



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
CAMPUS DI FORLÌ



# Attività e prospettive della ricerca nautica a Forlì – Il ruolo della fluidodinamica

**Alessandro Talamelli**

Coordinatore Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Nautica -  
Università di Bologna

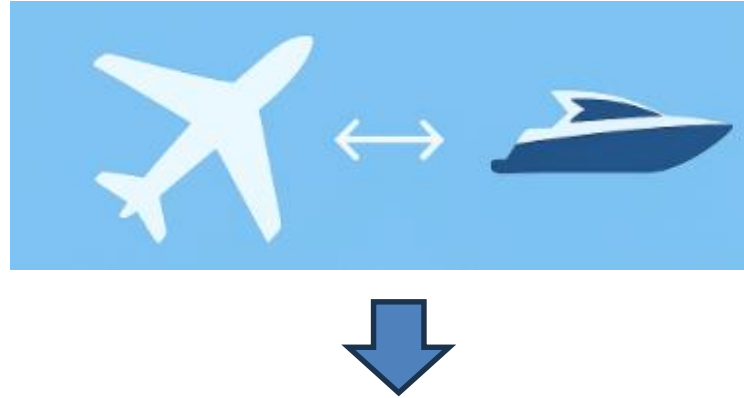
# Sinergie con Ingegneria Aerospaziale



# Sinergie con Ingegneria Aerospaziale



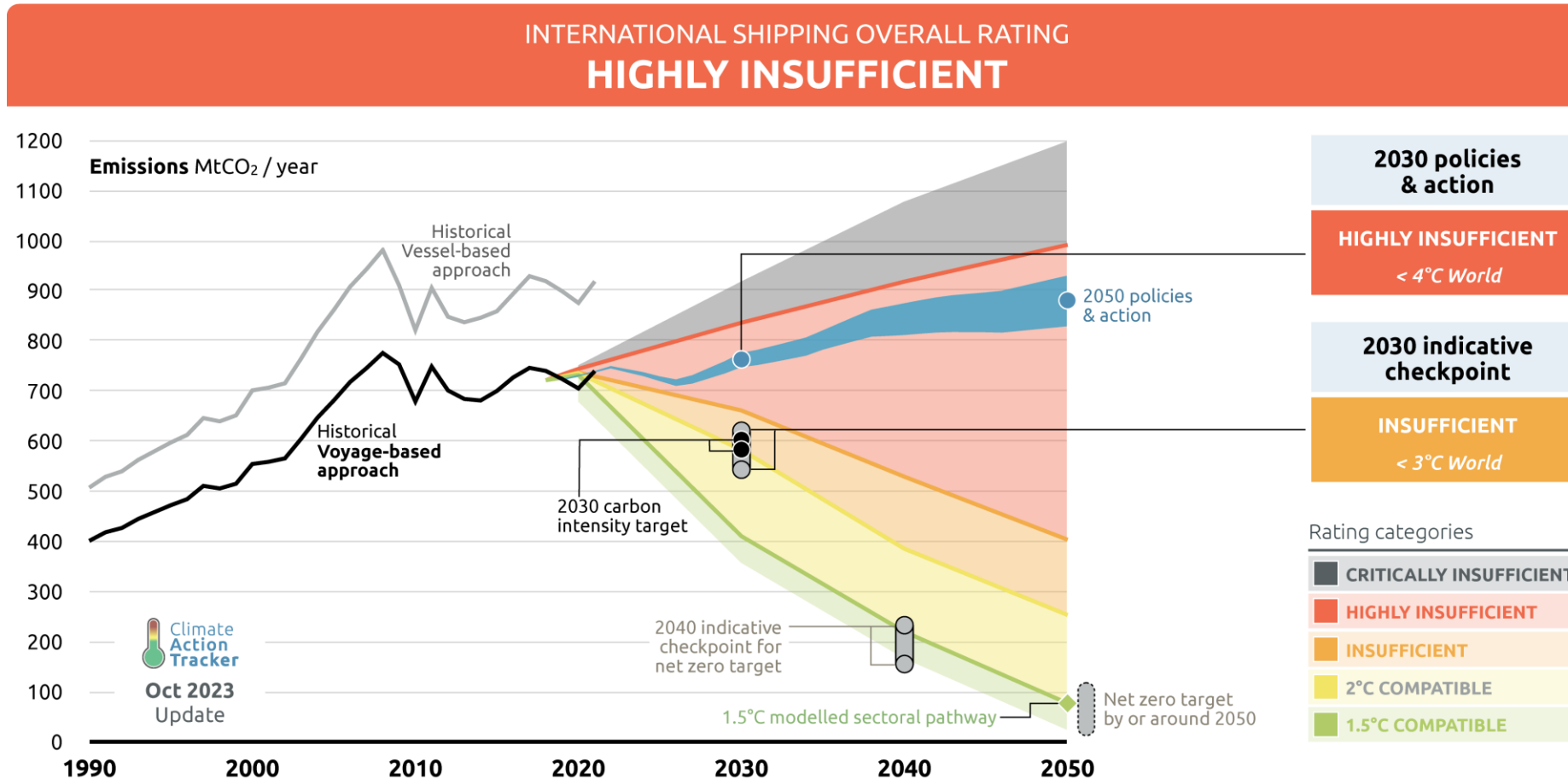
# Sinergie con Ingegneria Aerospaziale



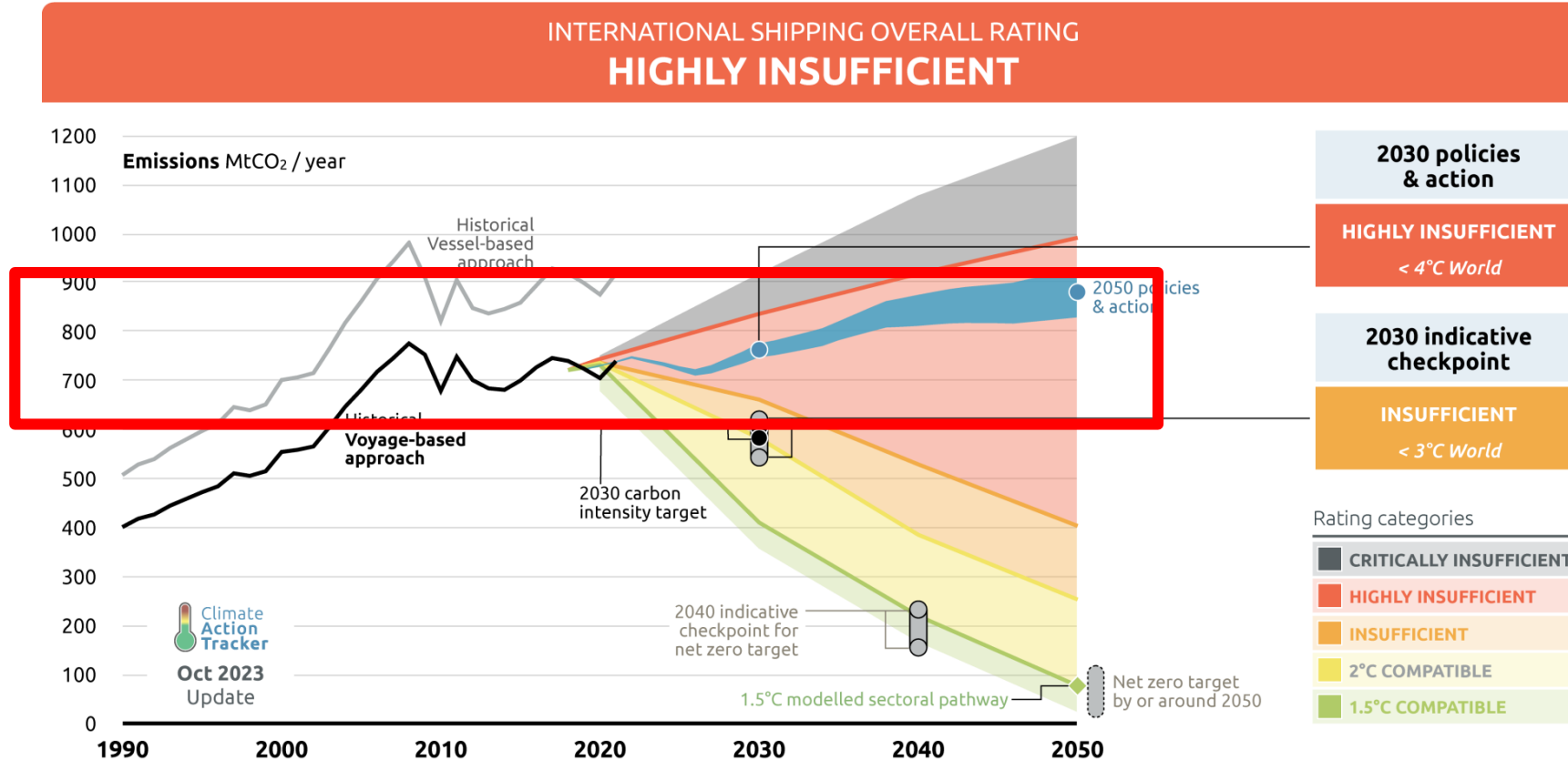
- Aerodinamica e Idrodinamica
- Acustica e vibrazioni
- Materiali e strutture leggere
- Propulsione avanzata
- Controllo e Stabilità
- Design



