



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MODENA E REGGIO EMILIA



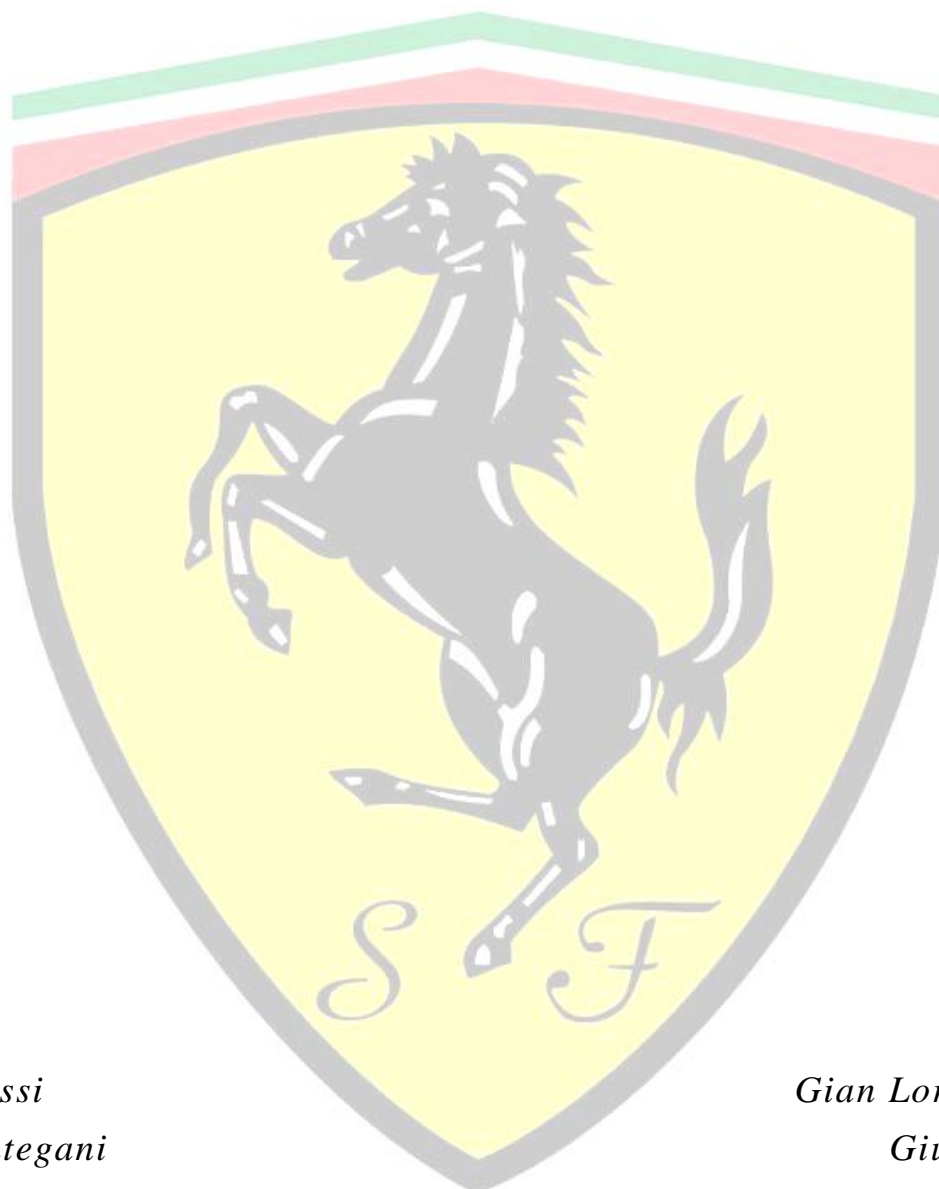
## **Progetto di Disegno di Carrozzeria**

### ***“Ferrari Purosangue”***

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Veicolo

Facoltà di Ingegneria “Enzo Ferrari”

A.A. 2010/2011



*Federico Rossi*  
*Andrea Brentegani*

*Gian Lorenzo Fabbri*  
*Giuseppe Bagli*  
*Michele Righi*

## **INTRODUZIONE**

Il lavoro proposto consiste nella realizzazione di uno studio di carrozzeria per l'ipotetica erede della Ferrari Enzo.

Gli obiettivi che si sono cercati di conseguire sono:

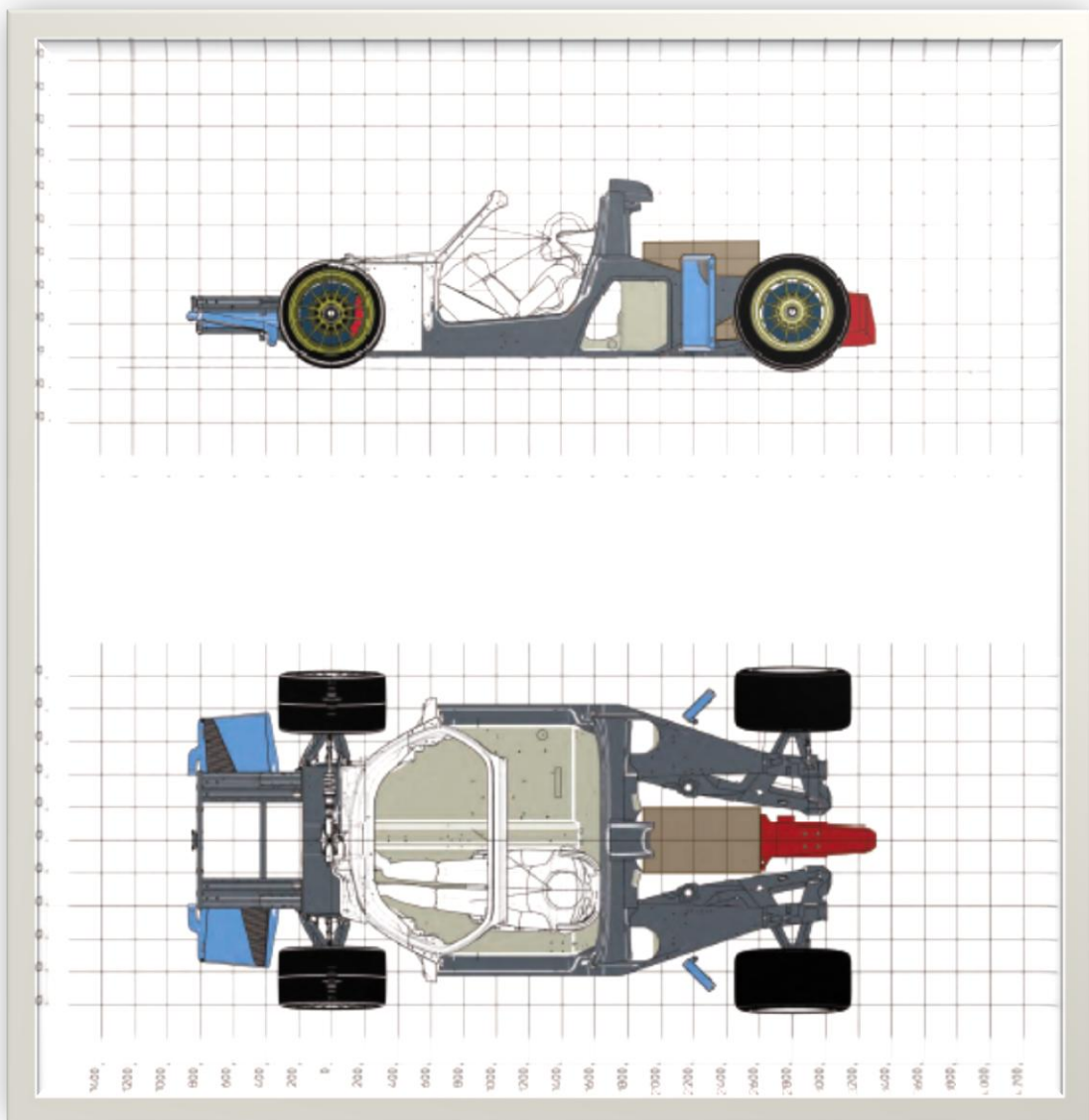
- ricerca di uno stile espressamente sportivo
- rispetto del “family feeling” Ferrari
- rispetto della normativa vigente per l'omologazione internazionale dell'auto
- sviluppo di un adeguato engineering di prodotto



***Ferrari Enzo vs Ferrari Purosangue***

Il vincolo maggiore imposto nella realizzazione del progetto è il telaio, mantenuto delle stesse dimensioni di quello della Enzo Ferrari ad esclusione dei montanti anteriori e del curvano; altri vincoli sono inoltre rappresentati dagli ingombri e dalla posizione di altri componenti essenziali dell'auto, come motore, sospensioni, radiatori e cambio.





*Telaio della maserati MC-12 derivante dalla Ferrari Enzo*

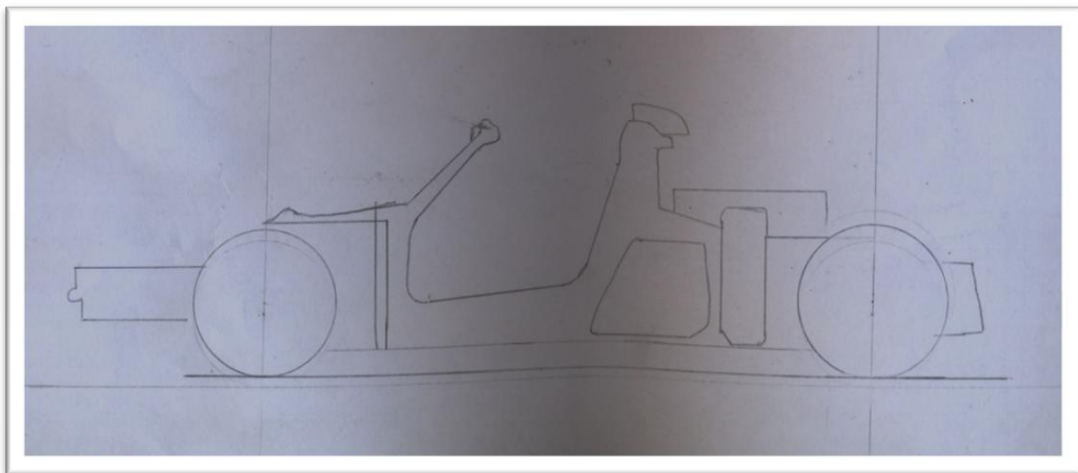


## **LE FASI DEL PROGETTO**

Di seguito riportiamo le diverse fasi che hanno riguardato lo sviluppo del progetto:

- Modifiche al telaio
- Elaborazione stile in rispetto al family-feeling Ferrari
- Disegno tridimensionale al calcolatore
- Messa in tavola della carrozzeria
- Omologazione dell'autoveicolo
- Verifiche tecniche

La prima difficoltà riscontrata nella realizzazione del progetto è stata lavorare in team, in quanto alcuni componenti del gruppo provenivano da sedi universitarie distaccate. Dopo aver superato brillantemente la fatica iniziale, si è proceduto all'analisi del progetto vero e proprio, analizzando il telaio a disposizione. Dopo aver rilevato le misure dei componenti fondamentali, si è considerato in prima ipotesi di mantenere il telaio della Maserati MC-12, che è il medesimo della Ferrari Enzo.



***Telaio in scala 1:10 utilizzato per i primi bozzetti***

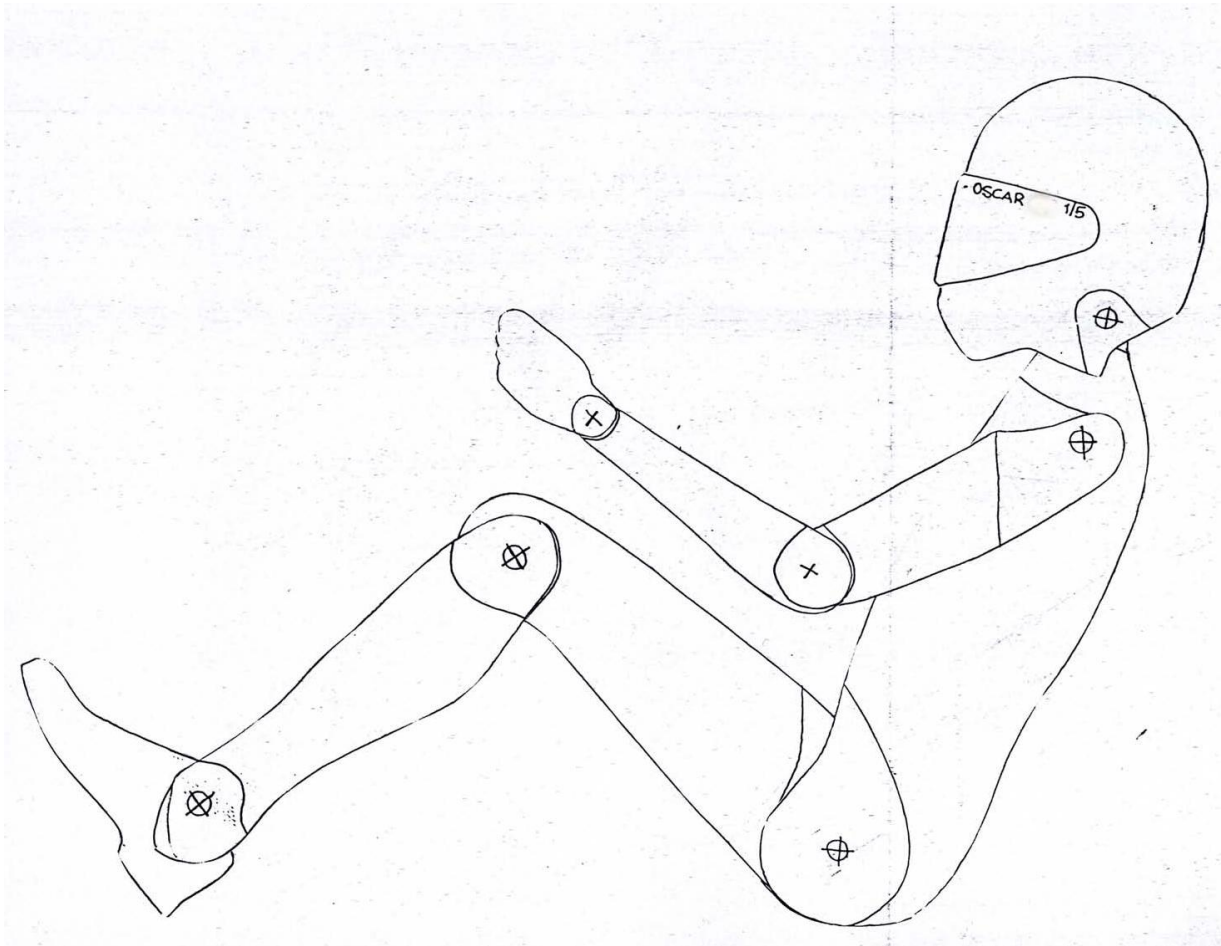


Si è subito rilevata una incongruenza normativa in merito all'altezza da terra del veicolo, in quanto nel telaio fornito non era rispettata l'altezza minima di 120 mm; infatti per omologare il veicolo è necessario superare la prova che prevede il passaggio da un lato all'altro di un parallelepipedo alto 120 mm sotto al veicolo. Per questo motivo si è proceduto all'innalzamento del telaio, in modo da rispettare la normativa vigente e allo stesso tempo si è deciso di annullare l'angolo di campanatura delle ruote per semplicità di progetto. Inoltre si è scelto di non prevedere una presa d'aria centrale, di conseguenza si è tolto dal telaio del veicolo lo snorkel, considerando quindi il telaio senza questa parte aggiuntiva.

Successivamente è stato posizionato, facendo riferimento al sedile presente nei disegni forniti dal docente e ai dati relativi a fornitori di sedili sportivi reperiti su internet, la rappresentazione in scala 1:5 del manichino regolamentare "Oscar", realizzato in cartoncino e fermacampioni.

Il principale punto di riferimento di OSCAR è il punto H che si individua come l'intersezione, su un piano verticale longitudinale, dell'asse teorico di rotazione che esiste fra le cosce e il tronco. La determinazione del punto H condiziona in modo rilevante numerosi aspetti riguardanti la progettazione di un veicolo quali l'altezza del tetto, l'aerodinamica, la visibilità, il comfort, la facilità di ingresso e di uscita del conducente, la sicurezza. In particolar modo il posizionamento del punto H incide sulla visibilità del conducente; è quindi importante prestare attenzione.





