

PINARELLO BOLIDE HR WHITE PAPER 1.0



© Cidi Pinarello Spa - All rights reserved - June 2015



## 1. Introduzione e storia

Il Record dell'Orà è la più difficile prova di forza e resistenza del ciclismo.

Cidi Pinarello ha un forte legame con il Record dell'Orà. A metà degli anni 90, Pinarello ha dedicato molto tempo e risorse a questo tipo di prova, sviluppando bici apposite per questo tipo di eventi.

Qualsiasi appassionato ricorda la bellissima Espada, la bici usata da Miguel Indurain durante il suo vittorioso tentativo nel settembre 1994.



## 2. Sviluppo della bici

### Sviluppo del telaio

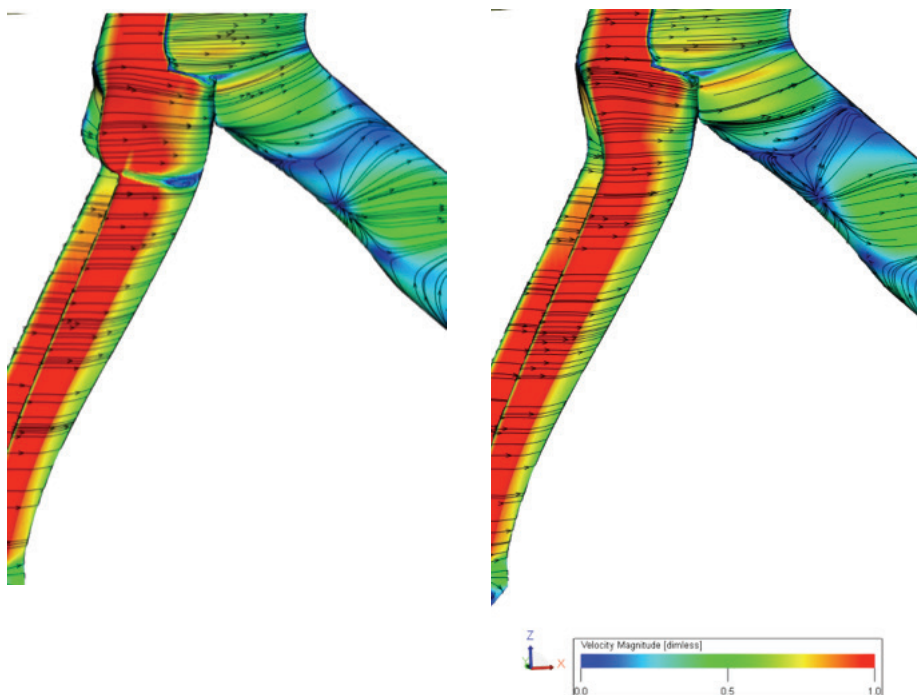
Il primo passo per progettare la bici è stato analizzare le condizioni durante l'evento. Il Record dell'Ora viene corso su pista e, fatta eccezione per i giri iniziali, la velocità deve essere elevata e costante. Considerando queste condizioni, le caratteristiche principali da ricercare sono l'aerodinamica (che è la più importante considerando l'alta velocità) e la rigidità (per trasferire l'energia del corridore alla ruota posteriore).

In questi ultimi anni, Cidi Pinarello ha profondamente studiato l'aerodinamica delle sue biciclette, utilizzando tecnologie all'avanguardia, come le analisi CFD<sup>1</sup> ed i test in galleria del vento. Tutti questi sforzi hanno permesso di sviluppare e realizzare bici con prestazioni aerodinamiche straordinarie, dimostrati dai risultati ottenuti dai nostri corridori professionisti, uno per tutti il Campionato del Mondo a Cronometro a Ponferrada 2014.

Viste tutte le considerazioni precedenti, lo sviluppo del Bolide HR è iniziato utilizzando la versione stradale della Bolide come punto di partenza.

Le bici da pista sono molto diverse da quelle da strada, perché molte parti mancano in quanto non necessarie, come i freni ed i deragliatori. Questo ha permesso di ridisegnare alcune parti del telaio e forcella del Bolide, per migliorarne l'aerodinamicità; questo processo è stato fatto e validato utilizzando le più moderne tecnologie CFD.

Un esempio è mostrato qui sotto. Nella versione stradale, la parte frontale della forcella è sagomata per ospitare il freno anteriore, ed il nasetto della forcella è realizzato di conseguenza (vedi immagine a sinistra); sulla versione da pista invece, poiché il freno non è necessario, le superfici in quell'area sono più lisce (vedi immagine a destra), con una significativa riduzione della resistenza aerodinamica.

