

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

Relazione per la prova finale

***Progettazione e sviluppo di un diffusore
posteriore per una vettura di Formula
Student***

Tutor universitario: Prof. Francesco
Picano

Laureando: *Giovanni Sonego*

Padova, 14/03/2022

Progettazione e sviluppo per la vettura SGe-05 del Race UP Team

Obiettivi dello studio:

- Analisi delle prestazioni del diffusore* 
 - Downforce
 - Drag
- Illustrazione del processo di creazione e sviluppo* 
 - Progettazione
 - Simulazione
 - Analisi dei risultati

Considerando il moto stazionario di un fluido incomprimibile e non viscoso, si può scrivere:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

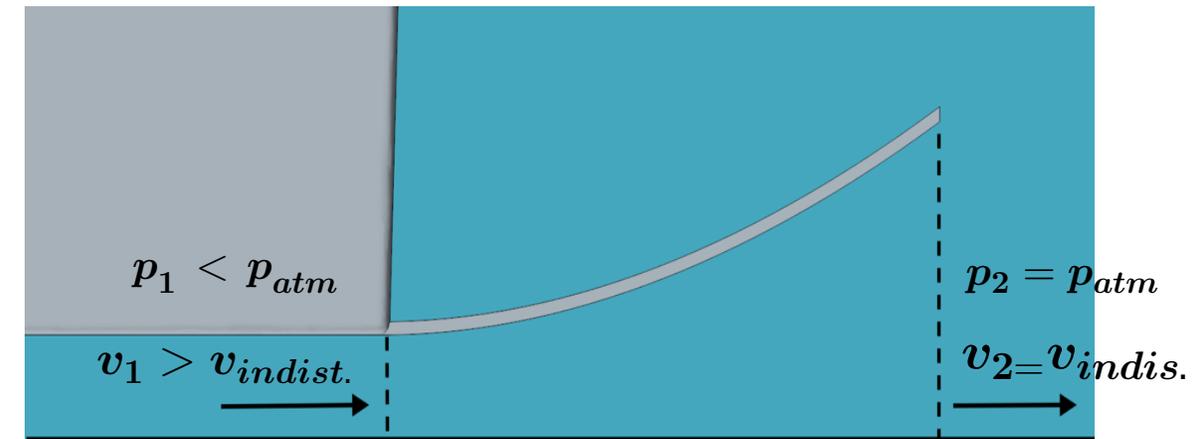
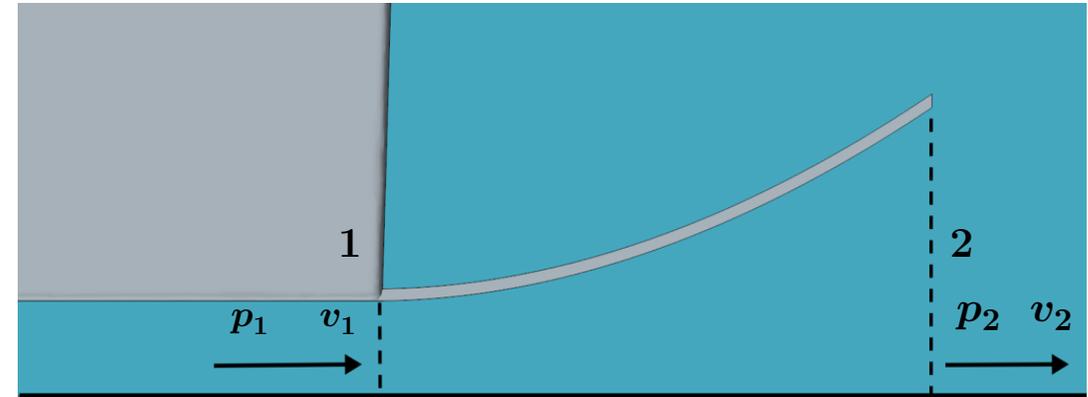
$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Compiendo alcune considerazioni sui valori di velocità e pressione:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_{indist.}^2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_{indist.}$$

