



# *PROVE SPERIMENTALI IN VASCA NAVALE*

---

Franco Di Ciò, Marco Roccaldo  
CNR-INSEAN (Roma)

# Un po' di storia

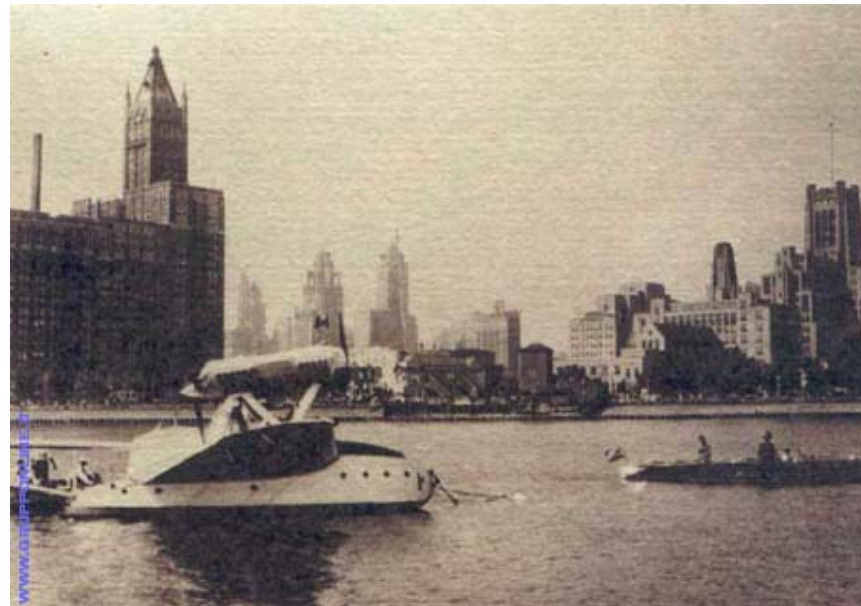
---



Nel periodo prebellico  
l'Italia era all'avanguardia  
nel settore degli  
idrovolanti

Nel settore  
trasporto e  
militare

Savoia  
Marchetti  
S55



# Un po' di storia

---



Ma anche in quello sportivo,  
dove era esaltata  
la tecnica  
pura

Macchi M-39



# Un po' di storia

---



## il Macchi Castoldi MC-72

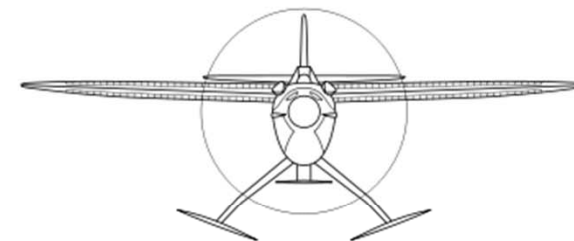
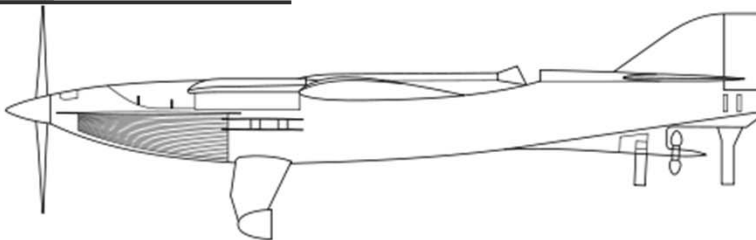
Detentore  
del record  
velocità  
idrovolanti  
propulsi da  
motore  
alternativo



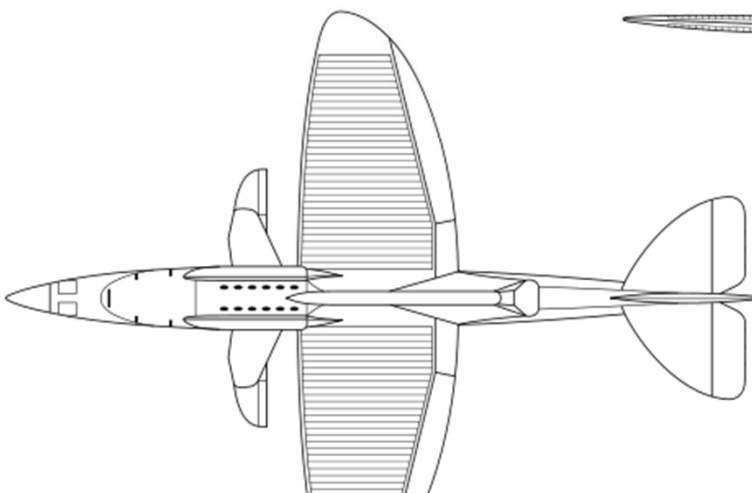
# Un po' di storia



anche la Piaggio  
aveva un suo  
progetto



il Piaggio  
Pegna C-7





# Un po' di storia

---



Già negli anni '30 si facevano prove su modelli fisici



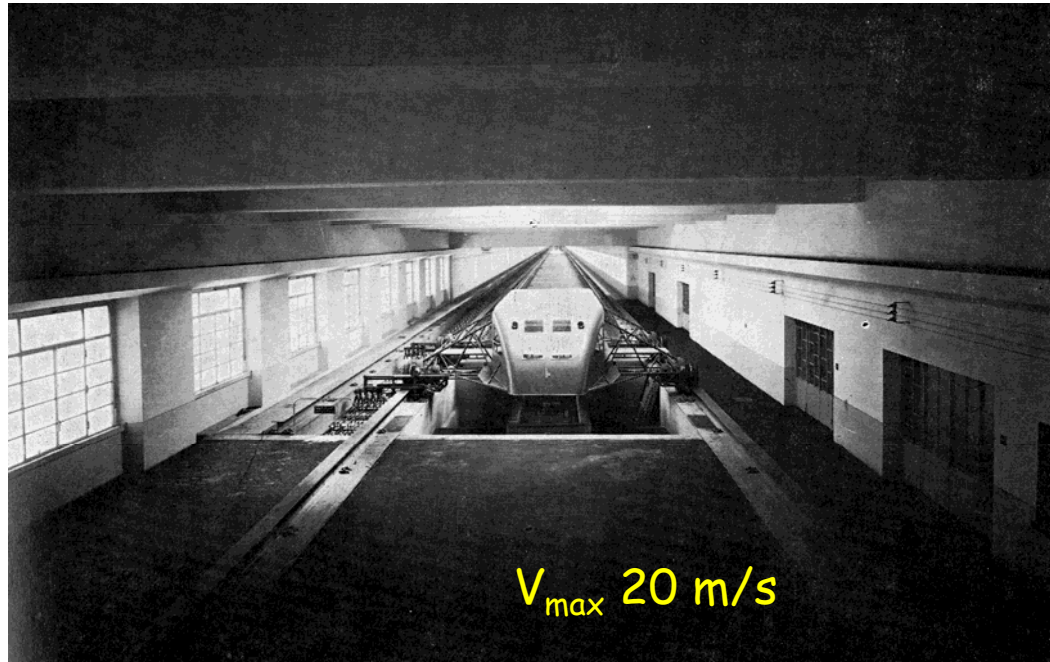
In uno degli  
impianti  
del centro  
sperimentale  
di Guidonia

# Un po' di storia

---



Dotato di una Vasca Navale!



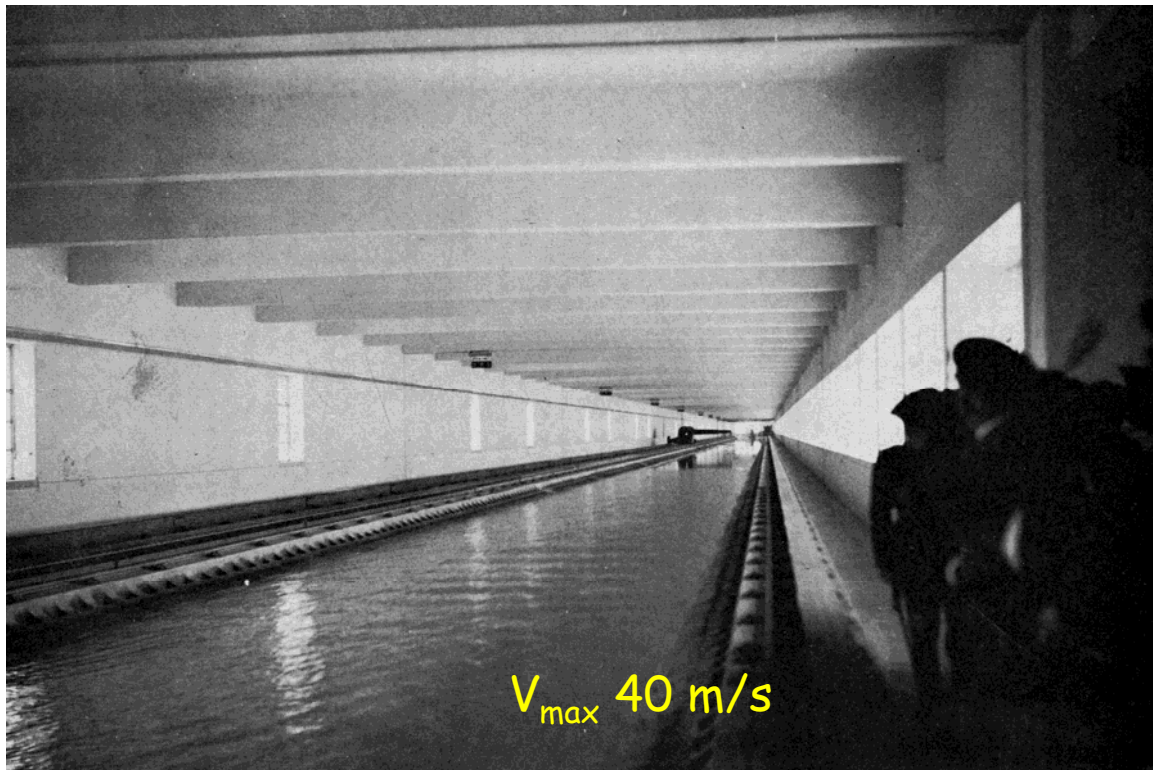
Con carri veloci:  
da 20 m/s

# Un po' di storia

---



Dotato di una Vasca Navale!



e  
40 m/s!

