

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Veicolo

DISEGNO DI CARROZZERIA

*Ferrari 500 PS*

Docente: Ing. F. Ferrari

Studenti:

Bolzoni Andrea

Coffrini Pietro

Dei Cas Dario

Lombatti Leonardo

Ravazzoni Luca

Anno Accademico 2011/12

## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE .....	4
2. CENNI STORICI .....	5
Ferrari 250 LM.....	5
Sergio Scaglietti e la Carrozzeria Scaglietti .....	7
3. LAYOUT MECCANICO E PIATTAFORMA DI BASE .....	9
4. NORMATIVE PER L'OMOLOGAZIONE STRADALE .....	12
Caratteristiche carrozzeria .....	12
Altezza minima da terra del veicolo .....	12
Altezza minima da terra della zona deformabile .....	12
Angoli di attacco e di uscita.....	12
Profondità minima della zona deformabile .....	13
Angoli di visibilità .....	14
Angolo di visibilità verticale .....	14
Angolo di visibilità orizzontale.....	14
Indicatori luminosi .....	16
Anteriori.....	16
Posteriore .....	19
Posizionamento Targhe.....	19
Targa anteriore .....	19
Targa posteriore.....	19
5. POSIZIONAMENTO DEL MANICHINO REGOLAMENTARE "OSCAR" .....	20
Descrizione.....	20

---

Posizionamento .....	21
6. DAI PRIMI BOZZETTI ALLA LINEA DEFINITIVA .....	23
Primi bozzetti .....	23
Scelta della linea definitiva.....	27
7. SCELTE DI STILE .....	29
8. L’AERODINAMICA .....	32
Introduzione .....	32
Zona anteriore .....	32
Zona posteriore.....	33
9. REALIZZAZIONE DEL MODELLO CAD 3D.....	36
Realizzazione del modello .....	36
Verifiche virtuali.....	39
Studio di fattibilità .....	41
Pannelli mobili .....	41
Paraurti .....	42
Pannelli fissi .....	43
10. SPECIFICHE E DETTAGLI TECNICI .....	44
Specifiche.....	44
Dettagli .....	45
11. CONCLUSIONI .....	48
12. RENDERING.....	49
13. BIBLIOGRAFIA E FONTI .....	54

## 1. INTRODUZIONE

Il lavoro assegnato consiste nella realizzazione di uno studio di carrozzeria per la progettazione di una GT stradale a motore posteriore-centrale, il cui layout di base, fornito dal Professore, proviene direttamente dalle più moderne berlinette stradali del gruppo Ferrari.

Il tema centrale del progetto è l'ispirazione alla Ferrari 250 Le Mans Berlinetta Scaglietti del 1964, in onore dell'azienda modenese e del suo storico carrozziere Sergio Scaglietti, morto lo scorso anno.

Obiettivi da conseguire:

- Osservanza della regolamentazione per l'omologazione internazionale dei veicoli stradali
- Conformità alla tradizione e al *family feeling* Ferrari
- Ricerca e sviluppo di uno stile allo stesso tempo originale e sportivo, con rimandi classici al modello originale del '64
- Creazione di un *engineering* di prodotto adatto al settore di riferimento

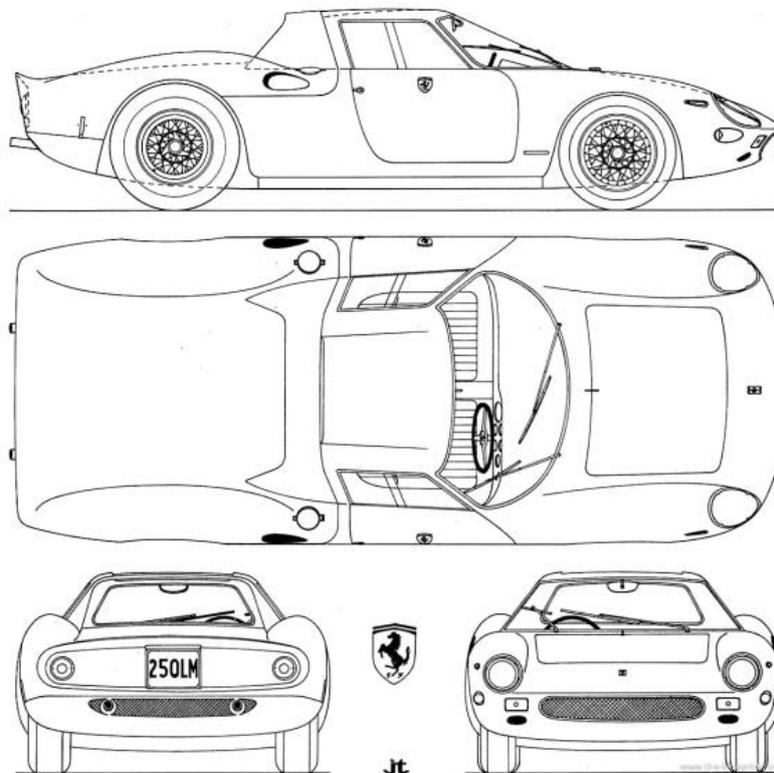


Figura 1: Proiezioni ortogonali della Ferrari 250 Le Mans Berlinetta Scaglietti (1964)

## 2. CENNI STORICI

### Ferrari 250 LM

La *Ferrari 250 LM* è una vettura da competizione della Ferrari che partecipò al campionato mondiale sportprototipi durante gli anni sessanta. Spesso viene erroneamente denominata *Ferrari 275 LM* a causa della cilindrata di 3,3 litri.



Figura 2: Ferrari 250 Le Mans Berlinetta Scaglietti 1964

Le sue origini risalgono al 1963 quando la Ferrari presentò al Salone dell'automobile di Parigi quella che doveva essere l'erede della *250 GTO*, la *250 LM*. Derivata dal prototipo *250 P*, la sigla "LM" stava per Le Mans, ad indicare che la vettura era destinata a partecipare alla gara di durata francese. In totale ne vennero prodotti 33 esemplari, ma la FIA non lo ritenette un numero sufficiente e non concedette l'omologazione nella categoria Gran Turismo, così la *250 LM* dovette confrontarsi con i prototipi. Nonostante ciò riuscì a riportare diverse affermazioni importanti. Ottenne il primo e il secondo posto assoluto alla 12 Ore di Reims del 1964 e alla 24 Ore di Le Mans del 1965, nello stesso anno vinse la 500 km di Spa e nell'anno successivo conquistò la 1000 km di Parigi. Alla 24 Ore di Le Mans del 1966 cinque *250 LM* finirono fra le prime 10, ma nessuna salì sul podio. La vettura vinse l'ultima corsa nel 1967.



Figura 3: Ferrari 250 LM ad una rievocazione di auto d'epoca

La 250 LM riscontrò molto successo tra le scuderie private, ed anche le due vetture che vinsero la 24 Ore di Le Mans appartenevano entrambe a team privati, precisamente quella giunta per prima alla scuderia americana N.A.R.T. e quella giunta seconda alla scuderia belga Francorchamps.

Nel 1965, anno della vittoria della 250 LM a Le Mans, fu allestita una versione speciale di questa vettura. La *250 LM Berlinetta Speciale*, così venne chiamata, venne presentata al Salone di Ginevra dello stesso anno. Le differenze principali erano l'ampio lunotto in plexiglas, che si raccordava con il baule, le prese d'aria sui passaruota posteriori che vennero coperte da una griglia, e l'aggiunta di parafanghi cromati. La vettura adottava la livrea del team N.A.R.T., un fondo bianco con una striscia blu.

La 250 LM presentata al Salone di Parigi montava un V12 da 2953,2 cc di cilindrata, lo stesso impiegato dalla 250 GTO e dalla Testa Rossa. Ma nei successivi esemplari la cilindrata fu portata a 3285,7 cm<sup>3</sup>, sicché alcune fonti riportano erroneamente il suo nome come 275 Le Mans, seguendo il tradizionale codice delle denominazioni delle berlinette Ferrari. L'alimentazione era affidata a 6 carburatori 38DCN della Weber. Il motore era montato longitudinale e in posizione centrale, ed il cambio, a 5 rapporti, era anch'esso longitudinale e montato a sbalzo dietro al motore stesso. La potenza era di 320 cv.

Il telaio era a traliccio in tubi di acciaio. Le sospensioni, sia quelle anteriori sia quelle posteriori, erano a doppi triangoli sovrapposti con ruote indipendenti, gli ammortizzatori erano idraulici con molle elicoidali.



Figura 4: Ferrari 250 LM durante una corsa commemorativa in America

### **Sergio Scaglietti e la Carrozzeria Scaglietti**

Il nome e l'attività della Carrozzeria Scaglietti sono indissolubilmente legati al glorioso marchio della Ferrari, fin dall'inizio della sua storia. Essa nacque per volontà di Sergio Scaglietti (9 gennaio 1920 – 20 novembre 2011), già in forza presso la giovanissima casa della Ferrari e prima ancora, presso l'omonima scuderia sportiva dell'Alfa Romeo.

Sergio Scaglietti si appassionò alla creazione di auto fin da bambino. A otto anni già si divertiva a creare macchinine da corsa utilizzando creta e fili di ferro. Nel 1933, a tredici anni, dopo la morte del padre trovò subito lavoro presso un carrozziere. Sei anni più tardi, nel 1939, avvenne l'incontro con Enzo Ferrari, a cui Scaglietti sarà legato da un profondo rapporto professionale, ma soprattutto di amicizia, per tutta la vita. Il *Drake*, allora titolare della Scuderia Ferrari dell'Alfa

Romeo, capitò per caso nel cortile dell'officina dove lavorava Scaglietti, che all'epoca era un semplice martellatore lattoniere addetto alla riparazione dei parafranghi delle auto da corsa; qui Ferrari notò un'Alfa 12 cilindri riparata e modificata da Scaglietti, con vari cambiamenti a parafranghi e fanali, che avevano dato alla vettura una linea aerodinamica e futuristica. Ferrari ne restò incuriosito ed affascinato, e così iniziò a mandare da Scaglietti tutti i piloti e clienti che necessitavano di riparazioni per le loro auto, i quali non fecero altro che confermare la bontà dei suoi lavori. Nel 1951 Scaglietti fondò la Carrozzeria Scaglietti, ed Enzo Ferrari (che nel 1947 aveva dato vita alla Ferrari) incominciò a commissionargli delle carrozzerie per le sue nuove vetture. Il suo primo lavoro fu la realizzazione delle scocche della 500 Mondial. Da questo momento l'attività di Sergio Scaglietti fu subito esclusivamente legata alla casa di Maranello, della quale la Carrozzeria Scaglietti divenne uno dei principali collaboratori assieme a Pininfarina. Scaglietti disegnò alcune delle Ferrari più belle degli anni cinquanta, sessanta e settanta, come la 250 Testa Rossa, la 250 GT California, la 250 GTO e le 750 e 860 Monza, contribuendo anche alla realizzazione della 365 Daytona. Nel 1959 Scaglietti iniziò a lavorare nel suo atelier assieme ai figli Oscar e Claudio. Scaglietti continuò a lavorare da esterno per la casa di Maranello fino al 1975, quando il pacchetto di maggioranza della sua carrozzeria venne rilevato dalla stessa Ferrari. Nel 1997 la Ferrari decise di chiamare col suo nome il programma di personalizzazione della casa, mentre nel 2003 rese onore a Sergio Scaglietti con un omaggio mai fatto prima ad una persona ancora in vita, intitolandogli la 612 Scaglietti (ispirata alla speciale 375 MM che Scaglietti realizzò per Roberto Rossellini ed Ingrid Bergman). È scomparso nel 2011 all'età di 91 anni.



Figura 5: Sergio Scaglietti accanto ad uno dei suoi celebri progetti per il gruppo Ferrari

### 3. LAYOUT MECCANICO E PIATTAFORMA DI BASE

Il layout meccanico da cui siamo partiti è stato progettato dal gruppo Ferrari per la realizzazione di una berlinetta stradale a motore posteriore.

La struttura di partenza che ci è stata fornita ha rappresentato il riferimento fondamentale per la realizzazione dell'intera piattaforma di base. I vincoli costruttivi provenienti dal layout sono stati:

- Passo: 2560 mm
- Piantone dello sterzo
- Pedaliera
- Azionamento cambio
- Gruppo sospensioni
- Gruppo frenante
- Alloggiamento motore e trasmissione con relativo parafiamma
- Serbatoio

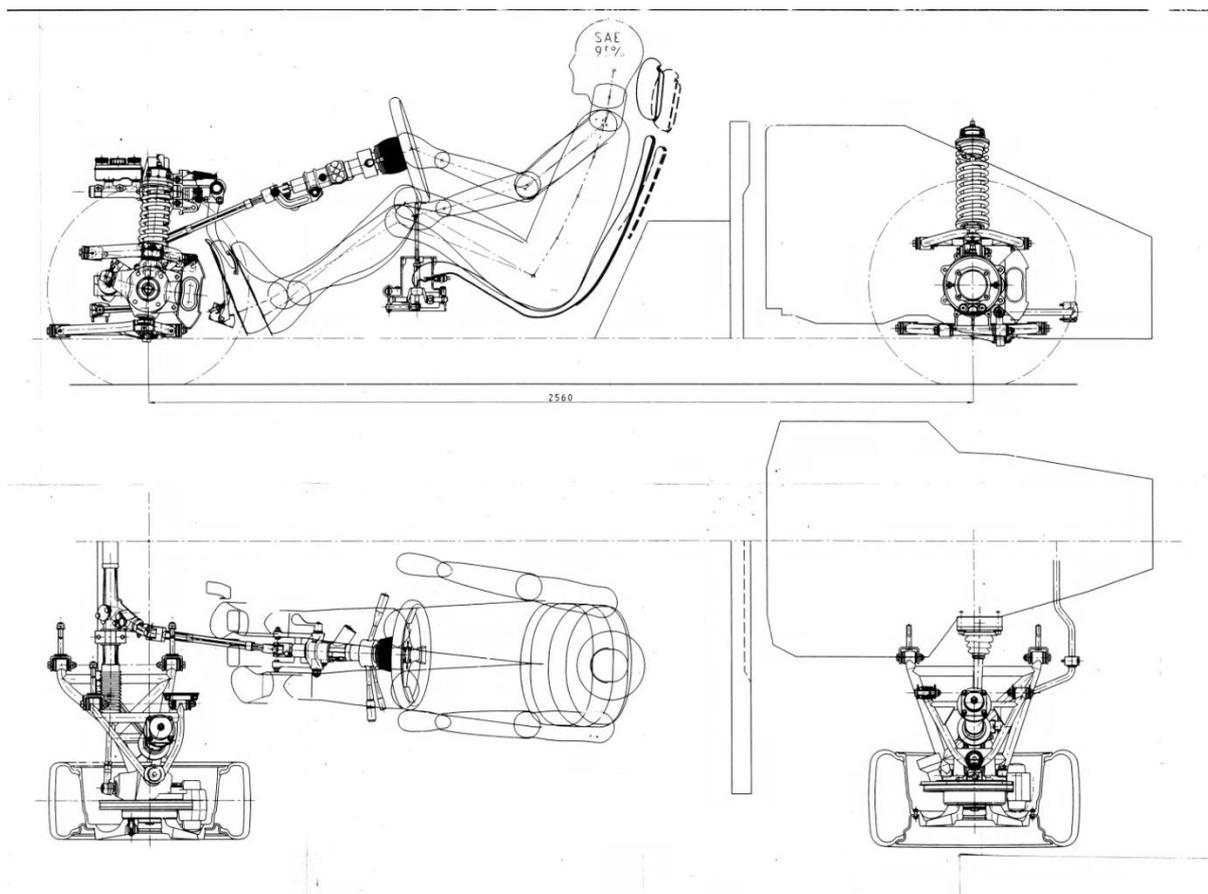
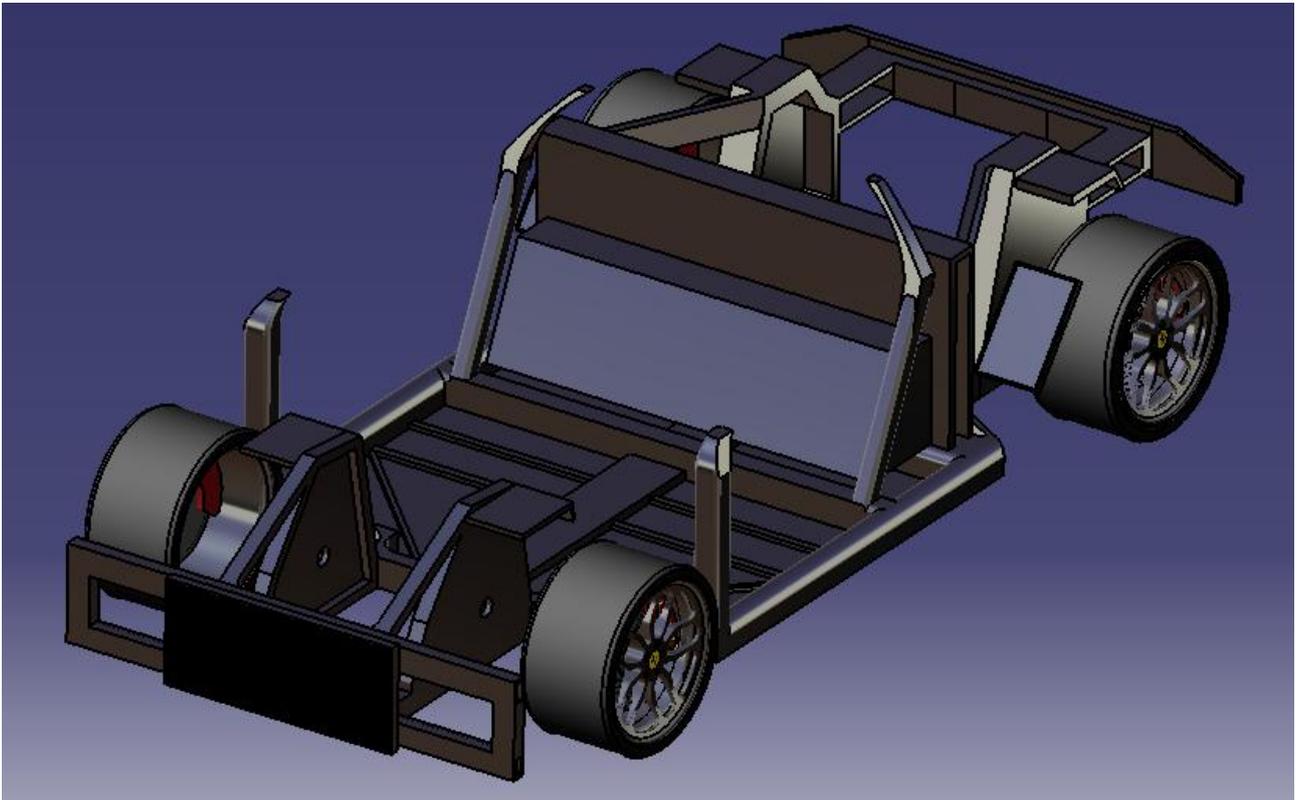


Figura 6: Layout meccanico di base fornito

Per la piattaforma finale invece è stato possibile impostare a nostro piacimento (pur sempre nel rispetto delle normative di omologazione):

- Cornice del parabrezza
- Taglio del giro porta
- Tetto
- Posizionamento del sedile
- Radiatori dell'acqua
- Radiatori dell'olio
- Struttura deformabile anteriore



**Figura 7: Telaio realizzato dal gruppo di lavoro**

La piattaforma è stata realizzata nell'intento della più rigorosa ricerca di riduzione del peso a favore delle sempre più restrittive normative in ambito di consumi ed emissioni. Lo spessore delle lamiere è stato assottigliato senza privarsi di un'ottima resistenza alle sollecitazioni più impegnative.

