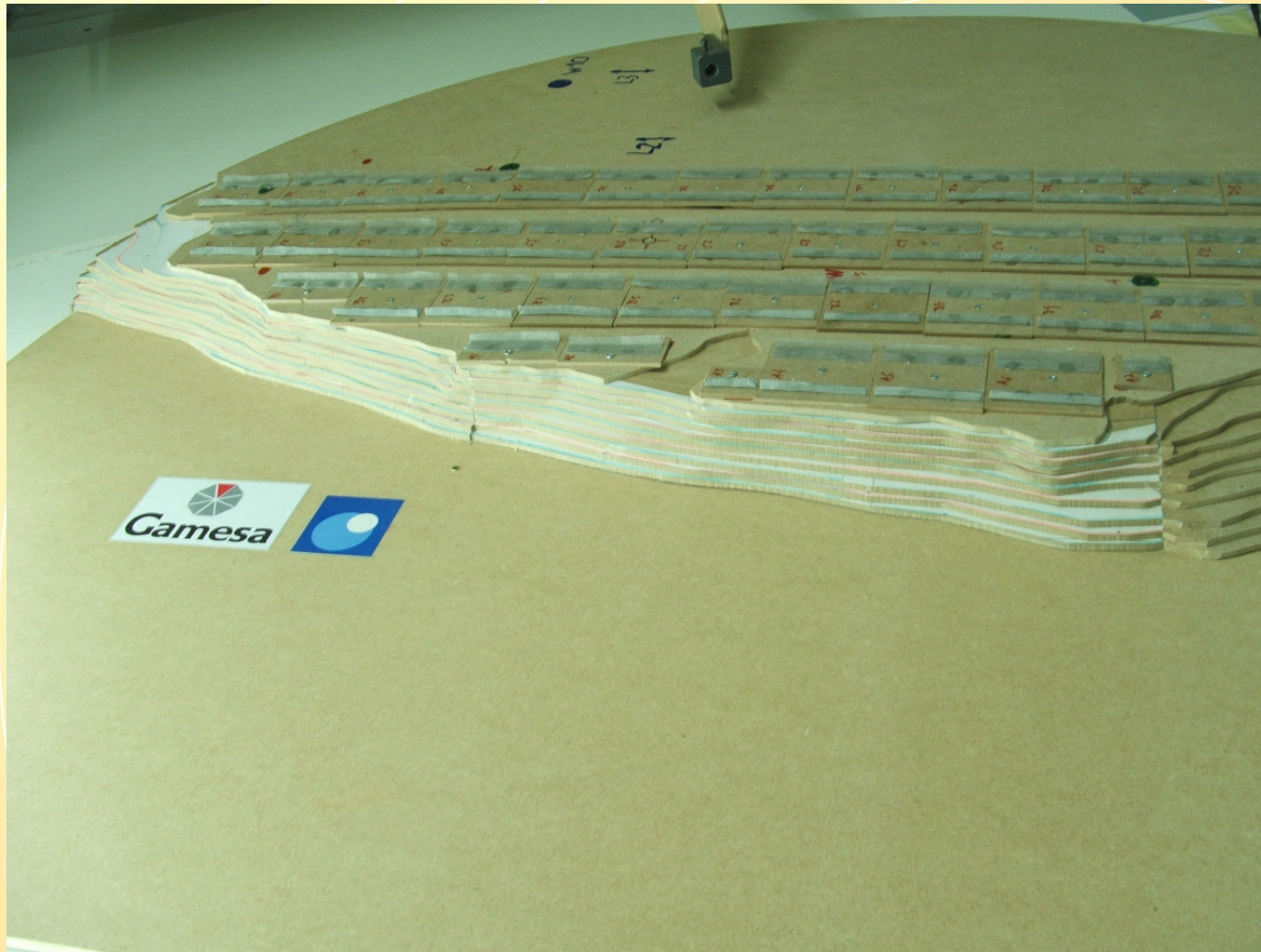
CARACTERIZACIÓN DE TERRENOS



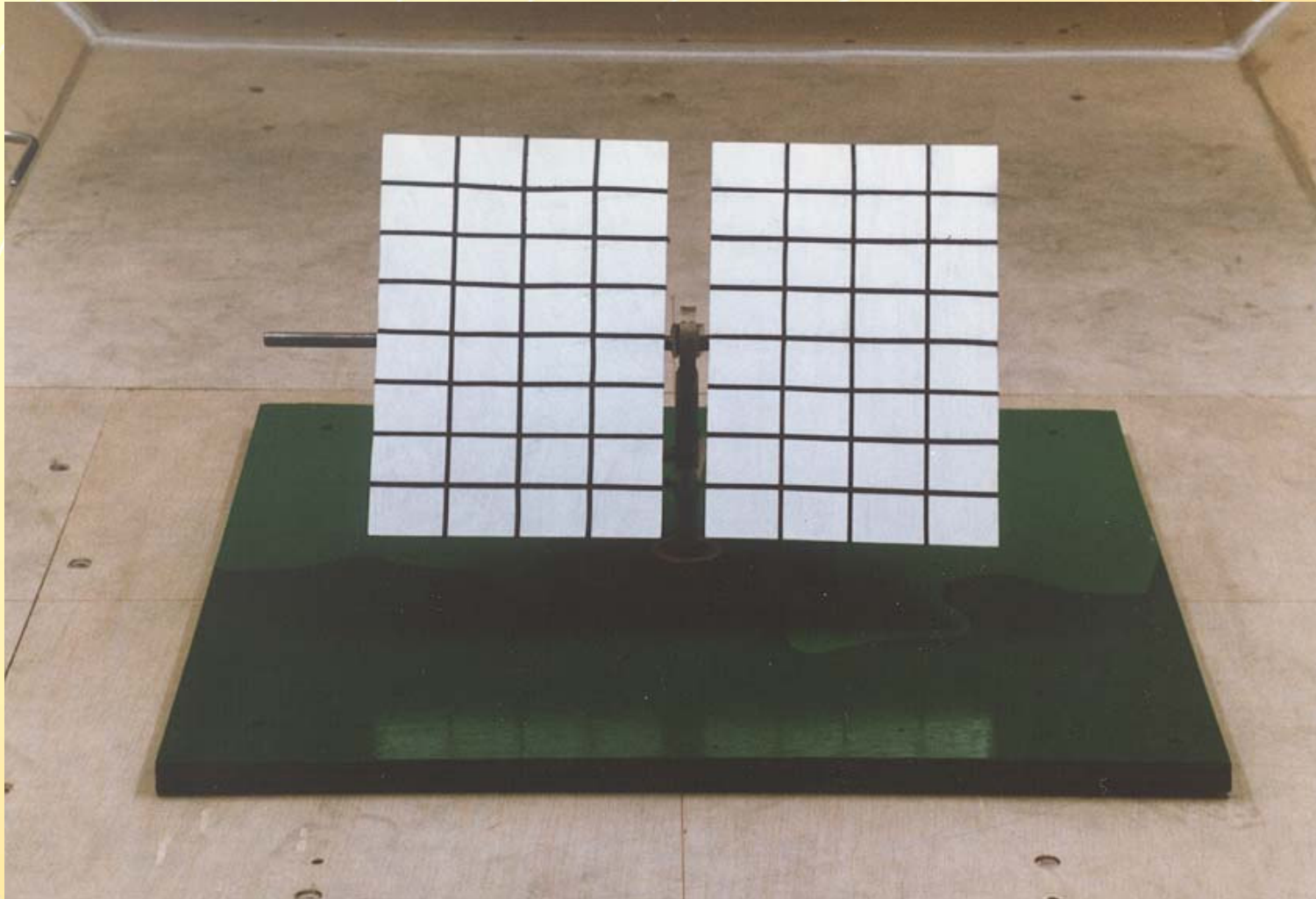
