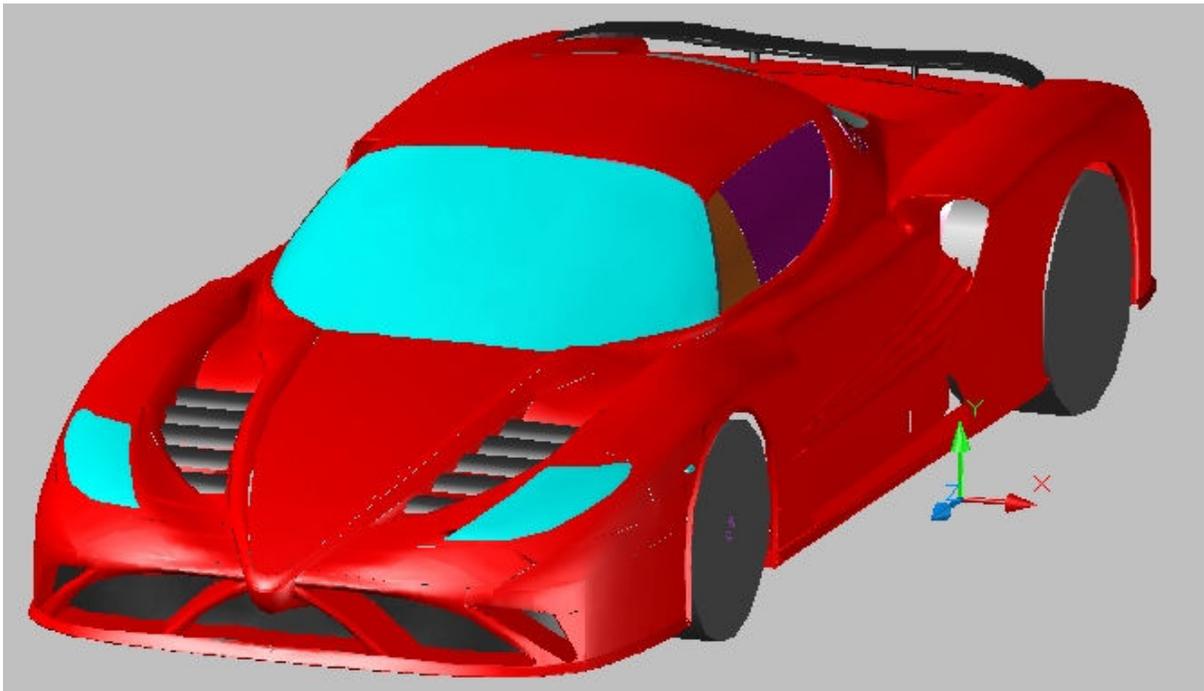


**Università degli studi di Modena e Reggio Emilia**  
**Facoltà di Ingegneria**  
**C.d.L Magistrale in Ingegneria del Veicolo**  
**A.A. 2009/2010**

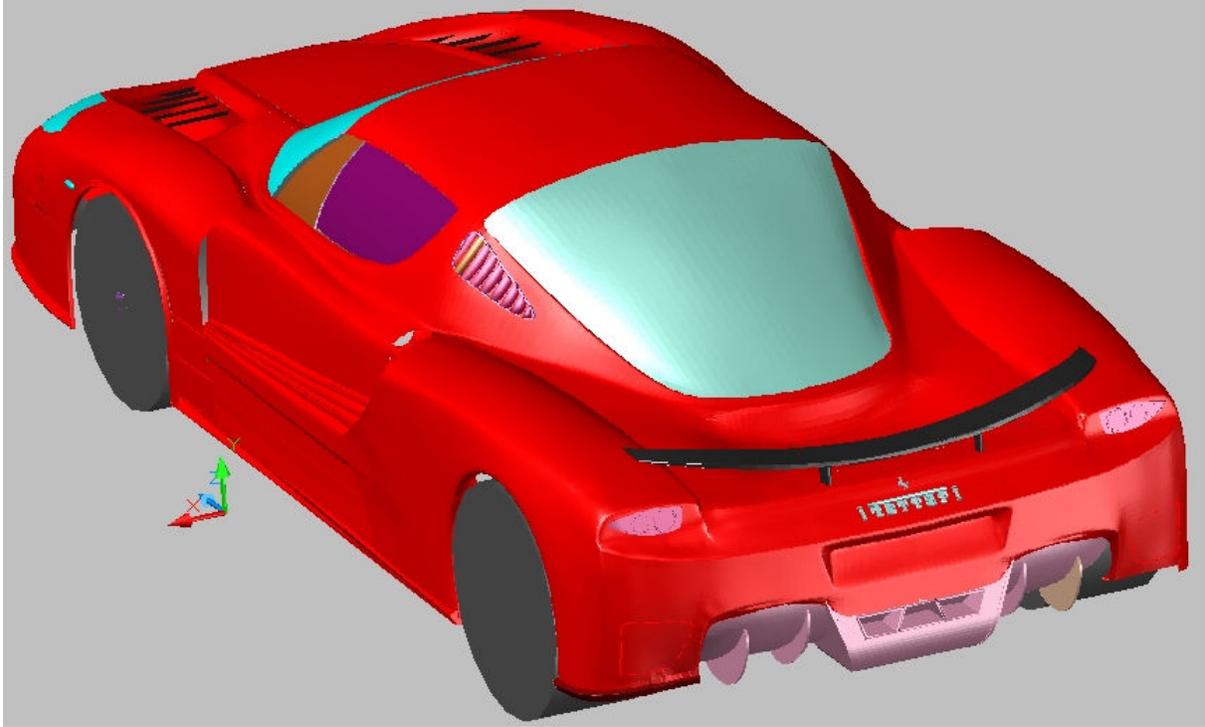
## **Relazione di Disegno di Carrozzeria**

Enrico Andreoli  
Luca Borsari  
Michele Cavazzoni  
Simone Dondi  
Davide Olivieri  
Simone Venturelli

*Progetto “Ferrari Enzo 2010 F”*



*Vista in prospettiva dal fronte*



*Vista in prospettiva dal retro*

## *Indice*

INTRODUZIONE.....	4
NORME PER L'OMOLOGAZIONE.....	4
SVOLGIMENTO.....	5
SCELTE PROGETTUALI .....	6
TELAIO .....	6
POSIZIONAMENTO DI "OSCAR" .....	9
CARROZZERIA.....	16
PRESE D'ARIA ANTERIORI.....	17
PRESE D'ARIA LATERALI.....	17
SFOGHI ARIA POSTERIORI.....	17
TARGA.....	18
FANALI ANTERIORI.....	18
FANALI POSTERIORI.....	21
ASPETTI CARATTERISTICI .....	22
RIEPILOGO FLUSSI D'ARIA INTERNI ALLA VETTURA .....	23
APERTURA PORTIERE, COFANI E FINESTRINO .....	26
DISEGNO .....	31
DATI TECNICI .....	33

## INTRODUZIONE

Il progetto assegnato è consistito nella realizzazione di una carrozzeria per un'ipotetica rivisitazione della celebre Ferrari Enzo, montata sul medesimo telaio della Maserati MC12. Il lavoro di progettazione si è incentrato su tre aspetti chiave:

- mantenimento generale dello stile del modello precedente;
- introduzione ove possibile di elementi innovativi;
- rispetto delle norme per l'omologazione stradale dell'auto.

La criticità del progetto si è manifestata in effetti nel riuscire a mantenere gli stilemi classici Ferrari e al contempo nel portare innovazione in una vettura che per natura è estremamente aggressiva. Il prodotto dello studio vuole dunque essere un'auto stradale che risponda ad esigenze di comfort e sicurezza, ma che al contempo mantenga la sua linea altamente sportiva. Assieme ai dati tecnici e alle misure principali della piattaforma da rispettare, come passo e carreggiate, sono presenti altri vincoli di progetto:

- le dimensioni e le posizioni dei radiatori di acqua e olio (con relative prese d'aria);
- la dimensione e la posizione del serbatoio;
- la forma del montante B;
- il motore e la sua collocazione con annessa trasmissione (posteriore);
- le sospensioni e la loro posizione;

## NORME PER L'OMOLOGAZIONE

Si riportano di seguito alcune delle principali norme di omologazione delle quali si è tenuto conto in fase progettuale.

**ANGOLO D'ATTACCO E D'USCITA:** devono essere almeno di 7°.

**ANGOLO DI VISIBILITA'** (verticale): deve essere non inferiore a 5° su tutta la superficie del cofano; in almeno un punto deve valere 7°.

**ANGOLO DI VISIBILITA'** (orizzontale): deve essere maggiore di 15° verso il montante sinistro e maggiore di 45° verso il montante destro (considerando Oscar un monocolo).

**ALTEZZA MINIMA DA TERRA DELLA ZONA DEFORMABILE:** in Italia un pendolo con asse alto 445 mm deve colpire una parte deformabile (nell'anteriore). Non deve colpire la carrozzeria. Per l'omologazione americana, l'altezza dell'asse deve essere di 508 mm. Al fine di poter presentare il frutto del progetto a un mercato mondiale si è scelto di rispettare la normativa americana in quanto nettamente più stringente rispetto alla europea.

**ALTEZZA MINIMA DA TERRA DEL VEICOLO:** deve essere superiore a 120 mm. Questo implica che un parallelepipedo di altezza 120 mm possa scorrere sotto alla vettura senza incontrare ostacoli per tutta la lunghezza del passo.

**DISPOSIZIONE DEI FARI:** luci di posizione, indicatori di direzione e luci abbaglianti devono essere dentro alla sagoma del veicolo, ad un'altezza minima da terra di 350 mm, distanza minima tra loro di 600 mm e distanza massima dal fuori tutto di 400 mm. Le luci anabbaglianti hanno distanza minima tra loro di 600 mm, distanza massima dal fuori tutto di 400 mm, altezza compresa tra 500 e 1200 mm. Al posteriore: altezza da terra delle luci secondarie compresa tra 350 e 1500 mm, distanza minima tra i gruppi di 600 mm e di 400 mm dal fuori tutto. Obbligatorie le luci d'arresto, un retronebbia e le luci per la retromarcia. La targa deve avere altezza minima di 250 mm da terra e deve essere illuminata. Le dimensioni della targa standard devono essere 340x115mm.

**PROFONDITA' MINIMA DELLA ZONA DEFORMABILE:** la zona deformabile deve presentare una profondità di almeno 200 mm dal punto più esterno della parte frontale della vettura per la prova di crash detta anche crash test (non esplicitamente trattato come argomento perché di vasta trattazione insieme alla problematica dell'urto pedone).

## SVOLGIMENTO

Il lavoro è cominciato nel ricavare le misure principali di telaio e componenti dalle tavole in scala 1:5 del layout della Maserati MC12, fornite su carta lucida. Successivamente si è deciso di procedere con le scelte chiave del progetto come la modifica di eventuali parti del telaio non soggette a vincoli quali curvano, montante A, fondo vettura, radiatore acqua e relativa presa d'aria, presa d'aria air-box, scelta degli pneumatici e posizionamento del punto H. Particolarmente critico è risultato quest'ultimo punto (di fondamentale importanza) e pertanto si è deciso di procedere nella determinazione del punto H mediante l'ausilio dei software CAD Autocad 2010 e Catia V5 R19: in Autocad si è realizzato un modello 3D del telaio della vettura mentre in Catia si è sfruttato il pacchetto contenente il manichino Oscar regolamentare. Si sono importate in Autocad le misure delle parti fondamentali del telaio ricavate manualmente dai lucidi a disposizione. Si sono quindi realizzate 2 viste: il fianco sinistro e la pianta. Da queste si è potuto ottenere il modello 3D del telaio completo in tutte le sue parti attraverso l'incrocio di estrusioni di profili coincidenti nelle varie viste. La semplice estrusione non è però efficace nella rappresentazione corretta di componenti curvati nello spazio quali i montanti A e B e l'ingresso della presa d'aria ricavato nel telaio. Per tali componenti si sono sfruttate le linee indicanti cambi di curvatura, riportate nei prospetti, al fine di ricostruire per punti le superfici. La posizione spaziale di ciascun punto di cambio curvatura è stata ottenuta combinando la quota della relativa linea di cambio pendenza nelle due viste laterale e superiore. Si ottengono così una serie di punti che interpolati attraverso spline nello spazio forniscono la linea guida del profilo dei componenti.

Si è inoltre importata in tale modello la geometria di un sedile sportivo reale per poter così posizionare il manichino considerando anche lo spazio tra il punto H e il punto di appoggio al sedile.

Ottenuto così il telaio si è importata la geometria in Catia e si è ricercato il posizionamento ottimale del manichino, come descritto al paragrafo corrispondente nel capitolo “scelte progettuali”.

Durante la fase di progetto della carrozzeria si è sfruttato il modello 3D del telaio per evitare compenetrazioni di materiale tra telaio e carrozzeria.

Per quanto riguarda la scelta di stile della carrozzeria si è iniziato dapprima realizzando alcuni bozzetti di massima per poi passare alla definizione delle principali linee del profilo. Lo sviluppo della linea del veicolo è successivamente andato di pari passo con le esigenze progettuali che si sono via via manifestate.

## SCELTE PROGETTUALI

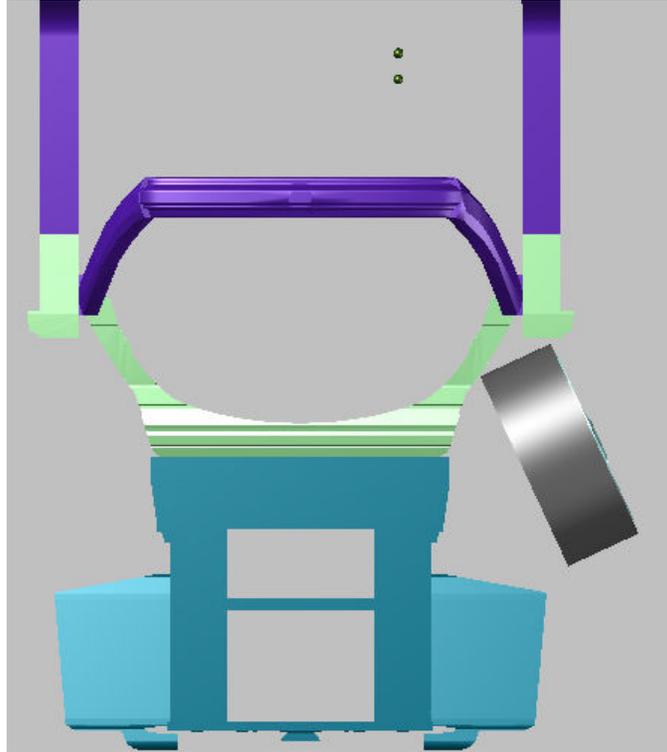
### **TELAIO**

Le tavole a nostra disposizione che definiscono la piattaforma della MC12 adottano come riferimento orizzontale la parte più bassa del telaio (allineata alle rette orizzontali del reticolo). Essendo dotata di pneumatici diversi all’anteriore e al posteriore questa si presenta quindi come se fosse leggermente ruotata: questo conferisce alla MC12 un assetto con una altezza da terra minore all’anteriore rispetto al posteriore.

Nel progetto del nostro veicolo per rispettare la minima altezza da terra regolamentare (parallelepipedo alto 120mm che deve passare sotto alla vettura senza toccare parti della stessa), si è deciso di procedere semplicemente abbassando le ruote rispetto alla posizione scelta nella MC12 e togliendo il camber, riducendo in tal modo un minimo l’assetto sportivo e prediligendo quello stradale. L’assetto sportivo è invece stato mantenuto dal punto di vista dell’inclinazione della vettura osservabile lateralmente: la congiungente i due centri ruota risulta infatti essere parallela al fondo del telaio ma essendo i due pneumatici di diametro differente si determina un’inclinazione verso l’anteriore del telaio e della carrozzeria. Come conseguenza di tale inclinazione verso l’anteriore del veicolo quando appoggiato a terra, nella vista dal fianco nelle proiezioni ortogonali appare la linea del suolo (tangente alle due circonferenze ruota) inclinata rispetto alla linea orizzontale di fondo telaio. La rappresentazione del piano di forma in scala 1:5 è stata comunque realizzata mantenendo orizzontali telaio e carrozzeria (in modo da agevolare la rappresentazione e la leggibilità del progetto di quest’ultima) e rappresentando la linea di terra inclinata.

Il posizionamento del manichino e del relativo punto H, descritti al paragrafo successivo, hanno comportato lo spostamento verso l’anteriore del montante A, con lieve modifica della curvatura e delle dimensioni dello stesso. Si è quindi deciso di realizzare un nuovo parabrezza e al fine di ottenerne un’inclinazione maggiore rispetto a quello della MC12, è stato anche spostato in avanti il curvano, modificandone leggermente la forma. Realizzando tali modifiche si è prestata particolare attenzione a non interferire con altri ingombri del telaio; in particolare, per quanto riguarda

l'avanzamento dei montanti, si è controllato di non creare interferenza con la posizione delle ruote sterzate.



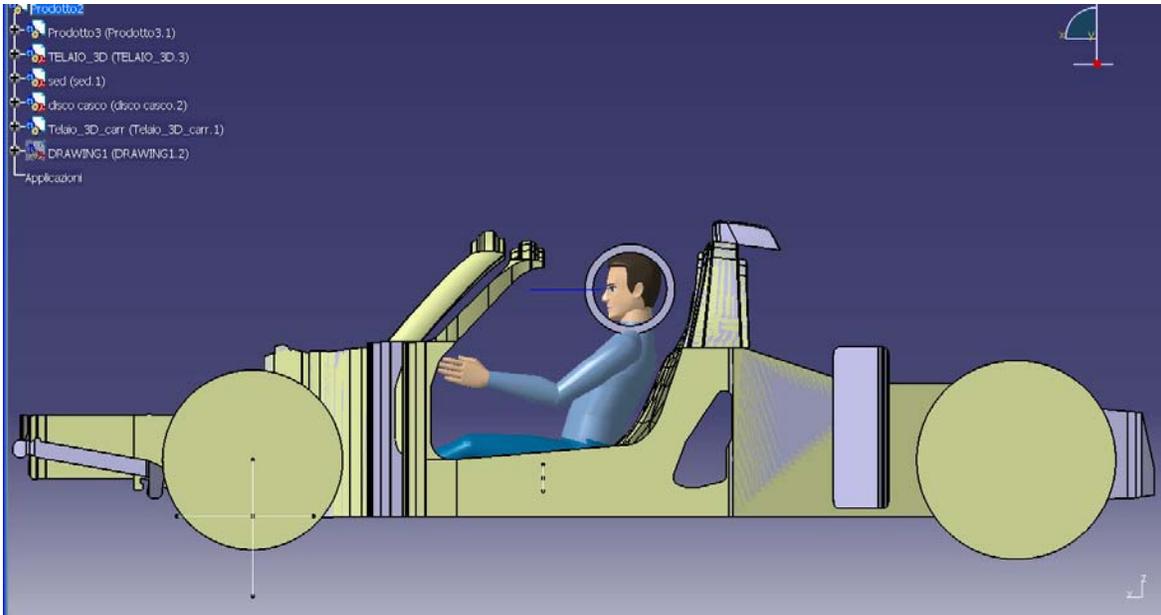
*Si osserva che l'avanzamento del montante non limita lo sterzo in quanto la ruota va a colpire prima la parte di telaio non influenzata dall'avanzamento dei montanti.*

Per quanto riguarda, invece, l'avanzamento del curvano si è verificato di non interferire con le sospensioni anteriori. A tale proposito è bene precisare che l'accessibilità alle sospensioni rispetto alla vettura da competizione MC12 è sicuramente peggiorata, seppur ancora possibile ed accettabile per una vettura stradale che non necessita di modifiche rapide e frequenti agli organi sospensivi. Il limite più avanzato verso l'anteriore del curvano nella MC12 era arretrato di 152 mm rispetto all'assale anteriore; nella nostra vettura è invece stato portato a 29 mm in avanti rispetto all'assale anteriore. L'avanzamento è stato quindi di 171 mm.