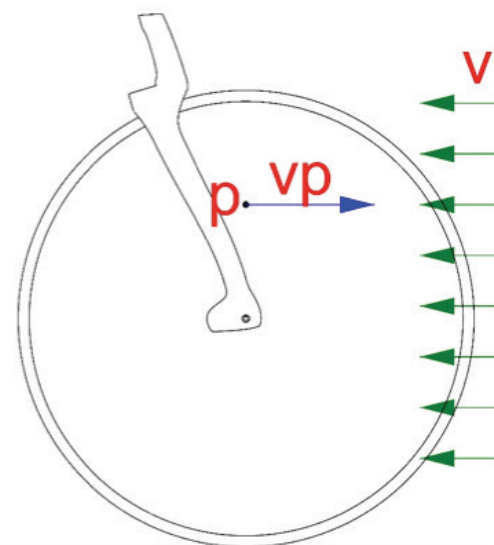
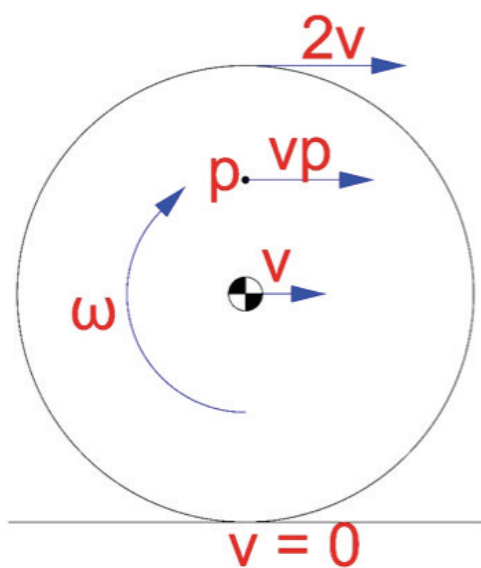
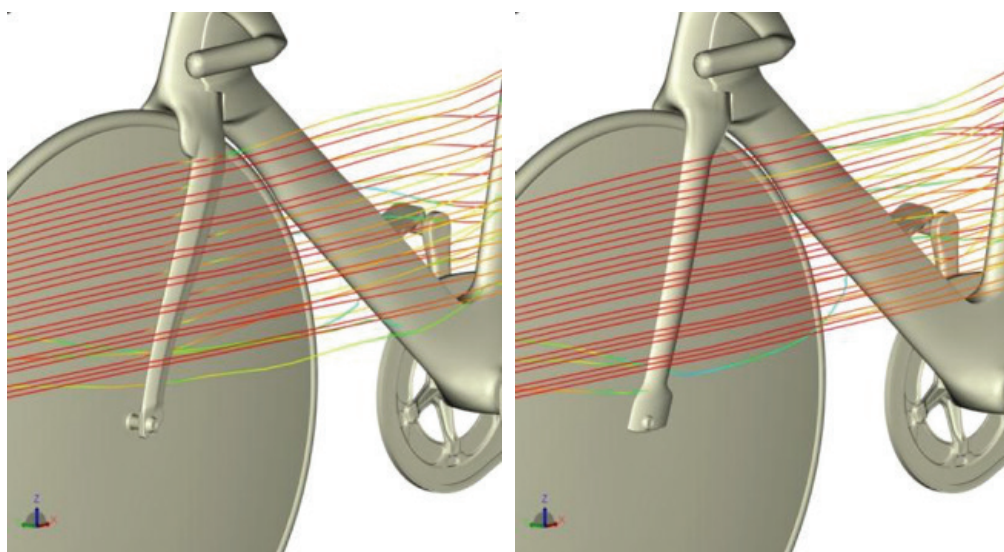


<sup>1</sup>Fluidodinamica computazionale (CFD in breve) è una simulazione al computer delle forze prodotte su un corpo, come un ciclista su una bicicletta o una macchina sulla strada, quando si sta muovendo attraverso l'aria. La CFD può dare una buona comprensione di dove si crei la resistenza (forza che rallenta l'avanzamento), nonché permettere verifiche molto rapide di nuove idee per ridurla.



Un'altra importante considerazione è la interazione con i vari componenti. Nel ciclismo su strada, ci sono diversi tipi di ruote ed il telaio/forcella devono essere modellati per poterli montare tutti. Nel caso del Bolide HR il numero dei componenti è nettamente inferiore, e perciò è stato possibile ottimizzarne l'interazione con il telaio e quindi la performance complessiva.