$$v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_{indist.}$$



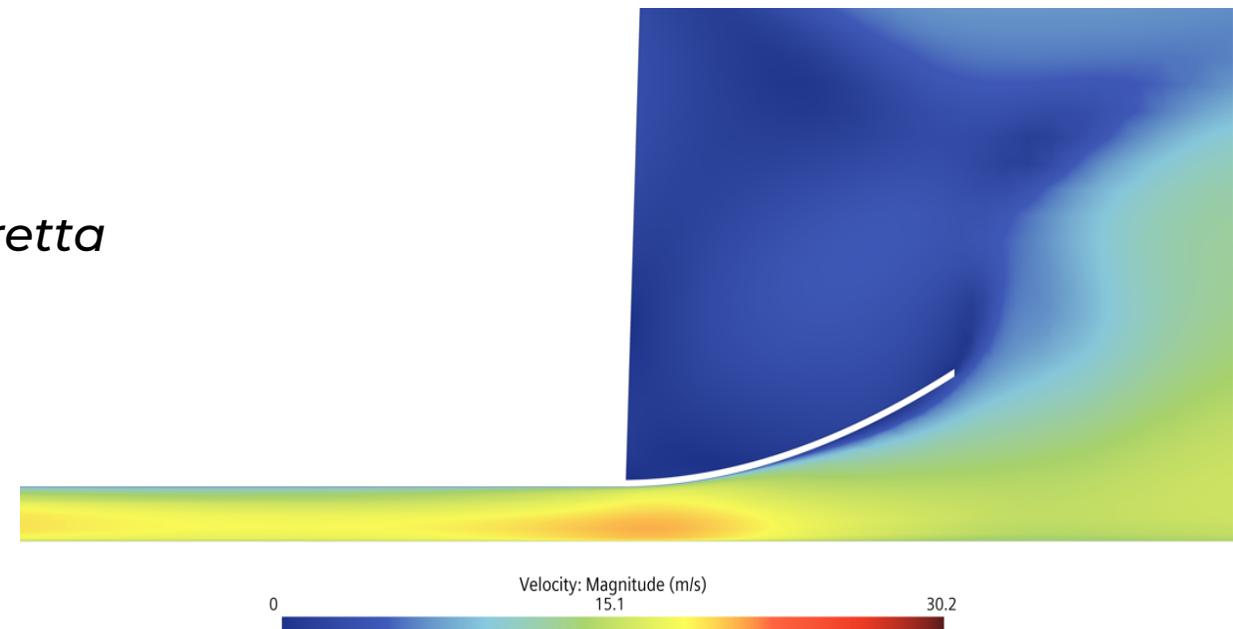
Funzionamento

- aumento della velocità all'ingresso del diffusore → **produzione downforce**
- espansione dell'aria nella zona di bassa pressione posteriore → **riduzione drag**

Ulteriori considerazioni

Relazioni ricavate in ipotesi restrittive:

- aumento della velocità → **descrizione corretta del fenomeno**
- separazione del flusso → **limitatezza delle equazioni**