Visto che l'avanzamento dei montanti è stato di 130 mm (inferiore ai 171 mm di avanzamento del curvano) si è ottenuto un parabrezza più inclinato rispetto a quello della MC12, il che conferisce senz'altro una maggiore aerodinamicità e un migliore impatto estetico.

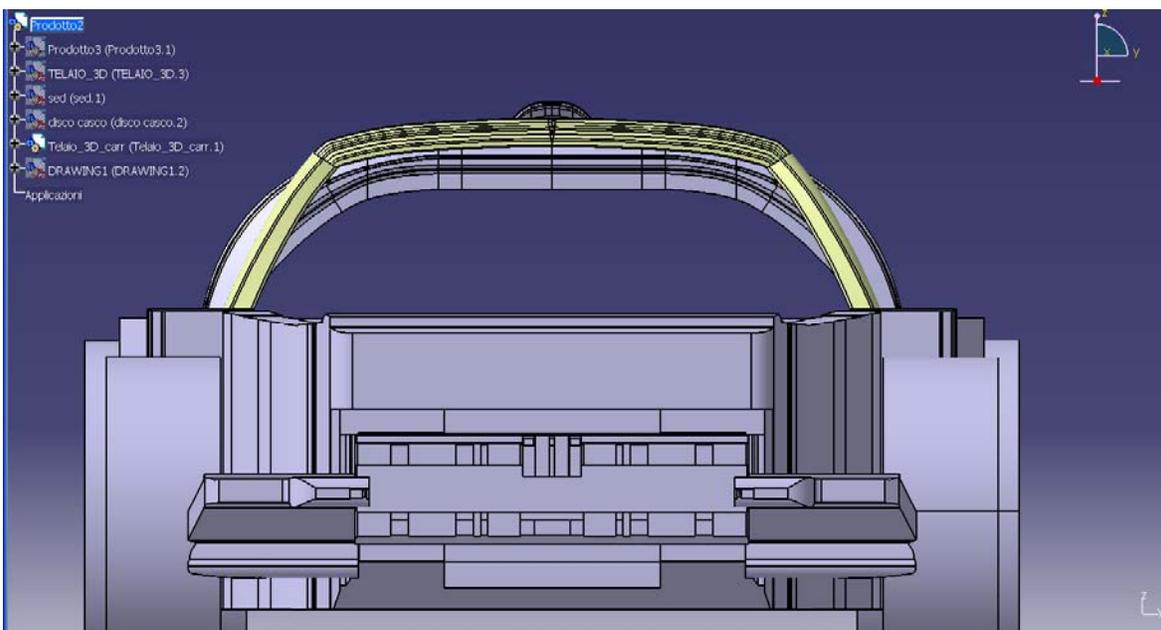
L'innalzamento dei montanti ha determinato un incremento dell'altezza dell'abitacolo, tuttavia l'estremo superiore dei montanti si trova ad una quota inferiore rispetto all'estremo superiore della parte di telaio che costituiva la presa d'aria della MC12, quindi dalla vista laterale la capotta appare leggermente inclinata verso il basso: tale andamento è in accordo con l'inclinazione dell'intera vettura.

Aumentando l'altezza dell'abitacolo si è migliorato il comfort del guidatore, oltre al rendere più agevole l'entrata e l'uscita dalla vettura. Avanzando i montanti, infatti, si è incrementata la lunghezza della portiera.

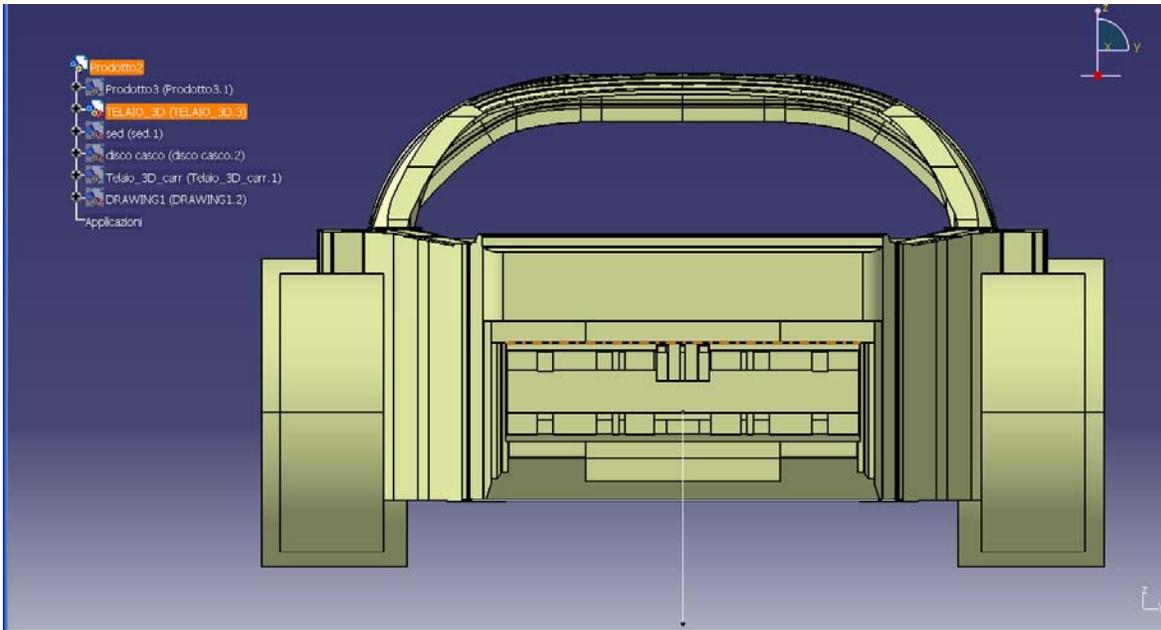


*Raffigurazione dello spostamento dei montanti con relativo ampliamento della zona di ingresso*

Per quanto riguarda la nuova forma conferita ai montanti A, ci si è preoccupati di mantenere una linea tendenzialmente squadrata al parabrezza, per evitare un effetto “cupola” piuttosto sgradevole esteticamente. L’inclinazione dei montanti A rispetto al centro della vettura è inoltre tale da determinare una forma dell’abitacolo più stretta all’anteriore rispetto al posteriore: questo favorisce l’ingresso del flusso d’aria nelle due griglie poste a lato del lunotto posteriore.



*Visualizzazione della nuova configurazione dei montanti*



*Montanti originali del telaio appartenente alla Maserati MC12*

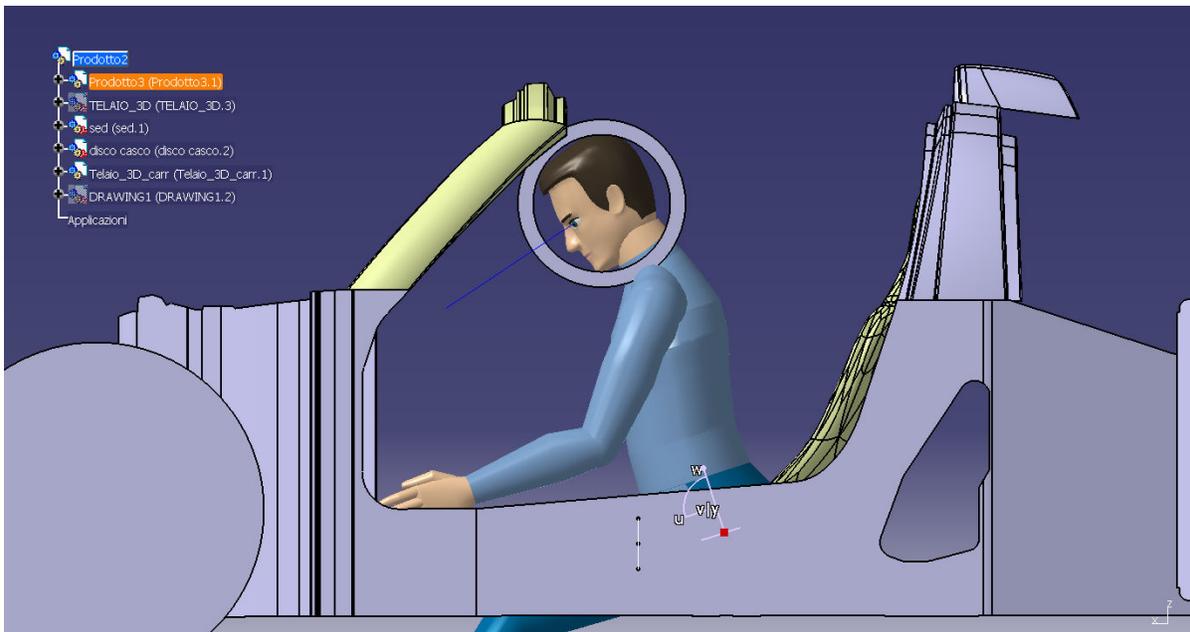
I radiatori dell'acqua sono stati lasciati tali e quali all'originale: questa scelta ha consentito di migliorare l'estetica e la funzionalità, poiché le due uscite d'aria laterali posizionate sul cofano conferiscono aggressività e al contempo si evita di far confluire l'aria calda verso il parabrezza, condizione assai negativa in quanto porta al quasi totale annullamento degli effetti del sistema di condizionamento interno all'abitacolo e quindi ancora una volta del comfort del guidatore.

Una differenza importante rispetto alla MC12 è stata quella di adottare due prese d'aria motore laterali anziché una singola centrale sulla capotta. Al fine di adattare il nostro progetto al telaio della MC12 è stato necessario inglobare nella carrozzeria la parte di telaio che nella MC12 costituisce l'ingresso della presa d'aria: includere completamente tale porzione di telaio all'interno della carrozzeria ha determinato un aumento dell'altezza dell'abitacolo nella sua parte posteriore, il che ha permesso di sistemare Oscar in una posizione più rialzata e con un'inclinazione dello schienale del sedile molto più confortevole rispetto alla vettura da competizione MC12.

Alle nuove prese d'aria sono state inoltre affiancate feritoie laterali sul lunotto posteriore, già presenti nella Ferrari Enzo, al fine di permettere lo sfogo del calore statico, ovvero del calore generato dal motore ad auto ferma o quasi (situazione assai frequente in città). Il serbatoio della benzina è uno dei componenti della vettura che non era possibile modificare o spostare: con l'introduzione delle prese d'aria laterali si è dovuti dunque ricorrere al riposizionamento del bocchettone di rifornimento, sempre considerando tutti gli accorgimenti in termini di ingombri e posizione riguardanti la realizzabilità e la raggiungibilità di quest'ultimo nel momento del rifornimento al distributore di benzina.

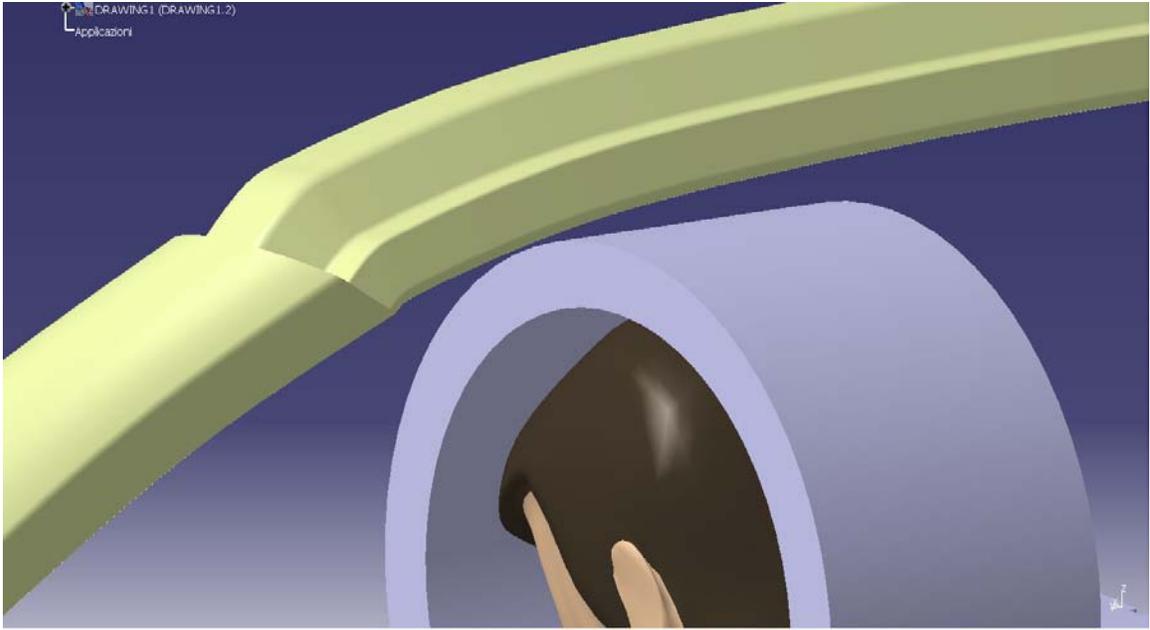
## **POSIZIONAMENTO DI "OSCAR"**

Per l'individuazione della posizione di guida è stato utilizzato il manichino regolamentare "Oscar" messo a disposizione dal software Catia, di altezza pari a 1755.8 mm (maschio, razza americana, 50 percentile). La normativa prevede tuttavia che il manichino abbia un'altezza di 178 cm comprensivi di casco e per tale motivo è stato fatto "indossare" ad Oscar un casco di spessore 3 cm, rappresentato da un anello circolare estruso collocato attorno alla testa: nella scelta della posizione di collocazione si è preferito rimanere in sicurezza posizionando il casco leggermente al di sopra dei capelli di Oscar e non esattamente al termine della linea evidenziata da Catia come termine della testa del manichino. La posizione di guida all'interno dell'abitacolo, in virtù della connotazione supersportiva del veicolo, rimane comunque piuttosto allungata ed infossata, tuttavia, grazie alle modifiche riportate al telaio descritte in precedenza, è stato favorito l'incremento degli angoli di visibilità del pilota oltre a garantire la sicurezza di Oscar nel caso di urto: il manichino, infatti, ruotando attorno al punto H (punto d'intersezione dell'asse di rotazione tra tronco e cosce e il piano longitudinale mediano verticale del posto a sedere nella posizione di utilizzo normale più bassa e più arretrata descritta dal costruttore), non incontra ostacoli fino all'urto con l'apposito airbag del volante.

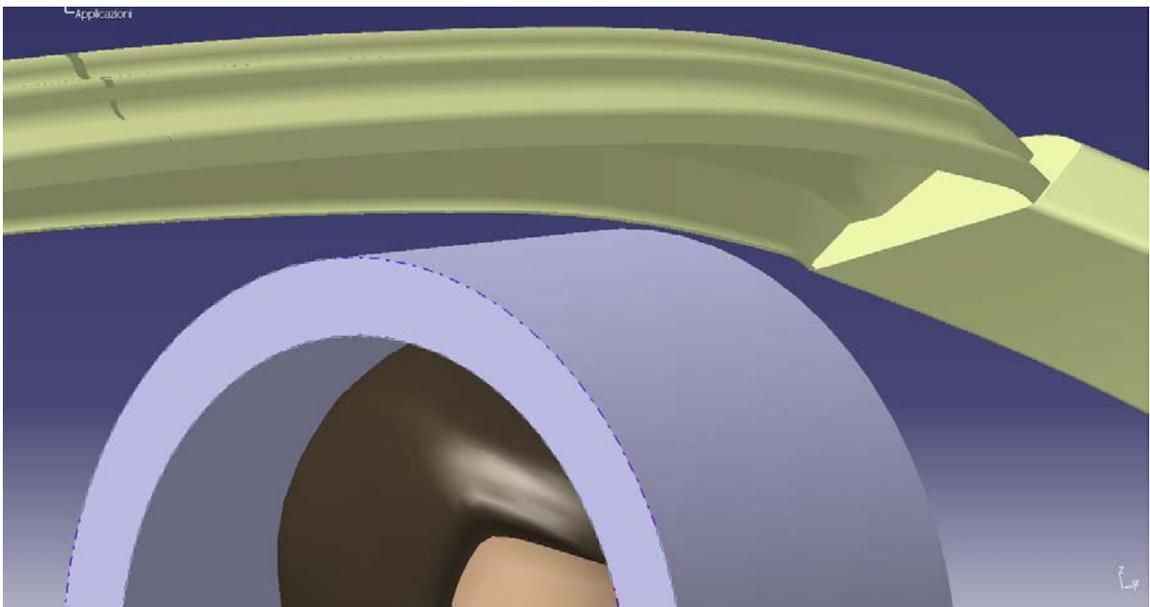


*Vista laterale con Oscar ruotato di 20° rispetto alla verticale  
(posizione più critica per l'urto contro al montante)*

*Ingrandimenti di viste prospettiche con Oscar ruotato di 20° rispetto alla verticale*

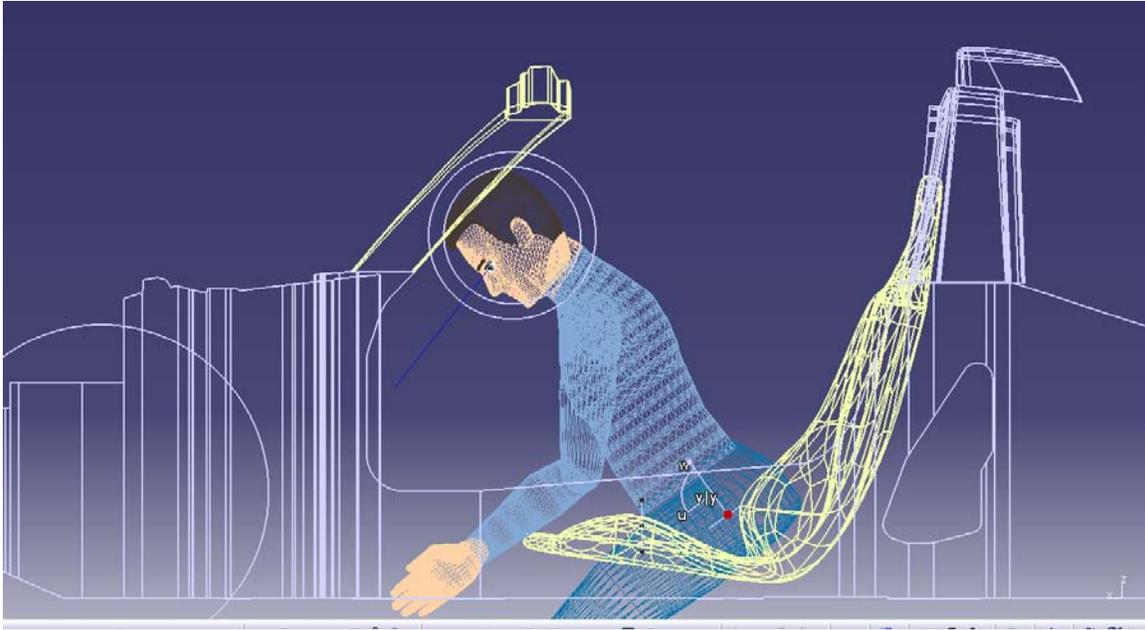


*Vista dal retro*



*Vista dal fronte*

*Angoli maggiori o minori di 20° determinano in ogni caso una maggiore distanza del caso dal montante.*



*Immagine raffigurante Oscar ruotato per mostrare l'assenza di possibilità di urto con il parabrezza*

L'angolo scelto per l'inclinazione dello schienale è di 15°.

