

**DISEGNO DI CARROZZERIA**

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA**

***Maserati Calliope***

(IN GRECO Καλλιόπη, OSSIA "COLEI CHE HA BELLA VOCE")

D'Adamo Alessandro

Frigeri Davide

Luppi Sara

Marcantoni Roberta

Muhammad Kashif Nazir

## INDICE

Pagg.

1) Introduzione generale	3
2) Pianificazione del nuovo progetto	3
3) Vincoli regolamentari e dati tecnici	5
4) Idee stilistiche e modifiche apportate all'originale	8
5) Realizzazione dei disegni in proiezione ortogonale e sezioni	14
6) Ingegnerizzazione del nuovo modello	17
7) Conclusioni	26

## **INTRODUZIONE**

Lo scopo del lavoro, che verrà presentato nelle pagine seguenti, è di realizzare una nuova carrozzeria in stile Maserati, partendo dalla piattaforma dell' MC12.

Questa autovettura è un biposto coupè-spider con tettuccio removibile e notevoli sbalzi anteriore e posteriore, proprio nell'ottica della vettura da competizione. Il motore posteriore è collocato in posizione centrale, la carrozzeria è stata realizzata in fibra di carbonio, il telaio è monoscocca ottenuto dalla sovrapposizione di fibre di carbonio e honeycomb di nomex; in aggiunta, sono presenti due telaietti in alluminio che hanno il compito di supportare la componentistica di servizio, contribuendo inoltre all'assorbimento di eventuali urti ed al raggiungimento di un elevato rapporto di sicurezza.

Nella progettazione della nuova carrozzeria si è pensato di disegnare una vettura stradale piuttosto che da corsa, pur mantenendo una linea stilistica tipicamente sportiva. Questo ha comportato, però, una modifica strutturale di una parte del telaio (montante A) e di alcuni componenti meccanici (i radiatori), sempre rispettando vincoli regolamentari da normativa.

## **PIANIFICAZIONE DEL NUOVO PROGETTO**

Il gruppo ha proceduto nel seguente modo:

- i) posizionamento del punto H del manichino Oscar
- ii) disegno su carta millimetrata in scala 1:5 delle quattro viste del veicolo
- iii) verifica dei vincoli tecnici e modifiche successive al primo disegno
- iv) realizzazione del disegno definitivo
- v) tracciamento delle diverse sezioni nelle rispettive viste
- vi) ricalcatura su carta lucida del disegno finale e delle sue sezioni

Il lavoro ha seguito tendenzialmente questa successione operativa, sottolineando però la necessità di rispettare numerosi limiti normativi, i quali hanno determinato molteplici modifiche al disegno millimetrato, mantenendo l'idea stilistica originaria.

Prima della collocazione del punto H, si proceduti a ricalcare il telaio dell'MC12 in modo tale da poter verificare in ogni istante il rispetto dei vincoli meccanici.

Quindi si è scelta la scala da utilizzare per la rappresentazione. Si apre, a tal proposito, una breve parentesi sulle scale normate, qui di seguito elencate:

- scala 1:1 è la più precisa ma allo stesso tempo anche la più voluminosa e difficoltosa da riprodurre;
- scala 1:2.5-1:4-1:5 queste possiedono in vantaggio di non richiedere dimensioni eccessivamente voluminose e difficoltose, conservando un'adeguata precisione; si aggiunge che la maggiormente sfruttata è l'ultima, in quanto risulta la più semplice in fase di calcolo delle quote: per tal motivo, sarà quella adoperata nello svolgimento del progetto;
- scala 1:10 prevalentemente impiegata negli studi preliminari per le ridotte dimensioni, benché perda in accuratezza.

Successivamente, si è passato a suddividere il foglio in quattro porzioni per rappresentare le seguenti parti di vettura:

- fianco sinistro,
- pianta,
- prospetto anteriore,
- prospetto posteriore,

ricordando che si devono scegliere viste in cui compare il manichino regolamentare, tale che si possano agevolmente verificare i limiti imposti sulla sua posizione e visibilità esterna.

Passo successivo, è stato quello di riportare sul foglio millimetrato la linea di terra (per avere un riferimento) ed i punti non modificati rispetto all'originale, ovvero:

- centri ruota
- dimensioni pneumatici
- passo
- carreggiata

Dopo tutto questo, si è finalmente potuti passare al tracciamento delle prime linee della nuova carrozzeria. Per semplicità del team, siamo partiti dal disegno del fianco, cercando di rispettare le iniziali idee; quindi ci si è occupati della piante, infine delle ultime due viste. Si aggiunge, per maggior precisione, che nessuna vista è stata terminata in modo indipendente dalle altre, in quanto minime modifiche su una vista hanno generato (in alcuni casi) una variazione importante in una o più viste: quello che si sta cercando di far capire, è che, dopo aver tracciato le linee esterne di base,

si è andati avanti contemporaneamente sulle quattro le porzioni di disegno, tale da giungere al termine del progetto praticamente in parallelo. Questo ha permesso di raggiungere l'obiettivo del vero lavoro di gruppo, in cui ognuno curava una parte delle carrozzeria (diversa di giorno in giorno, per non focalizzarsi eccessivamente su un singolo lavoro), cercando sempre il consiglio e il consenso degli altri componenti.

Infine, si è giunti a ripassare con tratto più grosso le linee del disegno, in modo che risultasse facilitata la ricopiatura sul foglio lucido (prima con l'utilizzo della matita e successivamente del pennarello); conseguentemente, si è proceduti con il tracciamento delle sezioni su un altro foglio lucido e la loro ricalcatura con il pennarello.

## VINCOLI REGOLAMENTARI E DATI TECNICI

Si procede ora con l'elencazione dei dati tecnici e dei vincoli regolamentare che è stato necessario rispettare.

Prima di tutto, si riportano i dati tecnici:

*1) 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 (630CV)
- ✓ regima di potenza massima: 7500 giri/minuto
- ✓ coppia massima: 652 Nm (66.5kgm)
- ✓ regime di coppia massima: 5500 giri/minuto
- ✓ regime massimo ammesso: 7700 giri/minuto

*2) dimensioni:*

- ✓ lunghezza: 4800 mm
- ✓ larghezza: 2040 mm
- ✓ altezza: 1260 mm

- ✓ altezza minima da terra: 125 mm
- ✓ passo: 2800 mm
- ✓ carreggiata (anteriore e posteriore): 1650 mm
- ✓ sbalzo anteriore: 1210 mm
- ✓ sbalzo posteriore: 790 mm
- ✓ diametro di sterzata: 12 m
- ✓ capacità serbatoio: 115 l

### 3)prestazioni

- ✓ velocità massima: >330 km/h
- ✓ accelerazione 0/100 km/h: 3.8 s
- ✓ accelerazione 0/200 km/h: 9.9 s
- ✓ accelerazione 0/400 m: 11.3 S
- ✓ accelerazione 0/1000 m: 20.1 s

in cui i dati colorati di blu sono quelli modificati rispetto alla Maserati MC12.

Si prosegue ora con l'elencazione e spiegazione dei vincoli regolamentari.

Questi sono:

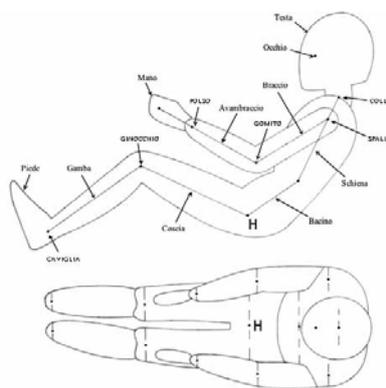
- ⌘ altezza minima da terra a carico statico: 120 mm
- ⌘ angolo d' attacco  $\geq 7^\circ$ : nel disegno il valore è pari a  $21^\circ$ ,
- ⌘ angolo d' uscita  $\geq 7^\circ$ : nel disegno di valore pari a  $\sim 8^\circ$
- ⌘ angoli visibilità Oscar  $\geq 15^\circ$  a sinistra,  $\geq 45^\circ$  a destra,  $\geq$  di  $7^\circ$  tra l'orizzontale (parallela al terreno) ed il punto più basso visibile: rispetto all'orizzontale sul passaruota l'angolo minimo è superiore a  $8^\circ$  gradi mentre centralmente è pari a  $10^\circ$ , dalla vista dall'alto invece si sono realizzati  $16^\circ$  a sinistra e  $4^\circ$  a destra;
- ⌘ altezza minima da terra della zona deformabile anteriore: 445 mm;
- ⌘ lunghezza minima deformabile da sporgenza maggiore anteriore 200 mm: questo valore è legato alla prova di crash test che deve essere effettuata sul full vehicle (in cui rientrano tutte le masse presenti) e, che definisce la zona deformabile e sacrificabile alla prova d'urto;
- ⌘ inclinazione busto manichino regolamentare:  $\geq 25^\circ$  dall'asse verticale z;
- ⌘ ingombro casco di 30 mm in direzione radiale;

- ⌘ dimensioni targa: anteriore di dimensioni pari a 360 x 110 mm, posteriore pari a 520 x 110 mm ;
- ⌘ vincoli sugli anabbaglianti:
  - altezza da terra compresa tra 500 e 1200 mm: nel disegno è pari a 610 mm ( il centro del faro è posto a  $x = 645$  mm  $y = 20$  mm  $z = 610$  mm);
  - distanza tra i bordi interni  $\geq 600$  mm: nel disegno la distanza tra i bordi delle carenature della fanaleria è pari al 1190 mm, di conseguenza la distanza tra i cerchi del faro sono maggiori ( e pari a 1490 mm);
  - distanza bordi da lato esterno vettura  $\leq 400$  mm: nel disegno è pari 55 mm (nel caso si volesse considerare il bordo esterno massimo della vettura, il vincolo sarebbe comunque rispettato, poiché pari a 105 mm);
  - angoli minimi imposti del fascio luminoso:
    - verso il basso:  $10^\circ$  (rispetto asse x, verificato nel fianco);
    - verso l'alto:  $15^\circ$  (rispetto asse x, verificato nel fianco);
    - verso interno:  $10^\circ$  (rispetto asse z, verificato nella pianta);
    - verso esterno:  $45^\circ$  (rispetto asse z, verificato nella pianta).

