

Gruppo di ricerca:

Fabio De Luca  
Simone Mancini  
Claudio Pensa  
Riccardo Pigazzini  
Vincenzo Sorrentino

## Carene veloci con insufflaggio d'aria sul fondo

Struttura:

1. Il sostentamento idrodinamico delle carene
2. Insufflaggio sotto carena
  - Principio di funzionamento
  - Potenzialità, limiti di applicazione e criticità
2. Ipersostentatori
  - Principio di funzionamento
  - Potenzialità, limiti di applicazione e criticità
3. Applicazione sinergica di entrambi i dispositivi
4. Valutazione dei risultati (caso di studio)
  - Procedura sperimentale
  - Procedura numerica

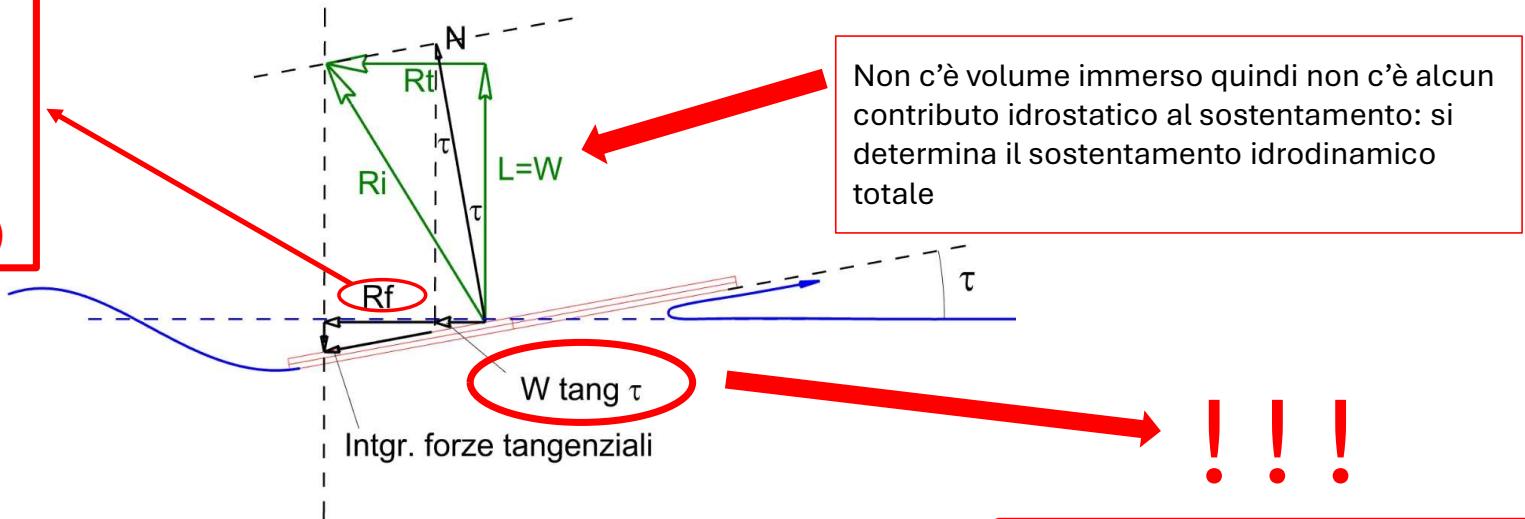
# La portanza idrodinamica

La  $R_f$  è proporzionale a:

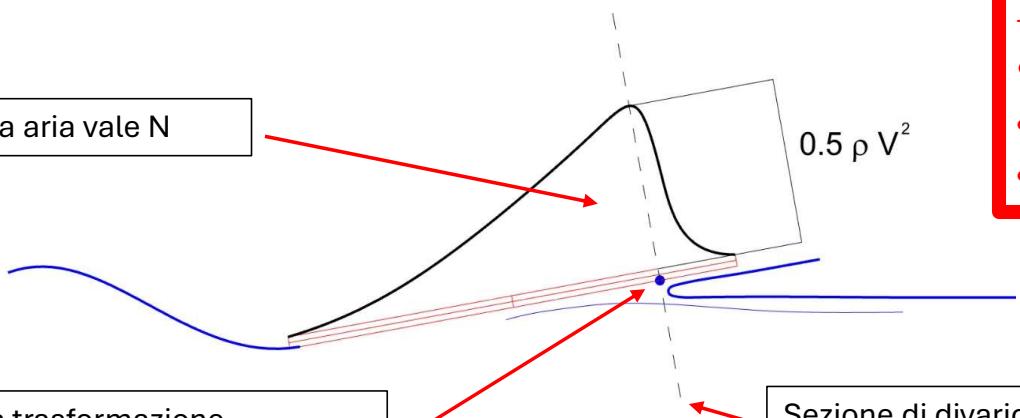
- $V^2$
- $W_s$
- densità del fluido

e dipende da  $Re \Rightarrow (V, L, \nu)$

I moduli dei vettori fanno riferimento all'unità di larghezza della lastra



l'integrale di questa area vale  $N$



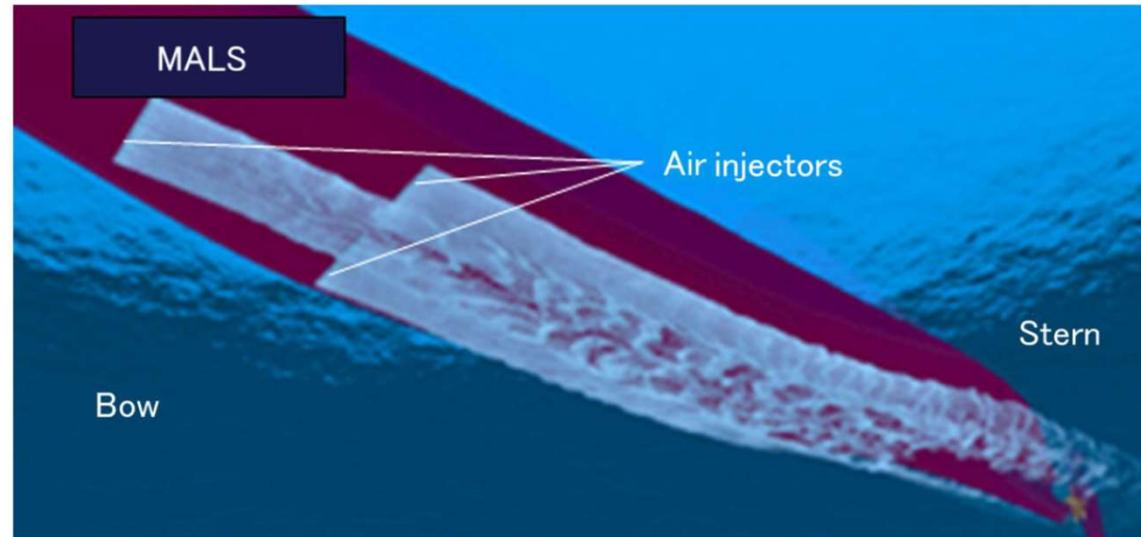
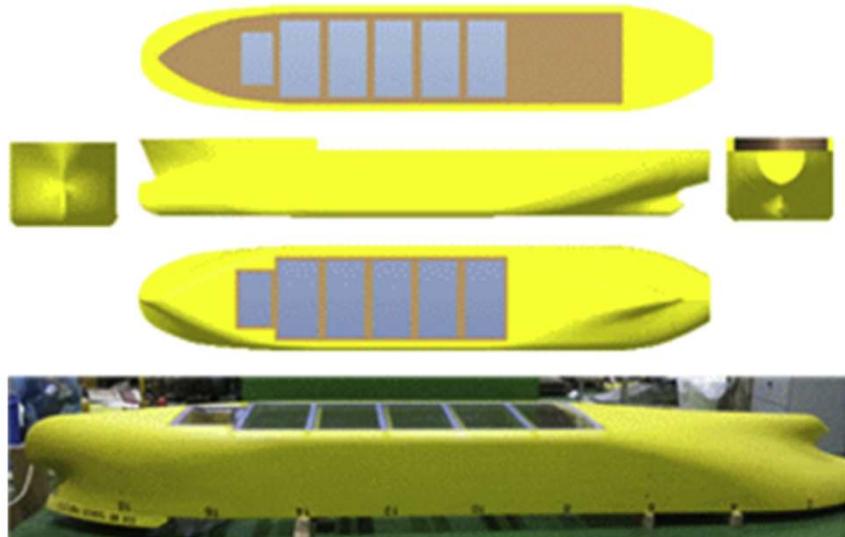
Linea a velocità nulla  $\Rightarrow$  completa trasformazione dell'energia cinetica in energia di pressione (a rigore, non è esattamente così)

NB: noi intendiamo agire su:

- $\tau$
- $W_s$
- densità del fluido

# Insufflaggio sotto carena

MALS: Mitsubishi Air Lubrication System



## Principio di funzionamento

Riduzione della resistenza viscosa ( $\approx$  di attrito): l'aria è

- $10^3$  volte meno densa e
- $10^2$  volte meno viscosa (viscosità dinamica)

## Criticità

- confinamento dell'aria
- energia necessaria all'insufflaggio
- ventilazione dei propulsori

Discontinuità di forma  $\Rightarrow$  resistenze locali

Proporzionale alle portate ed alla pressione idrostatica (profondità del fondo)

Riduzione dell'efficienza propulsiva

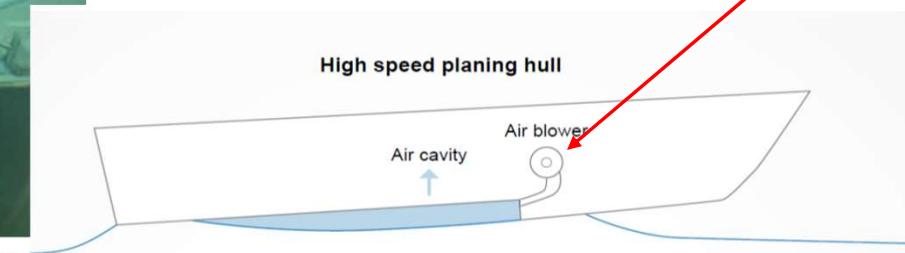
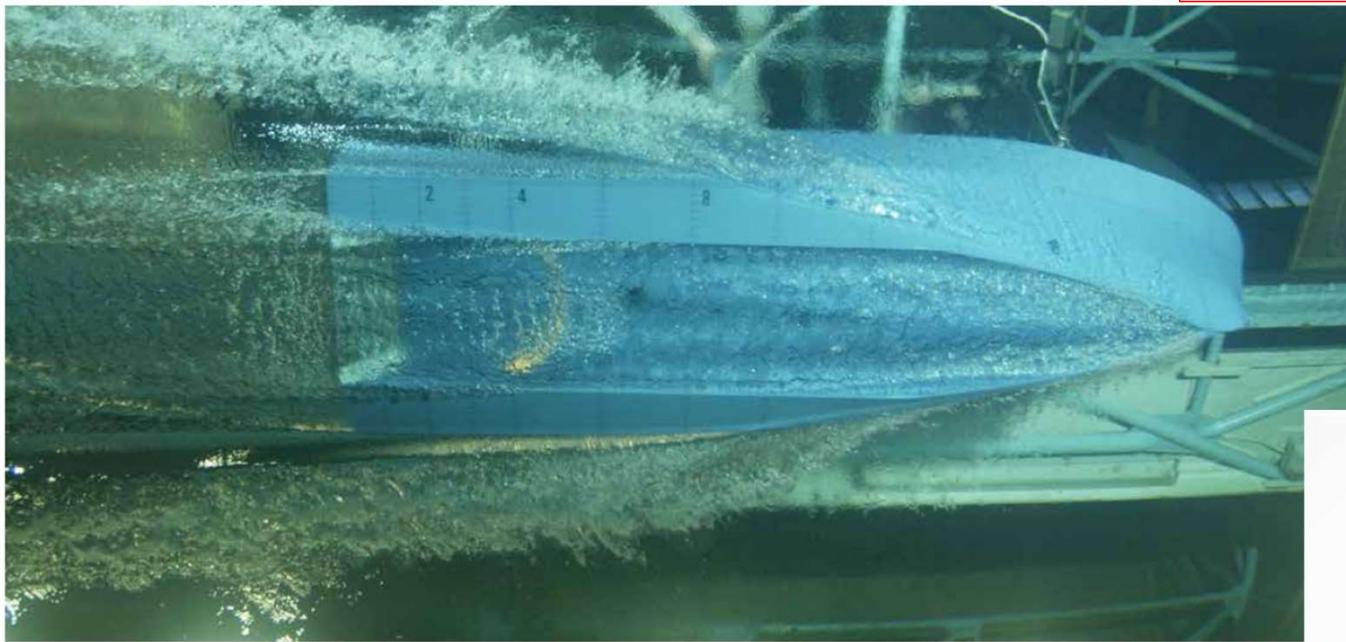
## Insufflaggio sotto carena

