

**Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**  
**Facoltà di Ingegneria – sede di Modena**  
**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Veicolo**

---

Relazione Tecnica di Disegno di Carrozzeria

**ALFA ROMEO 12C NIVOLA**



**Docente:**

Prof. Fabrizio Ferrari

**Candidati:**

Matteo Avanzi  
Andrea Bonfiglioli  
Filippo Capitani  
Lorenzo Lodi  
Francesco Pupillo  
Riccardo Sideli  
Luca Soriato

---

**Anno Accademico 2009 – 2010**

*“ Ogni volta che vedo passare un’Alfa Romeo,  
mi tolgo il cappello ”*

*Henry Ford*

# 1. INTRODUZIONE: OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo principale di questo studio è quello di realizzare un nuovo disegno di carrozzeria per una vettura Alfa Romeo, partendo dal lay-out di base della Maserati MC12 da competizione, che soddisfi tutti i requisiti ingegneristici di costruzione e sia rispettosa delle severe normative riguardanti l'omologazione per la circolazione stradale.

Questa è l'ambiziosa finalità che ci siamo proposti di raggiungere.

L'idea di scegliere una vettura Alfa Romeo come auto su cui adottare il nostro modello di carrozzeria è stata dettata dal fatto che quest'anno ricorre il centenario dello storico marchio italiano dello scudetto, e per tale motivo abbiamo voluto celebrare anche noi, nel nostro piccolo, questo importante avvenimento con un progetto interamente dedicato alla casa arecina.

Per la realizzazione del nostro prototipo abbiamo preso spunto, soprattutto per quanto riguarda la parte puramente estetica, da una delle più belle vetture Alfa Romeo mai realizzate, la 33 Stradale, con l'ausilio della quale siamo riusciti a creare un modello che seguisse il classico stile Alfa Romeo e che richiamasse in qualche modo alcune caratteristiche delle auto del passato.

Per il nostro progetto, abbiamo poi cercato di mantenere il più possibile inalterato il lay-out meccanico di partenza della MC12 da competizione, in modo da sfruttare una piattaforma già esistente e alquanto performante; sono stati introdotti però piccoli accorgimenti sia estetici che funzionali in modo da personalizzare il nostro lavoro e rendere unico il modello finale.

Il fatto di rimanere il più possibile fedeli alla vettura di origine da una lato complica l'operato di chi deve pensare ad un nuovo design per la carrozzeria, soprattutto per quanto riguarda il rispetto delle normative di omologazione stradale, dall'altro invece garantisce che la vettura così sviluppata abbia doti dinamiche sicuramente paragonabili a quelle di una vettura da corsa.



Basandoci sulla storia sportiva del marchio, abbiamo deciso per la nostra vettura di utilizzare il nome *Alfa Romeo 12C Nivola*, il quale, oltre a richiamare il motore dodici cilindri adottato sul prototipo da noi proposto, è un evidente omaggio al pilota Tazio Giorgio Nuvolari, soprannominato dagli appassionati del mondo delle corse appunto come “ Nivola ” e riconosciuto da tutti come uno dei più grandi piloti della storia dell’automobilismo mondiale, nonché molto ammirato ed amato per le sue qualità e doti umane.

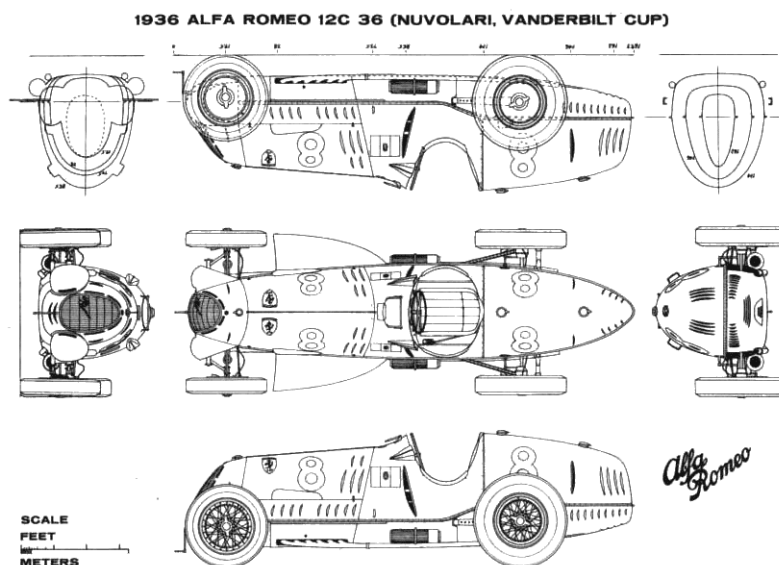
Tazio Giorgio Nuvolari ottenne numerosi successi al volante delle vetture Alfa Romeo, casa alla quale viene generalmente associata la sua leggenda, tra i quali vanno ricordate sicuramente le vittorie, proprio alla guida di una Alfa Romeo 12C, raggiunte tra il 1936 e il 1937 in numerosi Gran Premi ( Penya Rhin, Milano, Modena ) e nella storica Coppa Vanderbilt.