Un esempio è l'interazione tra la forcella e la ruota anteriore. Una ruota che gira con una velocità di rotazione  $\omega$  si muove ad una velocità  $v = \omega \cdot r$ , dove  $r$  è il raggio della ruota. Attraverso semplici calcoli, la velocità nel punto di contatto con il suolo è  $v_g = 0$ , mentre la velocità nella parte superiore della ruota è  $v_t = 2v$ ; fissato il punto  $p$ , posizionato a metà del raggio sopra il centro della ruota,  $v_p = 3/2 v$  (vedi immagine a sinistra). Allo stesso tempo, se la bici (cioè anche la ruota) si muove ad una certa velocità  $v$ , l'aria scorre sulla bici alla stessa velocità  $v$ , in direzione opposta. Considerando il punto  $p$ , l'aria vicino alla superficie del disco si muove con una velocità  $v_p$ , mentre il flusso d'aria si muove con una velocità  $v$  opposta (vedi immagine a destra): questa condizione genera una grande resistenza all'avanzamento e va quindi minimizzata.

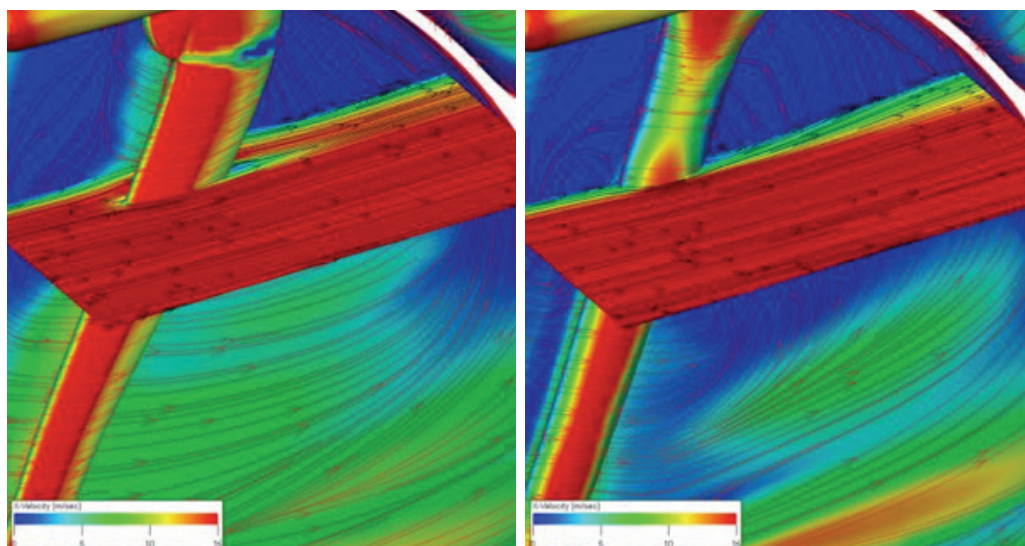




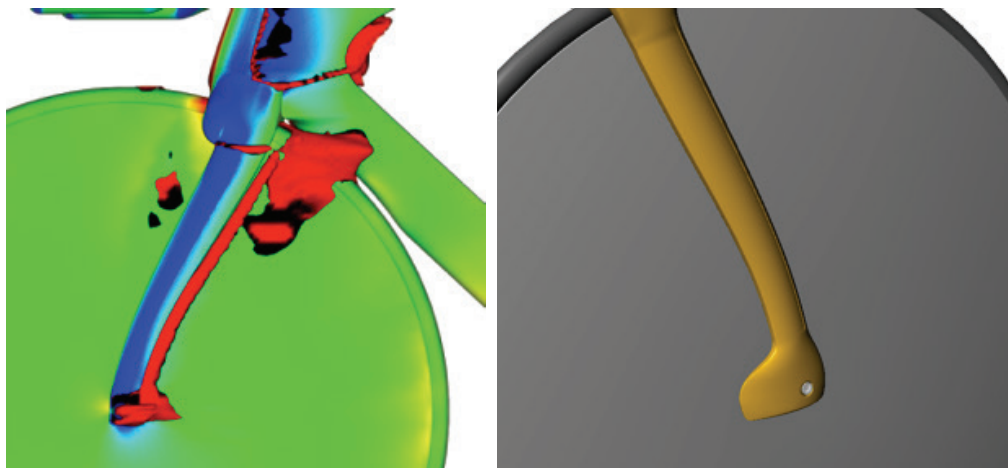
Il CFD mostra chiaramente questo fenomeno nelle immagini sottostanti.