***Manichino regolamentare "Oscar"***

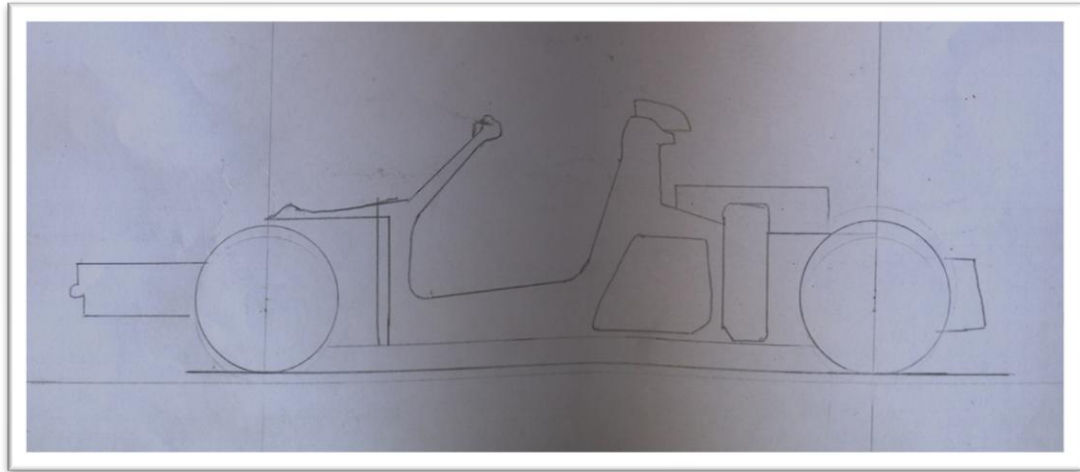
Di seguito riportiamo le coordinate del punto H:

- X: - 1290 mm
- Y: 300 mm
- Z: 105 mm

Le prime rilevazioni hanno mostrato che non era possibile mantenere la posizione originale del montante A e del curvano; così facendo infatti non era garantita sufficiente sicurezza e comfort. La normativa prevede che il manichino a seguito di un impatto a 55 km/h deve poter raggiungere col capo l'air-bag posto sul volante senza incontrare ostacoli. Dopo aver preso in considerazione diverse soluzioni progettuali, valutando anche l'impatto sul design dell'auto, si è deciso di traslare rigidamente verso l'anteriore il montante A e il curvano di 90 mm, in modo da non interferire in maniera rilevante sull'accessibilità alle



sospensioni anteriori. Questa soluzione, oltre a garantire maggiore sicurezza, influisce in maniera fondamentale sulla visibilità del conducente e soprattutto sulla maggiore facilità di accesso all'abitacolo.



***Telaio modificato, con lo spostamento del curvano e del montante anteriore***

In questa fase si è anche effettuata una prima valutazione degli angoli di visibilità per rispettare la normativa:

- un angolo maggiore o uguale a  $5^\circ$  dall'orizzontale verso il basso per un arco di  $180^\circ$ .
- un angolo maggiore o uguale di  $7^\circ$  dall'orizzontale verso il basso in almeno una zona dell'arco di visuale.
- un angolo di almeno  $15^\circ$  verso il lato sinistro della vettura.
- un angolo di almeno  $45^\circ$  verso il lato destro della vettura.

Tali misure vanno calcolate considerando Oscar un monocolo; le coordinate dell'occhio sono le seguenti:

- X : - 1360 mm
- Y: 300 mm
- Z: 820 mm

Dove l'asse X è preso positivo nel verso di avanzamento del veicolo, l'asse Y è positivo verso l'estremità sinistra e l'asse Z è verticale ascendente; l'origine del





sistema di assi cartesiani è l'intersezione tra il piano di mezzeria, il fondo vettura ed il piano ortogonale al suolo passante per l'asse dell'assale anteriore.

Il manichino Oscar è stato posizionato in modo che l'angolo compreso tra una linea verticale passante per il punto H e la linea del tronco fosse minore di  $25^\circ$ ; la misura di quest'angolo generalmente non raggiunge mai i  $25^\circ$  in quanto ne conseguirebbe una posizione di guida particolarmente scomoda. Nel nostro caso è stato misurato un angolo di  $17,5^\circ$ .



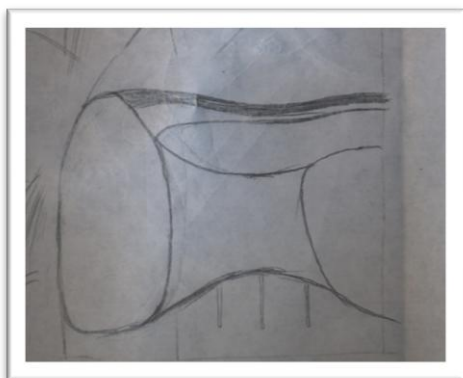


## **STILE**

Lo studio stilistico è iniziato da una prima analisi delle ultime linee di stile presenti sul mercato, riferendosi in modo particolare allo sviluppo delle carrozzerie degli ultimi modelli Ferrari, allo scopo di rispettare il “family feeling” e le ultime tendenze.

Il concetto di "family feeling" va interpretato come la caratterizzazione che l'azienda effettua sui propri prodotti tramite l'impiego di elementi e soluzioni geometriche ricorrenti. Questa operazione permette a "colpo d'occhio" di individuare la casa automobilistica di appartenenza della vettura. In questo particolare studio, oltre alla forma complessiva della carrozzeria, si è ricercato uno stile affine alla casa Ferrari soprattutto per quanto riguarda gruppi ottici anteriori e prese d'aria.

Si è quindi proceduto a elaborare alcuni bozzetti di stile a matita su carta bianca. Questa fase si è rivelata decisiva per determinare i ruoli dei singoli membri del gruppo al fine di valorizzare il talento di ciascuno. Da subito siamo stati colpiti dalla famosa “sindrome del foglio bianco”. La Ferrari della nostra mente doveva essere filante e non doveva avere delle linee di taglio troppo marcate né essere troppo morbida.



***Primi bozzetti del posteriore e del muso***



Una volta completati i bozzetti di stile si è subito individuato la figura che meglio interpretava il ruolo di designer all'interno del gruppo. Si è dunque scelto il suo disegno come embrione della futura Ferrari. E' seguita una fase molto delicata per quello che riguarda la descrizione dello stile; ci siamo infatti "accordati" sulla linea che avrebbe avuto la nostra auto e una volta che le nostre idee sono arrivate a convergenza, ognuno di noi già aveva in mente una versione finale dell'auto (seppur con alcune differenze).

Come alcuni sanno però, il difficile non è immaginare qualcosa di innovativo e di bello, ma creare un prodotto funzionale e relativamente facile da costruire.

Per l'avantreno ci siamo ispirati al musetto di una monoposto di formula 1, inserendo il classico "naso" già presente in molte vetture (compresa la vecchia Ferrari Enzo). L'idea era quella di inserire uno spoiler anteriore che ricordasse il più possibile l'ala anteriore di una monoposto da gara.



*Viste dall'alto dell'anteriore, da sinistra verso destra, della Ferrari Enzo, della Ferrari Purosangue e della Ferrari F150Italia*



*Vista anteriore della Ferrari Enzo, Ferrari Purosangue e Ferrari F150Italia*



Da subito è partita l'idea di realizzare un'auto con una presa d'aria anteriore molto pronunciata, una scelta di stile, ma coadiuvata da un motivo tecnico di base (massimizzare il flusso di aria che attraversa i radiatori e convogliare la maggior portata possibile nel canale appositamente ricavato attorno all'abitacolo).

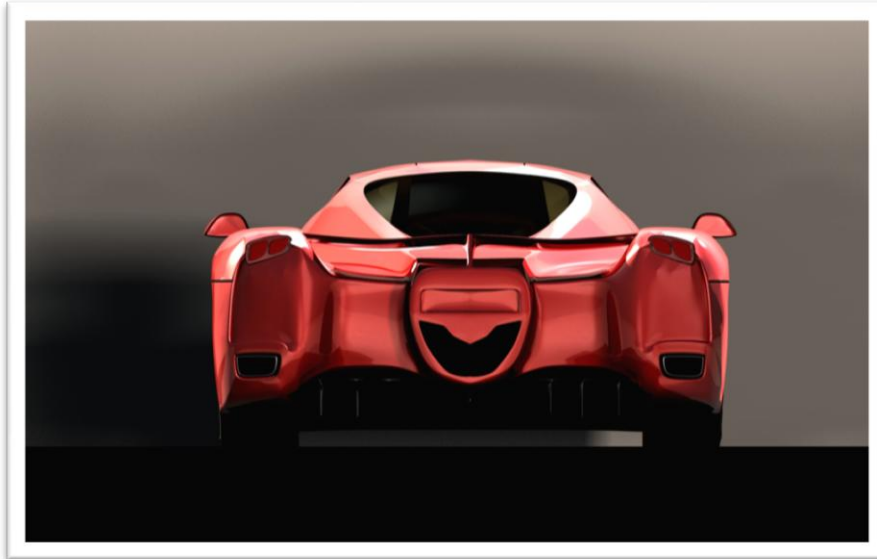
Il finestrino è stato disegnato con una dolce "gobbetta" nella zona posteriore, a ricordare la zona laterale di protezione dell'abitacolo di una Formula 1. Il finestrino, dunque, va a stringersi sempre di più in una forma decisamente innovativa, morbida e filante. Ovviamente si è verificato che le soluzioni stilistiche adottate sul finestrino fossero effettivamente realizzabili; in particolare si dovette verificare che il finestrino potesse essere alloggiato all'interno della portiera.



*Finestrino della Ferrari Purosangue*

Volevamo disegnare una vettura il più snella possibile; abbiamo dunque proceduto a ridurre la sezione trasversale dell'auto praticando delle rientranze nella zona terminale del profilo laterale che vanno a terminare nel fondo vettura. Questa rientranza oltre ad alleggerire visivamente il profilo vettura, pronuncia il passaruota posteriore; questa rastrematura rende la vettura molto più accattivante.





*Retro della Ferrari Purosangue*

Il posteriore è senza dubbio la zona più interessante della nostra creazione. Ispirati, di nuovo, alle recenti vetture di Formula 1, si è scelto di realizzare un retrotreno non convenzionale. L'idea era quella di una vettura che avesse un retrotreno affilato, simile alla coda di un volatile. La sfida principale è stata rendere la nostra idea realtà, compatibilmente con l'ingombro (per nulla di ridotte dimensioni) del motore 12 cilindri Ferrari. Da segnalare che è stata riproposta la soluzione che si ritrova sulle Ferrari più recenti di lasciare il motore visibile dall'esterno.



*Vista del retro della Ferrari Enzo, Ferrari Purosangue e Ferrari F150 Italia*

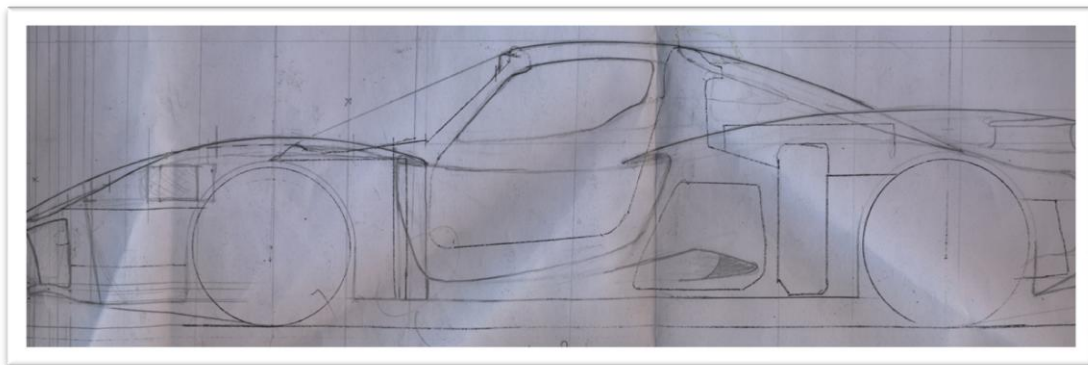
La nostra auto quindi si snellisce passando con lo sguardo verso il posteriore creando in modo naturale due canali dove l'aria facilmente scorre (limitando la resistenza all'avanzamento). L'aria così incanalata giunge allo spoiler posteriore



che, situato proprio all'interno di questi due canali, massimizzerà la deportanza al posteriore.

La scelta di “matematizzare” le superfici è scaturita dalla necessità di avere una visione più completa e migliore della vettura. In principio avevamo optato per l'utilizzo di un software cad, in seguito esso (SolidWorks) si è rivelato inadatto per una efficace modellazione 3D delle superfici. L'ideale sarebbe stato utilizzare il software Catià, ma, dato che nessun componente del gruppo ne era in grado, abbiamo deciso di optare per un software di modellazione 3D non CAD (computer Aided Design). La scelta è ricaduta sul software Cinema 4d, utilizzato da molti per creare oggetti 3D con molta facilità.

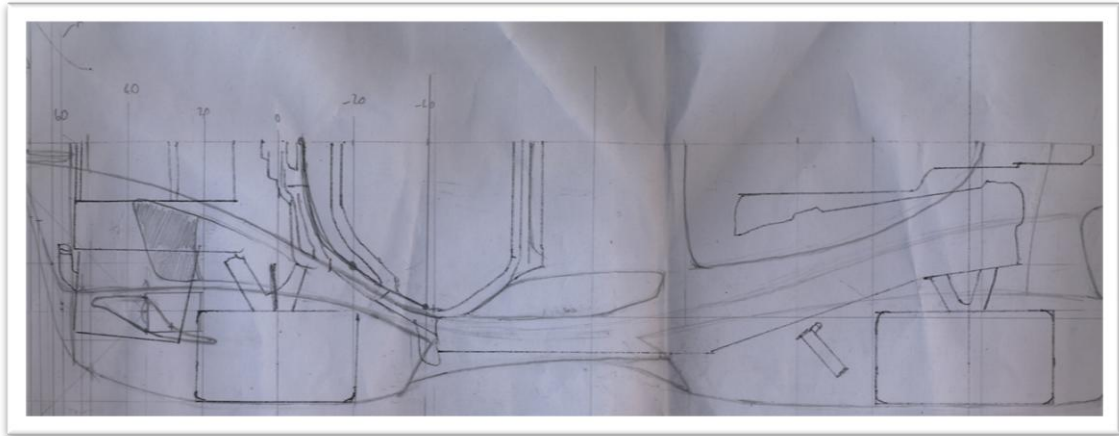
La prima ipotesi di carrozzeria è stata riportata nelle quattro viste in scala 1:10, in modo da valutarne la fattibilità tecnologica ed il rispetto della normativa. Si sono quindi realizzate le proiezioni ortogonali, andando a creare il piano di forma della carrozzeria, inizialmente in scala di rappresentazione 1:10 (solo successivamente in scala 1:5), in quanto risulta la scala di rappresentazione oggettivamente più comoda (pur non garantendo la necessaria precisione). Per prima cosa si è proceduto nel realizzare il fianco sinistro della vettura, ovvero la vista visivamente più intuitiva e che restituisce il maggior numero di informazioni sulle caratteristiche della carrozzeria.



***Prospetto laterale in scala 1:10***

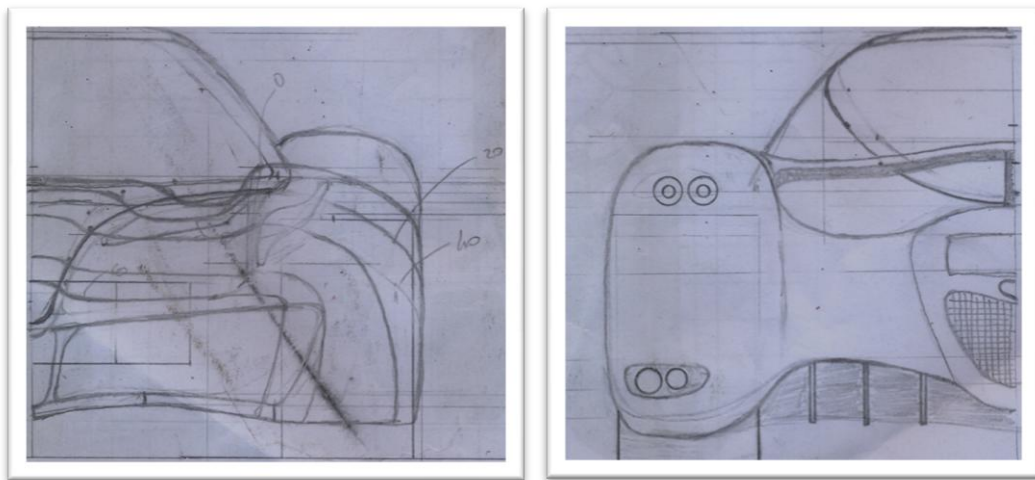
Successivamente, riportando verticalmente le linee del fianco, si è tracciata la vista in pianta; per questioni di simmetria si è tracciata solo la metà sinistra della vista in pianta (ovvero la metà in cui si trova il conducente).





***Vista dall'alto in scala 1:10***

Si è inoltre rappresentata su questa vista (ma anche sulla vista frontale e posteriore) la linea di mezzeria, una linea teorica che seziona in senso longitudinale le due parti simmetriche. A questo punto, riportando le linee della vista in pianta e della vista del fianco, si sono tracciati i prospetti anteriore e posteriore, verificando che gli ingombri fondamentali fossero gli stessi.