Dopo successivi interventi e riposizionamenti di Oscar per far coincidere e soddisfare tutte le specifiche, non ultima quella relativa all'angolo di visibilità anteriore fissato in 7°, si è finalmente raggiunto un posizionamento definitivo. Il punto H è stato posizionato alle quote:

X = 1236,5 mm

Y = -310 mm

Z = 163,2 mm

Si è scelto come sistema di riferimento una terna destrorsa X Y Z avente origine O (rappresentata nel piano di forma) situata nel punto di intersezione tra il piano di simmetria longitudinale del veicolo, il piano che individua il fondo del telaio e l'assale anteriore (asse che congiunge i centri ruota anteriori). In particolare l'asse X è diretto verso il retro della vettura, l'asse Y verso il lato destro della vettura, l'asse Z verso l'alto.

Il posizionamento del punto H non è estremo come accade solitamente nelle supersportive ma viene mantenuta comunque la possibilità di una leggera modifica della posizione di guida in base alle esigenze di ciascun guidatore pur mantenendo buone visibilità.

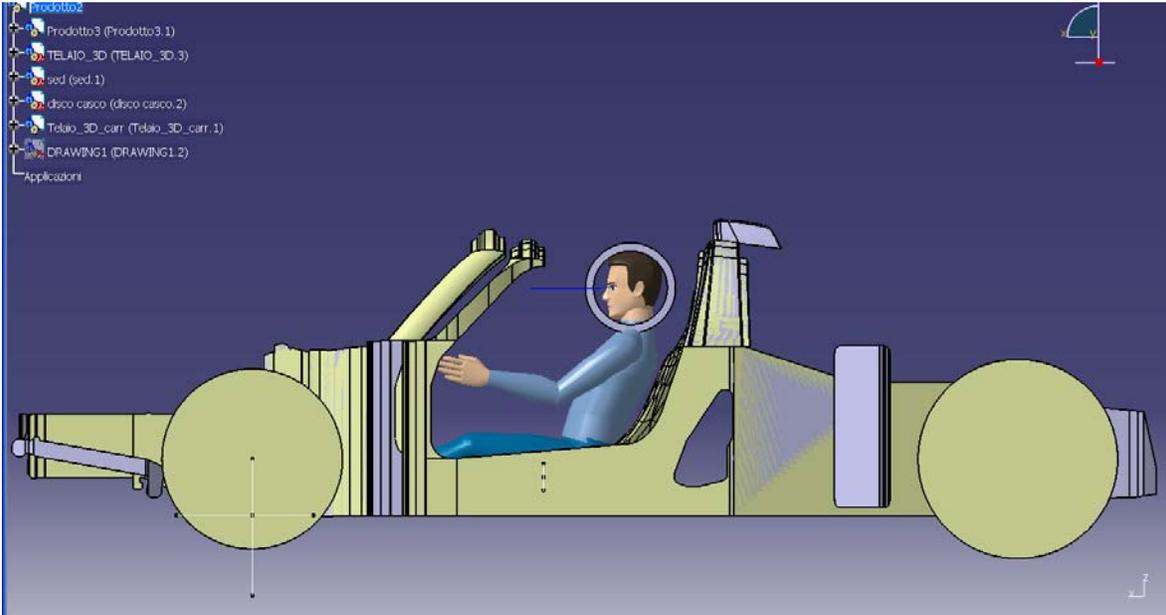
Dal posizionamento di Oscar si riporta di seguito la posizione dell'occhio:

X = 1318.5 mm

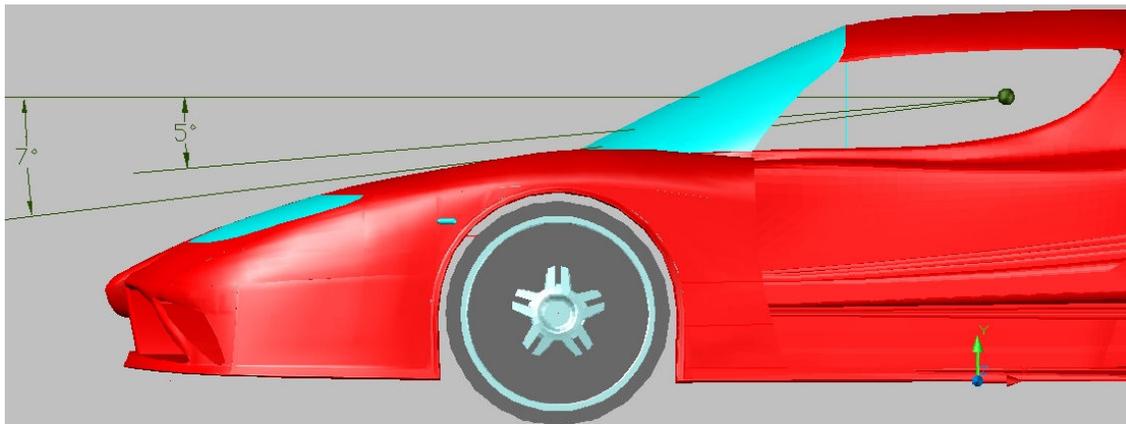
Y = -310 mm

Z = 834 mm

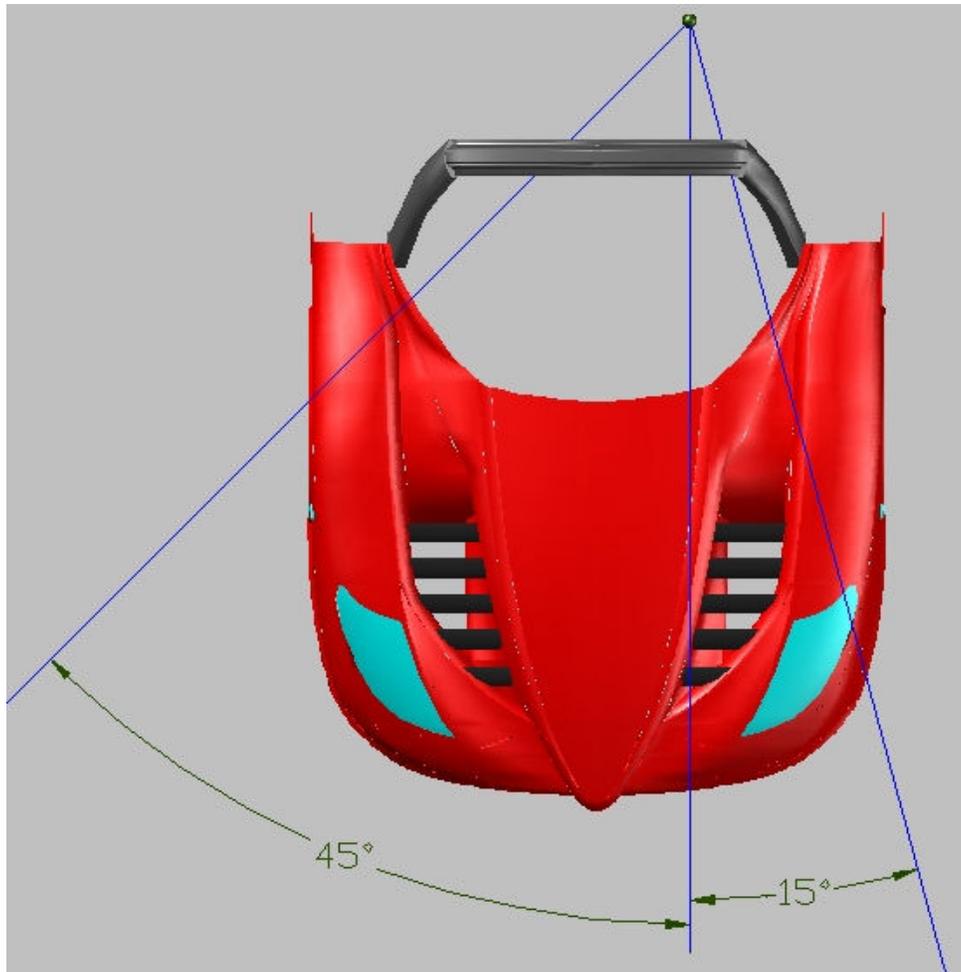
Questa risulta essere fondamentale per stabilire la linea di vista e di conseguenza l'angolo di visibilità verticale che come accennato in precedenza risulta essere di  $7^\circ$  rispetto alla linea di vista (disposta orizzontalmente) sulla maggior parte del cofano e di  $5^\circ$  ovunque. Gli angoli di visibilità in direzione orizzontale sono ampiamente rispettati: da normativa devono risultare di almeno  $15^\circ$  verso il lato sinistro della vettura e di almeno  $45^\circ$  verso il lato destro.



*Posizionamento di Oscar con relativa linea di vista*

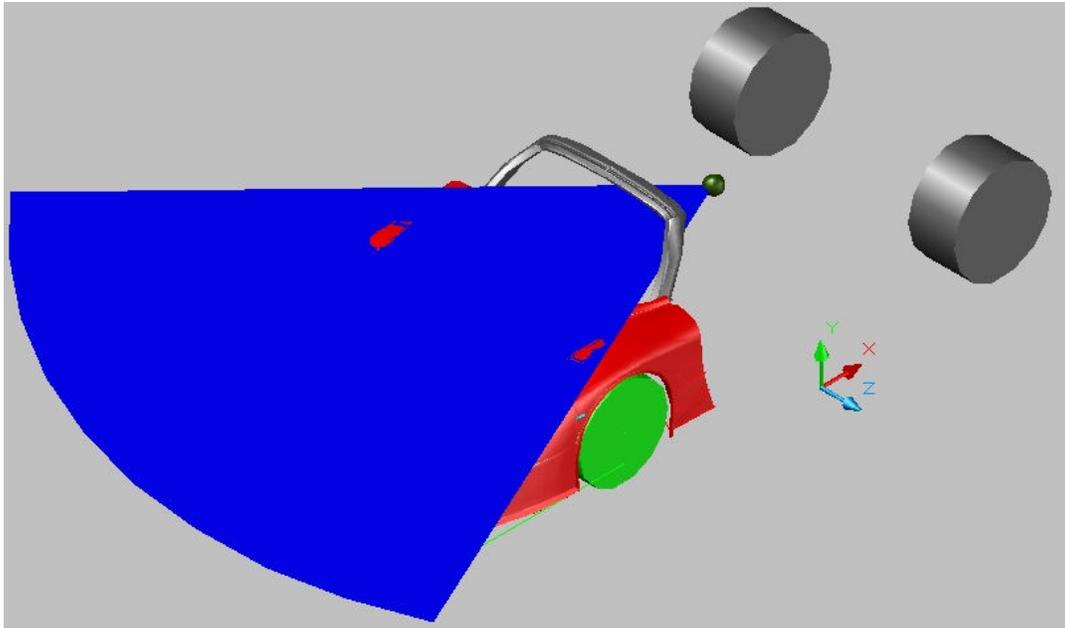


*Angoli di visibilità in direzione verticale rispetto alla linea di vista*

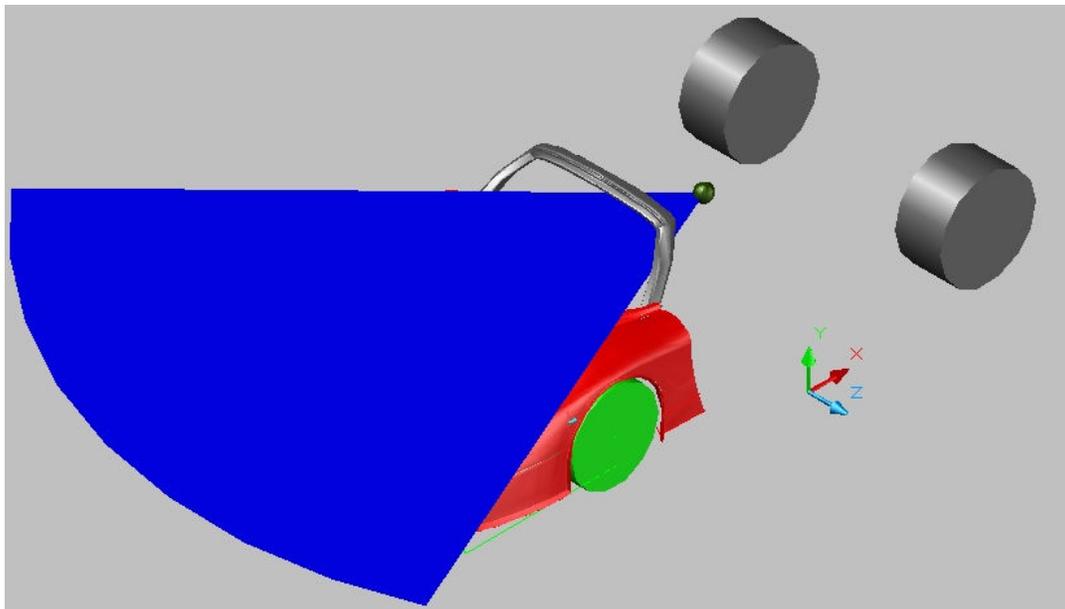


*Angoli di visibilità in direzione orizzontale rispetto alla linea di vista*

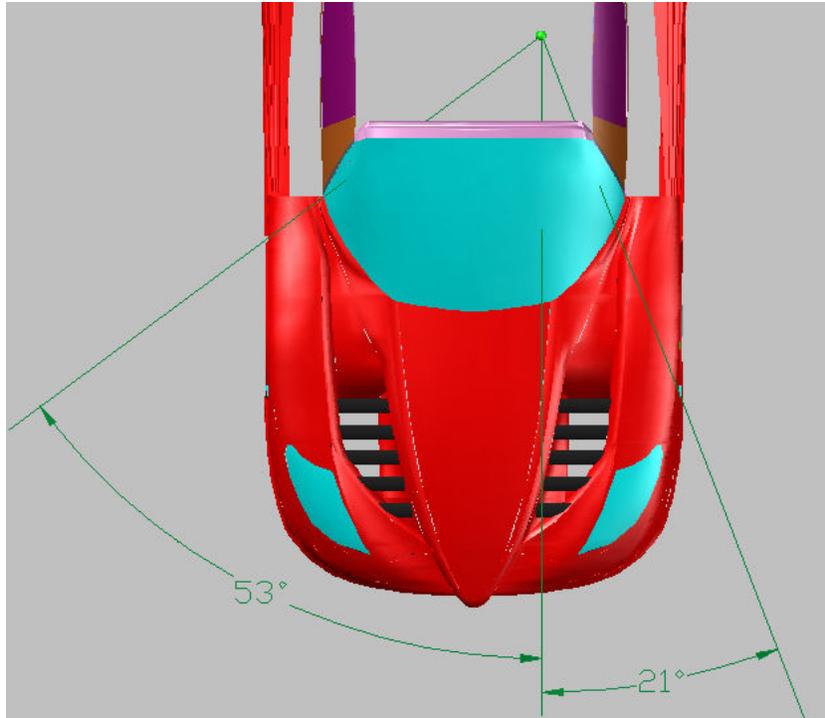
Con le immagini seguenti si mostra come, realizzando un settore circolare di color blu su un piano inclinato di  $7^\circ$  verso il basso, in direzione verticale rispetto alla linea di vista, si abbia un angolo di visibilità di  $7^\circ$  su tutta la superficie del cofano tranne in due ristrette zone appartenenti ai passaruota. In modo analogo si osserva che con i  $5^\circ$  di inclinazione non si ha interferenza in nessun punto a conferma della visibilità estesa a qualsiasi punto in riferimento ai  $5^\circ$ .



*Angolo di visibilità di 7° in direzione verticale mantenuto sulla quasi totalità del cofano*



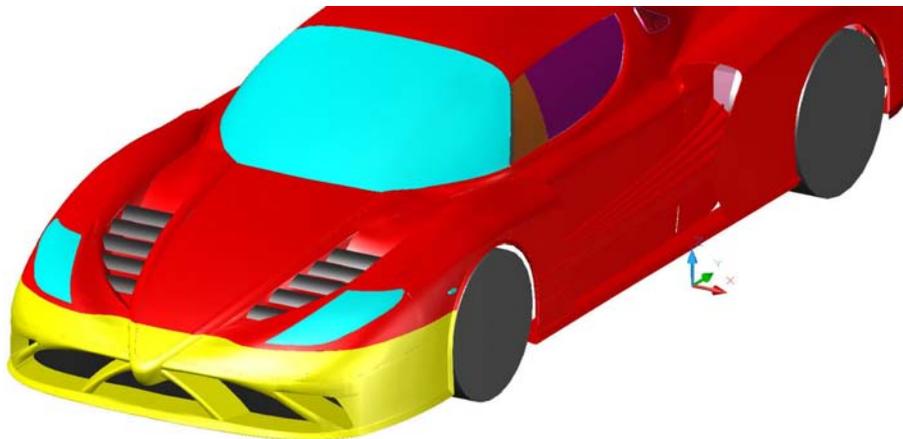
*Angolo di visibilità di 5° in direzione verticale mantenuto in qualsiasi punto del cofano*



*Angoli di visibilità orizzontali effettivi*

## **CARROZZERIA**

Scelto il bozzetto di massima da cui procedere col progetto, il lavoro è stato focalizzato soprattutto nello sviluppo parallelo di carrozzeria e rispetto delle norme. In particolare ci sono vincoli di carrozzeria per quanto riguarda la prova del pendolo, per cui non si è potuto tenere troppo basso il musetto della vettura come risultava invece nei bozzetti preliminari. Si è riscontrato un problema, successivamente risolto, nella definizione della possibile zona d'urto nella parte frontale più esterna. Questo perché la carrozzeria non è un parallelepipedo in cui la zona esterna è alla stessa quota di quella centrale; perciò per poter tenere un'altezza di almeno 508 mm su tutta la zona di interesse si è ricorso alla realizzazione di una zona di possibile urto che si protrae fino al passa ruota e che non vada ad interferire con il fanale.