Una volta delineato il telaio si è proceduto alla creazione e alla disposizione dei radiatori principali: quello anteriore è adibito al raffreddamento dell'acqua, i due posteriori, di dimensioni ridotte, si occupano del raffreddamento del gruppo cambio/motore.

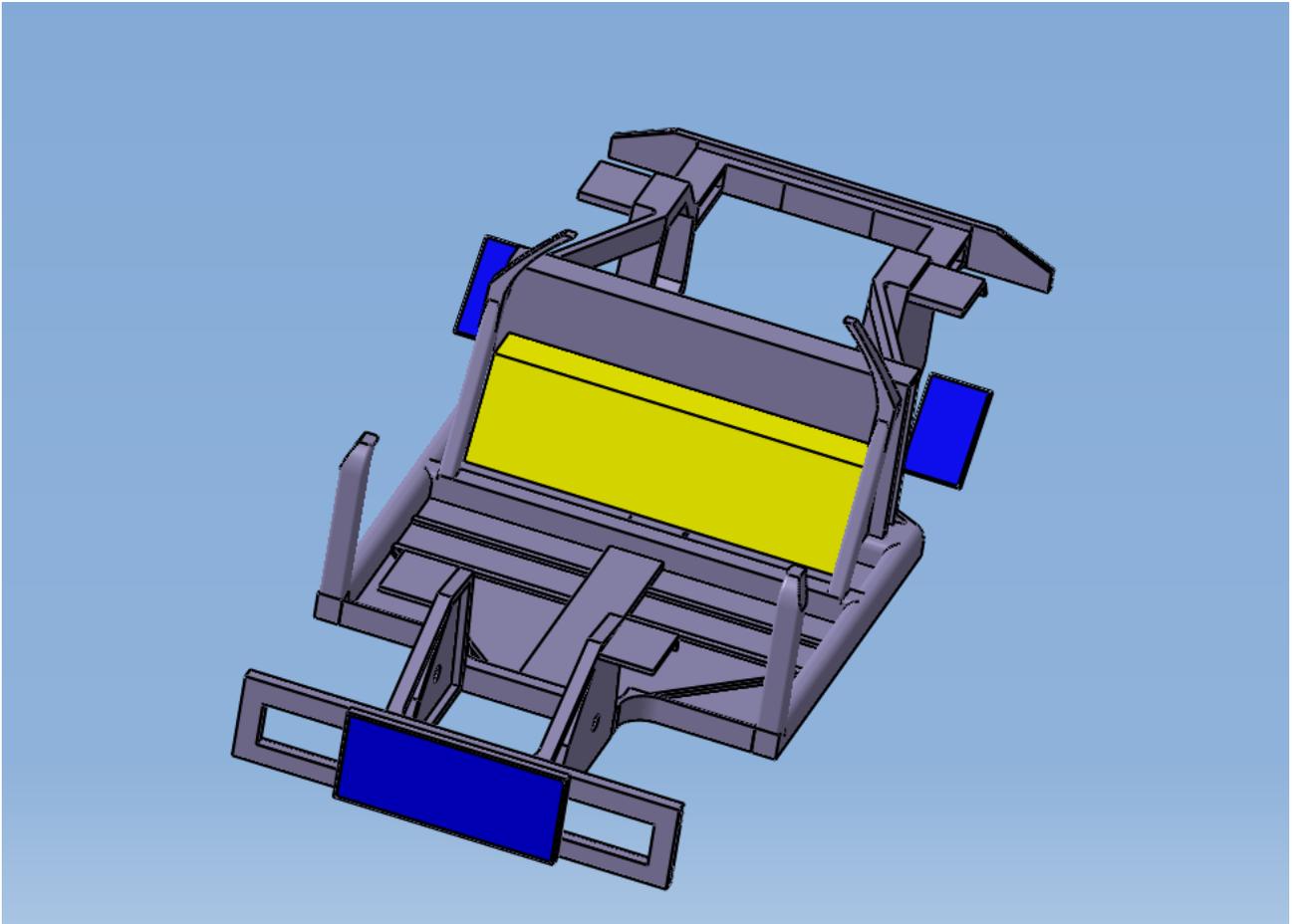


Figura 8: Nell'immagine si è scelto di evidenziare con colori differenti il serbatoio (giallo) e i radiatori dell'olio e dell'acqua (blu)

## 4. NORMATIVE PER L'OMOLOGAZIONE STRADALE

### Caratteristiche carrozzeria

#### Altezza minima da terra del veicolo

Deve essere superiore ai 120 mm (un parallelepipedo di altezza 120 mm deve poter scorrere sotto la vettura senza incontrare nessun tipo di ostacolo lungo tutta la lunghezza della macchina).

#### Altezza minima da terra della zona deformabile

Per essere omologabile la macchina deve superare la cosiddetta "prova del pendolo". Un pendolo con asse ad altezza nota da terra (445 mm in Europa, 508 mm in America) deve colpire l'automobile in una zona deformabile senza colpire la carrozzeria e i gruppi ottici. Supponendo la macchina destinata a un mercato mondiale, si è scelto di rispettare la normativa americana, più restrigente di quella europea.

#### Angoli di attacco e di uscita

Angoli formati dalla linea del terreno con la linea di massima pendenza superabile, si tracciano facendo passare la linea partente dal bordo esterno della ruota, appena sotto all'estremità più bassa anteriore e posteriore dell'auto (spoiler o paraurti che sia). L'angolo non deve essere inferiore ai 7°.

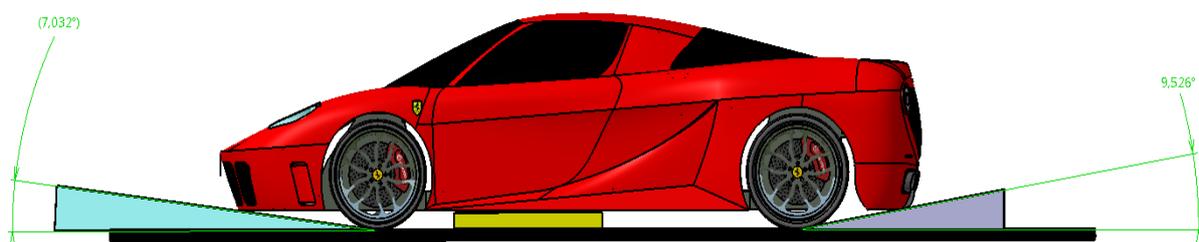


Figura 9: Angoli di attacco e uscita; altezza minima da terra

## Profondità minima della zona deformabile

La zona deformabile deve presentare una profondità di almeno 200 mm dal punto più esterno della parte frontale (fuori tutto in avanti) della vettura per la prova di crash (crash test).

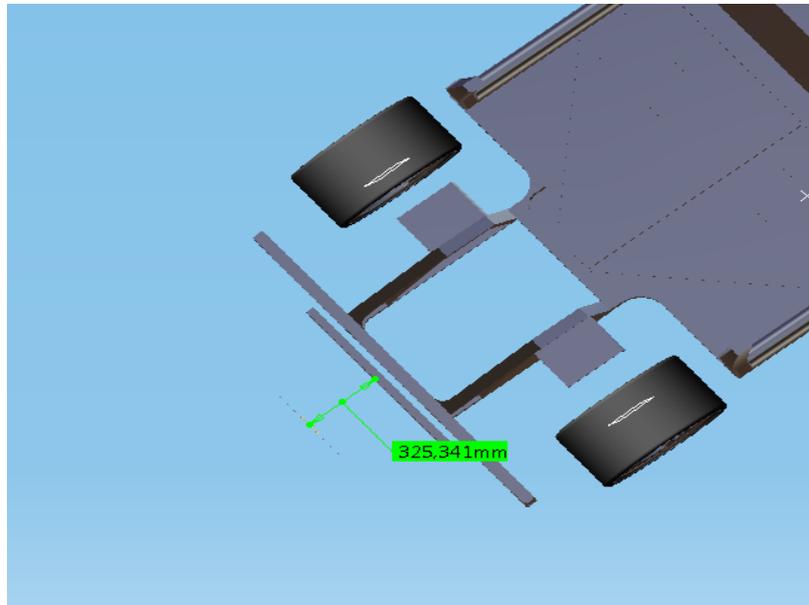


Figura 10: Spazio previsto per la zona deformabile

## Angoli di visibilità

Gli angoli di visibilità vengono riferiti rispetto a Oscar (un manichino monocolo che corrisponde al guidatore medio, di altezza in posizione eretta, 1780 mm casco compreso).

### Angolo di visibilità verticale

Non inferiore a  $5^\circ$  su tutta la superficie del cofano e in almeno un punto deve valere  $7^\circ$  (considerando Oscar monocolo).



Figura 11: Angolo di visibilità verticale

### Angolo di visibilità orizzontale

Maggiore di  $15^\circ$  verso il montante sinistro e maggiore di  $45^\circ$  verso il montante destro (considerando Oscar un monocolo, con guida a sinistra).

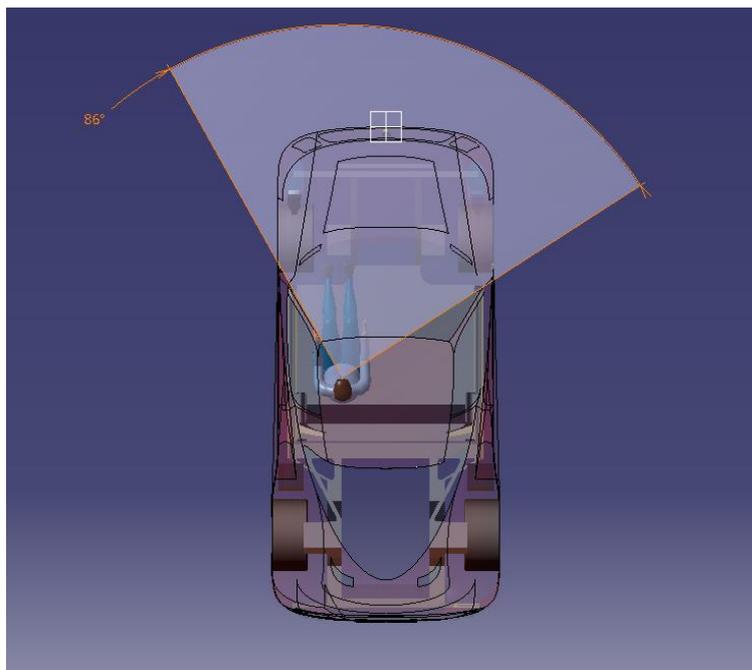


Figura 12: Angolo di visibilità orizzontale

Nelle immagini seguenti, sono mostrati i due angoli di visibilità combinati:

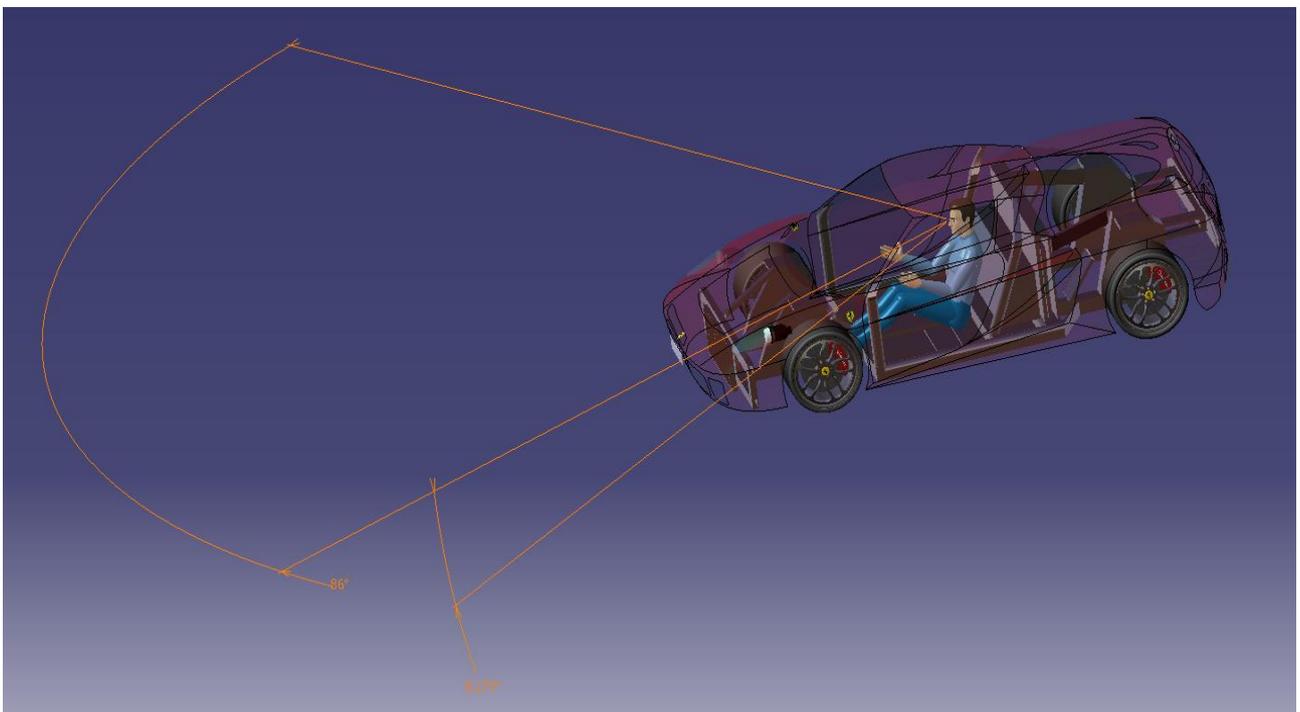
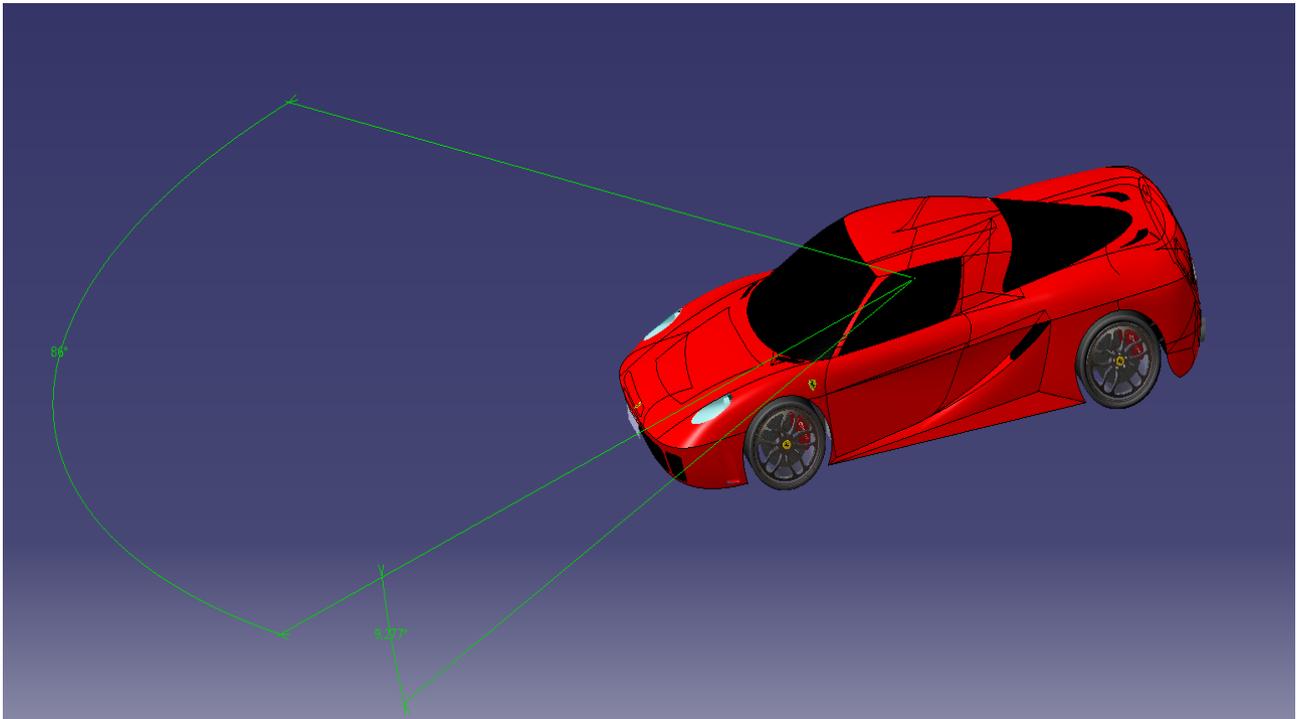


Figure 13 e 14: Panoramica degli angoli di visibilità del conducente

## Indicatori luminosi

### Anteriori

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.

Particolare attenzione va posta alle luci anabbaglianti: esse devono avere distanza minima tra di loro di 600 mm, distanza massima dal fuori tutto laterale di 400 mm e altezza da terra compresa tra 500 mm e 1200 mm.