# Un obiettivo da raggiungere

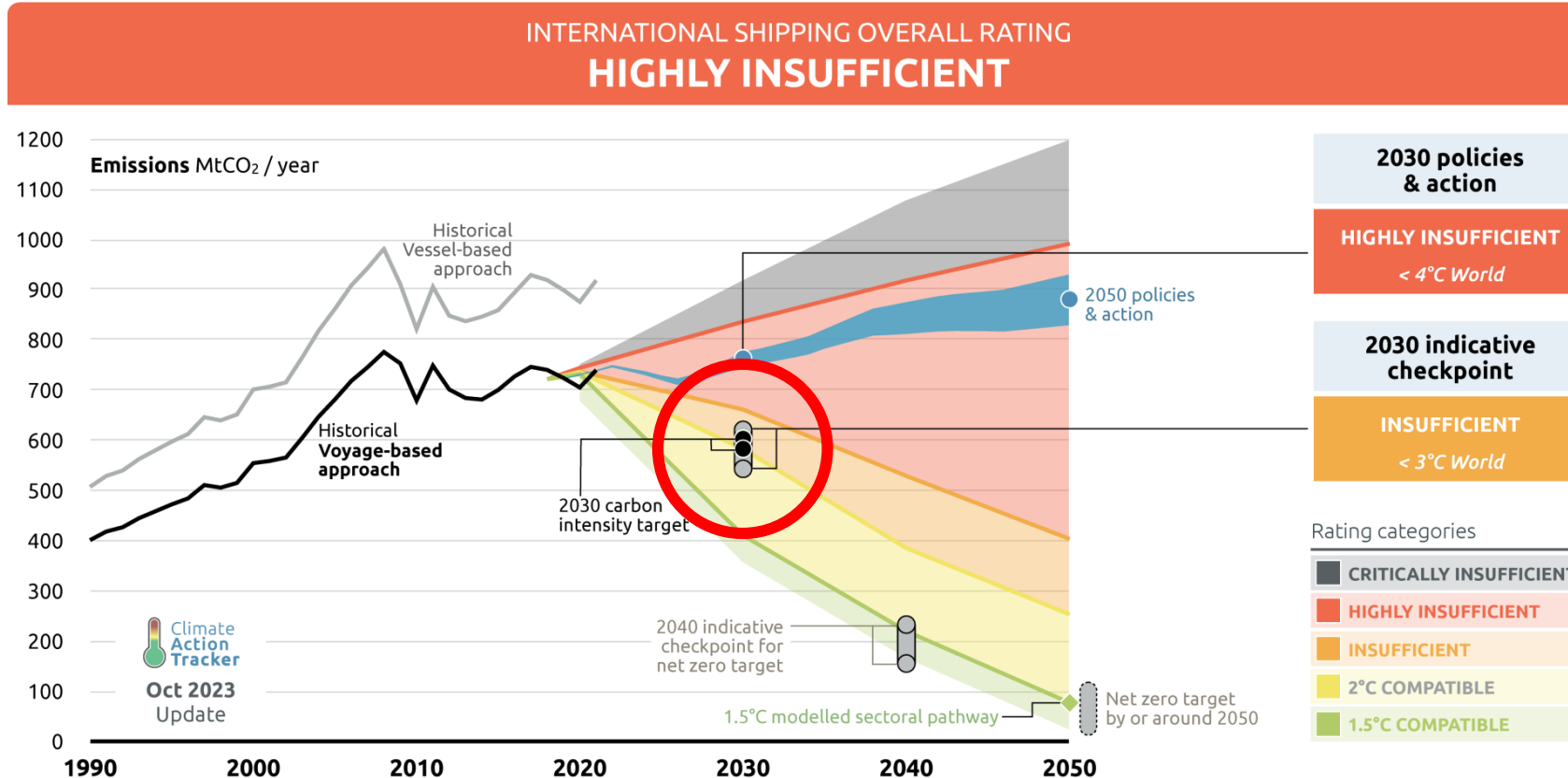


# Un obiettivo da raggiungere



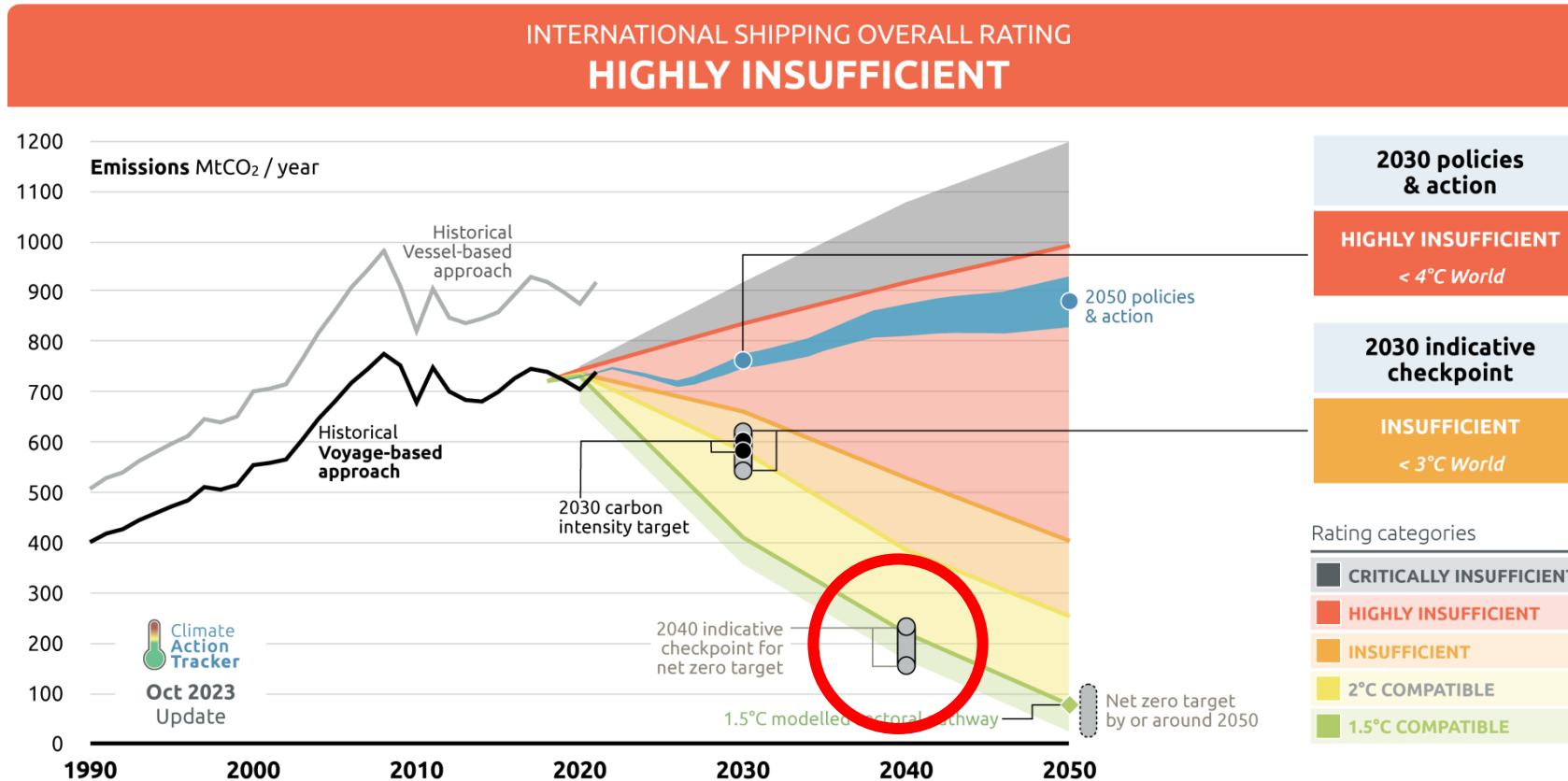
- Emissioni in campo navale/nautico costituiscono il 3% delle emissioni complessive di Gas a effetto Serra
- Una stima è di circa 700-900 milioni di tonnellate (in campo aeronautico 900 milioni di ton.)