*In giallo si mette in evidenza il paraurti*

Inoltre per le prove di crash test è stata mantenuta una zona deformabile anteriore con una profondità di oltre 200 mm a partire dalla zona più estrema del musetto della vettura. In questo caso siccome l'impatto avviene frontalmente è sufficiente che i 200 mm siano presenti solo nella zona centrale dell'automobile; questa zona deve permettere la dissipazione dell'energia dovuta all'urto senza andare a compromettere l'apertura del cofano e il danneggiamento dei fanali anteriori. Si è trascurato però il problema di vastissima trattazione dell'urto col pedone che avrebbe limitato ancor più la nostra libertà di scelta. Si è cercato di conferire all'anteriore una forma che almeno in parte richiamasse un musetto da formula 1, in particolare la forma affusolata della punta centrale, il suo prolungamento lungo il cofano e la forma particolare del paraurti anteriore a richiamare la conformazione di una macchina da competizione a ruote scoperte ed al tempo stesso ricercare l'idea sviluppata in aeronautica di un'ogiva centrale, molto efficace dal punto di vista fluidodinamico ed aerodinamico.

### ***PRESE D'ARIA ANTERIORI***

Il posizionamento dei radiatori richiede la presenza di apposite prese ed uscite d'aria che vincolano sostanzialmente il design della carrozzeria. Sono stati realizzati convogliatori al di sotto del cofano per direzionare il flusso di aria di raffreddamento dei radiatori verso l'esterno dell'abitacolo. Si è deciso di procedere con una larga presa d'aria all'anteriore, divisa in due dal musetto, che asservisce al raffreddamento dei due radiatori dell'acqua; sono state poi realizzate altre due prese d'aria di dimensioni notevolmente minori ai lati con lo scopo di fare confluire aria e quindi raffreddare l'impianto frenante. Tutte le prese d'aria della vettura sono dotate di griglie protettive più o meno fini onde evitare l'ingresso di corpi che potrebbero compromettere il funzionamento degli scambiatori. In uscita sono presenti quattro sfoghi, due sopraccitati nel cofano coperti da flap in fibra di carbonio e due dietro alle ruote anteriori, che vengono richiamati con due aperture nella parte posteriore della fiancata adibiti al direzionamento del flusso verso i due radiatori dell'olio posizionati nel posteriore.

### ***PRESE D'ARIA LATERALI***

La fiancata è stata modificata inserendo un motivo, leggermente sporgente, a forma di freccia che divide l'imbocco della presa d'aria posteriore, destinata al raffreddamento dei radiatori dell'olio e dei freni, in due parti. Per non ridurre eccessivamente la sezione disponibile al passaggio dell'aria, la freccia è stata realizzata cava, ma dotata di unghiate al fine di non lasciare completamente sguarnita la sezione di passaggio dell'aria. Questo rende esteticamente la macchina più slanciata verso l'anteriore conferendole una maggiore sensazione di velocità. Naturalmente è richiesto che i materiali utilizzati siano di una certa qualità, leggeri e resistenti.

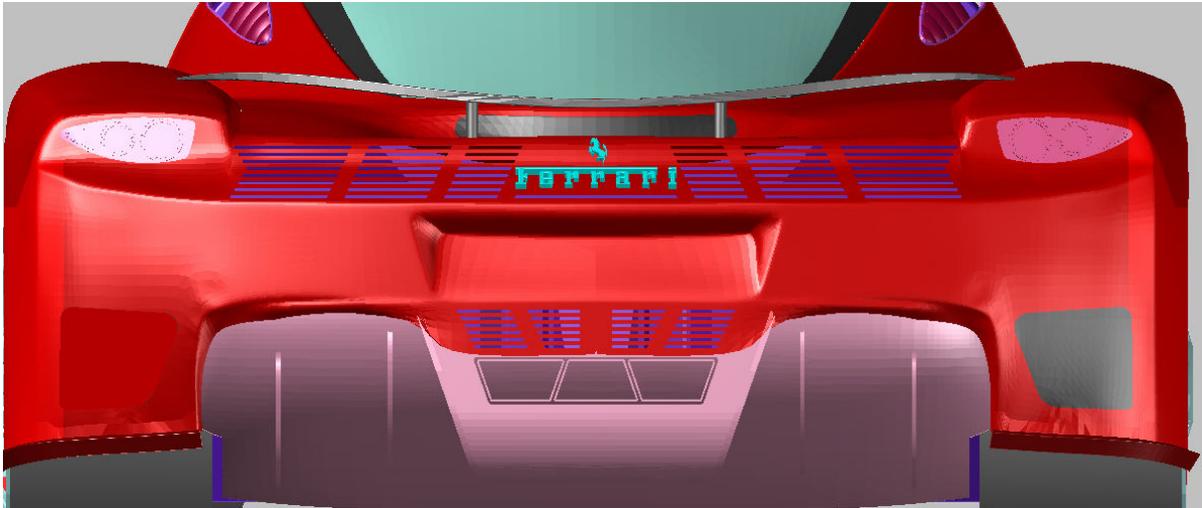
### ***SFOGHI ARIA POSTERIORI***

Abbiamo mantenuto la configurazione dei due estrattori posteriori in quanto utili ad alte velocità e segno caratteristico di una macchina ad alte prestazioni.

Per quanto riguarda gli scarichi, si è adottata la soluzione di un unico gruppo di scarichi centrali, presentante tre uscite di forma trapezoidale opportunamente assemblate tra loro; al posto dei

precedenti scarichi, sono state inserite due griglie di sfogo utili sia per il calore sviluppato dal motore sia dai radiatori dell'olio, ma soprattutto per l'impianto frenante posteriore.

Tuttavia, i principali sfoghi d'aria presenti nella parte posteriore della vettura sono costituiti da una griglia posta inferiormente al lunotto posteriore ed una serie di fessure (forma rettangolare, altezza 5 mm, larghezza inferiore a 200 mm) ricavati nella porzione di carrozzeria tra i due gruppi ottici posteriori. Le fessure posteriori non sono state rappresentate nel disegno cartaceo per evitare confusione di rappresentazione e perché risultava molto difficile rappresentarne lo spessore in scala 1:5. Si è dunque preferito mostrarne lo schema all'interno di questa relazione tecnica.



*Rappresentazione delle fessure per scarico aria al posteriore*

Altre fessure, aventi lo scopo di far uscire un flusso d'aria in grado di raffreddare i catalizzatori, sono realizzate al di sopra dei tubi di scarico e sono visibili nella figura sopra.

La griglia posta inferiormente al lunotto posteriore rappresenta una novità rispetto al modello Ferrari Enzo: questa ha il duplice scopo di far uscire l'aria di raffreddamento del motore e di indirizzarla verso l'alettone posteriore al fine di incrementare il carico aerodinamico.

Tale griglia, però, a causa delle ridotte dimensioni non è sufficiente a smaltire tutta l'aria entrante attraverso le ampie aperture laterali: per questo motivo si sono realizzati anche fori nella porzione di carrozzeria compresa tra i due fanali posteriori.

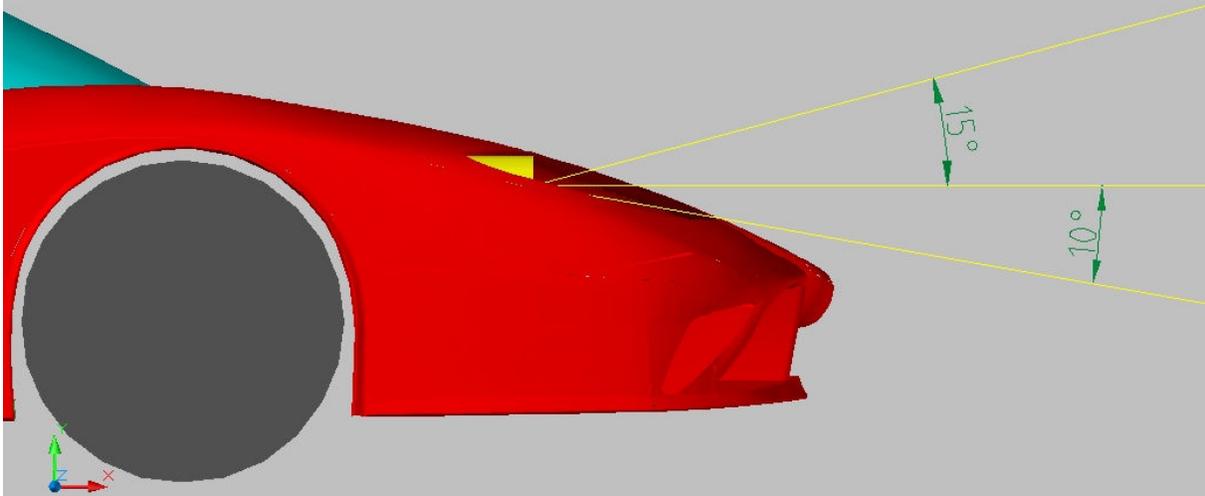
## **TARGA**

Relativamente alla targa, è stata rispettata la normativa, che prevede altezza minima di 250 mm da terra, l'illuminazione e dimensioni standard di 340x115 mm; questa è stata inoltre leggermente inclinata, essendo un'auto sportiva e piuttosto bassa, la lettura è in questo modo facilitata.

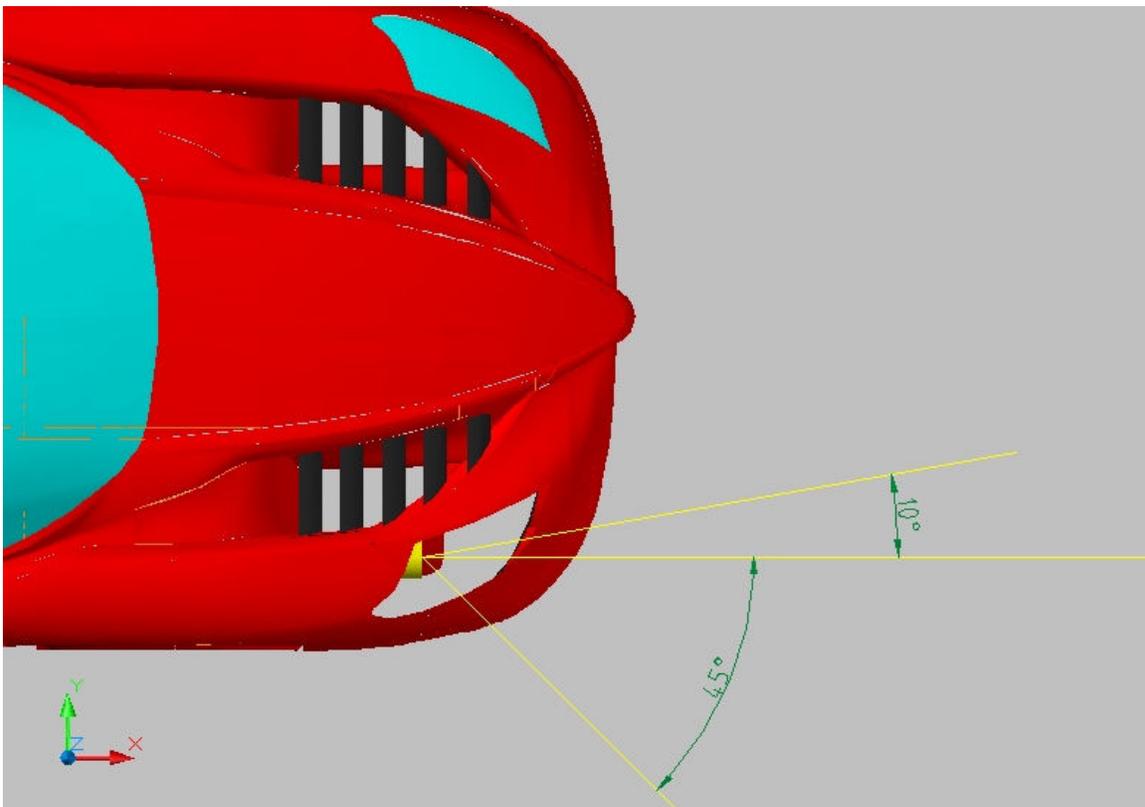
## **FANALI ANTERIORI**

Il progetto dei fari anteriori è stato piuttosto laborioso in quanto la dimensione del gruppo ottico omologato, utilizzato con la doppia funzionalità di anabbagliante ed abbagliante, risulta essere considerevole e pertanto difficoltoso da collocare all'interno di un frontale di una supersportiva con un cofano allungato e ribassato. Il fanale presenta una forma piuttosto semplice ma ugualmente

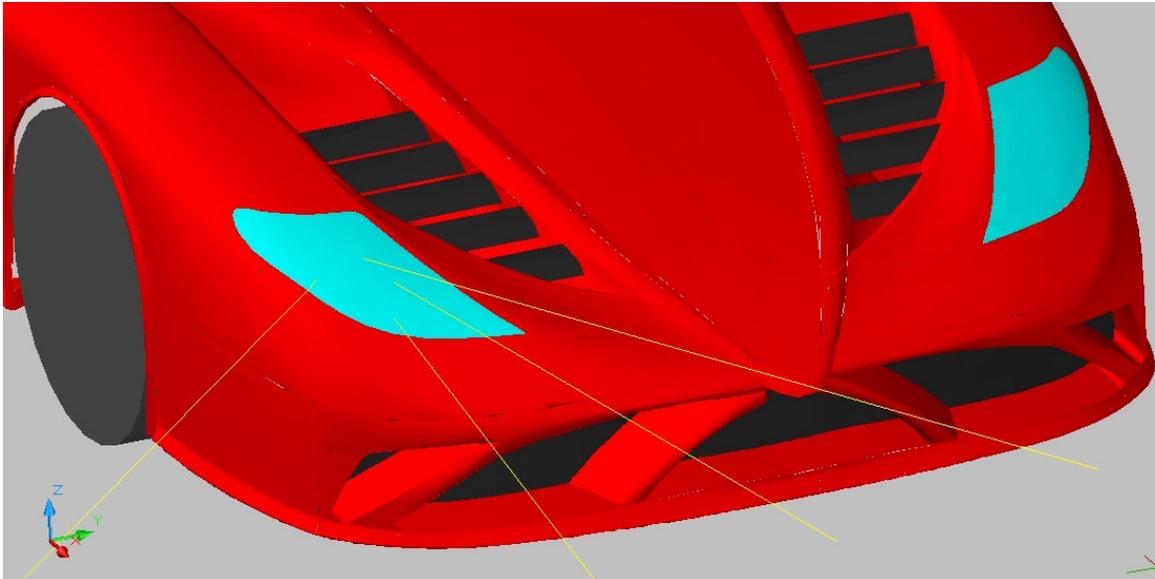
grintosa e soprattutto in grado di garantire tutti i gradi di visibilità del fascio luminoso prescritti dalla normativa. In particolare, come già detto, il fanale presenta una luce centrale che funge sia da abbagliante che anabbagliante in grado di garantire in verticale  $15^\circ$  verso l'alto e  $10^\circ$  verso il basso, mentre orizzontalmente  $45^\circ$  verso l'esterno e  $10^\circ$  verso l'interno.



*Angoli garantiti dal fascio luminoso verticalmente ( $15^\circ$  sopra e  $10^\circ$  sotto l'orizzontale)*

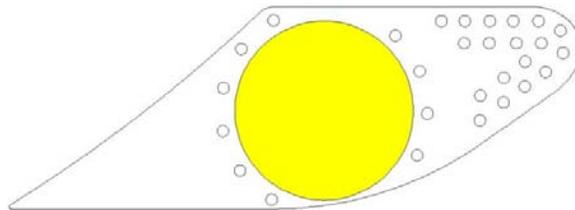


*Angoli garantiti dal fascio luminoso orizzontalmente ( $10^\circ$  verso l'interno e  $45^\circ$  verso l'esterno)*

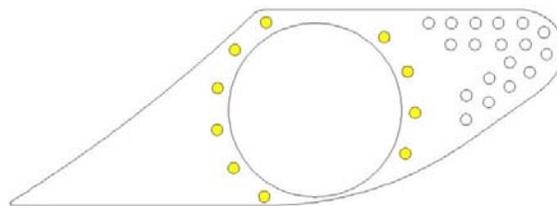


*Vista globale del fascio luminoso regolamentato: si osserva come i fasci luminosi con angoli da normativa intersechino la superficie trasparente del fanale e non la carrozzeria.*

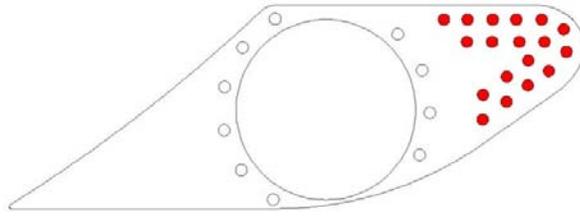
Le luci di posizione e l'indicatore di direzione sono stati realizzati tramite led, accertandosi che nessuna delle luci presenti nel gruppo interferisse con le altre presenti. Nonostante gli indicatori di direzione del gruppo ottico anteriore e posteriore siano visibili in parte anche dal fianco, si è deciso, sempre per rispettare alla lettera la normativa, di introdurre un' indicazione di direzione laterale in prossimità del passaruota anteriore.