***Prospetti anteriore e posteriore in scala 1:10***

Successivamente si sono scannerizzati gli schizzi così da poterli importare nel software, allo scopo di avere un valido riferimento per riprodurre le forme presenti sul foglio.



Quindi si è riportato il disegno su foglio lucido in scala 1:5, analogamente a quanto fatto in precedenza, adottando modifiche dettate soprattutto da necessità di omologazione. Diversamente da quanto accaduto nella rappresentazione in scala 1:10, dopo aver più volte verificato il rispetto della normativa, è stato necessario realizzare su un foglio lucido a parte (sovrapponibile a quello con le quattro viste principali) le sezioni del disegno, in modo tale che risultasse interamente comprensibile lo sviluppo in tre dimensioni della carrozzeria dell'auto, non essendo sufficienti le quattro proiezioni ortogonali.

Le sezioni più importanti sono quelle trasversali, in quanto restituiscono maggiori informazioni tridimensionali, e sono quindi state le prime a essere tracciate sul disegno. Queste possono essere rappresentate "in loco" o "ribaltate a 90°"; le prime vanno riportate "in loco" per l'appunto, ovvero sul prospetto anteriore e posteriore. Le sezioni trasversali "ribaltate a 90°" e servono per descrivere lo sviluppo della parte centrale della carrozzeria dell'auto e vengono riportate invece sul fianco; infatti le rispettive sezioni, riportate però "in loco" sui due prospetti anteriore e posteriore, non chiarirebbero ulteriormente il disegno. Tutte le sezioni trasversali "ribaltate a 90°" sono state disegnate equispaziate di 200 mm (40 mm su disegno in scala 1:5) e sono ribaltate sul fianco usando come riferimento il fondo vettura; alcune sezioni, essendo fondamentalmente ripetitive e non aggiungendo ulteriori particolari, sono state omesse per maggiore chiarezza di lettura del disegno.

Dopo queste sono state realizzate le sezioni assiali; queste sono meno interessanti delle sezioni trasversali, tuttavia ricoprono un ruolo fondamentale in quanto riescono a descrivere in modo esaustivo il padiglione dell'auto. Le sezioni assiali sono state quindi disegnate sulla pianta della vettura, mantenendo un passo quasi regolare, in modo da mostrare le zone di maggiore interesse. Si è invece scelto di non tracciare sul disegno le sezioni longitudinali (solitamente riportate sul fianco) in quanto non aggiungono ulteriori informazioni; è infatti possibile ricavare gli andamenti di questo tipo di sezioni dagli altri due.





## **SCELTE PROGETTUALI**

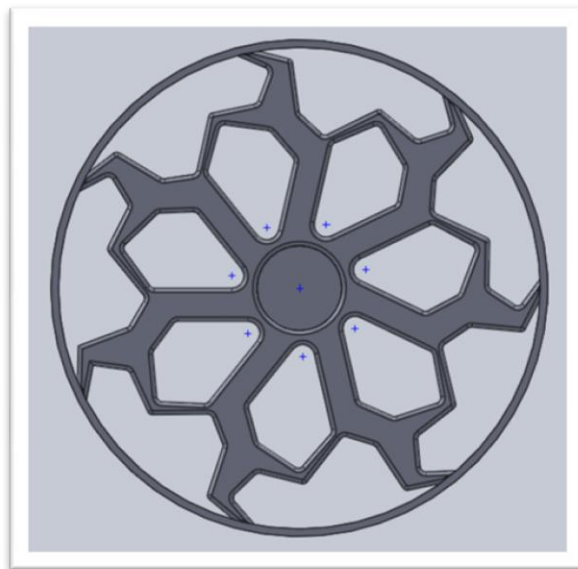
Di seguito riportiamo le tematiche affrontate durante la messa in tavola del progetto, spaziando da scelte di engineering a necessità dettate dalla normativa.

### ***Dimensione pneumatici e assetto vettura***

Si è mantenuta la dimensione dei cerchi della Enzo Ferrari, che prevedeva dimensioni di 20 pollici sia al posteriore che all'anteriore. Nonostante questo gli pneumatici posteriori risultano avere una "spalla" maggiore di quella degli pneumatici anteriori. Avendo ruote di dimensioni maggiori al posteriore, si è conferito anche con questa scelta un assetto sportivo alla vettura.

### ***Cerchi***

Considerata l'importanza che ricoprirà la futura Enzo Ferrari, abbiamo deciso di effettuare una revisione di stile anche sui cerchi per renderla ancora più innovativa. In particolare sono state disegnate delle razze la cui forma riprende le linee (seppur stilizzate) di quello che è il simbolo della Ferrari, il "Cavallino rampante". E' stato scelto di realizzare sette razze. Come si può notare da figura le linee scelte non tendono a formare un cerchio particolarmente "vistoso"; questa scelta ci è sembrata in accordo con il marchio della vettura.



***Cerchi progettati per la Ferrari Purosangue***

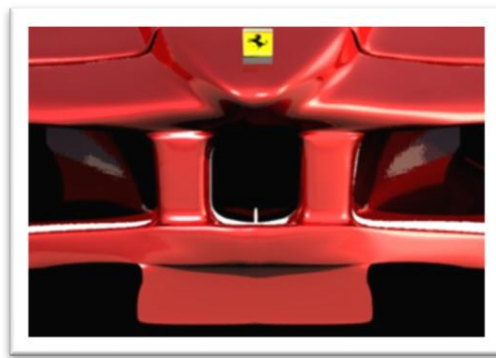


### ***Angoli di attacco e di uscita***

Non si sono riscontrati particolari problemi nel rispettare gli angoli di attacco e di uscita di almeno 7° (come previsto dalla normativa) a parte per quanto riguarda il posizionamento della targa anteriore, come verrà successivamente illustrato. Si è scelto di disegnare angoli al limite, visto il carattere estremo della vettura.

### ***Targa anteriore***

Solitamente le vetture sportive fino a pochi anni fa non presentavano la targa anteriore. Tuttavia, come recita l'articolo 100 del codice della strada: "Gli autoveicoli devono essere muniti, anteriormente e posteriormente, di una targa contenente i dati di immatricolazione." Di conseguenza è stato necessario ricavare un'apposita sede per riporre la targa anteriore, le cui dimensioni sono 109x340 mm. Per rispettare le forme e l'estetica dell'anteriore dell'autovettura è stato obbligatorio posizionare la sede della targa centralmente, inclinata di un piccolo angolo rispetto alla verticale per rispettare l'ampiezza dell'angolo di attacco.



***Targa anteriore***

### ***Targa posteriore***

Deve essere preposta, per la targa posteriore, una sede illuminata; inoltre devono essere verificate tre condizioni:



- deve essere posizionata centralmente
- l'altezza minima da terra deve essere almeno di 300 mm
- la superficie della targa deve essere inclinata rispetto al verticale di un angolo che non superi i 5°.

Si è quindi ricavata una sede che rispettasse tali norme.



*Targa posteriore*

### ***Crash Box***

E' obbligatorio da normativa prevedere una zona a deformazione controllata nella parte anteriore del veicolo; questa zona ha lo scopo di assorbire gli urti frontali dissipando energia, cercando di non andare a compromettere l'apertura del cofano anteriore e l'integrità di altri componenti che si trovano nella zona anteriore . Per verificare tale requisito, sarebbe necessario predisporre una simulazione/test di urto frontale ad una velocità di 55 km/h. Non potendo effettuare la simulazione di tale prova, si è deciso di tenere in considerazione l'ingombro di un eventuale crash box. Si è quindi prevista una zona di lunghezza 200 mm in direzione longitudinale a partire dallo sbalzo anteriore; essendo nel caso della prova d'urto l'impatto esattamente frontale, è necessario che la lunghezza di 200 mm sia rispettata solamente in una zona centrale e non su tutta la larghezza.



### ***Urto pedone***

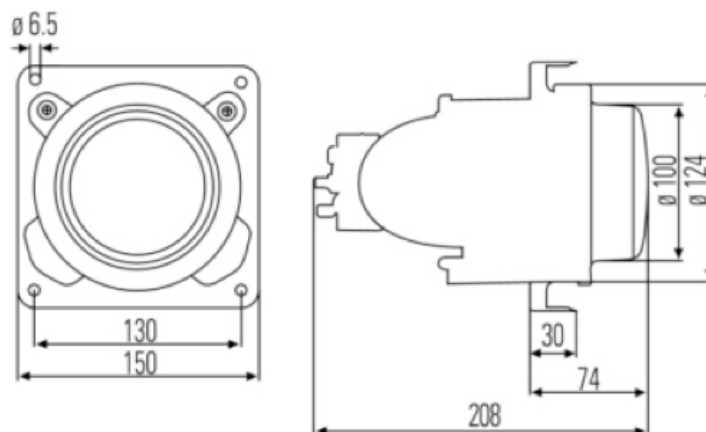
In questo lavoro non si è trattato integralmente l'urto pedone; si sono quindi effettuate solo valutazioni di base. Inizialmente lo stile dell'anteriore prevedeva un muso particolarmente affilato e a sbalzo; data la pericolosità di un siffatto anteriore, si è adottata una soluzione meno estrema ma che allo stesso tempo fornisse all'osservatore la stessa percezione visiva.

### ***Prova del Pendolo***

Per rispettare la prova del pendolo non si sono posizionati fari anabbaglianti e parti mobili della carrozzeria ad una altezza inferiore a 508 mm da terra; la normativa europea prevede un'altezza minore ma si è scelto di utilizzare quella americana per rendere il prodotto omologabile anche negli Stati Uniti. Questo vincolo ci ha costretti a innalzare leggermente la parte mobile del cofano anteriore rispetto a come era inizialmente disegnata; al contrario non si sono presentati particolari problemi per le luci.

### ***Gruppo ottico anteriore***

Abbiamo deciso di fare un gruppo ottico anteriore unico, utilizzando il gruppo ottico anteriore fornito dal costruttore Hella, N° articolo: 1BL 007 834-087, le cui dimensioni sono riportate in figura:



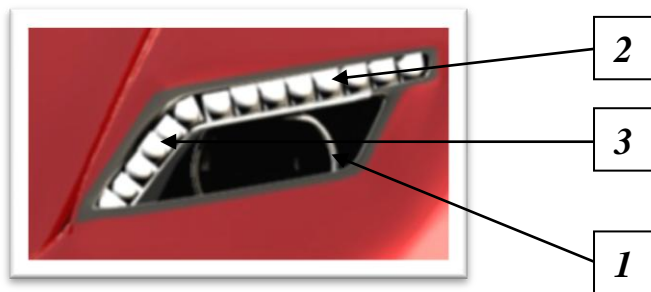
***Dimensioni gruppo ottico anteriore***



La regolamentazione prevede che la distanza minima tra i due gruppi sia di 600 mm e che ogni gruppo non disti più di 400 mm dallo sbalzo laterale. La zona più bassa del proiettore anabbagliante non deve trovarsi mai ad una distanza da terra inferiore a 500 mm. Oltre a questi vincoli, il proiettore anabbagliante deve essere disposto in modo da illuminare una zona delimitata dai seguenti angoli:

- 15° verso l'alto
- 10° verso il basso
- 15° verso sinistra
- 45° verso destra

Nel gruppo anteriore sono state incluse le seguenti funzioni obbligatorie, come mostrato in figura:



- 1) *Proiettore anabbagliante con integrata funzione abbagliante*
- 2) *Indicatori di direzione (led)*
- 3) *Luci di posizione (led)*

Non sono stati previsti i proiettori fendinebbia anteriori in quanto non obbligatori.

Si è curato in modo particolare l'aspetto estetico dei gruppi ottici anteriori, essendo questi senza dubbio oggetto di vanto o di critica delle autovetture in generale. L'adottare quindi dei gruppi ottici a grande effetto estetico, può incentivare in maniera non trascurabile l'acquisto dell'autovettura.



Le forme sono state definite a carrozzeria completata nella sua geometria, in maniera da riuscire a sfruttare qualche particolare linea. All'inizio si è proceduto alla definizione di uno stile fanale in accordo soprattutto al "family-feeling" attuale di Ferrari.

La ricerca tuttavia non si è dimostrata efficace poiché l'occhio è sempre caduto sullo scontato gruppo ottico che più si avvicina a quello della 458 Italia. Il faro a forma di "L" non ci è sembrato adeguato allo stile che deve rappresentare l'autovettura in esame e, in accordo con il "family-feeling", si è optato per un incrocio di stile. Facendo tesoro dell'attenta osservazione dei gruppi ottici "Maserati" si è scelto un gruppo ottico che un po' si avvicini allo stile del "tridente" pur lasciando trasparire il carattere del "Cavallino rampante".

Procedendo dal centro anteriore della vettura e andando verso l'esterno, l'occhio si sofferma su un fanale dapprima pieno e dolcemente aggressivo, per poi diventare filante, quasi invitando l'occhio a seguire il flusso dell'aria che scorre sulla carrozzeria. I gruppi ottici sembrano gli occhi di uno strano animale da pista dalla bocca spalancata, pronto a divorare gli avversari che incontra al suo cospetto.

### ***Gruppo ottico posteriore***

Le luci di arresto laterali devono essere posizionate per normativa ad almeno 350 mm da terra; quella centrale invece non dev'essere posta più in basso di quelle laterali. Questo vincolo ci ha impedito di posizionare la luce centrale sopra al vano targa posteriore, anche se, parlando di stile, sarebbe stata la nostra scelta preferita.

Nel gruppo ottico posteriore sono state incluse le seguenti funzioni obbligatorie, come mostrato in figura:





- 1) *Indicatori di direzione (led)*
- 2) *Luci di posizione (led)*
- 3) *Luci di arresto (led)*
- 4) *Proiettore di retromarcia*
- 5) *Proiettore fendinebbia posteriore*
- 6) *Catadiottro posteriore*

Altre luci obbligatorie sono quelle di illuminazione della targa posteriore. Tali luci sono situate nel vano del porta targa posteriore, pur non essendo direttamente visibili nel disegno.

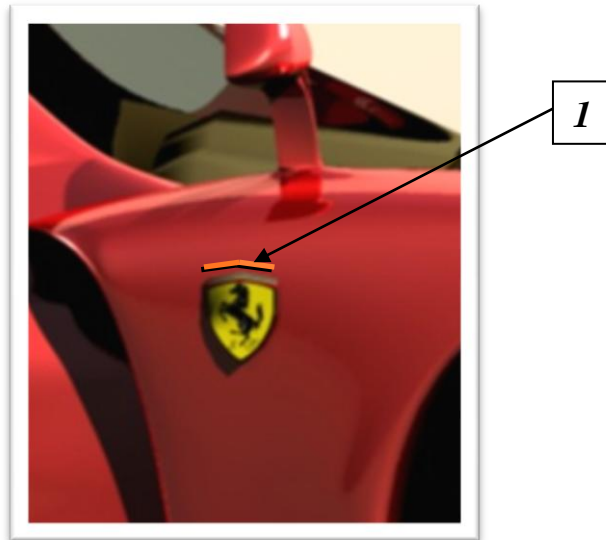
### ***Gruppi ottici laterali***

E' obbligatorio da normativa prevedere gli indicatori di direzione in posizione laterale.

Per non andare a disegnare degli indicatori troppo invasivi, che avrebbero modificato l'aspetto estetico dell'auto, si è deciso di adottare una soluzione come da figura:







*1) Indicatore di direzione laterale (led)*

in modo che l'indicatore di direzione seguisse la linea superiore dello scudetto Ferrari.

Non sono state previste altre luci laterali, come i catadiottri, in quanto non obbligatori.

***Dispositivi per la visione indiretta***

Si è deciso di posizionare i “dispositivi per la visione indiretta laterali” (come da normativa UE), chiamati comunemente “specchietti laterali”, in una posizione non usuale; sono stati situati infatti sopra al passaruota, ponendo attenzione che fosse concessa una buona visibilità al conducente. La zona che è risultata maggiormente problematica per avere una buona visibilità è stata quella del passaruota posteriore, la quale si trova ad una altezza maggiore del passaruota anteriore. La forma dello specchietto è stata scelta per minimizzare la resistenza all'aria, e, anche in questo particolare di carrozzeria, nel rispetto degli obiettivi di stile e di “family feeling” preposti all'inizio del progetto. Anche in questo caso si è verificato il rispetto delle direttive di omologazione europea, in merito alle dimensioni dello specchietto e alla visibilità che questo deve concedere al conducente. In particolare vengono indicate nella norma le dimensioni della parte riflettente dello specchietto (dipendenti anche dal raggio di curvatura dello



stesso) e in particolare l'ampiezza della minima zona di visibilità ad altezza suolo da garantire, dipendente dalle dimensioni dello specchietto (vincolo di normativa), e dipendente dal suo posizionamento in relazione alla forma e alle dimensioni del veicolo (vincolo di progetto).