**Figura 1.1: Tazio Giorgio Nuvolari**



**Figura 1.2: Tazio Giorgio Nuvolari in trionfo alla Coppa Vanderbilt**



**Figura 1.3: Rappresentazione in proiezione della Alfa Romeo 12C ( 1936 )**

Non potevamo poi esimerci dal tentativo di creare un simbolo per il nostro prototipo ( visibile in Figura 1.4 ), che trasmettesse continuità con il marchio Alfa Romeo.

Tale simbolo si è optato per non rappresentarlo sulle viste della vettura, pensando invece potesse essere un buono spunto per eventuali finiture degli interni ( poggiatesta del sedile, pomello cambio, volante, ecc... ) e per il marketing della vettura.



**Figura 1.4: Logo Alfa Romeo 12C Nivola**

## 2. ALFA ROMEO 33 STRADALE

### 2.1 Caratteristiche tecniche

In questo capitolo vengono riportate in breve le caratteristiche principali di una delle più belle auto stradali mai costruite, e dalla quale abbiamo preso spunto per la realizzazione del nostro prototipo: l'Alfa Romeo 33 Stradale.

Non che oggi vi siano auto meno belle dal punto di vista estetico o motoristico, ma quest'auto fu costruita sul finire degli anni '60, e quindi con le conoscenze dell'epoca, e non sfigurerebbe al fianco delle supersportive d'oggi.

Questa autovettura, basata sulla omonima versione da competizione, la Tipo 33, e prodotta in soli 18 esemplari, fu presentata nel 1967 al Motorshow di Torino, e venne disegnata da Franco Scaglione e costruita dalla Carrozzeria Marazzi; è spesso ricordata per essere la prima vettura prodotta ad avere le portiere ad apertura verticale ( “ ali di gabbiano ” ).

Il motore, lo stesso della Tipo 33 da competizione e posto in posizione centrale, non aveva praticamente nulla in comune con le unità destinate ad equipaggiare le auto di serie: era un motore 1995 cc con 8 cilindri a V a 90°, progettato dall'ing. Carlo Chiti, fondatore e responsabile della squadra corse Autodelta, il reparto corse dell'Alfa Romeo.

Autentico gioiello tecnologico, costruito interamente in alluminio e magnesio, disponeva di un impianto di iniezione meccanica indiretta “ Spica ”, lubrificazione a carter secco, quattro alberi a camme in testa, cambio a 6 rapporti e sedici candele ( 2 per cilindro ).

Tale motore era in grado raggiungere un regime di 10.000 giri al minuto, un valore record all'epoca, ma ancora oggi elevatissimo per un'auto da strada; la potenza di 230 CV fa di questo motore uno dei più potenti mai realizzati con questa cilindrata.

Questa potenza è molto elevata per un'autovettura stradale, ancor di più se si considera che venne ottenuta con la sola tecnologia meccanica, e senza l'ausilio della gestione elettronica adottata dalle automobili moderne.

Il telaio, realizzato grazie all'impiego di tecnologie aeronautiche, presentava un peso molto ridotto di appena 800 kg, e fu costruito con elementi tubolari in acciaio e fusioni in lega di magnesio; esso venne allungato di 10 cm rispetto a quello della Tipo 33 da competizione.

La 33 Stradale raggiungeva prestazioni inimmaginabili: la velocità massima era di quasi 260 km/h, e l'accelerazione da 0 a 100 km/h era compiuta in 5,6 secondi.

Tra i 18 esemplari prodotti vi sono lievi differenze estetiche, le più evidenti delle quali sono rappresentate dalla presenza di due soli fari anteriori, invece che quattro, e dal tergicristallo incernierato in alto o in basso; uno dei 18 esemplari di questa autovettura ( versione con quattro fari ) è conservato presso il Museo Storico dell'Alfa Romeo di Arese.