CARACTERIZACIÓN DE TERRENOS



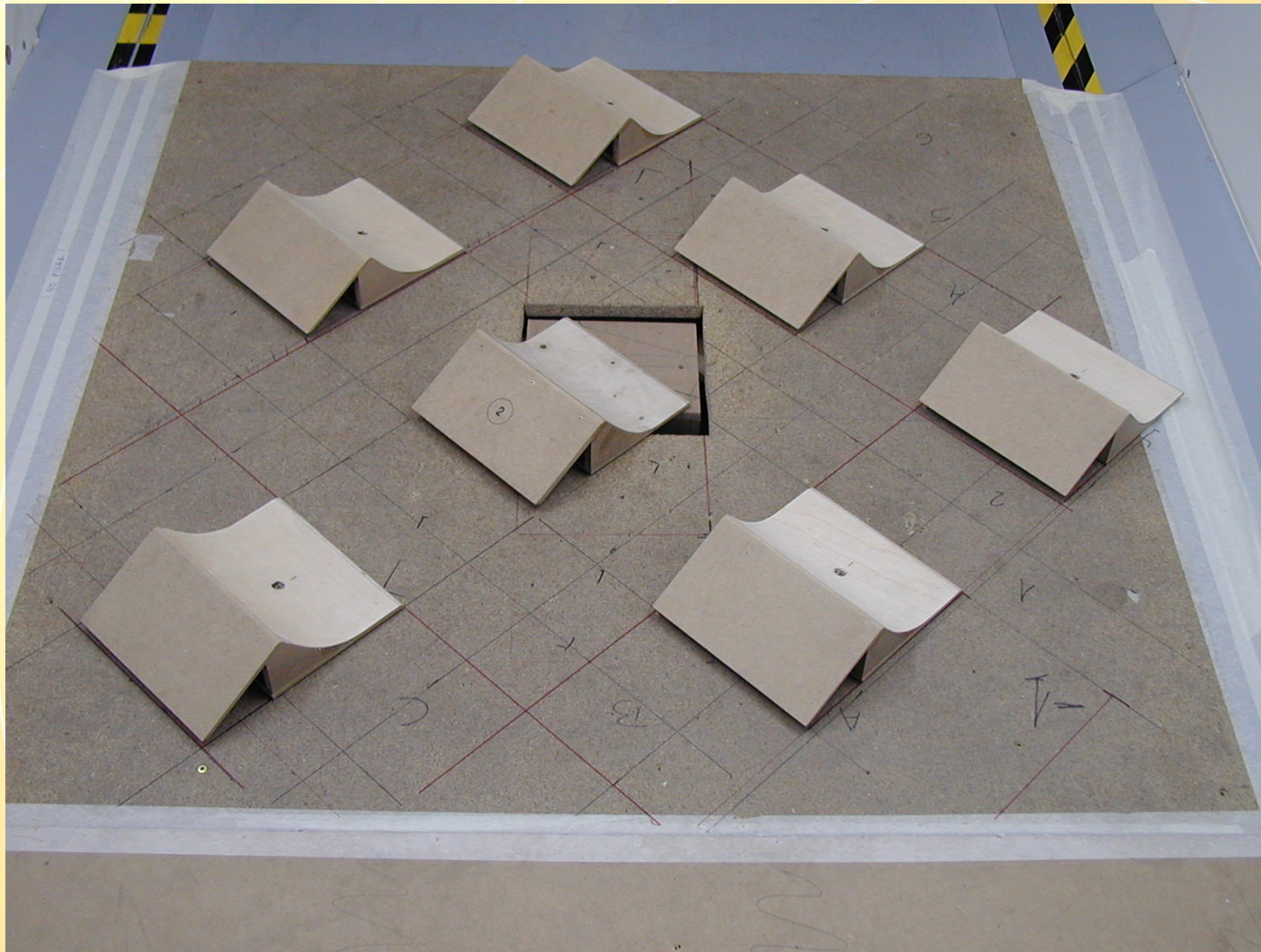