Carene a sostentamento idrodinamico parziale o totale



### Criticità:

- Nessuna cavità per il confinamento dell'aria (troppo onerose) ma maggiori portate per la velocità di fuga e per la maggiore dispersione
- Alte potenze necessarie per l'insufflaggio per:
  - Le maggiori portate
  - la pressione idrodinamica e
  - la posizione dei canali di accesso dell'aria



ASV hull designed by Effect Ships International AS (SES Europe AS) and tested in SSPA's facility. Read more about the BB GREEN project at [www.bbgreen.info](http://www.bbgreen.info). Photo: Anders Mikaelsson, SSPA.

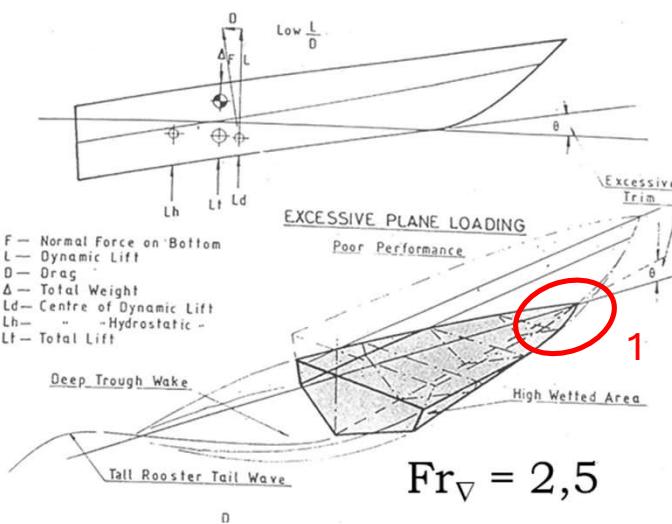
Per capire, osservare l'evidente !!



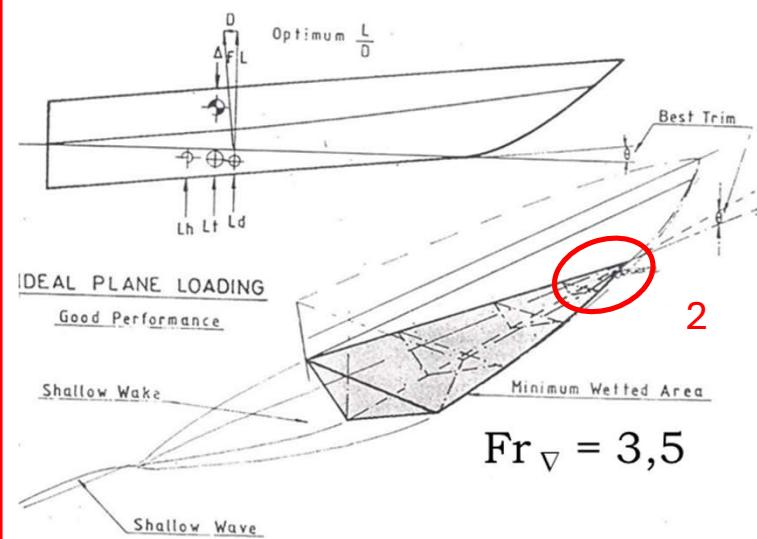
Sostentamento idrodinamico parziale

1: piccola divergenza

2: grande divergenza

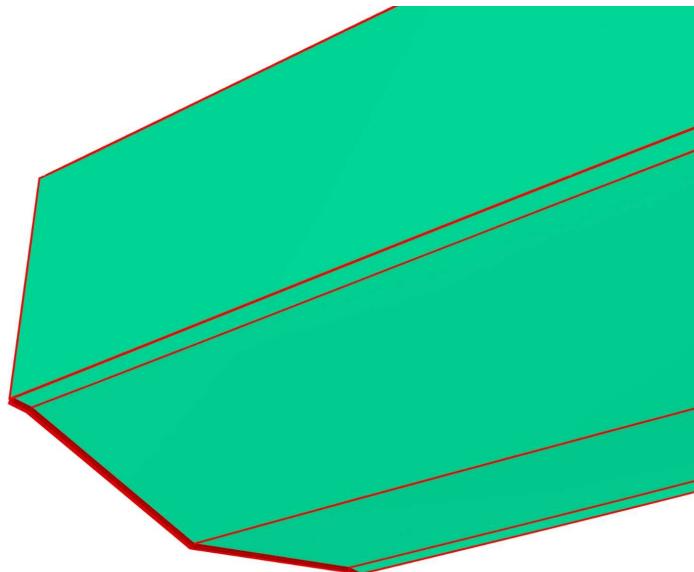
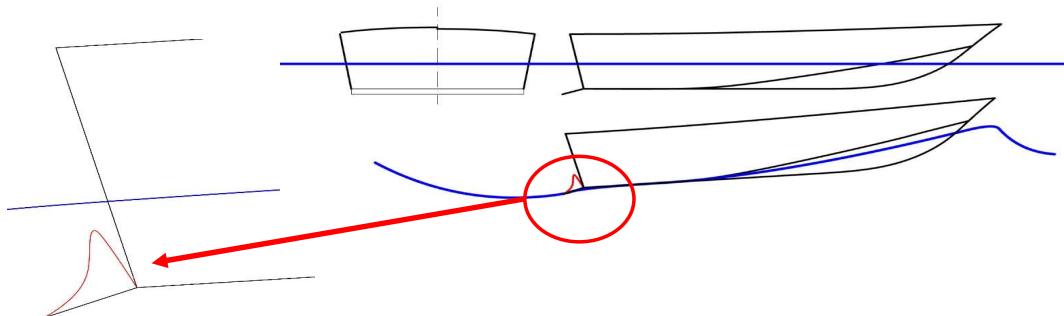


Sostentamento idrodinamico totale

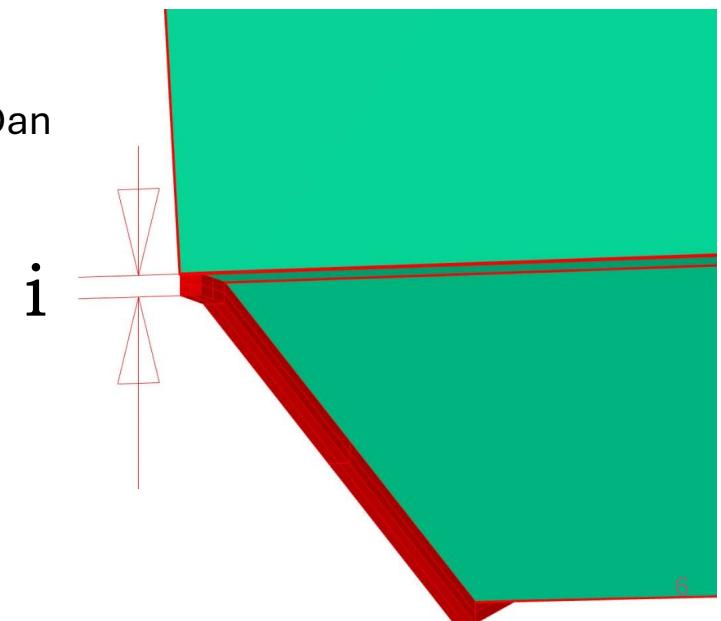
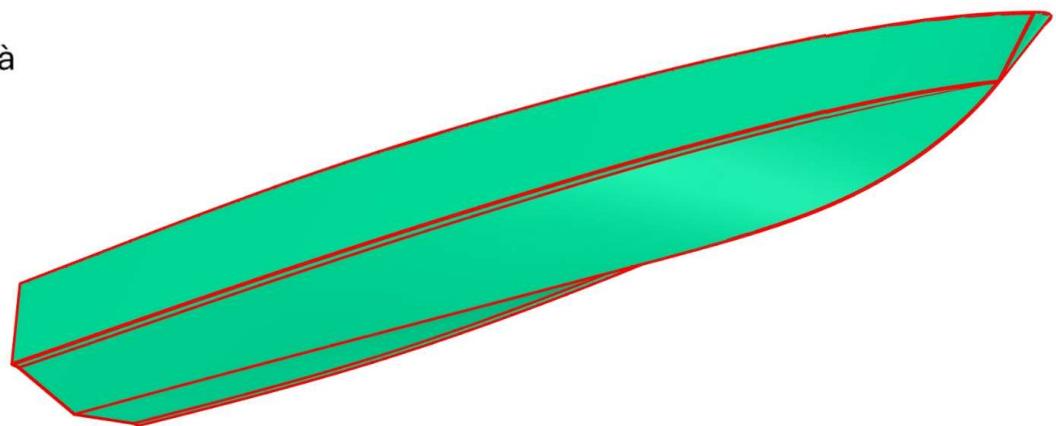