La 33 Stradale quando fu venduta ( figurava regolarmente a listino presso i concessionari ) era una delle auto più costose sul mercato, ben 9.750.000 lire; per fare un confronto, l'Alfa Romeo Giulia TI costava 1.570.000 lire, mentre per una Jaguar si spendevano circa 5.000.000 di lire e per una Ferrari occorrevano 6.000.000 di lire.



**Figura 2.1: Alfa Romeo 33 Stradale**

### 3. SPECIFICHE TECNICHE DELLA VETTURA DI PARTENZA

#### 3.1 Maserati MC12

La Maserati MC12 è una biposto coupé - spider a coda lunga e passo lungo ( 2800mm ) di impostazione tipicamente sportivo - corsaiola con tettuccio asportabile.

Quest'auto ha un motore 12 cilindri a V di 65° di derivazione Ferrari, di 5998 cc di cilindrata. Questo propulsore eroga una potenza di 630 CV a 7500 giri al minuto ed è situato in posizione centrale/posteriore.

Lo schema di distribuzione dei pesi prevede una ripartizione di carico del 41% all'anteriore e del 59% al posteriore.

Le generose dimensioni longitudinali e trasversali, che la portano a segnare una lunghezza di 5143mm, una larghezza di 2096mm e un'altezza di soli 1205mm, sono evidentemente il frutto di una ricerca volta all'esaltazione delle performance della vettura più che alla eventuale portabilità per utilizzo stradale.

Allo stesso modo prese d'aria, sfoghi ed appendici aerodinamiche sono il frutto di una eccellente ricerca in galleria del vento mirata all'ottimizzazione della fluidodinamica dei flussi funzionali e alla ricerca del miglior coefficiente di penetrazione aerodinamica possibile.



**Figura 3.1: Maserati MC12**



Per quel che concerne i materiali utilizzati, è da sottolineare che la struttura portante è in materiali compositi ( fibra di carbonio e honeycomb di nomex ) abbinata a strutture di servizio anteriori e posteriori in alluminio.

Alla luce di queste premesse ne discende direttamente che, poiché questa vettura è stata progettata e costruita con il fine principale di partecipare al campionato FIA GT, le sue specifiche tecniche per quello che riguarda abitabilità, sicurezza passiva, gruppi ottici ecc... non risultano conformi alle normative standard che regolamentano la possibilità di circolazione su strada.



**Figure 3.2 – 3.3: Maserati MC12 – vista frontale e fianco sinistro**

## **3.2 Parti strutturali/meccaniche oggetto di valutazioni e modifiche**

L'Alfa Romeo 12C Nivola si prevede sia una vettura destinata ad un mercato d'élite, per la quale quindi è previsto un prezzo di vendita elevato: per questo motivo, è stato possibile propendere per scelte e soluzioni tecniche tecnologicamente avanzate rispetto ad una comune auto di serie, per la quale invece il controllo del costo di produzione ( e quindi del prezzo di mercato ) è un parametro fondamentale.

Prima di entrare nel dettaglio delle valutazioni tecniche effettuate al fine di rispettare la normativa di omologazione per la circolazione stradale, viene proposto un elenco delle parti strutturali/meccaniche, relative al lay-out meccanico della vettura di partenza, che sono state oggetto di valutazioni e modifiche, e che hanno influenzato le forme e le dimensioni della carrozzeria da noi proposta.

### **Radiatori del circuito di raffreddamento del motore posti all'anteriore in posizione "coricata"**

La vettura di partenza presenta due radiatori montati in posizione " coricata " all'anteriore, e simmetrici rispetto all'asse longitudinale del veicolo; essi presentano delle dimensioni abbastanza generose, in quanto la superficie di scambio termico deve garantire la corretta efficienza dell'impianto di raffreddamento del motore anche in condizioni di utilizzo estreme.

La posizione dei radiatori, nonché le loro dimensioni longitudinali e trasversali, vanno tenute in grande considerazione al fine della realizzazione della carrozzeria, soprattutto per quanto riguarda la linea del muso della vettura e la lunghezza complessiva della stessa.