Per risolvere questo problema si potrebbe allargare la forcella, per aumentare lo spazio dove scorre l'aria, oppure minimizzare questo gap fino a quasi lo strato limite, impedendo quindi il passaggio all'aria. Abbiamo scelto questa seconda opzione, disegnando gli steli della forcella molto vicini alla ruota. Le immagini sotto comparano il modello iniziale (con elevata turbolenza vicino alla forcella) (a sinistra), con il design finale (a destra), dove il flusso d'aria non passa in quella zona.



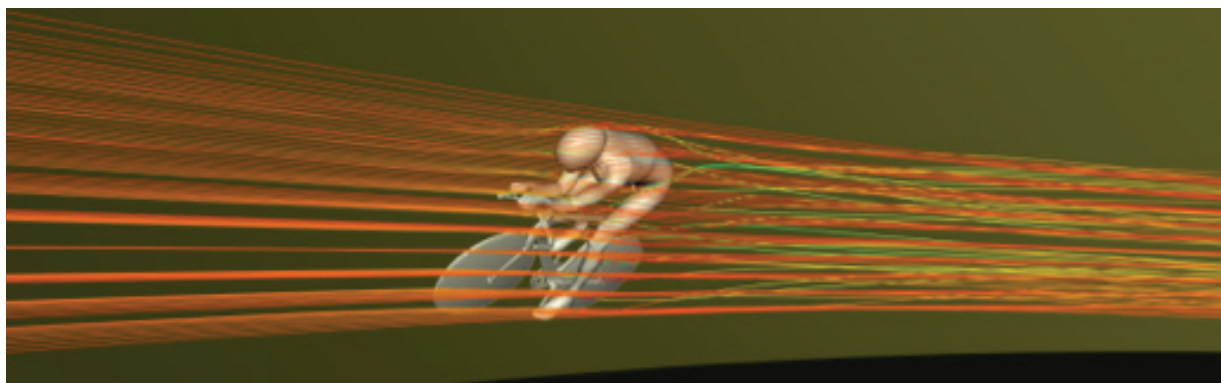
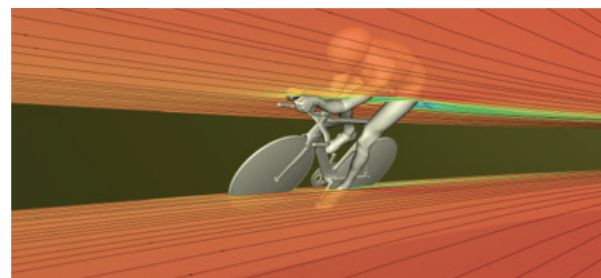
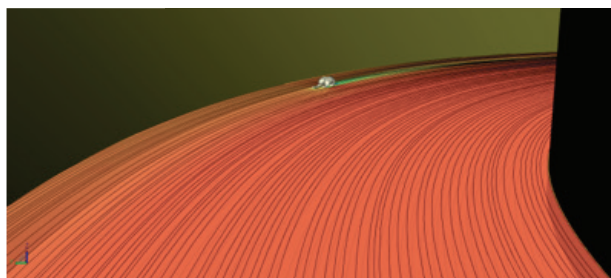
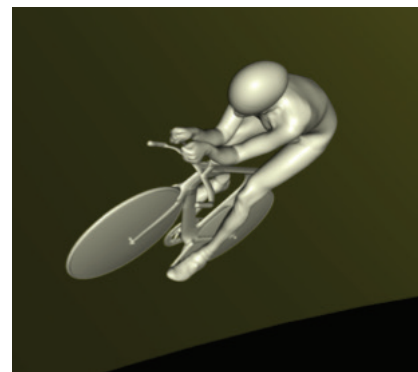
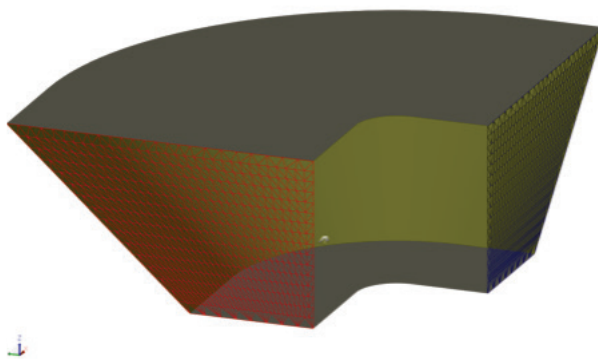
Anche il forcellino anteriore evidenziava una zona di bassa pressione e, perciò, è stato modificato. L'immagine sotto, a sinistra, mostra un distacco del flusso e alta turbolenza appena dietro al forcellino; a destra, l'immagine mostra come la forma ne sia stata conseguentemente modificata.