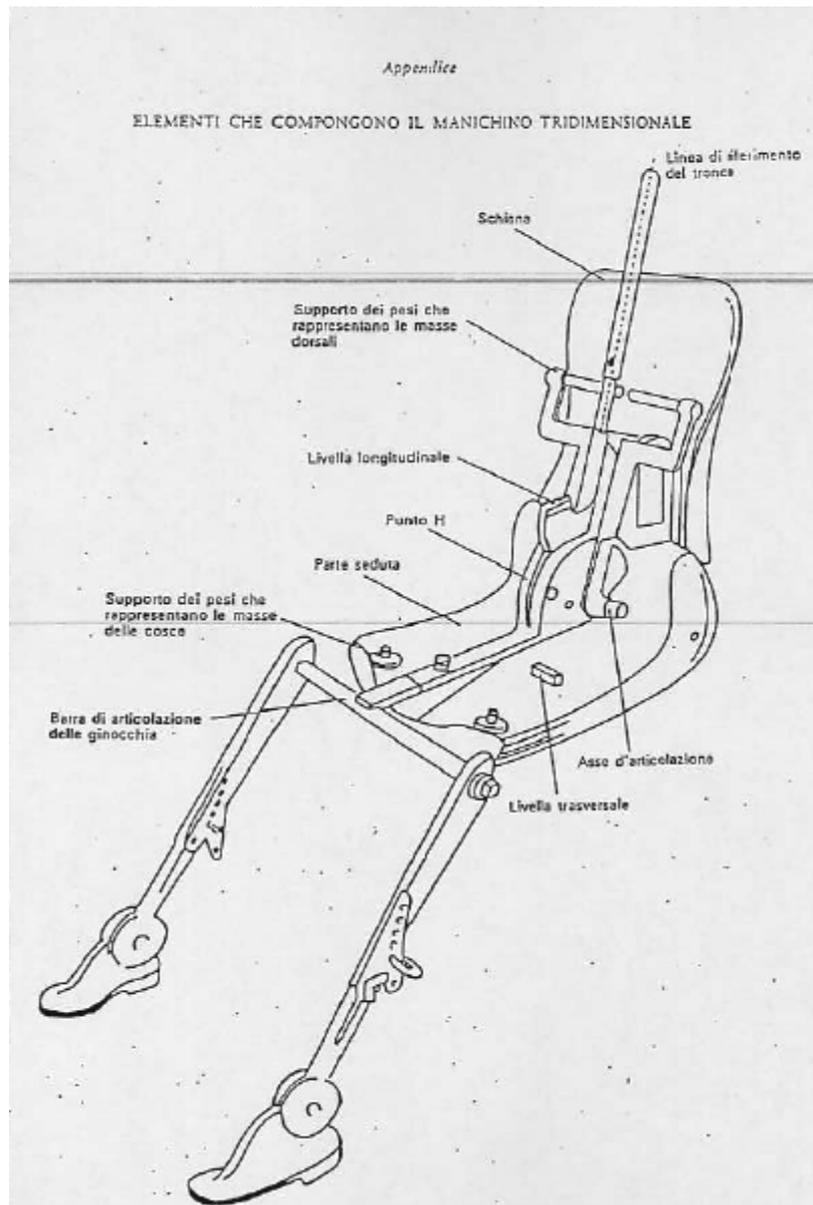
Oscar è collocato nella seguente posizione dal centro di riferimento degli assi:

- $x = 1250$  mm,
- $y = 450$  mm,
- $z = 320$  mm,

ricordando che il manichino regolamentare deve essere considerato completo di casco.



**Figura 1 Manichino regolamentare**



**Figura 2** Schema dei punti fondamentali e delle leve con cui deve essere realizzato il manichino regolamentare

## IDEE STILISTICHE

Questa è stata la fase in cui tutti i componenti del gruppo hanno dato libero sfogo alla propria creatività e fantasia: ogni membro, infatti, si è ispirato ai modelli di supercar che ama

maggiormente, tale da realizzare la vettura che vorremmo -un giorno- aver parcheggiato nel proprio garage.

Rispetto al modello precedente si è pensati di:

- accorciamento della parte anteriore e posteriore dell'autovettura;
- variazione delle prese d'aria esistenti e aggiungendone delle nuove;
- la fanaleria anteriore e posteriore;
- cambiato gli scarichi;
- ampliamento dell'abitacolo;

il tutto nell'ottica di ammorbidire le linee della Maserati MC12.

Si trattano nel dettaglio i punti sopra elencati.

Per maggior praticità dell'auto nell'uso quotidiano su strada, si è optato nel limitare la parte a sbalzo anteriore e posteriore, pur preservando gli spazi minimi necessari all'alloggiamento delle parti meccaniche, per consentire un utilizzo quotidiano dell'automobile, soprattutto quando si incontrano dossi e dislivelli stradali.

Particolare attenzione si deve dedicare allo spoiler posteriore, che è stato completamente ripensato. La prima modifica riguarda le dimensioni ridotte: l'utilizzo che si pensa di questa vettura non è il medesimo che per l'MC12, di conseguenza non si necessita di un valore elevatissimo di downforce in quanto non costruita per giri e/o gare in pista. Ulteriore modifica apportata al posteriore riguarda la lieve rastrematura di parte dello sbalzo, tale da diminuire l'area posteriore ed ottenere un recupero della pressione: in poche parole, tutto questo sta a significare *boat tailing*. In aggiunta, si è preferito scegliere un'appendice aerodinamica a geometria variabile per non appesantire il design senza trascurare le prestazioni (tra cui la deportanza): lo spoiler, infatti, dopo i 90 chilometri orari fuoriuscirà dalla sagoma posteriore tramite una movimentazione idraulica -in stile Superleggera- e subirà un avanzamento per rispettare il vincolo regolamentare imposto dalla normativa internazionale (ovvero, l'alettone non deve sporgere dal contorno complessivo della vettura). Inoltre, in caso di necessità, questo potrà subire una variazione d'incidenza per aiutare la frenata, fungendo da freno aerodinamico.

Per quanto riguarda le prese d'aria, si sono apportate diverse modifiche.

In primo luogo, si è ampliata la bocca centrale ed aggiunte due bocche ai lati della stessa, poiché si è voluto aumentare la portata d'aria ai radiatori lì collocati. Secondariamente, gli sfoghi relativi alle

prese d'aria appena citate sono stati ridisegnati: si può notare, infatti, come- rispetto all'MC12- essi siano stati spostati verso il centro del cofano e rimodellati conferendogli una forma più affusolata; tutto questo è stato ideato nell'ottica di disegnare una vettura con un anteriore più aggressivo rispetto all'originale, seppur mantenendo l'idea di sportiva da tutti i giorni.

Procedendo lungo il fianco del veicolo, le prese d'aria collocate dietro alla portiera sono state ripensate per conferire una linea più morbida, ovvero si è passati da un profilo quasi rettangolare ad uno arrotondato, e per facilitare l'entrata dell'aria a raffreddamento dell'olio e del sistema frenante posteriore.

Infine, si raggiunge la parte terminale dell'automobile in cui si è pensato di sostituire la presa d'aria con un vetro, mantenendo invariate le dimensioni, per consentire la visibilità posteriore senza l'utilizzo di una telecamera aggiuntiva. Con questa scelta stilistica si è raggiunta un'ulteriore finalità: la possibilità di ammirare il potente motore Maserati, cercando di interpretare il desiderio di un vero appassionato di automobili sportive che vuole sempre mantenere vivo il contatto visivo con il cuore pulsante della sua vettura. Essendo, però, necessario alimentare il poderoso motore 12 cilindri a V da 6 litri, si è deciso di aprire una nuova apertura (in sostituzione alla precedente) appena dietro il finestrino laterale, sfruttando la parte terminale del disegno dell'abitacolo sia per una questione aerodinamica che stilistica. Aerodinamicamente, infatti, si è scelto di spostare la bocca in quella posizione per perturbare il meno possibile il flusso attorno all'automobile; a questo si collega il fatto che ne giova anche il moto dell'aria entrante nel condotto d'aspirazione, che sente limitate le perdite di carico, assicurando un miglior funzionamento del motore. Stilisticamente, invece, si è voluto non sporcare il fianco della vettura con l'apertura di prese d'aria non esistenti bensì appartenenti ad una delle curve principali del disegno dell'abitacolo.

Scorrendo lungo il fianco, si giunge infine al posteriore del veicolo: si è creato uno sfogo per i radiatori laterali, cercando di riprodurre quanto fatto all'anteriore (infatti l'apertura ha dimensioni notevoli, forse anche di più di quello che in realtà servirebbe).

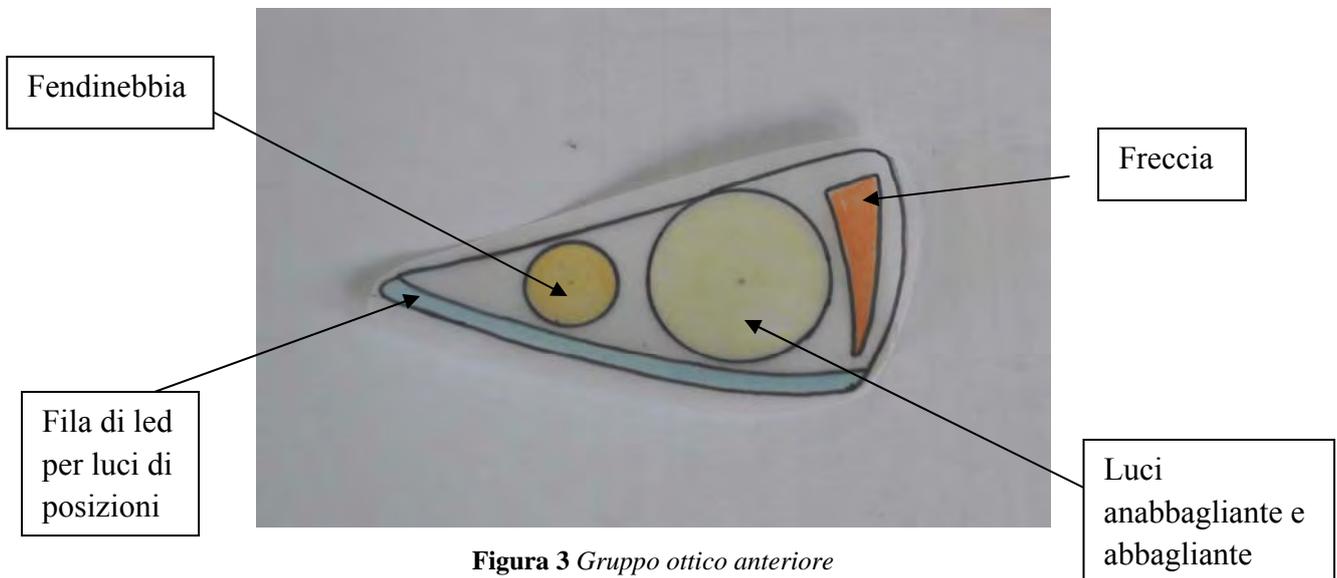
Per concludere l'argomento prese d'aria, si vuole sottolineare che sono state tutte chiuse con apposite griglie per mantenere un design sportivo e accattivante.