# Un obiettivo da raggiungere



- Emissioni in campo navale/nautico costituiscono il 3% delle emissioni complessive di Gas a effetto Serra
- Una stima è di circa 700-900 milioni di tonnellate (in campo aeronautico 900 milioni di ton.)
- Obiettivi: **20% nel 2030**, 80% nel 2040 e 100% nel 2050

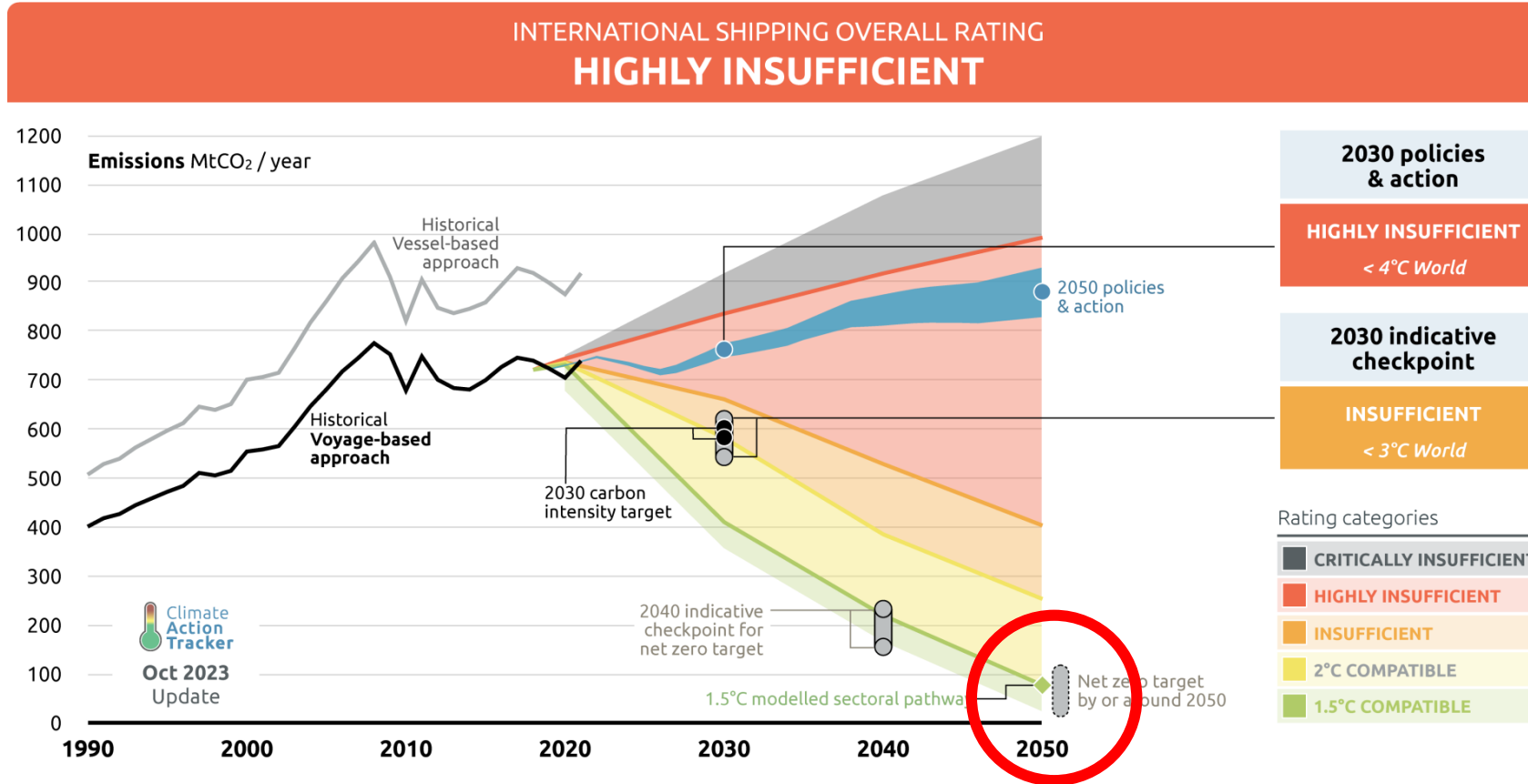
# Un obiettivo da raggiungere



- Emissioni in campo navale/nautico costituiscono il 3% delle emissioni complessive di Gas a effetto Serra
- Al momento siamo intorno ai 700-900 milioni di tonnellate (in campo aeronautico 900 milioni di ton.)
- Obiettivi: 20% nel 2030, **80% nel 2040** e 100% nel 2050



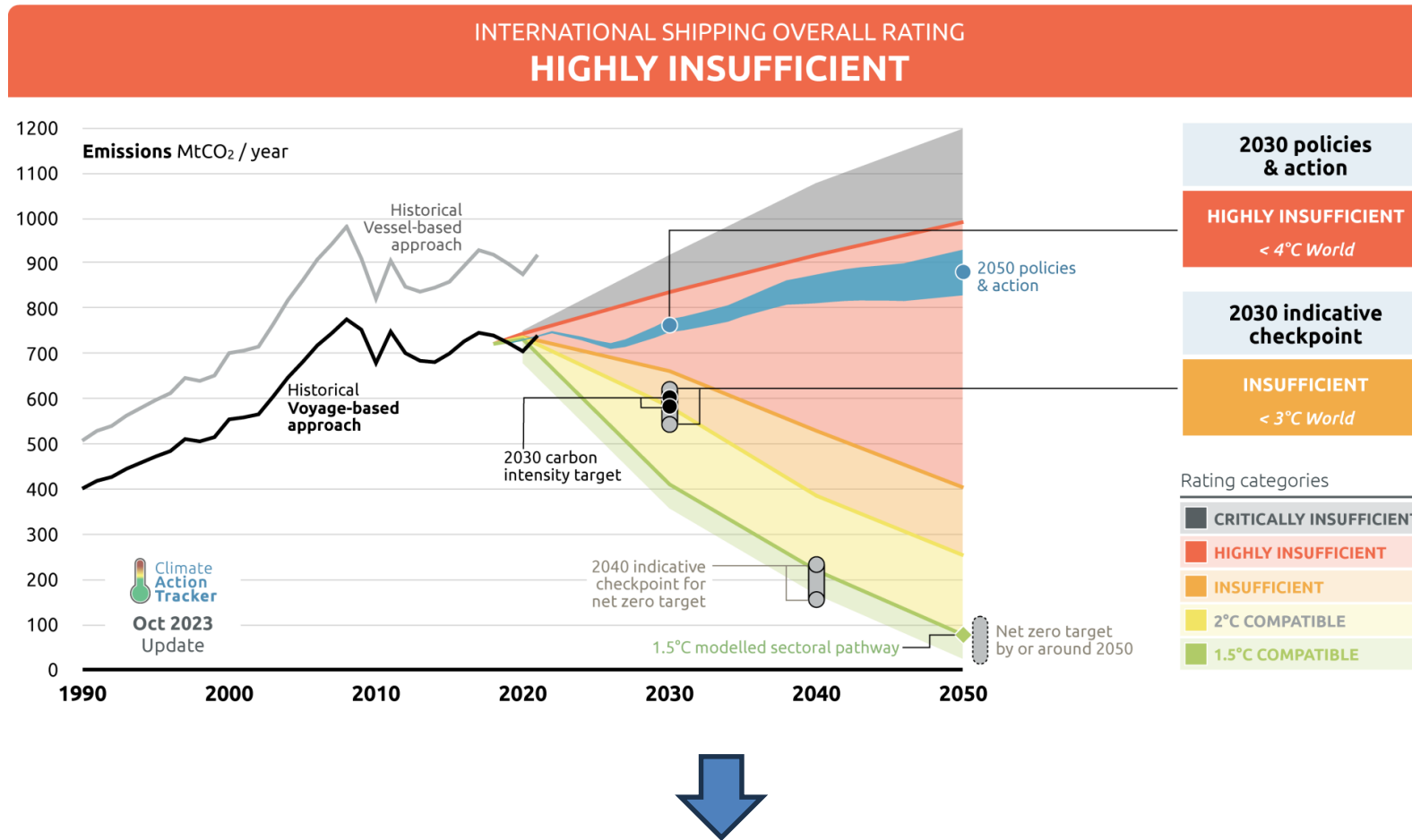
# Un obiettivo da raggiungere



- Emissioni in campo navale/nautico costituiscono il 3% delle emissioni complessive di Gas a effetto Serra
- Al momento siamo intorno ai 700-900 milioni di tonnellate (in campo aeronautico 900 milioni di ton.)
- Obiettivi: 20% nel 2030, 80% nel 2040 e **100% nel 2050**



# Un “obiettivo” da raggiungere

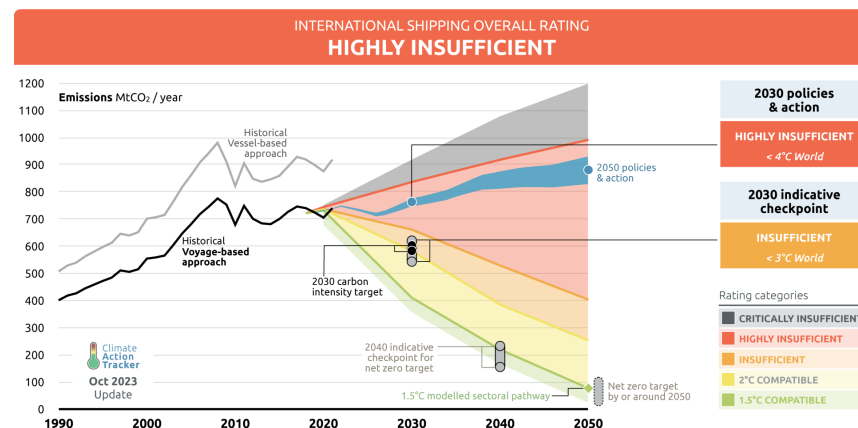


..... individuando soluzioni **innovative (out of the box)** e non convenzionali, anche di fronte a problemi completamente nuovi ....

... necessario **interdisciplinarietà** tra i vari settori .....