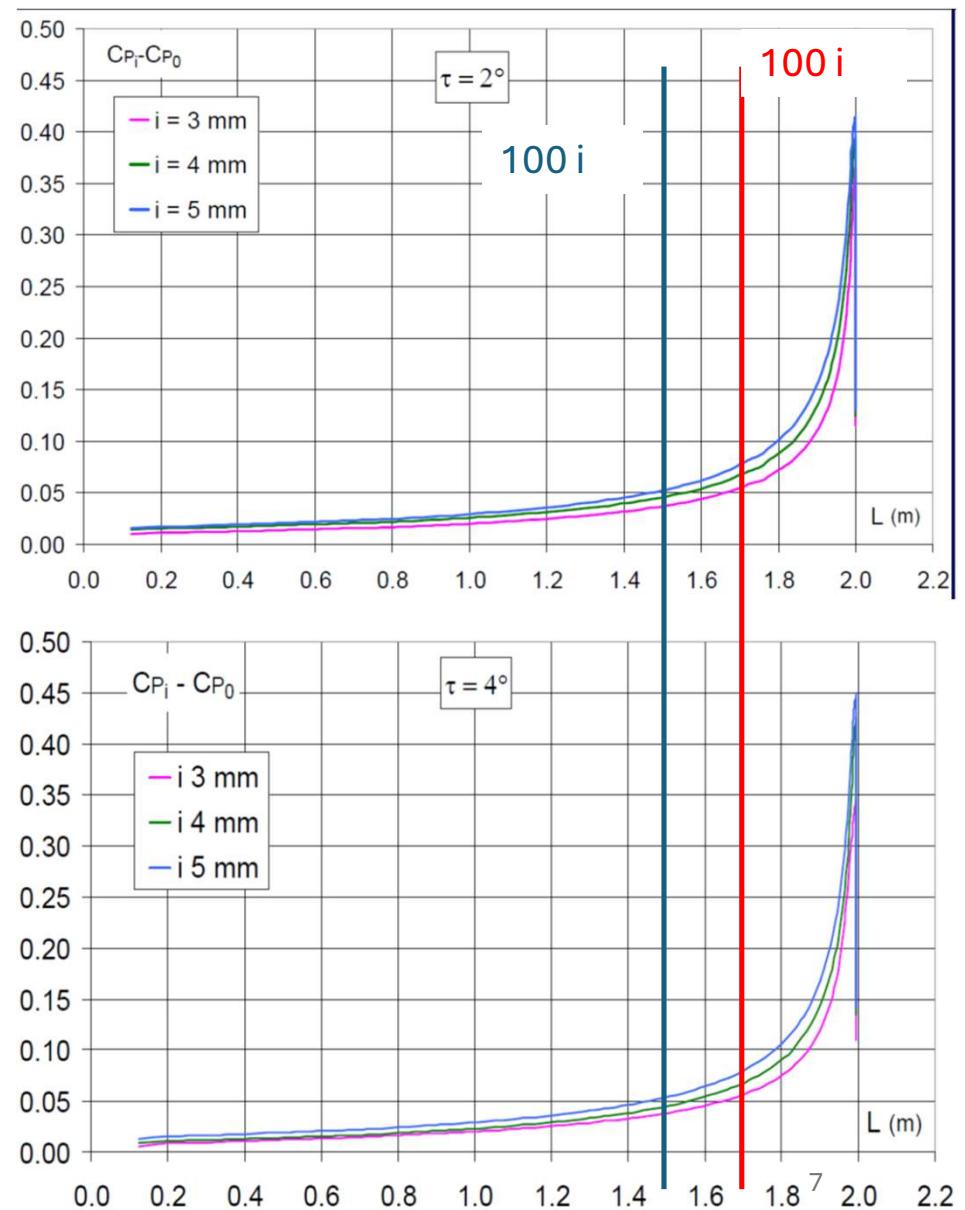
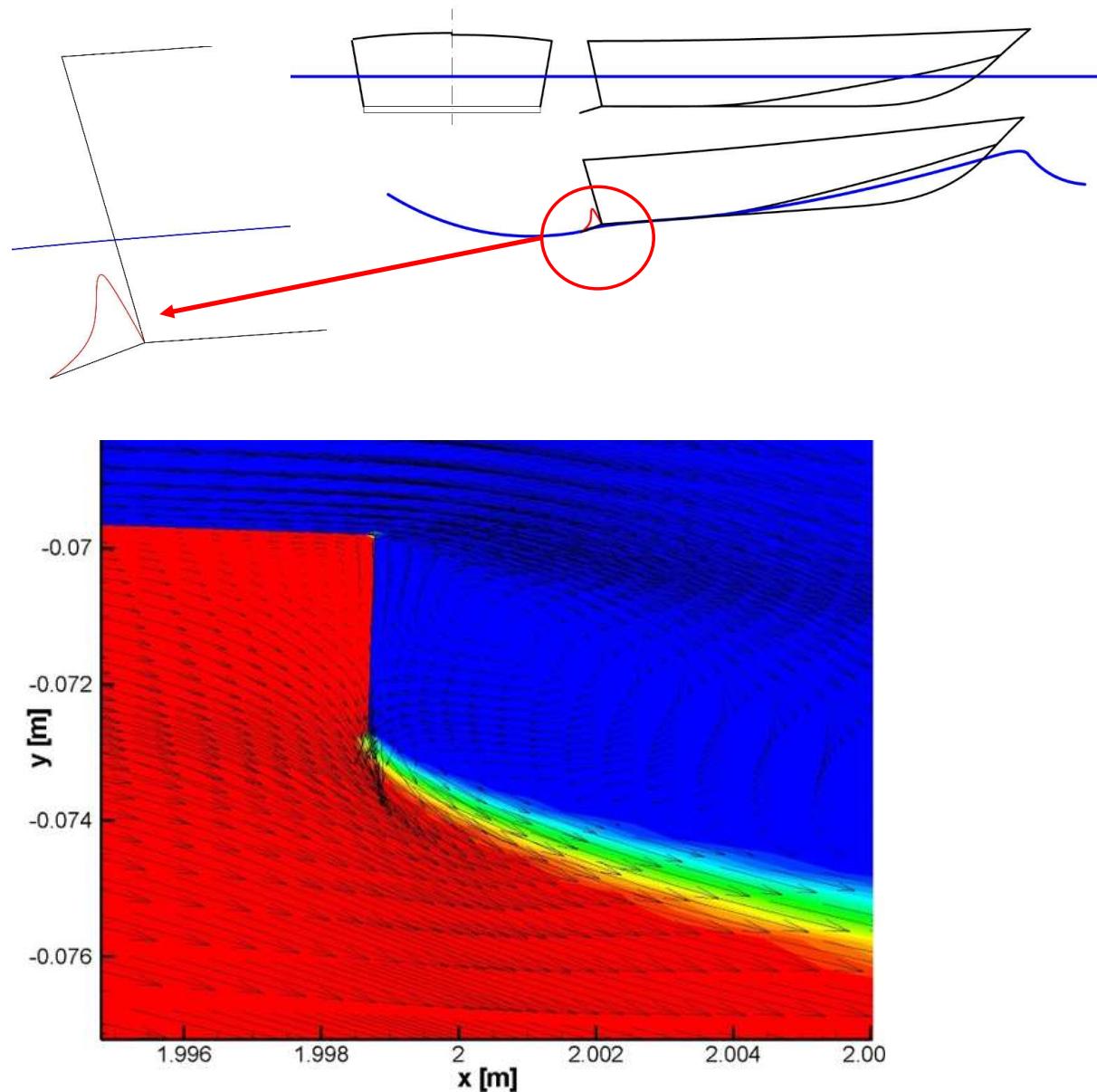
## Ipersostentatori

- Principio di funzionamento degli interceptor: potenzialità e criticità
- Interceptor non convenzionali : potenzialità e criticità

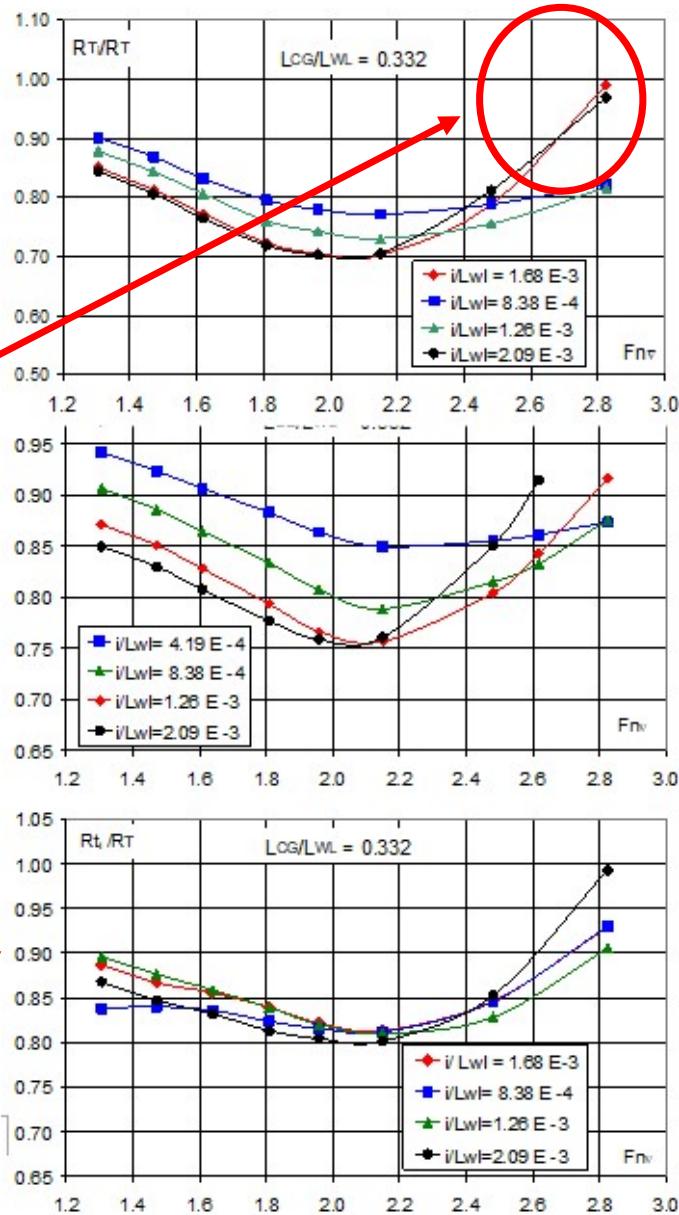


Gli interceptor sono  
ipersostentatori inventati da Dan  
Gurney





Interceptor:  
efficacia in funzione di  $\beta$



$\beta$ -10-model

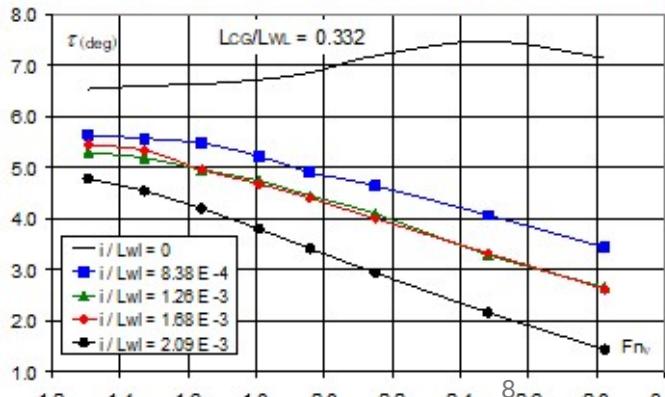
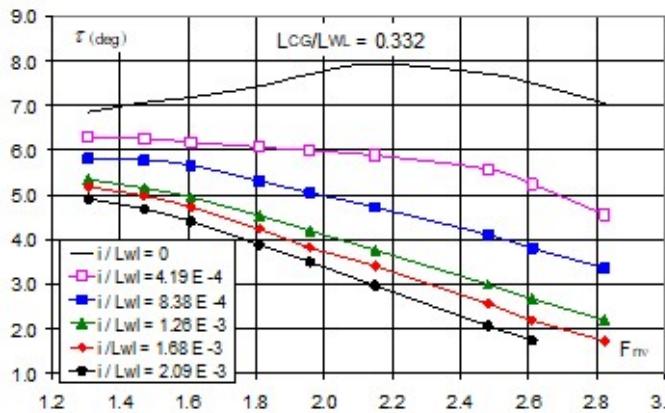
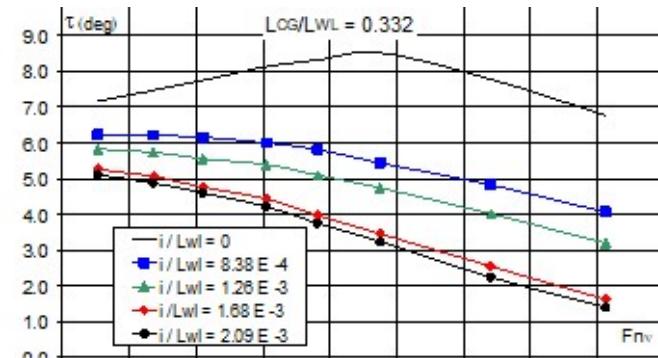
(best performance -30%)