Si proceda ora all'analisi della fanaleria.

La decisione stilistica è stata quella di renderli aggressivi, cercando di riprodurre le linee guida delle prese d'aria laterali anteriori in ambo le parti della vettura.

Il sistema d'illuminazione anteriore prevede:

- luci di posizione a led ultra-white;
- anabbaglianti e abbaglianti in un corpo unico (da catalogo Hella WEB 1BL 007834-087)
- freccia a led con forma a goccia;



**Figura 3** Gruppo ottico anteriore

Mentre al posteriore si ha:

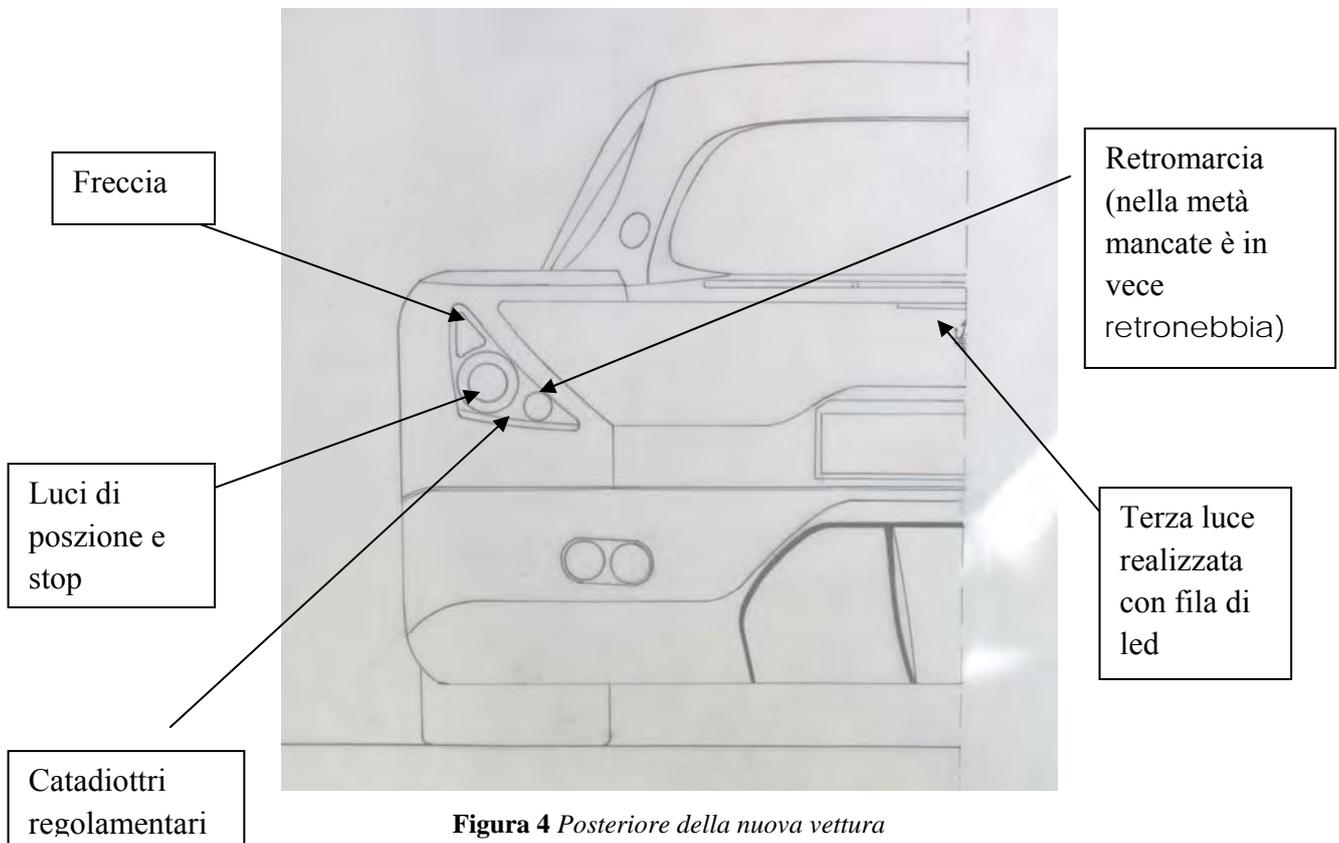
- freccia led
- luci di posizione e stop concentrici (i led delle posizioni collocati esternamente a quelli degli stop)
- retronebbia (nella metà di sinistra) e retromarcia (nella metà di destra) a led
- terza luce -sempre a led- collocata nello sfogo posteriore.

Per normativa si è aggiunta la terza luce posteriore che occupa una piccola porzione della griglia di sfogo.

Ultimo ma non meno importante dettaglio della fanaleria riguarda la freccia laterale: sin dall'inizio del progetto si scelse di posizionarle sullo spigolo dello specchietto laterale; purtroppo, non riuscendo a realizzarli per questioni di angoli regolamentari, le frecce non compaiono nel disegno.

I due scarichi dell'MC12 sono collocati a lato sopra il diffusore e simmetricamente rispetto l'asse di mezzeria del posteriore. Nel nuovo modello, invece, gli scarichi si raddoppiano e posti lateralmente

al diffusore stesso. Si noti il dettaglio del disassamento dei due terminali accoppiati: scelta approvata per rafforzare l'aggressività del veicolo e attirare lo sguardo di chi osserva la vettura alla fine del sorpasso.



Si descrivono ora le variazioni apportate all'abitacolo.

Prima di tutto si è dovuta definire la posizione del punto H del manichino regolamentare: essendo una vettura da utilizzarsi quotidianamente, Oscar deve occupare una posizione più verticale rispetto al modello Maserati, di conseguenza il punto H è stato alzato e spostato all'indietro. Sempre per un miglior comfort, l'abitacolo è stato allargato, facilitando l'accesso all'interno della vettura. Di conseguenza, è stato necessario spostare in avanti ed inclinare maggiormente il montante A, variandolo completamente rispetto all'MC12 di partenza.

Per quel che riguarda la posizione del vetro, ne è stata diminuita la curvatura per ampliare la visibilità del conducente e abitabilità. Questo ha comportato un lieve raddrizzamento del vetro, portandolo a 64° rispetto alla verticale: quindi, si è modificato leggermente il coefficiente di pressione dell'automobile nel punto di ristagno alla base del parabrezza, benché il risultato ottenuto

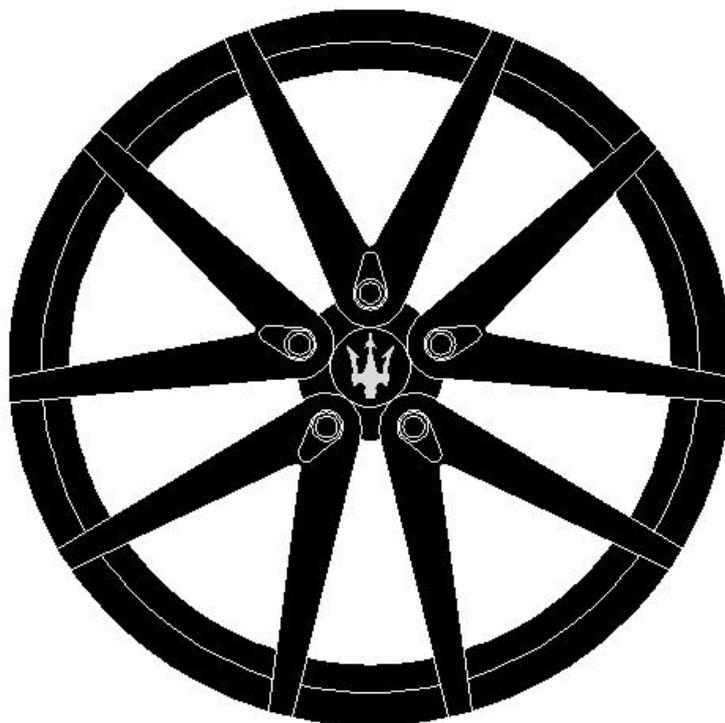
non sia esattamente un miglioramento. Per compensare tale dato negativo, si è scelto di rastremare la parte centrale del cofano, in modo tale da ridurre il punto di ristagno precedentemente indicato.

Procedendo verso la conclusione del capitolo, si vogliono spendere alcune parole a proposito del diffusore.

Questo è stato ridotto di circa tre quarti di quello originale montato sull' MC12: il motivo è sempre legato alla scelta di voler creare una vettura performante ma sfruttabile giorno dopo giorno, di conseguenza è stato necessario un ridimensionamento del componente stesso. Nonostante la riduzione del componente, le dimensioni rimangono comunque elevate per un uso stradale, permettendo di ottenere elevate deportanza dal fondo vettura senza ricorrere ad appendici aerodinamiche eccessive. Si ricorda che il diffusore è stato carenato internamente per consentire l'alloggiamento della trasmissione.

Concludendo, si sceglie di terminare questa trattazione parlando dei cerchi dei pneumatici.