Inoltre, dato il carattere esclusivo dell'auto e non di meno per fornire ulteriore supporto di visibilità al guidatore, si è posizionata una telecamera al posteriore in prossimità della targa. Questo presuppone che sia installato nella zona centrale del cruscotto un computer di bordo grazie al quale siano consultabili le immagini della telecamera.

L'inserimento della telecamera non risulta obbligatorio da normativa; infatti, nonostante dall'abitacolo la visibilità posteriore e laterale posteriore risultino precluse dalla forma della carrozzeria sono consentite eccezioni di questo tipo per supercar come questa. Si è deciso tuttavia di installare la telecamera posteriore per maggiore visibilità e sicurezza di guida.

### ***Parti mobili carrozzeria***

Una volta definiti i principali volumi della carrozzeria, si è proceduto con la scomposizione di questa in pannelli costruibili e montabili con facilità. L'apertura delle portiere è "a farfalla", prendendo spunto da quelle della Enzo Ferrari e nel pieno rispetto del "Family Feeling". Si è verificato inoltre che l'apertura della portiera non interferisse con altri parti della carrozzeria e che fosse garantita l'accessibilità dell'abitacolo.

L'apertura del cofano anteriore è invece verso l'abitacolo, com'anche quello posteriore.

Lo spazio a disposizione per eventuali bagagli sotto il cofano anteriore non risulta particolarmente elevato, visto la forma del cofano anteriore. D'altra parte, vista la natura prettamente sportiva del veicolo, il compromesso scelto risulta giustificato, essendo lasciato uno spazio bagagli, seppur di dimensioni ridotte.

Per quanto riguarda l'apertura del cofano posteriore si è deciso di massimizzare l'accessibilità al motore; la suddivisione in parti di carrozzeria della zona posteriore è stata a questo punto quasi obbligatoria, considerando anche che deve



essere garantito un contatto tra parti di carrozzeria adiacenti tale per cui non si abbiano errori di montaggio e sfalsamenti tra i vari pannelli di carrozzeria.

Infine i successivi tagli di carrozzeria sono stati scelti valutando la loro fattibilità tecnologica.

Essendo un'auto di bassa tiratura si è deciso di costruire la carrozzeria interamente in composito. La scelta è ricaduta in resina epossidica e fibra di carbonio intrecciata. Il processo tecnologico consiste nella fresatura con macchina a controllo numerico degli stampi delle varie parti di carrozzeria. Ottenuti gli stampi si procede alla laminazione a mano dei vari strati di composito; infine il semi-lavorato viene cotto in autoclave ad una pressione di circa 10 bar.



## COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS SIMULATION

Abbiamo molto chiara l'idea che effettuare una simulazione di buon livello è estremamente complesso e richiede moltissimo tempo. Dovendo completare le parti precedenti del progetto di carrozzeria, non rimaneva tempo a sufficienza per una simulazione a 360 gradi della nostra auto. Si è comunque effettuato uno studio aerodinamico di base.

Dato che siamo uno dei pochi gruppi di Disegno di Carrozzeria ad eseguire un test del genere, questo è da prendere come uno studio pilota, magari come riferimento e come base di partenza per coloro che in futuro avranno la possibilità di eseguire delle simulazioni CFD sui loro progetti.

Il programma utilizzato per la simulazione è stato PowerFlow, programma della Exa, software utilizzato per simulazioni aerodinamiche in Porsche e Bmw. Il calcolatore a nostra disposizione è un 8 core Xeon con 24 gb di ram.

Come prima cosa si è proceduto a “proporzionare” bene la nostra vettura 3d. Questa operazione è stata necessaria dato che (ahimè) per la costruzione del modello matematico delle superfici, non si è utilizzato un software CAD. Infatti, avendo utilizzato come base per la costruzione del modello 3d i bozzetti disegnati sopra il telaio (in scala 1:10), dopo successive modifiche estetiche la vettura non era ben proporzionata al telaio stesso.

Una volta sistemata in questi termini la carrozzeria (ora risulta sovrapponibile sia alle tavole sul lucido, sia al telaio), si è proceduto a trasformare il modello 3d in un formato che permettesse lo scambio tra software di modellazione 3D e CFD. Si è scelto di passare per il formato STL, essendo condiviso in uscita dal primo ed in ingresso dal secondo.

Il file STL (Standard Triangulation Language) rappresenta un solido la cui superficie è stata discretizzata in triangoli. Ovviamente più i triangoli sono piccoli, più i vertici degli stessi sono vicini, e quindi la geometria risulta discretizzata più fedelmente. Il software di modellazione permette di uscire dallo stesso con modelli più o meno precisi a seconda dei parametri settati. Per semplicità indicheremo le scale di discretizzazione da 1 a 6. Per avere un

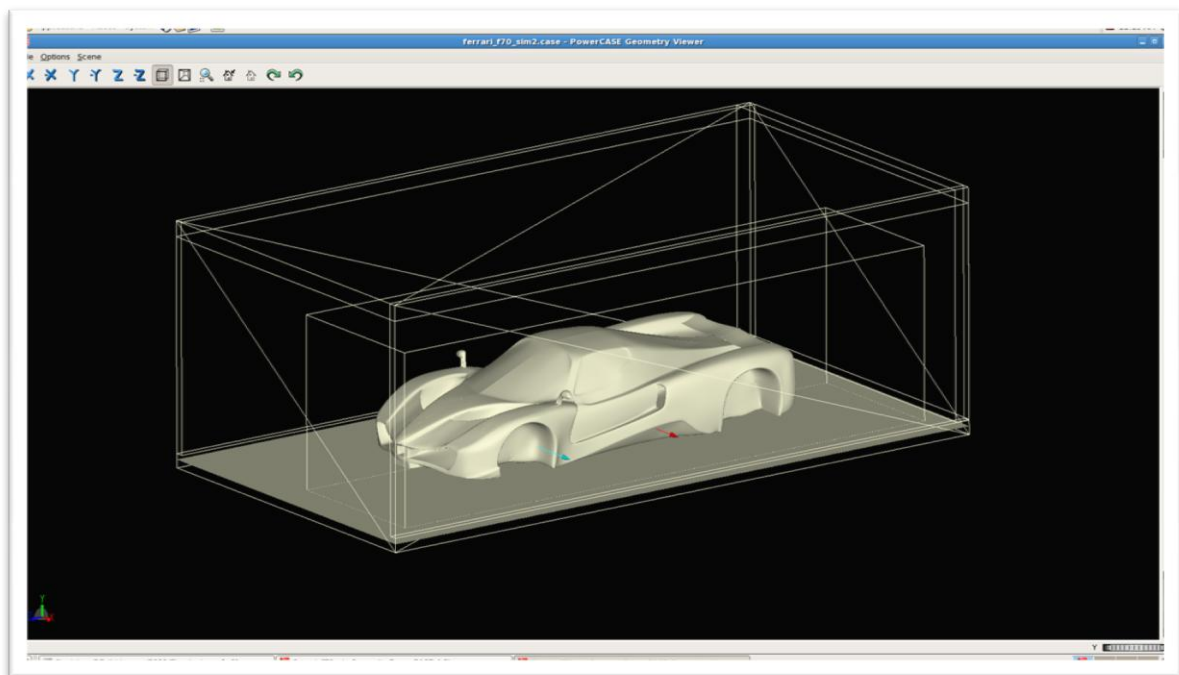


riscontro generando un file di ordine di accuratezza 1, viene creato un file di qualche MB, invece procedendo ad una creazione di geometria con grado 6 si genera un file di alcuni GB.

Questa scelta ha dei riscontri anche sul dettaglio della simulazione cfd. E' inutile (seppur intrigante) caricare nel programma di simulazione un file STL di grado 6, che ha una distanza media tra i vertici dei triangoli di qualche millimetro, se poi (per motivi di tempo di calcolo) si procede ad una discretizzazione del volume di fluido nell'ordine dei centimetri. Le due discretizzazioni dunque dovranno risultare paragonabili.

Visti i tempi di simulazione che potevamo permetterci (non più di 12 ore a simulazione) si è scelto di settare la misura del VOXEL (volume elementare di fluido calcolato dal programma) in 2 cm. La vettura è stata importata a dimensioni reali, dunque non è scalata di nessun fattore. Il file STL più adatto a questa discretizzazione del volume fluido è stato individuato di grado 3.

La simulazione da noi lanciata non prevedeva (per semplicità) l'importazione delle ruote del veicolo. Per questo motivo saranno da ritenere valide le linee di flusso e le isosuperfici sufficientemente lontane dalla zona delle ruote.



*Volumi di calcolo*



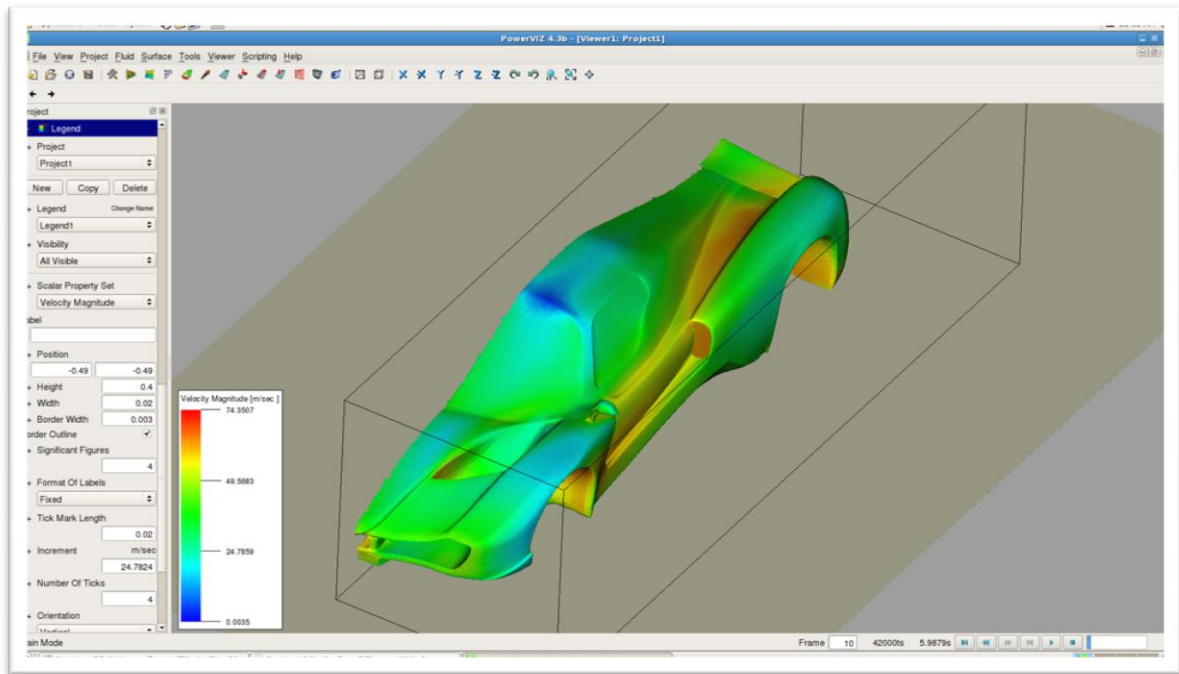
Dalla figura precedente è possibile identificare due volumi di fluido. Quello esterno è il box esterno, il volume nel quale il software calcola tutti i valori caratteristici del flusso ma con risoluzione dimezzata; non viene generato un output in quella zona (voxel di 4cm di lato). Il volume più interno è il volume di misurazione vero e proprio; in quella zona la risoluzione è massima ed il programma restituisce l'output dei risultati. Si è scelto di estendere quest'ultimo volume solamente su metà vettura per ovvi motivi di riduzione dei tempi di calcolo.

La vettura è stata posizionata come da omologazione, cioè essa risulta sollevata da terra di una distanza pari ai 120mm dal suolo. La potenza del software ci consente di impostare il suolo come "sliding wall"; il suolo non è considerato fisso, ma traslante, con lo stesso verso e direzione dell'aria. Così facendo si elimina l'effetto di strato limite sul fluido adiacente al suolo (anche se quasi trascurabile per una vettura da strada) e si simulano al meglio le condizioni reali nelle zone in cui non sono presenti moti relativi tra aria e suolo.

La faccia sinistra del box è stata adibita ad "INLET", cioè su di essa sono state specificate le condizioni al contorno per l'ingresso dell'aria. Per la simulazione si è scelto di simulare l'auto ai limiti di un suo utilizzo su strada (150km/h).

Prima di tutto andiamo ad analizzare come si comportano le varie grandezze caratteristiche del fluido sulla superficie della nostra vettura. Graficando su di essa la componente longitudinale (Z nel nostro caso) della velocità, abbiamo due sorprese, una positiva ed una meno positiva. Siamo molto soddisfatti del fatto che i due canali ricavati tra i passaruota posteriori ed il cofano motore ricevano un flusso ad alta componente di velocità lungo Z. Questo non è scontato in quanto non era da escludere la possibile formazione di moti vorticosi dovuti agli specchietti e al montante A. Si vede, dunque, come all'ala posteriore giunga fluido poco disturbato e ad alta energia cinetica.



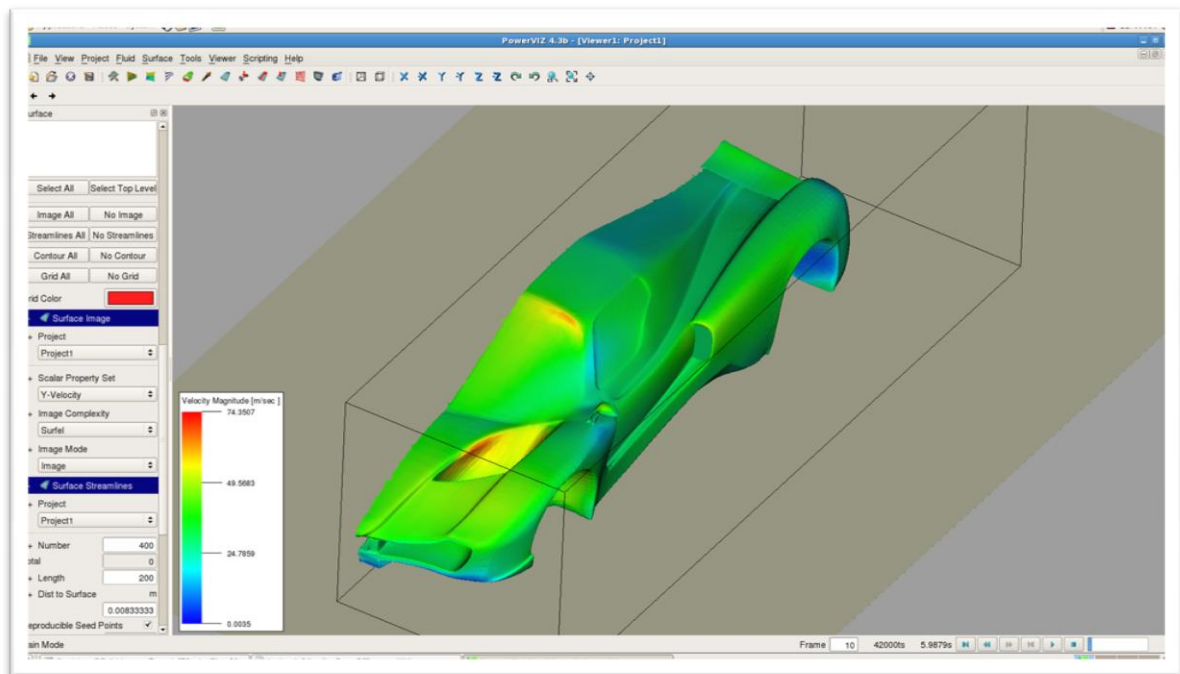


### *Componente della velocità lungo l'asse Z*

Non risulta altrettanto positiva la “zona blu” sulla centina A. Si può chiaramente notare che il flusso rallenta molto (sempre in direzione Z) e cresce molto la componente lungo l'asse Y (perpendicolare al suolo); il flusso si stacca violentemente per poi riattaccare dove il grafico ritorna verde. Questo fatto è sicuramente da imputare ad un troppo violento cambio di inclinazione tra parabrezza e tettuccio.





