

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

Relazione per la prova finale
**« Confronto dell'aerodinamica delle
monoposto F1 2018 e 2023 »**

Tutor universitario: Prof. Francesco Picano

Laureando: *Matteo Cecchetto*

Padova, 16/11/2023

- *Primi anni '60*: vetture cosiddette «a sigaro»
- *Fine anni '60*: vengono scoperti i benefici dell'aerodinamica nelle vetture di F1
- *Fine anni '70 e inizio anni '80*: viene scoperto l'effetto suolo con la Lotus 79
- *Dalla metà degli anni '80*: vetture «a freccia» con fondo piatto e muso rialzato
- *Rivoluzione del 2017*: monoposto progettate per realizzare la massima prestazione possibile
- *Re-introduzione dell'effetto suolo nel 2022*: vengono recuperati i concetti visti nei primi anni '80



Questo elaborato si pone come obiettivi:

- 1) L'analisi delle appendici aerodinamiche delle vetture SF71H e RB19
- 2) Il confronto delle appendici evidenziando le differenze e spiegando i motivi alla base delle scelte differenti

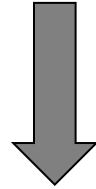


Ferrari SF71H

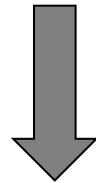


Red Bull RB19

In un profilo alare investito da un flusso d'aria la corrente accelera sul dorso e rallenta sul ventre.

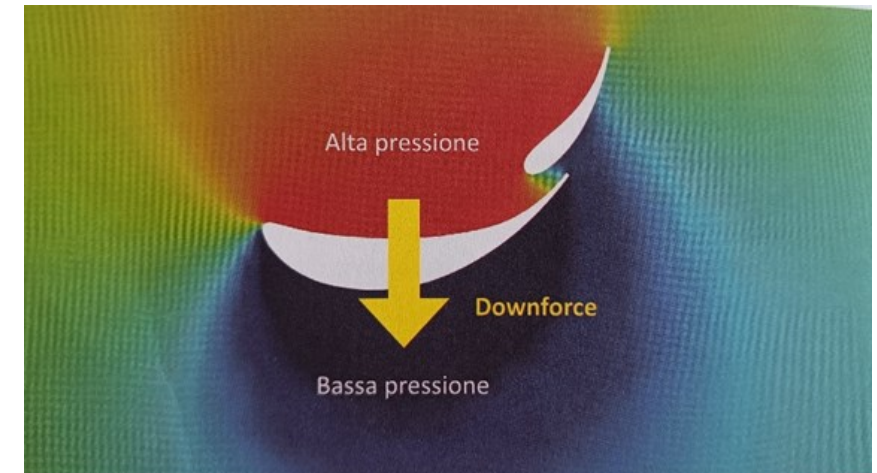


Nelle due regioni si applica il Teorema di Bernoulli: $p + \frac{1}{2}\rho v^2 = cost$



Si creano due zone di pressione: - Bassa pressione sotto al profilo
- Alta pressione sopra al profilo

Questa differenza di pressione produce una forza diretta verso il basso che in ambito automobilistico è conosciuta come **deportanza** (o *downforce*)



- **ALA ANTERIORE:**
 1. *S-duct*: dirige il flusso nella zona superiore del muso.
 2. *Endplate*: impedisce la formazione dei vortici d'estremità.
 3. *Upper flaps*: limitano il *tyre squirt*.
 4. *Flap* principali e loro andamento: verso l'esterno (*outwash*) e verso l'interno (generazione del vortice Y250).



- **TURNING VANES:**
 1. Posizionati in prossimità del semiasse anteriore, tra l'ala anteriore e i *bargeboards*.
 2. Sono dei deviatori di flusso e separano il flusso turbolento della scia delle appendici dell'ala da quello laminare che andrà verso il fondo della vettura.

- **BARGEBOARDS:**
 1. Si trovano dopo i *turning vanes* e appena prima dell'entrata delle pance laterali, proprio per questo svolgono un ruolo fondamentale.
 2. Deviano esternamente i flussi in arrivo dall'avantreno verso le pance laterali grazie alle tre paratie più grandi.
 3. Con le alette più piccole poste a valle creano dei vortici per permettere al flusso che procede verso le pance di rimanere attaccato alla superficie esterna producendo meno *drag*.