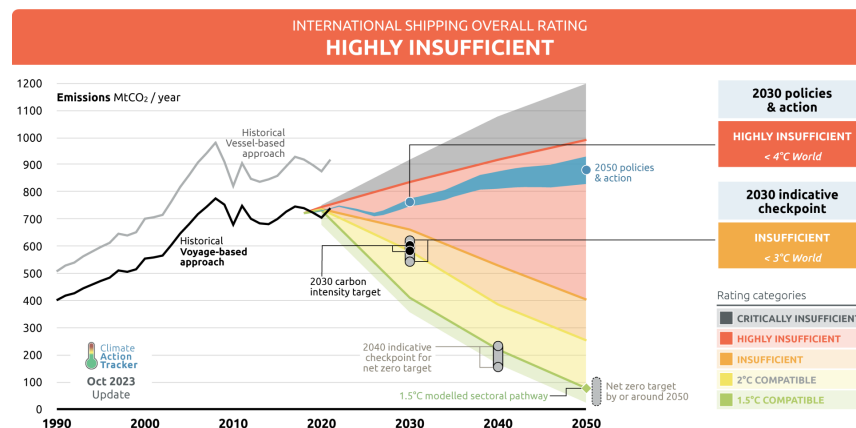


# Sinergie con Ingegneria Aerospaziale



- Aerodinamica e Idrodinamica
- Acustica e vibrazioni
- Materiali e strutture leggere
- Propulsione avanzata
- Controllo e Stabilità
- Design

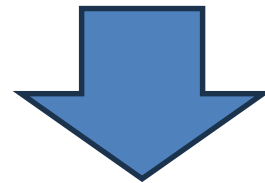
# Sinergie con Ingegneria Aerospaziale



- Aerodinamica e Idrodinamica
- Acustica e vibrazioni
- Materiali e strutture leggere
- Propulsione avanzata
- Controllo e Stabilità
- Design

## La resistenza idrodinamica

- Resistenza d'attrito: dovuta alla viscosità dell'acqua e alla superficie dello scafo.
- Resistenza d'onda (energia spesa per creare onde)
- Resistenza di forma (profilo dello scafo)
- Resistenza indotta: legata alla presenza di appendici (chiglia, timone)



Forma e finitura dello scafo, dislocamento, velocità, lunghezza al galleggiamento



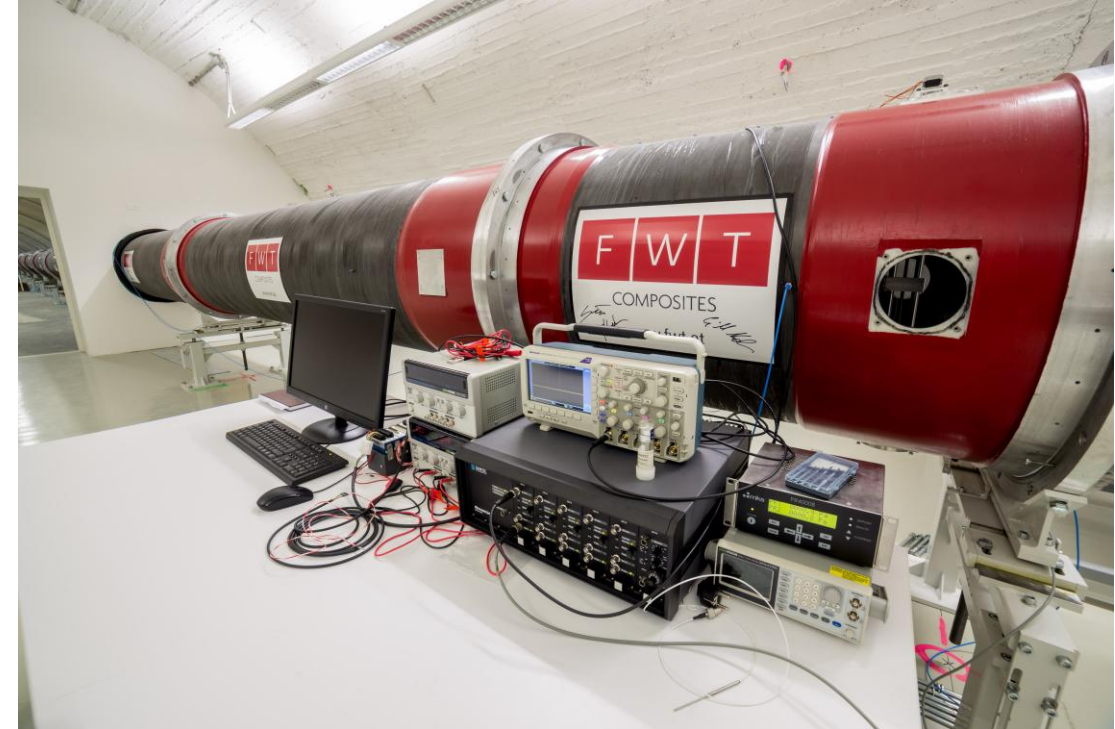
# Uno «strumento» a disposizione – Il CICLoPE

- Spazi protetti e progettati per **minimizzare il “rumore”** e offrire un sito di eccellenza per misurazioni nel campo della fluidodinamica.
- Laboratorio predisposto per lo sviluppo di **sensoristica** avanzata.
- Infrastruttura di interesse **internazionale** che attrae **accessi** a università ed enti di ricerca provenienti da tutto il mondo.



# Uno «strumento» a disposizione

- Presenza di una **galleria del vento** unica al mondo per lo studio della turbolenza (microscopio naturale)
- Infrastruttura di interesse tecnologico per la messa a punto di **gemelli digitali** per la progettazione in campo aeronautico, automobilistico e nautico.
- Infrastruttura modulabile e adattabile alle esigenze di **aziende**



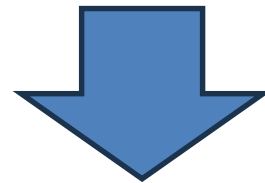
# Ideale per attività di “public engagement” e terza missione



- Visite guidate scuole
- Notte della Ricerca Europea
- Giornate FAI
- Eventi “ad hoc”

# La resistenza idrodinamica

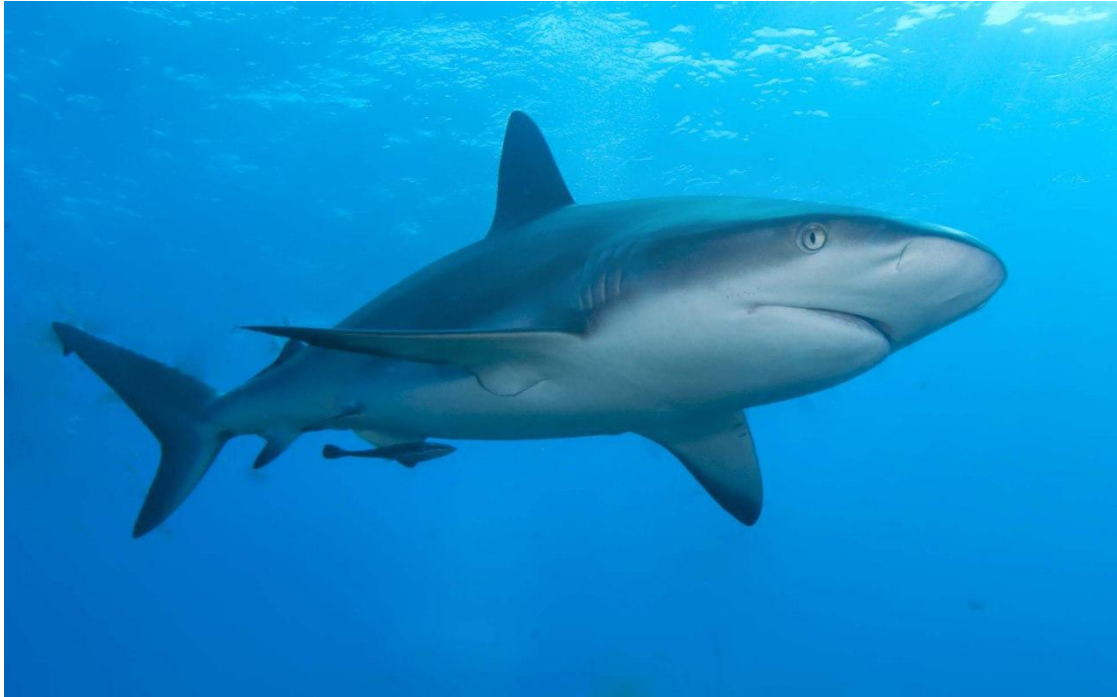
- Resistenza d'attrito: dovuta alla viscosità dell'acqua e alla superficie dello scafo
- Resistenza d'onda (energia spesa per creare onde)
- Resistenza di forma (profilo dello scafo)
- Resistenza indotta: legata alla presenza di appendici (chiglia, timone)