$\beta$ -20-model

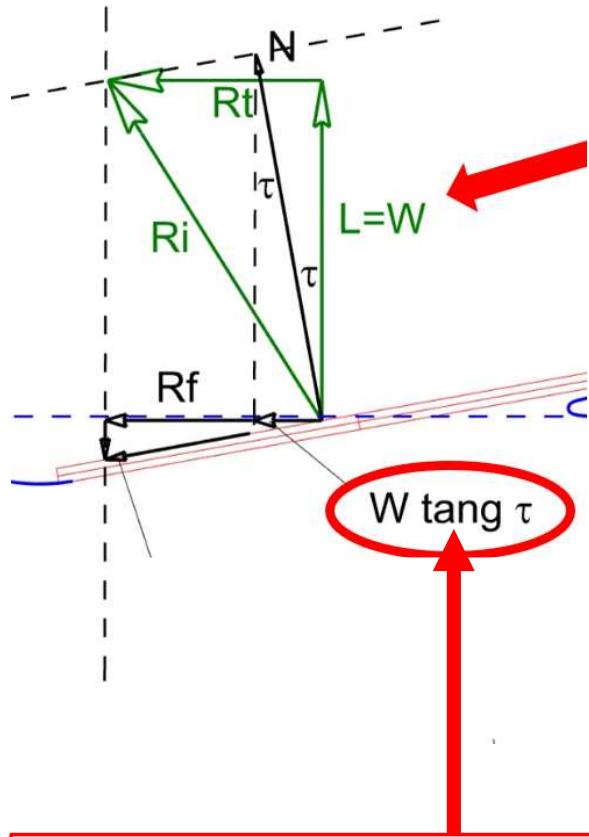
(best performance -25%)

$\beta$ -30-model

(best performance -20%)



## Aumento della resistenza di pressione (forme di prua ...)

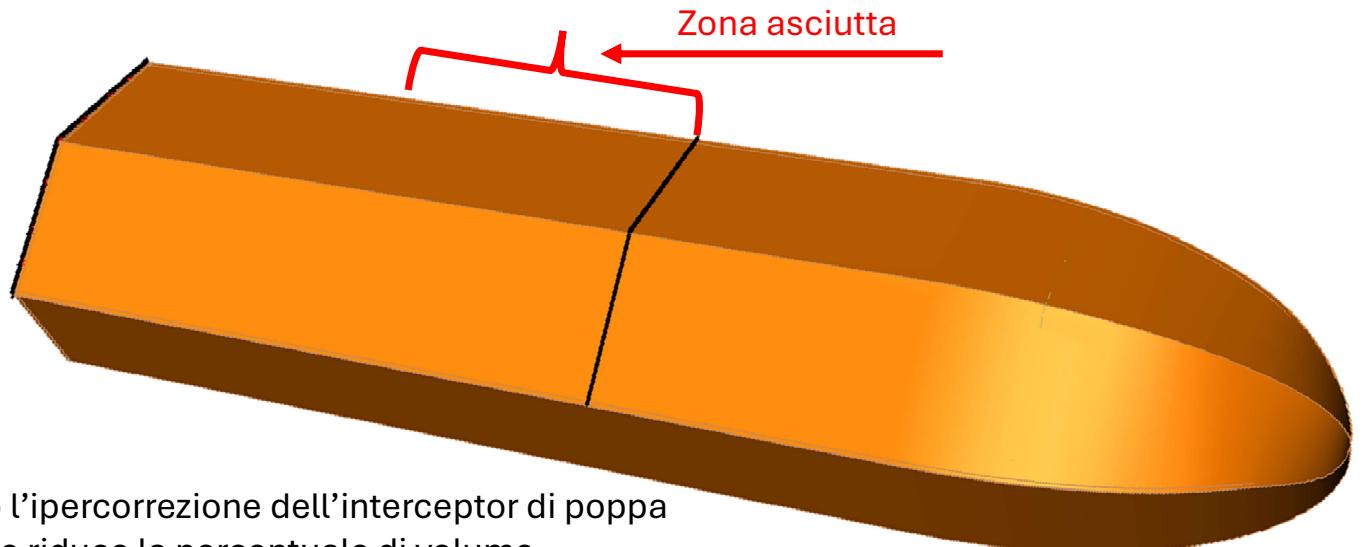


Non è più vero !  
E' significativamente maggiore



## Interceptor non convenzionali

DIS (Double Interceptor System)



### Vantaggi:

- amplia il campo di velocità contrastando l'ipercorrezione dell'interceptor di poppa
- con sostentamento idrodinamico parziale riduce la percentuale di volume immerso residuo
- Riduce la superficie bagnata sia per la maggiore sottrazione del volume immerso sia per la zona asciutta a valle dell'interceptor di prua

Vantaggio inesistente alle altissime velocità dove l'energia disponibile per il scontamento idrodinamico è anche troppa

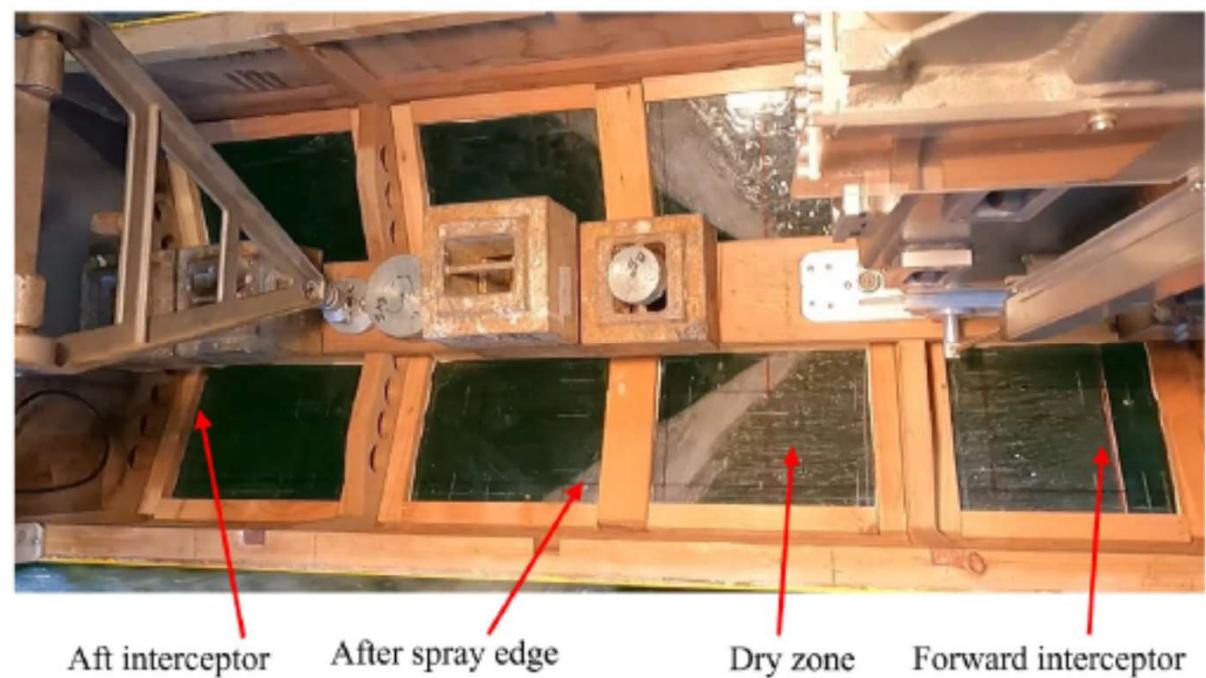
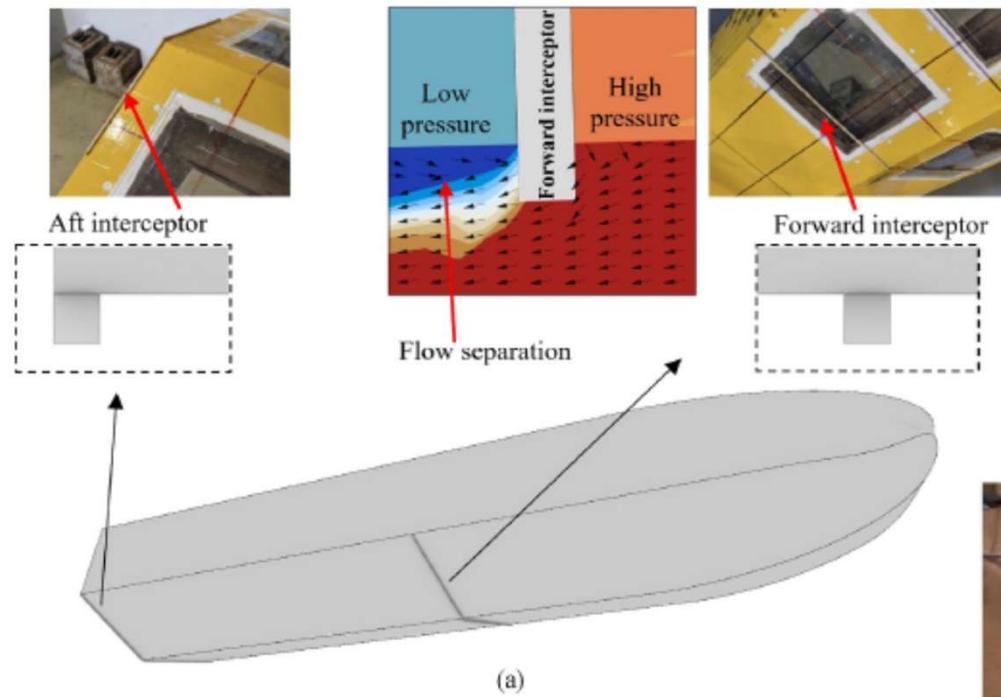
### Criticità:

- possibile sovra immersione della prua con conseguente innesco della divaricazione del flusso e incremento della resistenza di pressione
- Possibile forte depressione a valle della separazione del flusso determinata dall'interceptor di prua; ciò avviene quando non si assicura il sufficiente accesso di aria necessario per portare alla pressione atmosferica la zona asciutta.