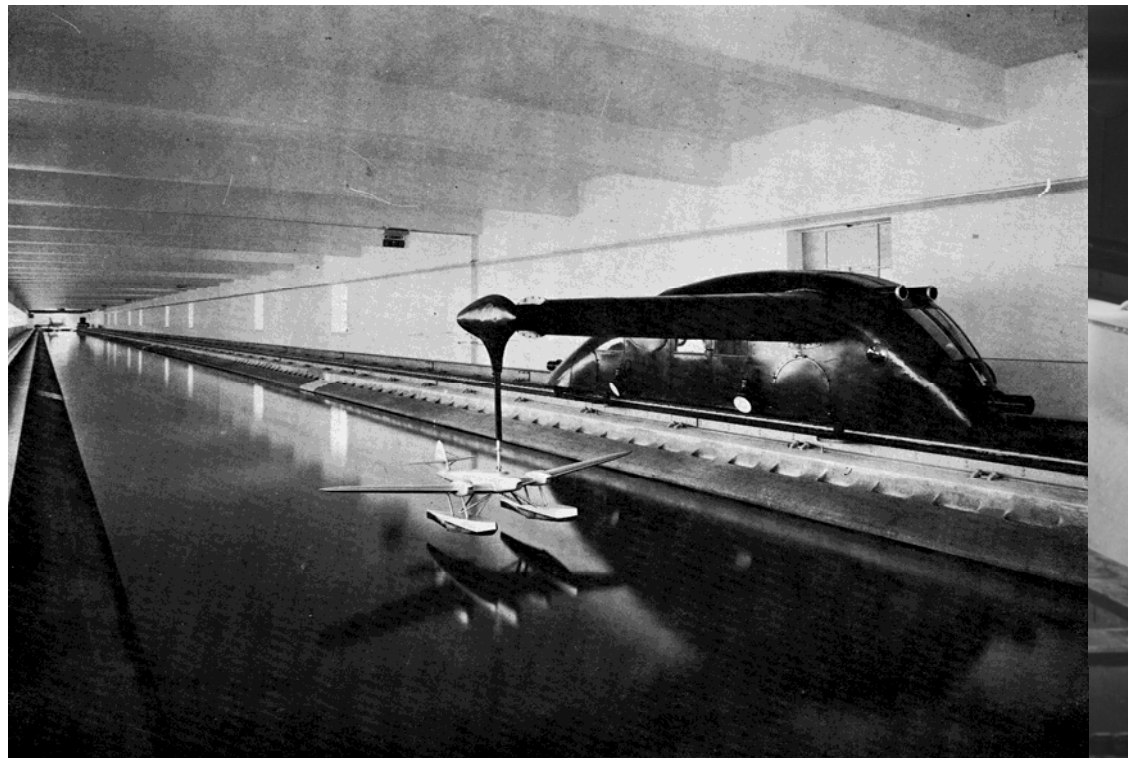


# Un po' di storia

---



Il carro più veloce era carenato e asimmetrico,  
con braccio di traino distante dalla cabina



⇒ riduzione  
disturbo aria

# Un po' di storia

---

la vasca navale di Roma



# Un po' di storia

---

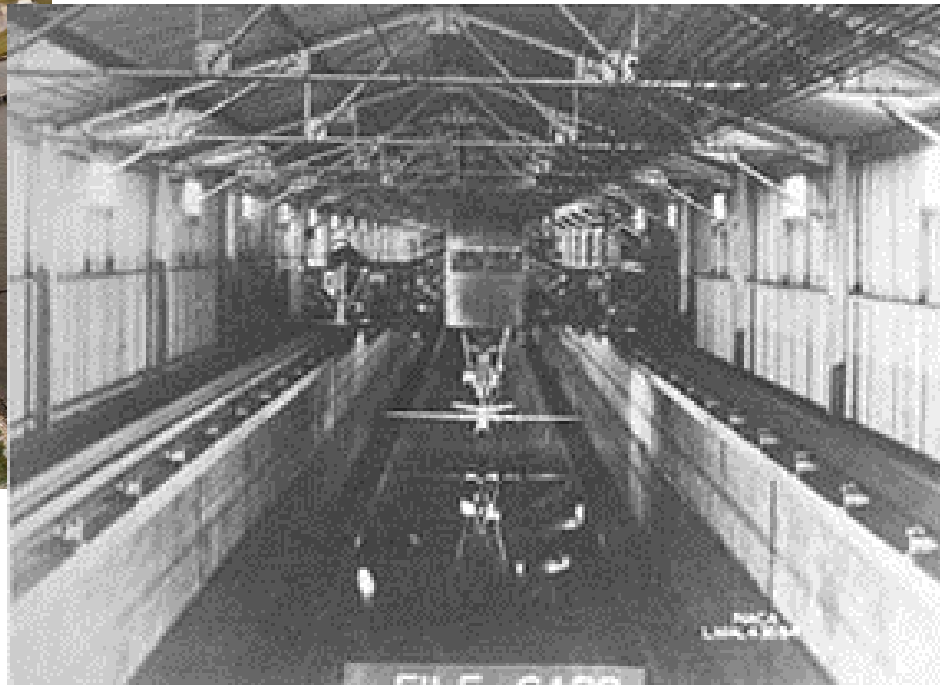
la vasca navale di Roma



# Un po' di storia



Gli americani hanno rappresentato una costante nella sperimentazione sugli idrovolanti, supportati anche da una notevole industria aeronautica



Langley  
Research  
Center  
(NACA)



# Oggi, lo Stevens Institute of Technology

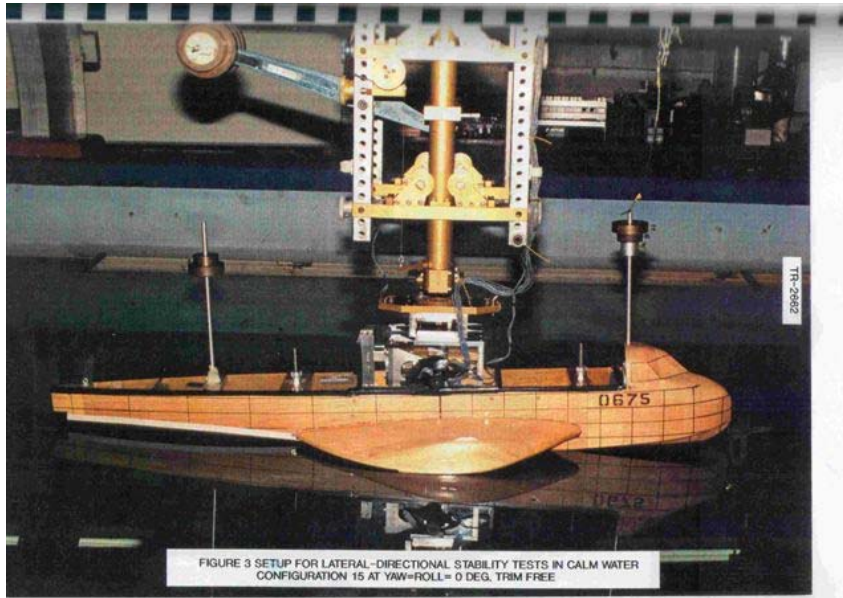


con carro  
monorotaia  
sospeso

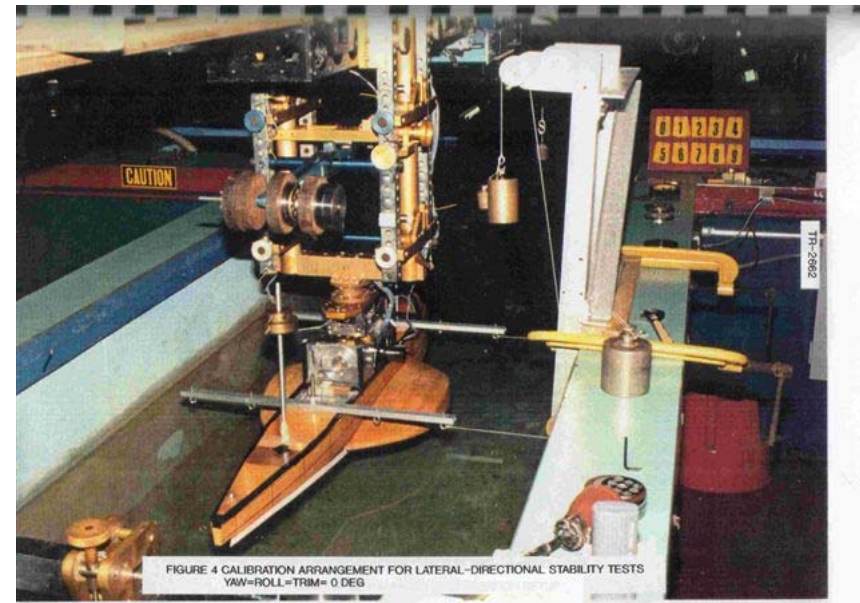




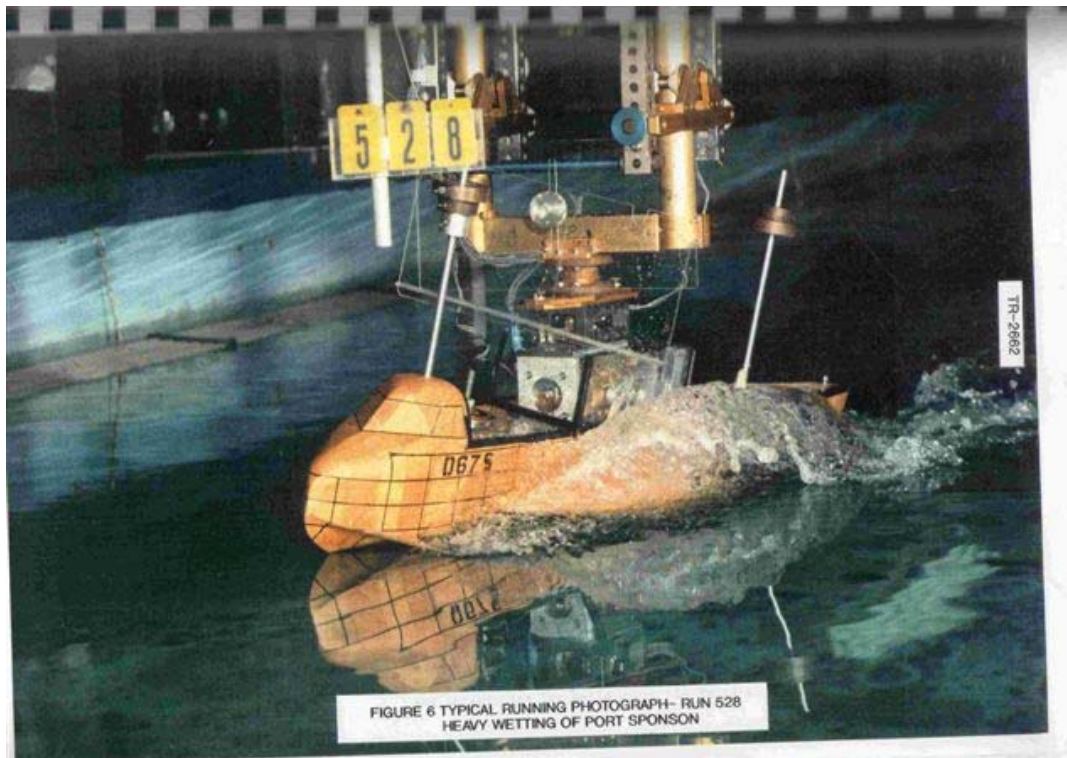
# dove 20 anni fa sono state eseguite prove per l'Aeritalia



per un aereo  
da trasporto  
e antincendio



dove 20 anni fa sono state eseguite prove  
per l'Aeritalia



la vasca navale  
doveva prendere  
in consegna  
l'attività sperimentale

# La nuova Vasca Navale di Roma

---



Due bacini rettilinei, il secondo dotato di generatore d'onde



70 anni dopo Guidonia, la nuova Vasca Navale di Roma...