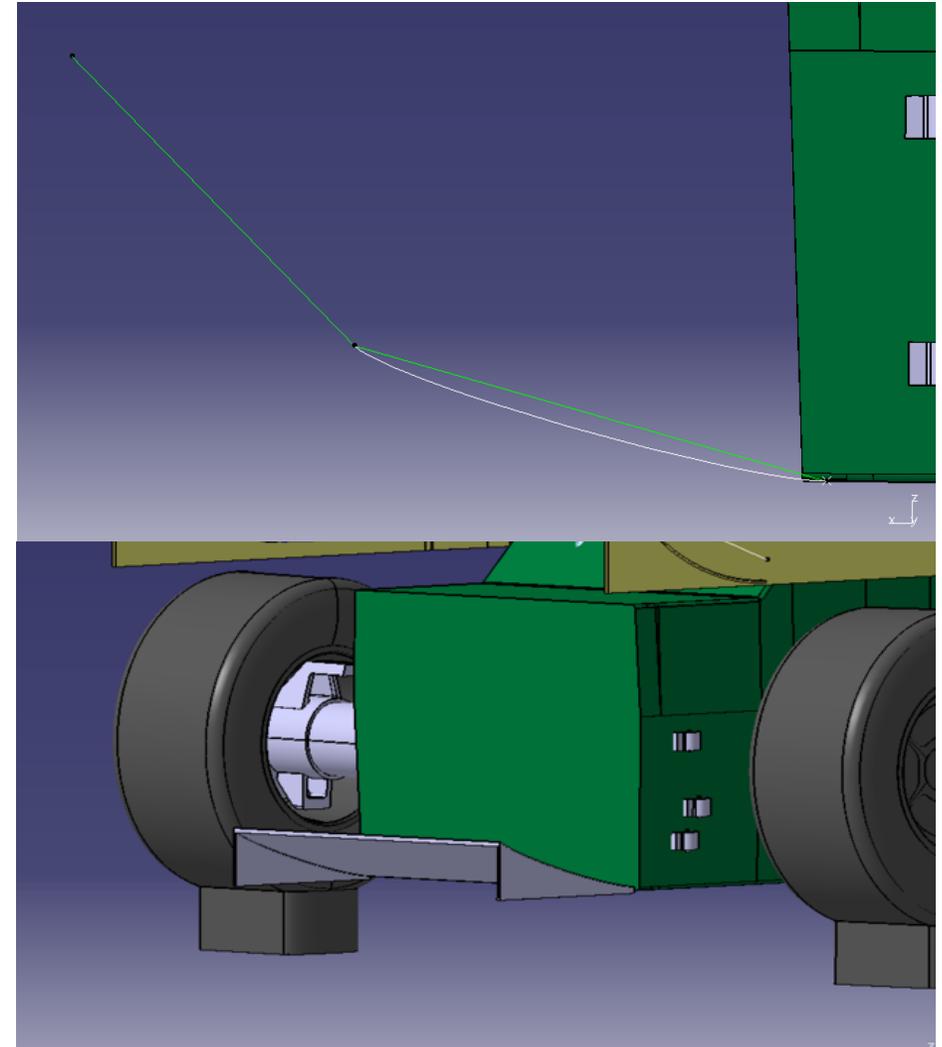


Requisiti

- *rispetto dei vincoli regolamentari*
- *geometria adatta alla fase di manufacturing*
- *compatibilità con il programma CFD*

Parametri

- *angolo della curva verticale*
- *tangenza finale della curva verticale*
- *lunghezza della curva verticale*
- *larghezza del diffusore*
- *angolo della curva laterale*
- *tangenza finale della curva laterale*