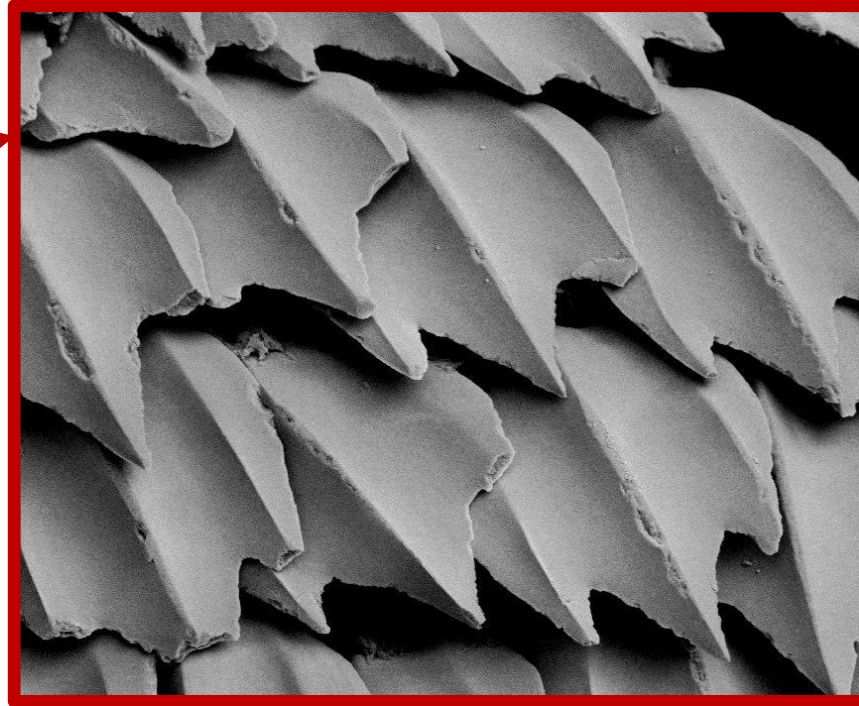
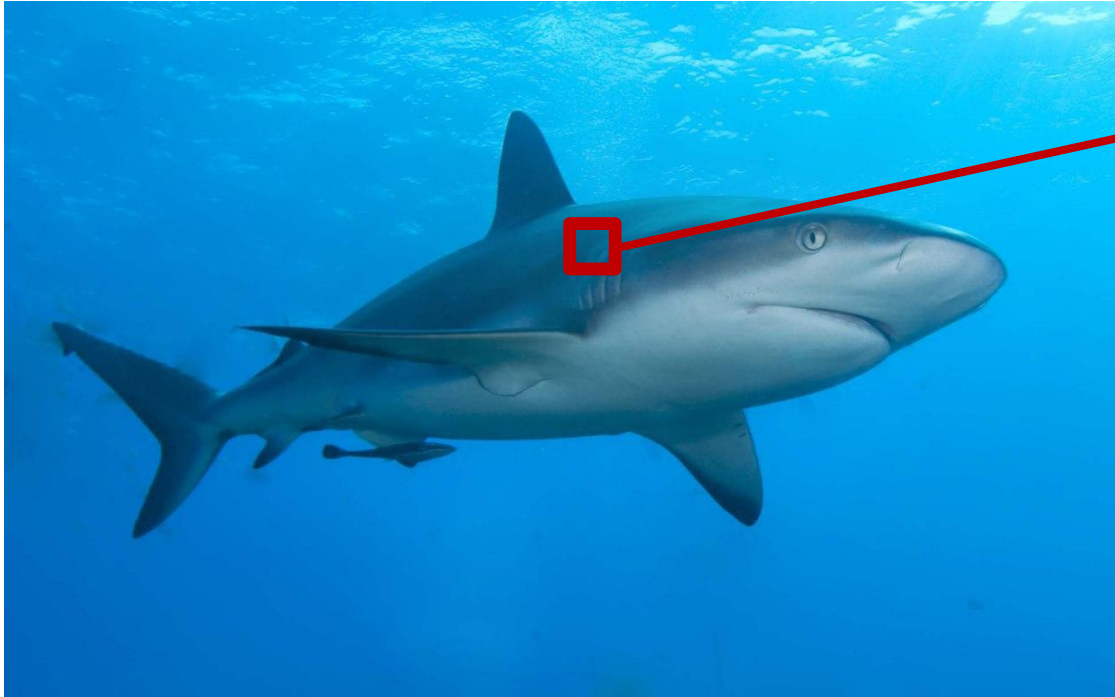
Forma e finitura dello scafo, dislocamento, velocità, lunghezza al galleggiamento



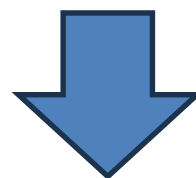
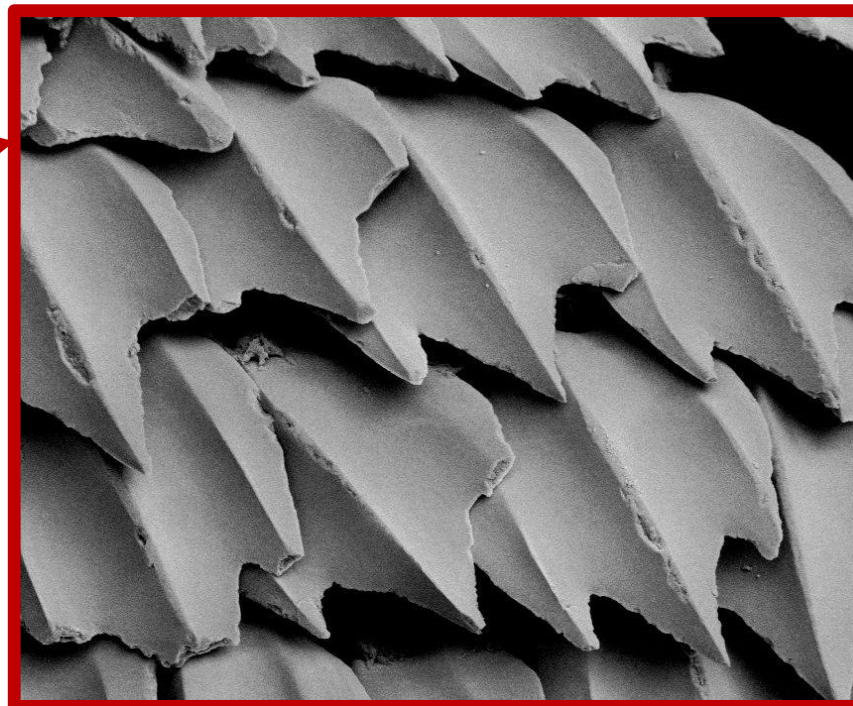
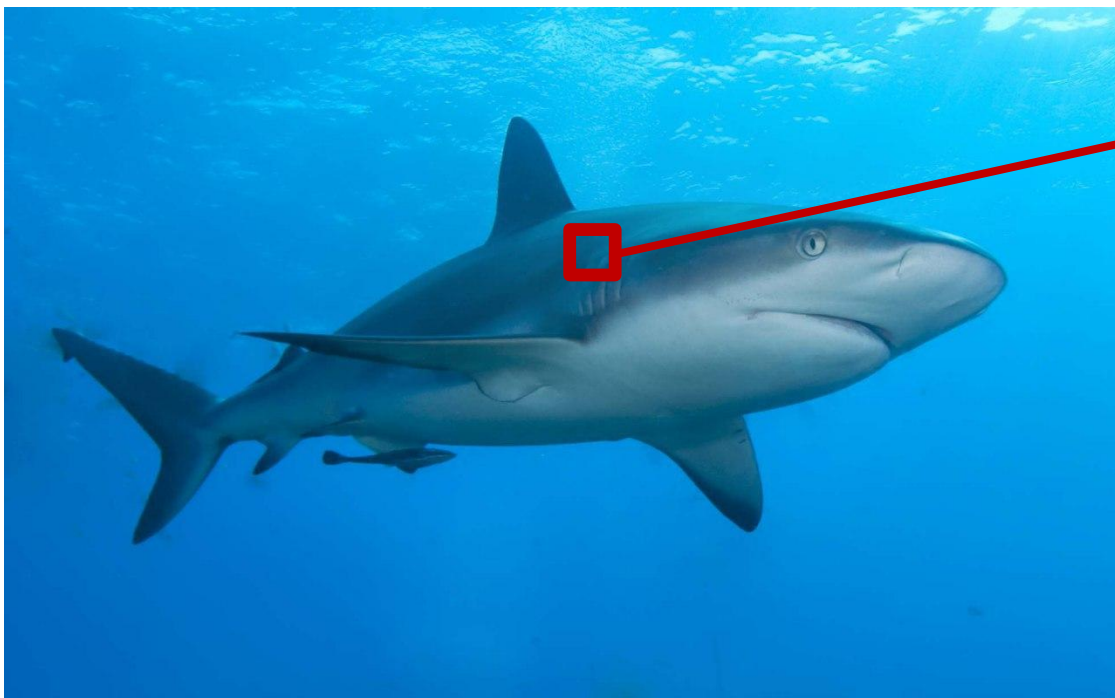
# Nuove superfici