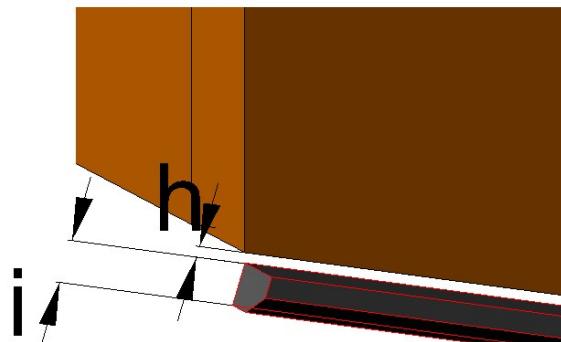
*Di nuovo*



## Interceptor non convenzionali



## Interceptor non convenzionali



Finalità e principio informatore:

- riduzione della bolla di ristagno con la conseguente aumento della curvatura delle linee di corrente; ciò implica maggiori accelerazioni e, quindi, una maggiore trasformazione di energia cinetica in energia di pressione
- si noti che al crescere della velocità cresce la pressione e con essa la portata di acqua che attraversa **h**, ciò comporta una riduzione della pressione

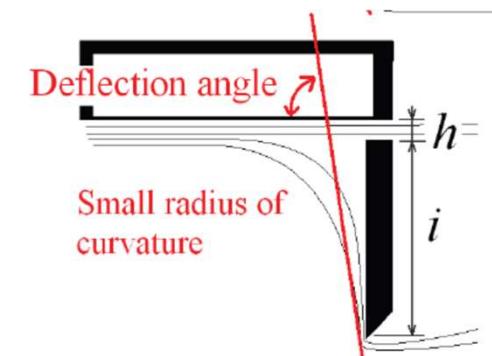
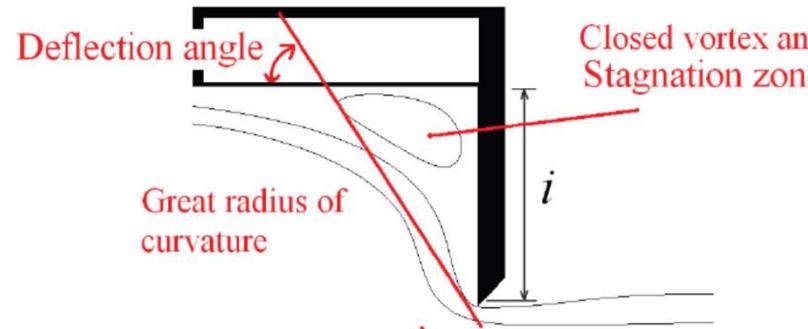
In sintesi si innescano due effetti opposti:

- Una riduzione della pressione provocata dalla fuga dell'acqua
- Un incremento della pressione dovuta alle maggiori accelerazioni imposte al fluido

Le due variazioni non dipendono linearmente dalla velocità e la somma dei due effetti rende in sostanza il sistema è autoregolamentato:

- Alle basse velocità prevale l'incremento della pressione e si realizza la riduzione dell'assetto longitudinale desiderato
- Alle alte velocità prevale il maggior flusso riduce l'effetto appruante ed il conseguente incremento di superficie bagnata e di resistenza di pressione provocato dalla prua

### SI (Split Interceptors)



#### Criticità:

A causa delle piccole dimensioni della franchigia fra interceptor e carena è fondamentale che questa non venga ostruita dal foulig o da altri ostacoli che possano ridurre la velocità di efflusso dell'acqua.

## Interceptor non convenzionali

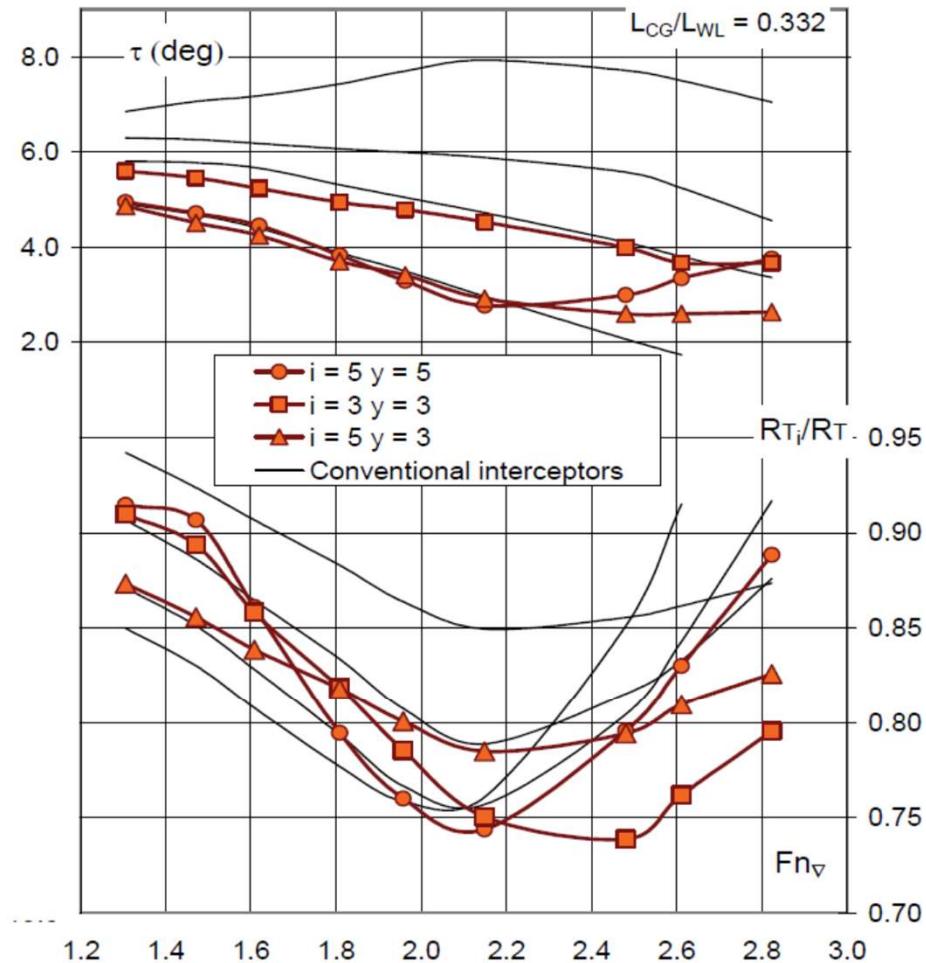


Figure 11:  $\beta 20$  Model; *DIS* performances

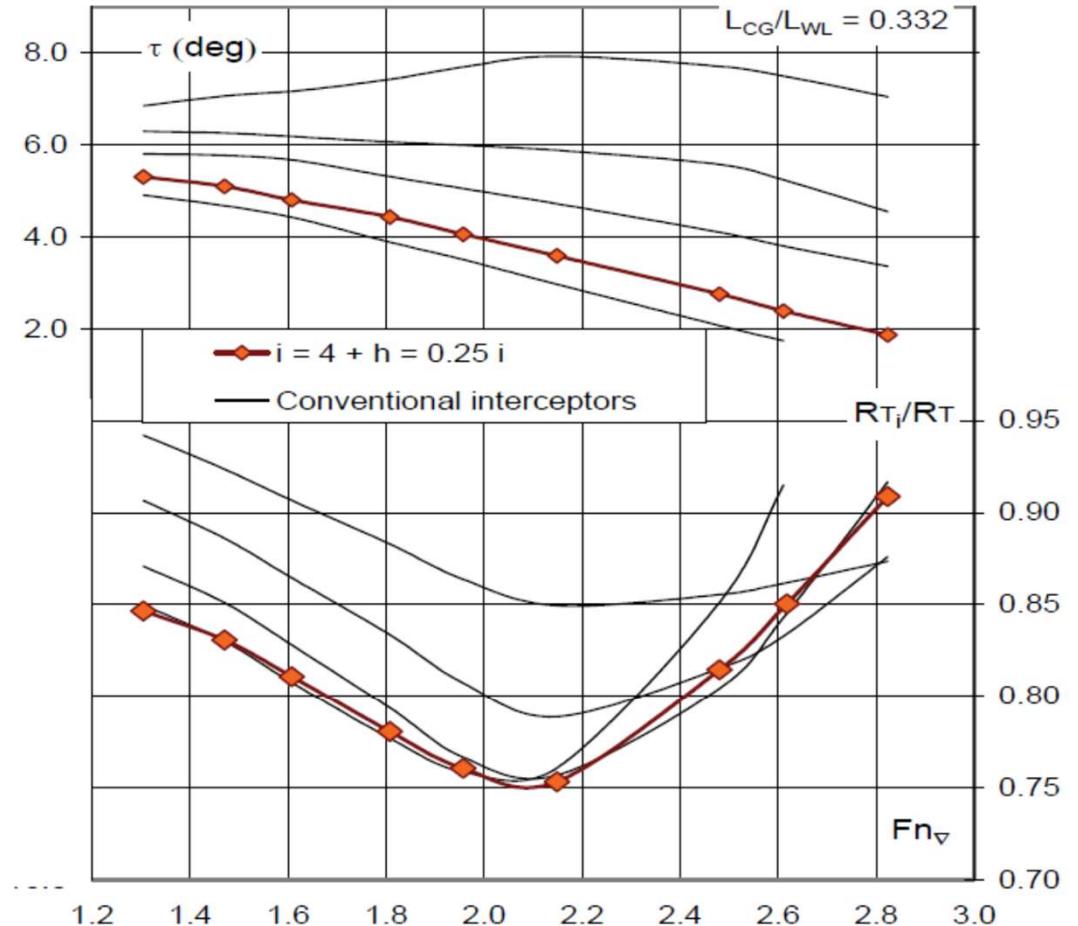


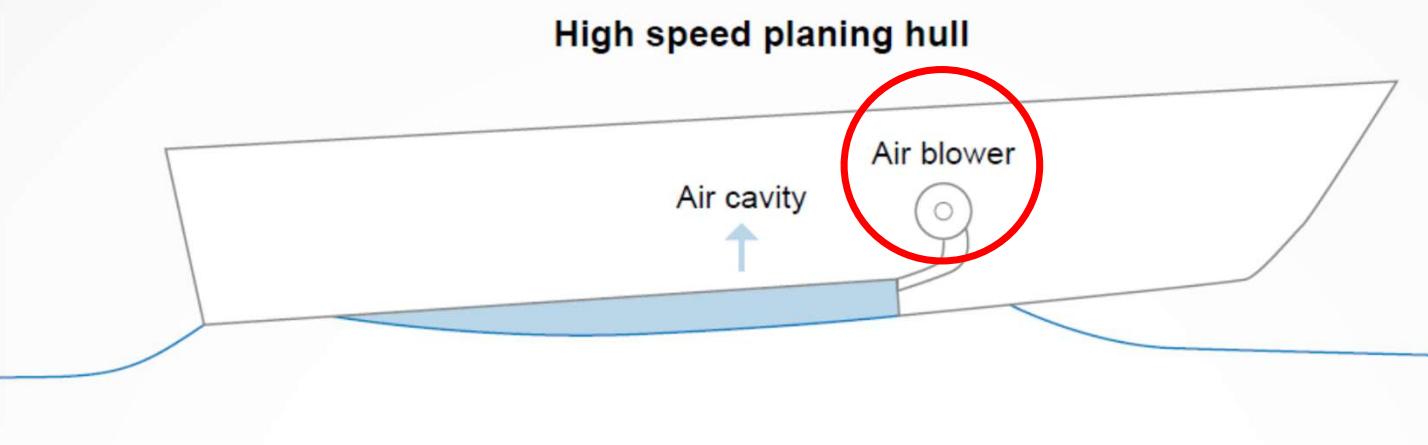
Figure 10:  $\beta 20$  Model; *SI* performances

Perché associare interceptor e insufflaggio ?