Dopo un'attenta ricerca sul sito della Momo, si è arrivati a realizzare il seguente disegno a CAD:



**Figura 5** Cerchio nuova Maserati

## REALIZZAZIONE DEI DISEGNI IN PROIEZIONE ORTOGONALE E SEZIONI

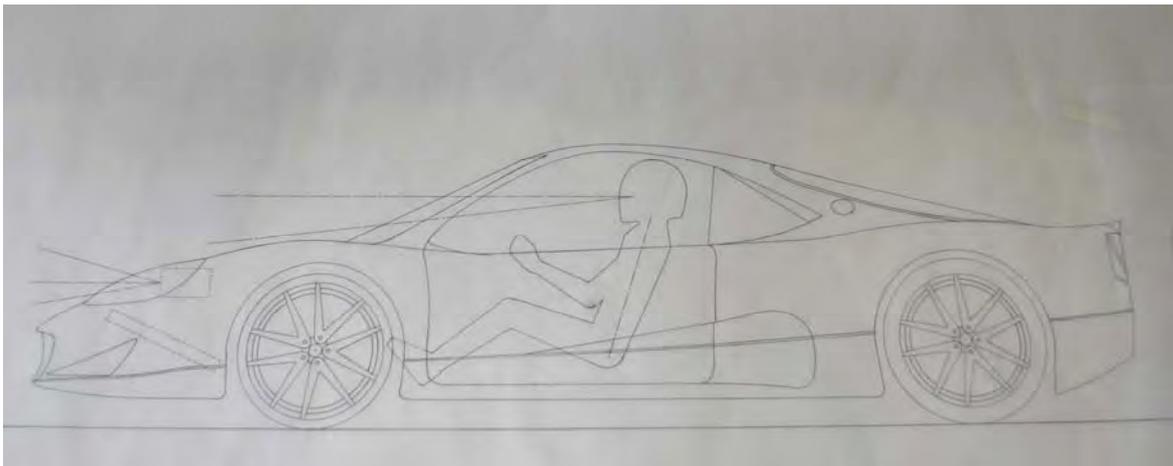
### Proiezioni ortogonali

Come già specificato, la scala scelta è di 1:5 perché consente di mantenere la leggibilità e chiarezza del complessivo ed un più agevole calcolo delle dimensioni.

Il disegno è stato realizzato su carta millimetrata: questa scelta si è mostrata di grande utilità nella lettura della quote necessarie alla realizzazione delle proiezioni ortogonali, senza la necessità di dover ricorrere (al meno per il momento) ad un reticoli di riferimento per il controllo delle quote fondamentali.

Il sistema di riferimento utilizzato ha origine all'intersezione tra linea di terra e l'asse ruota anteriore; come consuetudine, l'asse x identifica lo sviluppo longitudinale, l'asse y quello trasversale, mentre l'asse z segue la vettura in altezza.

Come consigliato, si è partiti dalla realizzazione della vista del fianco della vettura (il cui asse principale è l'asse x): ciò ha consentito di fissare sia le prime idee di stile, sia alcune quote fondamentali necessarie alla realizzazione delle alte viste. Poi, si deve specificare che, avendo rappresentato il fianco di sinistra, il posizionamento di Oscar nell'abitacolo è risultato più agevole. Infine si aggiunge che il dato principale ottenibile da tale vista è la lunghezza complessiva della vettura.



**Figura 6** Immagine del fianco della vettura Maserati Calliope

Successivamente è stata disegnata la pianta, il cui principale asse di riferimento è quello z -uscente dal foglio millimetrato e/o lucido- il quale è fondamentale connesso all'altezza dell'auto. Nella realizzazione di questa si possono scegliere due strade: rappresentarla interamente o solo una sua metà nel caso in cui il veicolo risultasse esattamente simmetrico e speculare. Nel caso specifico, è stato scelto di rappresentare solo la metà di sinistra della vettura, ovvero quella relativa al fianco sinistro in cui è collocato il manichino regolamentare.

Infine, sono state disegnate le viste anteriori e posteriori, tutte rigorosamente munite di asse di simmetria e per le quali si è seguito lo stesso principio della pianta e collegate all'asse y. Generalmente, si sceglie di rappresentarle rispettivamente davanti e dietro al fianco, in modo da rispettare il normale susseguirsi delle parti del veicolo. Fondamentale in tali viste, è che gli ingombri massimi siano concordi, per avere un immediato controllo di quanto si sta realizzando.

Si aggiunge, che le quattro viste sono intrinsecamente legate per cui, ogni modifica apportata su una vista, ha richiesto il controllo e la correzione delle eventuali incongruenze; inoltre, le proiezioni ortogonali, in quanto tali, devono essere perfettamente perpendicolari rispetto all'osservatore che le guarda dall'esterno, ovvero l'angolo compreso tra l'oggetto analizzato e chi guarda deve essere pari a  $90^\circ$ . Infine si vuole sottolineare che, nonostante le proiezioni ortogonali siano state sviluppate su un foglio, ovvero in bidimensionalità, il loro insieme permette di definire il l'oggetto reale, cioè tridimensionale.

### Sezioni

Successivamente al completamento delle proiezioni ortogonali, si è proseguito nella realizzazione delle sezioni. Prima di procedere con la spiegazione e l'analisi delle diverse sezioni, si vuole ricordare che le sezioni- ottenute sulle precedenti quattro viste- costituiscono il piano di forma.

Queste servono per meglio definire le forme della vettura che non sono facilmente leggibili dalle quattro viste; in particolare, quelle trasversali sono le più importanti perché definiscono lo sviluppo della forma nello spazio risolvendo le eventuali indecisioni sulla curvatura del profilo. Tali sezioni possono essere ottenute in due diverse modalità:

↳ *in loco*

↪ *ribaltate a 90°*

Generalmente, oltre alle sezioni trasversali, debbono essere realizzate anche le sezioni assiali e longitudinali.

La distanza tra una sezione e l'altra è stata decisa arbitrariamente, cercando di volta in volta il miglior compromesso tra leggibilità del disegno e necessità di definire univocamente la forma della carrozzeria, soprattutto laddove si presentano brusche variazioni di curvatura.

Sezioni trasversali: seguendo la convenzione, esse sono tracciate in loco sulla vista anteriore e posteriore in corrispondenza della quota fissata, mentre lungo il fianco sinistro sono state ribaltate di 90°. A partire dalla quota lungo z che individua la massima altezza della vettura, sono state disegnate le sezioni ribaltate che corrono il fianco della vettura (lungo x); esse si susseguono ogni 40 mm per un totale di 15 sezioni.

Le regioni a sbalzo non sono state sezionate nella vista laterale perché possono essere agevolmente rappresentate in loco nelle viste anteriori e posteriori; per cui, contando 40 millimetri sul disegno- tranne l'ultima che è a 30 millimetri dalla penultima sezione-, a partire dall'asse ruota anteriore (cui corrisponde  $y=0$ ) sono state individuate sei tagli a partire delle quali sono state tracciate le sezioni.

Posteriormente, sono state rappresentate le sezioni nella parte terminale per evidenziare la progressiva rastrematura, mentre nella parte più vicina all'asse ruota ne è stata realizzata una sola proprio sull'asse. La prima sezione dista- lungo x- 560 mm la seconda sezione dista 662 mm , la penultima e l'ultima rispettivamente 702 mm e 711 mm sempre dall'origine del sistema di riferimento.

Sezioni assiali: servono a definire l'andamento delle parti di carrozzeria che costituiscono l'abitacolo, cristalli compresi. Le sezioni vengono rappresentate in loco sulla pianta, sfruttando piani di normale z, asse che segue lo sviluppo in altezza della vettura; anch'esse sono distanziate di 40 mm. Il riferimento di partenza è stato preso di 8 mm inferiore rispetto a  $z_{max}$ .

Sezioni longitudinali: non vengono quasi mai utilizzate perché ridondanti, rispetto alle informazioni fornite delle sezioni trasversali; si è deciso quindi, non penalizzare la chiarezza del disegno inutilmente.

Si precisa che tutte le quote presentate si riferiscono alla scala 1:5.

Infine corretti gli ultimi dettagli e rifiniti gli ultimi particolari, si è ricalcata la vettura nelle sue quattro viste su un foglio lucido. Per rendere meglio il disegno sono stati utilizzati pennarelli a punta fine e media. Le sezioni ottenute sono state ricalcate in un foglio a parte, cercando di renderlo perfettamente sovrapponibile a quello delle proiezioni per facilitare la lettura. Si sottolinea che sui fogli lucidi, non essendo millimetrati, è stato necessario costruire il reticolo di riferimento, in modo da controllare le varie quote e dimensioni in modo sufficientemente agevole.

## **INGEGNERIZZAZIONE DEL NUOVO MODELLO**

### *Suddivisione della carrozzeria*

Al termine dell'attenta realizzazione delle proiezioni e sezioni della carrozzeria, si è riflettuto su una possibile suddivisione della carrozzeria.

Quindi, si è giunti al seguente frazionamento:

- cofano,
- paraurti anteriore- parte bassa (presa d'aria),
- paraurti anteriore- parte superiore (sotto al cofano),
- porzione retrostante anteriore e montante A,
- portiera,
- tettuccio e montante C,
- paraurti posteriore- parte inferiore (diffusore),
- carrozzeria posteriore e passaruota posteriore,
- zona inferiore fianco e minigonne,
- apertura motore.

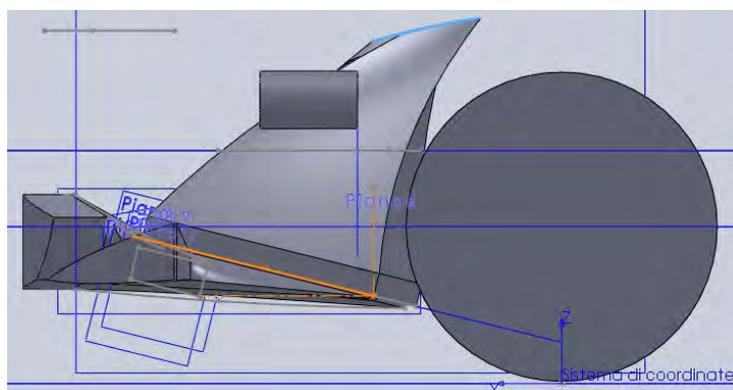
### *Modifica della posizione dei radiatori*

La Maserati MC12 è provvista di due radiatori frontali per il raffreddamento del liquido motore posti ai lati dello sbalzo anteriore. Tali radiatori ricevono aria fresca entrante dalla bocca centrale anteriore, il cui flusso è immediatamente sdoppiato in due condotti che conducono agli scambiatori.