Considerazioni ed analisi simili sono state fatte anche per le altre parti del telaio e per i componenti, come ad esempio la ruota posteriore e il manubrio.

Un'ulteriore analisi è stata effettuata per verificare le prestazioni aerodinamiche considerando le caratteristiche della pista (la maggior parte dei velodromi moderni è lunga 250 m e le curve hanno un'inclinazione massima di circa 42°). Il corridore passerà quasi la metà del tempo in curva, e perciò il flusso d'aria avrà anche una componente laterale, che è calcolabile. Di nuovo, grazie al CFD, queste condizioni sono state analizzate e si è misurato quanto influenzano le prestazioni della bici.

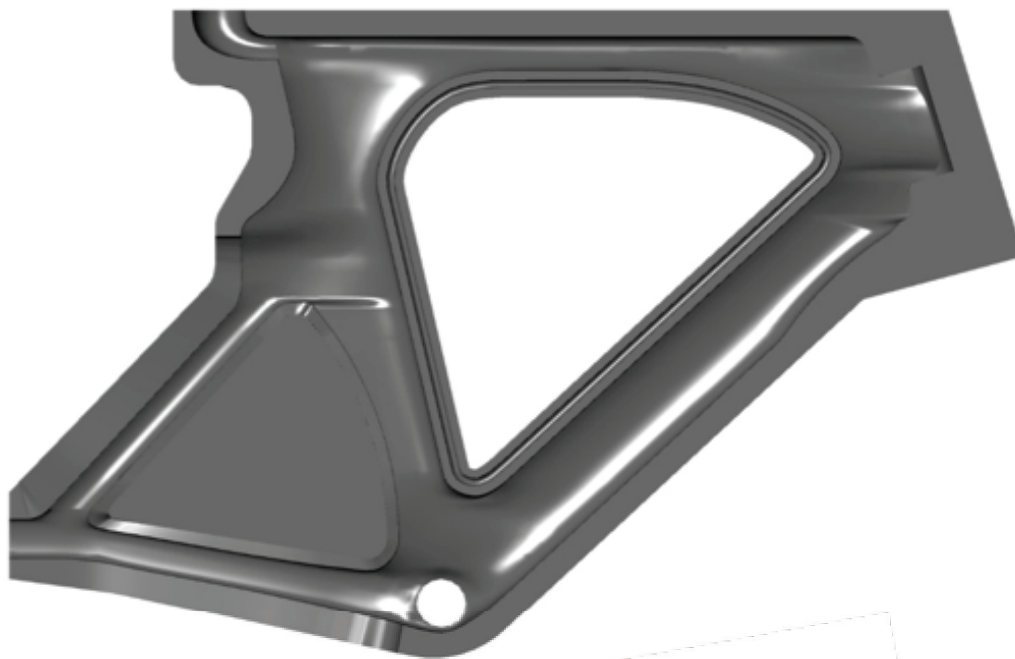


In parallelo, altrettanta attenzione è stata dedicata alla rigidità del telaio, che è tanto importante quanto l'aerodinamica. Una maggiore rigidità consente infatti un miglior trasferimento di potenza alla ruota posteriore, senza inutili perdite di energia dovute alle flessioni del telaio che comportano un disallineamento della ruota ad ogni pedalata.