Per ridurre l'energia necessaria all'insufflaggio (energia non utile)

Lo studio è stato eseguito associando all'insufflaggio il DIS per fruire della depressione che si determina sotto flusso all'interceptor di prua;

Si potrebbe anche associare sia il DIS che lo Split (e forse si farà)

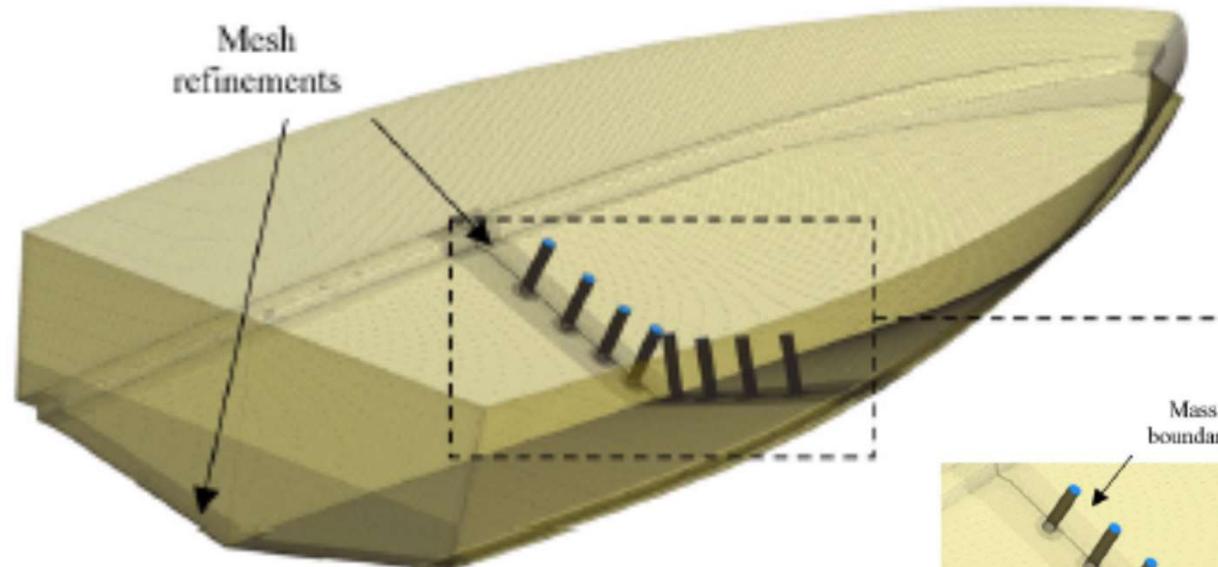


## Valutazione dei risultati (caso di studio)

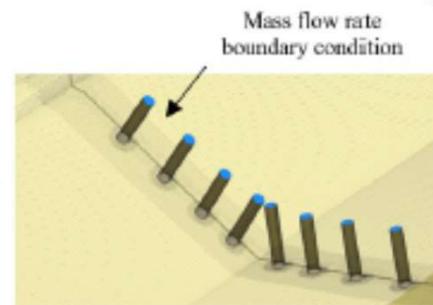
- Procedura sperimentale



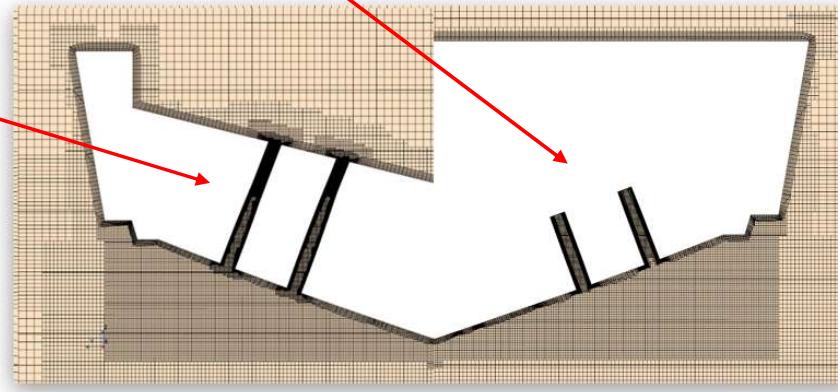
## Procedura numerica



Ventilazione forzata

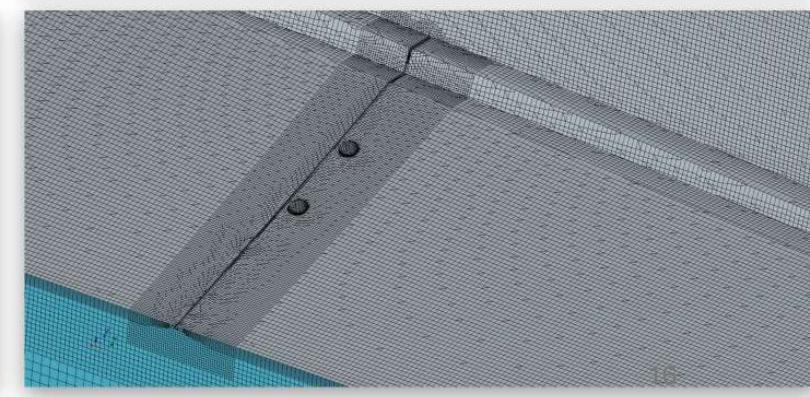
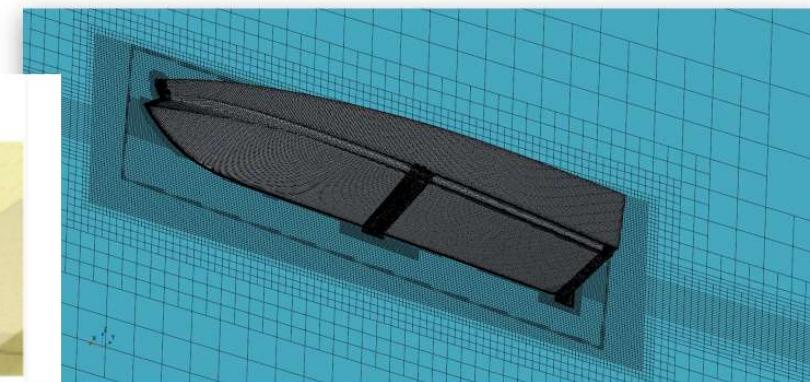


Ventilazione naturale

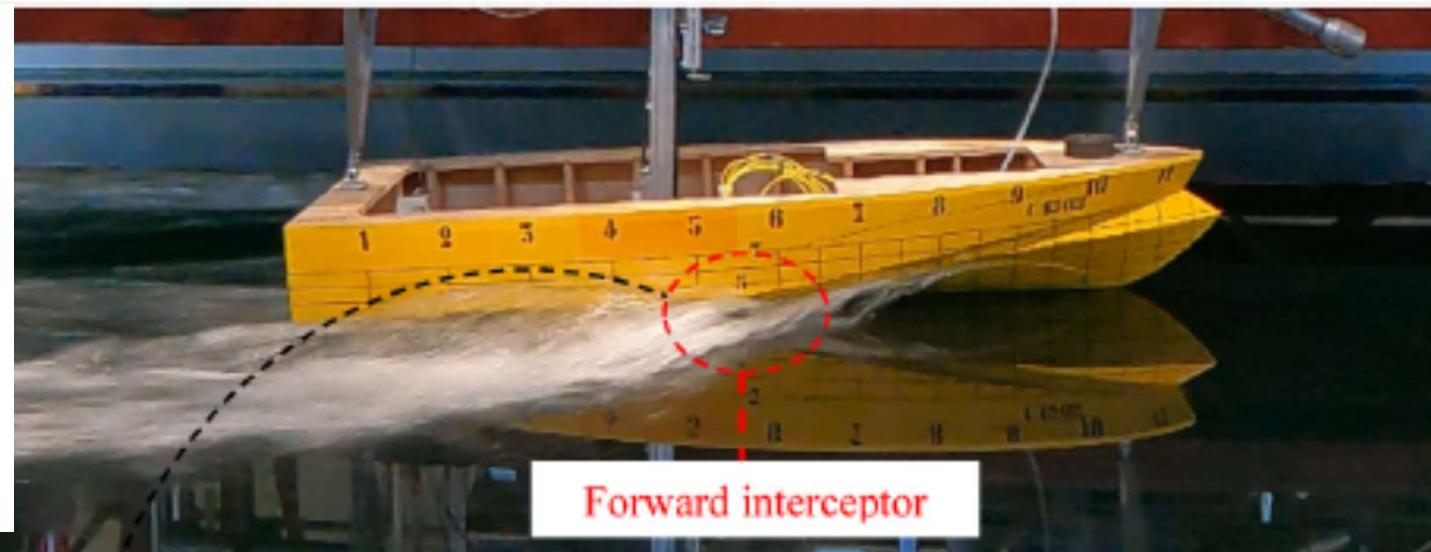


Le simulazioni hanno riprodotto quanto sperimentato:

- modello libero (6 DoF)
- portate di aria uguali a quelle sperimentate
- scala modello ( $L_{WL} = 2.4$  m) con 11 milioni di celle
- infittimento della mesh nelle zone critiche
- modello di turbolenza  $\kappa-\omega$