# ...incontra il progetto IDINTOS

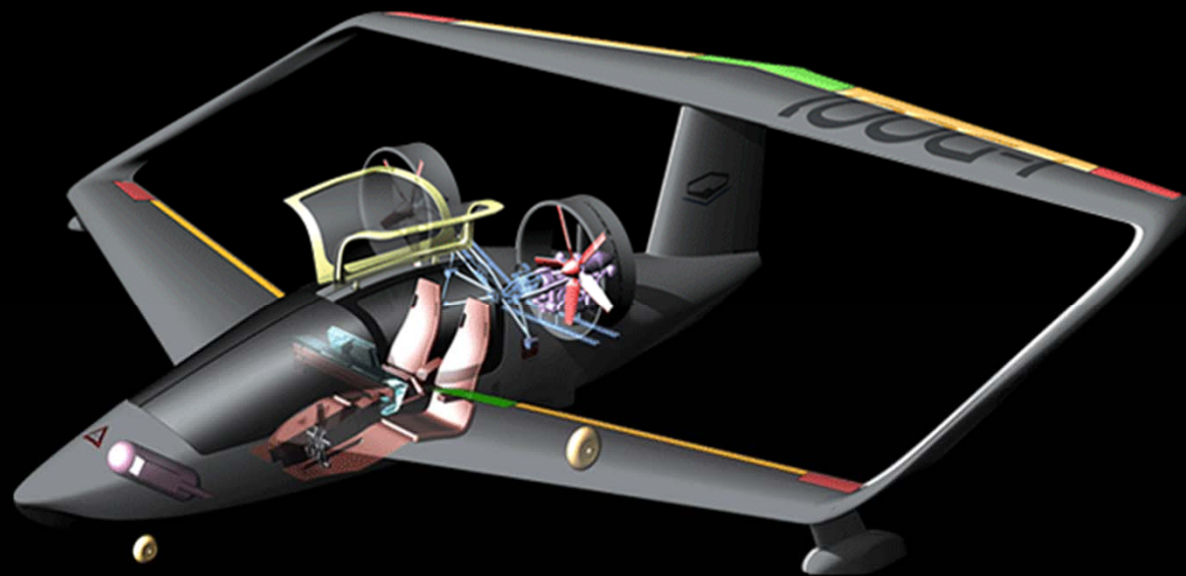
---



Progetto per  
un Idrovolante  
ultraleggero  
innovativo  
basato su  
configurazione  
Prandtlplane

---

Progetto  
finanziato dalla  
**Regione Toscana**  
per la promozione  
di un polo  
aeronautico  
in Toscana



# Cosa serve

---



- **caratterizzare il decollo (take-off)**
  - determinazione della potenza necessaria
  - valutazione della stabilità longitudinale (porpoising)
  - valutazione della stabilità laterale-direzionale
  
- **caratterizzare l'atterraggio (landing)**
  - prove d'impatto in acqua calma
  - misura delle pressioni
  - atterraggio su onde



# Progetto dell'apparato sperimentale

---



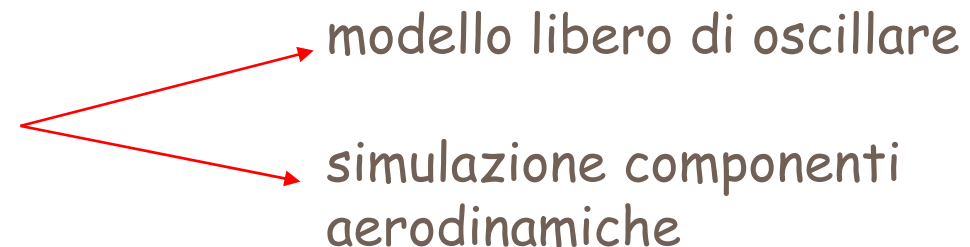
➤ rimorchio a bassa velocità



➤ rimorchio ad alta velocità



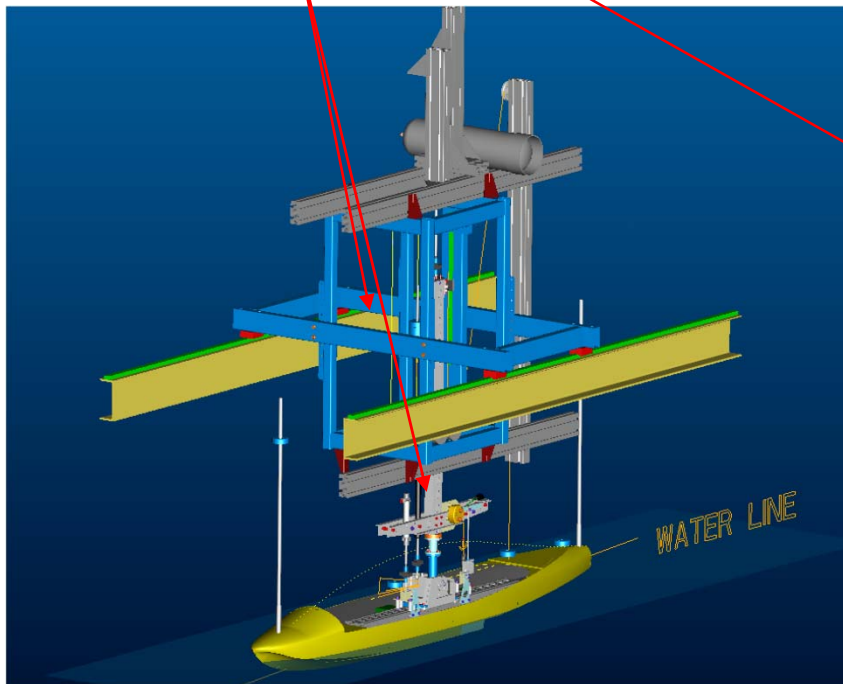
➤ stabilità longitudinale



# La bilancia EDI



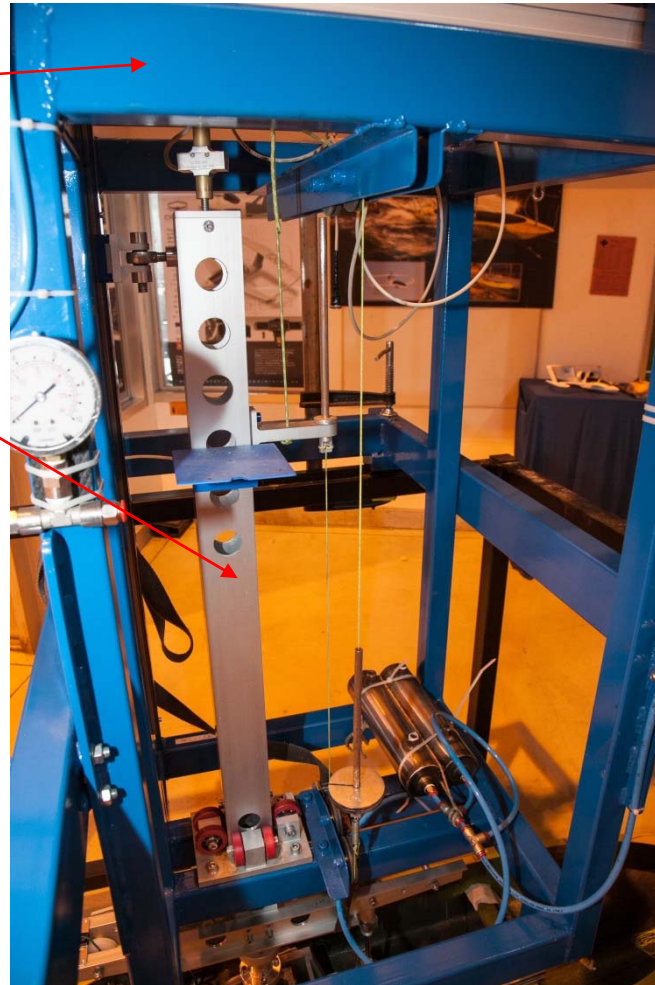
Una gabbia  
che contiene e  
supporta  
l'asta di guida