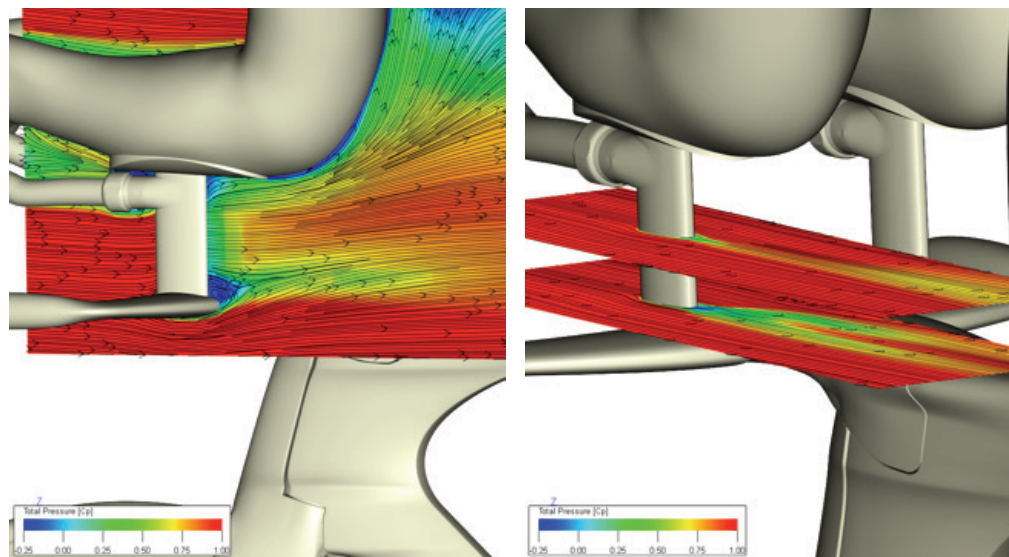
I materiali compositi consentono la produzione di telai molto rigidi, con un peso ridotto; allo stesso tempo, una corretta progettazione e tecnologia di produzione può ulteriormente aumentarne le prestazioni. I telai tradizionali, per ragioni di costo e di tempo, sono solitamente prodotti in 2 o più parti, poi incollate insieme, perché questo metodo consente una produzione più rapida ed economica. Allo stesso tempo, le superfici di incollaggio richiedono più materiale (per consentire la sovrapposizione delle parti), il che significa più peso e la creazione di zone di possibile concentrazione delle tensioni. Per risolvere tutti questi problemi, il telaio realizzato è un completo monoscocca, senza alcuna parte successivamente incollata; questo ha permesso di realizzare un telaio rigido e leggero.

Sotto un rendering di una parte dello stampo per il telaio, ed una immagine del campione dopo lo stampaggio.

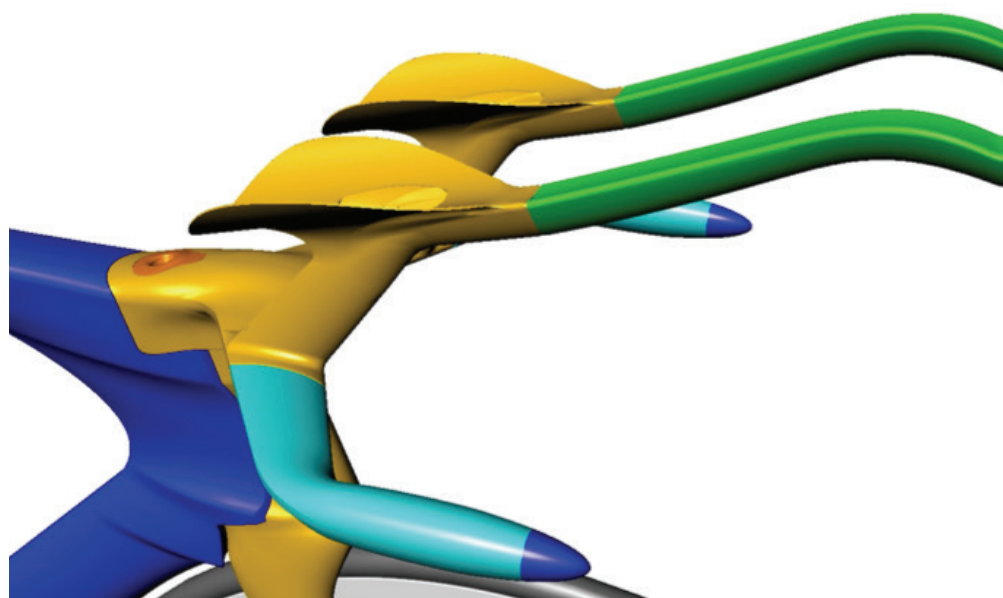


**Sviluppo dei componenti**

Analoghe considerazioni sono state fatte per i componenti. Il manubrio è posizionato nella parte anteriore della bici e, considerando tutte le sue parti (appoggi, estensioni, impugnature, ecc.), influenza fortemente le prestazioni aerodinamiche dell'intera bici. Utilizzando il CFD abbiamo analizzato diverse configurazioni possibili e migliorato la forma delle singole parti rispettando i limiti UCI sul rapporto  $3:1^2$  delle sezioni. Ad esempio, dietro gli spessori per gli appoggi, si genera una zona di bassa pressione, a causa della transizione tra le parti. Una corretta progettazione di questa zona contribuisce a migliorare la transizione e, di conseguenza, ridurre la resistenza.