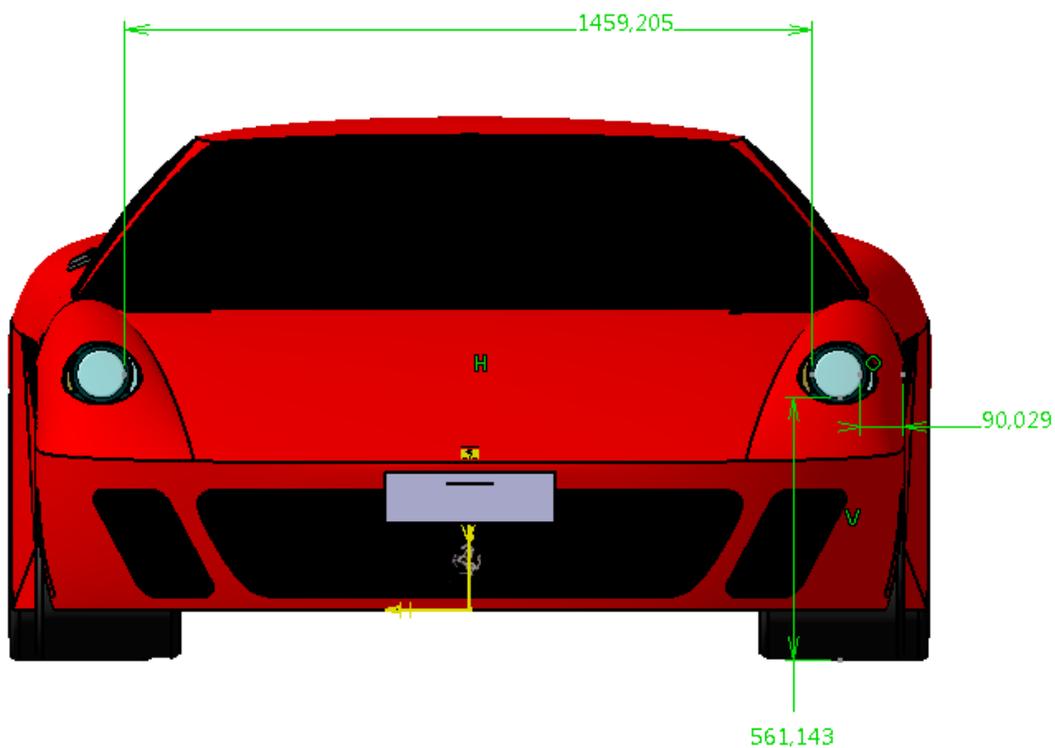


Figura 15: Quote relative al rispetto della normativa sul posizionamento dei fari anteriori

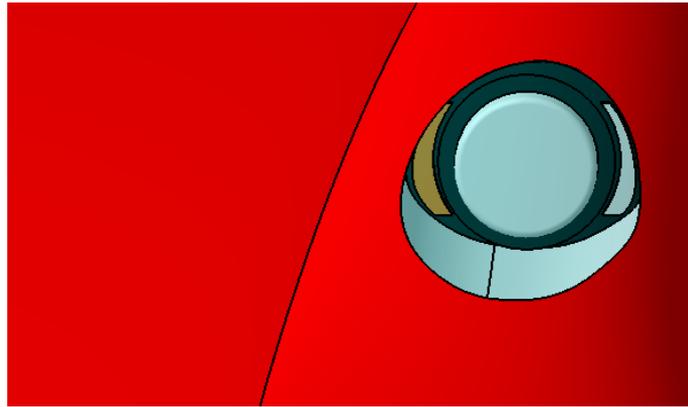


Figura 16: Dettaglio del gruppo ottico anteriore

Nell'immagine si apprezza il proiettore centrale in grado di produrre sia il fascio abbagliante sia il fascio anabbagliante. A destra del proiettore centrale in colore arancione si trova l'indicatore di direzione anteriore, a sinistra la luce di posizione. Quest'ultime si caratterizzano per la tecnologia a LED.

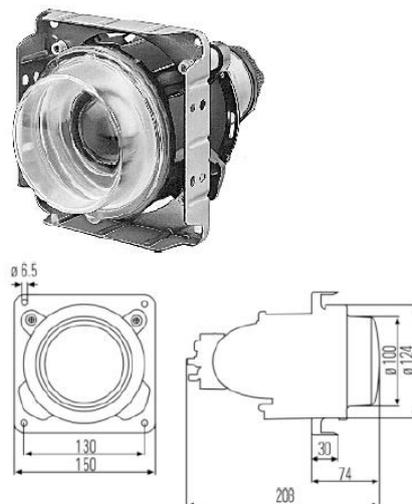


Figura 17: Proiettore anteriore Hella fornito da consegna



Figura 18: Riproduzione CAD 3D del proiettore anteriore

Per quanto riguarda la visibilità geometrica del fascio luminoso, gli angoli d'illuminazione prescritti sono di  $15^\circ$  verso l'alto e  $10^\circ$  verso il basso;  $45^\circ$  verso l'esterno e  $10^\circ$  verso l'interno rispetto alla strada.

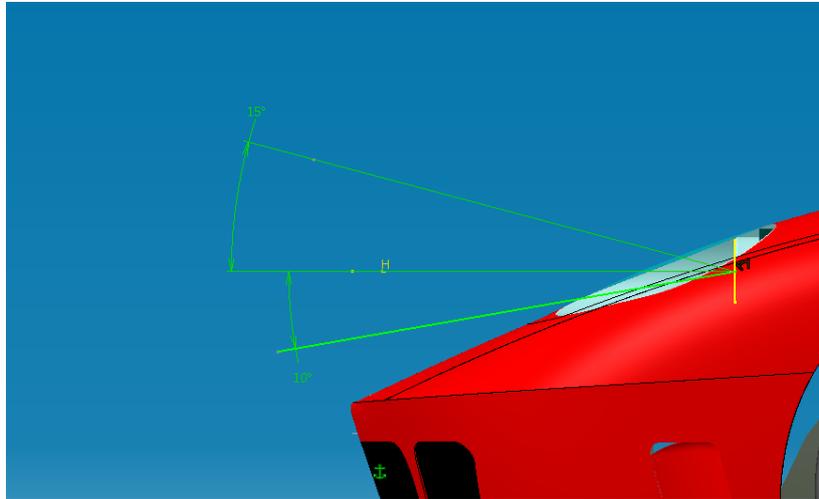


Figura 19: Angoli di visibilità verticale

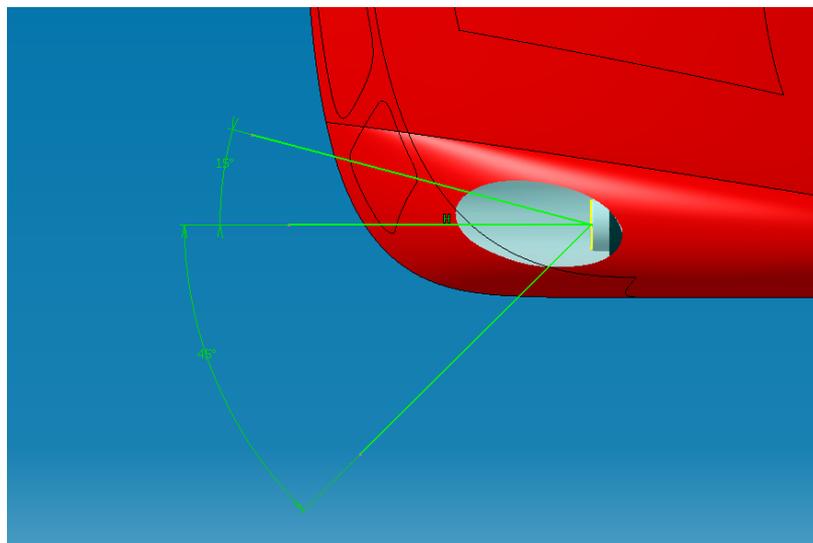


Figura 20: Angoli di visibilità orizzontale

## Posteriore

Le luci secondarie devono avere altezza compresa tra 350 mm e 1500 mm; la distanza minima tra i gruppi invece rimane di 600 mm e di 400 mm la massima dal fuori tutto laterale.

Sono obbligatorie le luci d'arresto, almeno un retronebbia e le luci per la retromarcia.

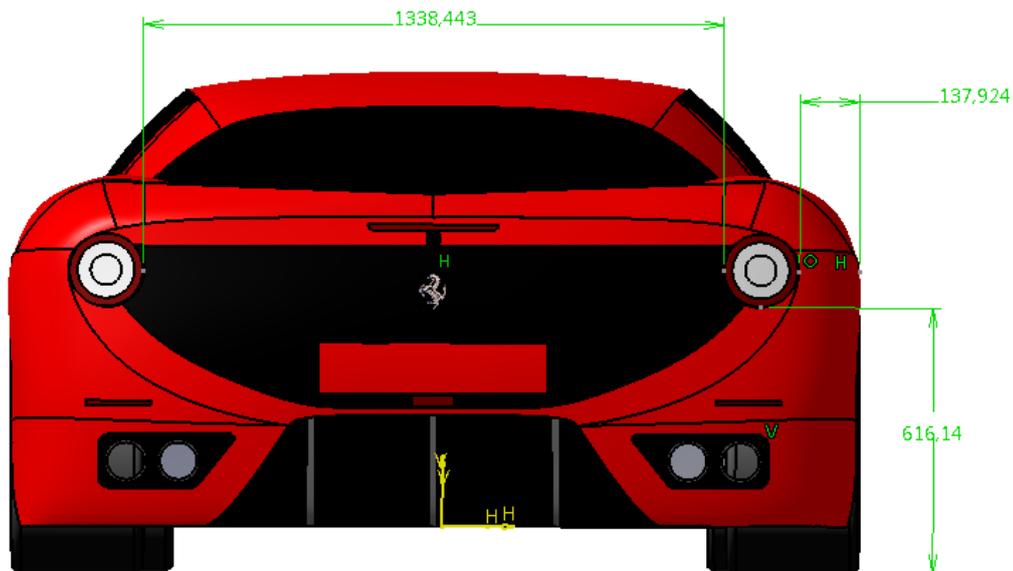


Figura 21: Quote relative al rispetto della normativa sul posizionamento dei fari posteriori

## Posizionamento Targhe

### Targa anteriore

Non viene normata l'altezza minima da terra né l'illuminazione. Le dimensioni però devono essere 360 mm x 115 mm.

### Targa posteriore

Deve avere altezza minima di 350 mm da terra e deve essere illuminata. Le dimensioni devono essere 520 mm x 115 mm.

## 5. POSIZIONAMENTO DEL MANICHINO REGOLAMENTARE "OSCAR"

### Descrizione

Il manichino regolamentare tridimensionale "Oscar" rappresenta, per massa e forma, un adulto di media statura (178 cm di altezza e 75 kg di peso, valori corrispondenti al cinquanta-percentile della popolazione) ed è utilizzato per gli studi di abitabilità e sicurezza passiva. Esso è costituito da una serie di elementi che simulano gli arti, il busto e la testa di un uomo.

Per effettuare le prove di posizionamento di Oscar nella vista laterale all'interno dell'abitacolo al fine di studiare la migliore collocazione per rispettare la normativa, si è realizzato un manichino bidimensionale in cartone in scala 1:5 costituito da geometrie stilizzate ed il cui movimento è consentito da fermacampioni posti in corrispondenza delle articolazioni.

Esso ha il compito di individuare il corretto posizionamento del punto H, ovvero quel particolare punto del manichino in cui si suppone centrata l'articolazione dell'anca. Disponendo degli ingombri meccanici della vettura di partenza e del posizionamento originale di Oscar, si è proceduto in primo luogo a valutare per quale posizione del punto H, ruotando il busto del manichino, non si verificasse l'impatto della testa contro il tetto vettura o il parabrezza.

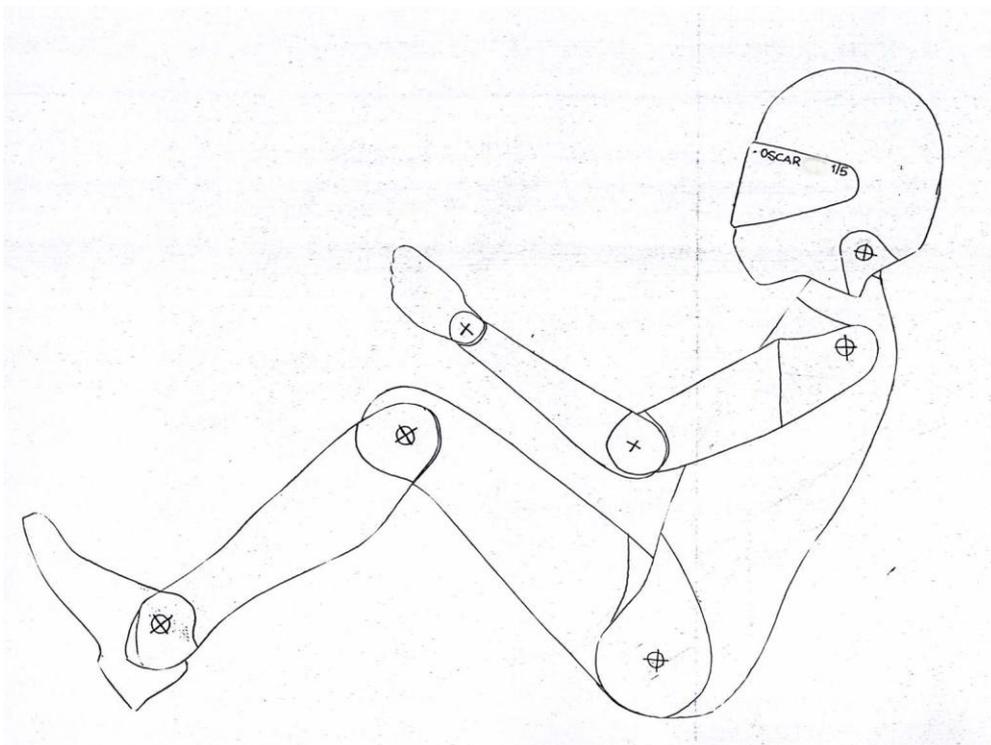


Figura 22: Rappresentazione del manichino regolamentare "Oscar"

## Posizionamento

Il posizionamento del manichino non è stata un'operazione condotta in seguito alla realizzazione delle viste, ma al contrario si è rivelato subito necessario per la realizzazione di fianco e pianta della nostra carrozzeria; la posizione di Oscar è, infatti, strategica e vincolante per la scelta di determinate soluzioni costruttive.

Una volta tracciato il telaio di fianco e in pianta si è posizionato Oscar all'interno dell'abitacolo per verificare che fossero rispettate le quote di abitabilità. Il parametro fondamentale per posizionare Oscar è stata l'altezza da terra del suo bacino, meglio nota come *altezza del punto H*. La posizione di tale punto influenza sicuramente l'*angolo di visibilità*: alzare il punto H significa aumentare l'angolo di visibilità e a parità di quota, un punto H più avanzato permette di avere angoli di visibilità maggiori. D'altro canto se si avanza troppo il punto H si rischia di posizionare Oscar in una posizione di guida scomoda perché magari troppo vicino al volante o perché la sua testa può andare a sbattere facilmente contro il tettuccio o contro il parabrezza in caso di brusca frenata.

Definizione del nuovo punto H: per questo motivo si è dovuta modificare la posizione del punto H rispetto al layout originale; la sua distanza longitudinale dal centro ruota anteriore è stata aumentata, cioè H è stato arretrato, contemporaneamente a un arretramento del bacino, il busto di Oscar è stato raddrizzato permettendo così un innalzamento della quota degli occhi da terra. Ne consegue che l'angolo di vista migliora. L'inclinazione del busto rispetto alla verticale è stata portata a circa  $21^\circ$  a fronte dei  $25^\circ$  della posizione originale (il massimo consentito è proprio  $25^\circ$ ). Trovato il punto H e fissata l'inclinazione del busto inferiore ai  $25^\circ$  (posizionamento regolamentare sufficientemente confortevole e che ha permesso di mantenere la corretta postura con un angolo tra braccio ed avambraccio di poco maggiore ai  $90^\circ$ ), è risultato necessario traslare in avanti il curvano e il montante anteriore di 15 mm per garantire che nella rotazione antioraria intorno al punto H, il casco, eviti di incontrare nella sua traiettoria eventuali ostacoli presenti dell'abitacolo al di fuori del volante (airbag) in caso di collisione.

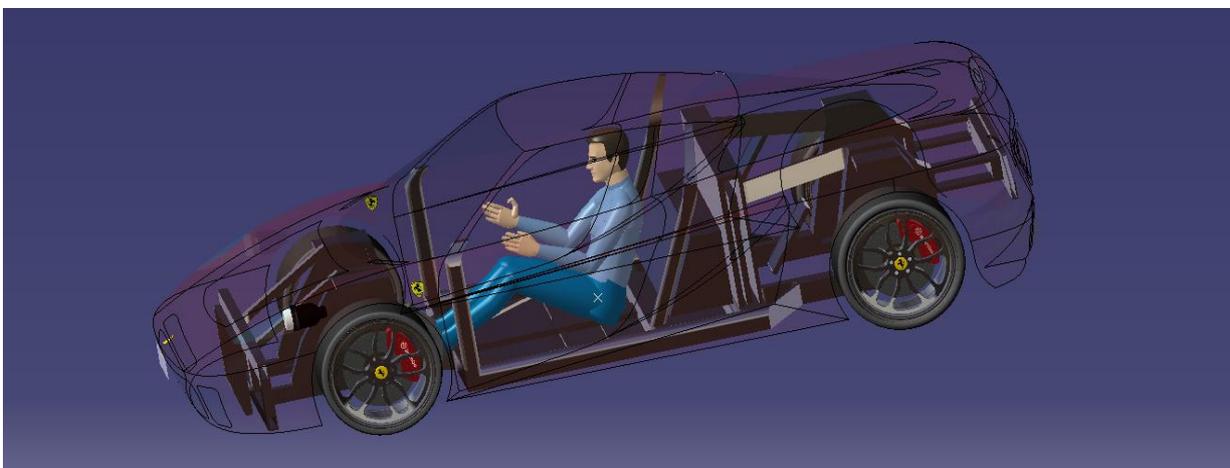


Figura 23: Posizionamento di Oscar nel rispetto dei vincoli regolamentari

Di seguito vengono fornite le coordinate per l'individuazione del punto H in base al sistema di riferimento adottato. Quest'ultimo è individuato da tre piani: il primo passante per la mezzeria dell'auto, il secondo coincidente con il fondo della carrozzeria, il terzo tangente al fuori-tutto anteriore.