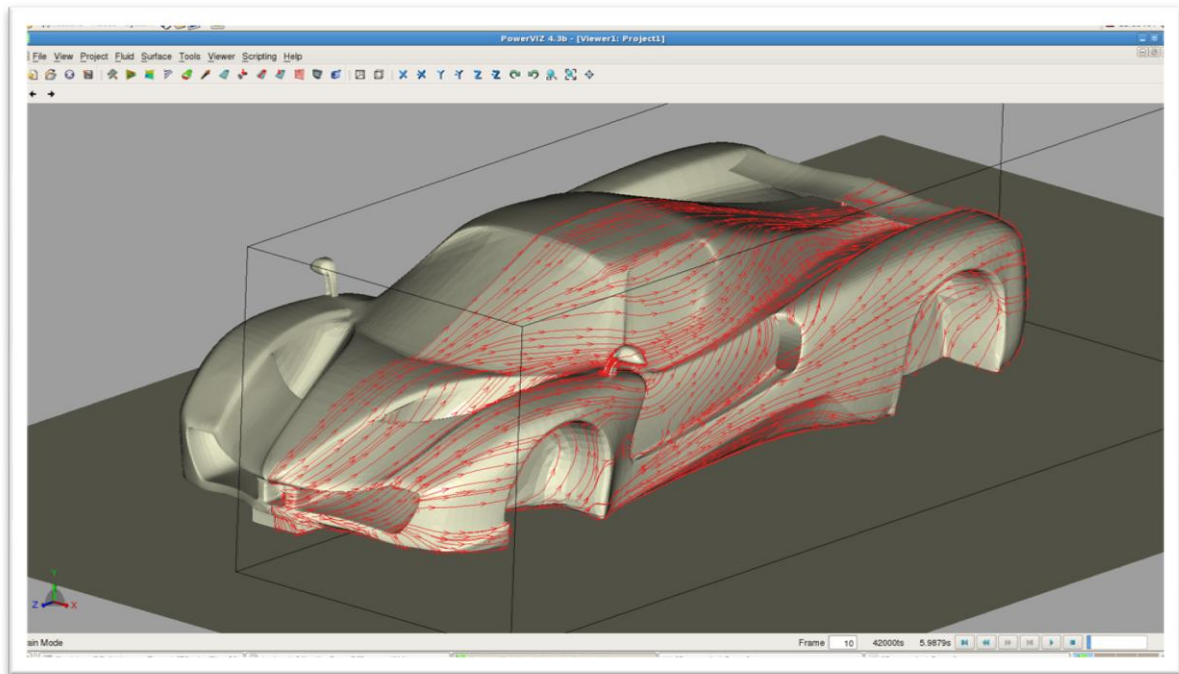


### *Componente della velocità lungo l'asse Y*

Plottando infatti anche la componente lungo Y della velocità si riscontra facilmente quanto detto in precedenza. Infine le altre zone di colorazione giallo-rossa (presenti nei tunnel ricavati nel muso) sono dovute al fatto che il tunnel, dove sono disposti i radiatori, fa cambiare direzione al flusso facendogli assumere una forte componente di velocità lungo Y. Questo da una parte è assolutamente positivo, il tunnel infatti riceve dal flusso una forza in verso opposto all'asse Y che aumenta la deportanza della vettura; d'altra parte far assumere al fluido una forte componente ascendente genererà sicuramente dei disturbi sulla zona curvano-montante A.

Di seguito è riportato l'andamento sulla superficie delle linee di flusso; non si notano sorprese negative come vortici di grandezza importante o flussi con direzione particolarmente dannosa per l'aerodinamica del veicolo. Come già detto in precedenza non si deve considerare quella zona di carrozzeria dove andrebbero installate le ruote del veicolo.





***Linee di flusso sulla superficie del veicolo***

La figura precedente rappresenta le linee di flusso localizzate sulla superficie della vettura. Questa simulazione rappresenta una pratica sperimentale molto usata: con una particolare vernice viene bagnata la carrozzeria della vettura, che poi procede a girare in pista; in seguito vengono analizzate le traiettorie lasciate dalle goccioline mosse dall'aria sulla carrozzeria stessa.

Visualizziamo ora le linee di flusso 3D sul nostro veicolo. Questa feature consiste nel posizionare un volume (o una faccia) nello spazio, indicando quindi il numero delle linee di flusso da visualizzare passanti per quel volume (o faccia che sia). Si possono visualizzare le linee che partono da quel "box", che arrivano a quel "box" o entrambi i flussi.

In questo modo si può facilmente vedere da dove e verso dove si direziona il flusso che passa in un certo punto d'interesse. Sperimentalmente questa analisi viene effettuata utilizzando una lunga bacchetta dalla quale fuoriesce fumo colorato, in modo da vedere qualitativamente in galleria del vento i flussi d'aria attorno al veicolo.

Le linee di flusso possono essere colorate per indicare, punto per punto, la



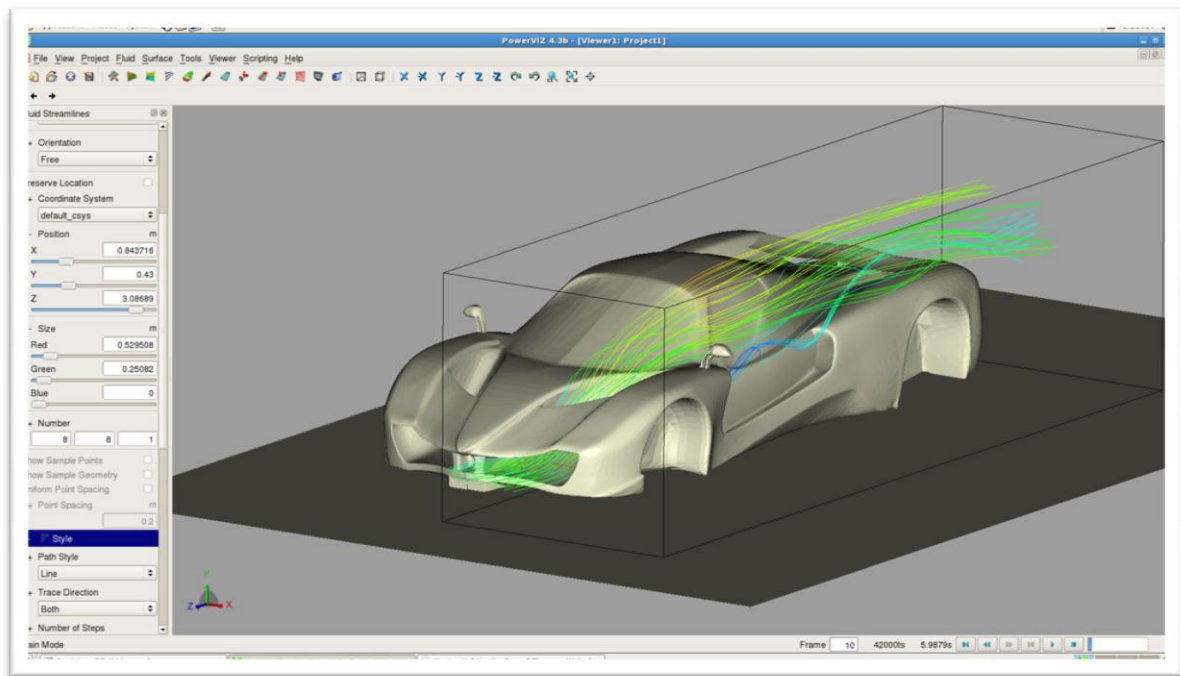
velocità (in modulo) delle particelle stesse.

Una delle fasi più importanti dell'analisi aerodinamica della vettura è stata verificare che la geometria dei tunnel dei radiatori fosse efficace. Si è quindi proceduto a piazzare l'area di riscontro delle linee in prossimità dei radiatori; in seguito, con l'apposita opzione, si è potuto osservare il flusso entrante ed uscente da quella superficie.

L'avantreno è inoltre adibito a presa d'aria statica. A vettura ferma due ventole (una per radiatore, dimensionate in modo da garantire un elevato flusso d'aria) garantiscono un flusso entrante dal muso ed uscente dagli sfoghi ricavati sul cofano.

Dalla figura si può notare come si comporta dal punto di vista aerodinamico l'avantreno della nostra macchina. L'ampia presa d'aria garantisce una portata di fluido sufficientemente elevata a raffreddare il motore. Una volta incanalatosi all'interno del tunnel, il flusso scambia calore per convezione con le masse radianti ed incrementa la sua temperatura. Gran parte del flusso esce poi dal tunnel stesso e viene deviato dalla presenza del parabrezza, per poi scorrere a lato della vettura. Si nota molto bene come si sarebbe potuto migliorare il comportamento aerodinamico riducendo in senso trasversale l'estensione del curvano (avvicinando tra di loro i montanti anteriori); in alternativa, forse ancora più semplicemente, si sarebbe potuto modificare la geometria del curvano (e quindi del parabrezza) bombandolo un poco alle estremità. Una modifica di questo tipo porterebbe ad avere un flusso molto più vicino al fianco vettura; nel nostro caso invece si può notare che il flusso, incontrando una brusca variazione di curvatura del modello, non riesce a rimanere ravvicinato e si stacca, generando una sorta di cuscino d'aria che certamente andrà a ridurre le capacità penetranti del veicolo.



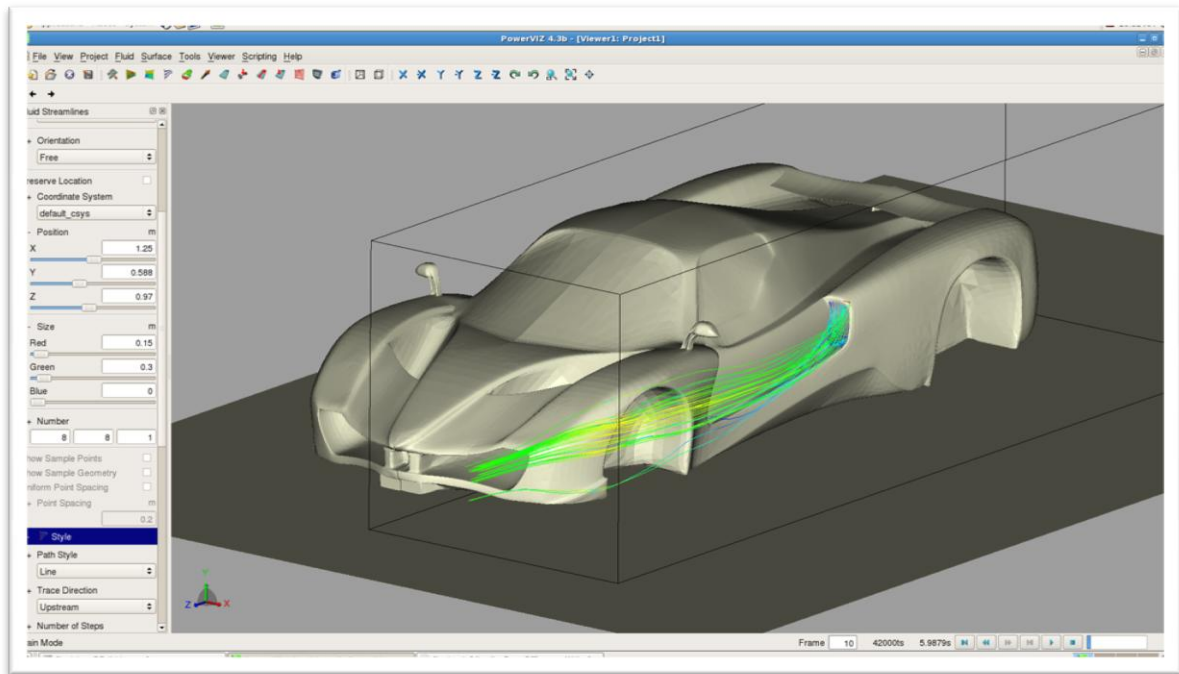


### *Comportamento aerodinamico dell'avantreno*

Una piccola percentuale del flusso è guidata, invece, in direzione dello sfogo laterale. La geometria dei tunnel che collegano la presa d'aria anteriore agli sfoghi laterali non sono stati realizzati in modo molto preciso (nel modello 3D), infatti dalla prova cfd si nota chiaramente che il tunnel prende una aliquota di flusso davvero esigua. Inoltre il flusso è molto disturbato (probabilmente a causa della geometria non molto regolare di tale tunnel). Sembra dunque verificato, anche se a livello puramente qualitativo, il raffreddamento dell'acqua motore.

Passiamo ora a verificare che sia catturato dalla presa d'aria del motore e del radiatore olio un adeguato flusso d'aria. Il nostro timore era che una presa d'aria disposta in questo modo potesse non catturare la necessaria quantità di flusso; solitamente nelle auto di questa gamma la presa d'aria è posizionata in una zona decisamente più alta ed infatti molto spesso osservando tali auto dal prospetto anteriore si riesce a vedere chiaramente la presa d'aria. La nostra scelta è ricaduta invece in un posizionamento più basso; tale scelta è stata dettata dal fatto di voler mantenere una vettura il più filante possibile e non eccessivamente aggressiva, con prese d'aria molto grandi e visibili.





### *Flussi verso le prese d'aria posteriori*

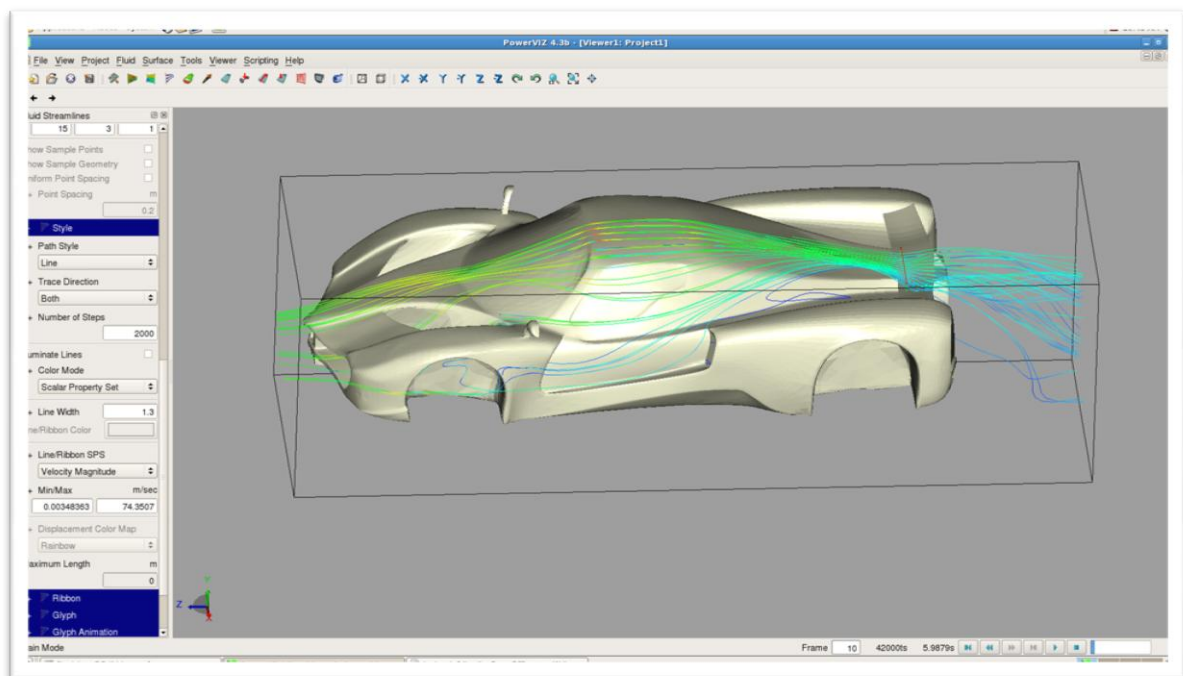
Dalla figura si nota come, stranamente, tutto sembra funzionare al meglio. L'aria incanalata dal tunnel è raccolta dal fianco dell'avantreno della nostra auto e in parte risulta deviata verso l'alto dal piccolissimo spoiler integrato nel paraurti anteriore. Passata la zona del passaruota (che, ripetiamo, non è stato simulato al meglio per via dell'assenza delle ruote), il flusso viene incanalato dallo scivolo ricavato sul fianco vettura. Sembra dunque che, qualitativamente, anche la presa d'aria posteriore “catturi” una portata a sufficienza per mantenere il bilancio termico con il radiatore olio e la portata richiesta dal motore.

Per entrambe le prese d'aria si potrebbero fare delle analisi quantitative, utilizzando superfici di misurazione che registrano i valori di "mass-flux" (portata) incanalata dalla stessa, ma considerato il poco tempo a disposizione, l'assenza dei dati relativi a temperature acqua-olio ideali, nonché alla grandezza delle masse radianti, un'analisi così approfondita risulta non fattibile.

Di seguito è riportato l'andamento delle linee di flusso sullo spoiler posteriore; in questa analisi troviamo una sorpresa non molto soddisfacente. Lo spoiler



posteriore risulta molto efficace in quasi tutta la sua lunghezza, tuttavia in prossimità del passaruota posteriore sorgono diversi problemi. Si può notare che in tale zona il flusso presenta una forte componente lungo Y (asse di altezza vettura) che riduce l'efficienza dello spoiler. Il problema, che deriva sicuramente dalla geometria della presa d'aria posteriore, può essere risolto in due modi: si potrebbe arretrare tale presa d'aria limitando l'effetto negativo che genera sul flusso, oppure si potrebbe semplicemente inclinarla maggiormente. Una terza opzione potrebbe essere quella di prolungare la sommità del tunnel, creando una presa d'aria "a becco"; ipotizzando un intervento di questo tipo si avrebbero due effetti benefici, quali l'aumento sensibile del flusso catturato dalla presa d'aria e la diminuzione di flusso disturbato che giunge al canale posteriore. Una modifica di questo tipo dovrebbe essere studiata bene in quanto interesserebbe una zona di taglio carrozzeria.