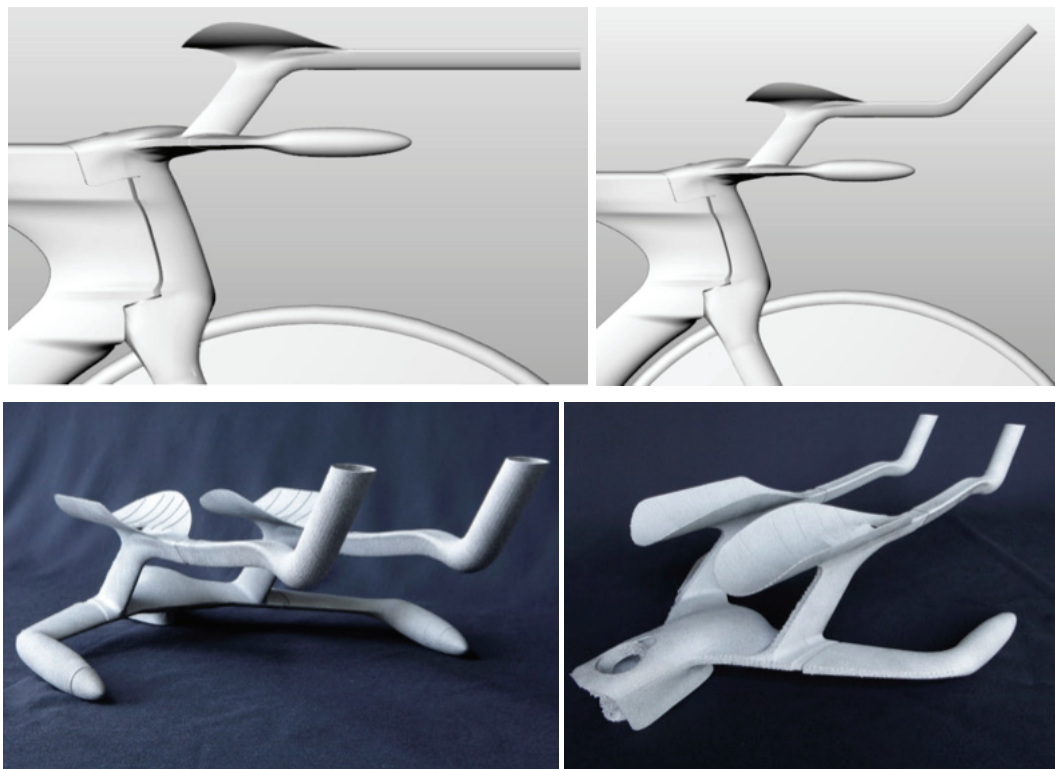
Il manubrio è stato notevolmente ridisegnato, e questo ha portato ad un design particolare ed innovativo.