## Nuove superfici

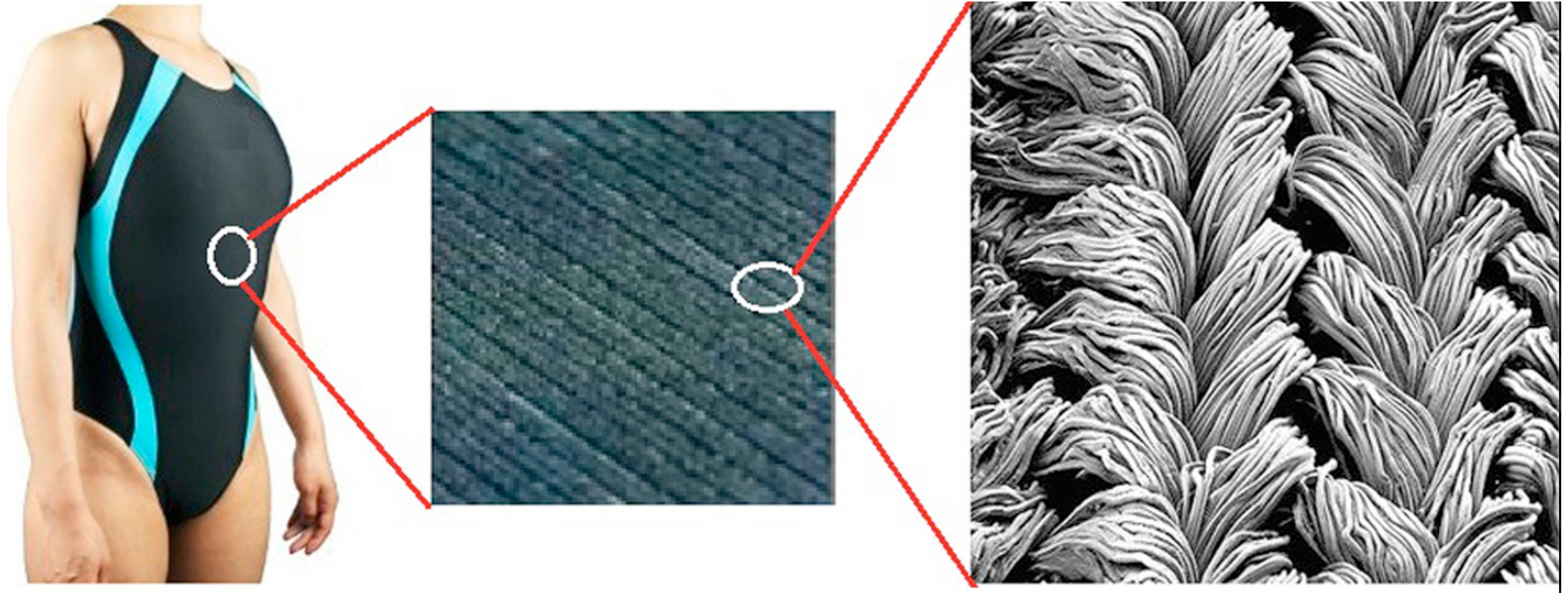


## Nuove superfici



Superfici Ispirate alla pelle dello squalo possono ridurre la resistenza di valori superiori al 10%

# Nuove superfici



# E sulle imbarcazioni?

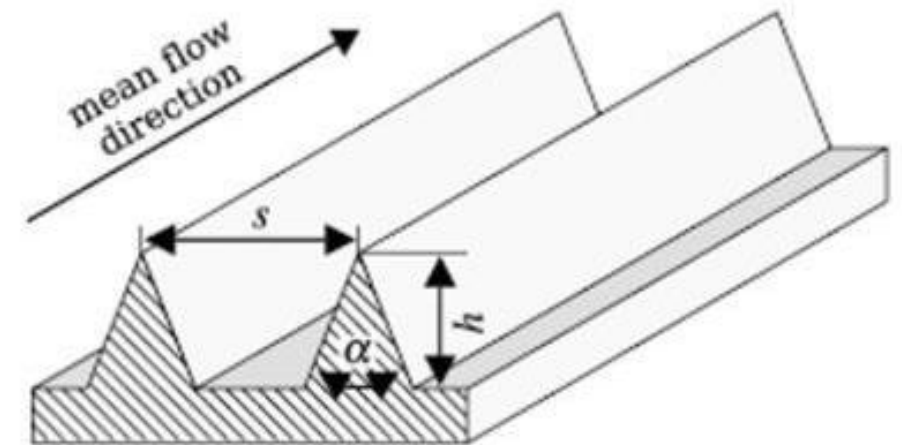
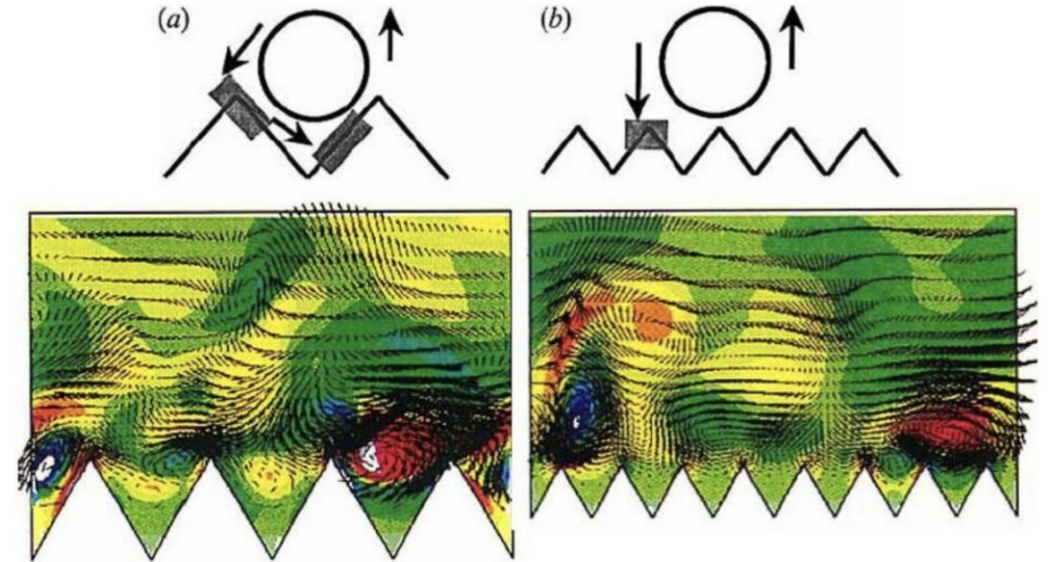


# Riblets

- **scanalature** allineate nella direzione del flusso
- operano all'interno dello **strato limite**
- Meccanismi fisici **molto complessi** legata allo scambio di quantità di moto in uno strato limite turbolento
- le riblets costringono le strutture turbolente a muoversi principalmente nella direzione del



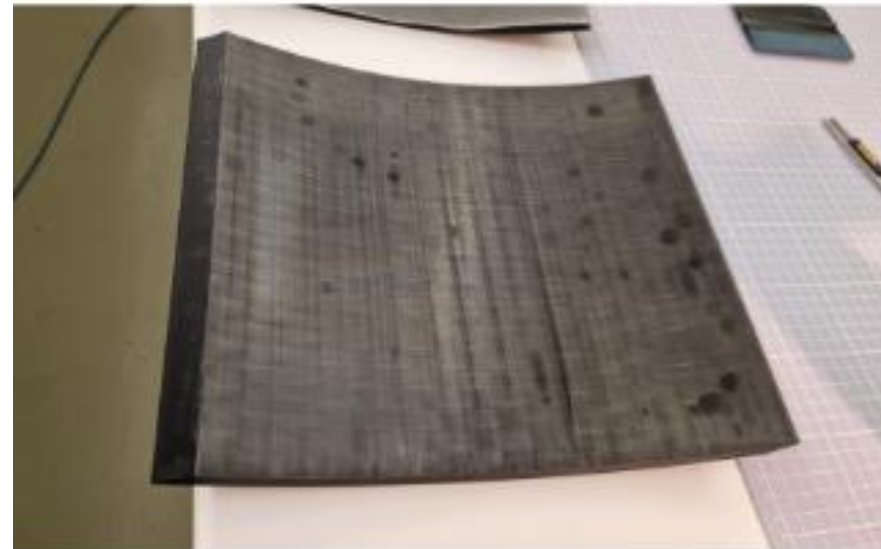
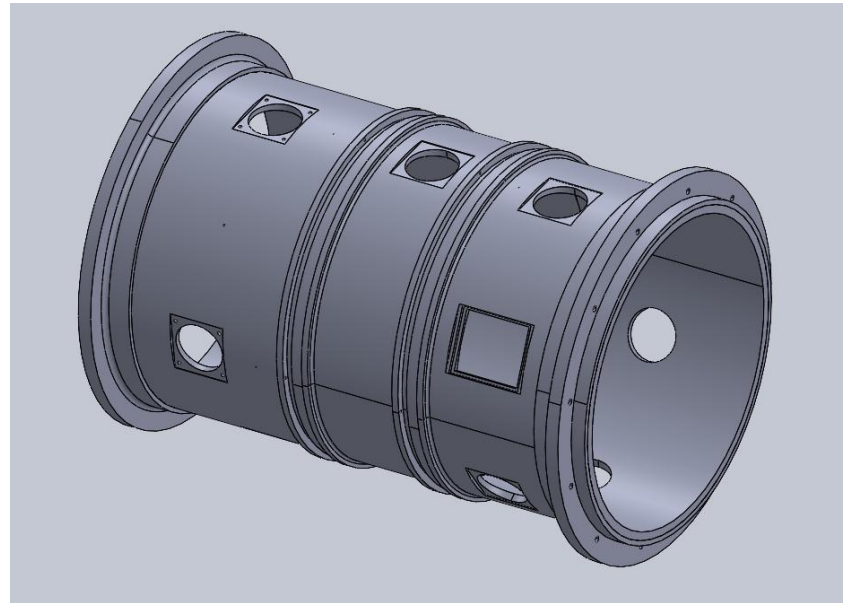
Different geometry types of riblets: (a) trapezoidal, (b) bladed, (c) triangular.