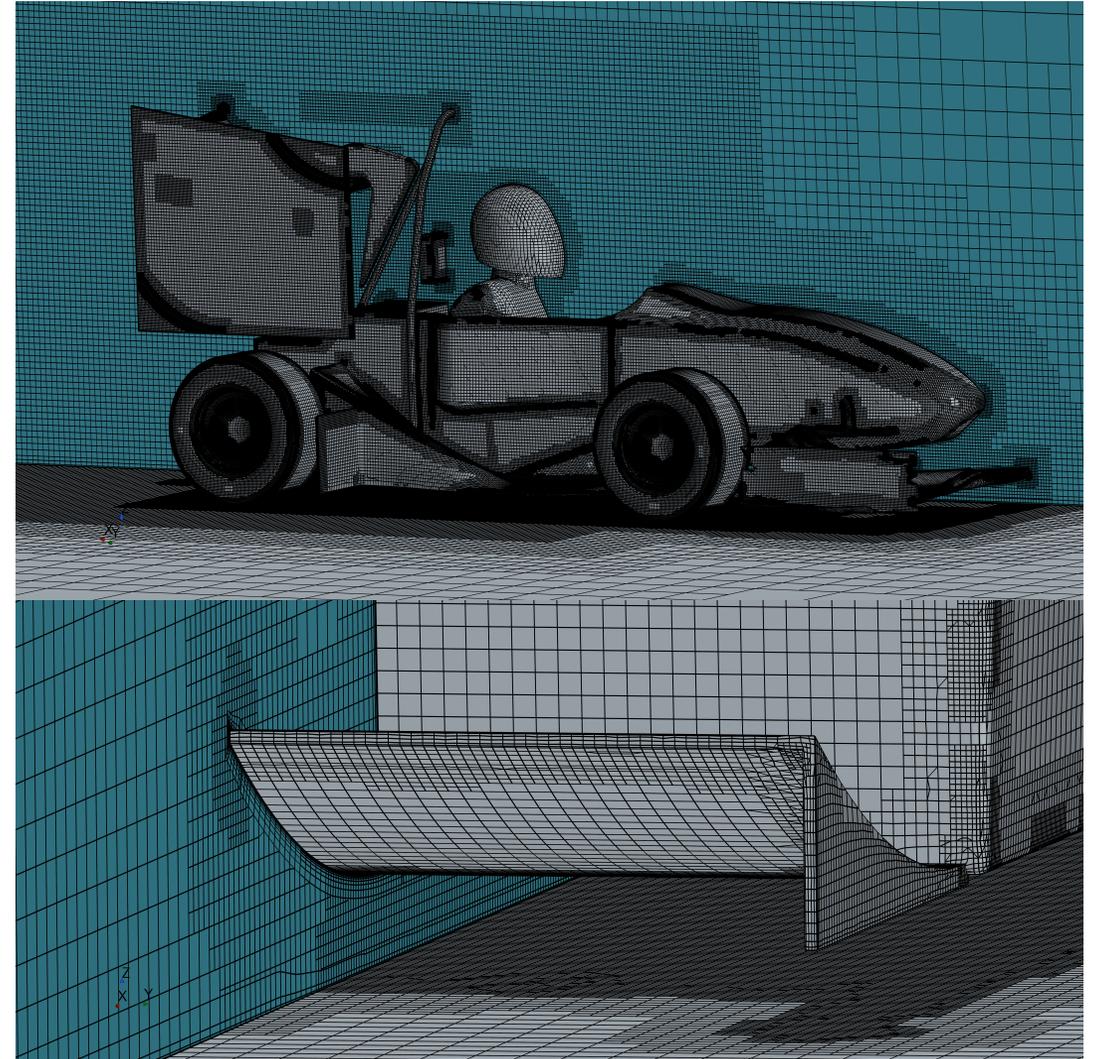


Caratteristiche generali e modelli

- regime stazionario 3D
- metà vettura in rettilineo
- velocità del flusso di 15 m/s
- modello MRF per la simulazione delle ruote
- RANS
- $k - \omega$ SST
- coupled flow

Mesh

- trimmed vettura
- poliedrica MRF
- approccio low-wall y^+
- 16.5 - 17 milioni di celle