*Linee di flusso in prossimità dello spoiler posteriore*

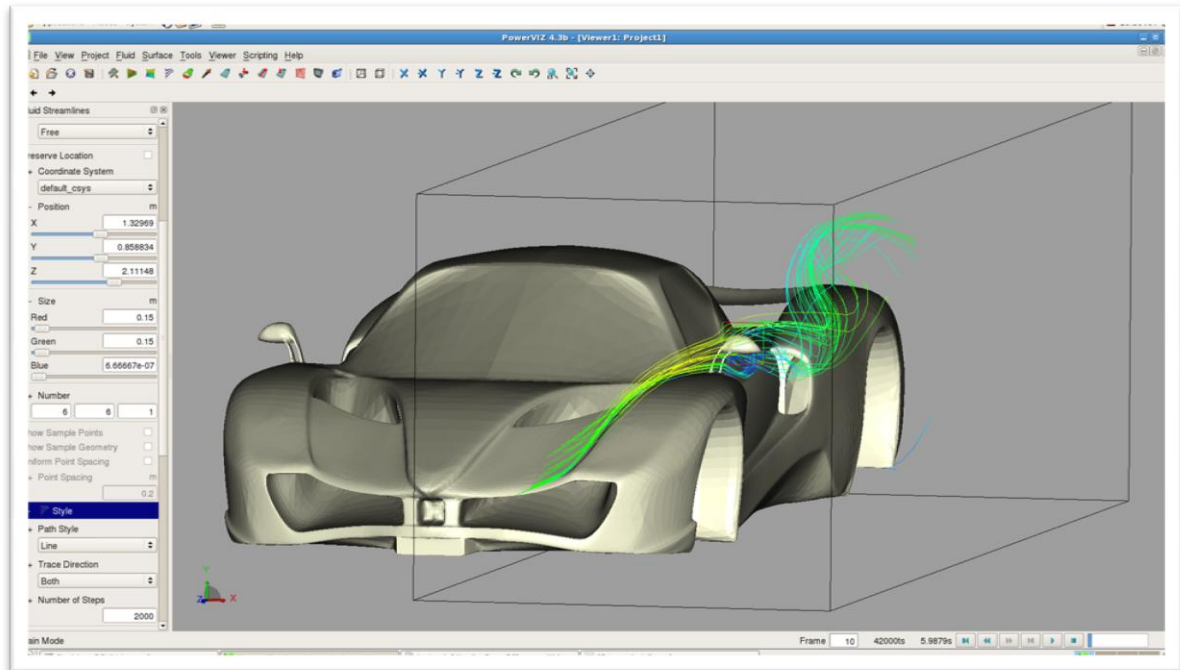
L'immagine seguente mostra l'influenza che lo specchietto ha sull'incremento della turbolenza al posteriore. Lo specchietto è ancorato alla carrozzeria da due elementi di spessore molto sottile che si estendono longitudinalmente, proprio





allo scopo di minimizzare la resistenza all'avanzamento ed i vortici generati da una geometria unica (in quanto corpo “tozzo”).

La geometria dello specchietto vero e proprio non è stata studiata per minimizzare effetti aerodinamici negativi.



### *Influenza dello specchietto sulla turbolenza al posteriore*

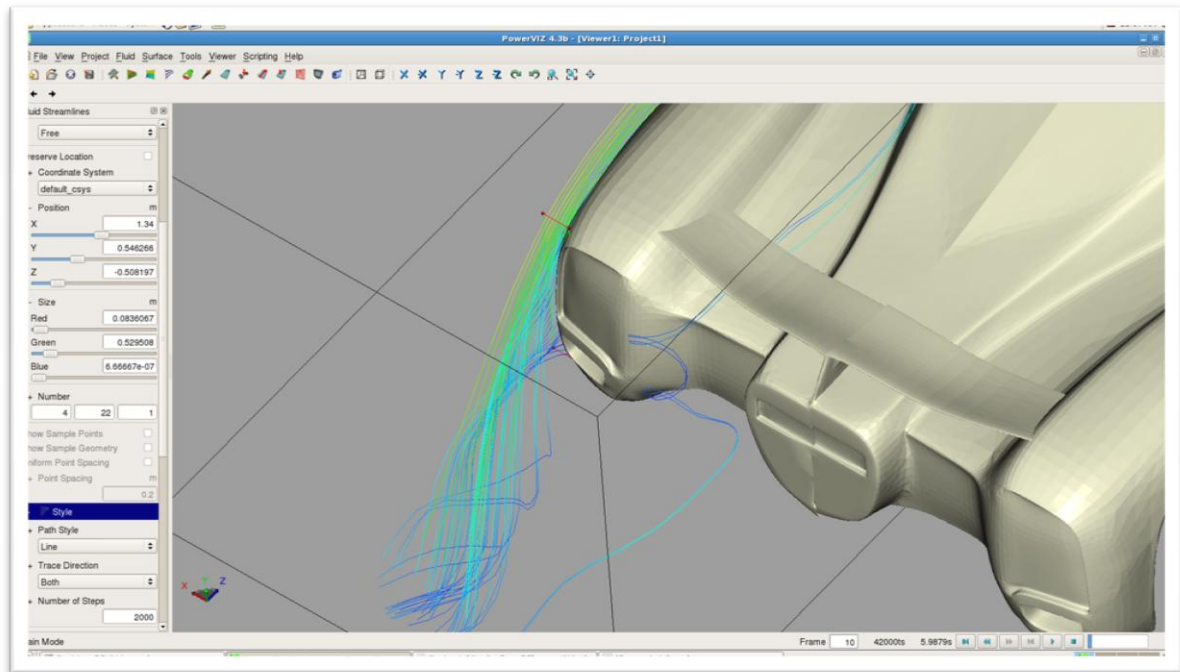
In generale l'influenza del nostro specchietto è, come si può vedere dall'immagine, non eccessivamente negativa. Il retrovisore fornisce al flusso una leggera componente rotazionale (asse-Z) del quale non siamo in grado di quantificare gli eventuali effetti negativi.

Infine vediamo come si comporta il posteriore della nostra vettura. Nelle auto odierne, al fine di minimizzare la resistenza all'avanzamento, il flusso si deve staccare velocemente dal posteriore. Per questo motivo, già durante la messa a punto del disegno, è stato creato un elemento particolare, non presente in altri veicoli. Si è scelto di realizzare un posteriore rientrante in quasi tutta la sua geometria, come se dalla geometria base del posteriore si creasse un offset distante dal contorno qualche centimetro; il nucleo centrale creato dall'offset è stato poi fatto rientrare. La nostra vettura presenta quasi in tutta la lunghezza del





contorno posteriore una sorta di piccola punta; questa permette al flusso di staccarsi dalla vettura prima ancora che esso si richiuda sul posteriore dell'auto, generando resistenza all'avanzamento. L'aria proveniente dal fondo e passante per il diffusore sopperisce al fatto che il flusso superiore non si chiuda come dovrebbe una volta passata la vettura.

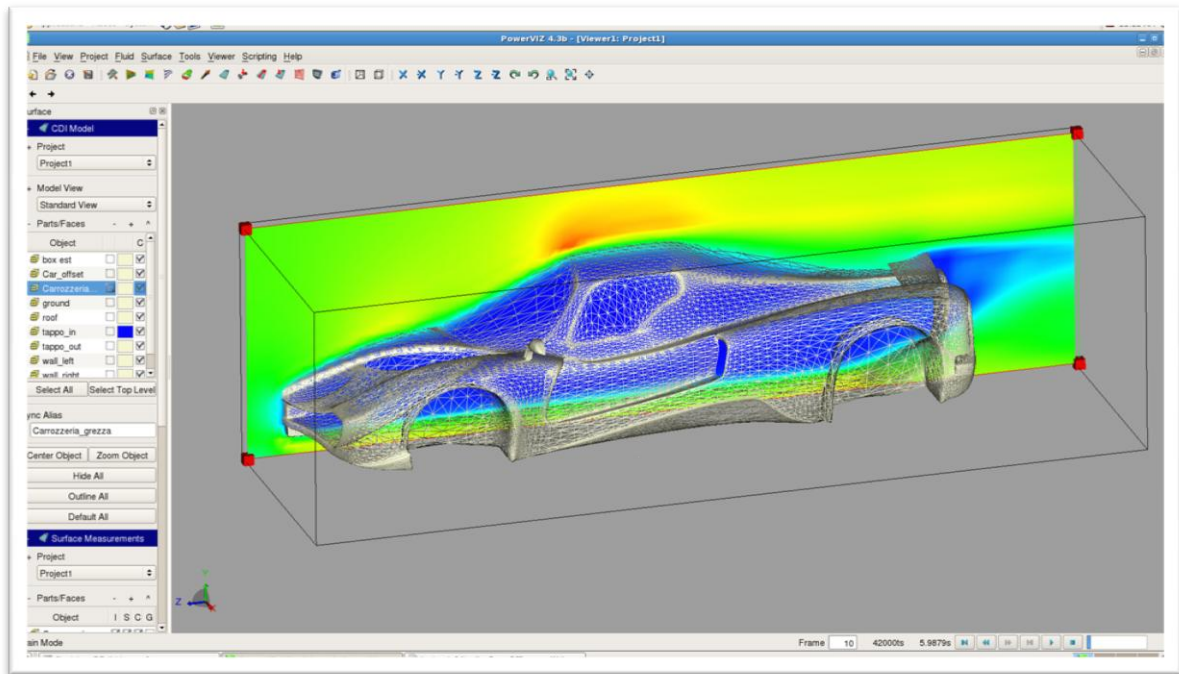


### *Flussi d'aria al posteriore*

Nella figura è presente solamente il flusso proveniente dal lato vettura per chiarezza d'immagine.

Con l'utilizzo della feature "Movable slice" troviamo conferma di quanto detto in precedenza. Possiamo notare la forte componente verticale della velocità del flusso in prossimità del tetto; si nota anche che il flusso si stacca dalla vettura e rimane dritto, senza curvare o richiudersi su se stesso. Il flusso proveniente dal fondo e dal diffusore invece, avendo una forte componente lungo Y (fornita appunto dal diffusore), sale verso l'alto richiudendo la scia che la vettura genera.

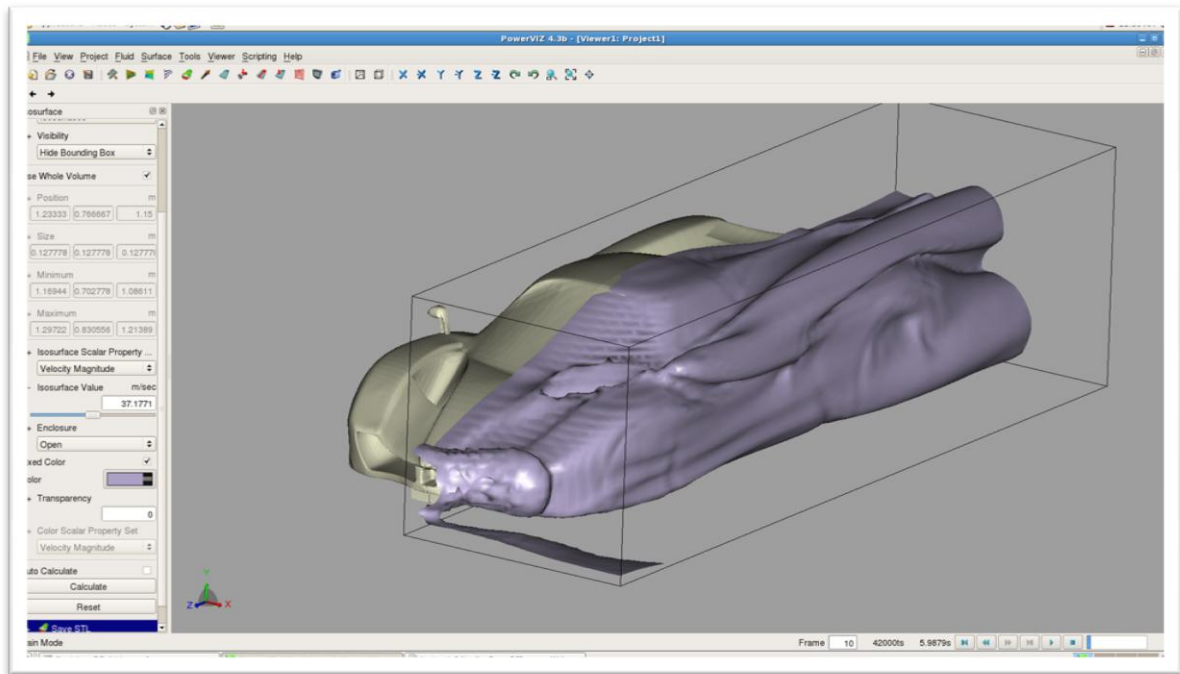




### *Feature Movable Slice*

Infine con la feature “Isosuperfici” riusciamo ad avere una visione d'insieme del veicolo; questa funzione restituisce una superficie ad uguale velocità di flusso (in questo caso circa 130km/h). Tutto il fluido che si trova al disopra della isosuperficie risulta avere una velocità in modulo maggiore, mentre quello che si trova al disotto della superficie ha una velocità inferiore. Questo strumento risulta essere molto comodo soprattutto se abilitato in animazione; osservare il modo in cui le varie isosuperfici, a differenti velocità, si chiudono una dentro l'altra è un buon modo per identificare anomalie dal punto di vista del flusso. Una singola immagine però risulta molto poco esplicativa. Osservando l'andamento della superficie si nota che il nostro specchietto (di cui precedentemente avevamo decantato le qualità) non è innocuo; infatti genera un alone di flusso a bassa velocità che circonda la zona del canale e del passaruota. Un'analisi più accurata sarebbe molto interessante ma decisamente troppo dispendiosa per quanto riguarda risorse e tempo.





*Feature Isosuperfici*



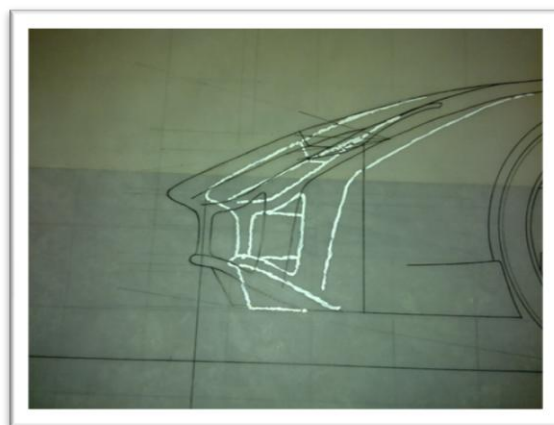
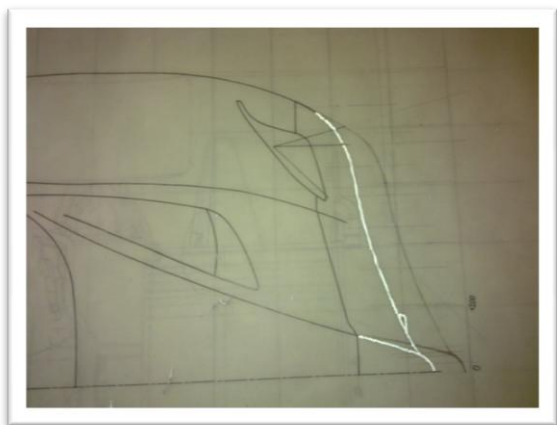
## **MODIFICHE APPORTATE AL PROGETTO**

Dopo aver analizzato nel dettaglio il progetto apparentemente definitivo, si sono riscontrate diverse problematiche che si è deciso di riaffrontare correggendo alcuni particolari della vettura.

Una prima importante problematica riscontrata riguarda i radiatori anteriori; la carrozzeria disegnata risulta a contatto con i radiatori, creando notevoli problemi di sicurezza in termini di surriscaldamenti. Inoltre il progetto non tiene in considerazione gli ingombri reali delle parti.

Per risolvere questa prima problematica si è deciso di traslare sulla pianta il muso anteriore, in modo anche da maggiorare il paraurti anteriore. Per mantenere comunque regolamentare l'angolo di attacco si è deciso di non traslare rigidamente la zona contenente la targa anteriore ma inclinarla leggermente in modo da rispettare l'angolo di attacco regolamentare. Sempre sulla zona dell'anteriore si è leggermente alzato il punto più basso del gruppo ottico anteriore, in modo da rispettare con sicurezza la normativa per omologare il veicolo anche in America. Questa modifica ha portato a diverse altre modifiche sull'anteriore nelle altre viste; le seguenti foto mostrano le modifiche apportate al progetto precedente:





***Modifiche apportate all'anteriore per correggere problematiche legate ai radiatori anteriori ed al gruppo ottico***

La seconda problematica riscontrata riguarda i tagli delle portiere. Infatti da un lato l'apertura della portiera risulta poco ergonomica non facilitando ingresso e uscita dall'autoveicolo e allo stesso tempo viene lasciato scoperto il serbatoio e le prese d'aria a portiera aperta. Per questo motivo sono stati cambiati i due tagli della portiera; in particolare per quel che riguarda il taglio verso l'anteriore si è deciso anche di modificare leggermente il telaio spostandolo in avanti in modo da favorire l'uscita dal veicolo, in relazione anche al fatto che precedentemente era stato già modificato il montante anteriore. Sempre sulla portiera si è deciso di allontanare il taglio superiore della portiera dal piano di mezzeria del veicolo per favorirne l'apertura a farfalla.