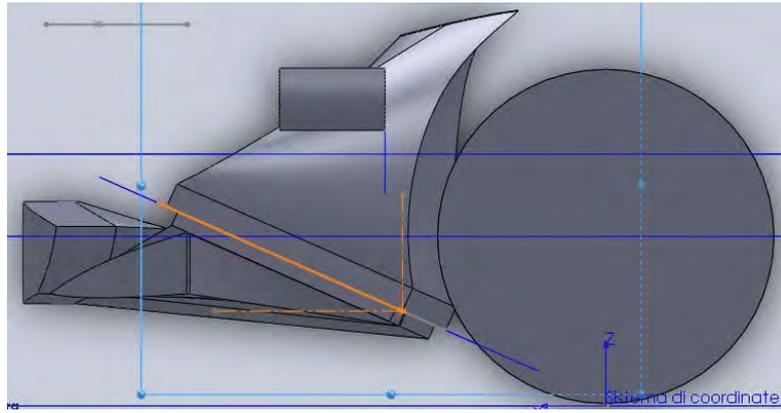
Infine l'aria, una volta riscaldata dal calore proveniente dall'acqua e in definitiva dal motore, viene evacuata attraverso due aperture poste sul cofano.

I radiatori originali sono posti in posizione molto sfavorevole affinché sia assicurato un efficace scambio termico. Tale scelta è certamente giustificata dalla natura strettamente da competizione del modello originale, per cui in condizioni di funzionamento tipiche gli scambiatori sono investiti da un'abbondante flusso di aria fresca e le pur pesanti esigenze di raffreddamento del motore di 6000 cm<sup>3</sup> sono soddisfatte a sufficienza. È presumibile che una posizione più corretta rispetto al flusso avrebbe permesso dimensioni inferiori delle superfici di scambio termico, ma si può concludere che la soluzione scelta sia stata l'ottimo tra tutte le esigenze progettuali presenti.

Nella nostra vettura si sono mantenuti i due radiatori laterali, nel medesimo collocamento davanti alle ruote anteriori. Tuttavia si è deciso di portare l'inclinazione della superficie inferiore dello scambiatore rispetto il terreno dai 14° originali a 24°.



**Figura 7** Posizione originale dei radiatori (inclinazione di 14° rispetto il suolo)

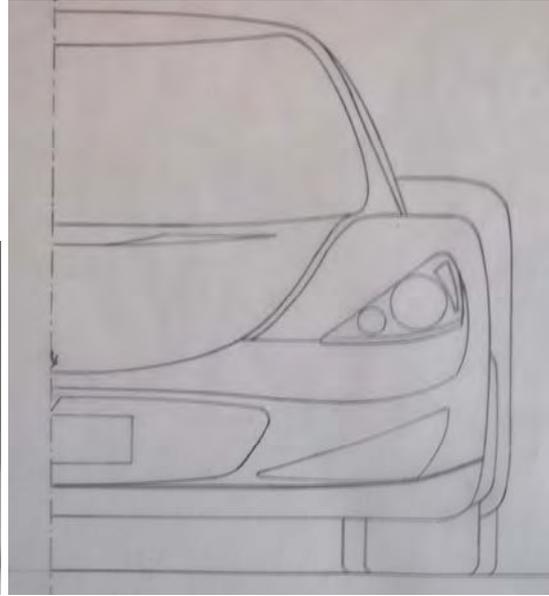


**Figura 8** Posizione modificata dei radiatori (inclinazione di  $24^\circ$  rispetto il suolo)

La dimensione dei radiatori è stata mantenuta identica, perciò in uno studio di scambio termico si ritiene che risulterà eccessiva.

Lo scopo dell'analisi che si va a illustrare è di quantificare i miglioramenti sul flusso di aria conseguenti alla modifica solo dell'angolo di incidenza del radiatore. Infatti la posizione del radiatore comporta modifiche soprattutto nel condotto a monte, poiché dalle bocche d'ingresso l'aria deve essere convogliata al di sotto di esso; a causa dell'accorciamento dello sbalzo anteriore del nostro modello, lo spazio a disposizione del fluido è decisamente ridotto e si è pensato che questo fosse un ulteriore motivo per riposizionare i radiatori.

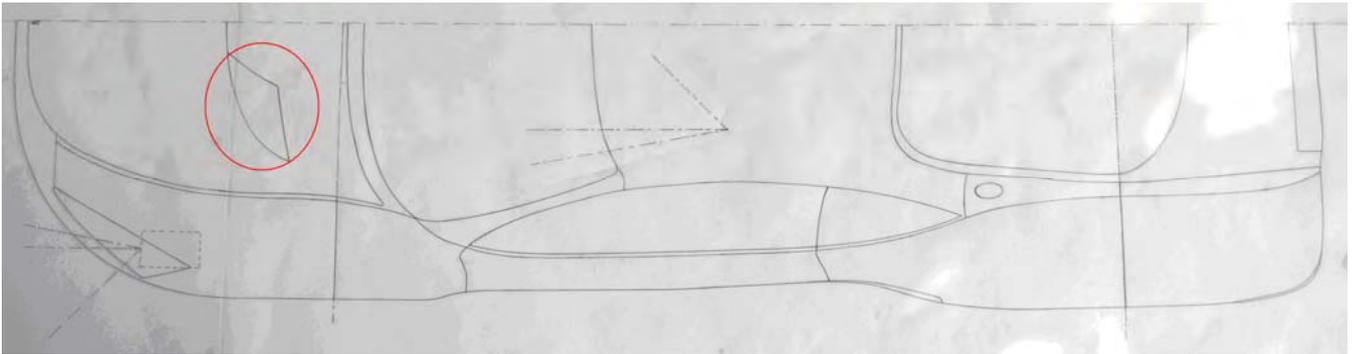
Si è partiti dallo stile scelto per il frontale della vettura, che prevede un'ampia bocca centrale e due ingressi laterali. La superficie complessiva risulta decisamente superiore a quella prevista per l'MC12.



**Figura 9** Confronto tra i due frontali: si evidenzia l'aumento dell'area a disposizione dell'aria entrante

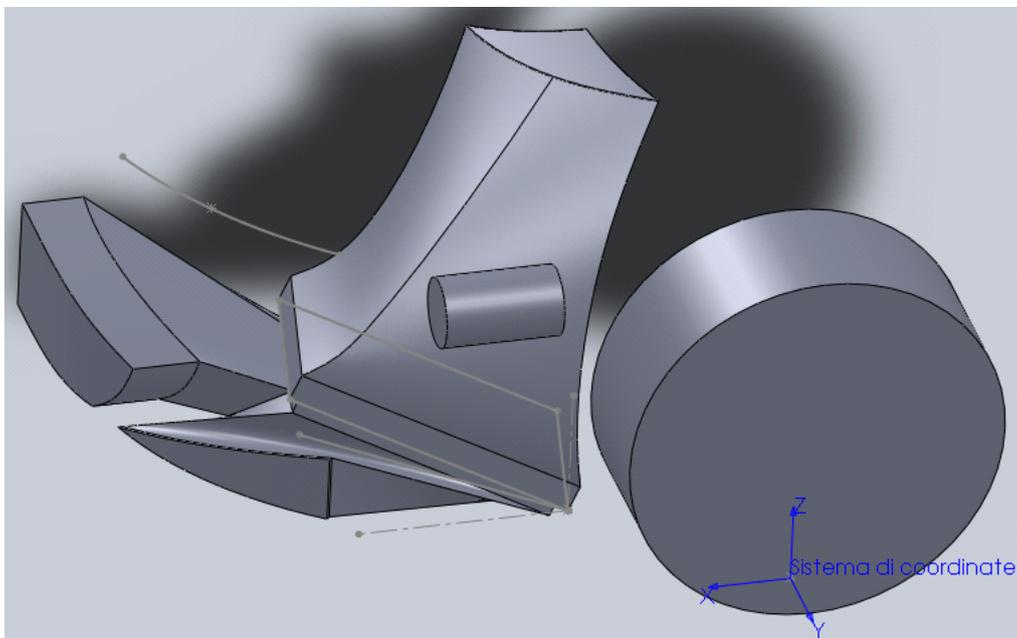
Anche lo sfogo sul cofano è stato modificato; tuttavia si ritiene che tale zona fosse meno critica per l'evacuazione dell'aria calda poiché in entrambi i modelli il fluido segue un percorso molto regolare.





**Figura 10** *Confronto tra i due sfoghi sul cofano: la differenza tra i due modelli è meno marcata*

Con i nuovi ingombri a disposizione si sono ricostruite due ipotetiche geometrie per i condotti:



**Figura 11** *Modello 3D per il condotto dell'aria, il radiatore, l'ingombro del faro e il vano ruota*

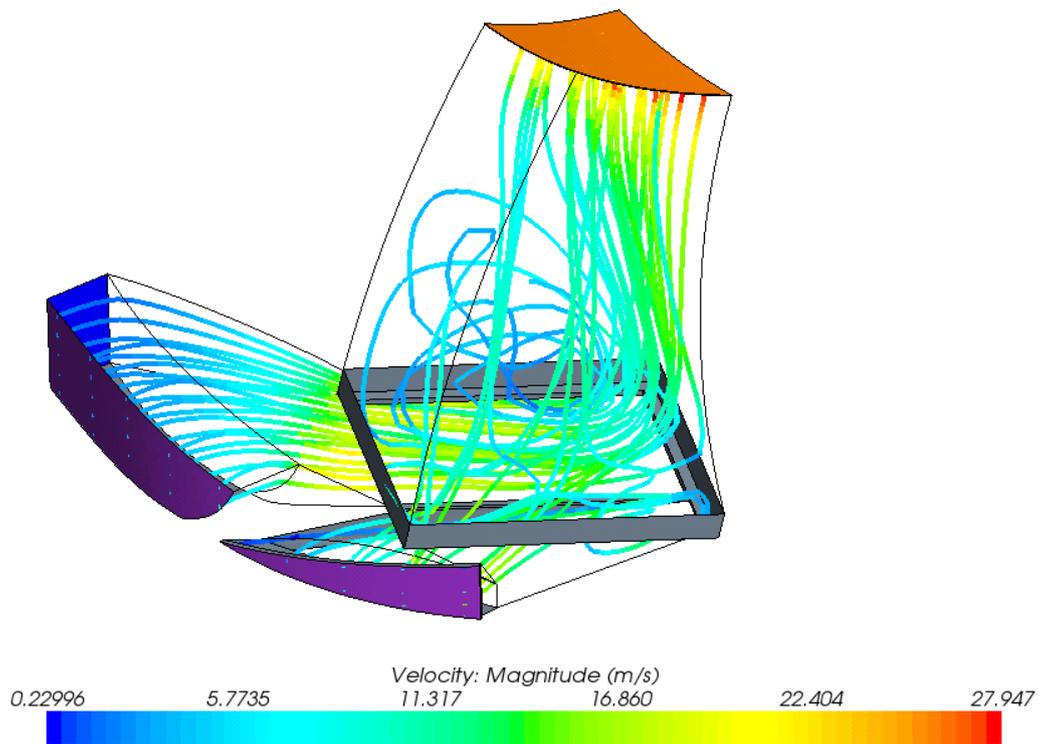
Successivamente tramite un software di calcolo CFD si è eseguita una semplice simulazione mirata a comparare in prima approssimazione i miglioramenti della nuova geometria dei condotti.