CARACTERIZACIÓN DE TERRENOS



CARACTERIZACIÓN DE TERRENOS



COLECTORES FOTOVOLTAICOS



COLECTORES FOTOVOLTAICOS



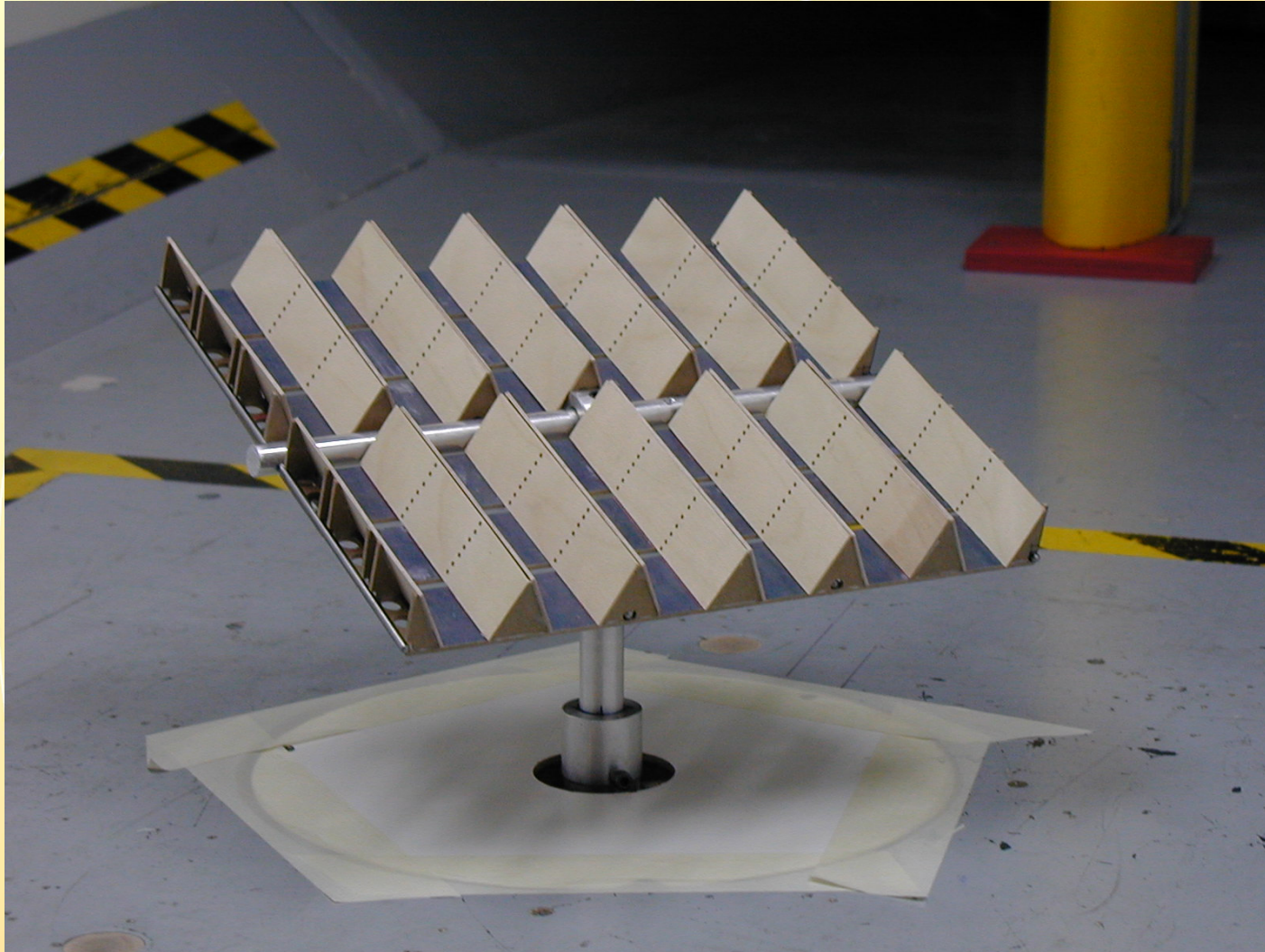
COLECTORES FOTOVOLTAICOS



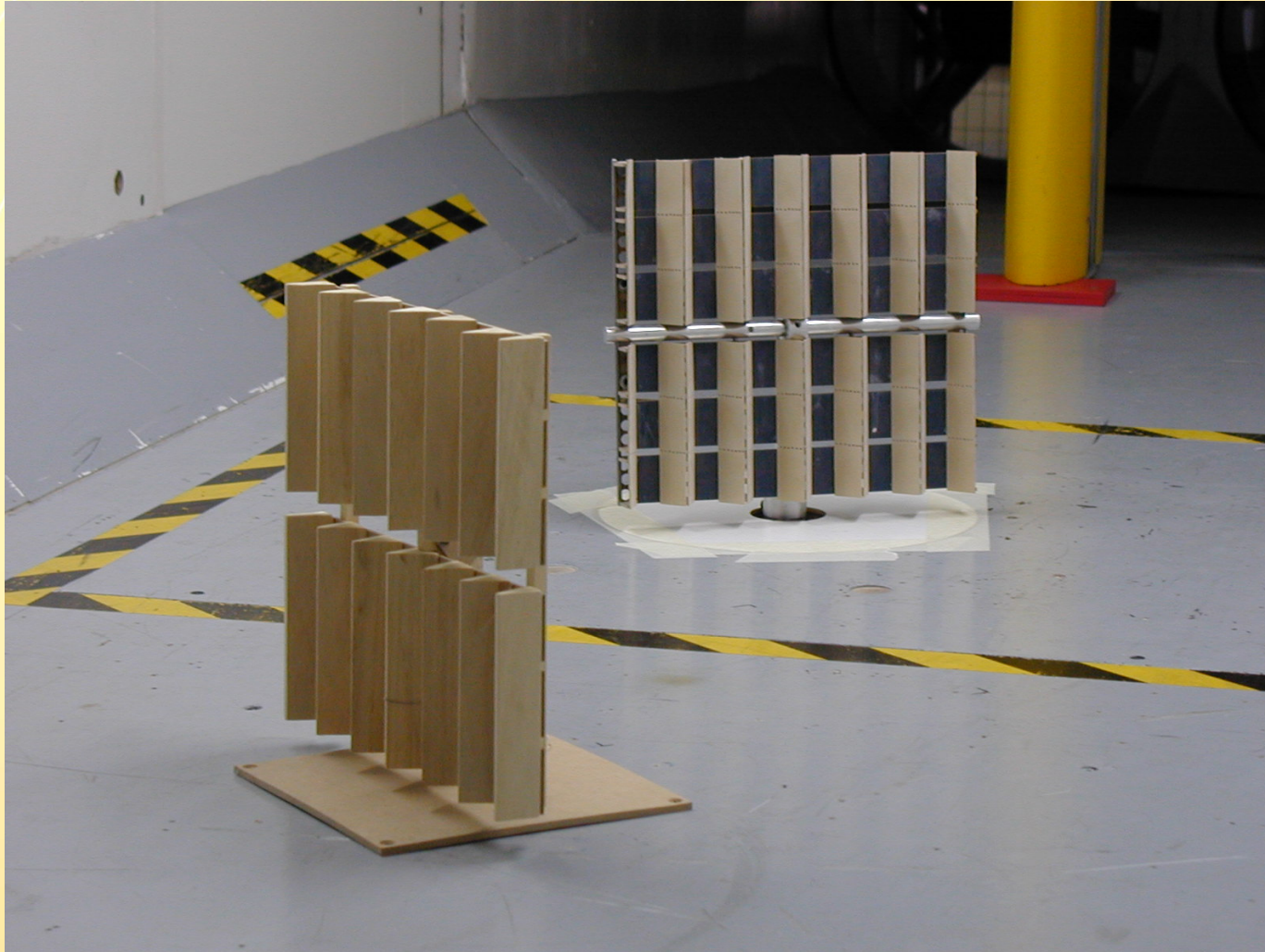