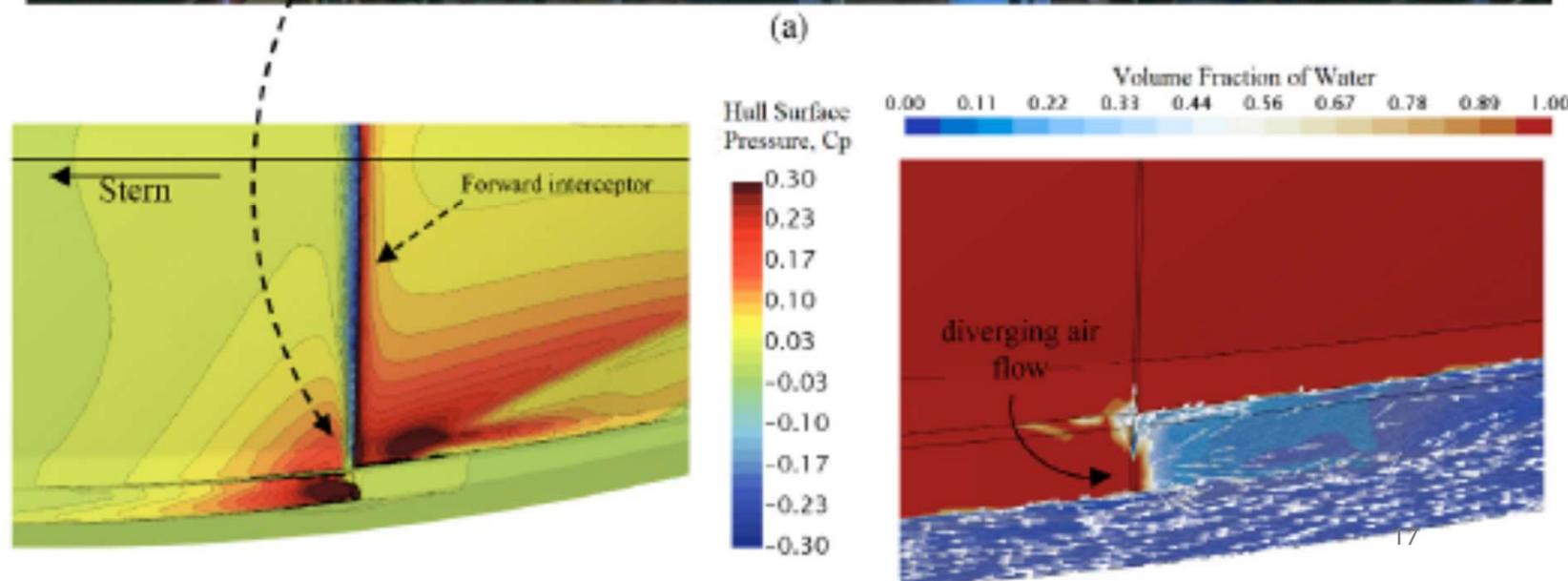


Quando il DIS non è insufflato,  
il passaggio dell'aria può avvenire  
solo lungo lo spigolo  
e  
le pressioni che si determinano  
possono impedire il flusso

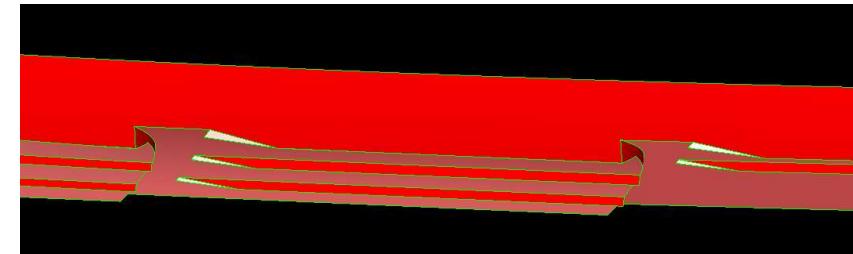
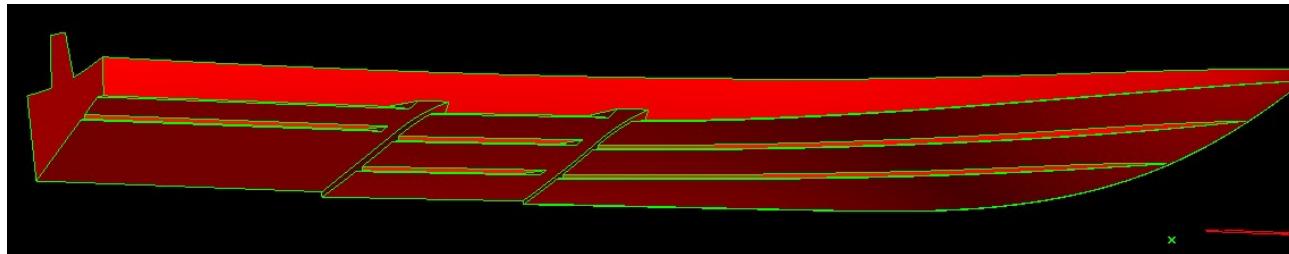


Forward interceptor

(a)

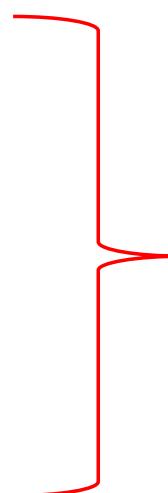


Perché non si risolve come per i redan ?



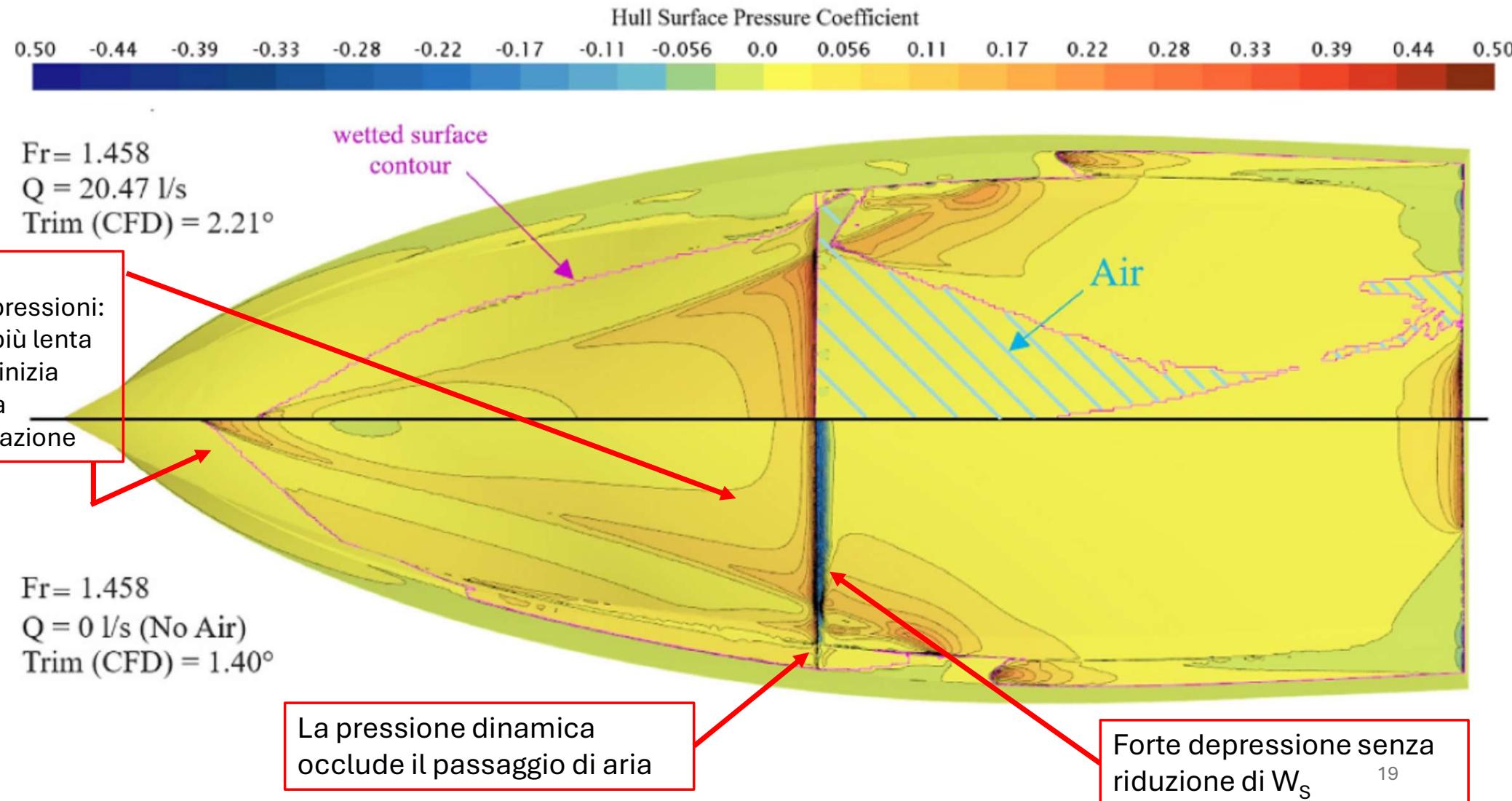
I redan sono efficaci ed efficienti per velocità molto alte  
(  $V > 45 - 50$  kn;  $Fr_V > 5.5 - 6$  ) quando i fianchi sono  
sempre completamente asciutti  $\Rightarrow$  asole piccole

La soluzione studiata è destinata a velocità minori con  
fianchi frequentemente bagnati  $\Rightarrow$  asole grandi



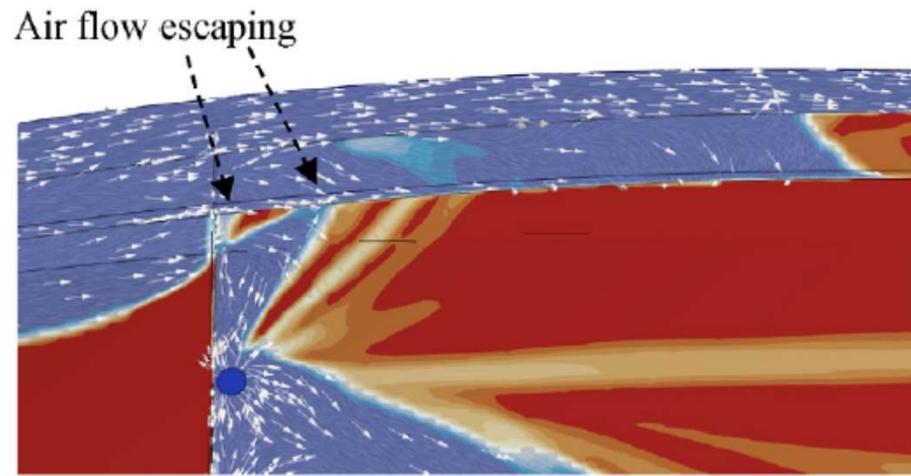
Quindi grandi discontinuità delle  
superficie di carena con resistenze locali