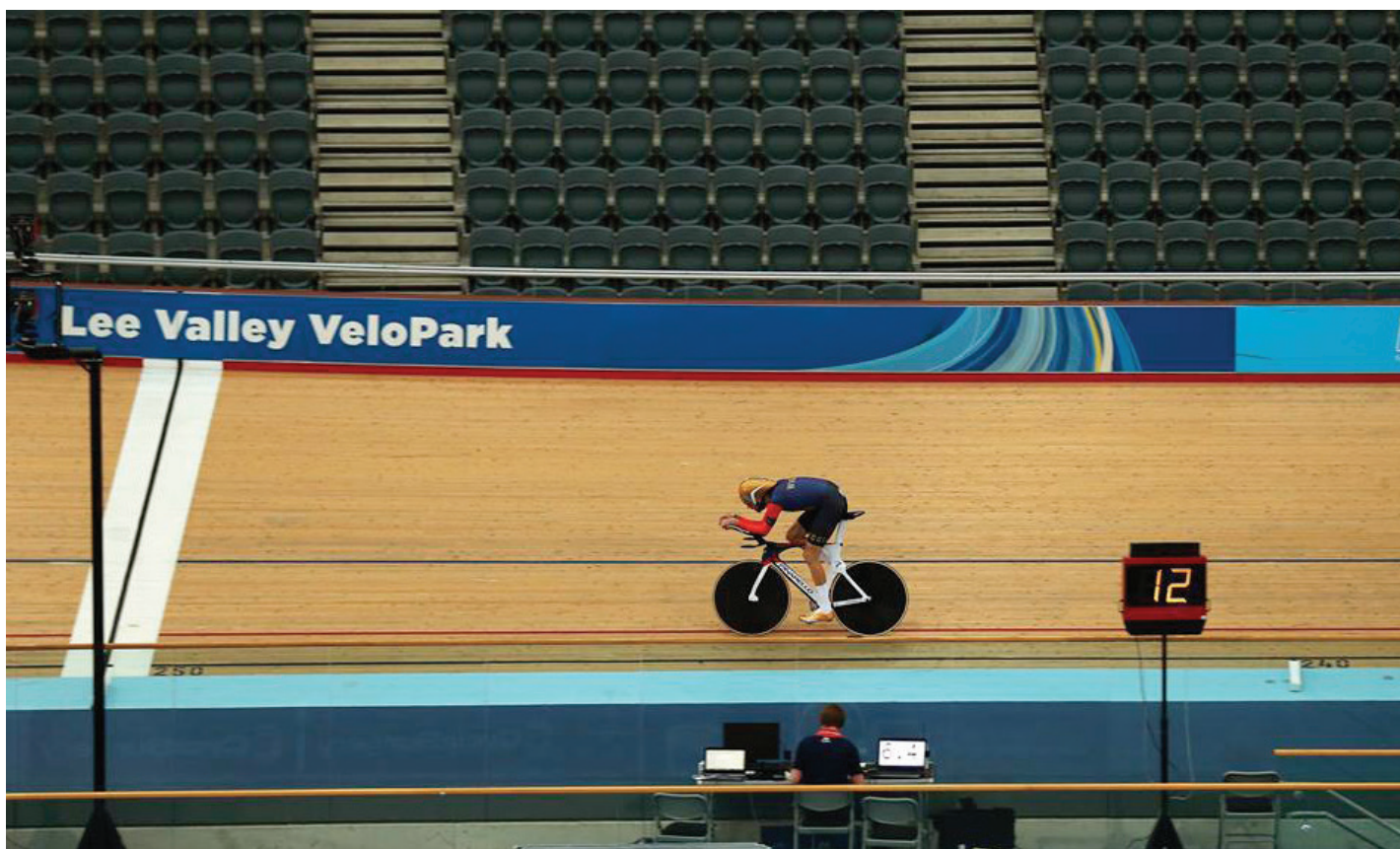
Le tecnologie tradizionali, quali il CNC o il carbonio, sarebbero risultate eccessivamente lunghe e costose per produrre una forma così particolare, perciò abbiamo scelto una tecnologia di produzione di tipo additivo (meglio conosciuta come stampa tridimensionale) per realizzare un manubrio in titanio sinterizzato. Nella tecnologia di produzione "additiva" viene utilizzato una sorgente ad alta densità di energia per fondere localmente il materiale in polvere (tipicamente un metallo) nello spazio definito da un modello 3D, legando insieme il materiale per creare una struttura solida. La stampa tridimensionale è tecnologia relativamente nuova, che finora è stata utilizzata principalmente per la prototipazione rapida e per la produzione di bassi volumi di componenti. Le potenzialità di questa tecnologia hanno permesso di produrre una piccola quantità di manubri, ognuno diverso dall'altro, per esempio riguardo alla forma delle protesi. Questa innovazione potrà essere utilizzata per fornire un servizio simile ai clienti Pinarello attraverso il marchio Most (brand dedicato alla componentistica)

<sup>2</sup> Il regolamento UCI impone che la lunghezza massima di una sezione non sia superiore a 3 volte la sua larghezza massima.





Dopo aver definito e sviluppato le componenti, il passo successivo è stato il test all'interno di un velodromo per verificare ogni parte e finalizzare il setting.





### 3. Modello definitivo

Tutte le analisi fatte e lo sviluppo hanno permesso a Pinarello di definire la forma definitiva della bici, che minimizza la resistenza aerodinamica totale.

- Tubazioni del telaio simili a quelle del Bolide
- Stessa geometria del Bolide
- Forcella e foderi ottimizzati per l'aerodinamica, che sono molto vicini al profilo della ruota
- Forcellini anteriore ottimizzati per l'aerodinamica
- Manubrio in titanio prodotto con stampa tridimensionale
- Approvata dal regolamento UCI



**BOLIDE**



Cidi Pinarello SpA  
Viale della Repubblica 12  
31020 Villorba (TV) Italy  
tel. +39 0422 420877 fax +39 0422 421816  
infobike@pinarello.com  
www.pinarello.com

© Cidi Pinarello Spa - All rights reserved - June 2016