# La bilancia EDI

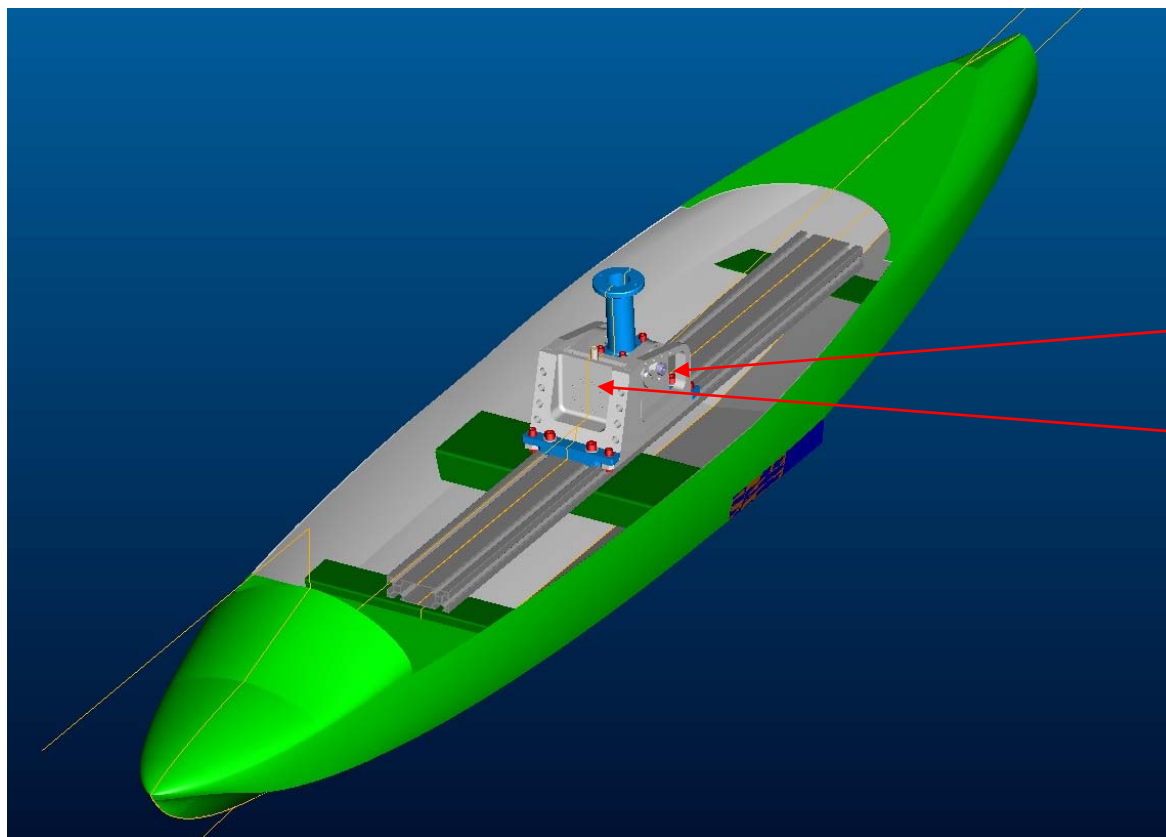


Una gabbia  
che contiene e  
supporta  
l'asta di guida



# La bilancia EDI

---

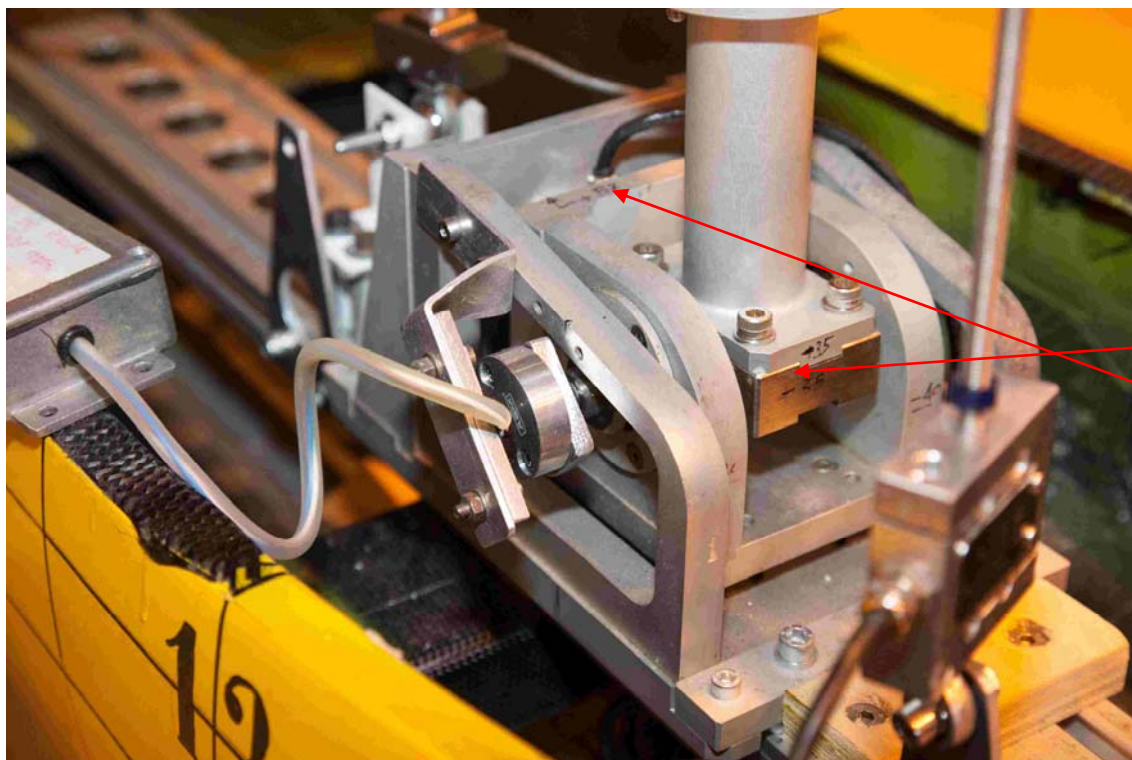


l'asta di guida  
si connette al  
modello attraverso  
lo snodo baricentrico  
dotato di  
trasduttore di forza



# La bilancia EDI

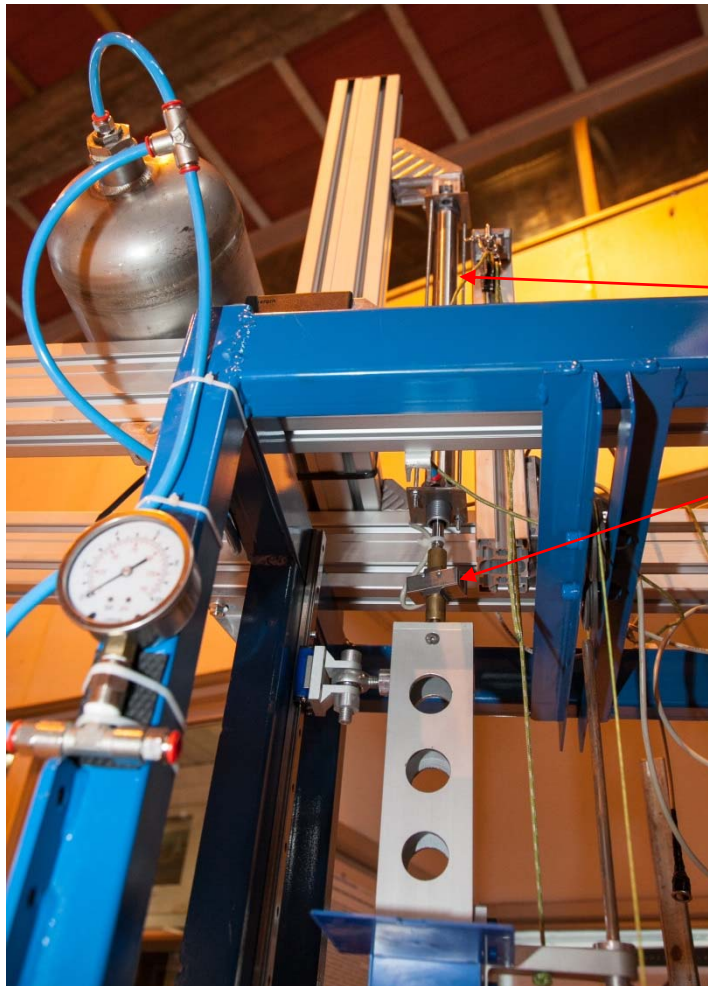
---



l'asta di guida  
si connette al  
modello attraverso  
lo snodo baricentrico  
dotato di  
trasduttore di forza



# La bilancia EDI



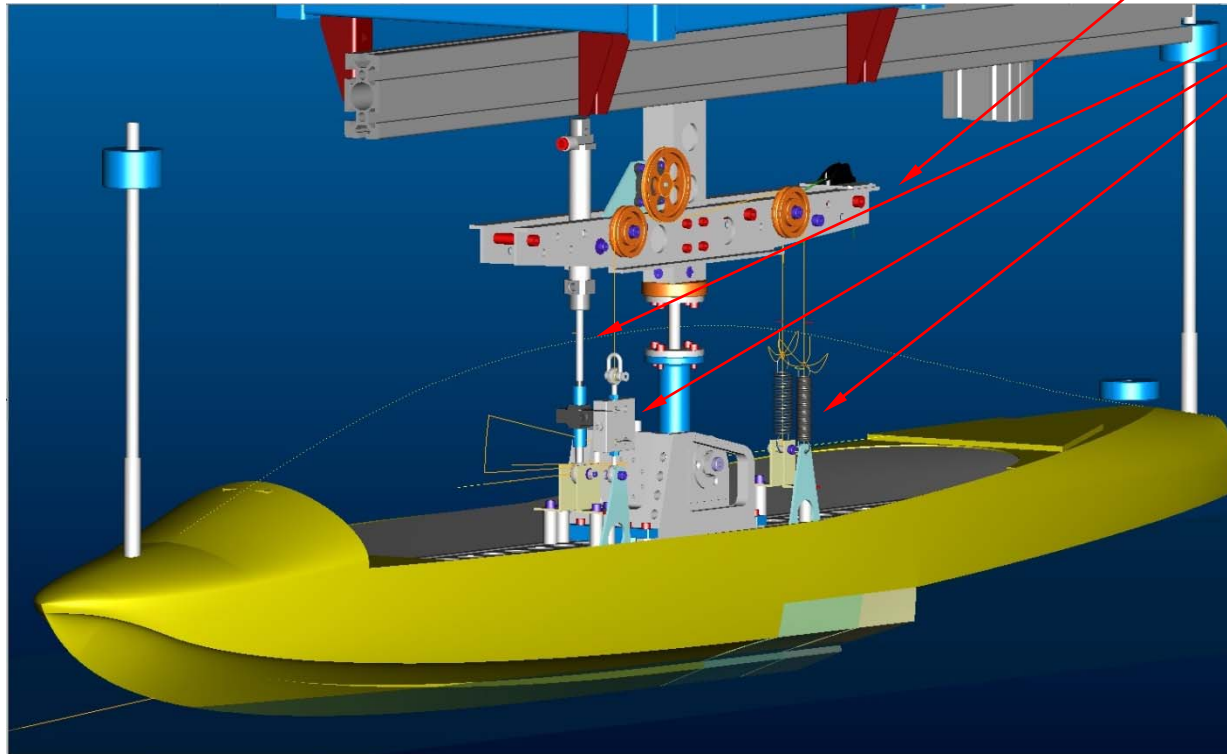
l'asta di guida applica anche la portanza alare (Unloading) ottenuta con sistema pneumatico con la misura della forza effettivamente applicata

# La bilancia EDI

---

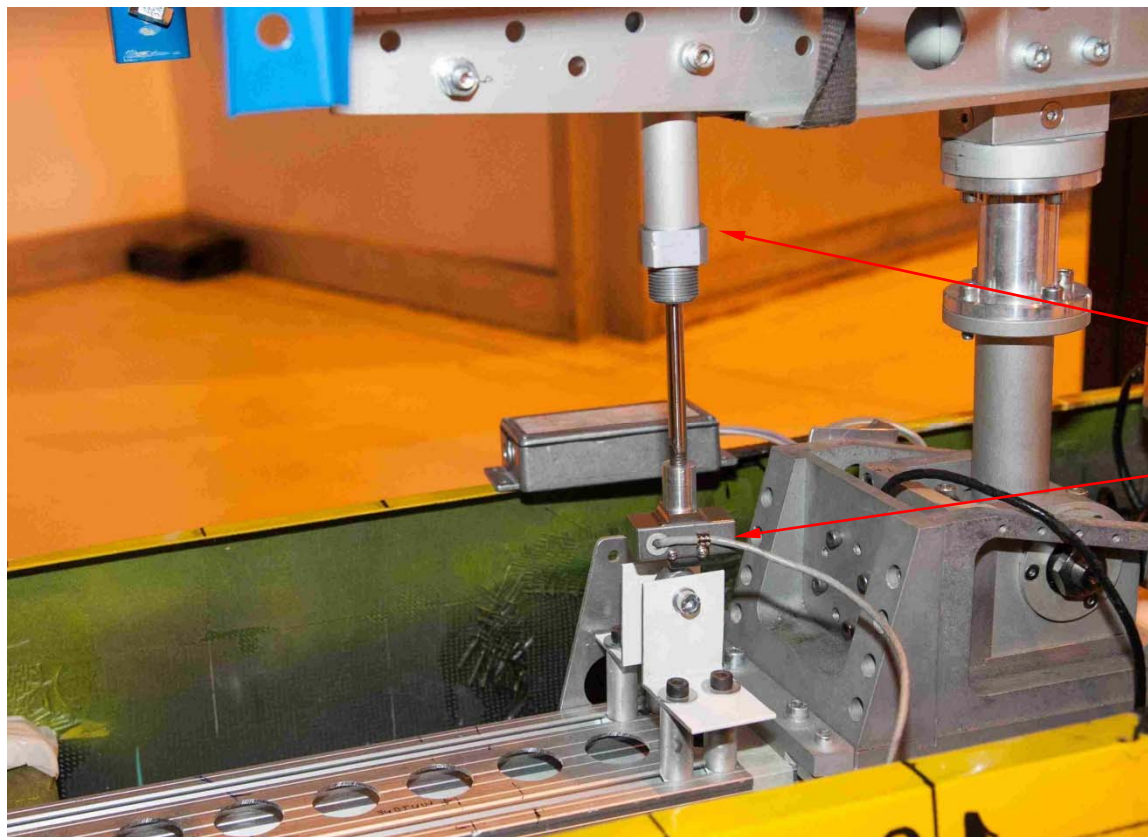


La crociera è di supporto  
a tutti i sistemi di simulazione  
dei componenti aerodinamici