*Fanale anteriore: luci anabbaglianti e abbaglianti*



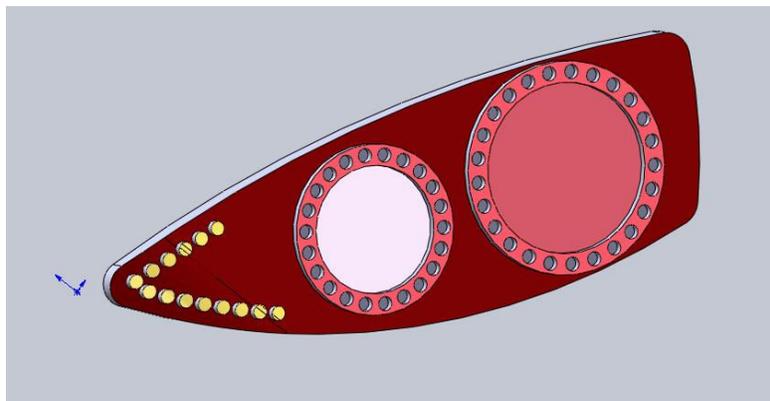
*Fanale anteriore: luci di posizione*



*Fanale anteriore: indicatore di direzione*

### **FANALI POSTERIORI**

Per quanto riguarda i fanali posteriori si è deciso di non riportare il classico gruppo ottico circolare tipico delle Ferrari, ma solo di richiamarlo in parte. Si è conformato il fanale posteriore con una sagoma triangolare nella quale viene però richiamata la forma circolare dei fari della Casa del Cavallino tramite lievi sporgenze ma soprattutto grazie alla configurazione delle luci tramite led. Per i fari posteriori si ha infatti maggiore libertà di realizzazione rispetto agli anteriori potendo così elaborare un gruppo nuovo e personalizzato ma pur sempre a norma, comprendente indicatori di direzione, retronebbia, retromarcia, luci di posizione e luci di stop. Il gruppo presenta l'indicatore di direzione in posizione esterna conformato tramite led a forma di freccia e le luci di posizione realizzate anch'esse tramite led disposti su due circonferenze di diverso diametro accostate. Quest'ultimi led presentano anche la funzione di luci di arresto potendo incrementare l'intensità luminosa in fase di frenata. La retromarcia e il retronebbia sono posizionati rispettivamente all'interno della prima e della seconda circonferenza generata dai led a partire da quella più esterna.



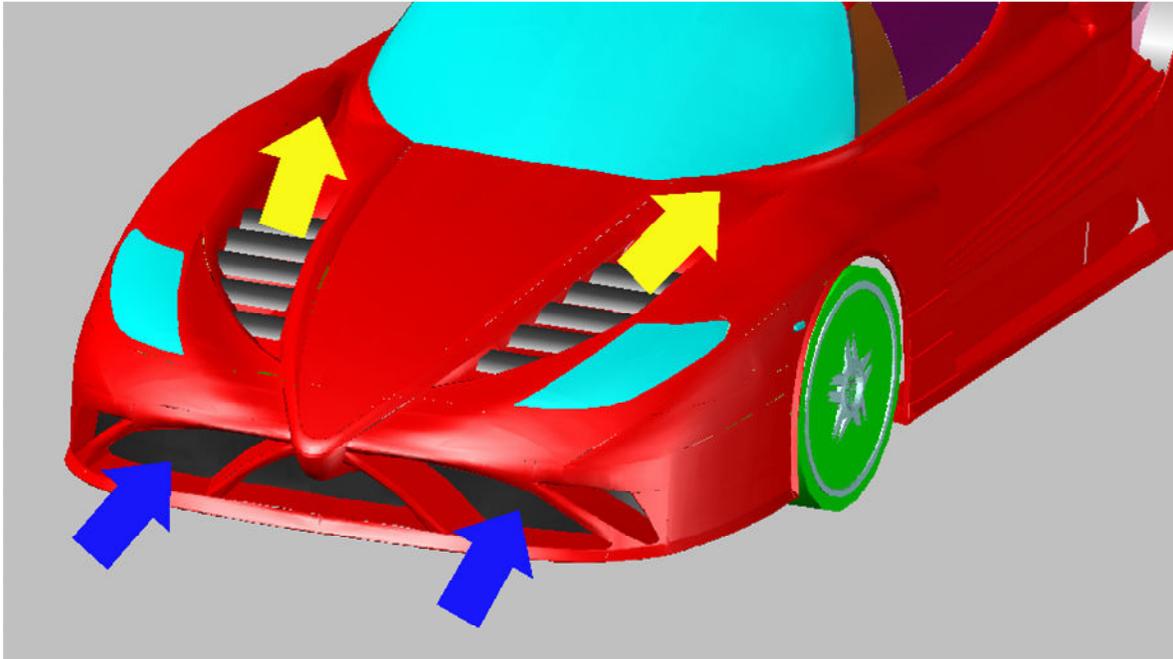
*Fanale posteriore*

## **ASPETTI CARATTERISTICI**

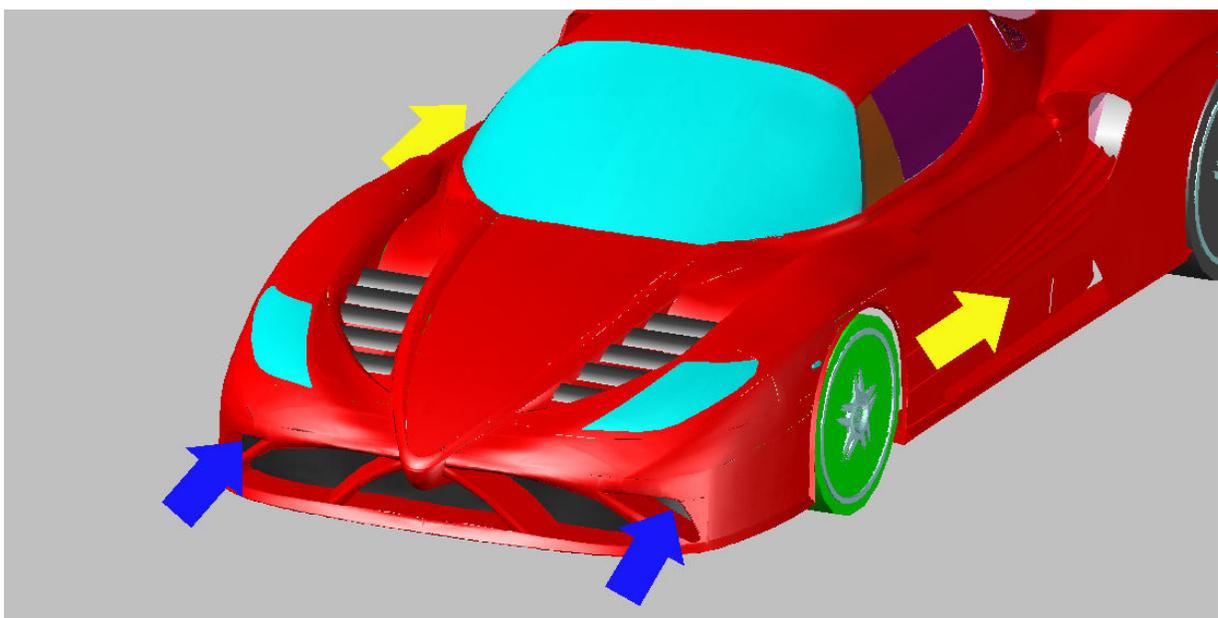
Si è cercato di innovare molto le forme, rendendo la vettura dolce e aggressiva al tempo stesso, mantenendo sempre un certo riferimento al canone estetico dello stile Ferrari. Il lunotto posteriore in vetro permette di vedere il motore dall'esterno ed è leggermente bombato ma conferendo ugualmente una forma snella ed affusolata alla vettura. Altra parte chiave è il brusco abbassamento della carrozzeria ricavato in prossimità della fine del lunotto posteriore. Il motivo di questo repentino cambio di quota è quello di poter realizzare un'apertura, dotata di una griglia opportunamente sagomata, per raffreddare il motore e per incrementare il flusso d'aria che investe l'alettone. Si è infatti deciso di dotare la vettura di alettone posteriore che sfrutta l'incavo per collocarsi in posizione esteticamente favorevole e non creare ingombro ulteriore alla sagoma della vettura: tale alettone è utile per aumentare il carico aerodinamico alle alte velocità raggiungibili dalla vettura. L'aria necessaria al "respiro" del motore è garantita dalle due prese d'aria laterali, già citate in precedenza, realizzate a branchia di squalo e collocate sul fianco della vettura. Le dimensioni notevoli delle ruote e l'altezza contenuta dell'auto sportiva hanno costretto l'adozione di passaruota molto pronunciati in grado di accogliere pneumatici di grandi dimensioni. Date le dimensioni dell'auto e la difficoltà nel poter avere una visibilità ottimale in fase di retromarcia, è stato opportuno installare un sistema di telecamere posteriori che permettono di elaborare immagini relative alla zona retrostante la vettura e facilitarne così le manovre.

## RIEPILOGO FLUSSI D'ARIA INTERNI ALLA VETTURA

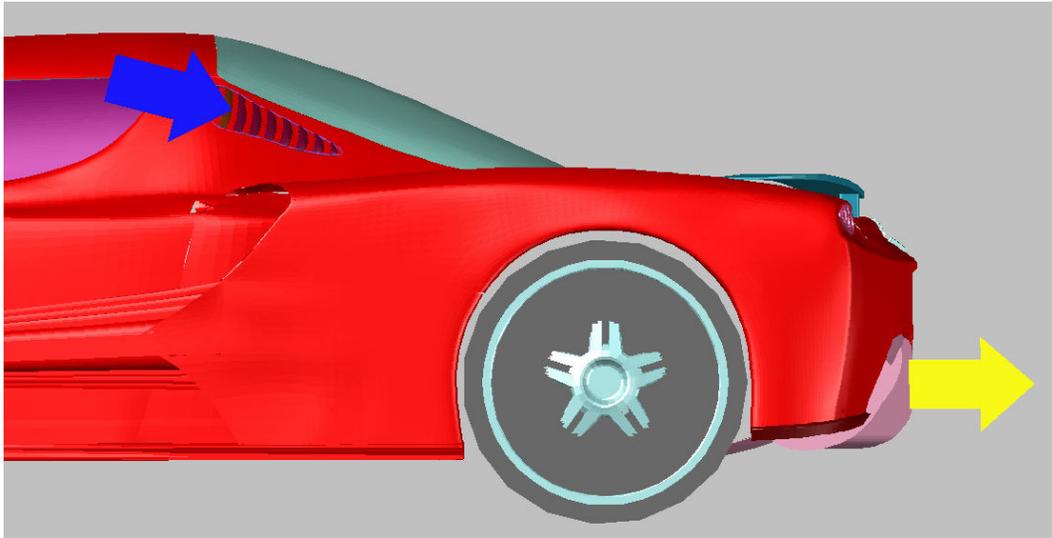
*Radiatori acqua anteriori*



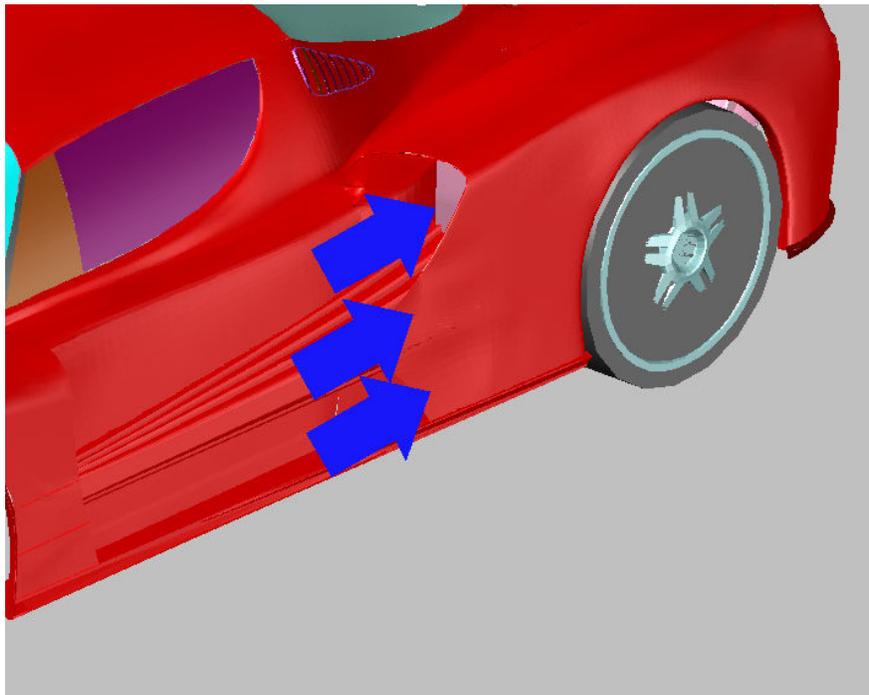
*Impianto frenante anteriore*



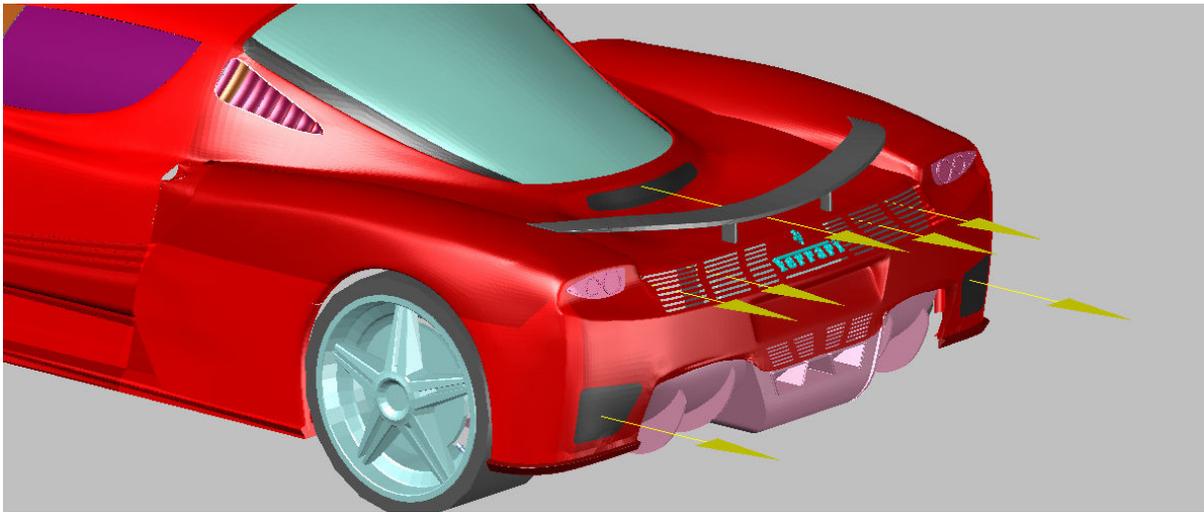
*Aspirazione motore*



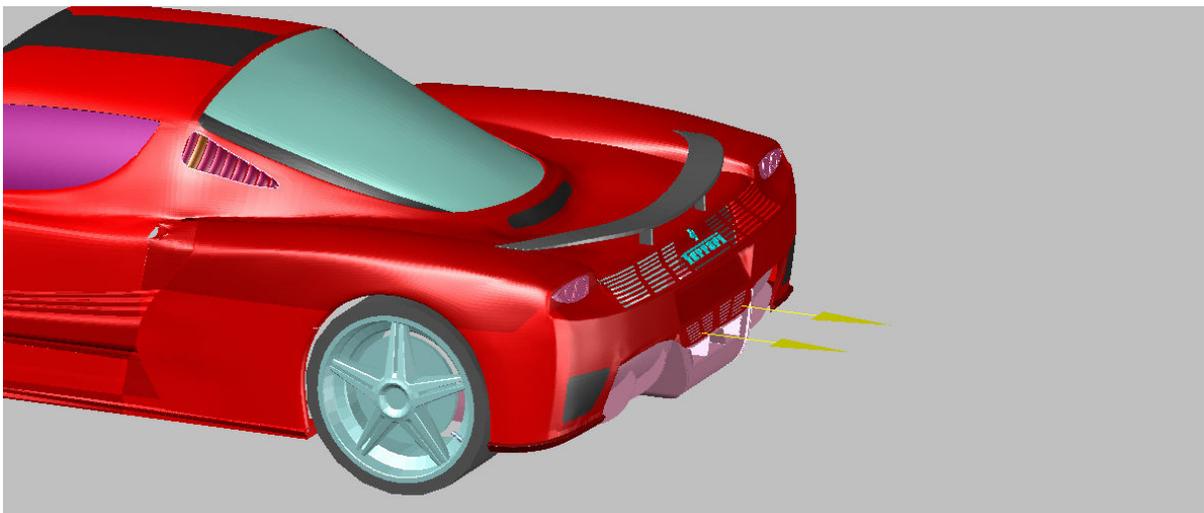
*Ingressi per raffreddamento radiatori olio laterali, motore, impianto frenante posteriore, catalizzatori*



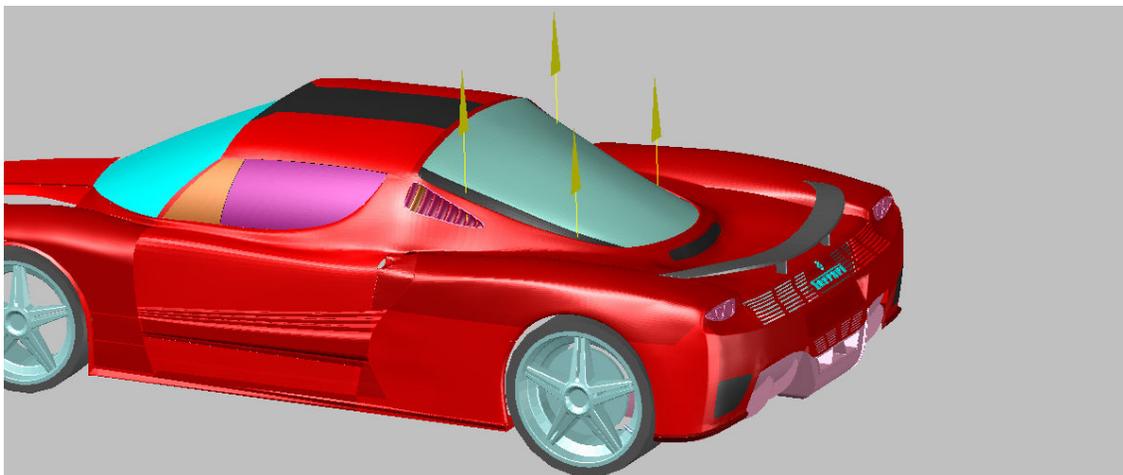
*Uscite aria di raffreddamento radiatori olio laterali, motore, impianto frenante posteriore*



*Uscita aria di raffreddamento catalizzatori*

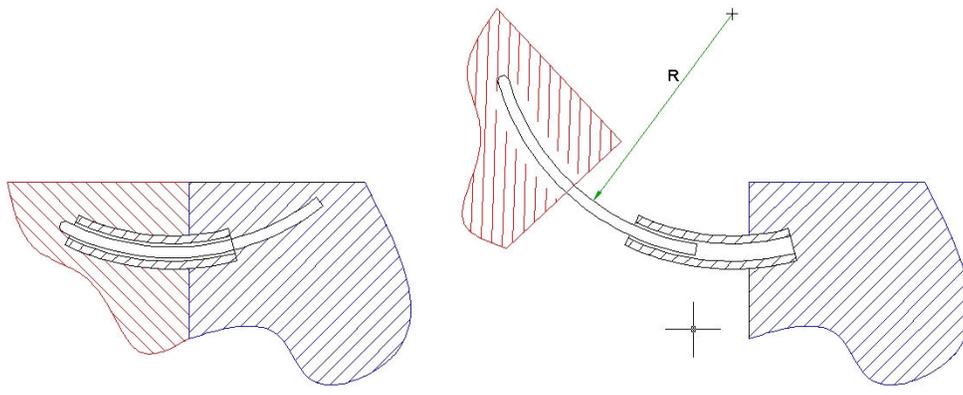


*Smaltimento calore "statico" e vapori*



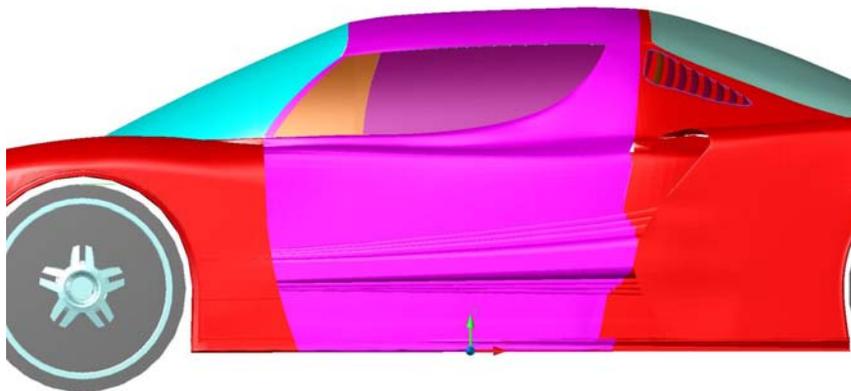
## APERTURA PORTIERE, COFANI E FINESTRINO

Per concludere, sono state realizzate le principali linee caratterizzanti i tagli dei pannellati della carrozzeria e le aperture delle portiere. Per quest'ultime la soluzione migliore, sia dal punto di vista realizzativo che dal punto di vista di facilità di entrata e uscita, è rappresentata dal mantenere il disegno del modello originale Ferrari Enzo, pur apportando alcune indispensabili modifiche dovute alla nuova forma di presa d'aria sulla fiancata. Non essendo a conoscenza del meccanismo di apertura delle cerniere presenti, è stato realizzato un modello tridimensionale tramite autocad che fosse in grado di simulare l'apertura delle portiere. In questo studio si è deciso di adottare un asse di rotazione, dovuto alle due cerniere posizionate rispettivamente sul fianco e sul montante della vettura, esterno alla vettura. Questa configurazione permette di conseguire un'apertura delle portiere che non vada ad interferire con nessun'altra parte della carrozzeria e può essere permessa dall'utilizzo di meccanismi analoghi a quello rappresentato schematicamente in figura.