COLECTORES FOTOVOLTAICOS



CONDUCTOS DE VENTILACIÓN



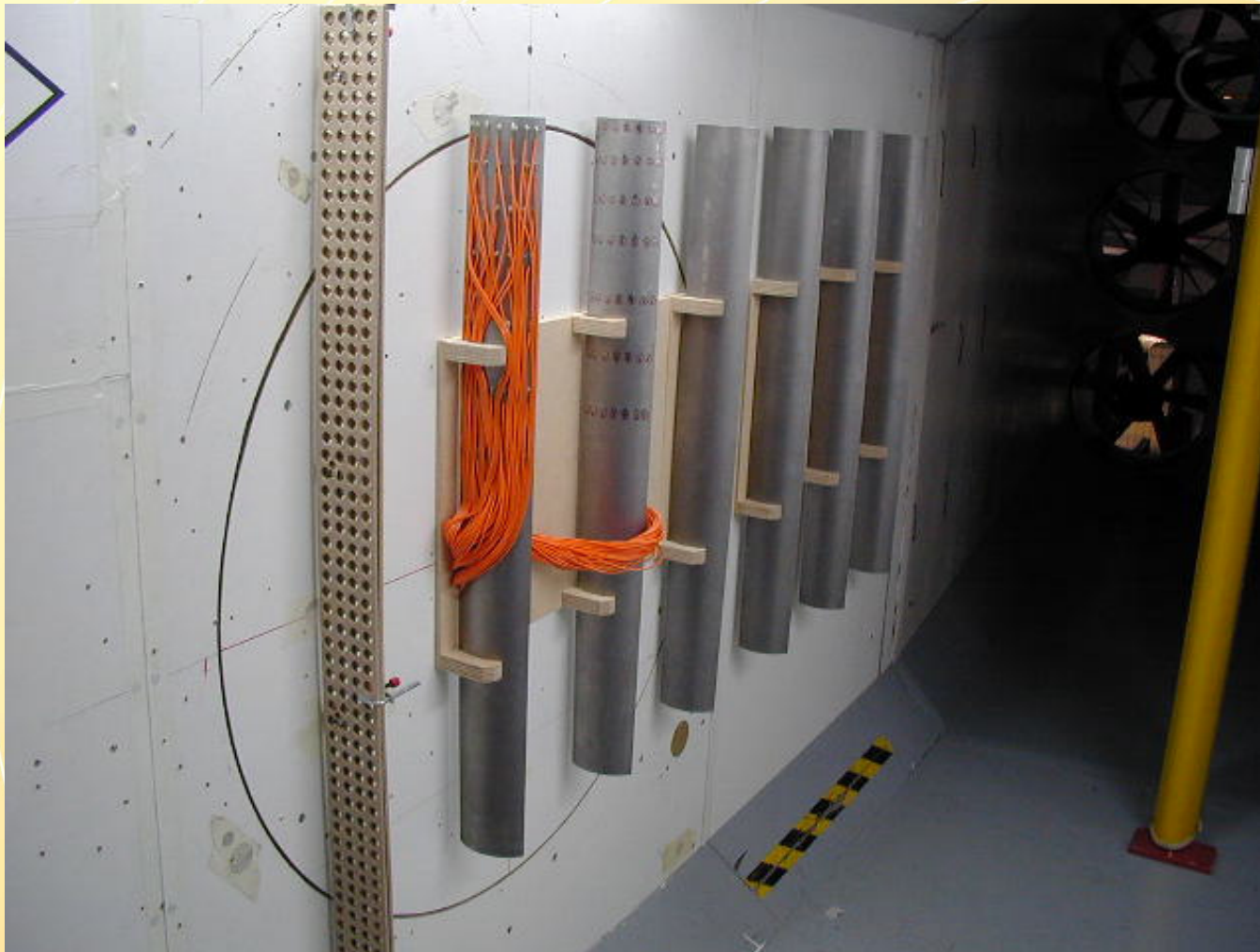
COLECTORES SOLARES



COLECTORES SOLARES



COLECTORES SOLARES



COLECTORES SOLARES