- $X=2090$  mm
- $Y=-375$  mm
- $Z=202$  mm

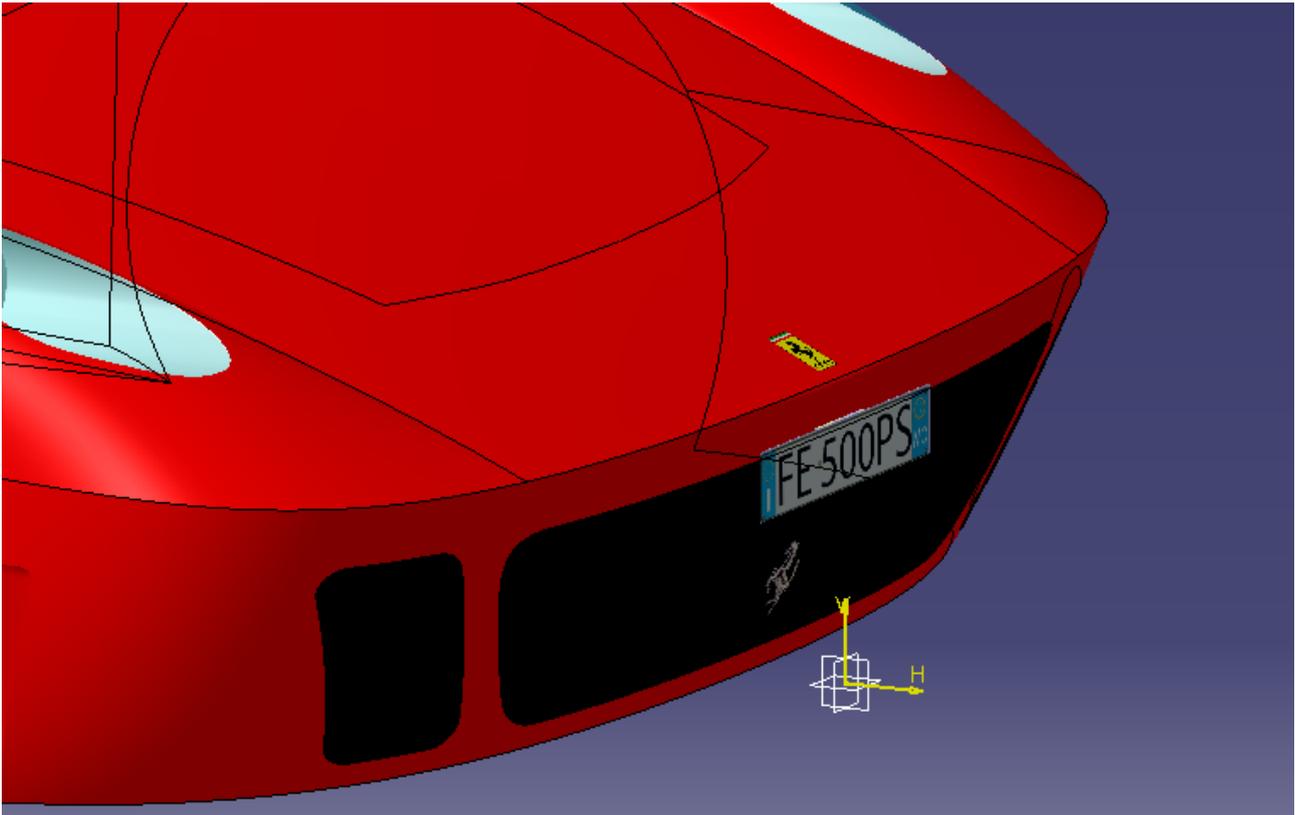


Figura 24: Sistema di riferimento

## 6. DAI PRIMI BOZZETTI ALLA LINEA DEFINITIVA

### Primi bozzetti

La definizione della linea dell'auto ha avuto inizio con il fianco sinistro, che oltre ad essere il più intuitivo è generalmente il più rappresentativo. Si è partiti con un profilo appena accennato per arrivare ad una sempre più crescente chiarificazione della distribuzione di spazi e superfici.

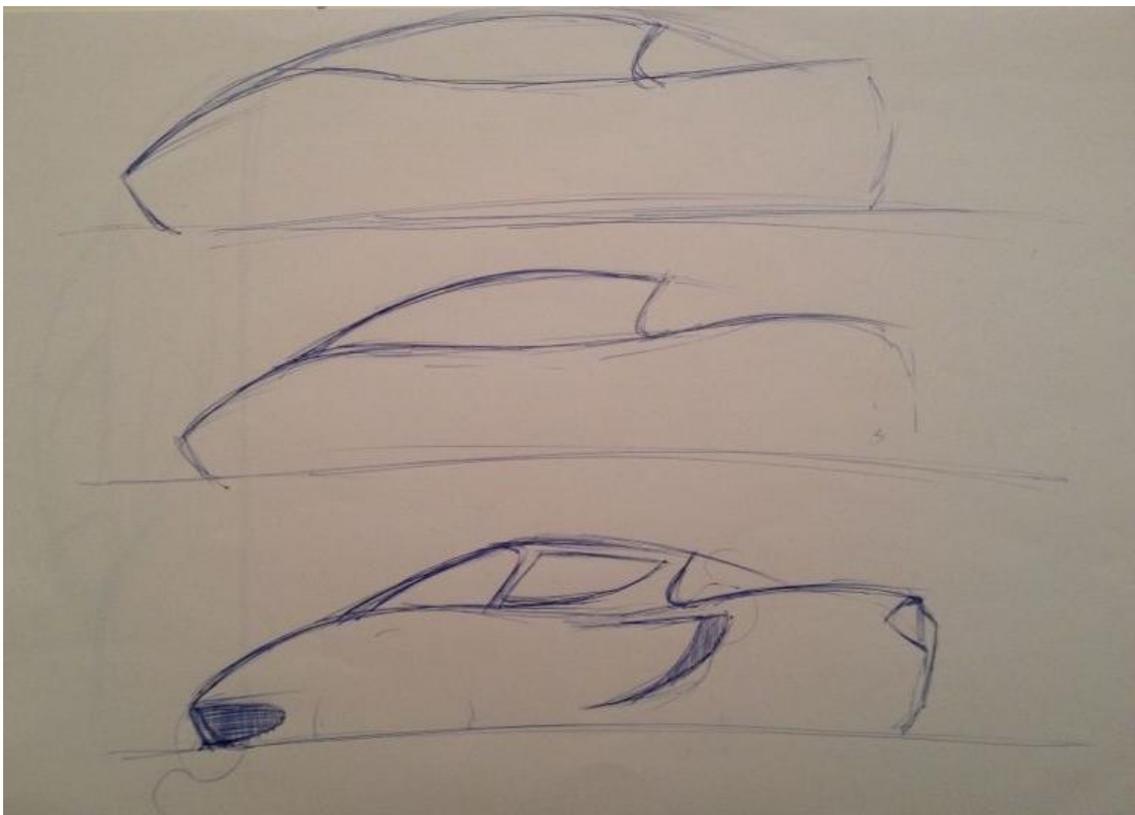


Figura 25: Prima stesura del profilo laterale

Il lavoro si è dimostrato sì complesso, ma al contempo particolarmente stimolante per tutti i componenti del gruppo di lavoro. La ricerca di equilibrio nella progettazione dei volumi ci ha costretto più volte a ridefinire le linee portanti ottenendo inevitabilmente più rappresentazioni della medesima vista. Bisogna tenere presente che sebbene questa parte possa apparire priva di vincoli e del tutto libera da costrizioni, non si è mai tralasciato l'aspetto funzionale e la facilità realizzativa del profilo considerato. La scelta di forme eccessivamente complesse implicherebbe, infatti, un'enormità di problematiche sia per la realizzazione sia per la produzione dell'auto stessa.

La definizione del prospetto posteriore è stata piuttosto complicata, si è cercato di dare concretezza al family feeling, con un chiaro richiamo agli ultimi modelli della casa del cavallino, ma si scelto comunque di mantenere alcuni elementi del modello del 1964.

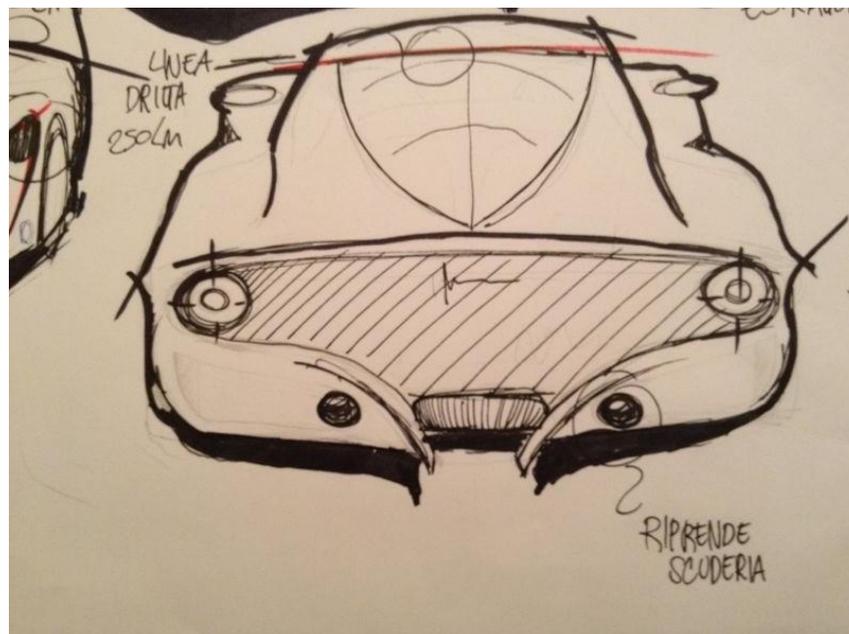
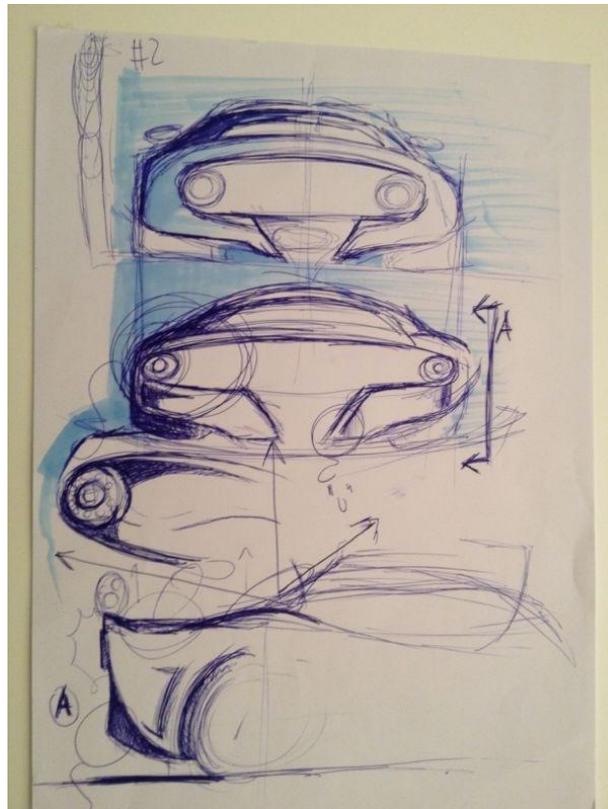


Figure 26 e 27: Primi studi del prospetto posteriore

Nel frattempo si è proceduto allo sviluppo dello stile del prospetto anteriore.

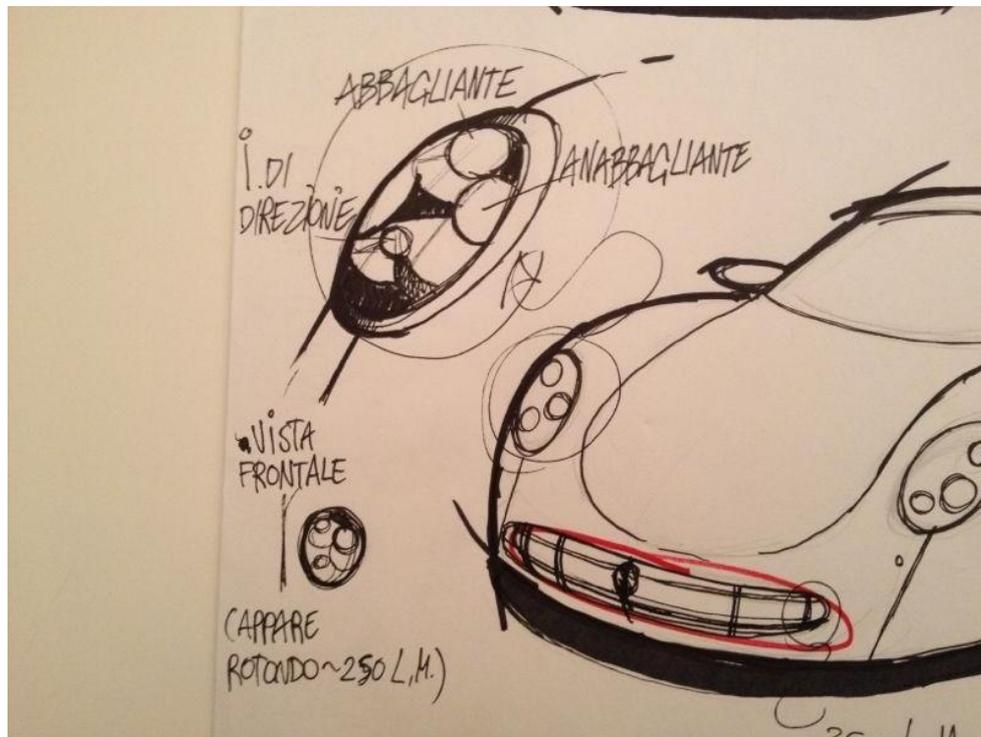


Figura 28: Primi studi del prospetto anteriore

Mettendo insieme il profilo disegnato inizialmente e i due prospetti si è arrivati a definire in linea di massima la vettura.

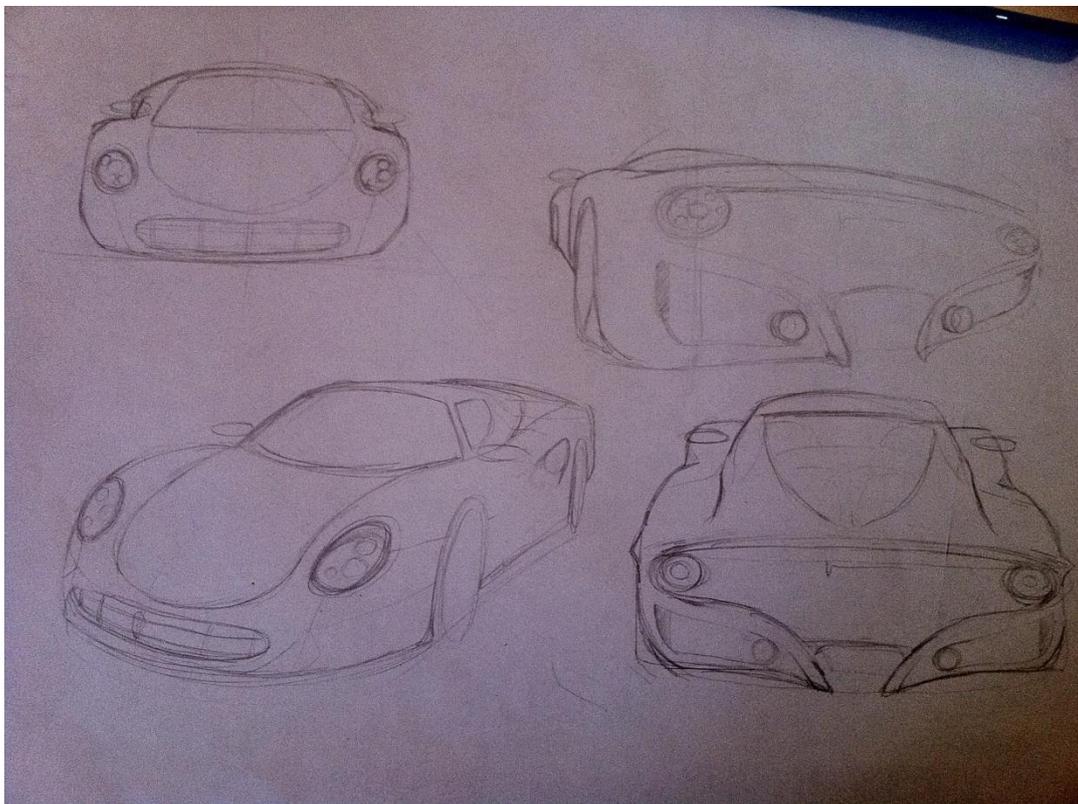
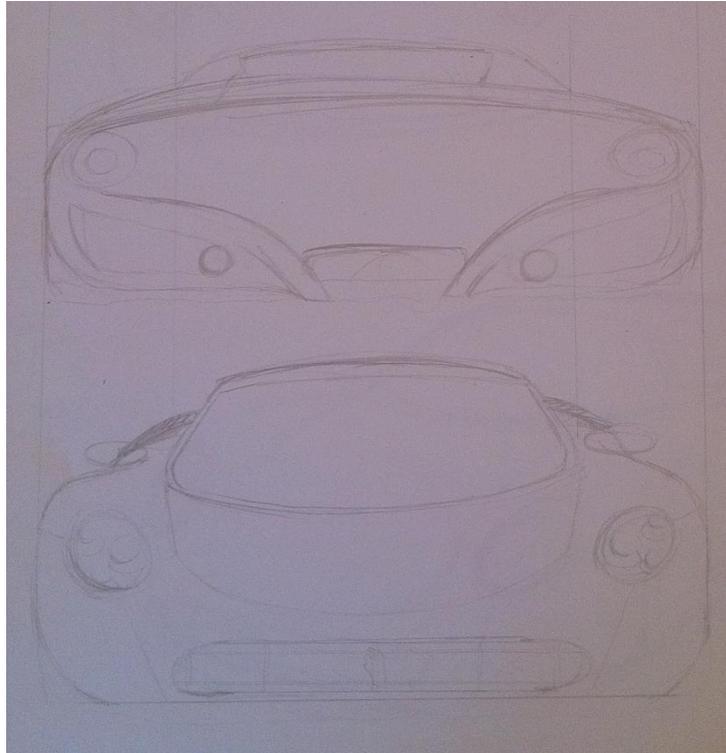


Figure 29 e 30: Risultati preliminari

## Scelta della linea definitiva

Non ancora soddisfatti del risultato ottenuto, a nostro parere ancora poco conforme al family feeling aziendale, si è scelto di rivedere l'intera auto dando maggiore incidenza alle linee fondamentali. I profili inizialmente molto arrotondati sono stati modificati con lo scopo di dare al modello più aggressività e slancio.