Poiché si è supposto il medesimo radiatore impiegato originalmente per l'MC12, tale elemento non costituisce elemento di differenziazione per cui non si è modellato. Lo stesso discorso vale per le

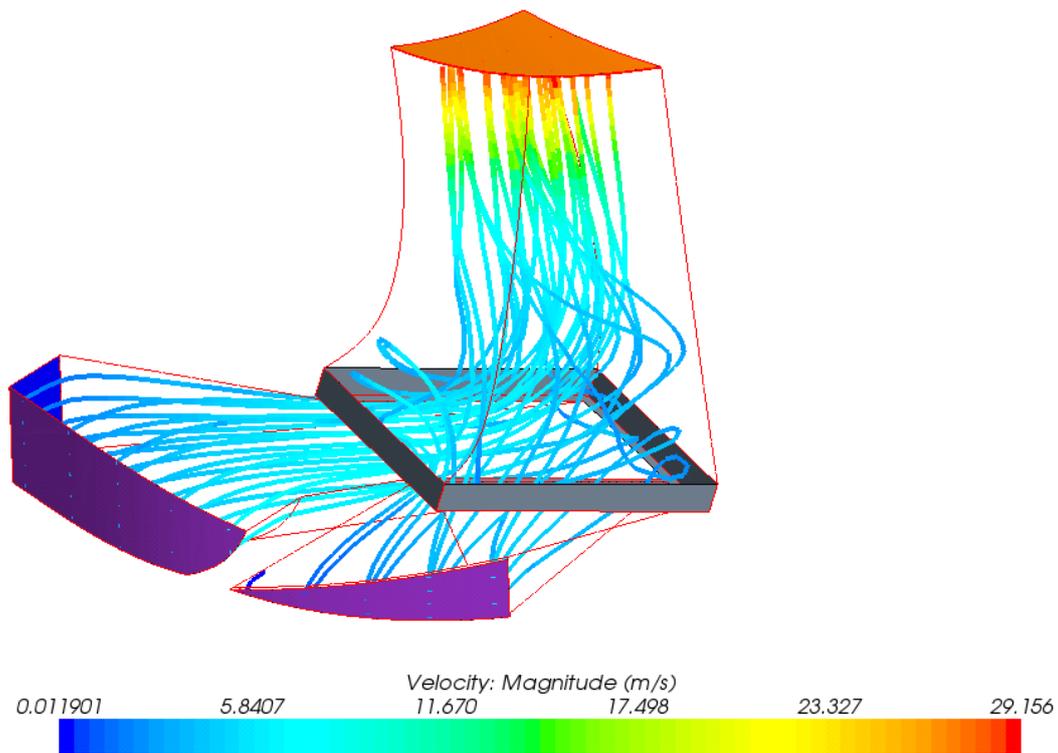
derivazioni di aria fresca ai freni anteriori, presenti identiche indipendentemente dalla posizione dei radiatori.

In definitiva, le due soluzioni esaminate differiscono esclusivamente per le geometrie dei condotti, funzione dell'inclinazione del radiatore.

Si mostrano di seguito le rappresentazioni delle linee di corrente del flusso per le due soluzioni:



**Figura 12** *Linee di corrente per il condotto relativo alla posizione originale del radiatore (14°)*



**Figura 13** *Linee di corrente per il condotto relativo alla nuova posizione del radiatore (24°)*

Si osserva che se si fosse mantenuto il radiatore nella posizione originale, il suo ingombro longitudinale e la maggior curvatura richiesta al fluido avrebbero portato a velocità molto alte del fluido e ad ampi ricircoli, con conseguenti perdite di carico elevate.

Come misura dell'efficienza del gruppo condotto si è misurata la portata smaltita dalle due configurazioni, a pari salto di pressione alle estremità (si è imposta una depressione di -500 Pa sulla bocca d'uscita). La portata è stata misurata in una sezione trasversale al fluido del condotto di uscita, e poiché per motivi di ingombri i due modelli presentavano lievi differenze si è adimensionalizzata la portata sull'area a disposizione.

Si sono ottenuti i seguenti risultati:

	<b>Posizione originale (14°)</b>	<b>Posizione modificata (24°)</b>
Portata sezione [kg/s]	0.557017	0.550508
Area sezione [m <sup>2</sup> ]	3.03E-02	2.66E-02
Portata specifica [kg/s/m <sup>2</sup> ]	1.84E+01	2.07E+01
$\Delta$ Portata specifica [%]		<b>12.91%</b>

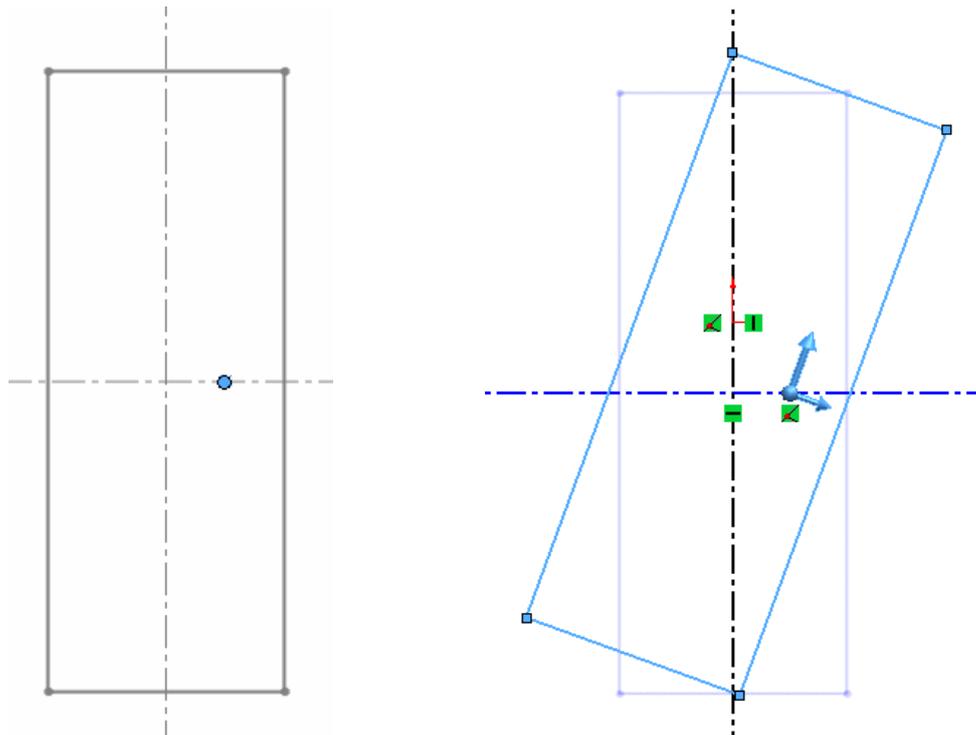
Si evidenzia un aumento della portata elaborata dal condotto relativo al nuovo posizionamento del radiatore pari al 12.9%, valore ottenuto solo modificando l'incidenza di un componente e sfruttando adeguatamente gli spazi a disposizione dettati dallo stile. Dunque anche se l'analisi eseguita ha riguardato solo gli ingombri sfruttabili per i condotti, si è verificato un importante miglioramento nello smaltimento del calore asportato dal motore.

Come precedentemente evidenziato, uno studio dello scambio termico evidenzierà superfici richieste inferiori a quelle del radiatore originale che si è impiegato, a tutto vantaggio di ulteriori riduzioni di ingombri e relativi migliori condotti.

#### Verifica della sterzata

Si è verificata la possibilità per le ruote direttrici di sterzare di 20° rispetto la direzione di marcia.

In mancanza di dati più precisi si è assunto un asse di sterzo verticale e distante metà semispessore dal centro ruota, in modo da contenere il braccio a terra trasversale e di conseguenza l'impegno di servosterzo.



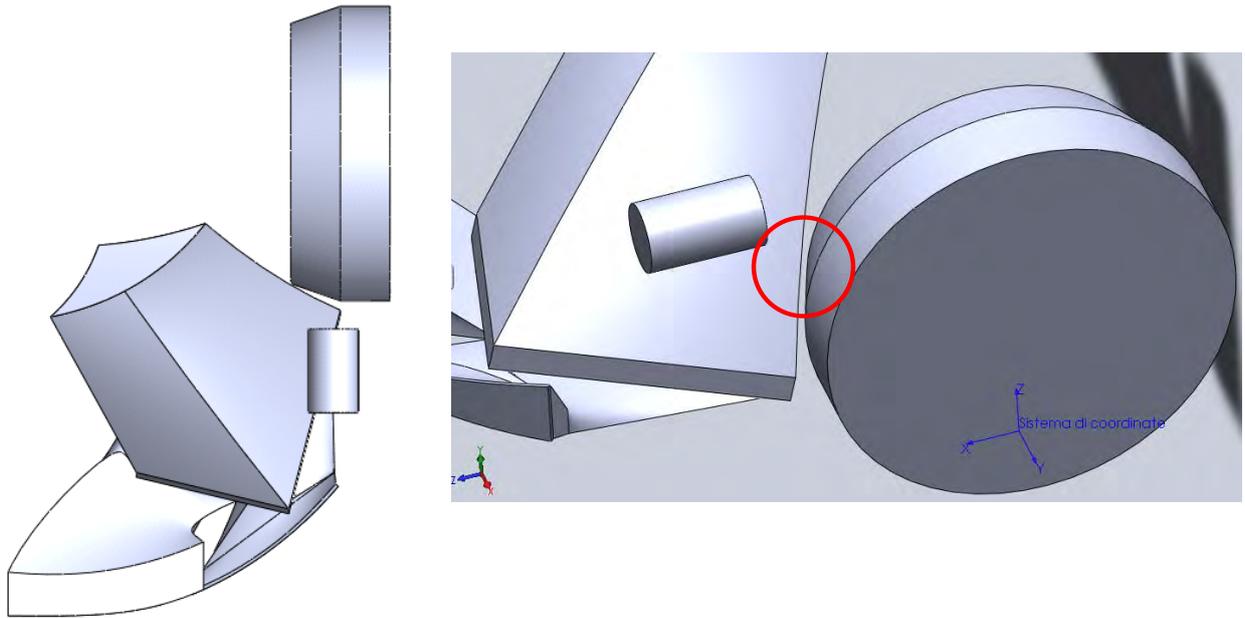
**Figura 14** *Rappresentazione in pianta della sterzata di 20° della ruota rispetto all'asse di sterzo scelto*

Su tale ipotesi si è maggiorato il cilindro rappresentante l'ingombro della ruota come inviluppo di tutte le posizioni assunte dal pneumatico di dimensioni 245/35 ZR19 come da catalogo Maserati MC12.