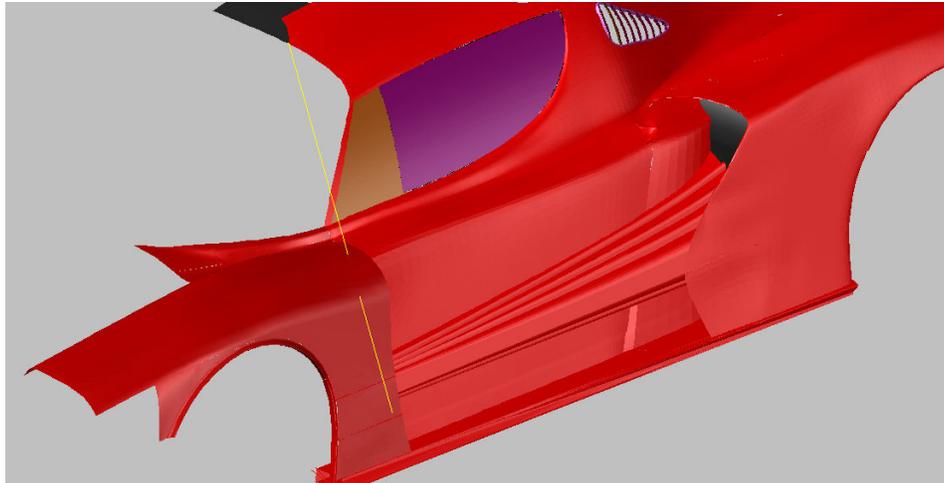


### *Meccanismo della cerniera di apertura delle portiere*

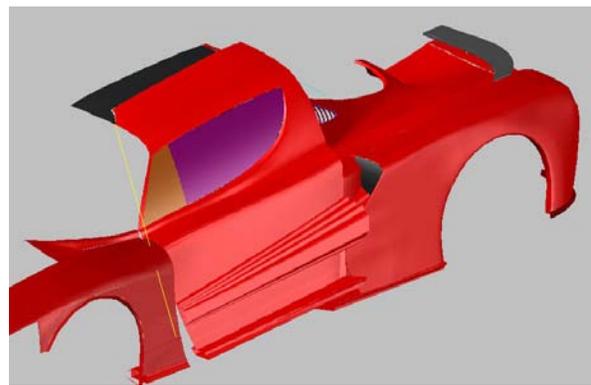
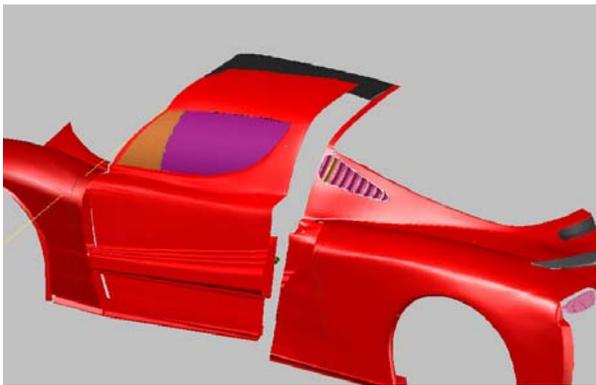
L'immagine seguente mostra la porzione di carrozzeria che costituisce la portiera in colore magenta. Ovviamente l'intero finestrino laterale si muove solidalmente con la portiera. Come nel caso della Ferrari Enzo anche la nostra vettura prevede una portiera comprendente una porzione della cappotta (vedere pianta per una migliore comprensione dell'ampiezza della zona di capotta compresa nella portiera).



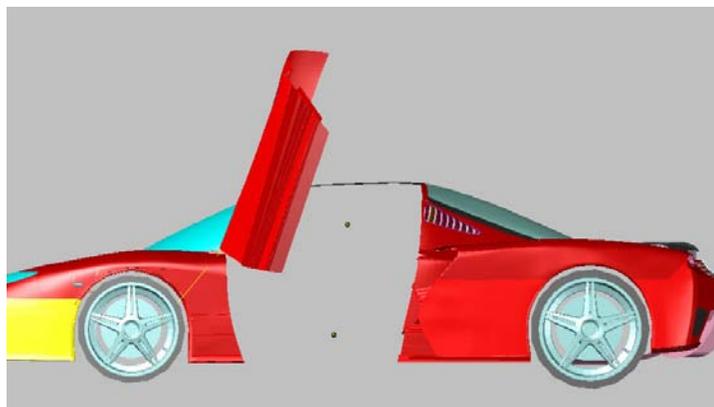
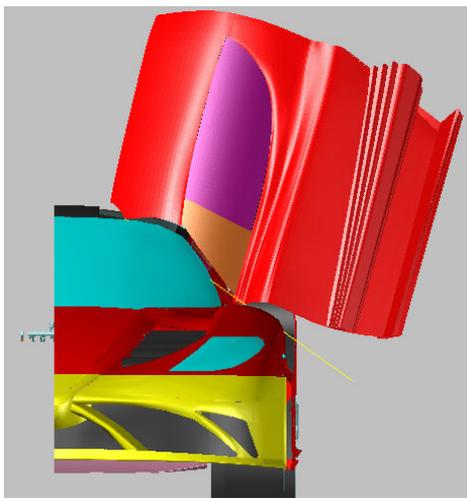
*Vista laterale della porzione di carrozzeria che costituisce la portiera*



*In giallo è evidenziato l'asse di rotazione della portiera*

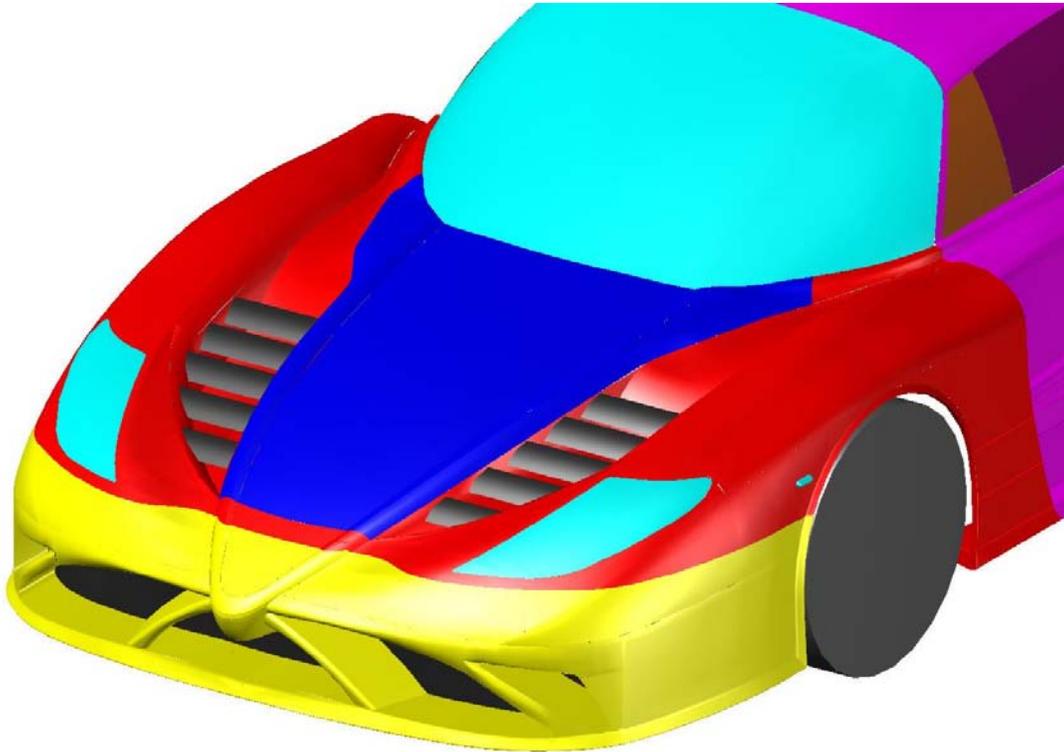


*Rotazione di 10° della portiera: si osserva che non si hanno intersezioni né nella parte posteriore che nella parte anteriore.*



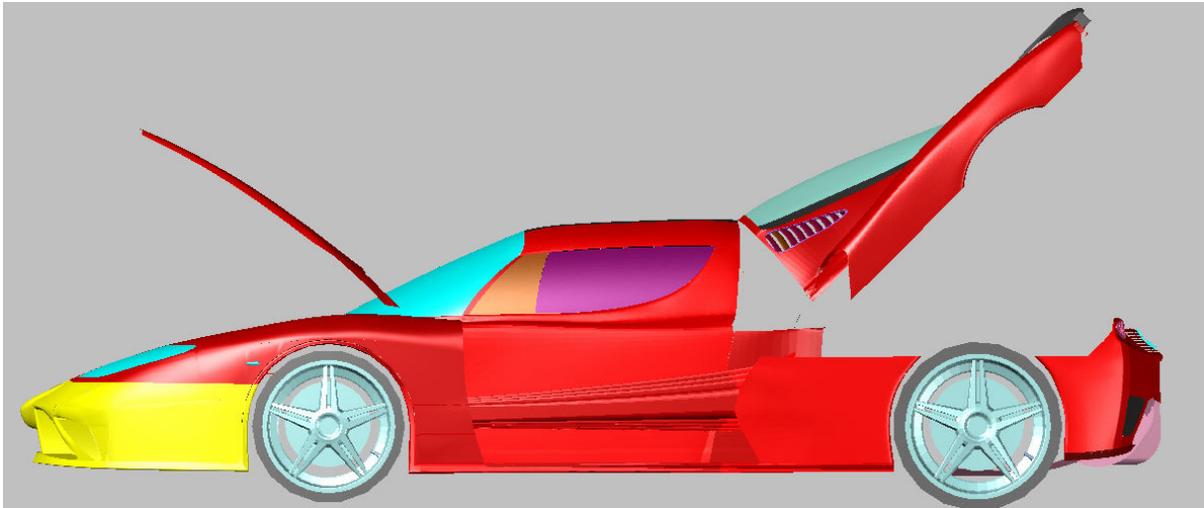
*Rotazione di 80° della portiera: si osserva che non si hanno intersezioni con il vetro anteriore e la zona di ingresso è ampia.*

L'apertura del cofano, in un primo momento pensata controvento, in genere adottata nelle vetture supersportive, è stata cambiata con una di tipo classico: il motivo principale di questo ripensamento è dovuto al fatto che, per come è stata realizzata la parte anteriore dell'auto, l'interasse tra le cerniere per l'apertura controvento sarebbe stato troppo ravvicinato, rendendo la struttura instabile in fase di apertura. Si è perciò optato per l'apertura classica realizzata tramite due cerniere situate ai margini del parabrezza e una chiusura di sicurezza frontale al fine di evitare spiacevoli inconvenienti dovuti alle alte velocità conseguibili da questa macchina. La parte apribile del cofano anteriore risulta essere quella centrale ben delineata dai due cordoli che si raccordano alle estremità del parabrezza con il fianco dell'auto.



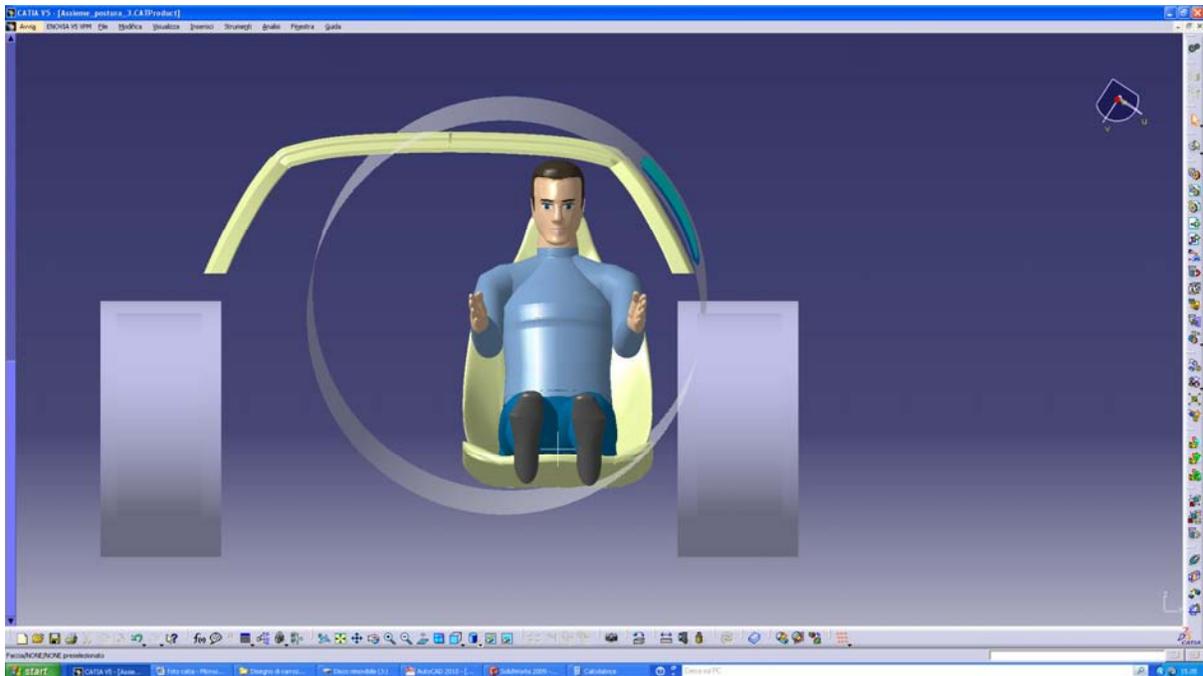
*Rappresentazione del cofano apribile anteriore (colore blu) e del paraurti anteriore (colore giallo).*

Anche in questo caso, per poter verificare l'attendibilità della soluzione adottata è stato realizzato il modello tramite autocad simulando nuovamente l'apertura del cofano e controllare che non ci fossero interferenze con altre parti di carrozzeria, telaio o vetro anteriore. Il cofano posteriore presenta un taglio di apertura lungo la fiancata nella zona posteriore fino alla zona dei fanali, comprendendo così anche l'alettone che, presentando dimensioni contenute ed essendo realizzato in materiali leggeri ma al tempo stesso molto resistenti, non risulta essere particolarmente gravoso per l'apertura del cofano.