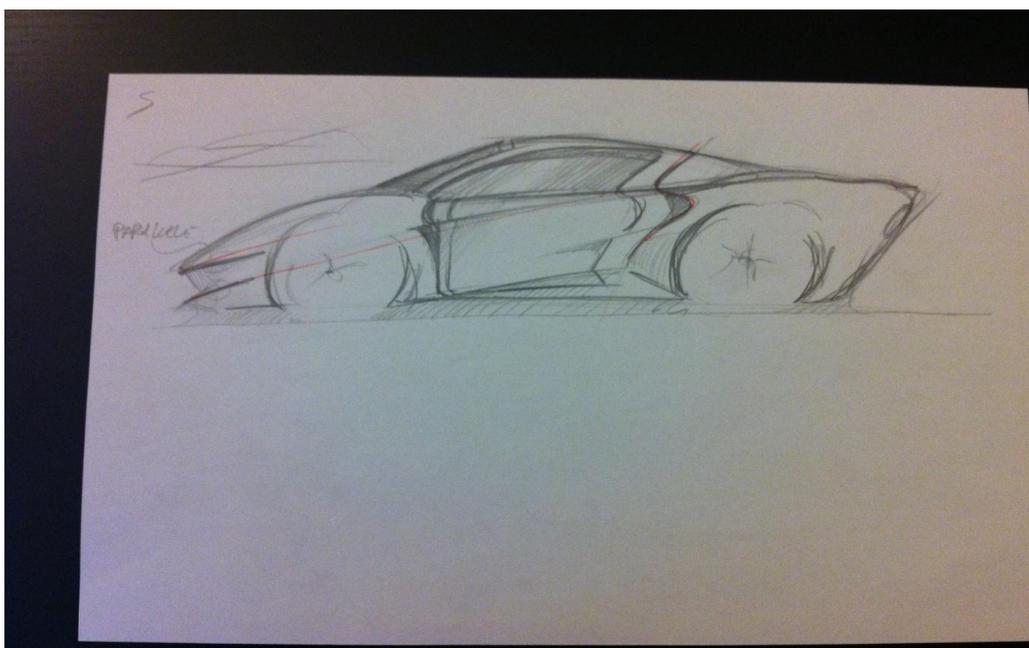
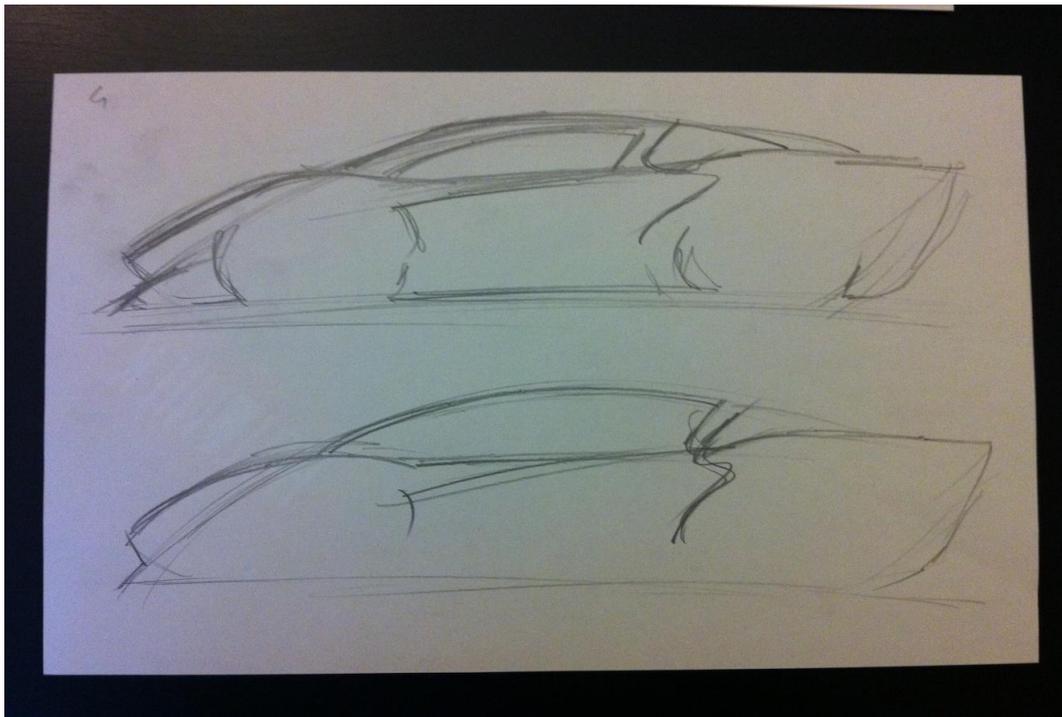


Figure 31 e 32: Dalla seconda stesura si evince la revisione dei profili dell'auto, con linee più taglienti e aggressive.

È evidente che la modifica del profilo del fianco ci ha costretto a correggere conseguentemente tutte le altre viste, in modo da rispettare proporzioni e misure.

Una volta ultimata questa operazione si è giunti infine al modello da noi voluto.

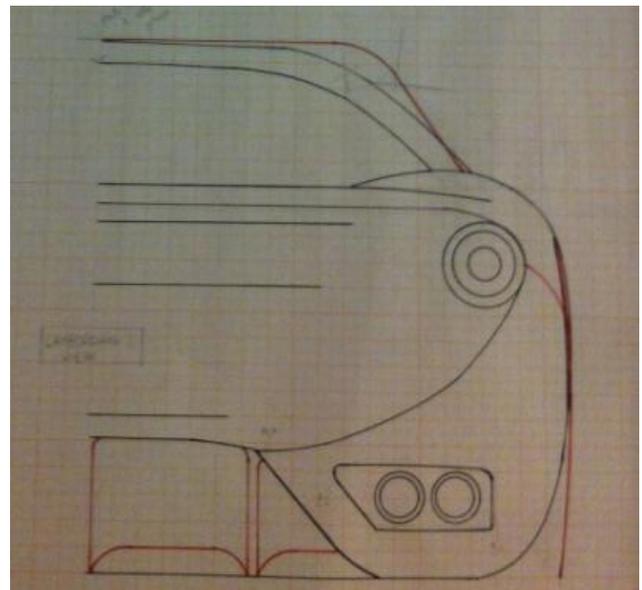
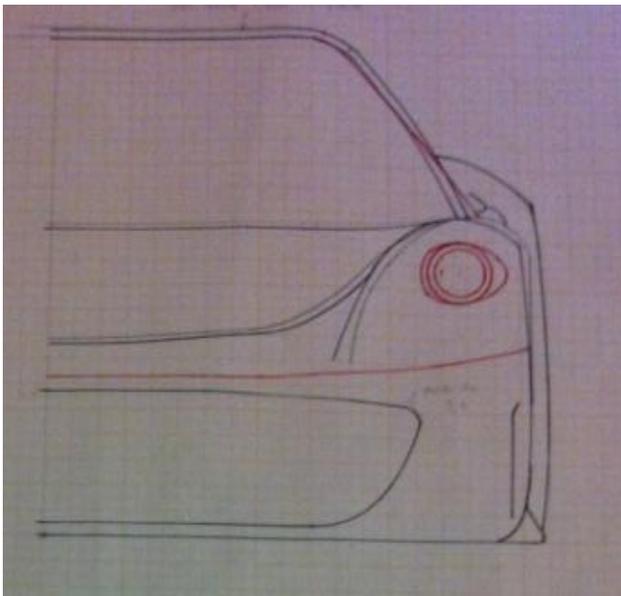
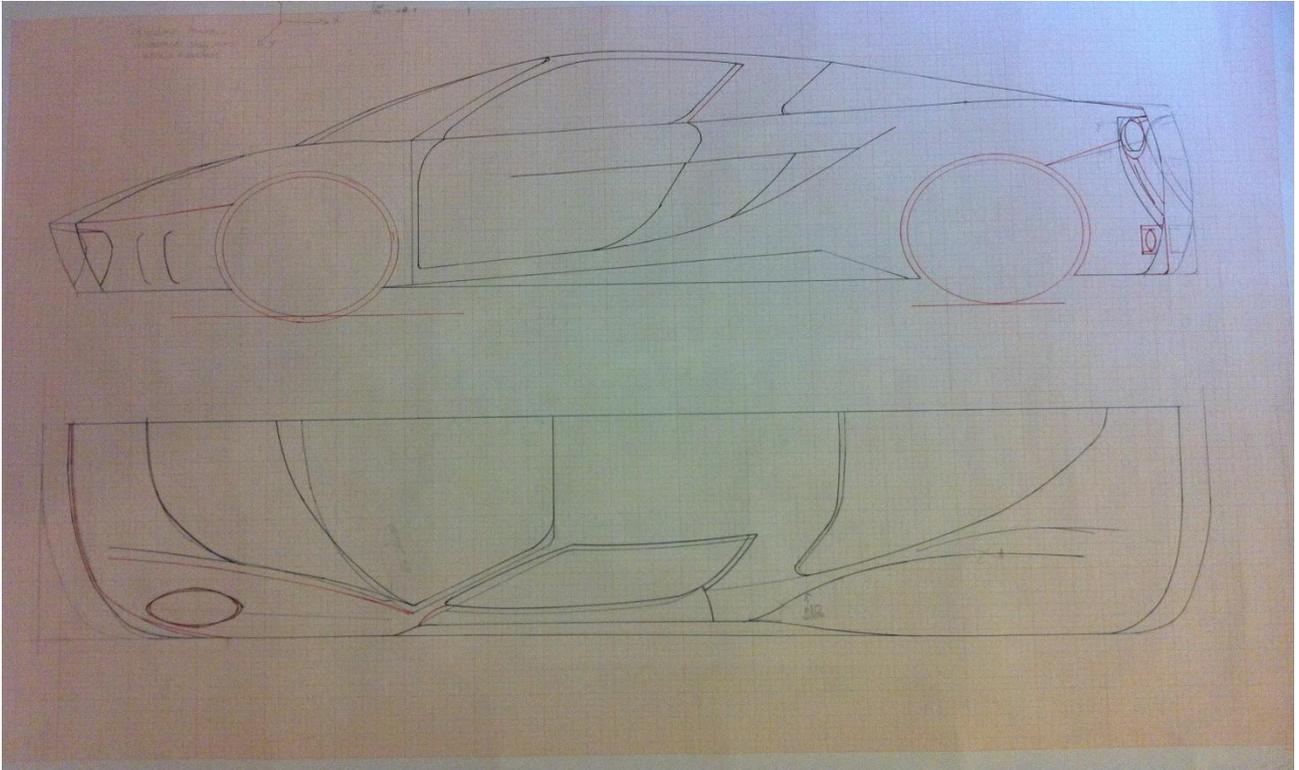


Figure 33, 34 e 35: Proiezioni ortogonali delle 4 viste su carta millimetrata

## 7. SCELTE DI STILE

La carrozzeria della vettura è caratterizzata da molteplici richiami al passato, con elementi stilistici classici mescolati a nuovi tagli sportivi in linea con l'attuale stile Ferrari. Parlare di stile Ferrari non significa parlare unicamente di eleganza e sportività, bensì si deve riprendere necessariamente il concetto di "Family Feeling" introdotto precedentemente. Proprio a proposito di quest'ultimo non si è potuto prescindere da alcuni tratti distintivi che accomunano le più recenti vetture di Maranello. Osservando le immagini delle vetture sottostanti è evidente come alcune caratteristiche stilistiche (e al contempo funzionali) siano comuni a più modelli. Sostenere il concetto di "Family Feeling" significa proseguire su un filone stilistico già delineato dalle precedenti automobili, che consenta a chiunque veda l'auto, di identificarla con la Casa Madre.

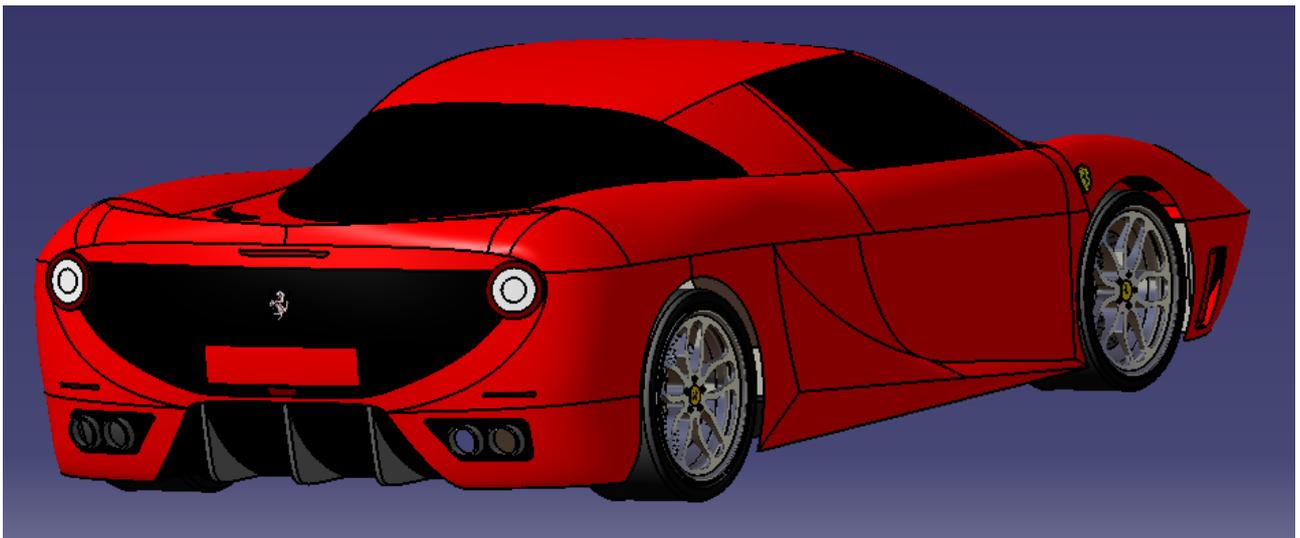


Figure 36 e 37: Confronto della vista a 3/4 posteriore tra il modello del '64 e la nostra proposta

Il faro anteriore rappresenta uno dei più espliciti rimandi alla 250 LM, l'intero gruppo di lavoro ha condiviso l'idea di mantenerne invariato il design nell'intento di conferire una vera e propria eleganza classica.

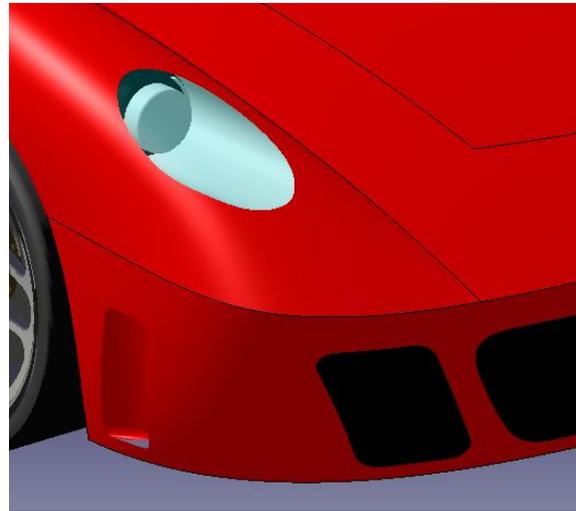


Figure 38 e 39: Confronto tra i gruppi ottici anteriori

Il prospetto posteriore ha preso ispirazione della recentissime Ferrari F12 Berlinetta e Ferrari FF, il gruppo ottico e gli scarichi sono rimasti pressochè identici, mentre l'estrattore è stato estremizzato, con un design corsaiolo.

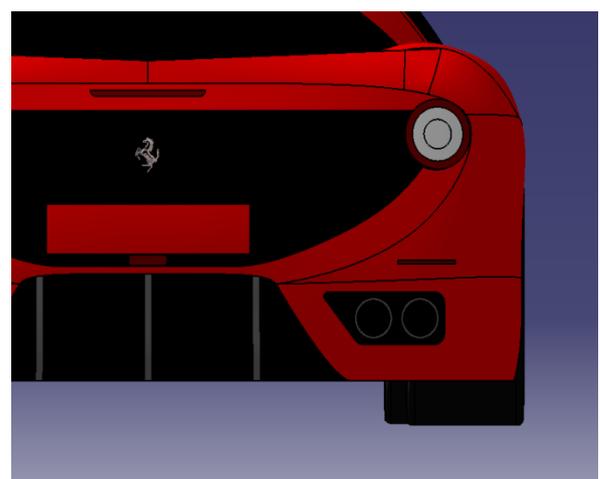


Figure 40 e 41: Confronto tra i prospetti posteriori

Il profilo laterale anteriore denota un chiaro rimando alla Ferrari 430, che per caratteristiche tecniche e stilistiche ha rappresentato, insieme alla più recente 458 Italia, un importante riferimento. In queste immagini appare ancora più chiaro come alcune scelte estetiche siano state supportate da un'importante funzionalità.



Figure 42 e 43: Confronto tra i passaruota anteriori

La chiusura del serbatoio è stata volutamente mantenuta in stile classico, con l'intento di rimarcare il collegamento con il modello ispirativo del '64.

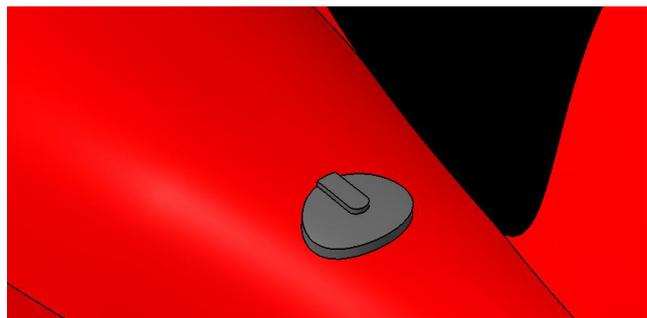


Figure 44 e 45: Dettagli del serbatoio a confronto

## 8. L'AERODINAMICA

### Introduzione

L'aerodinamica è una scienza derivata della fluidodinamica che studia la dinamica dei gas, in particolare dell'aria, e la loro interazione con i corpi solidi. In genere i problemi di aerodinamica vengono classificati in base all'ambiente in cui è definito il flusso.

L'aerodinamica definita "esterna" studia i flussi attorno a corpi solidi. Tipici campi di applicazione prevedono, ad esempio, la determinazione della portanza e della resistenza di un profilo alare in campo aeronautico piuttosto che automobilistico.

Altri campi di applicazione possono essere trovati più in generale nella progettazione di qualsiasi tipo di veicolo. L'aerodinamica definita "interna" studia invece i flussi all'interno di corpi solidi, come possono essere, ad esempio, i flussi in un motore o nei canali di condizionamento.

Uno dei risultati più importanti dell'aerodinamica è la determinazione delle forze aerodinamiche che agiscono su un corpo. Il loro calcolo preciso è d'importanza fondamentale nel progetto di un veicolo.

La necessità di avere un elevato carico aerodinamico, un'efficiente fluidodinamica interna e, simultaneamente, una riduzione della resistenza aerodinamica della vettura, sono gli aspetti più complessi in fase di progettazione. Purtroppo non possedendo ancora gli strumenti per uno studio aerodinamico approfondito, ci siamo limitati alla loro analisi preliminare.

Tuttavia le considerazioni prettamente tecniche a cui siamo giunti si sono dimostrate molto utili nella definizione degli elementi stilistici in grado di caratterizzare la vettura nel vasto mondo delle vetture super-sportive.

### Zona anteriore

Il frontale è caratterizzato da una grande griglia centrale al fianco della quale sono previste due prese d'aria di dimensioni ridotte. La prima, oltre ad avere un rilevante ruolo aerodinamico, è adibita principalmente a fornire un importante flusso di aria per il raffreddamento del radiatore dell'acqua. Anche le due laterali svolgono una duplice funzione: la prima consiste nell'apporto di aria per l'alimentazione del motore attraverso appositi condotti; la seconda riguarda il raffreddamento dell'impianto frenante anteriore.

Osservando il cofano, in prossimità del parabrezza, due sottili aperture assicurano l'ingresso del flusso d'aria indispensabile per l'areazione dell'abitacolo (l'aria sarà adeguatamente filtrata e condizionata).

L'aria calda uscente dal radiatore ha due "vie di fuga": il contributo maggiore viene convogliato verso il fondo della vettura per incrementare i valori di down-force e allo stesso tempo ridurre la resistenza aerodinamica generata dal radiatore; la rimanente parte trova sfogo attraverso le due feritoie ricavate in posizione defilata sempre sul paraurti anteriore.