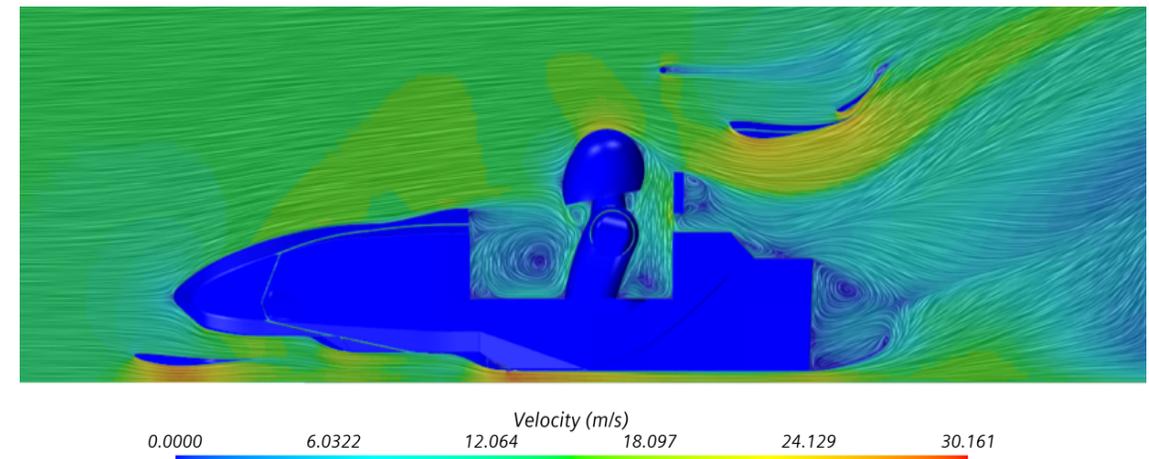
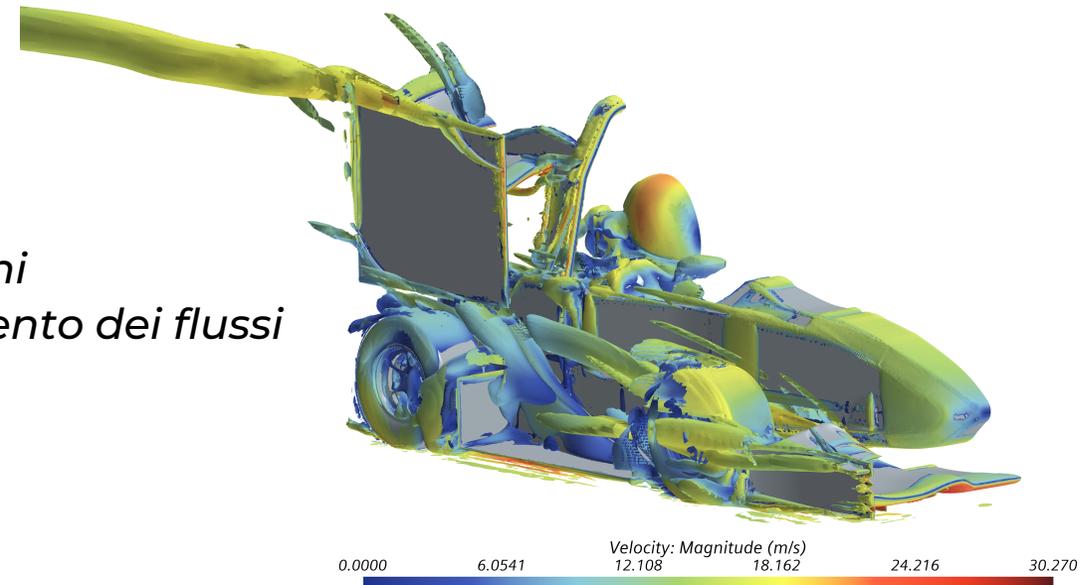


Analisi dei risultati

- **Report** → valori di Downforce e Drag
- **Scene scalari e vettoriali** → informazioni sull'andamento dei flussi

Esempi

- isosuperfici Q-Criterion
- rappresentazione vettoriale della velocità e degli sforzi tangenziali
- visualizzazione delle pressioni agenti sul corpo della vettura
- visualizzazione dell'andamento dei flussi d'aria mediante l'utilizzo di streamlines



Studio di base

- variazione dell'angolo di inclinazione verticale
- incrementi di 4°



riduzione delle combinazioni possibili e del numero di simulazioni

Risultati

	Downforce [N]	Drag [N]	Downforce Body [N]	Drag Body [N]
Senza diffusore	538,0	149,856	196,950	79,176
8°	544,326	149,398	203,808	78,486
12°	546,632	149,834	205,856	78,951
16°	548,660	149,841	207,313	78,972
20°	548,730	149,894	207,384	78,997
24°	546,386	149,656	206,928	78,814