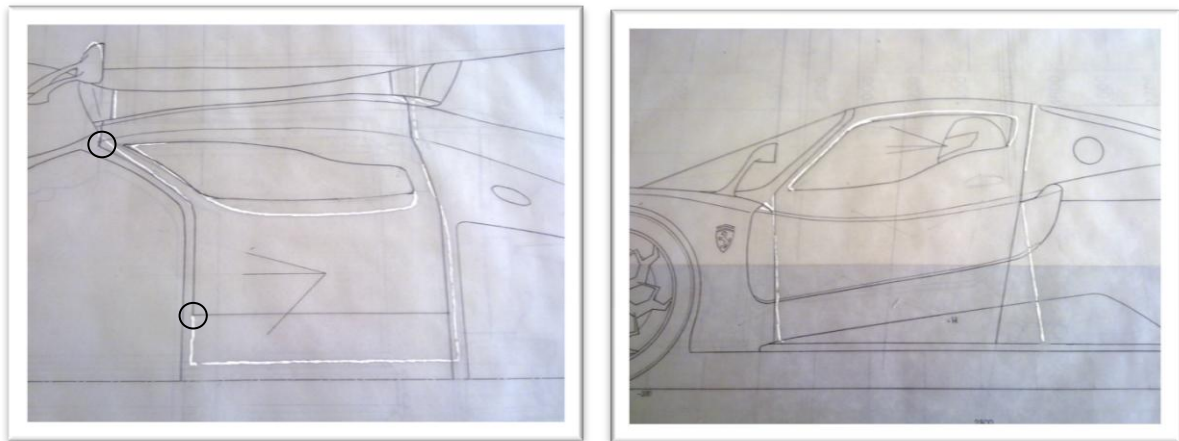
Altro importante elemento corretto durante la modifica della portiera è stato il finestrino; nel progetto originale si riscontravano problemi in termini di rientro



del finestrino nella portiera, dati dalle dimensioni del finestrino e dai tagli della portiera.

Per risolvere tale problema, oltre alle modifiche ai tagli portiera come precedentemente detto, che nelle foto seguenti potranno essere apprezzati, si è deciso di ridurre le dimensioni del finestrino, favorendo il suo rientro nella portiera, scegliendo come direzione di movimento la verticale. In questo modo non si riscontrano problemi di rientro del finestrino nella portiera.

Nella figura seguente sono indicate anche con un cerchio le cerniere di apertura della portiera.



***Modifiche apportate alla portiera per correggere problematiche legati all'apertura delle portiere e al rientro dei finestrini.***



## MISURE FONDAMENTALI



### Motore

<i>Tipo di motore</i>	<i>Posteriore, longitudinale, 12V 65°</i>
<i>Cilindrata totale</i>	<i>5998,80 cm<sup>3</sup></i>
<i>Potenza massima</i>	<i>660 CV a 7800 rpm</i>
<i>Potenza specifica</i>	<i>110 CV/l</i>
<i>Coppia massima</i>	<i>657 Nm a 5550 rpm</i>
<i>Rapporto di compressione</i>	<i>11,2:1</i>

### Autotelaio

<i>Telaio</i>	<i>Monoscocca in fibre di carbonio e honeycomb di alluminio</i>
<i>Freni</i>	<i>A disco carbo-ceramici</i>
<i>Cambio</i>	<i>6 rapporti + RM, elettroidraulico F1</i>
<i>Pneumatici anteriori</i>	<i>245/35 ZR 20</i>
<i>Pneumatici posteriori</i>	<i>345/35 ZR 20</i>
<i>Serbatoio carburante</i>	<i>110 l</i>



### Carrozzeria

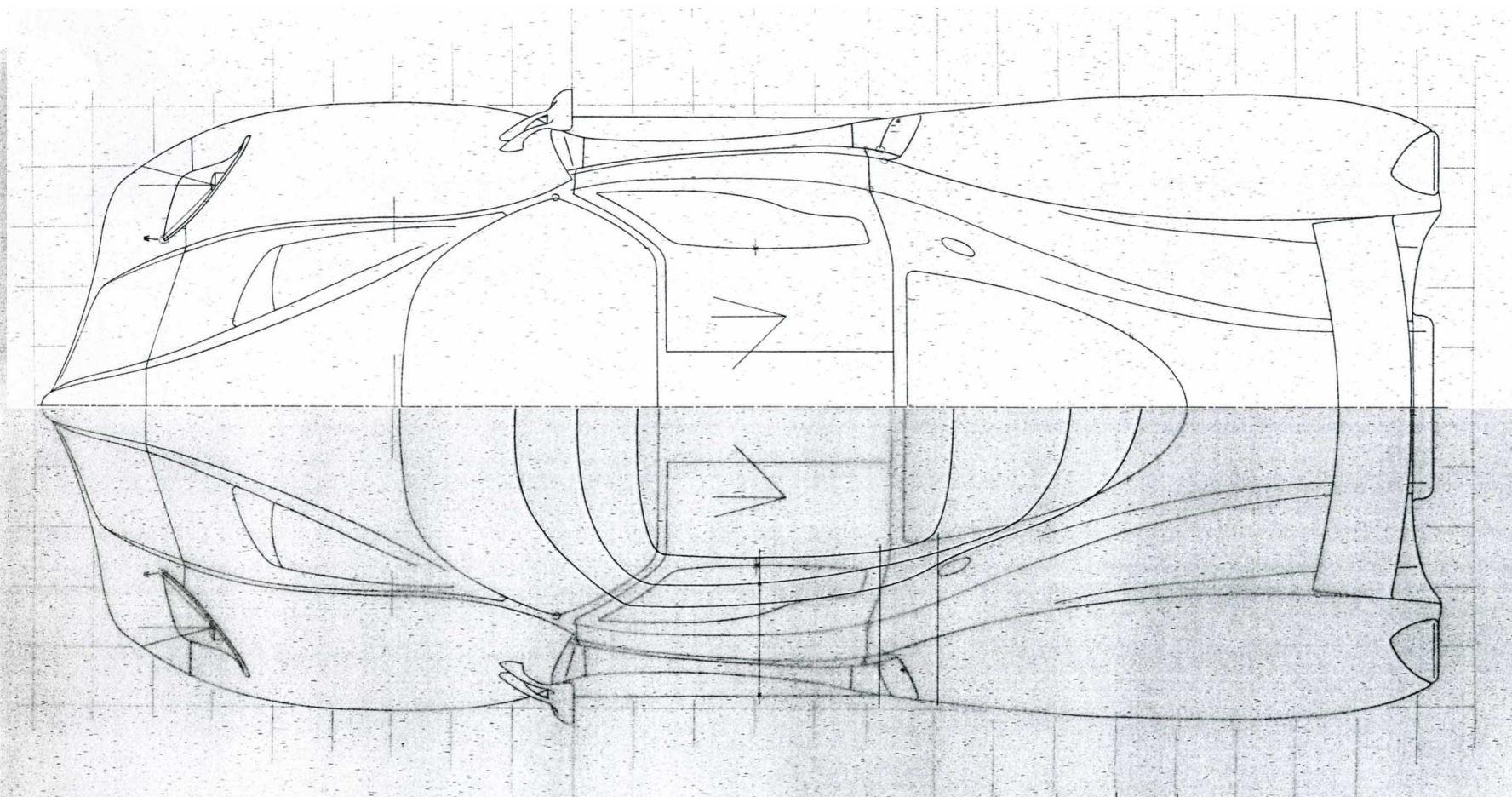
<i>Tipo di carrozzeria</i>	<i>Berlinetta, 2 posti</i>
<i>Lunghezza</i>	<i>4710 mm</i>
<i>Larghezza (esclusi dispositivi mobili)</i>	<i>2060 mm</i>
<i>Altezza</i>	<i>1157 mm</i>
<i>Passo</i>	<i>2800 mm</i>
<i>Carreggiata anteriore</i>	<i>1660 mm</i>
<i>Carreggiata posteriore</i>	<i>1650 mm</i>
<i>Sbalzo anteriore</i>	<i>1175 mm</i>
<i>Sbalzo posteriore</i>	<i>725 mm</i>
<i>Peso indicativo</i>	<i>1255 kg a secco</i>

### Prestazioni

<i>Velocità massima</i>	<i>Oltre 350 km/h</i>
<i>Accelerazione 0-100 km/h</i>	<i>3,65 s</i>

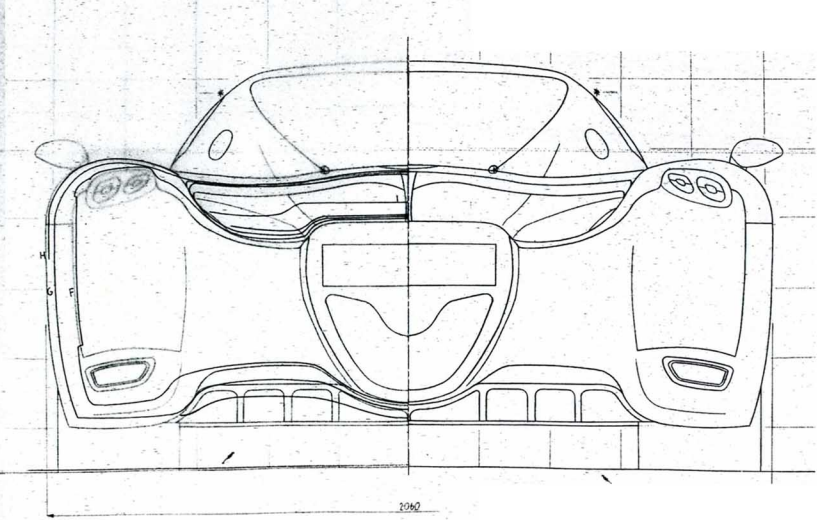
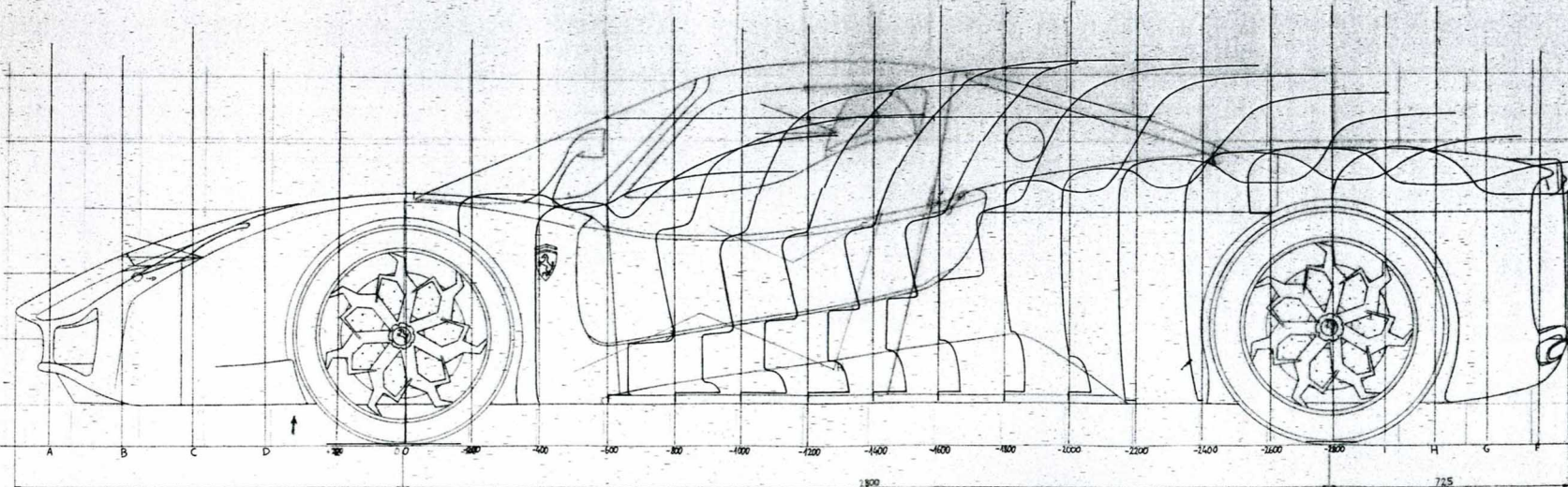
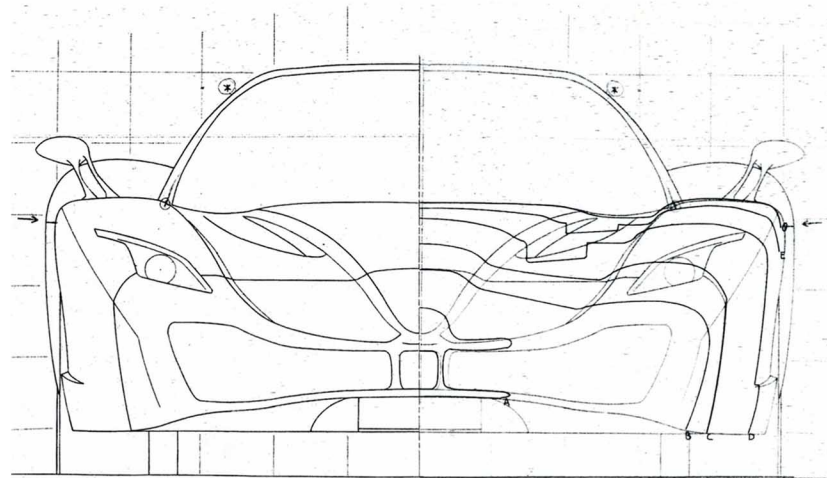