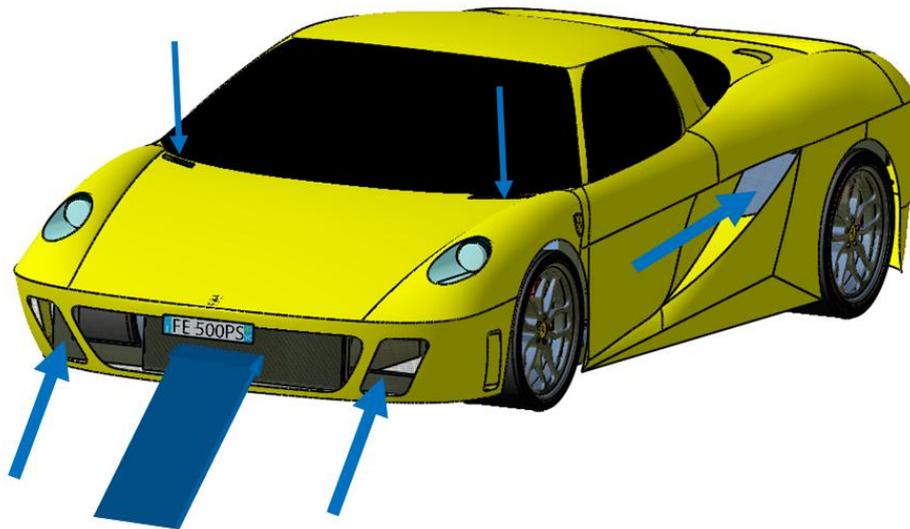


Figura 46: Flussi d'aria in ingresso - vista anteriore

## **Zona posteriore**

Per quanto riguarda il raffreddamento dell'olio del gruppo cambio/propulsore si è deciso di posizionare due radiatori di dimensioni più contenute nella zona laterale retrostante l'abitacolo; essi sono alimentati dai fori ricavati nelle fiancate dell'auto in cui l'aria è indirizzata attraverso le decise nervature che attraversano la portiera (essi garantiscono allo stesso tempo l'adeguato raffreddamento dell'impianto frenante posteriore). La fuoriuscita dell'aria calda avviene in parte verso il fondo, contribuendo ad incrementare la deportanza, ed in parte dai due sfoghi sul cofano posteriore.

Lo stesso principio si sfrutta per il raffreddamento del vano motore; esso riceve dalle prese laterali aria fresca mentre, affinché sia assicurato il corretto smaltimento del calore generato dalle elevate temperature di esercizio, sfrutta due differenti soluzioni: quando la macchina è in marcia utilizza la griglia che “unisce” i gruppi ottici posteriori; In questo modo viene “soffiata” aria calda nella scia della vettura, producendo un aumento della pressione ed una relativa diminuzione della resistenza aerodinamica. In caso di sosta o basse velocità di marcia gli sfoghi sul cofano posteriore servono ad espellere i vapori prodotti nel vano motore.

Al di sopra della griglia posteriore un sottile spoiler completa il profilo dell’auto e allo stesso tempo fornisce un aggiuntivo contributo di deportanza.

Il diffusore posteriore rappresenta un ulteriore elemento rilevante presente sulla carrozzeria. Esso ricopre al contempo un ruolo estetico e funzionale: estetico poiché contribuisce a rendere “dinamica” la coda della vettura, ma soprattutto funzionale in quanto ad esso è demandata l’estrazione dell’aria dal fondo vettura, nell’ottica di aumentare sensibilmente la deportanza.

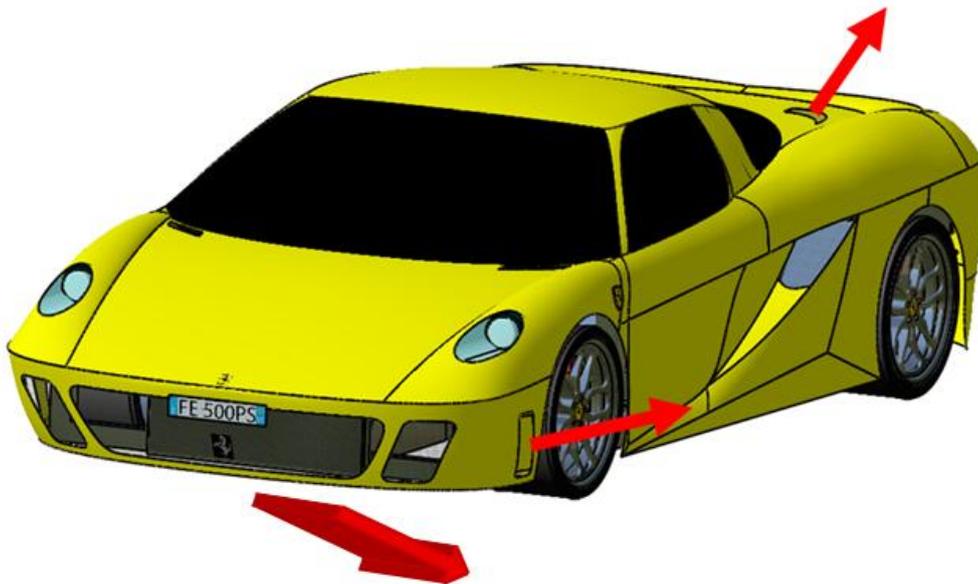


Figura 47: Flussi d'aria in uscita - vista anteriore

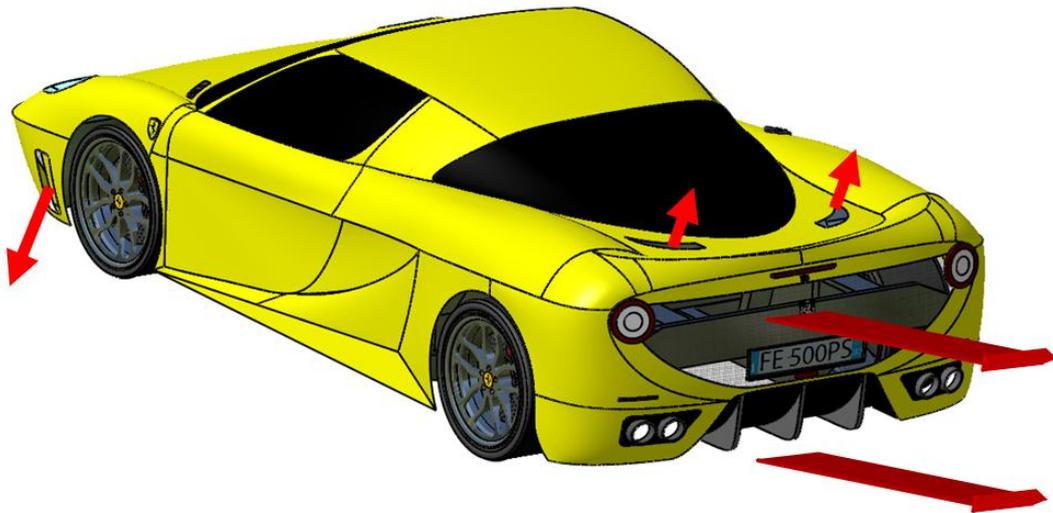


Figura 48: Flussi d'aria in uscita - vista posteriore

In conclusione si può apprezzare come, seppur si sia proceduto ad analizzare a grandi linee il ruolo dell'aerodinamica a servizio degli aspetti più funzionali dell'auto, tale studio non sia stato eseguito senza prendere in considerazione la scelta di stile sposata per il modello in questione. A dimostrazione di quanto detto si osservi la linea generale: essa si mantiene fluida e "pura" su tutto lo sviluppo della carrozzeria.

Come insegna la più recente storia delle vetture Ferrari non si ha così la necessità di impiegare vistosi profili alari o soluzioni eccessivamente elaborate le quali non porterebbero ad altro se non ad una drastica riduzione della pulizia del profilo.

## 9. REALIZZAZIONE DEL MODELLO CAD 3D

### Realizzazione del modello

Sono riportati di seguito gli step fondamentali della realizzazione del modello CAD 3D:

Innanzitutto sono state scannerizzate le immagini delle proiezioni dell'auto su carta millimetrata e importate a CATIA. Si è proceduto a definire poi la linea di contorno del modello.

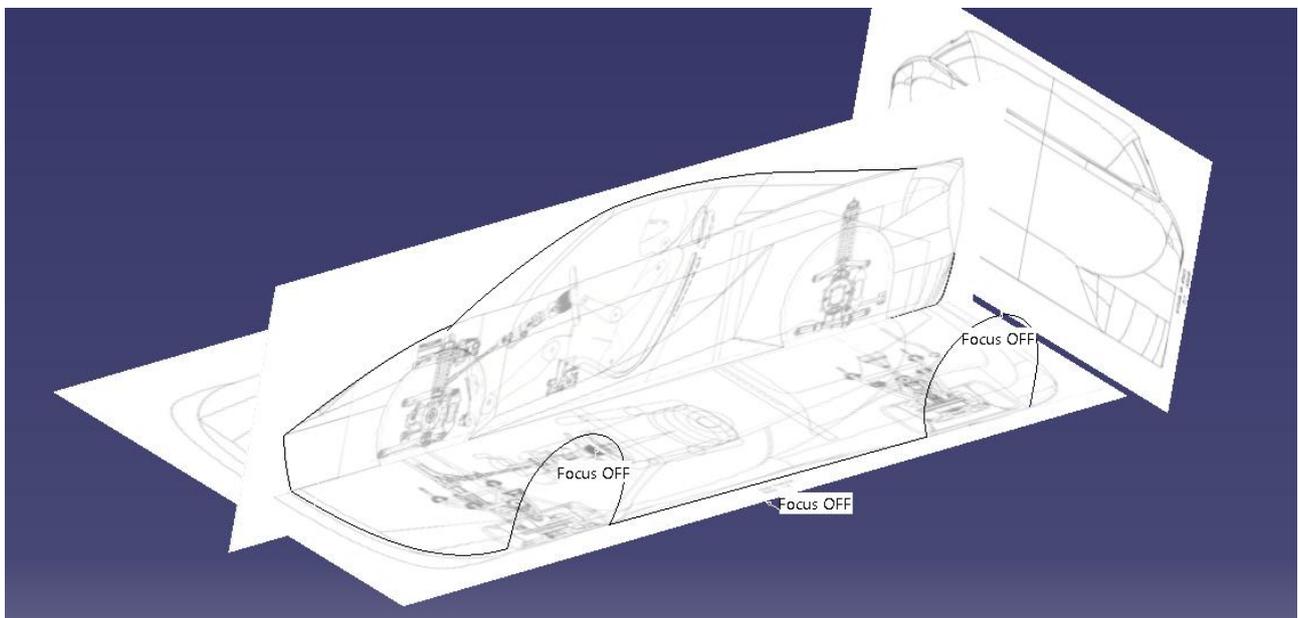
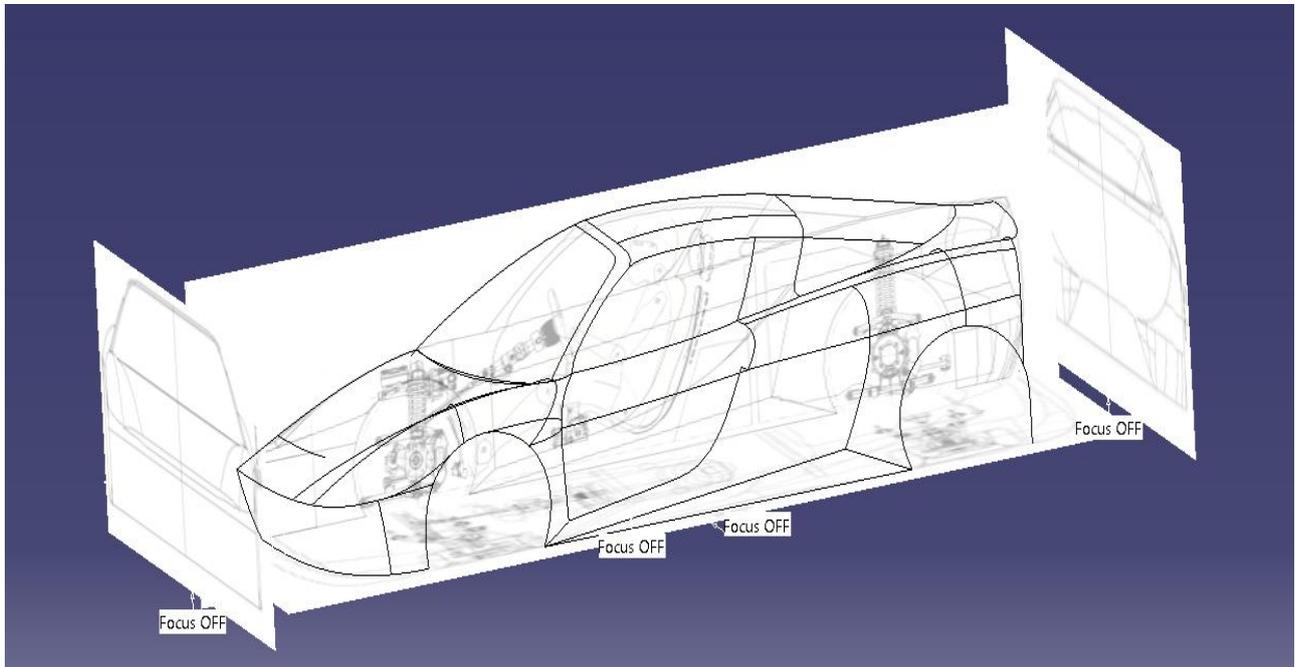


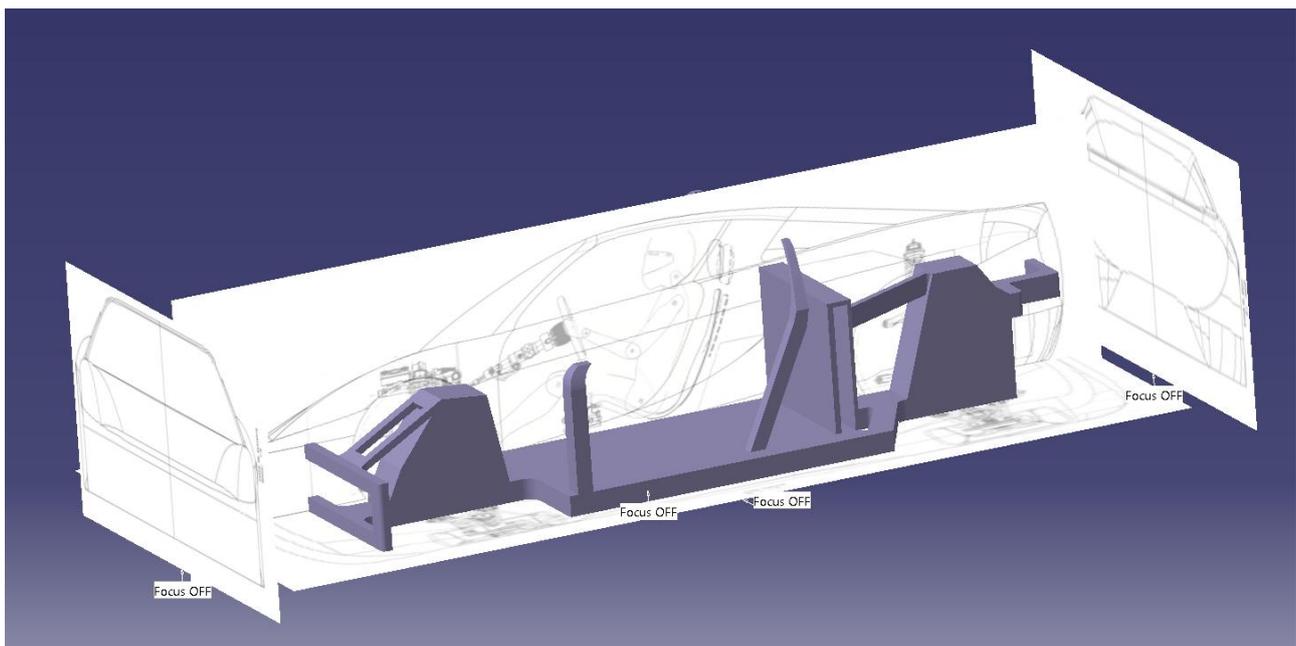
Figura 49: Definizione del profilo esterno

Con non poca difficoltà si è passati a definire tutti i profili del modello, supportati dalle sezioni trasversali e assiali realizzate precedentemente nel disegno in scala.



**Figura 50: Definizione delle linee di carrozzeria**

Con lo stesso procedimento abbiamo trasferito il telaio su CAD in maniera da verificare che non ci fosse penetrazione tra il telaio stesso e le linee dell'auto.



**Figura 51: Verifica di compatibilità tra carrozzeria e telaio**

Ultimato il controllo con il telaio, sono state elaborate le superfici di tutti i pannelli e i cristalli.

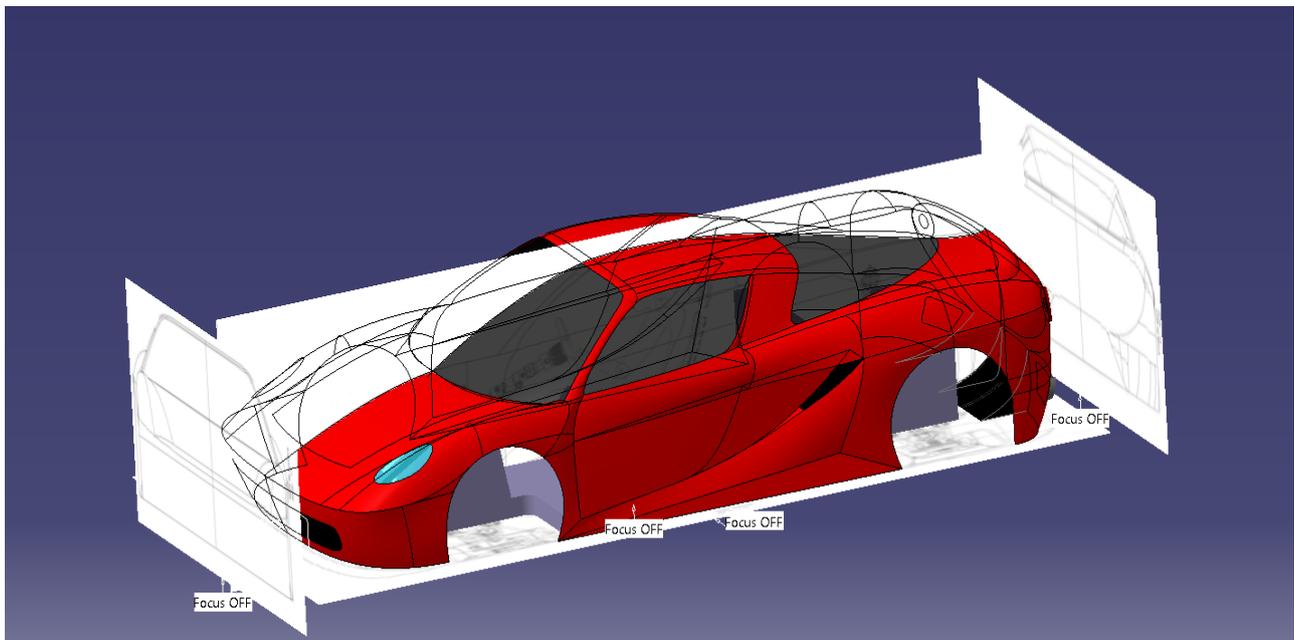


Figura 52: Carrozzeria - Modello 3D

La realizzazione a CAD della vettura è stata poi completata con l'aggiunta di cerchi e pneumatici (provenienti dal progetto di Disegno di Componenti), indicatori laterali di direzione, prese d'aria fondamentali, stemmi, sistema frenante, e tutto ciò che concerne per la realizzazione di una supersportiva Ferrari.