- 16 gradi: **+10,6 N** downforce
+0 N drag

Diminuzione Downforce dopo i 20 gradi

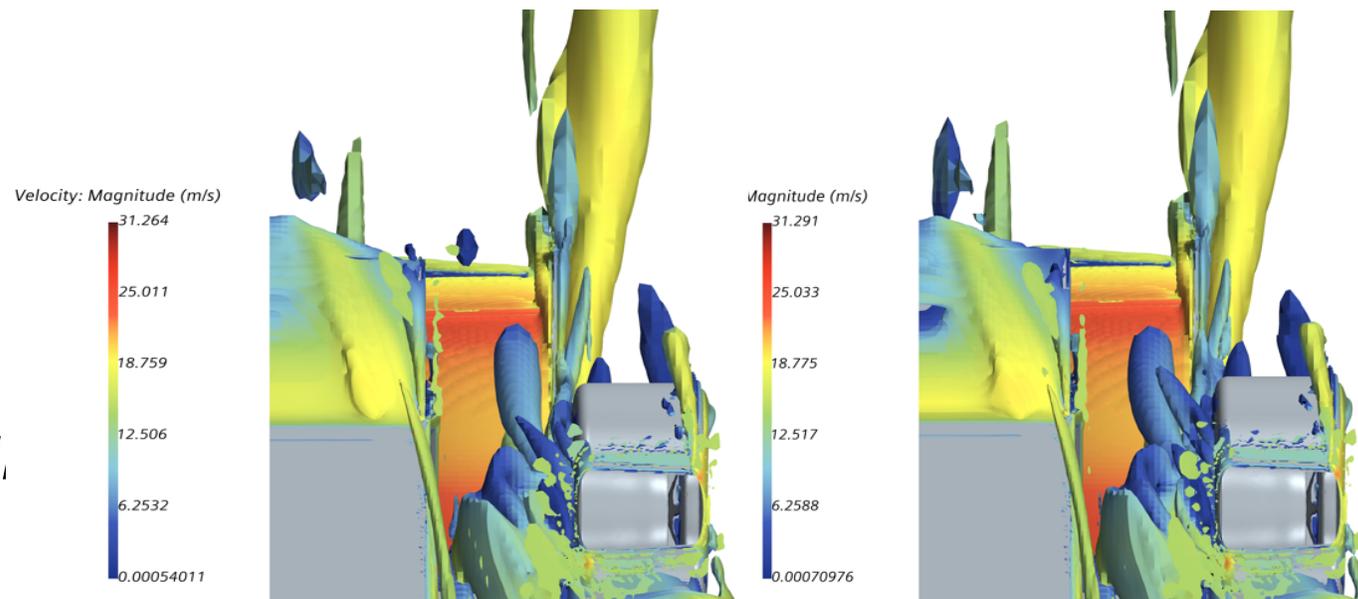
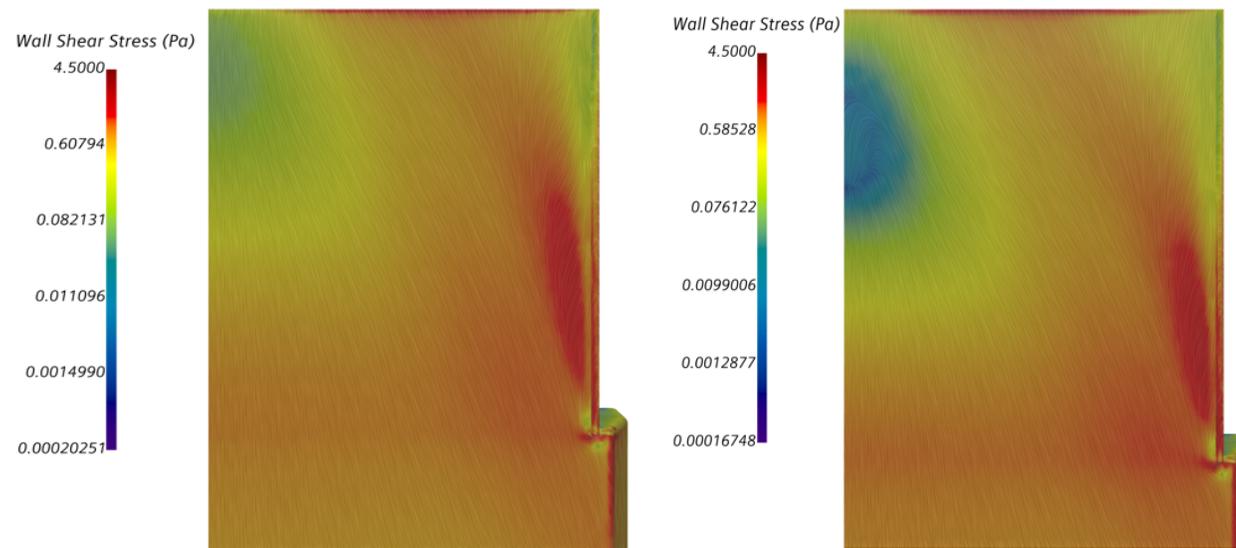
Analisi scene