## Confronto con e senza insufflaggio

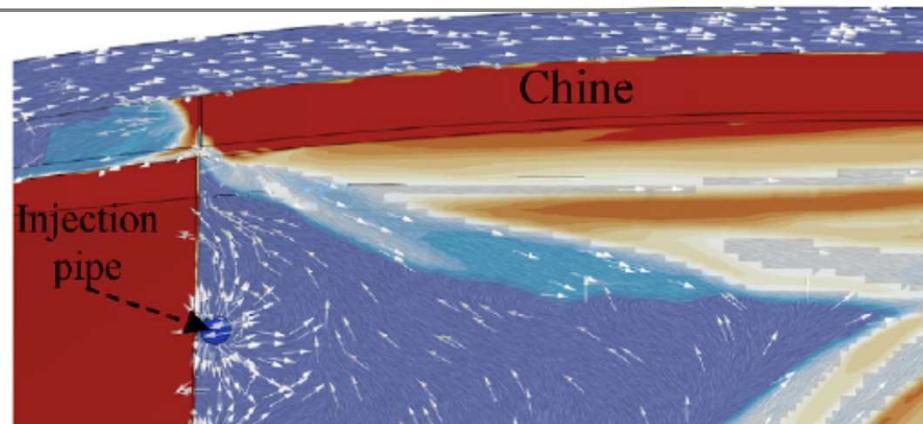


Velocità crescenti

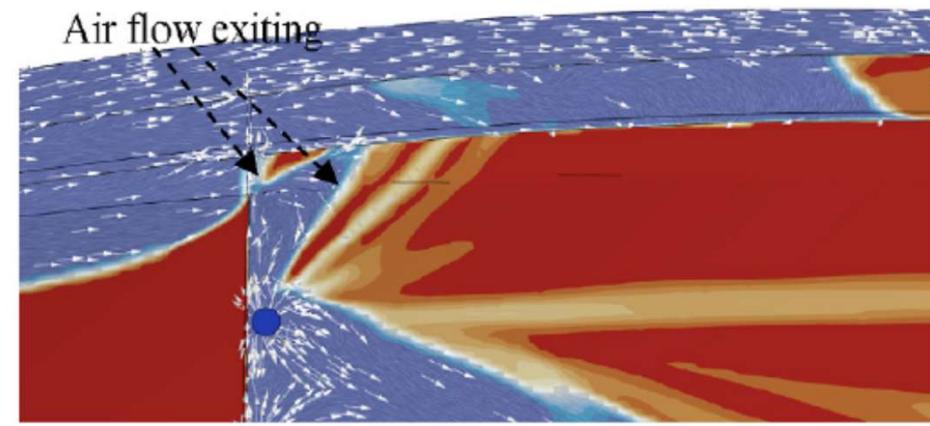
↑



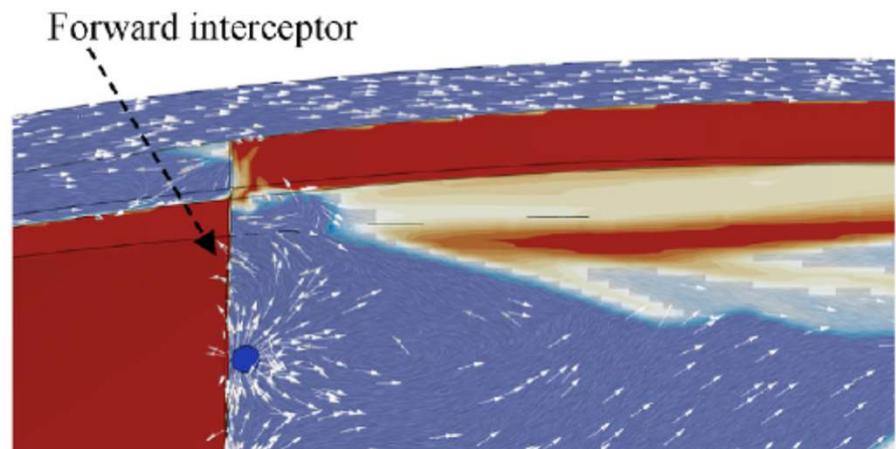
$Fr = 1.458, Q = 9.69 \text{ l/s}$



$Fr = 0.972, Q = 9.69 \text{ l/s}$



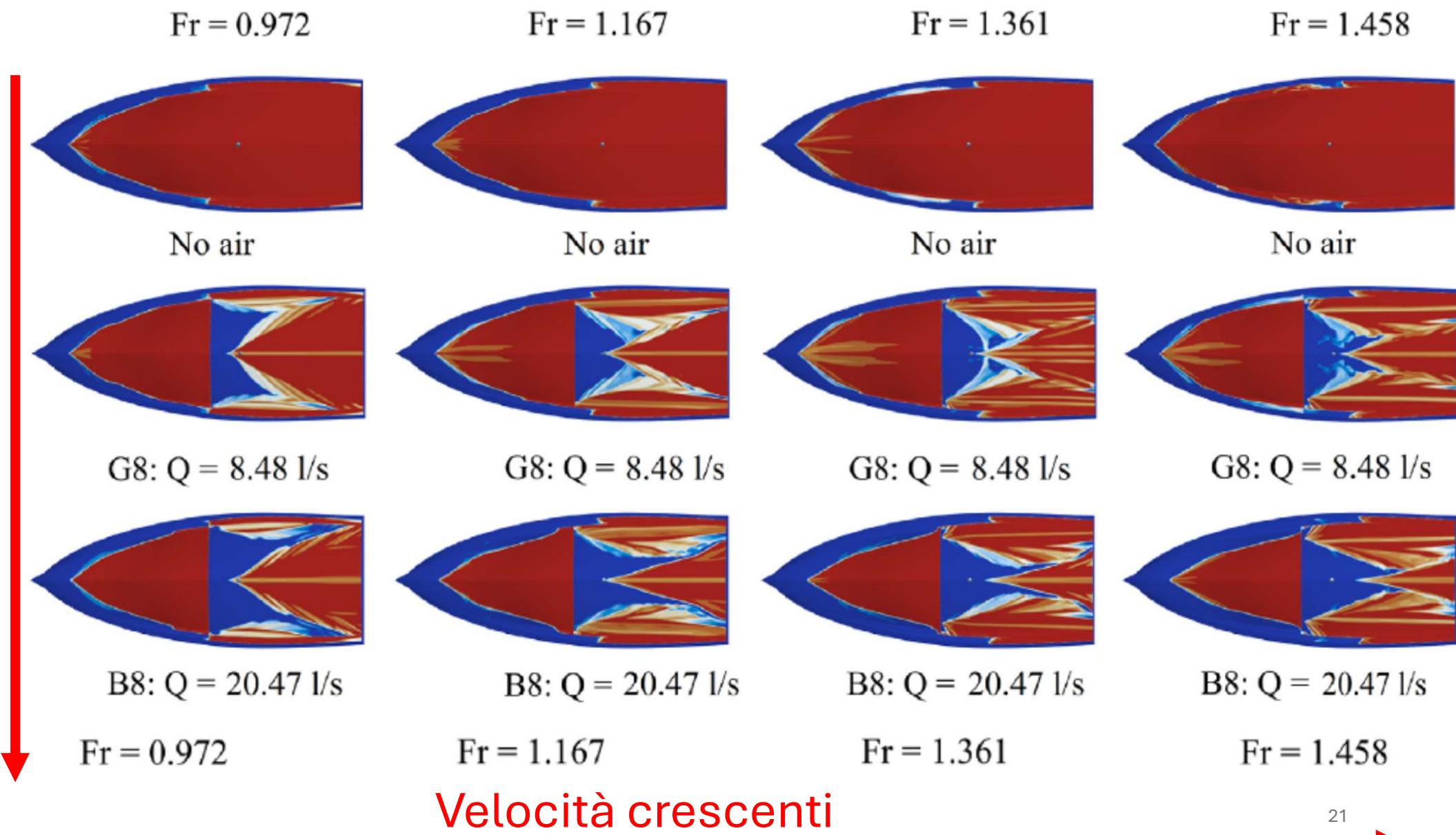
$Fr = 1.458, Q = 20.47 \text{ l/s}$



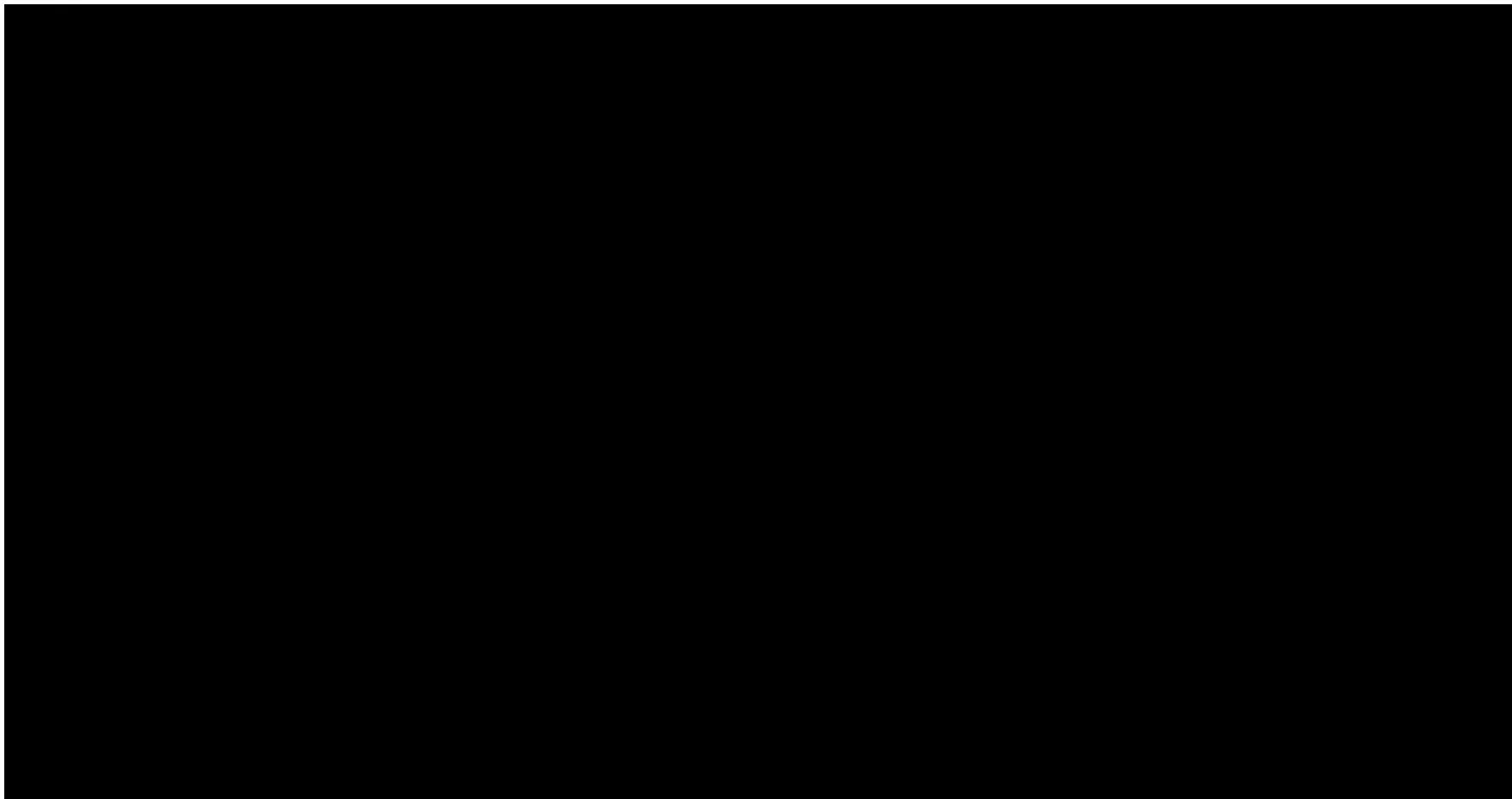
$Fr = 0.972, Q = 20.47 \text{ l/s}$

Portate d'aria crescenti

Portate d'aria crescenti



Inserire il filmato



**See: " C\_Pansa - Video Presentazione 25\_11\_25"**



**See: " C\_Pansa - Video Presentazione 25\_11\_25"**