## Verifiche virtuali

Le verifiche del telaio non si sono fermate al controllo di peso, sollecitazioni e non compenetrazione con i pannelli, ovviamente ci siamo dovuti accertare che non ci fosse alcun tipo di problema nella sterzata delle ruote in ambo le direzioni.

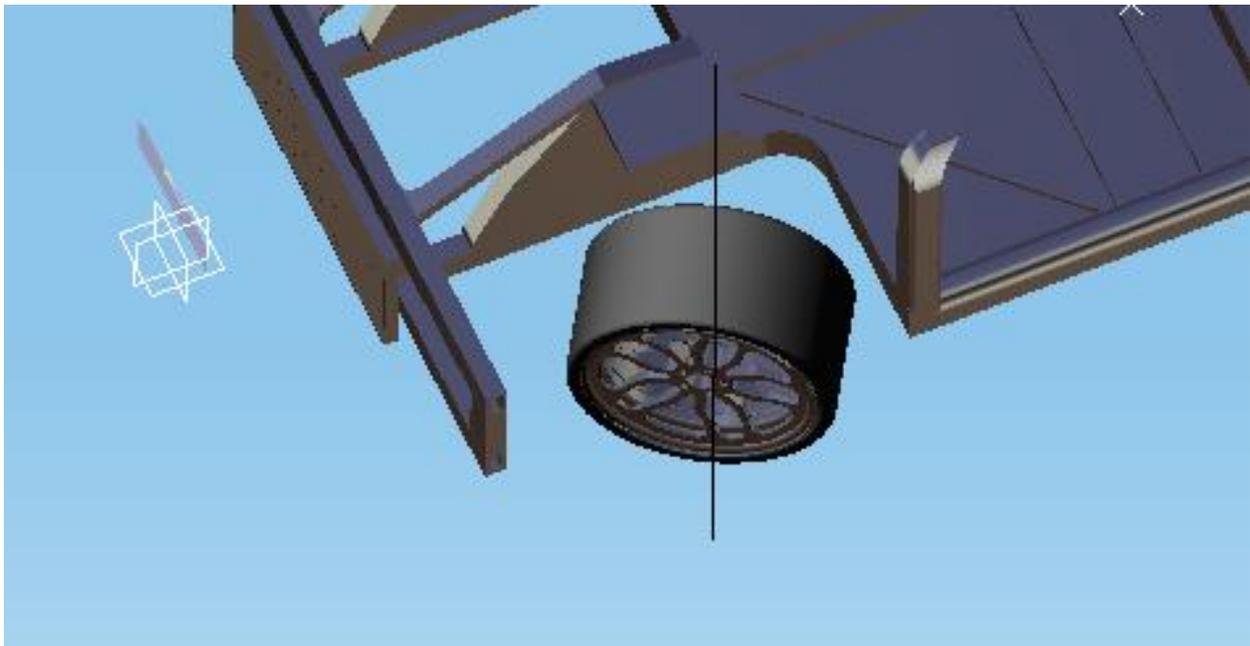
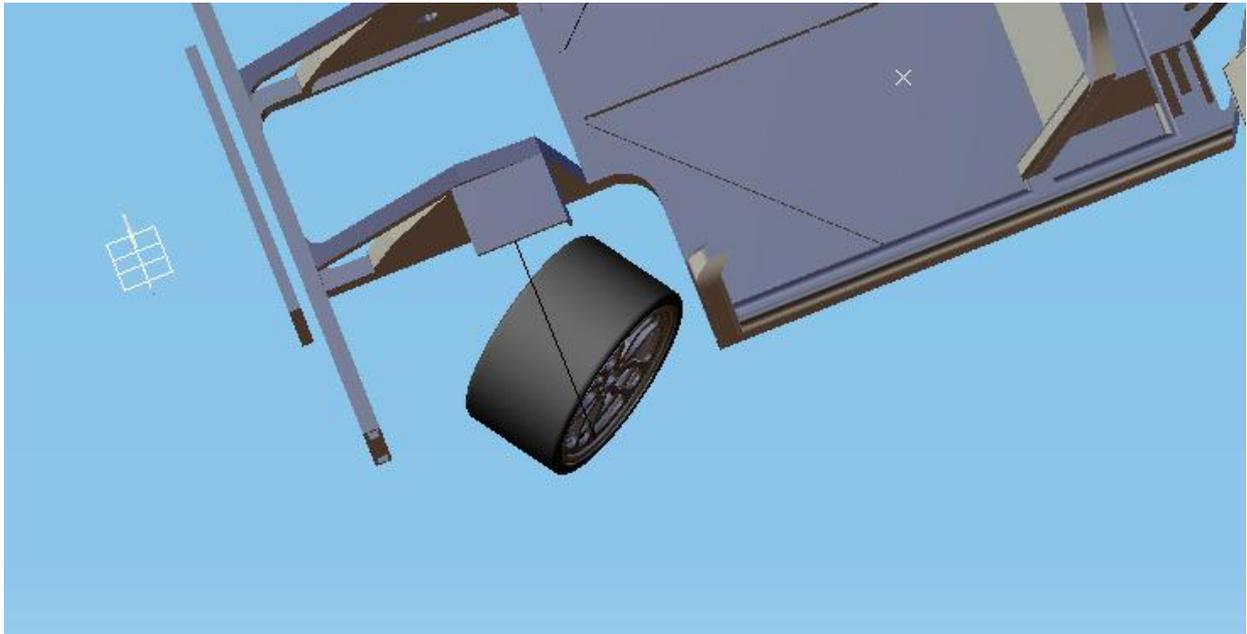


Figure 53 e 54: Verifiche dell'effettiva libertà di sterzata degli pneumatici

Ovviamente le verifiche hanno coinvolto i finestrini, era fondamentale che il profilo delle portiere non rappresentasse alcun impedimento per il movimento di questi ultimi. Nelle immagini sottostanti è stata evidenziata con molteplici punti di vista la piena libertà di movimento dei cristalli delle porte.

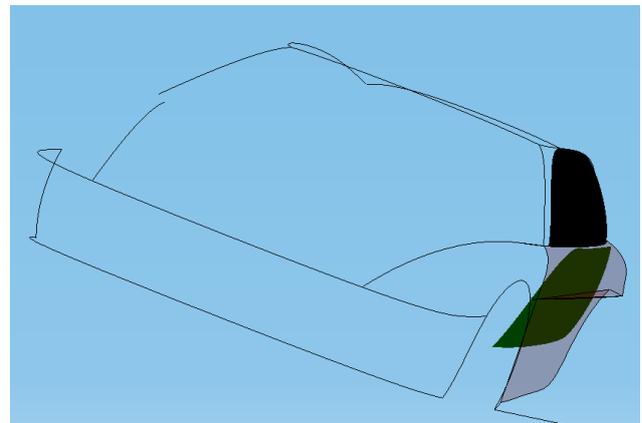
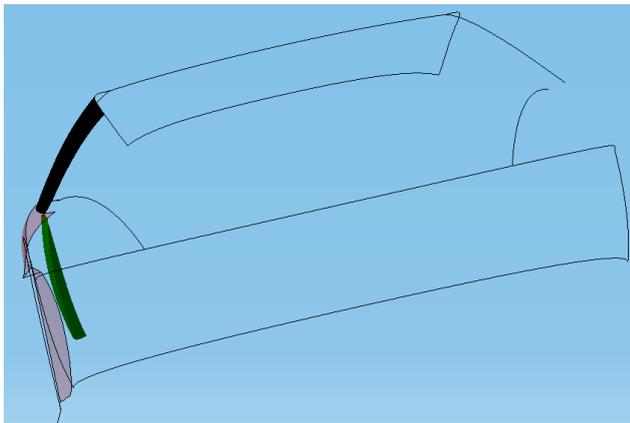
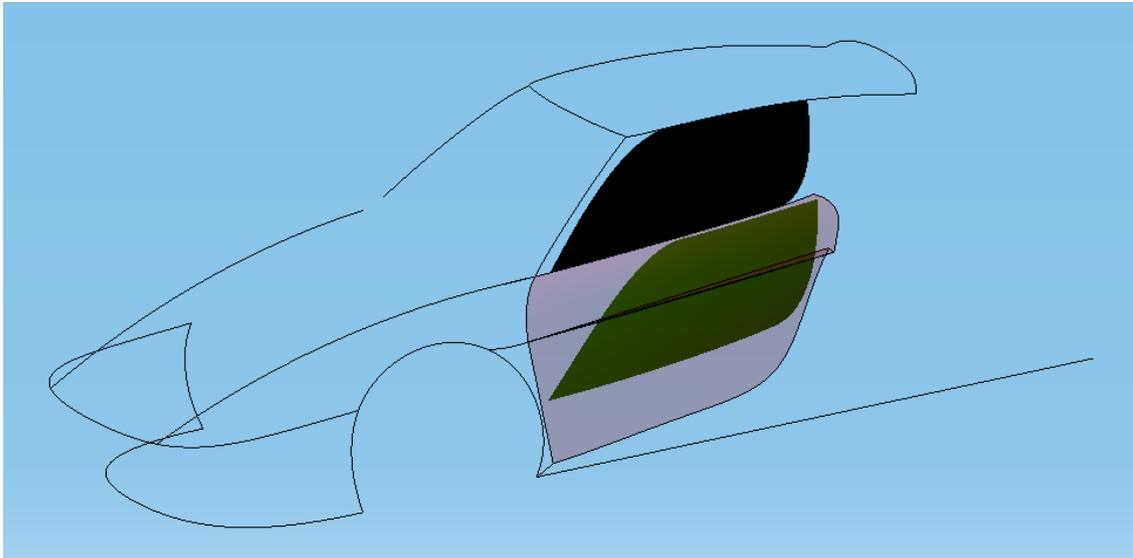


Figure 55, 56 e 57: Verifica della discesa dei cristalli porte

## Studio di fattibilità

In questa sezione ci si occupa della suddivisione di tutti i pannelli costituenti la carrozzeria per assicurarne la produzione.

### **Pannelli mobili**

I pannelli della carrozzeria che hanno la possibilità di apertura sono individuabili in: vano motore, vano portaoggetti anteriore, portiere.

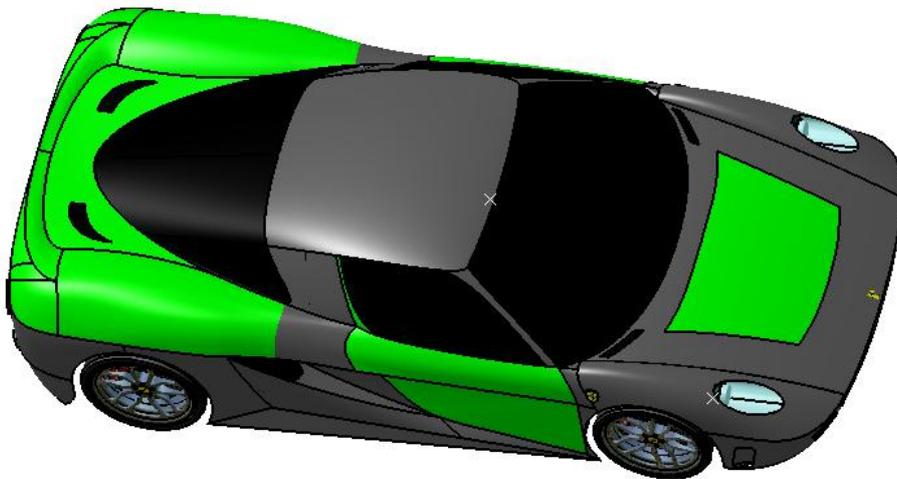


Figure 58 e 59: Pannelli mobili (colore verde)

## Paraurti

I paraurti anteriore e posteriore si suppone vengano prodotti in plastiche polimeriche per una serie di vantaggi: aumento resistenza, vantaggio nella sostituzione, facilità di modellazione.

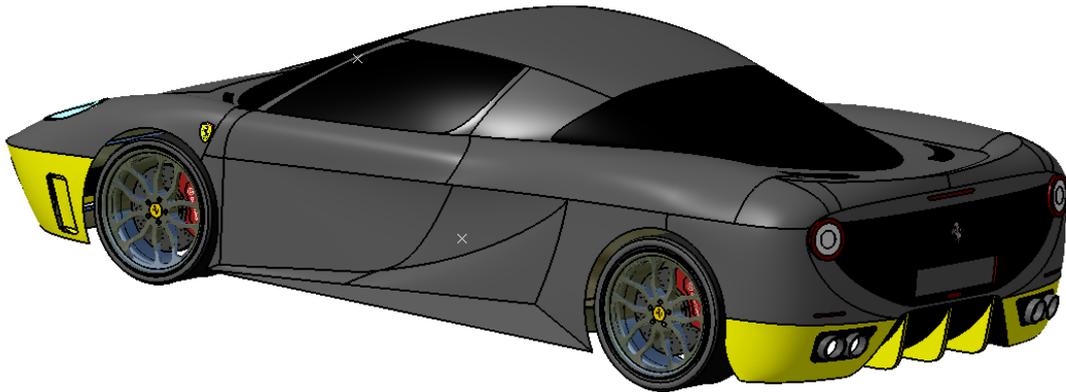


Figure 60 e 61: Paraurti anteriore e posteriore (colore giallo)

## Pannelli fissi

I restanti pannelli fissi, di materiale metallico, completano la carrozzeria.

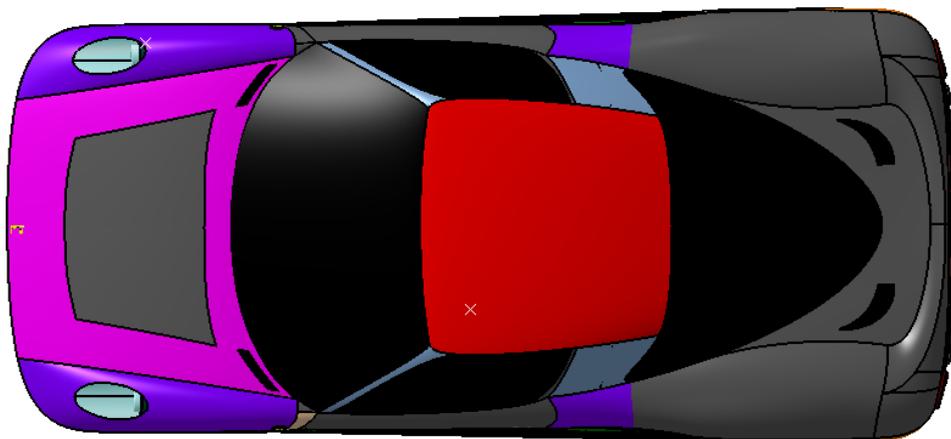


Figure 62, 63 e 64: Pannelli fissi

## 10. SPECIFICHE E DETTAGLI TECNICI

### Specifiche

<b>PROPULSORE</b>	Architettura / Disposizione	8 cilindri a V di 90° / longitudinale posteriore
	Cilindrata	4000 cm <sup>3</sup>
	Alesaggio x Corsa	90 mm x 79 mm
	Potenza/Coppia Massima	550 CV @ 8800 rpm / 520 Nm @ 5500 rpm
	Potenza Specifica	137,5 CV/l
	Rapporto di Compressione	12 : 1
	Distribuzione	doppio albero a camme in testa per bancata, 4 valvole per cilindro
	Alimentazione	iniezione diretta
<b>PRESTAZIONI</b>	Accelerazione 0-100 km/h	3,6 s
	Velocità massima	330 km/h
<b>CARROZZERIA (QUOTE FONDAMENTALI)</b>	Lunghezza	4268 mm
	Larghezza	1963 mm
	Altezza	1182 mm
	Passo	2560 mm
	Sbalzo anteriore	960 mm
	Sbalzo posteriore	748 mm
	Carreggiata anteriore	1538 mm
	Carreggiata posteriore	1646 mm
<b>PNEUMATICI</b>	Anteriori	255/35 ZR19
	Posteriori	305/35 ZR20

## Dettagli

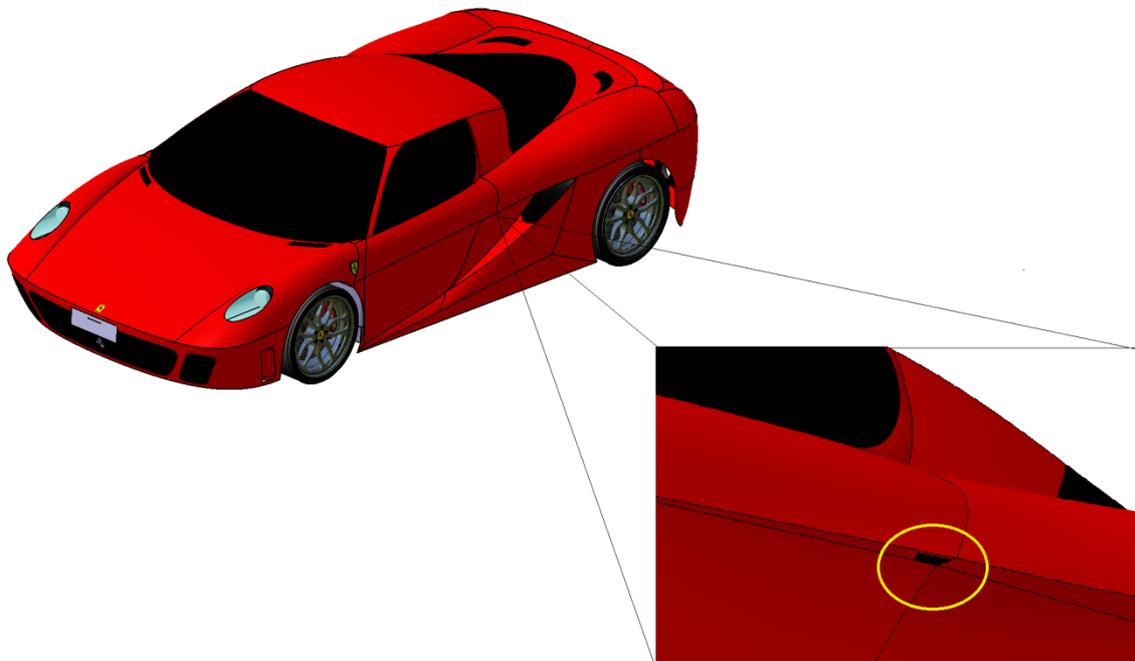


Figura 65: Dettaglio del meccanismo di apertura della portiera. Celato sotto il profilo della fiancata, risulta molto discreto e mantiene inalterato il fianco dell'auto



Figura 66: Dettaglio degli indicatori laterali di direzione. Sono stati posizionati sotto gli scudetti Ferrari posti sul passaruota

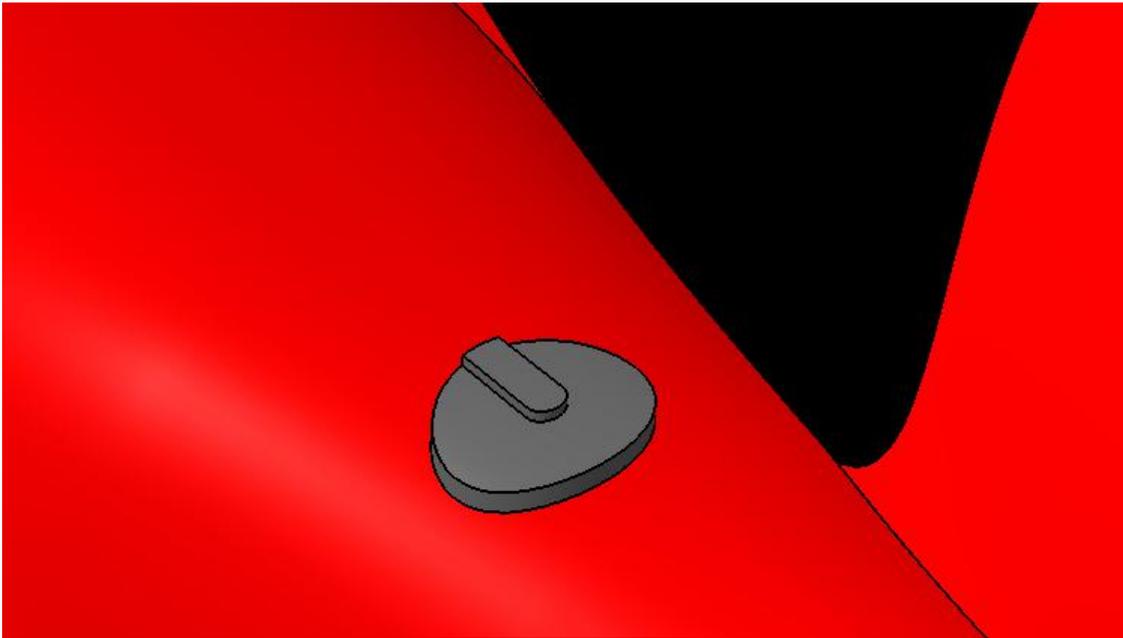


Figura 67: Dettaglio del sistema di apertura del bocchettone per il rifornimento del carburante. La scelta stilistica riprende i modelli Ferrari prodotti negli anni '60 e '70.