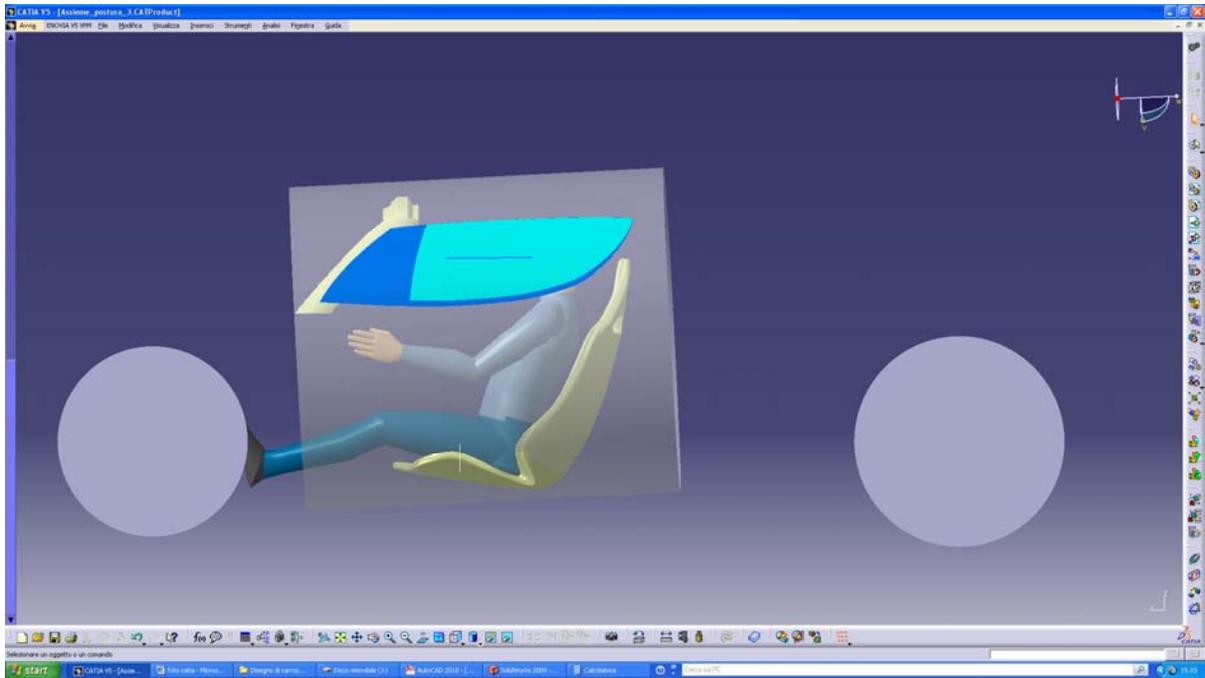


*Apertura cofani anteriore e posteriore*

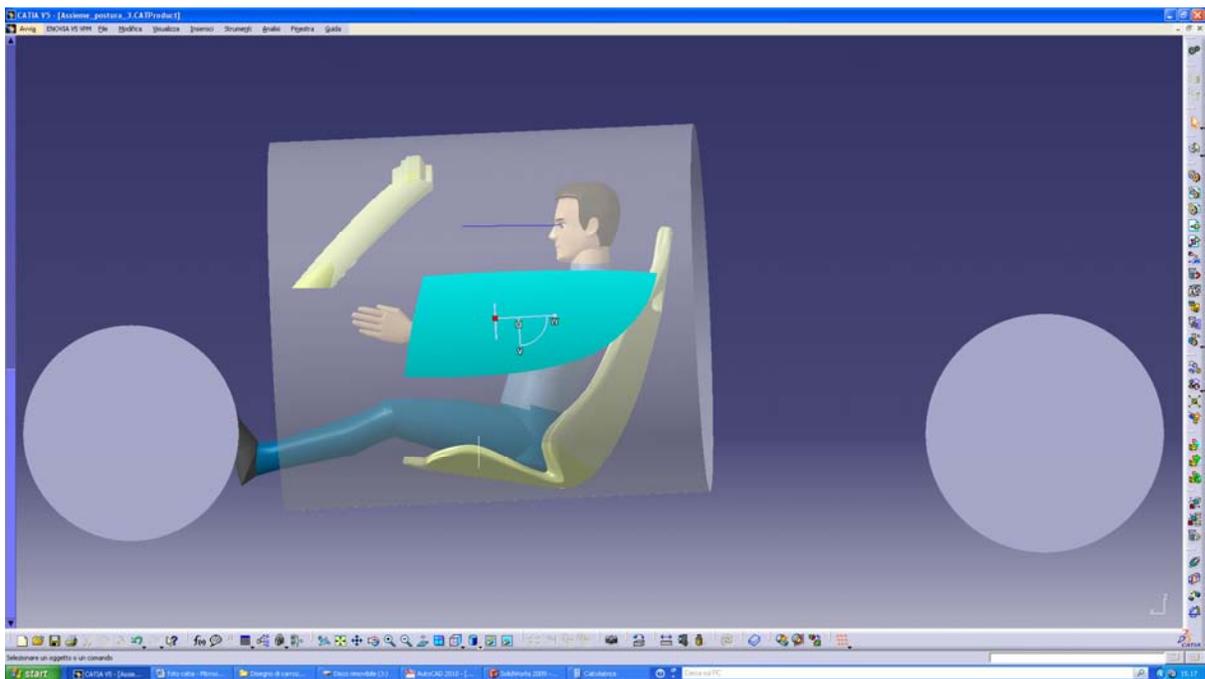
Il finestrino è stato realizzato di forma cilindrica per far sì che si possa alzare ed abbassare senza sporgere dalla portiera (in tal caso l'abbassamento sarebbe interrotto dall'urto del finestrino contro la superficie interna della portiera). La forma cilindrica del finestrino, il raggio ed il posizionamento all'interno della vettura del relativo cilindro generatore, fanno sì che durante il moto di avvicinamento prima si allontani e poi si avvicini al piano di simmetria longitudinale del veicolo.



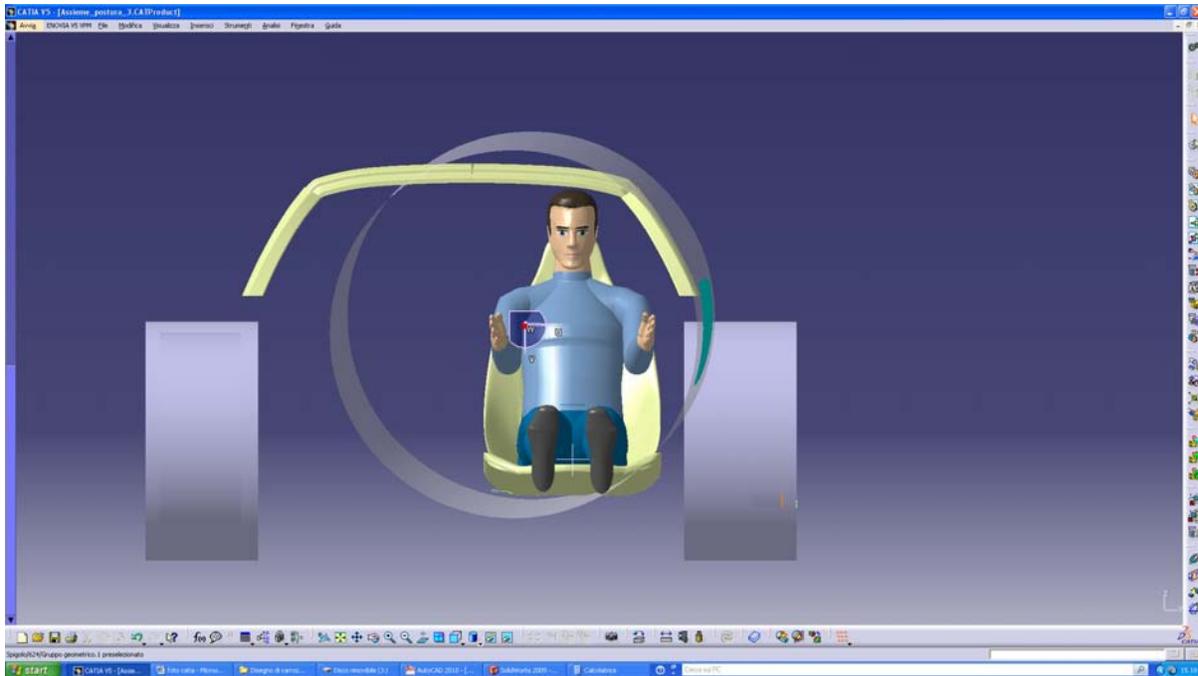
*Cilindro generatore del finestrino*



*Immagine laterale del finestrino in posizione di chiusura*



*Immagine del finestrino in posizione di massima apertura*



*Cilindro generatore con finestrino abbassato*

Dalle immagini riportate si può notare che il finestrino è suddiviso in due parti: una di colore azzurro che risulta essere quella mobile e una di colore blu che rimane fissa.

Tutte le battute di apertura portiere, finestrini, cofani anteriore e posteriore sono dotate di opportune guarnizioni che garantiscono la perfetta tenuta agli agenti atmosferici e agli “spifferi” d’aria che potrebbero causare fastidiosi sibili all’interno dell’abitacolo. Ogni giunzione realizzata risulta essere accompagnata da un leggero gioco, questo viene poi eliminato dalle relative giunzioni dove necessario.

## **DISEGNO**

L’approccio seguito è stato quello di sviluppare per primo il fianco sinistro in quanto, essendo la vista più rappresentativa, riassume bene le linee guida della vettura. Con questa vista ci si è assicurati di aver rispettato gli angoli di attacco, uscita, visibilità verticale, prova del pendolo, altezza da terra della macchina oltre al passo, sbalzo anteriore e posteriore.

Si è poi realizzata la vista in pianta tramite la quale sono stati verificati gli angoli di visibilità orizzontale, si misura la carreggiata, il massimo ingombro della vettura, la larghezza del parabrezza e del lunotto posteriore. Sono ben visibili gli sfoghi dell’aria di raffreddamento dei radiatori anteriori, di notevoli dimensioni. Dai prospetti anteriore e posteriore si notano le distanze tra i fanali e le loro altezze minime da terra. La vista frontale è stata sicuramente quella su cui ci si è concentrati di più, in quanto contraddistingue la vettura ed è la più difficile da innovare. Dal posteriore si nota bene che l’alettone è posizionato sopra all’incavo ricavato dietro al lunotto e va a battuta sui grandi passaruota posteriori, formando una linea di continuità col disegno dei fanali. Si distinguono molto bene i diffusori.

Si è proceduto in seguito con la realizzazione delle sezioni. Le più importanti risultano essere le sezioni trasversali (perpendicolari all'asse x) le quali vengono tracciate in due modi per una migliore comprensibilità del disegno: sui prospetti anteriore e posteriore vengono tracciate in loco cioè direttamente sulla vista interessata ed in corrispondenza della quota fissata, mentre sul fianco sinistro vengono sempre rappresentate in corrispondenza della quota fissata ma ribaltate di 90° rispetto al punto più esterno. Di questa tipologia di sezioni ne sono state realizzate ogni 200 mm a partire dalla ruota anteriore sia verso l'avanti che il retro della vettura, in modo da poter ottenere il maggior numero di informazioni possibili dal disegno senza però appesantirlo. Solitamente la parte sottostante della vettura non viene mai rappresentata. In via del tutto eccezionale in tre sezioni trasversali realizzate nella parte posteriore della vettura si è ritenuto corretto realizzare le linee delle sezioni rappresentanti zone visibili dal prospetto posteriore del fondo della vettura.

Vi sono altre due tipologie di sezioni: sezioni assiali e longitudinali. Per quanto concerne le sezioni assiali, queste sono utili per comprendere al meglio la forma del parabrezza anteriore e del lunotto posteriore ed, in generale, dell'intero abitacolo. Siccome il parabrezza anteriore è stato completamente ridisegnato si è considerato importante rappresentare 4 sezioni assiali anziché le consuete 3.

Si è scelto di rappresentare anche 3 sezioni longitudinali per evidenziare la forma del cofano posteriore che presenta un brusco abbassamento della carrozzeria ricavato in prossimità della fine del lunotto posteriore.

## **DATI TECNICI**

### **MOTORE**

Peso: .....	232 kg
Cilindrata: .....	5998 cm <sup>3</sup>
Alesaggio: .....	92 mm
Corsa: .....	75,2 mm
Rapporto di compressione: .....	11,2:1
Potenza massima: .....	465 kW (630 CV)
Regime di potenza massima: .....	7500 RPM
Coppia massima: .....	652 Nm (66,5 kgm)
Regime di coppia massima: .....	5500 RPM
Regime massimo ammesso: .....	7700 RPM

### **DIMENSIONI E PESO**

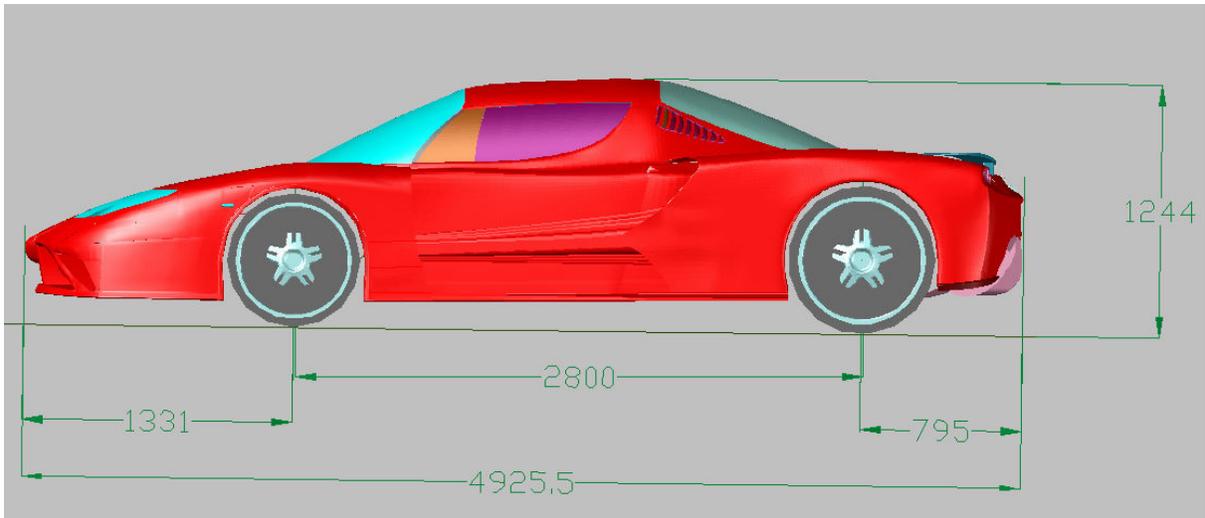
Lunghezza: .....	4925.5 mm
Larghezza: .....	2050 mm
Altezza: .....	1244 mm
Passo: .....	2800 mm
Carreggiata anteriore: .....	1660 mm
Carreggiata posteriore: .....	1650 mm
Sbalzo anteriore: .....	1331 mm
Sbalzo posteriore: .....	795 mm
Diametro di sterzata: .....	12 m
Capacità serbatoio: .....	115 l

### **RUOTE**

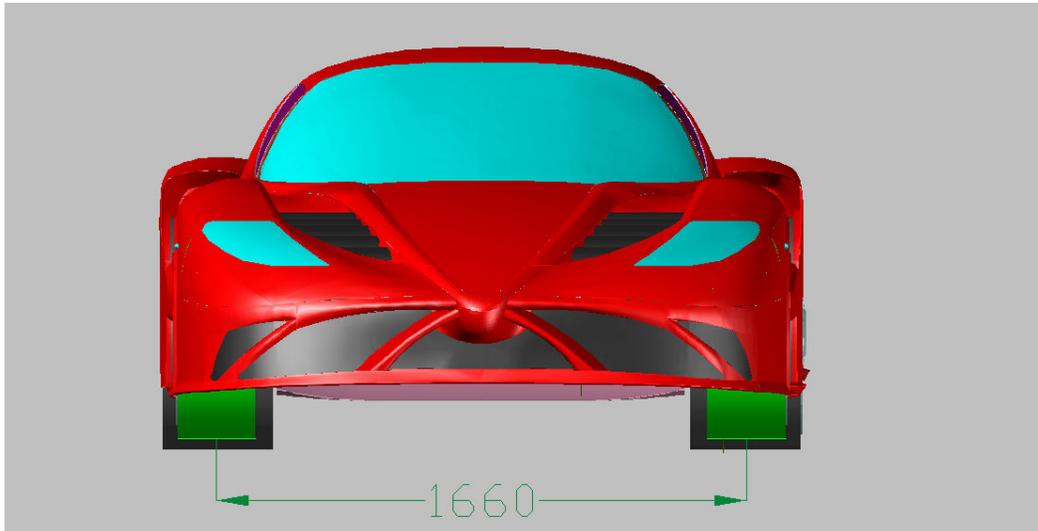
Cerchi 19" in lega leggera; anteriori 9J x 19, posteriori 13J x 19.  
Pneumatici anteriori 245/35 ZR19, posteriori 345/35 ZR 19.

### **PRESTAZIONI**

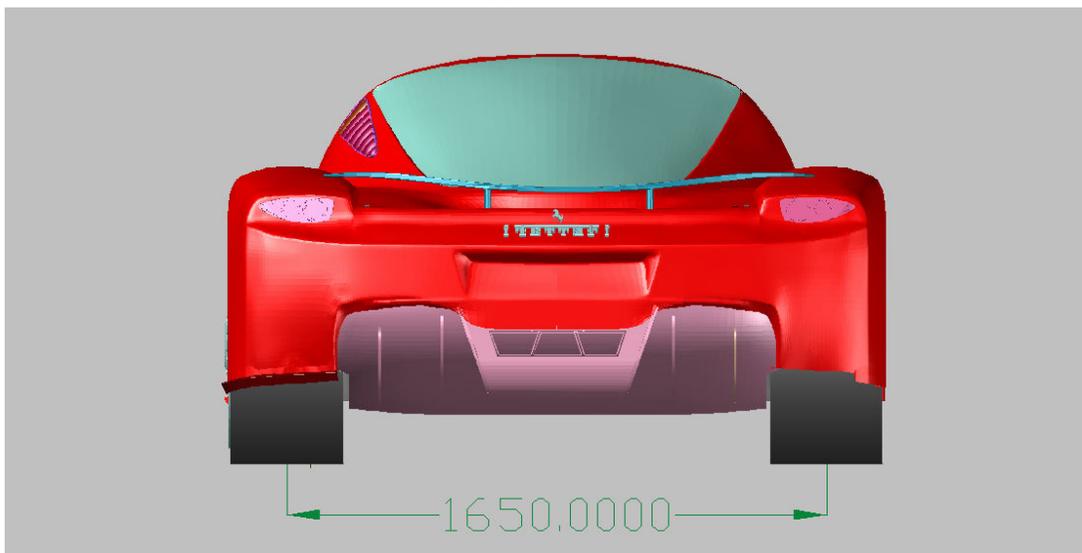
Velocità massima: .....	>330 km/h
Accelerazione da 0 a 100 km/h: .....	3,8 s
Accelerazione da 0 a 200 km/h: .....	9,9 s
Accelerazione 0-400 metri: .....	11,3 s
Accelerazione 0-1000 metri: .....	20,1 s



*Quote nella vista dal fianco: passo, sbalzi anteriore e posteriore, lunghezza totale, altezza totale*