# La bilancia EDI

---

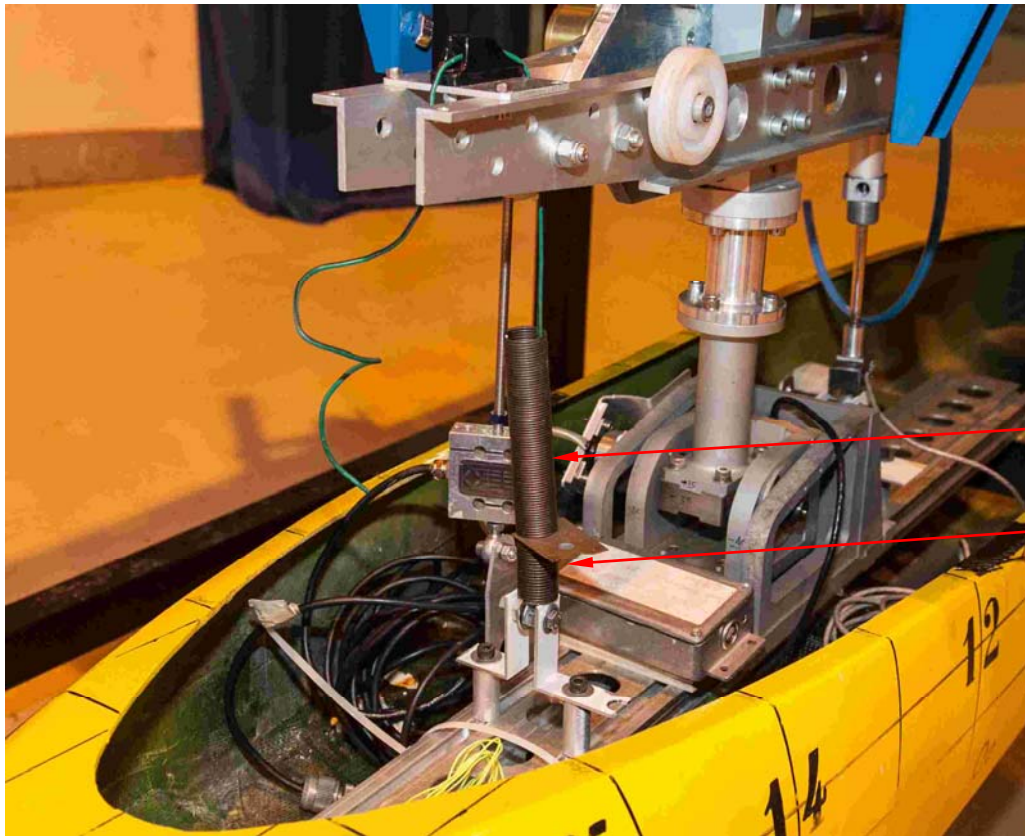


momento dovuto a  
spinta elica e  
piani di coda  
(Applied Moment)  
ottenuto con  
sistema pneumatico  
e misura della forza  
effettivamente applicata



# La bilancia EDI

---

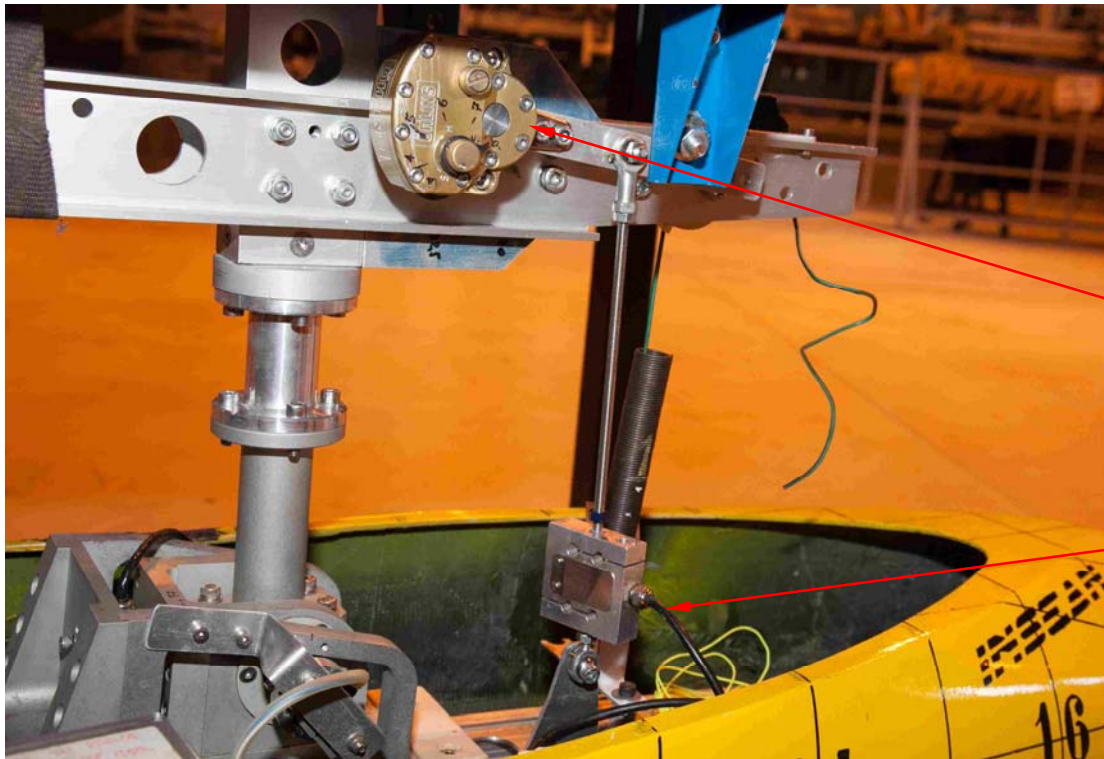


momento di stabilità  
aerodinamica  
(Trimming Moment)  
ottenuto con  
molla tarata  
regolando le spire operative



# La bilancia EDI

---



momento smorzante  
(Pitch Damping)  
ottenuto con  
smorzatore viscoso  
rotativo regolabile  
e con misura della forza  
effettivamente applicata

# Il modello dell'idrovolante

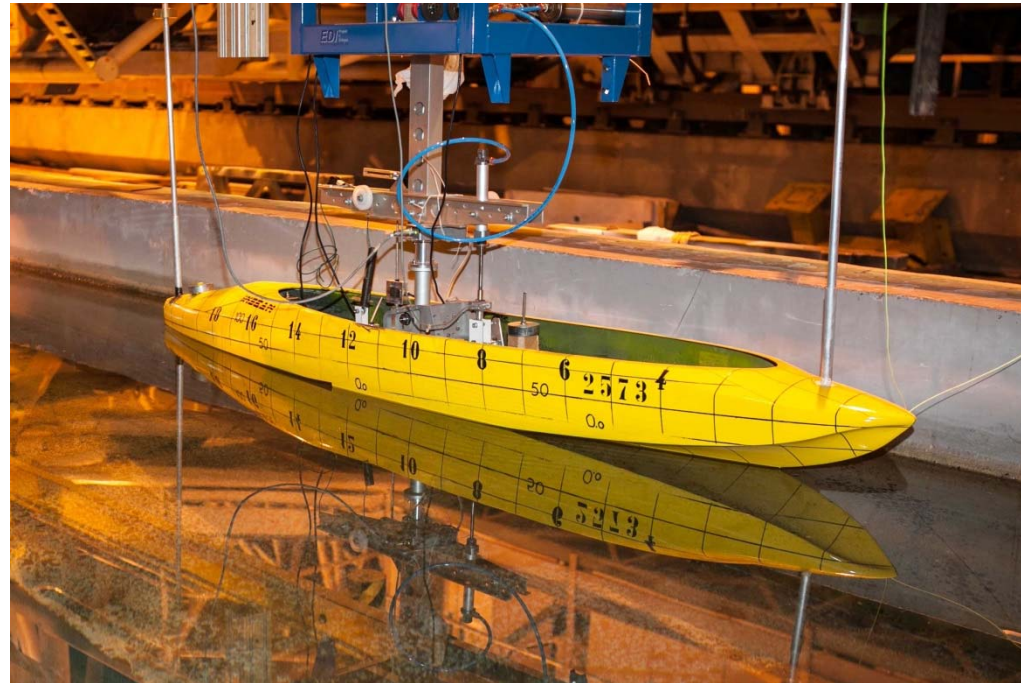
---



rapporto di scala  $\lambda$ : 1 a 3

lunghezza: 2.160 m (ca)