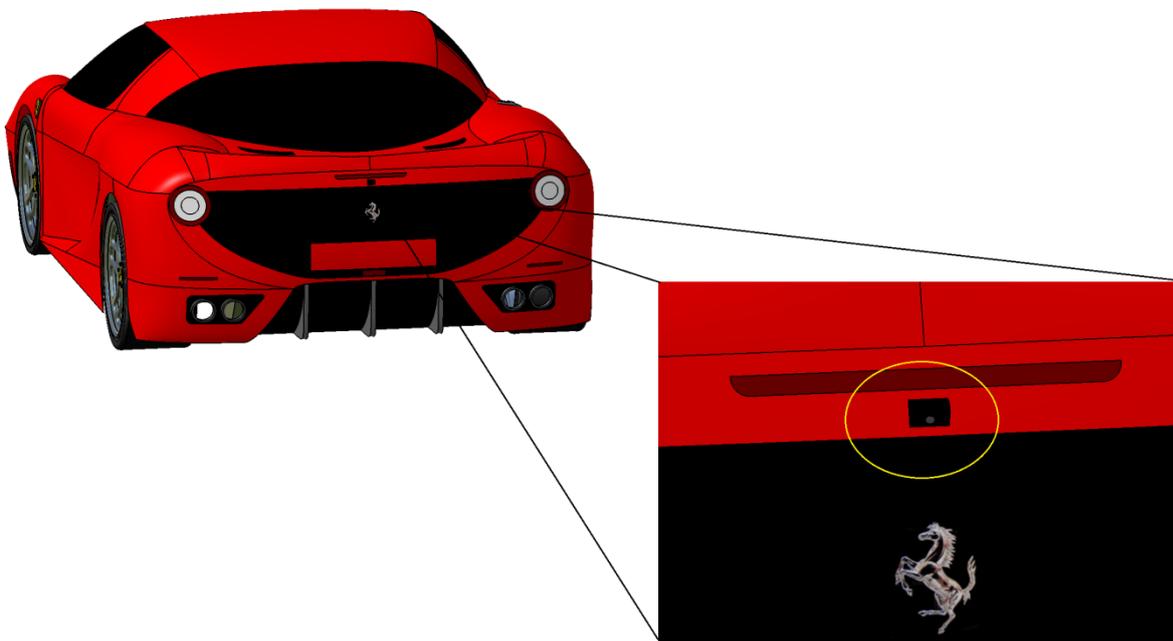


Figura 68: Gli specchietti retrovisori sono stati sostituiti da una microcamera posta sul posteriore dell'auto in un piccolo foro.



Figura 69: Fanaleria posteriore. Per chiarificarne il funzionamento si è deciso di colorare in rosso gli indicatori direzionali posteriori; in viola le luci di posizione che, aumentando d'intensità, fungono anche da luci di arresto; in verde il retronebbia; in bianco le luci per la retromarcia; in blu la luce di arresto supplementare; in arancione i catadiottri.

## 11. CONCLUSIONI

Il progetto realizzato dal nostro gruppo ha tentato di coniugare l'ispirazione proveniente da un glorioso modello del passato e i più moderni indirizzi stilistici avanzati dal gruppo Ferrari. In quest'ottica la nostra proposta non si è limitata ad un semplice esercizio di emulazione dell'originale 250 LM Berlinetta, ma si è deciso, in accordo con ogni membro del team, di sviluppare una vettura attuale, i cui tratti caratteristici potessero rimandare al modello preso ad ispirazione.

Inoltre ogni scelta compiuta è stata fatta nel pieno rispetto delle normative internazionali di omologazione in modo da garantire alla vettura l'accesso al mercato globale.

Trattandosi di un modello commemorativo si è supposto di limitare la produzione a 500 esemplari, così da assicurarne l'esclusività, pur mantenendo un prezzo di vendita di poco superiore a quello della Ferrari 458 Italia, grazie alla condivisione dello stesso layout meccanico.

Anche per l'assegnazione del nome del modello si è tentato di attenersi alla tradizionale nomenclatura Ferrari: la cifra 500 deriva dalla cilindrata di ogni singolo cilindro del propulsore; la sigla "PS" significa Prototipo Scaglietti, omaggio diretto ad uno dei personaggi che ha maggiormente contribuito al lustro della casa di Maranello ed alla 250 P del 1963, vettura da cui è nato il suo capolavoro l'anno successivo.

Con l'intento di valorizzare l'integrazione di entrambi i moduli del corso "Disegno di Carrozzeria e Componenti", abbiamo scelto di dotare la vettura da noi creata del cerchione sviluppato per il progetto del Professor Leali.

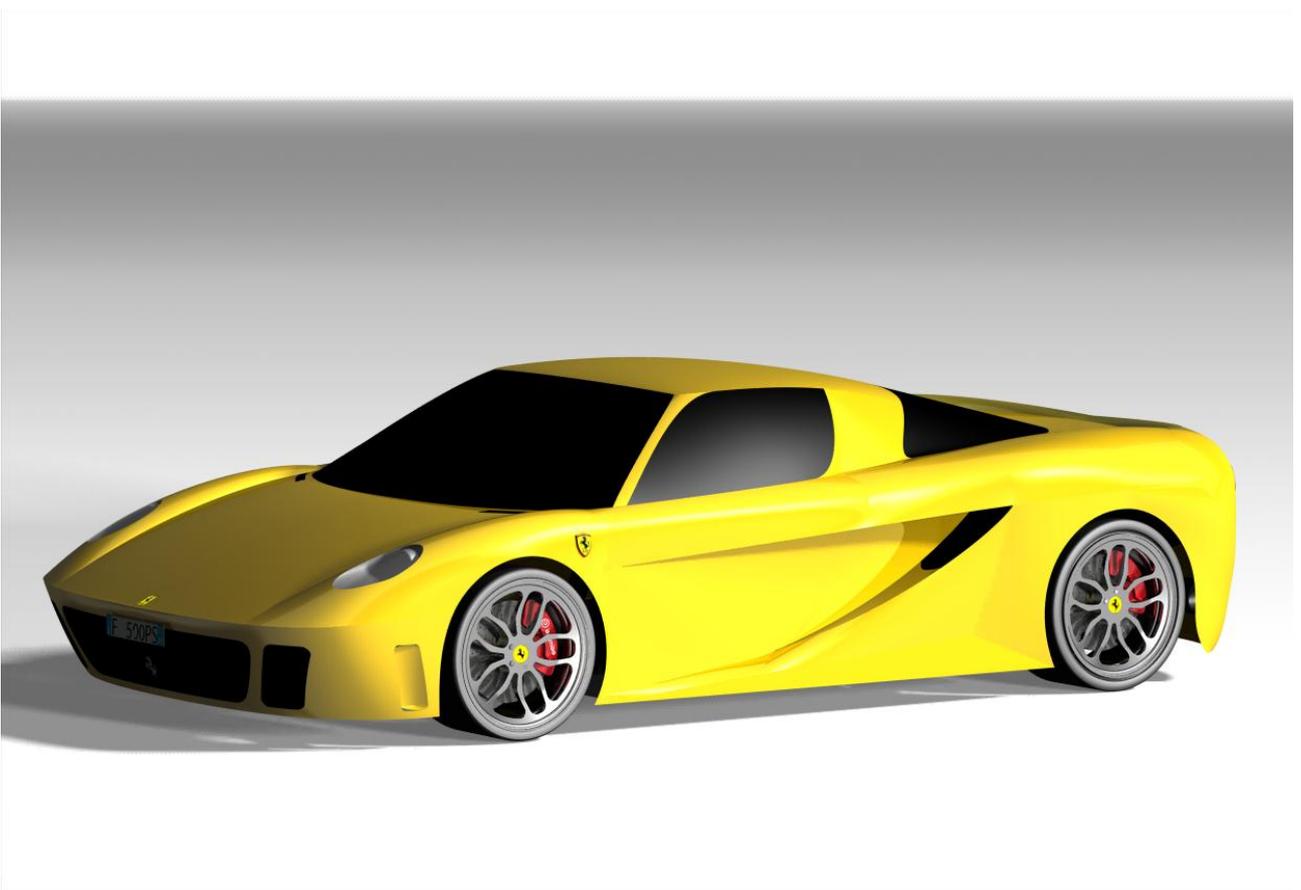
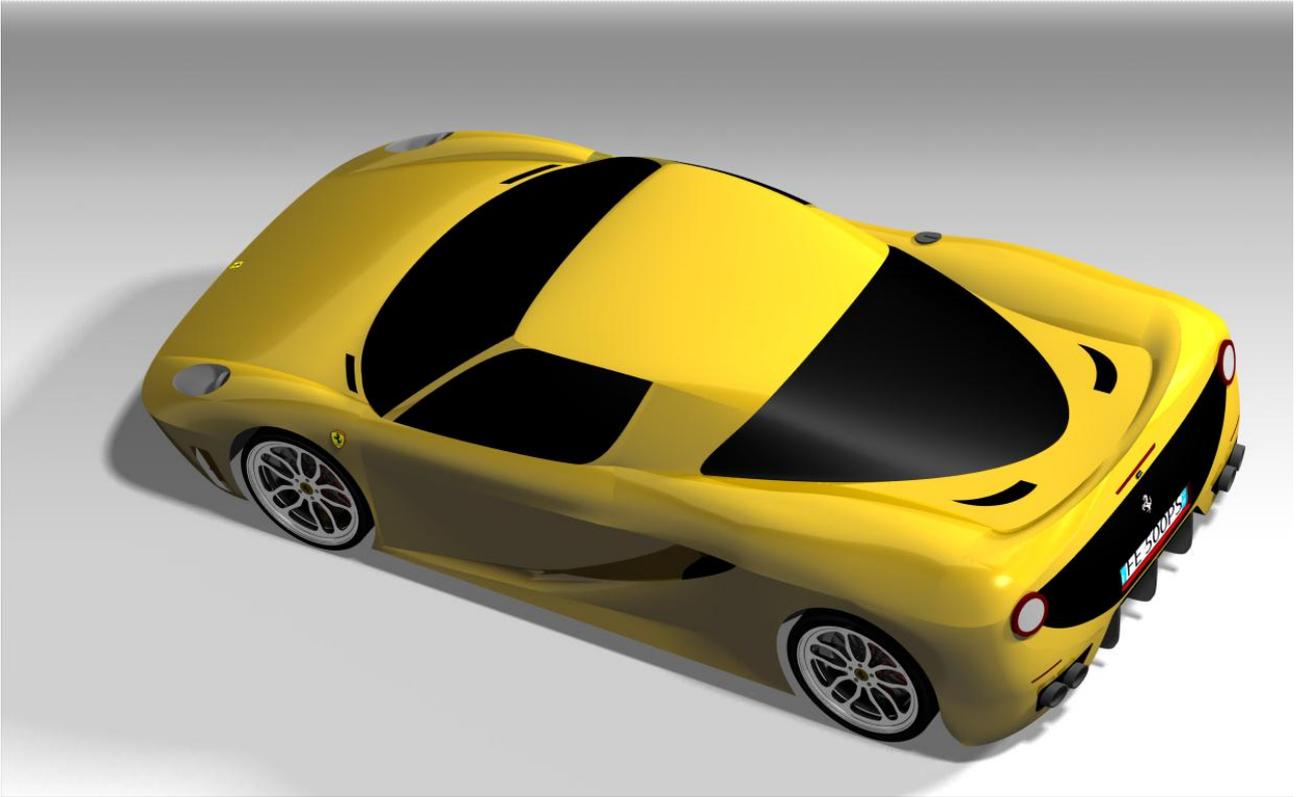
Lo svolgimento del progetto assegnatoci ci ha permesso di apprezzare come, dietro al puro lavoro di design di una carrozzeria per il settore *automotive*, risieda in realtà una complessa serie di aspetti che sono strettamente correlati ad esso. È quindi compito imprescindibile di un buon ingegnere riuscire ad integrare tra loro problematiche diametralmente opposte tra loro, quali ricerche di stile, rispetto dei requisiti di sicurezza, studi funzionali, ingegnerizzazione e analisi di fattibilità.

## 12. RENDERING

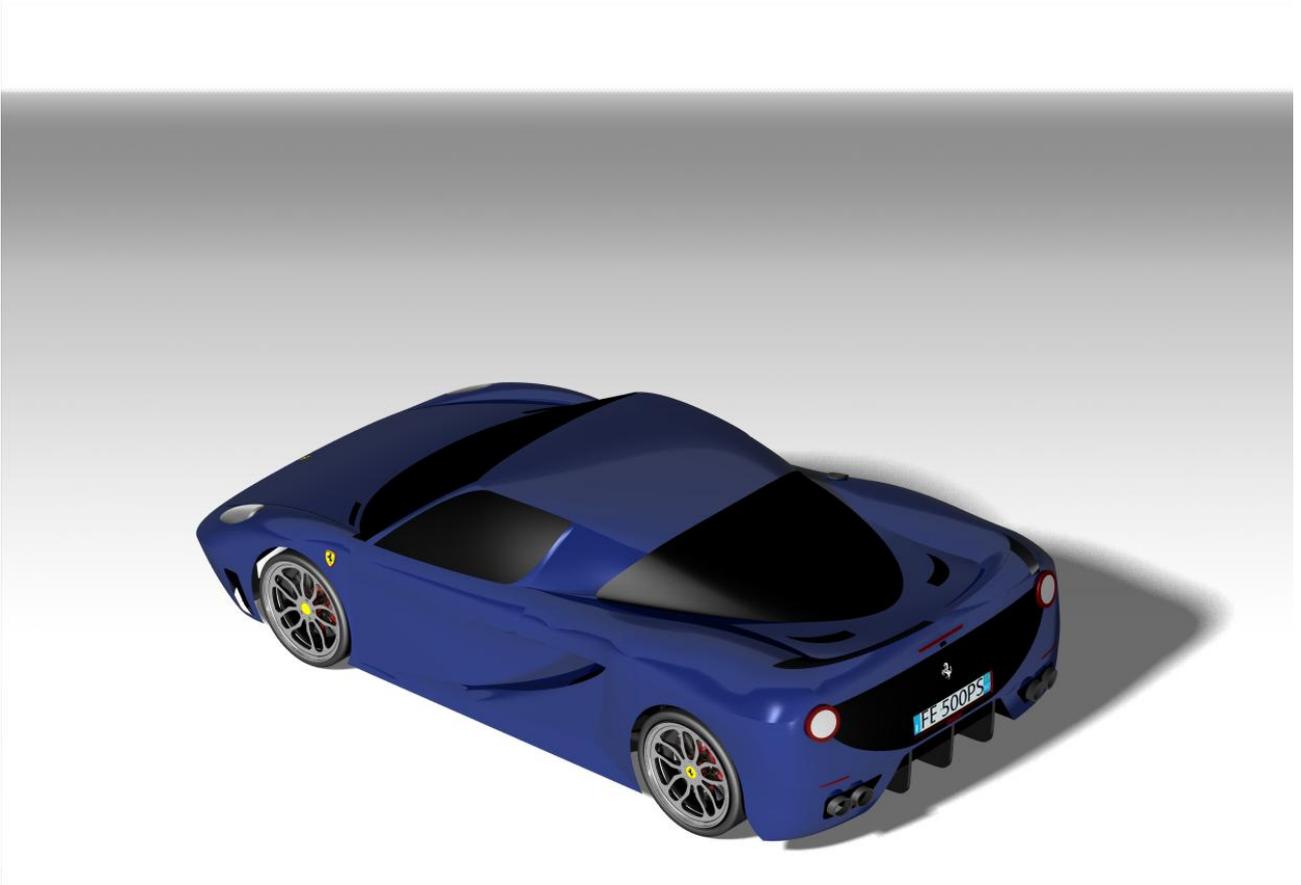
Riportiamo di seguito alcuni rendering della nostra vettura.











## **13. BIBLIOGRAFIA E FONTI**

- Genta, Morello “La Carrozzeria” volumi 1 e 2, ATA
- Manuale “Regolamentazione per l’omologazione dei veicoli stradali” fornito dal Professor Ferrari
- Dispensa “Disegno di Carrozzeria” curata dal Professor Ferrari
- Progetto del cerchione svolto per il modulo di Disegno di Componenti del Professor Leali
- Layout meccanico di base
- Gruppo ottico anteriore omologato Hella
- [www.menudeimotori.eu](http://www.menudeimotori.eu)