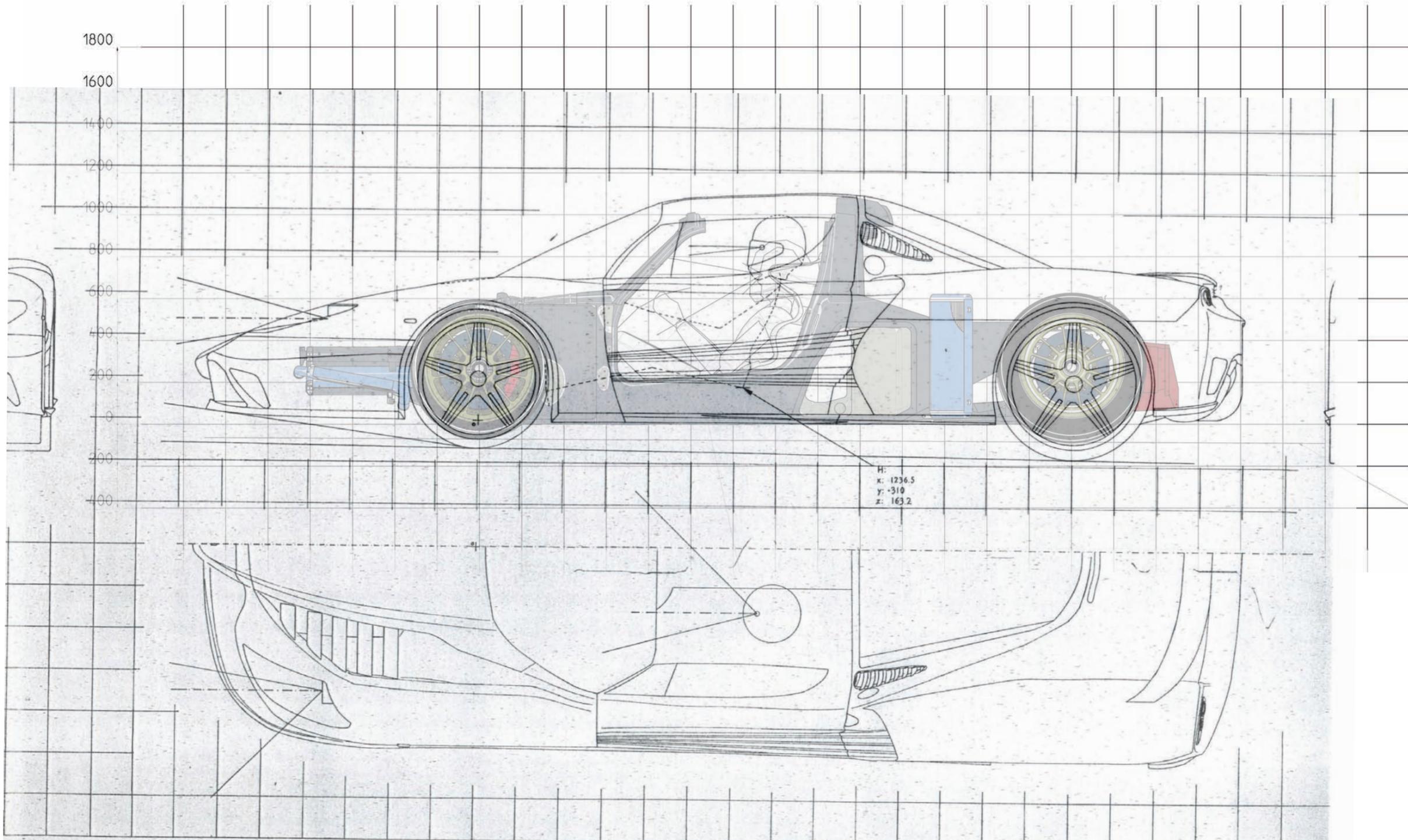


*Carreggiata anteriore*

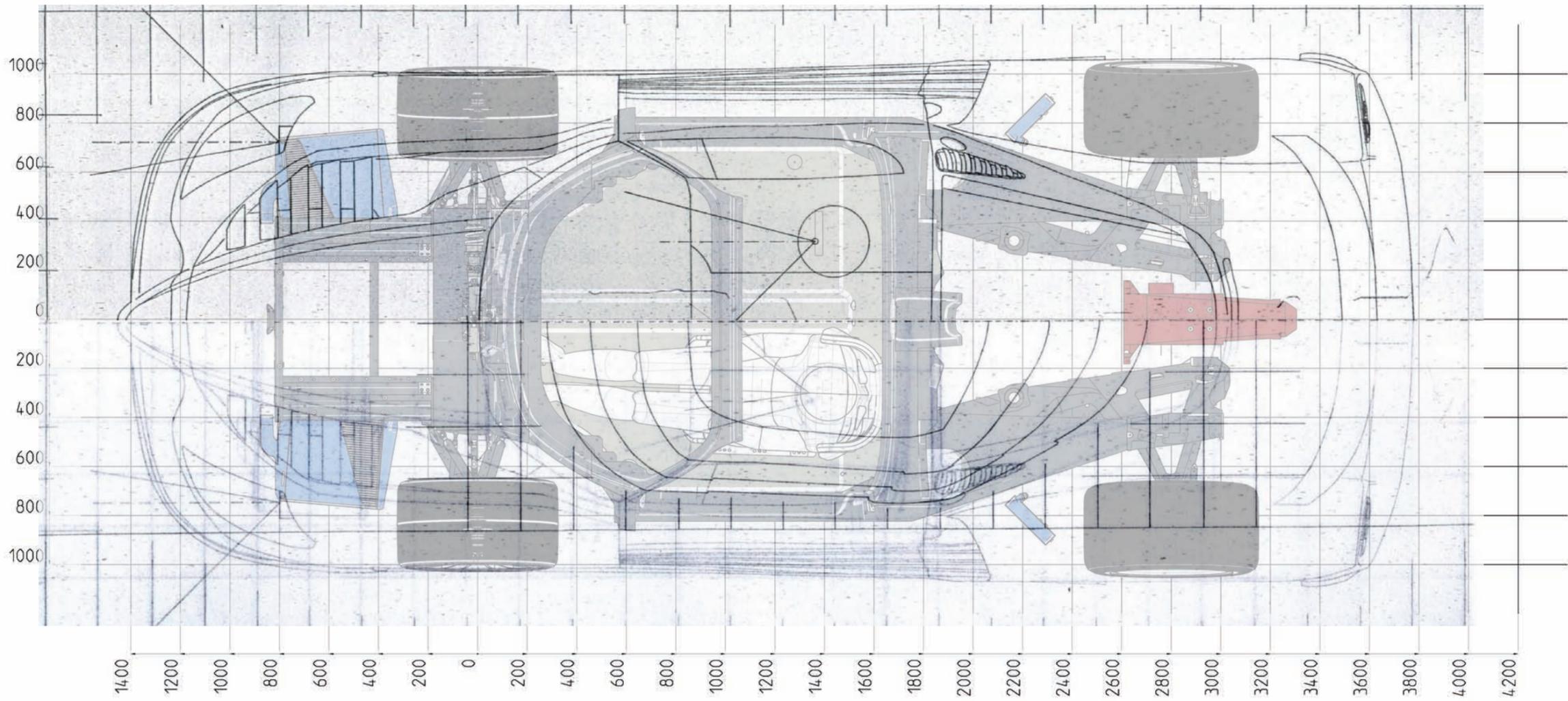


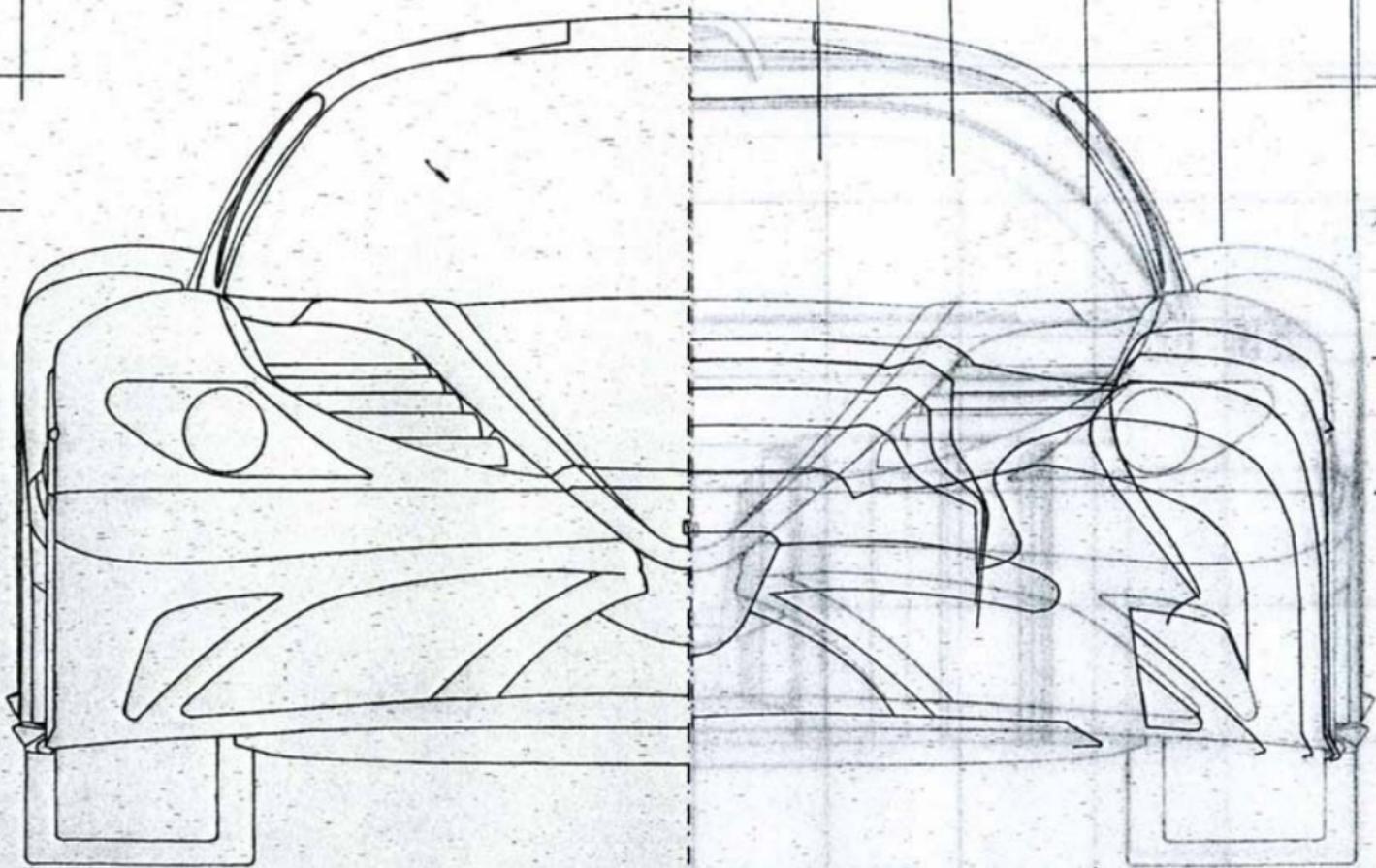
*Carreggiata posteriore*

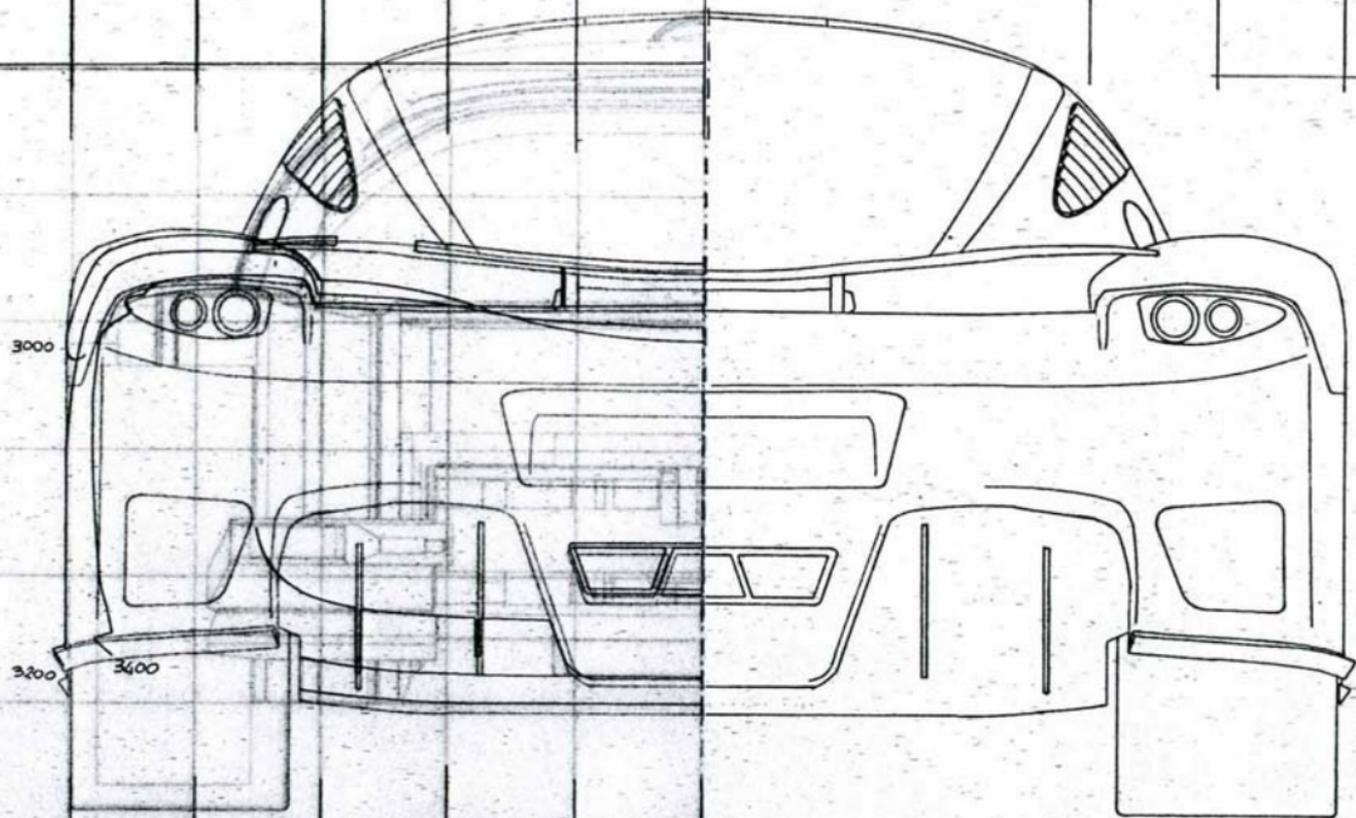


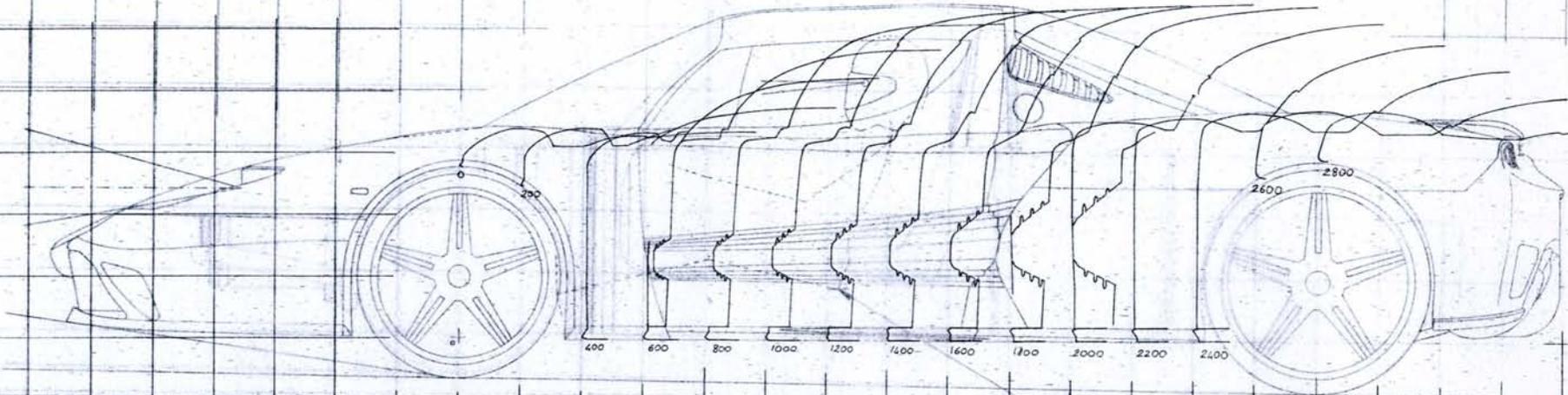
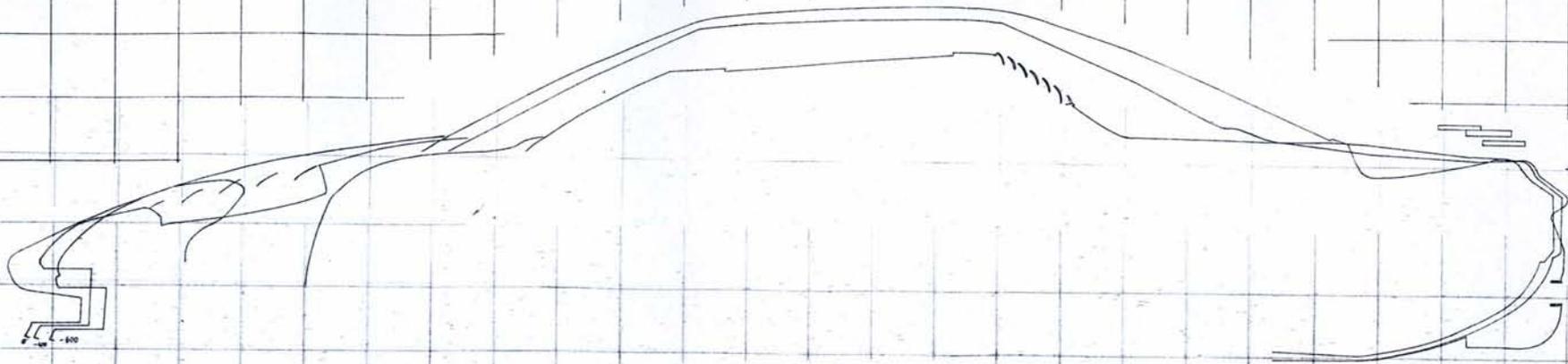


Linea di terra



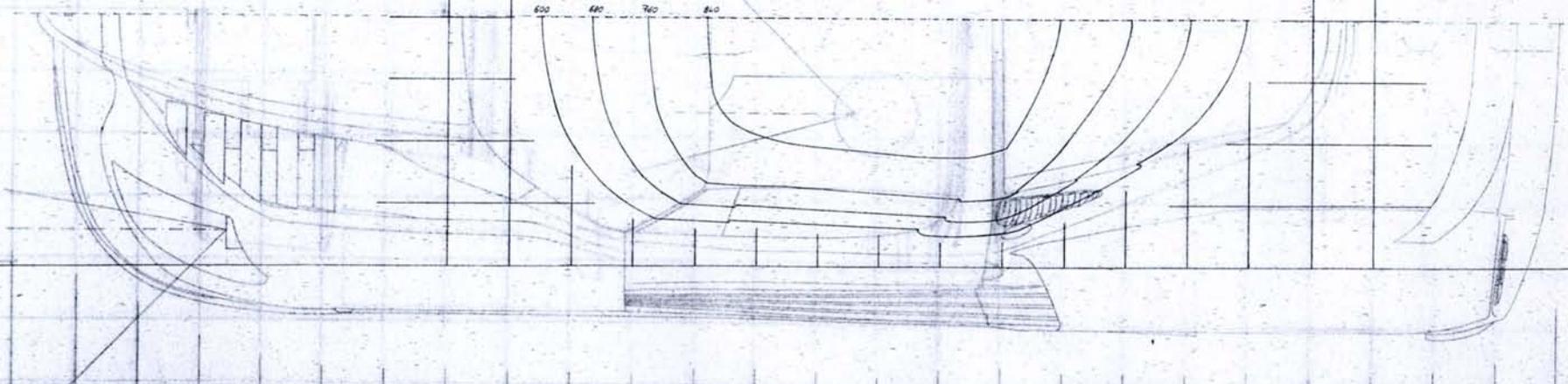






400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400

H:  
x: 1236.5  
y: -319  
z: 163.2



600 800 1000 1200