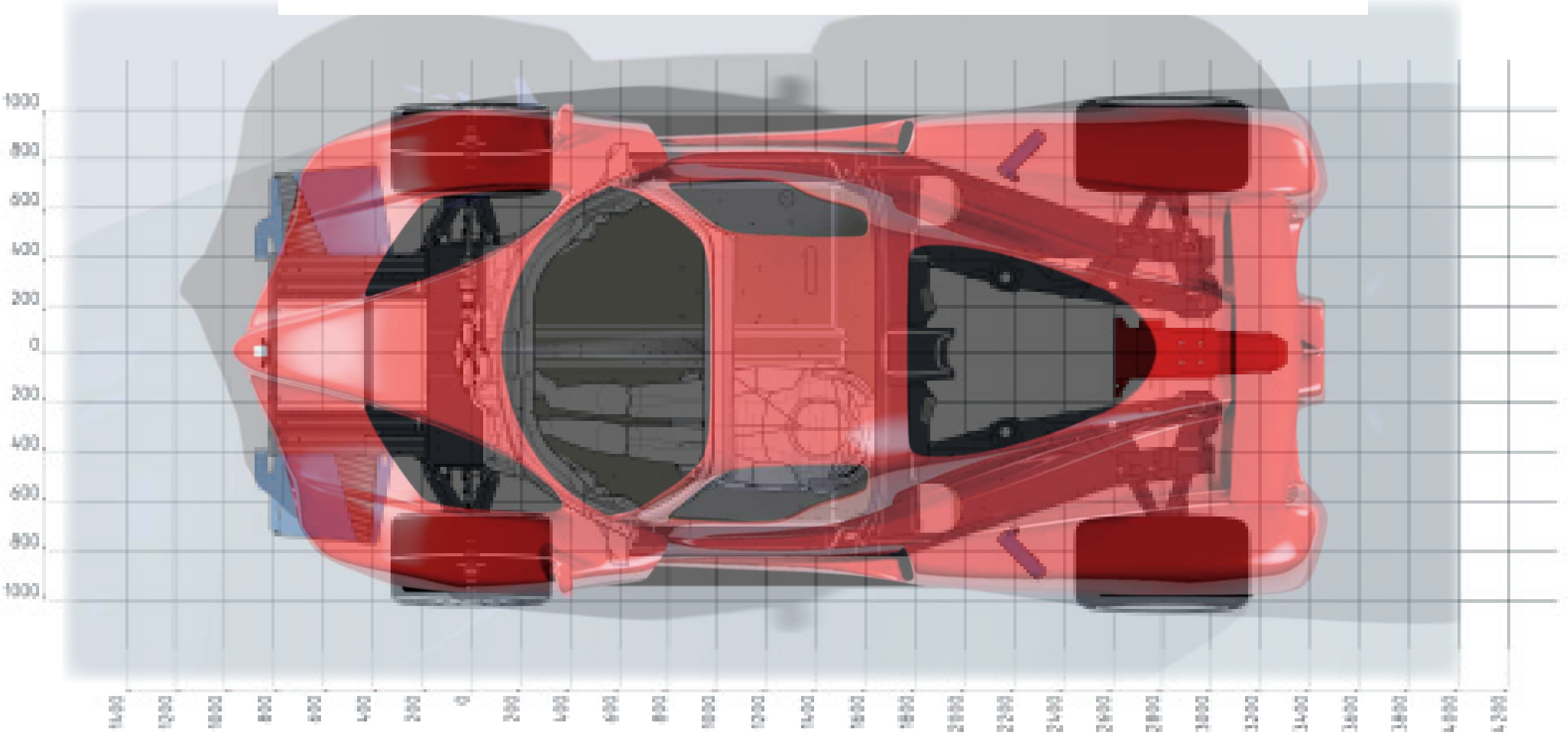
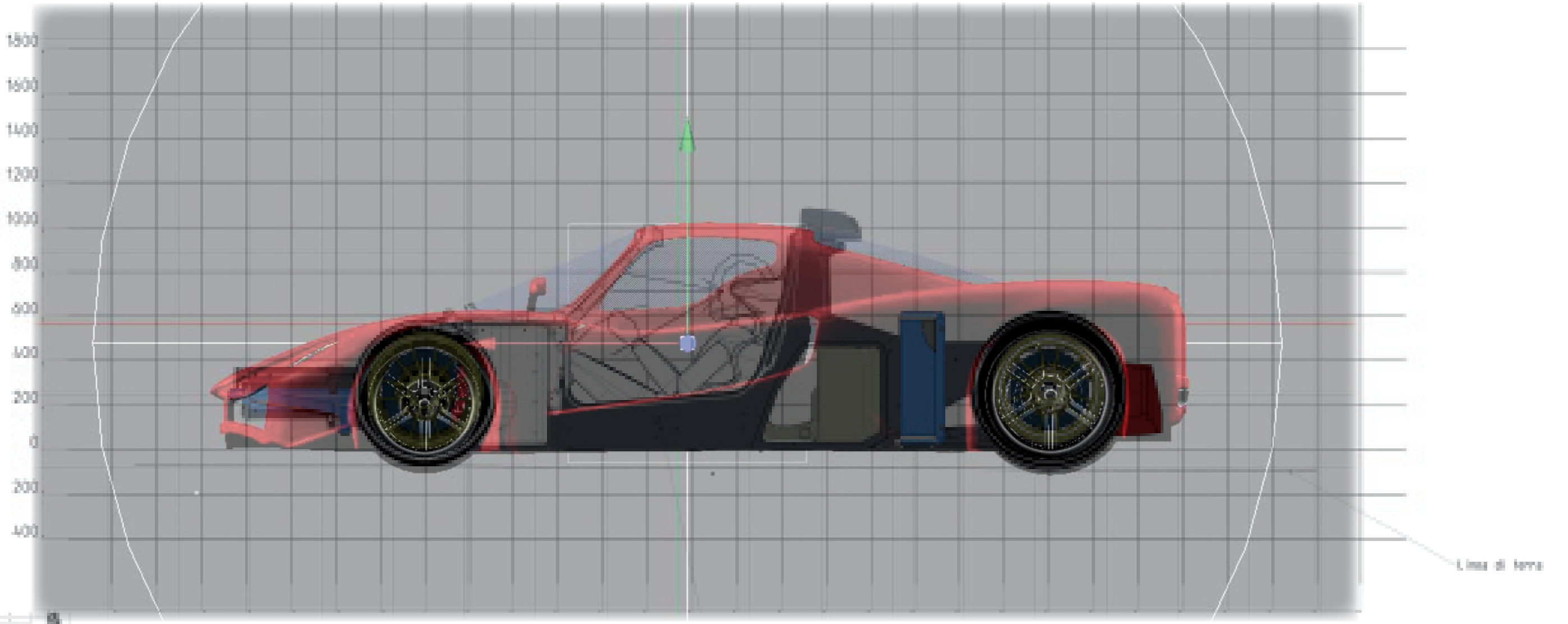


COMPONENTI DEL GRUPPO  
Federico Rossi  
Andrea Brenegari  
Gian Lorenzo Fabbri  
Giuseppe Bogli  
Michele Righi

Coordinate punto H  
X = -1200  
Y = 4.100  
Z = 3.400







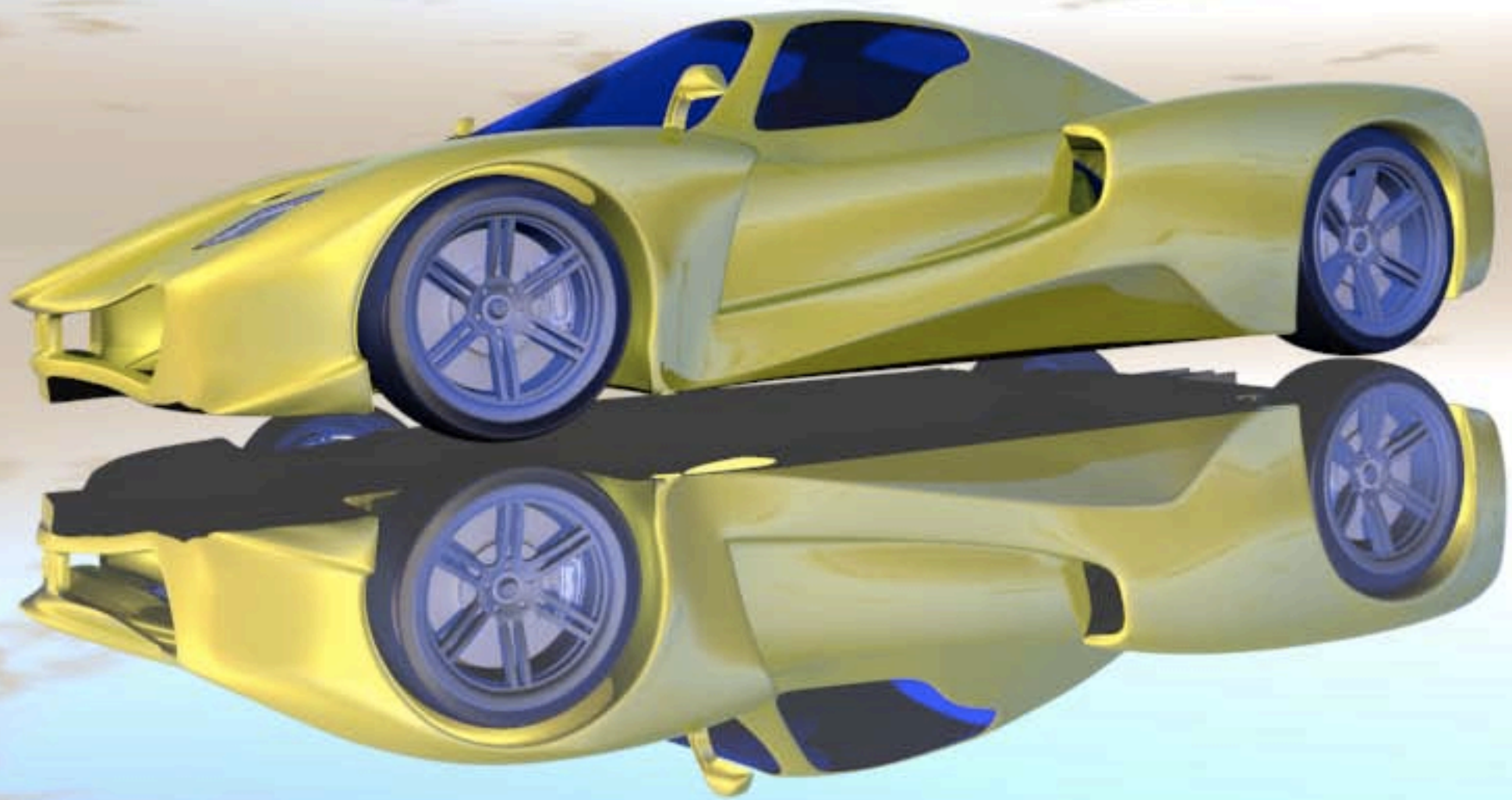




















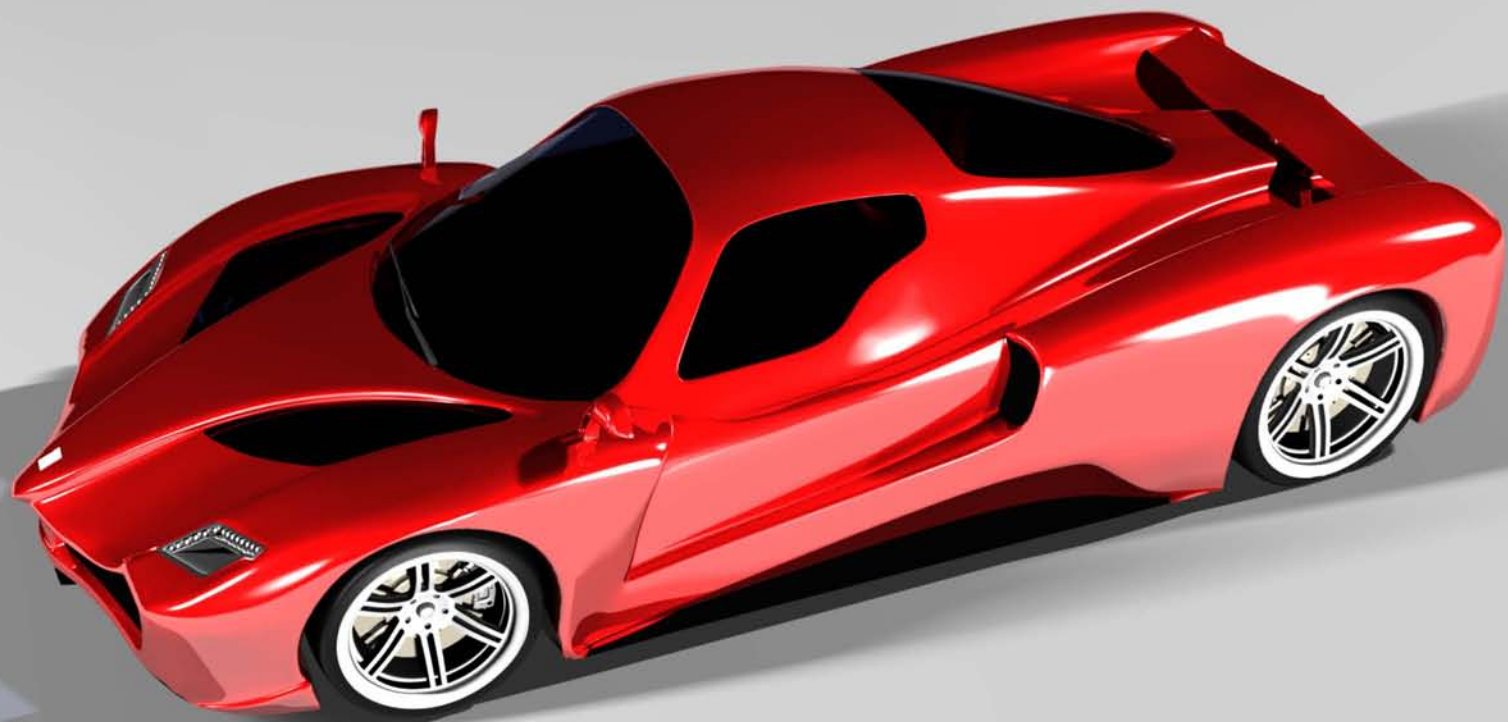


Circuit de Catalunya

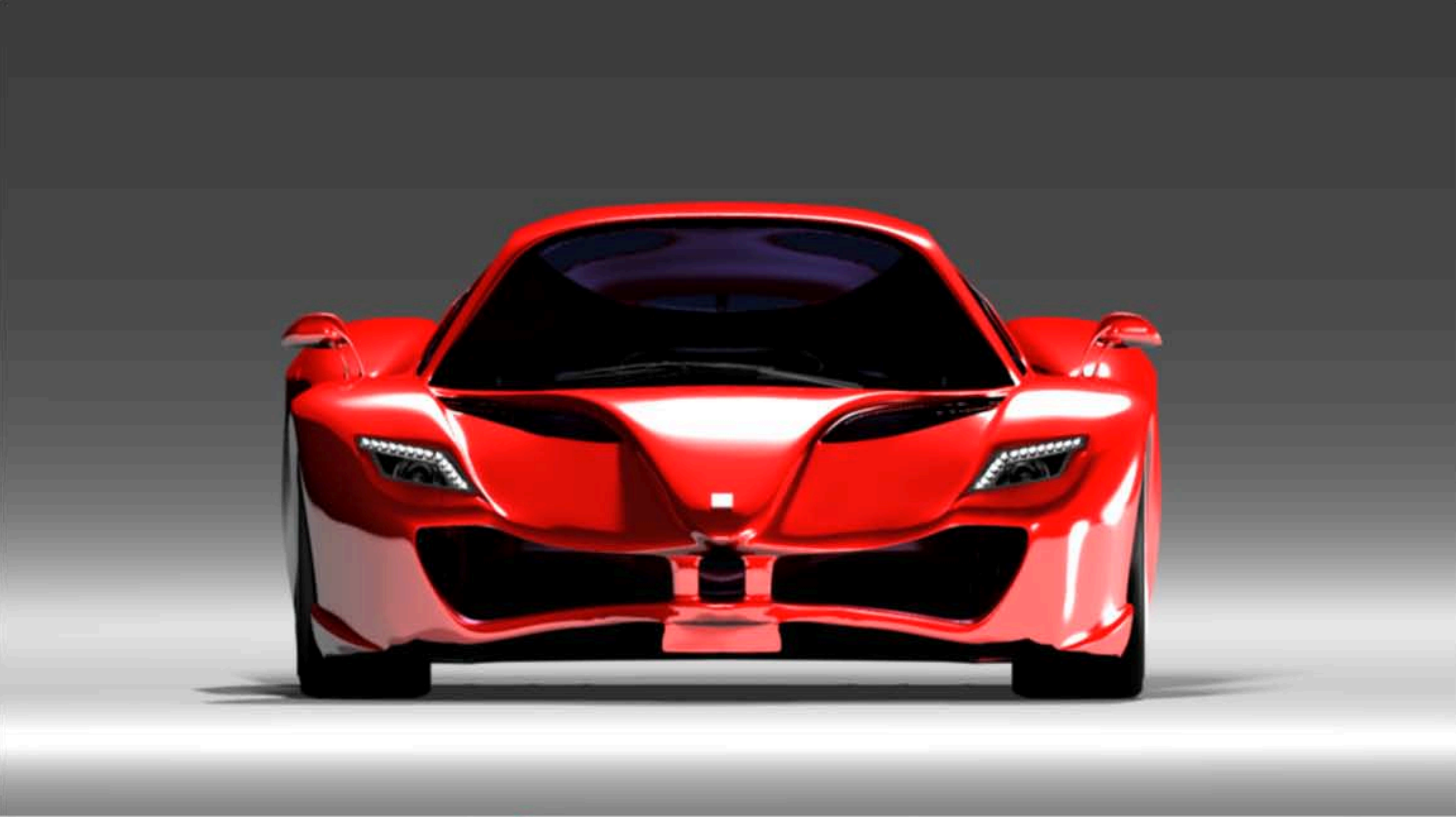
Telefonica Telefonica Telefonica Telefonica

Circuit de Catalunya









Objects: STRUCTURE

File Edit View Objects Tags Bookmarks

- led
- diffusore
- Cube
- Light.1
- Light.Target.2
- Sun
- Light
- Light.Target.1
- luce faro sx
- luce faro dx
- diffusa anteriore
- diffusa posteriore
- diffusa bassa
- Floor
- tergicristallo
- simmetria freni
- simmetria ruote
- Null Object.2
- Null Object.1

Attributes

Mode Edit User Data

Danel Shader [gloss]

Basic	Diffuse	Specular 1	Specular 2	Specular 3	Reflection
-------	---------	------------	------------	------------	------------

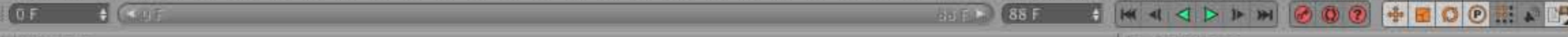
Illumination Assign

Basic Properties

Name: gloss

Layer: [dropdown]

- Diffuse:
- Specular 1:
- Specular 2:
- Specular 3:
- Reflection:
- Environment:
- Ambient:
- Roughness:
- Anisotropy:



Materials

File Edit Function Texture

Material preview grid showing various textures like 'gloss', 'plastic', 'metal01', etc.

Coordinates

Position	Size	Rotation
X 0 m	X 0 m	H 0 °
Y 0 m	Y 0 m	P 0 °
Z 0 m	Z 0 m	B 0 °

Object Size Apply