- **PANCE LATERALI:**
 1. Al loro interno alloggiano i radiatori per il raffreddamento del motore, particolarmente importante è la forma della «bocca» cioè l'apertura delle pance da dove entra l'aria.
 2. Ruolo dello specchietto nell'indirizzare ulteriore flusso all'interno delle pance.
 3. Sagomate verso il posteriore a formare il tipico andamento a «Coca-Cola».



- **FONDO VETTURA:** 1. E' piatto su due livelli separati da una zona centrale più bassa di 50 mm in cui si trova lo *skid block*.
- 2. Esso è inclinato rispetto al suolo di un certo angolo chiamato «angolo di *rake*», questo permette di creare l'effetto suolo.



- 3. Sono presenti dei generatori di vortici verticali montati sul bordo esterno del fondo.
- 4. Nella stessa zona sono presenti degli intagli con lo scopo di ridurre il fenomeno del *tyre squirt* delle ruote posteriori.





- **DIFFUSORE:**
1. Costituisce la parte terminale del fondo della vettura.
 2. Serve a far recuperare in maniera graduale la pressione al flusso che scorre sotto al fondo. Infatti se la rampa del diffusore è troppo accentuata allora si rischia che il flusso separi.
 3. Sono presenti dei generatori di vortici nella zona centrale dove inizia la rampa che, creando dei vortici, permettono al flusso di rimanere attaccato alla superficie del diffusore.

- **ALA POSTERIORE:**
1. E' formata dal *main plane* e dal *flap*.
 2. Caratteristica è la forma «a cucchiaio» del bordo d'ingresso del *main plane*.
 3. Sono presenti alcune soffiature nelle derive verticali che hanno lo scopo di alleviare la pressione sul ventre del *main plane*.
 4. Soffiature presenti anche nelle paratie verticali di sostegno dell'alettone posteriore.

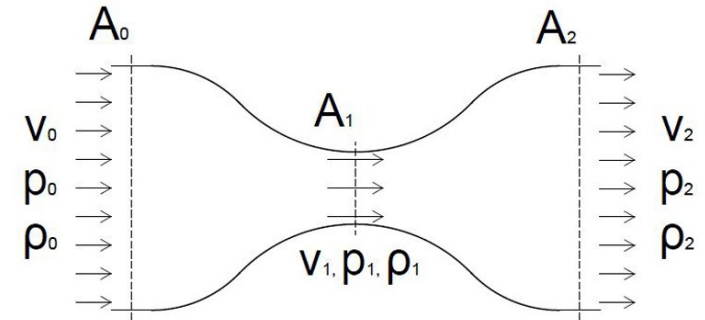


L'effetto suolo è quel fenomeno che si verifica tra il fondo della vettura e la pista grazie a una particolare geometria del fondo stesso. Esso deriva dal famoso **Effetto Venturi**

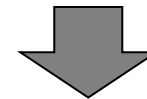


Fenomeno idrodinamico che si verifica in condotti
con restringimento della sezione

Unendo l'Equazione di continuità e il Teorema di Bernoulli si ottiene che nella sezione minima il flusso possiede velocità massima e massima depressione.



Il fondo della RB19 presenta lo stesso andamento, un condotto che restringe la propria sezione. Nell'immagine a lato, infatti, si può notare l'ampia apertura della sezione di ingresso del canale Venturi, all'incirca a metà vettura si ha il restringimento massimo del fondo che poi va ad aumentare progressivamente la propria sezione verso il retrotreno della vettura.