Characteristic parameters of the riblets installed in the Long Pipe wind tunnel.

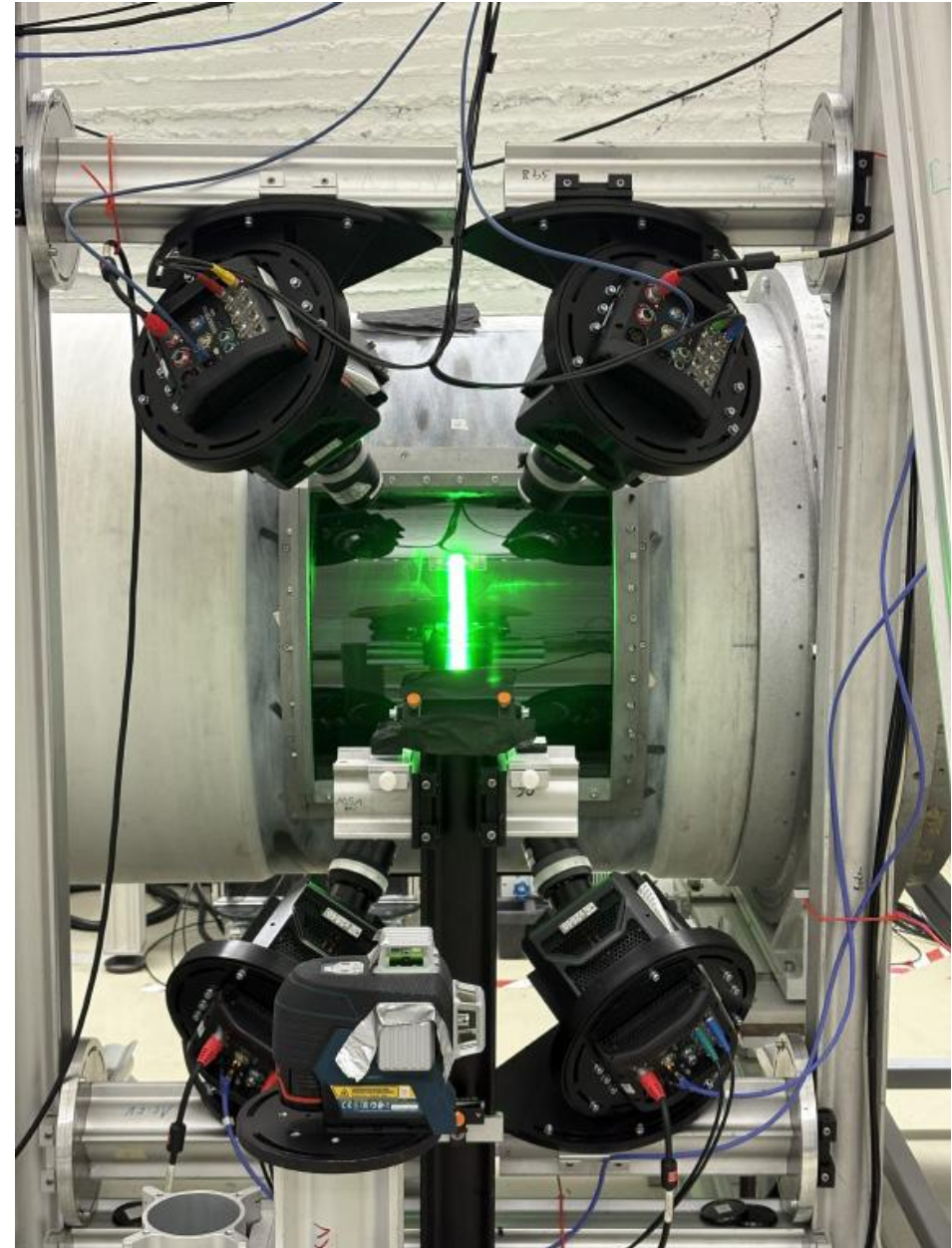
## Gli esperimenti (PNRR)

- Progetto e realizzazione di una specifica camera di prova (**dimostratore**)
- Realizzazione di una superficie con “**riblets**”
- Possibilità di sperimentare **diverse tipologie** di superfici



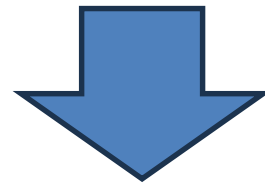
## Gli esperimenti (PNRR)

- Misure molto **complesse**
- Richiedono l'utilizzo di **diversi** sistemi di misura
- Possibilità di utilizzare sistemi di tipo **ottico**
- Necessità di **collaborazioni internazionali**



## La resistenza idrodinamica

- Resistenza d'attrito: dovuta alla viscosità dell'acqua e alla superficie dello scafo.
- Resistenza d'onda (energia spesa per creare onde)
- Resistenza di forma (profilo dello scafo)
- Resistenza indotta: legata alla presenza di appendici (chiglia, timone)



Forma e finitura dello scafo, dislocamento, velocità, **lunghezza al galleggiamento**



# Il dislocamento



# E sulle imbarcazioni?



# I “foils”



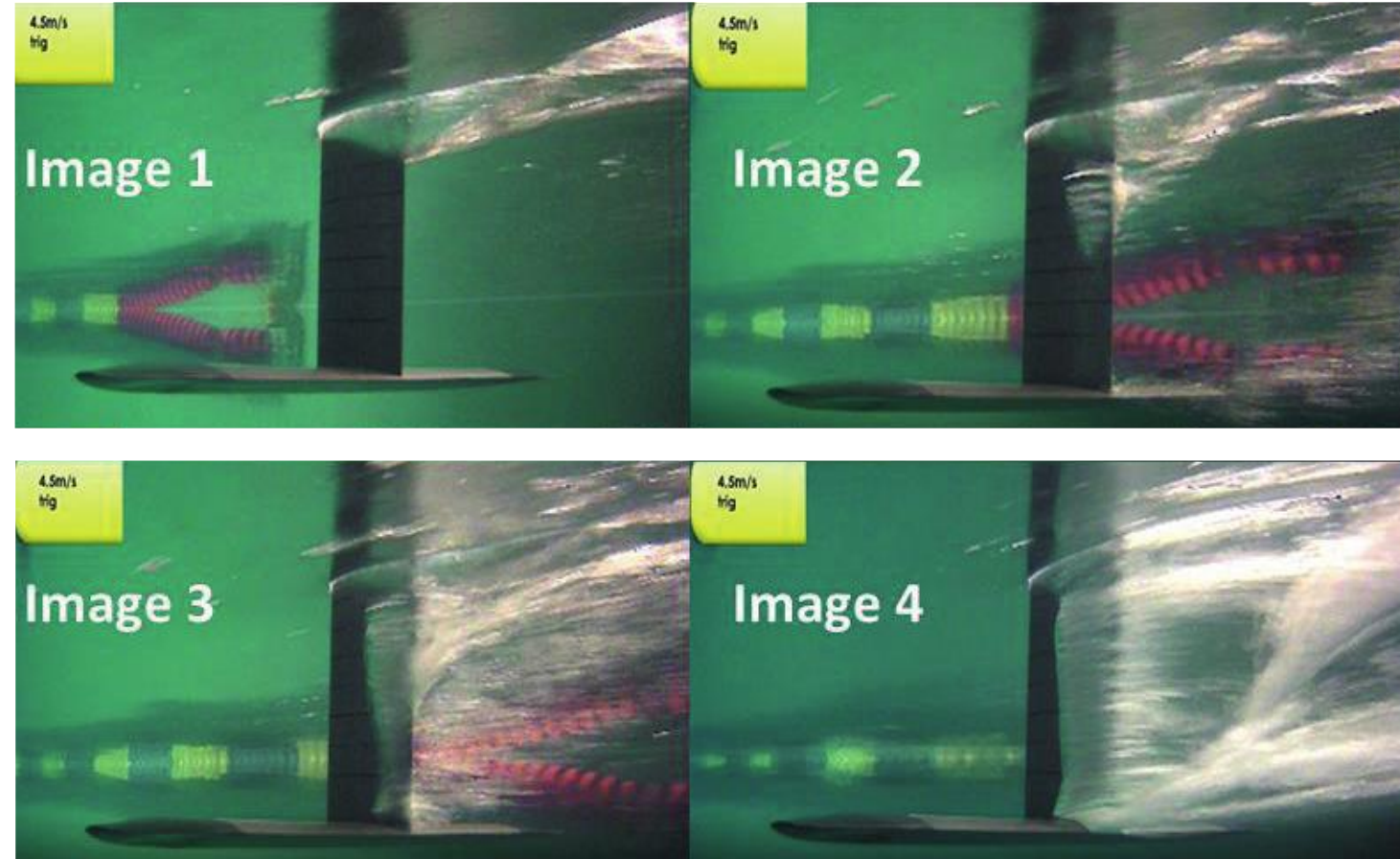
# I “foils”

- utilizzo sempre più diffuso per **prestazioni** e il **comfort** di navigazione.
- appendici immerse generano **portanza idrodinamica** che, a velocità sufficienti, solleva lo scafo riducendo l'area bagnata e quindi la resistenza all'avanzamento.
- navigazione più **veloce, efficiente e stabile**, con minori consumi energetici e sensibile riduzione degli impatti delle onde sullo scafo.