Il verso di sterzata più problematico per la parte anteriore del vano ruota è quello verso l'interno del veicolo (dunque per la ruota anteriore sinistra la sterzata verso destra), poiché sull'ingombro massimo assunto dalla ruota in tale condizione è necessario non si verifichi alcuna interferenza geometrica con gli adiacenti condotti per il raffreddamento del liquido motore.

La zona posteriore del passaruota è stata considerata meno critica e si è ritenuto di poter ampliare senza problemi il vano ruota.

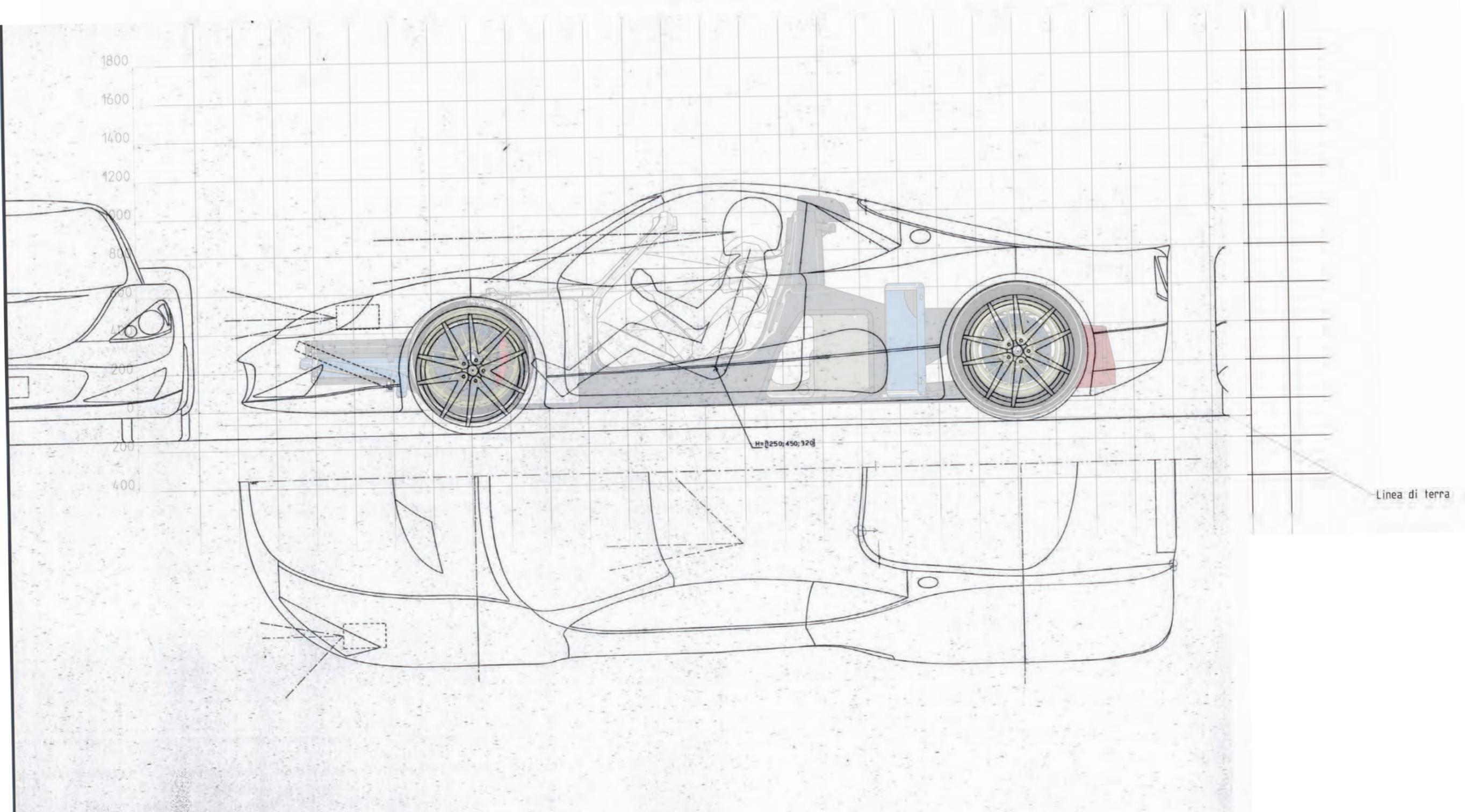
La verifica è risultata soddisfatta, come si osserva dai modelli 3D:

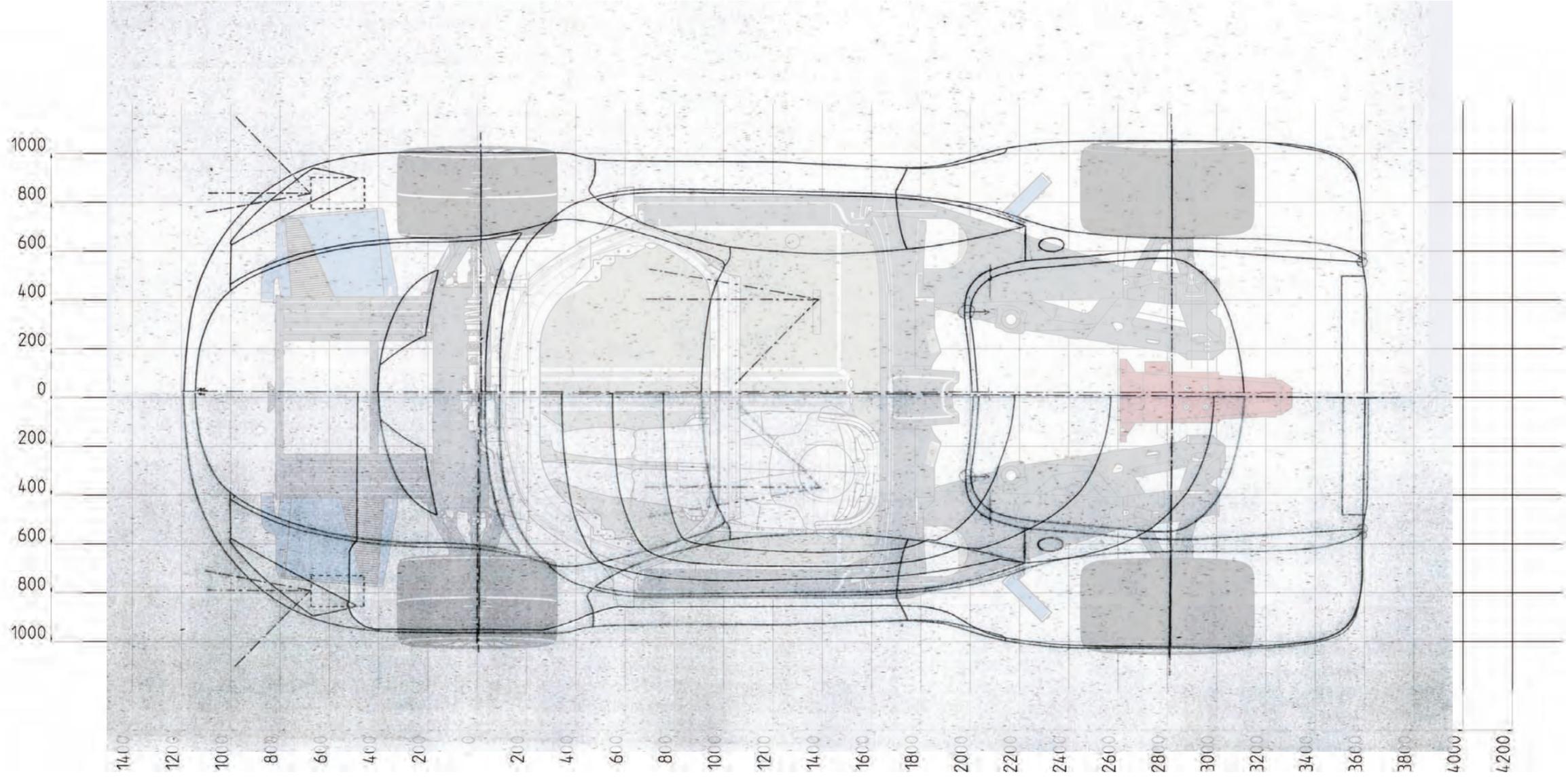


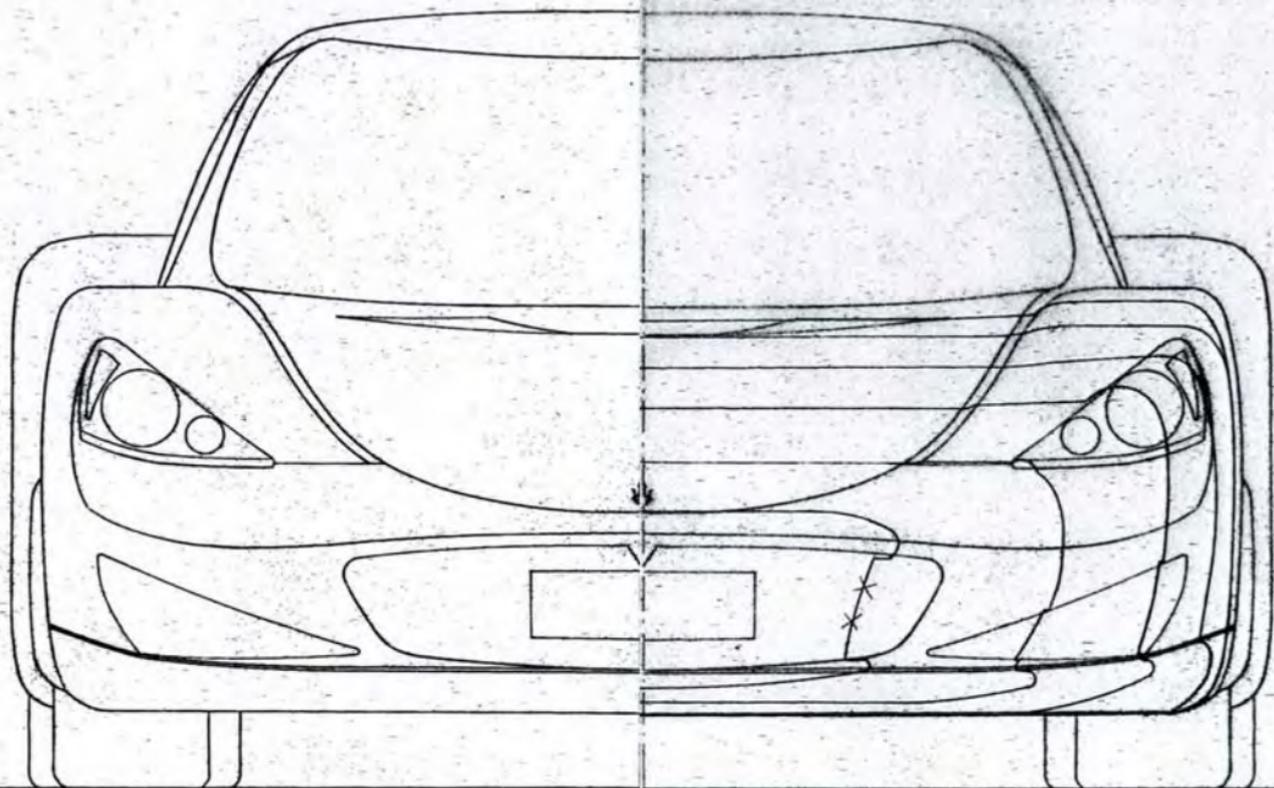
**Figure 15** *Disposizione dei componenti nella zona anteriore e verifica di non interferenza*

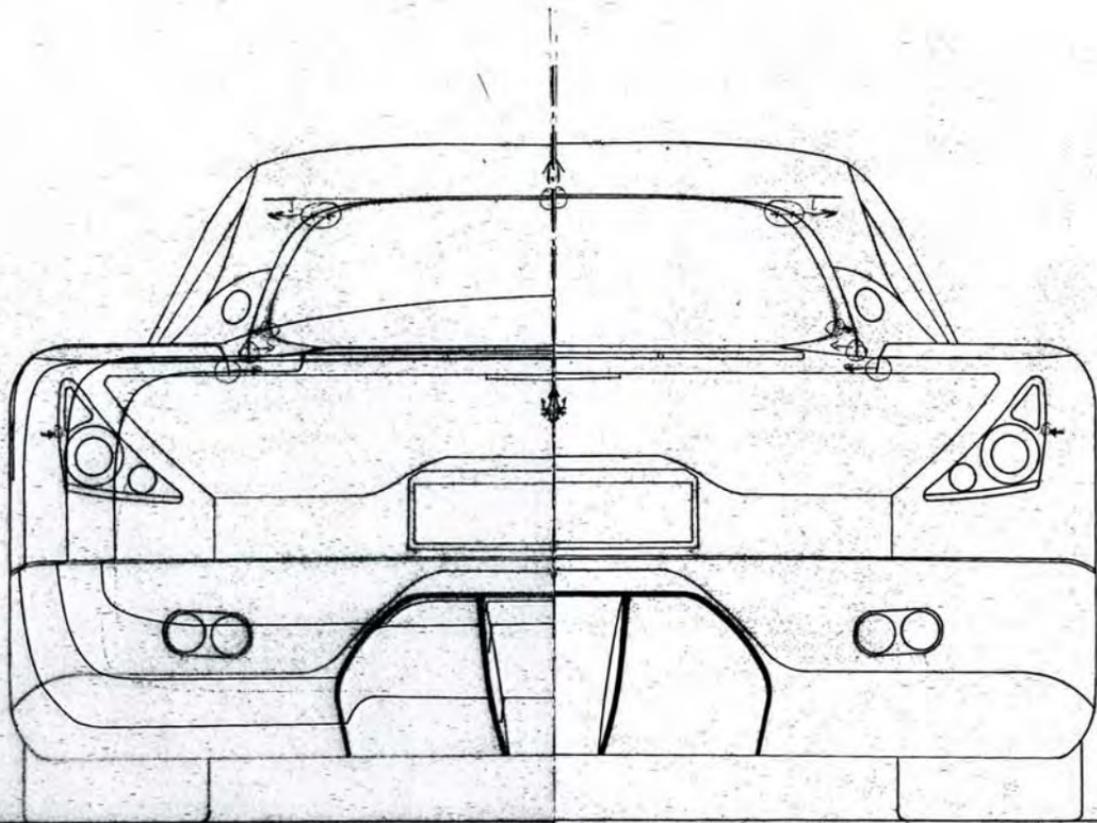
## CONCLUSIONI

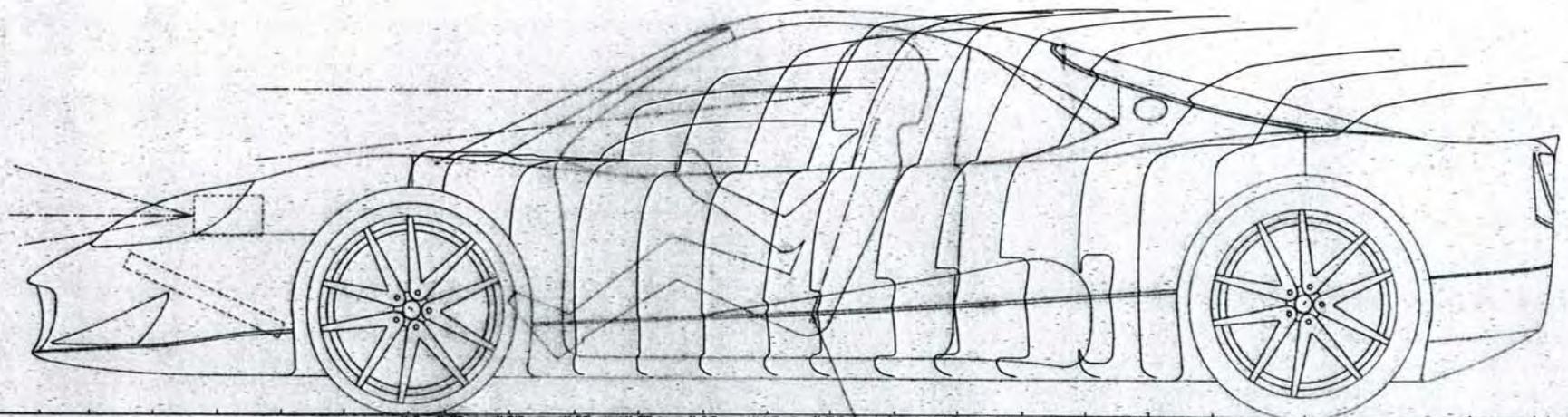
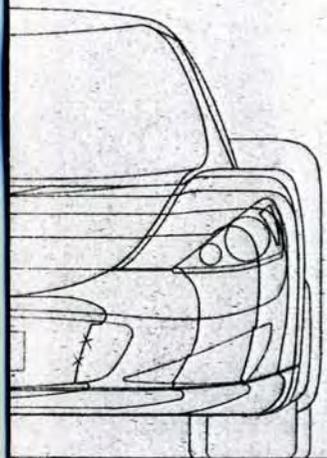
In conclusione dell'intero progetto, si può dire che il lavoro è stato impegnativo ma particolarmente interessante ed emozionante. Impegnativo in quanto ha comportato il coordinamento di tutti gli elementi del team ed anche perché è stata necessaria molta attenzione per curare ogni minimo dettaglio (sia stilistico che tecnico- regolamentare), ma molto interessante poiché si è potuto creare qualcosa di concreto, lavorando in modo molto diverso rispetto alla consuetudine degli altri corsi formativi; e, soprattutto emozionante perché, tratto dopo tratto, si è assistito alla creazione di un vero e proprio gioiello automobilistico.





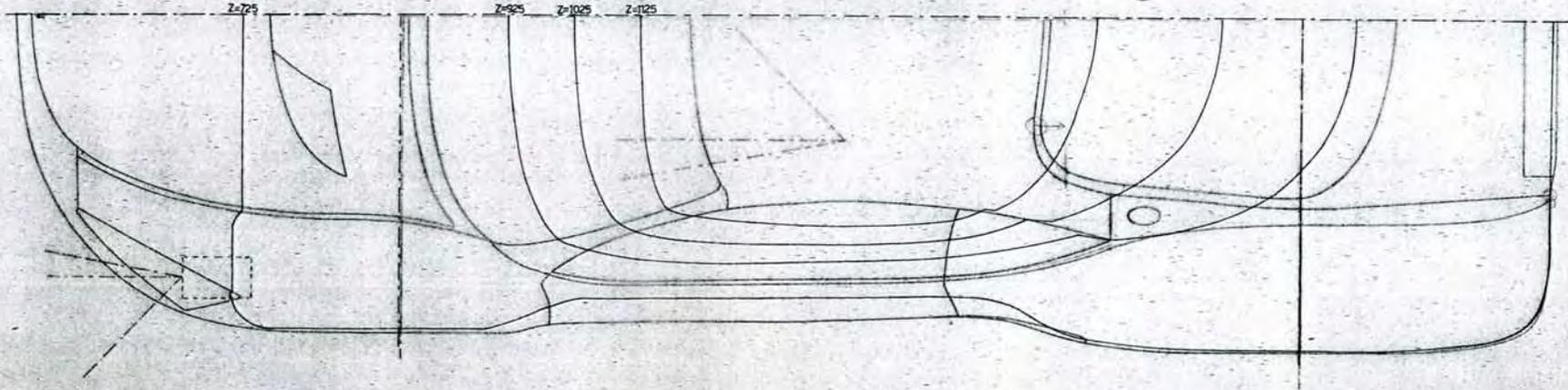






X=0 X=115 X=315 X=515 X=715 X=915 X=1115 X=1315 X=1515 X=1715 X=1915 X=2115 X=2315 X=2515

M: [2150, 410, 170]



Z=725

Z=925

Z=1025

Z=1125