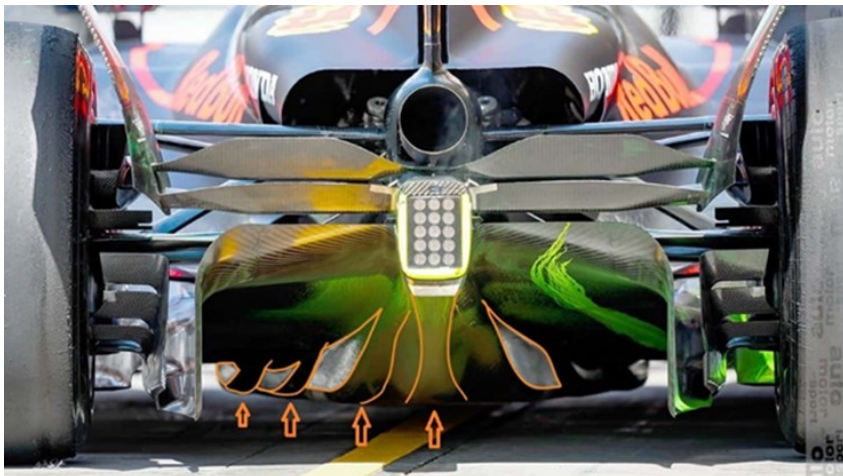


Questo fenomeno causa un'elevatissima depressione sotto al fondo che «risucchia» la vettura mantenendola aderente alla pista.

- **ALETTONE ANTERIORE:**
1. Più distante dal suolo se confrontato con quello della SF71H, questo per garantire una grossa quantità d'aria in ingresso al fondo.
 2. I *flap* nell'estremità interna terminano direttamente sul muso dell'auto.
 3. Verso l'esterno hanno un andamento discendente che favorisce l'effetto *outwash*.
 4. *Endplate* molto più semplificata rispetto a quella della SF71H.



- **WHEEL WINGLETS:**
1. La loro estremità superiore serve a ridurre il più possibile la scia rilasciata dalla ruota anteriore.
 2. La zona inferiore, quasi a contatto con l'asfalto, serve invece per limitare il fenomeno del *tyre squirt*.
 3. In questa zona, inoltre, è molto importante il ruolo dei braccetti delle sospensioni nel reindirizzare parte del flusso verso l'entrata del fondo.



- **PANCE LATERALI:**
 1. Si nota nella parte superiore della pancia come essa scenda man mano che si procede verso il retrotreno. Questo per realizzare l'effetto *downwash* che serve a portare aria verso la *beam wing*.
 2. Nella parte inferiore, invece, la pancia è molto scavata verso l'interno della vettura. In questo modo si crea un canale in cui scorre l'aria che serve a sigillare lateralmente il fondo.

- **DIFFUSORE:**
 1. Nelle vetture a effetto suolo è visto come la parte terminale dell'intero canale Venturi.
 2. E' più alto di quello della SF71H perché la rampa comincia a salire già dai $\frac{3}{4}$ della vettura in poi.
 3. Ha un profilo esterno che lo delimita ben definito e le paratie verticali arrivano quasi a toccare la pista.
 4. Presenta delle sporgenze nella parte centrale che servono a energizzare il flusso per tenerlo aderente alla superficie interna del diffusore.

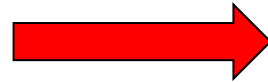
- **BEAM WING:** 1. Rappresenta il prolungamento del diffusore stesso.
2. Incrementa la deportanza prodotta poiché lavora con aria abbastanza pulita.
3. Contribuisce all'estrazione dell'aria dal diffusore.
4. Riveste un ruolo molto più importante di quello svolto dalla *beam wing* della SF71H.

- **ALA POSTERIORE:** 1. Viene privilegiata la generazione di deportanza da parte del *flap* mobile con conseguente guadagno di *top speed* nei rettilinei quando è attivo il sistema *drs*.
2. Presenta forme molto più arrotondate e meno spigolose dell'ala della SF71H, ad esempio sono stati rimossi gli *endplate* che generavano dei vortici di estremità visibili ad occhio nudo.



E' chiaro come queste due vetture siano state progettate seguendo regolamenti tecnici molto diversi:

Ferrari SF71H



Raggiunte prestazioni mai viste prima nella storia della F1, nel realizzarla sono stati raggiunti limiti tecnologici e prestazionali mai visti prima.

Questo al prezzo di una vettura che rilasciava una scia particolarmente turbolenta.

Red Bull RB19



Vettura nata con l'obiettivo di limitare i disturbi causati dalla scia. Per fare questo si è ricorsi all'utilizzo dell'effetto suolo rendendo però le vetture globalmente più lente.

Nonostante le vetture siano state rallentate l'obiettivo del cambio regolamentare, cioè quello di permettere alle vetture di seguirsi più da vicino e poter effettuare più sorpassi, può essere considerato raggiunto.