larghezza: 0.350 m



caratteristiche

realizzato in fibra di carbonio

gradino intercambiabile

configurazioni T400 e T700

# Programma Prove

---



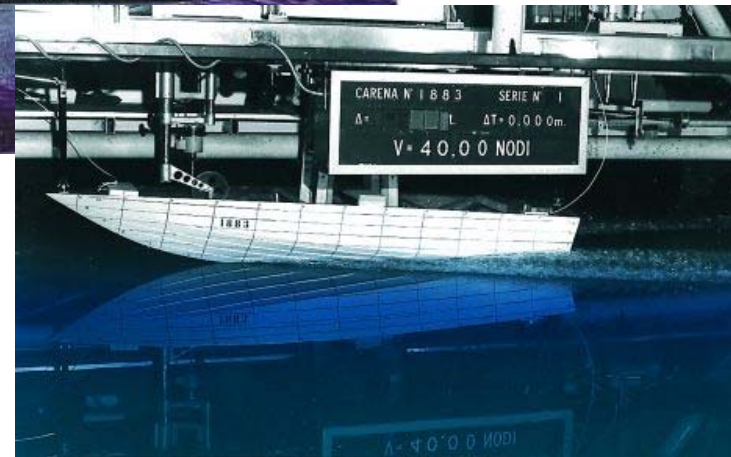
- Low & High Speed Tests
  
- Longitudinal Stability Tests

# Low & High Speed Tests

---



*l'idrovolante al decollo è uno scafo planante*

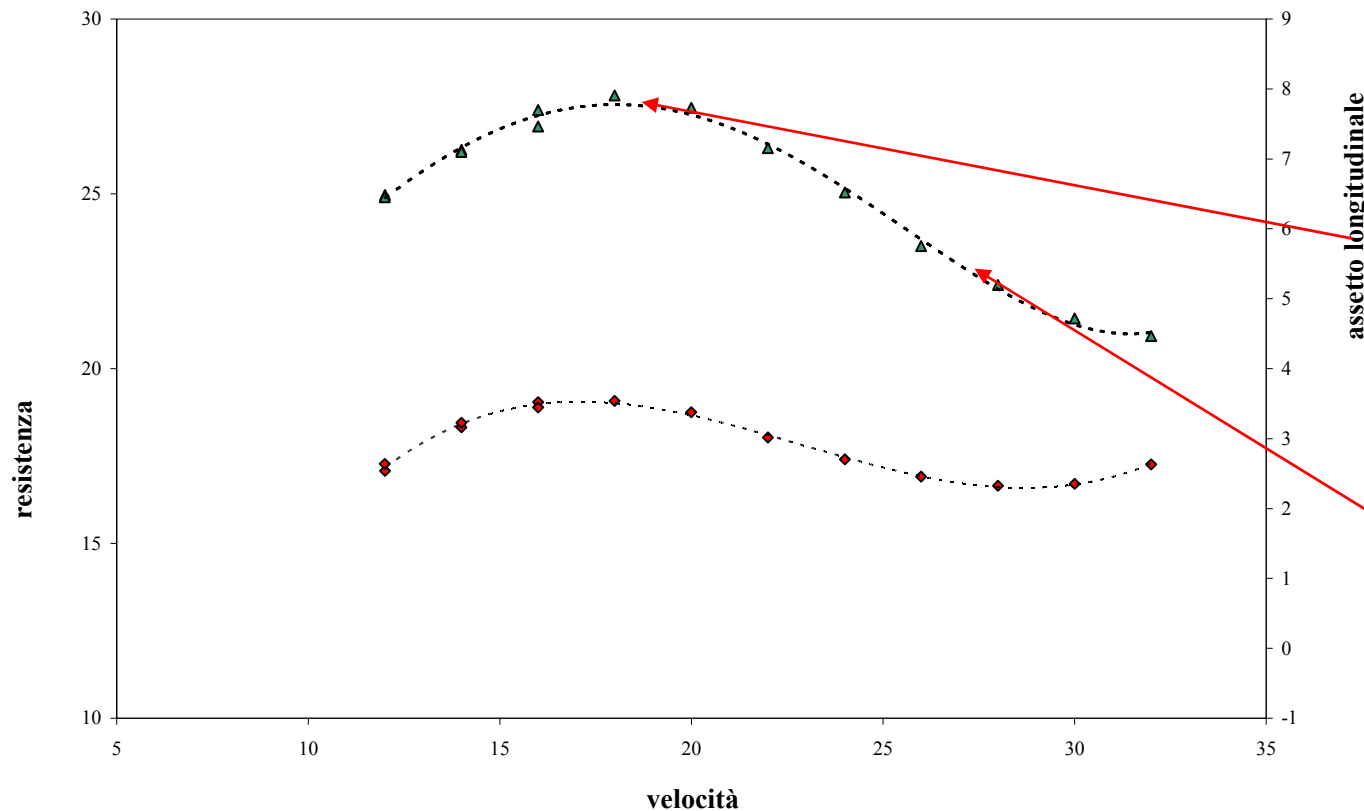






# Low & High Speed Tests

lo scafo planante ha curve di rimorchio caratteristiche



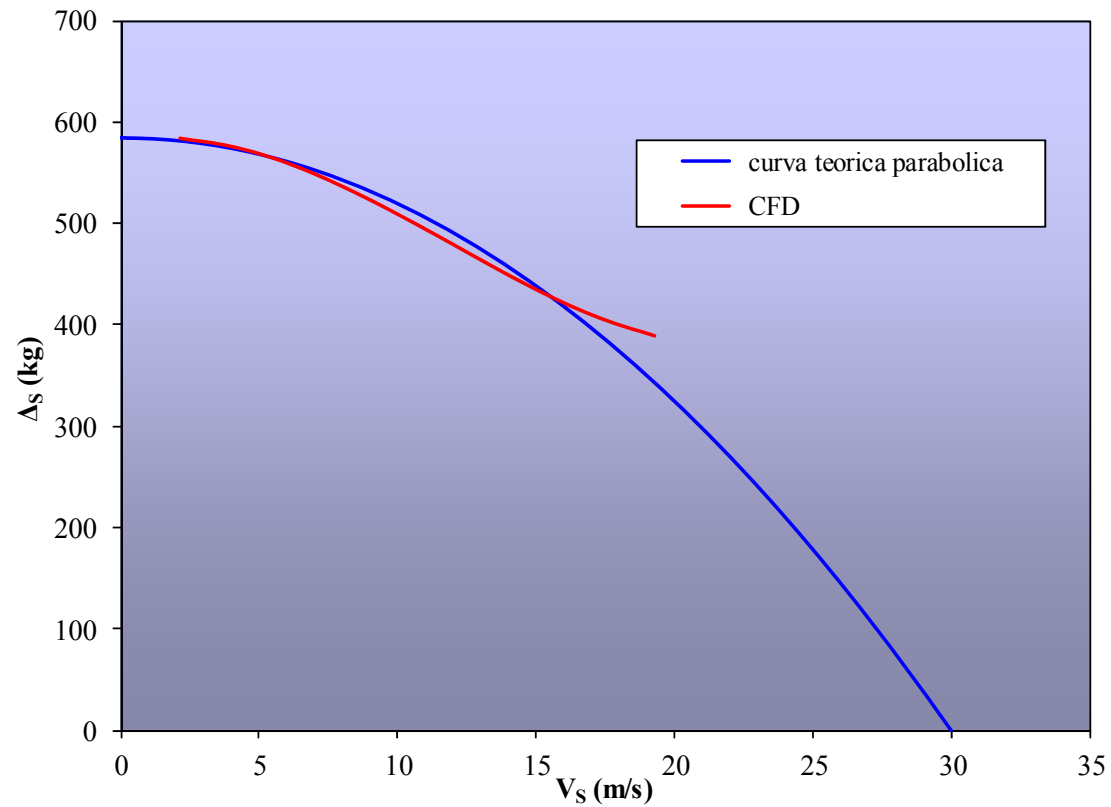
A bassa velocità si ha la pre-planata, fino alla "gobba", dopo, prevalgono le spinte idrodinamiche: si ha la planata

# Low & High Speed Tests



con la peculiarità che il carico sull'acqua si riduce con la velocità a causa della portanza alare