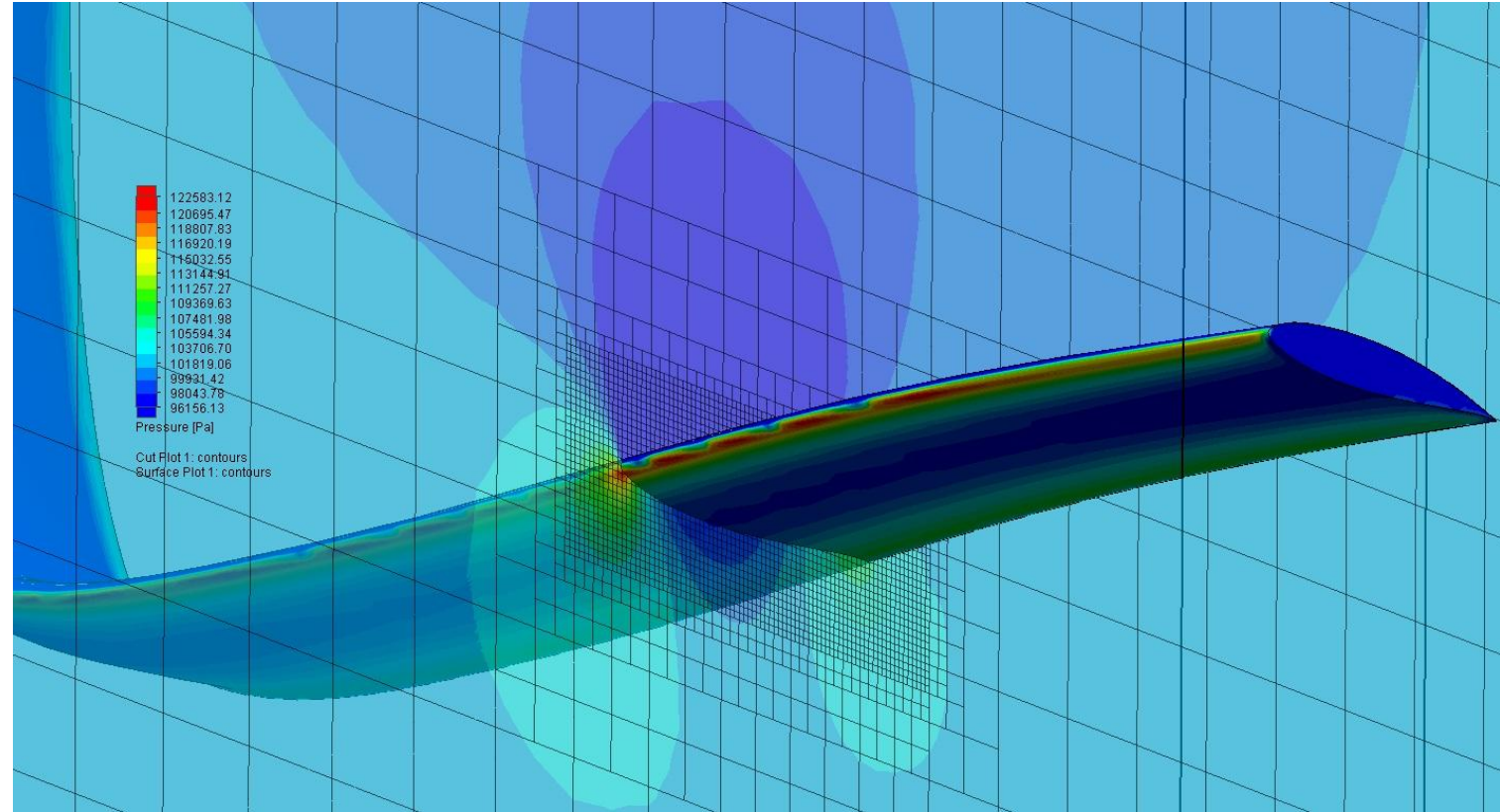
# Ventilazione nei Foils

- Fenomeno su idrofoils emergenti o completamente immersi quando la **pressione** sulla loro superficie immersa è inferiore alla pressione atmosferica.
- L'aria viene inglobata dal foil formando strati verticali paralleli alla superficie con conseguente **deterioramento** delle prestazioni



# Un “gemello digitale”

- Studio mediante analisi numerica della **prestazioni** di diverse classi di hydrofoil
- Analisi dei **fenomeni di instabilità** degradanti le performance di hydrofoil: cavitazione, ventilazione
- Studio di sistemi attivi e passivi per il **controllo delle instabilità**



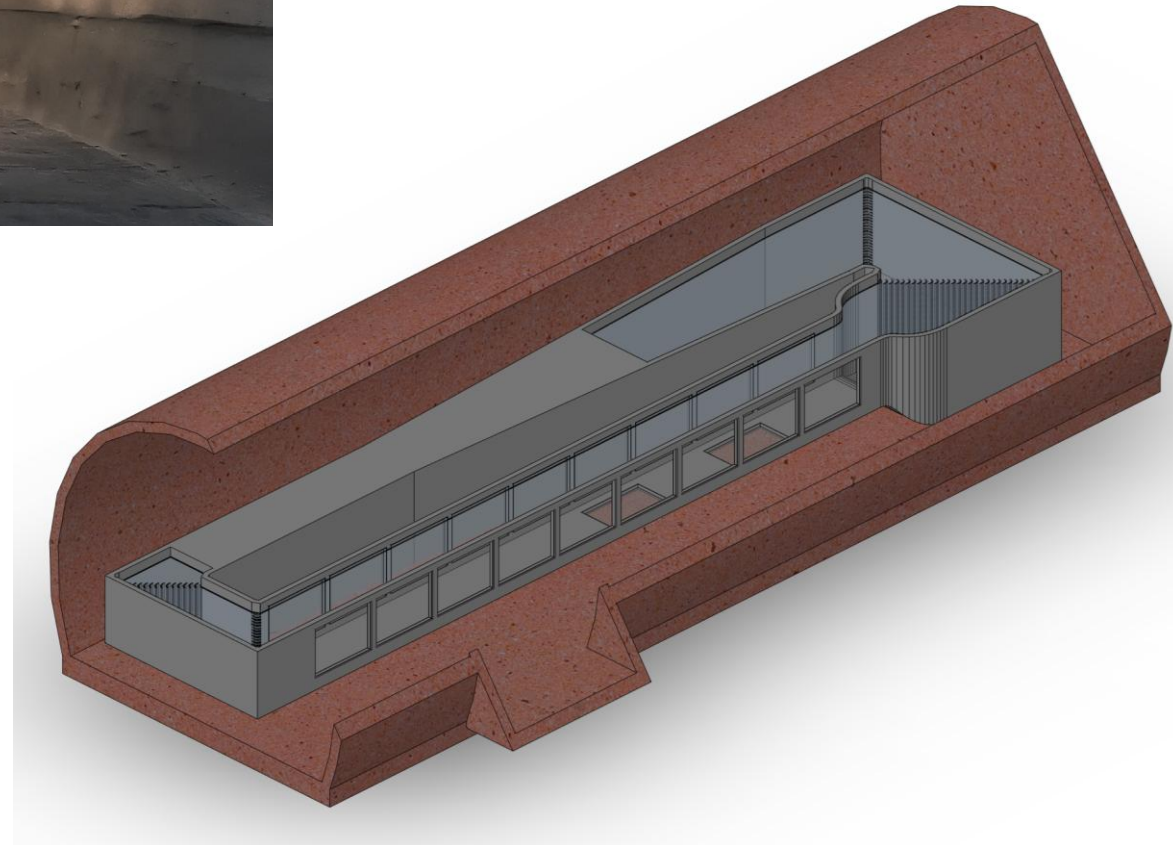
# Una nuova infrastruttura



- Camera di prova di 20 m lunghezza, 1.5 m profondità, e 3 m larghezza.
- Velocità del flusso superiore ad 1 m/s.
- Bassa turbolenza
- Slitta mobile 2 m/s.
- Possibilità di effettuare misure ottiche
- Possibilità di realizzare con modelli test simili alle applicazioni tecnologiche



# Una nuova infrastruttura



# Conclusioni

- Forti similitudini con Ingegneria Aerospaziale
- Necessità di sinergie tra le varie discipline (aerodinamica, propulsione, impianti, materiali, combustibili, ecc...)
- Necessità di forte interdisciplinarietà
- Necessità di infrastrutture specialistiche di «grande scala»





ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
CAMPUS DI FORLÌ

**Credits:**

**Alessandro Talamelli**

Dipartimento di Ingegneria Industriale

[alessandro.talamelli@unibo.it](mailto:alessandro.talamelli@unibo.it)

[www.unibo.it](http://www.unibo.it)