Dal momento che la vettura da noi realizzata sarà adibita ad un uso strettamente stradale, e per la quale non si prevedono quindi utilizzi particolarmente estremi, si è deciso di realizzare un solo radiatore centrale all'anteriore, disposto in posizione meno coricata rispetto a quello della vettura di partenza, e quindi leggermente più verticale; in questo modo si garantisce comunque una buona superficie di scambio termico e un corretto funzionamento dell'impianto di raffreddamento, anche a velocità di avanzamento più consone ad una vettura stradale.

Tale accorgimento ha portato ad una modifica del telaietto anteriore, il quale è stato completamente riprogettato e, in particolare, è stato irrobustito per esigenze di crash, in modo da assorbire più efficacemente gli eventuali urti a cui la vettura può essere soggetta, e ad un minor ingombro longitudinale della vettura, che risulta quindi più corta rispetto al lay-out di base.

Inoltre, la necessità di convogliare a questi radiatori una sufficiente quantità di aria ha portato alla conferma di una generosa presa d'aria anteriore, seppur rivisitata nelle forme e nelle dimensioni rispetto a quella originale; l'aria che passa attraverso questa presa si prevede poi che venga smaltita

verso il fondo vettura, per cui nel nostro prototipo non sono stati realizzati gli sfoghi in zona cofano anteriore, presenti invece sulla vettura d'origine.

### **Montante A**

La posizione del montante A risulta determinante per il rispetto delle norme di sicurezza e angolo di visibilità del guidatore.

La posizione di tale montante nella vettura di partenza comporta una difficoltosa sistemazione del pilota nel rispetto delle normative di omologazione per la circolazione stradale; essendo possibile, secondo le specifiche di studio, cambiare il posizionamento del montante A, il gruppo di lavoro ha optato per un riposizionamento dello stesso che garantisca una migliore abitabilità e sicurezza per il guidatore.

Il dettaglio della modifica sarà discusso nel seguito.

Il riposizionamento di tale montante ha influenzato sulle dimensioni della portiera ( è stato necessario infatti realizzare una portiera leggermente più grande, che garantisce una migliore accessibilità all'abitacolo ) e sulla posizione delle cerniere della stessa ( le cerniere sono state semplicemente traslate rispetto alla posizione iniziale ); sono stati mantenuti inalterati invece l'andamento e la forma del parabrezza, l'andamento del tettuccio e l'andamento del cofano motore.

### **Rollbar**

Il rollbar è parte integrante della struttura portante in compositi, e per questo motivo non è stata prevista nessuna modifica.

La sua posizione longitudinale è importante per quanto riguarda la realizzazione della portiera e la seduta del pilota; la sua altezza dal fondo vettura incide sull'andamento del tettuccio e sull'altezza complessiva da terra della macchina.

### **Captatore per l'aria presente sul tettuccio**

La vettura di partenza presenta, sopra il tettuccio, un captatore ( snorkel ) che serve a far confluire aria all'interno del condotto di aspirazione del motore, necessaria per l'alimentazione e per la generazione della miscela aria - combustibile.

Nel nostro studio abbiamo deciso di eliminare completamente tale captatore, e di prevedere un ingresso dell'aria da convogliare al condotto di aspirazione attraverso le prese d'aria laterali poste sul fianco della vettura, le quali verranno descritte in seguito ( tale soluzione è la stessa utilizzata anche per la Ferrari Enzo ).

Con questo accorgimento, si ottiene un miglioramento dal punto di vista aerodinamico ( avendo eliminato appunto l'ingombro del captatore ) e si garantisce in ugual modo un sufficiente flusso d'aria al condotto di aspirazione.

### **Radiatori dell'olio posteriori**

Sulla vettura di partenza è presente inoltre una coppia di radiatori nella parte posteriore, posti simmetricamente rispetto all'asse longitudinale del veicolo.

Analogamente a quanto visto per quelli anteriori, anche i due radiatori posteriori si trovano a dover smaltire una elevata potenza termica, e quindi anche in questo caso le loro dimensioni sono tutt'altro che sobrie.

Nel nostro studio abbiamo deciso di mantenere invariati questi due radiatori, e la necessità di rendere disponibile un adeguato flusso d'aria per il loro raffreddamento ha portato alla realizzazione di prese d'aria laterali poste sui fianchi della vettura, abbastanza centrate sui radiatori stessi, per ottenere il massimo beneficio termodinamico.