Confronto tra 8 e 16 gradi

- scena vettoriale sforzi tangenziali
- isosuperfici Q-Criterion

Osservazioni

- zona di stallo nella parte centrale
- vortici provenienti dal lato della vettura



Interazione con l'ala posteriore

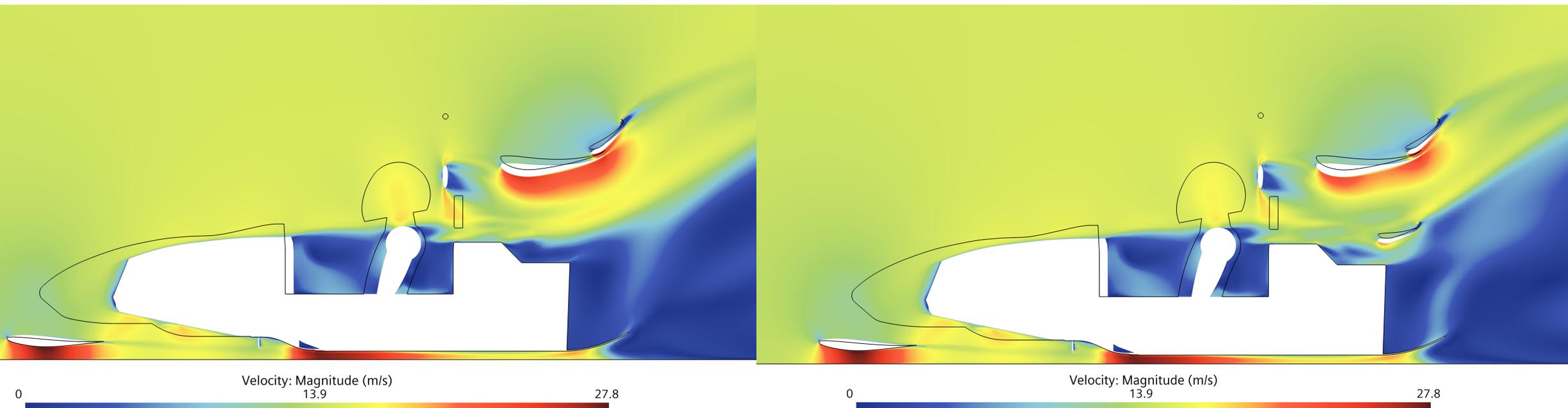
Ala posteriore molto distante dal
diffusore



Aggiunta di un terzo profilo per sfruttare
bassa pressione prodotta

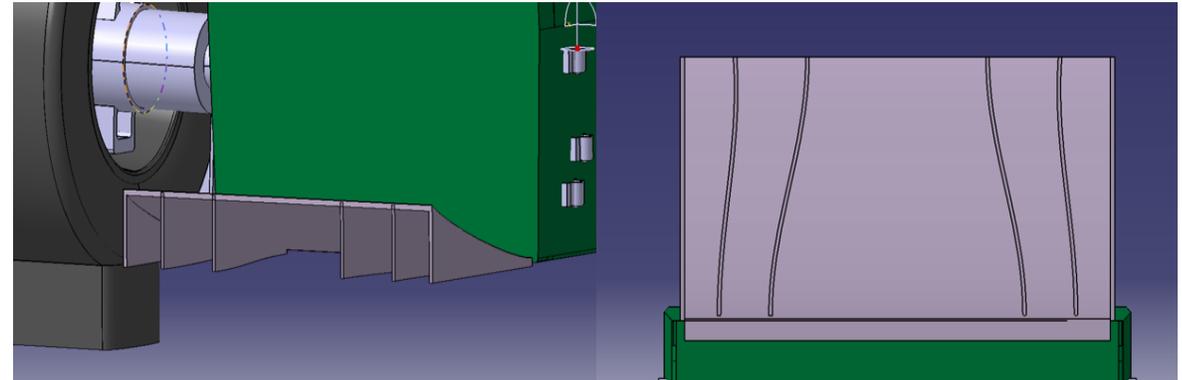
Risultati Rear Wing: **-1,5 N** downforce **+5 N** drag Risultati Body: **+10,1 N** downforce **-0,1 N** drag