curve "Unloading" di IDINTOS

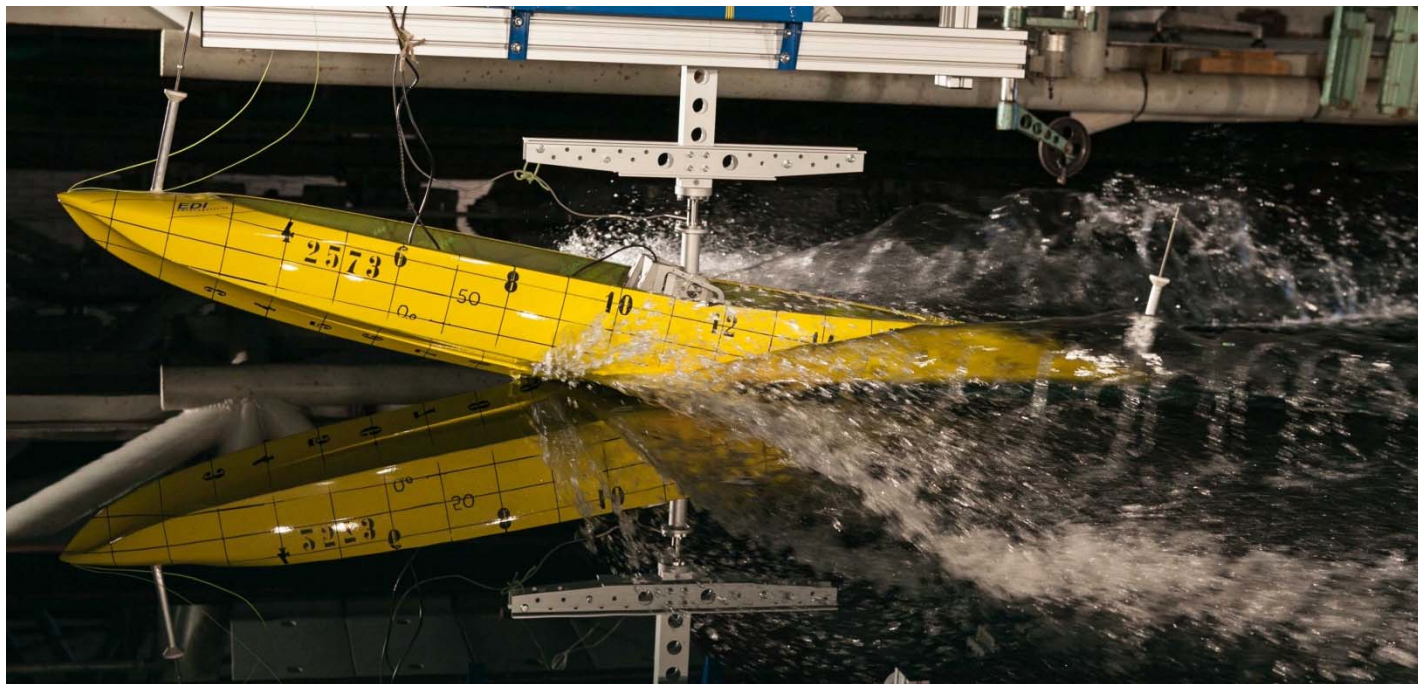


# Low Speed Tests

---



il modello assume l'assetto imposto dalle forze idrodinamiche



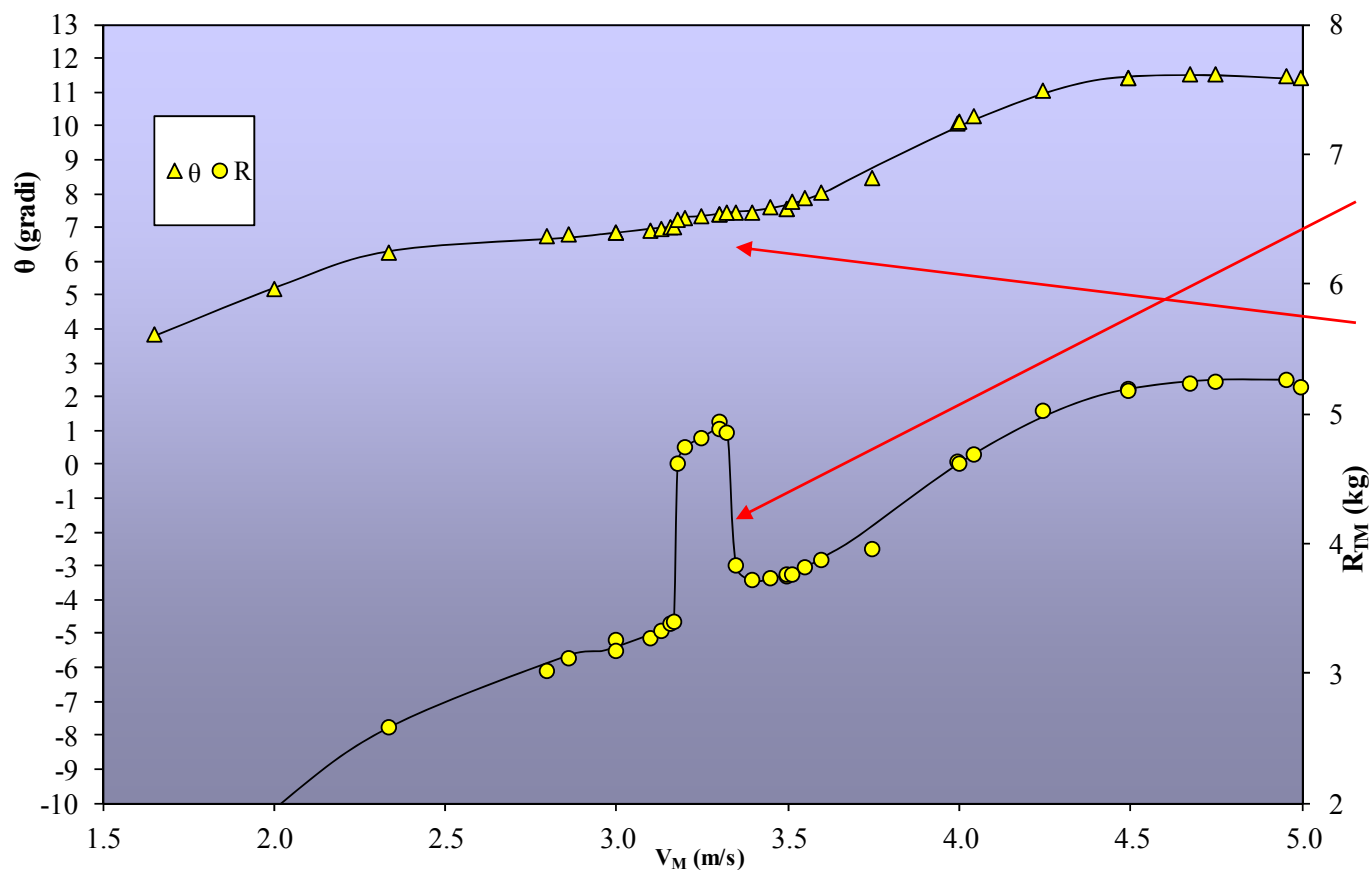
$$V_M = 5 \text{ m/s}$$

$$\Theta = 11.4 \text{ gradi}$$



# Low Speed Tests

la sorpresa! Un salto nella curva di resistenza



è stata osservata una repentina discontinuità in R senza un evidente cambio d'assetto

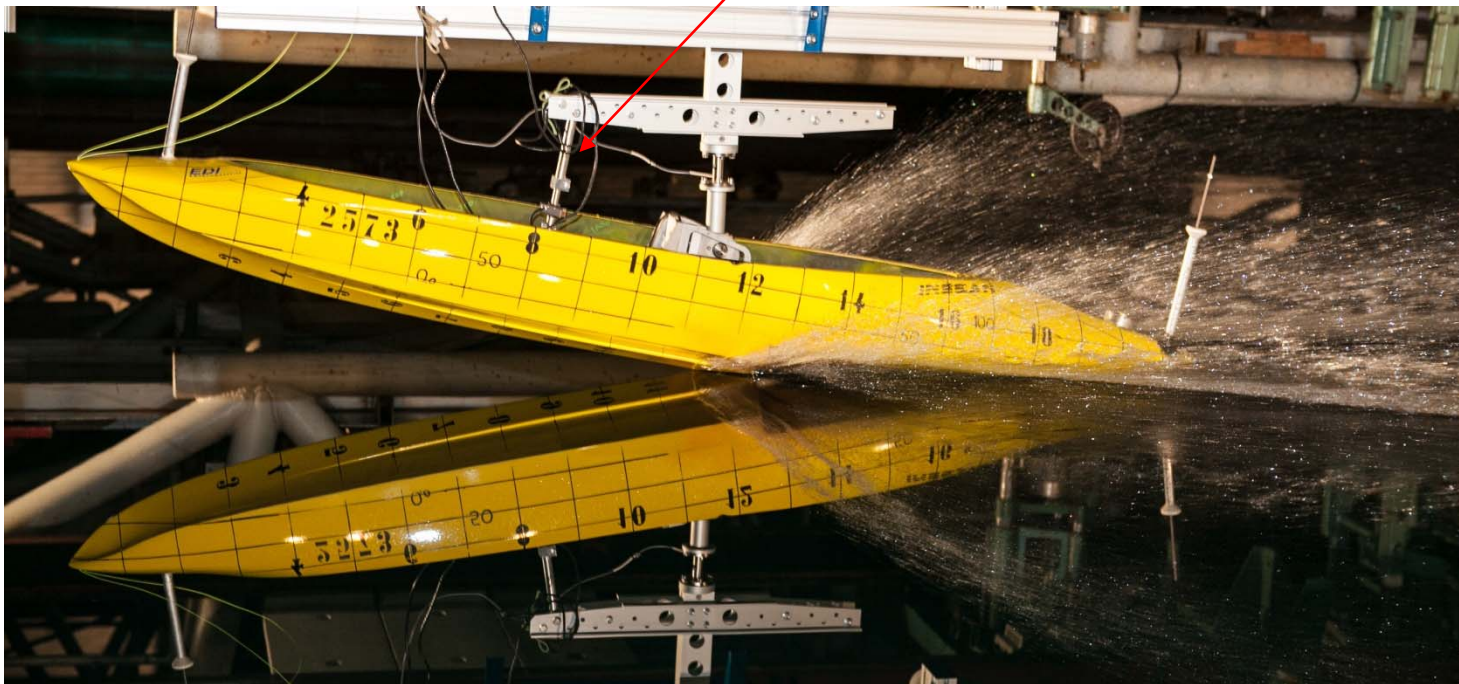


# High Speed Tests

---



il modello viene bloccato con un puntone



$V_M = 12 \text{ m/s}$   
 $\Theta = 10 \text{ gradi}$

# High Speed Tests

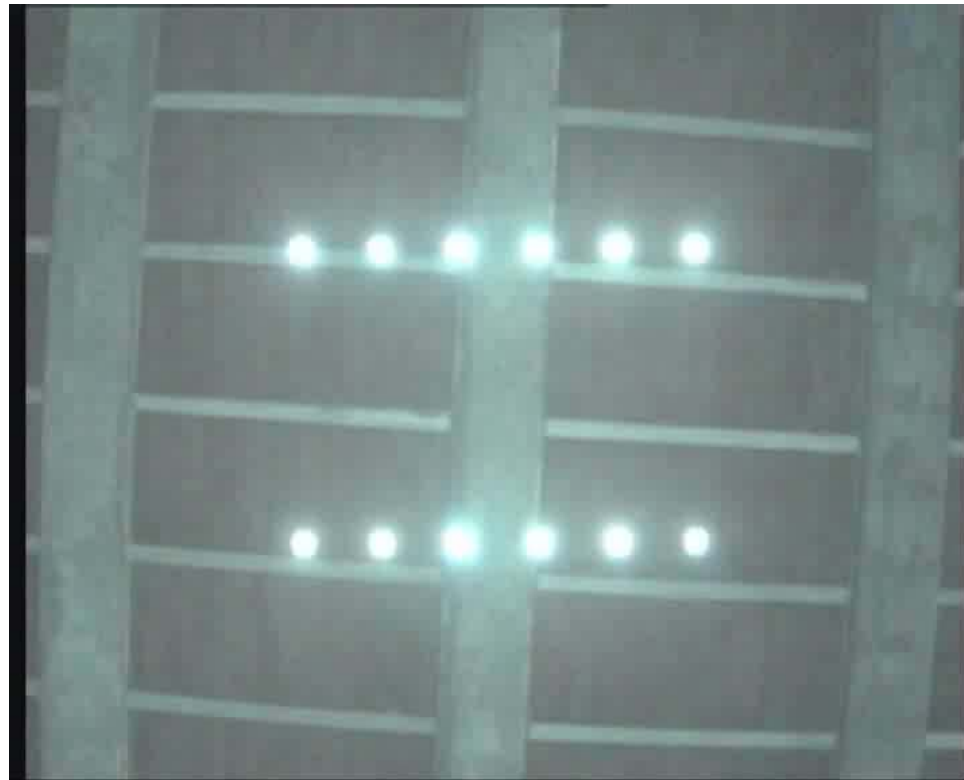
---



per la determinazione della superficie bagnata in corsa, necessaria per le previsioni al vero, sono state effettuate riprese subacquee al passaggio del modello

$$V_M = 4 \text{ m/s}$$

$$\Theta = 5 \text{ gradi}$$



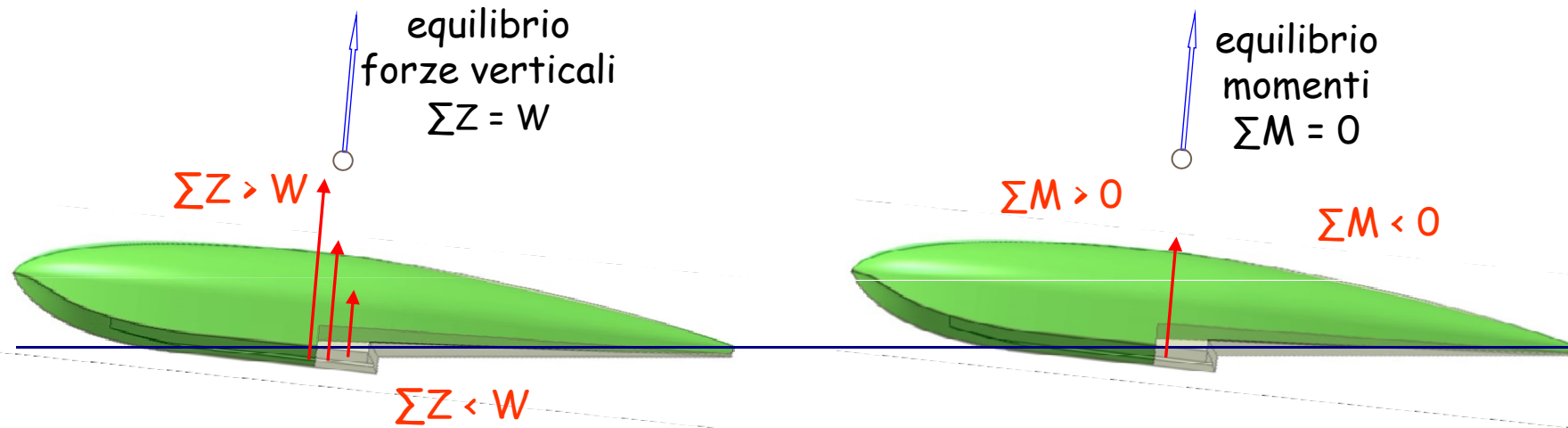
# Prove di rimorchio



# Longitudinal Stability Tests



Il galoppo (porpoising) è l'oscillazione combinata in beccheggio e sussulto che si può manifestare in acqua calma, a causa di un disturbo esterno:

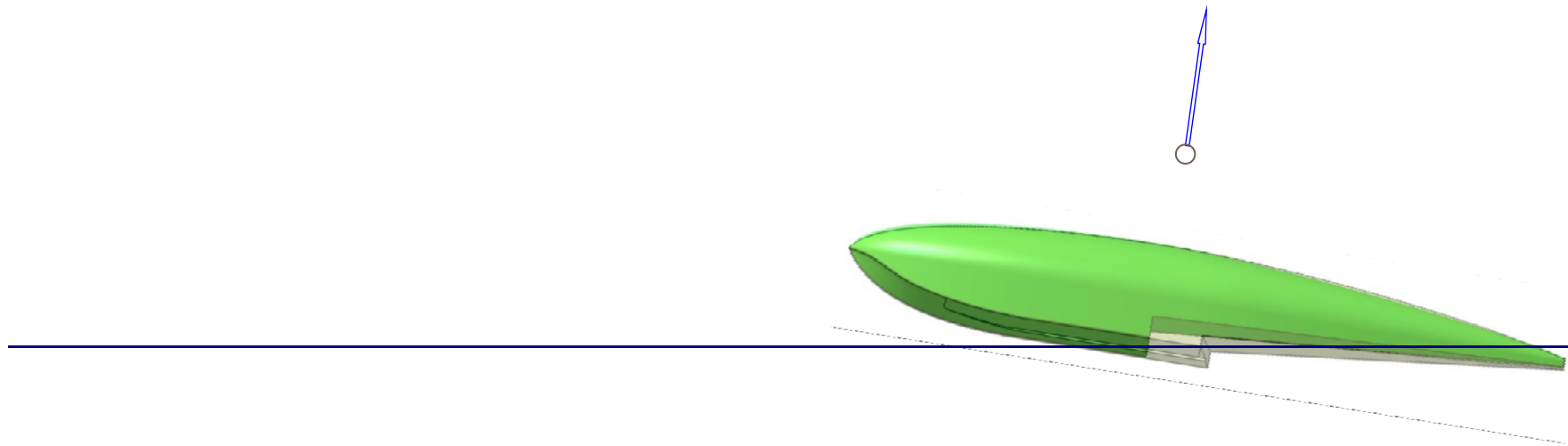




# Longitudinal Stability Tests



Ma i movimenti non sono separati, bensì contemporanei con la possibilità di non raggiungere più la condizione di equilibrio



# Longitudinal Stability Tests

---



Il prototipo deve essere simulato in scala in tutte le sue specifiche:

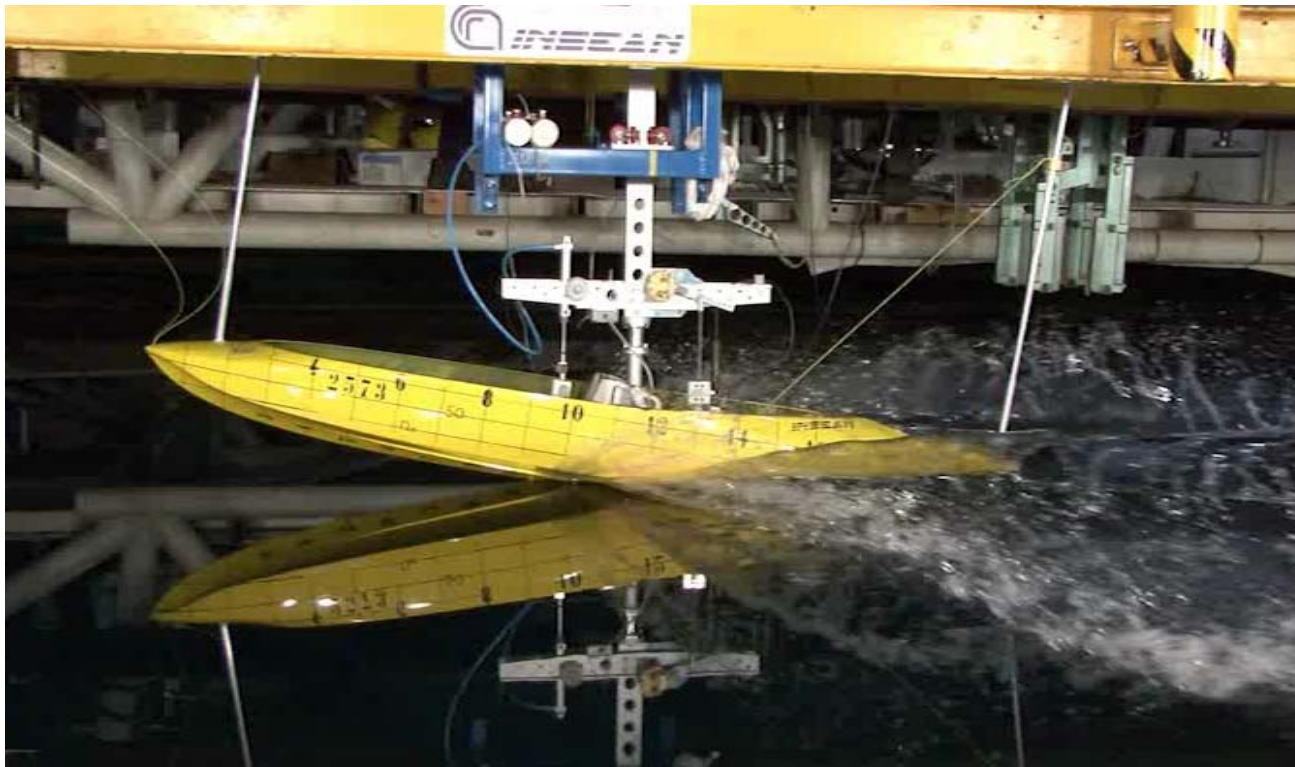
- peso;
- bilanciamento dinamico ( $CG$ ,  $I_{yy}$ );
- applicazione dell'unloading (la portanza alare);
- simulazione del trimming moment (funzione dell'assetto);
- riproduzione del applied moment (spinta elica e piani di coda);
- in caso di oscillazione, generazione del momento smorzante dei piani di coda (pitch damping).

# Longitudinal Stability Tests



per ogni velocità, si impongono più assetti con il momento applicato, fino a raggiungere la condizione per cui si innesca l'oscillazione.

Di norma un'ampiezza totale di  $2^\circ$  è considerato galoppo



$$V_M = 5.42 \text{ m/s}$$

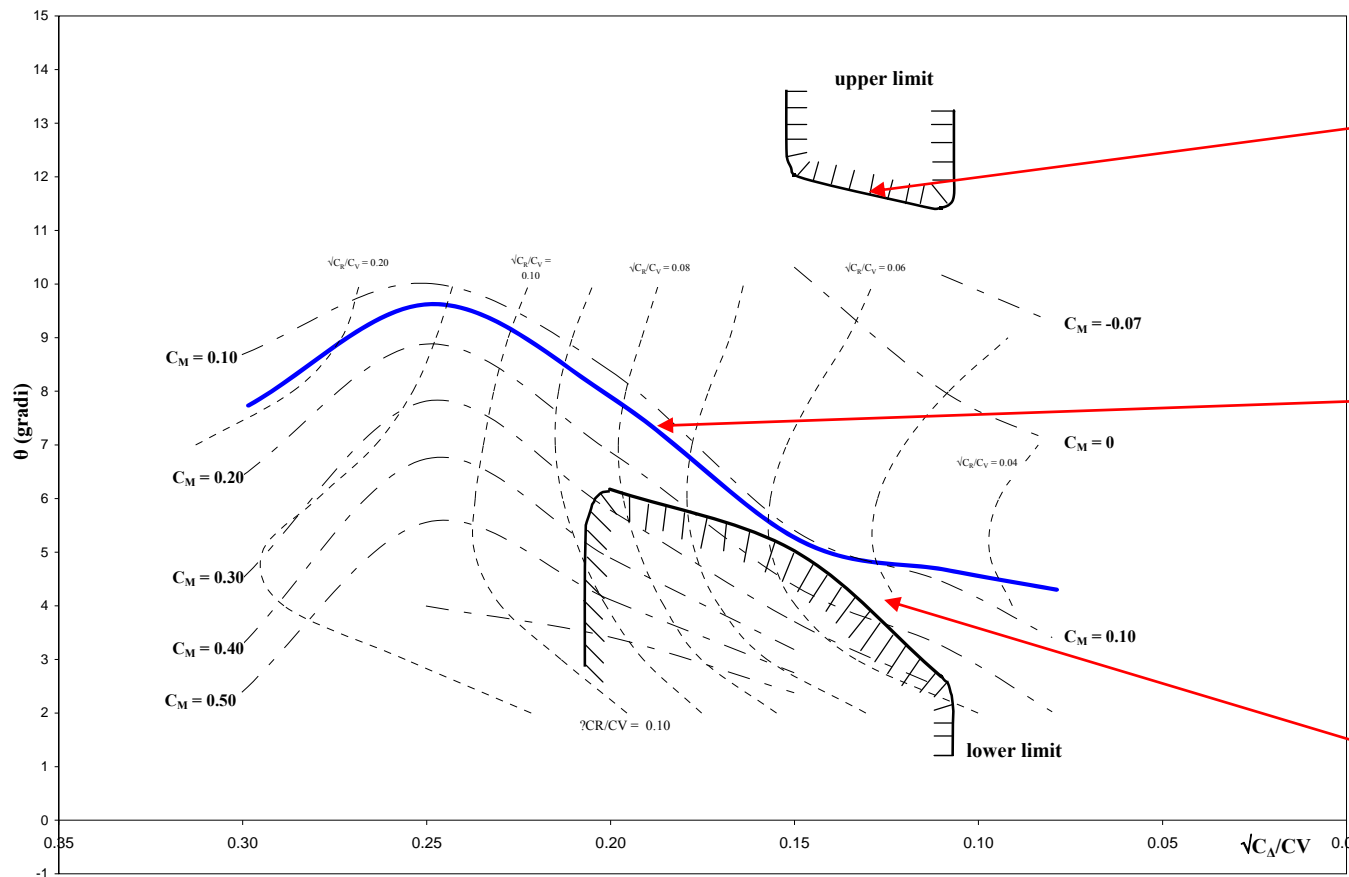
ampiezza oscillazioni

$$\Theta = \pm 4 \text{ gradi}$$



# Longitudinal Stability Tests

le aree nelle quali si può manifestare l'instabilità sono delimitate dalle curve tracciate



limite di stabilità superiore

è stata simulata una possibile traiettoria dell'aereo

limite di stabilità inferiore