Risultati full car: +8,3 N downforce **+5 N** drag



Modifiche alla geometria

*Introduzione di bandelle verticali
per il controllo dei disturbi esterni*

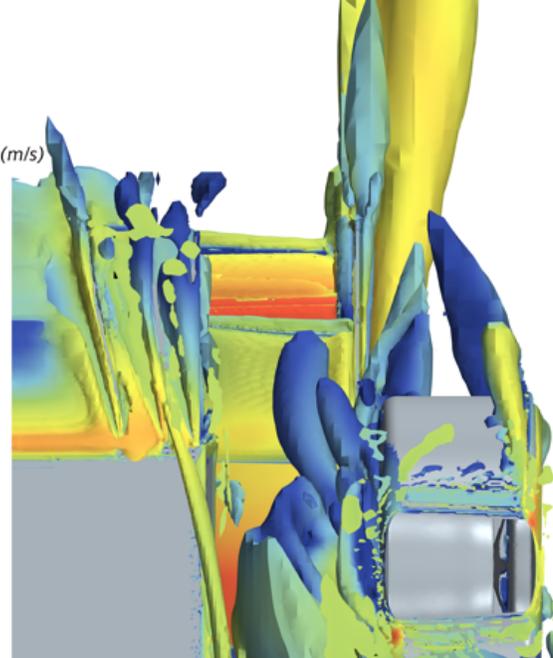
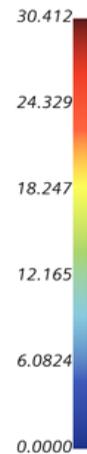


Risultati

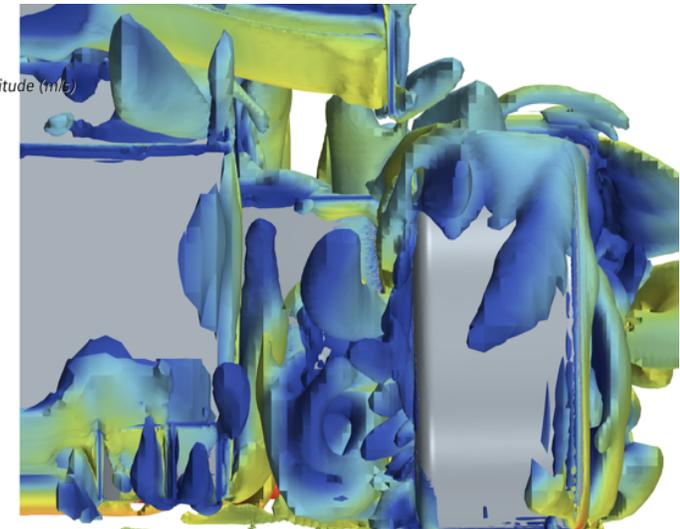
+3,3 N downforce

+0,7 N drag

Velocity: Magnitude (m/s)



Magnitude (m/s)



Risultati totali

+22,25 N downforce

+5,82 N drag

	Downforce [N]	Drag [N]	Downforce Body [N]	Drag Body [N]
Senza diffusore	538,0	149,856	196,950	79,176
16°	548,660	149,841	207,313	78,972
terzo profilo	556,984	154,932	217,416	78,836
bandelle verticali	560,250	155,674	220,004	79,700

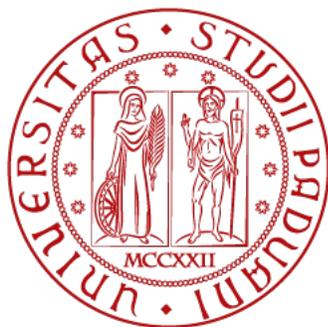
Ulteriori sviluppi

- proseguimento dell'ottimizzazione
- modifiche alla geometria della scocca
- elementi per il controllo dello strato limite



- variazione dei parametri
- posizione del terzo profilo
- simulazioni in curva

Grazie per l'attenzione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

raceup