Tali prese laterali, oltre a catturare, come specificato in precedenza, la quantità di aria necessaria per il condotto di aspirazione, garantiscono infatti un ottimo flusso d'aria per il raffreddamento sia dei radiatori posteriori sia della zona motore quando il veicolo è in marcia, la quale viene poi smaltita attraverso una presa d'aria dinamica disposta tra i due fari posteriori.

Inoltre, è prevista anche la realizzazione di una presa d'aria statica in prossimità del lunotto posteriore: grazie ad essa, è possibile smaltire i vapori generati dalla benzina quando il veicolo è fermo, quando cioè il motore non è raggiunto da flussi d'aria per il raffreddamento.

Se tali vapori non fossero smaltiti a veicolo fermo, si genererebbero infatti delle pressioni troppo elevate sotto cofano, che sono da evitare.

Il posizionamento delle prese d'aria laterali ha profondamente inciso sull'ingombro della portiera e, in generale, su tutto il fianco della vettura.

Si è comunque cercato di armonizzare esigenze di canalizzazione fluidodinamica con estetica.

### **Scatola della trasmissione**

La scatola della trasmissione è un componente che incide solo in termini di ingombro longitudinale. Essa si protende oltre l'asse delle ruote posteriori, e influenza quindi la lunghezza della parte posteriore della vettura, che, come vedremo in seguito, risulta più corta rispetto a quella del lay-out di base.

## 4. VALUTAZIONI TECNICHE NEL RISPETTO DELLA NORMATIVA DI OMOLOGAZIONE PER LA CIRCOLAZIONE STRADALE

### 4.1 Posizionamento di Oscar

Come prima cosa, è stato necessario valutare il corretto posizionamento in abitacolo di Oscar, il manichino regolamentare utilizzato per gli studi di abitabilità e sicurezza passiva: in pratica, si è trattato di valutare la corretta posizione dell'Oscar "conducente".

La normativa prevede di utilizzare come modello standard per la progettazione un manichino antropomorfo di altezza 1.78m e peso 80kg; per il nostro studio abbiamo provveduto a costruire con cartoncino e fermacampioni una fedele replica bidimensionale del manichino in scala 1:5, in linea con la scala utilizzata per i disegni.



**Figura 4.1: Oscar in cartoncino**

Tale replica è stata utilizzata per valutare direttamente sulle prime bozze di disegno il corretto posizionamento del punto H, ovvero quel particolare punto del manichino in cui si immagina sia centrata l'articolazione dell'anca.

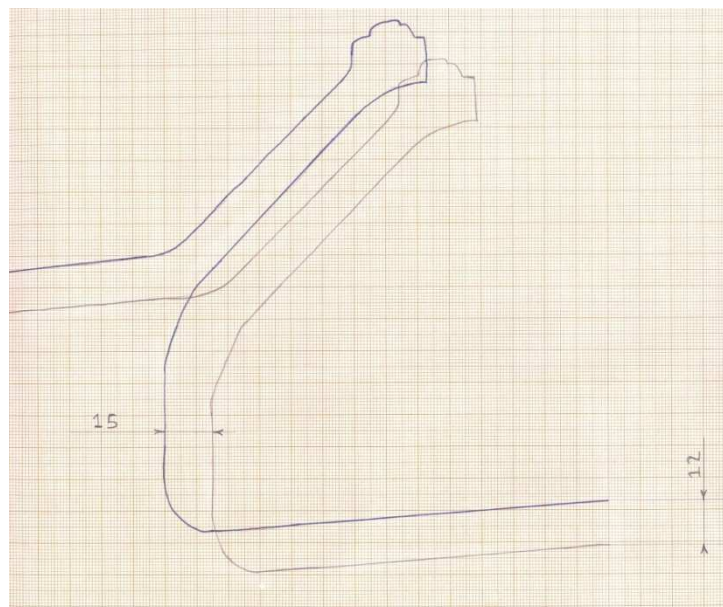
In particolare, disponendo degli ingombri meccanici della vettura di partenza e del posizionamento originale dell'Oscar, si è proceduto in primo luogo a valutare per quale posizione del punto H, ruotando il busto del manichino, non si verificasse l'impatto della testa contro il tetto vettura o il parabrezza.

Facendo alcune prove sulla vettura d'origine, si è potuto riscontrare che, mantenendo inalterata la posizione del montante A, ed imponendo un'inclinazione oraria iniziale del busto del manichino di

25° rispetto alla retta perpendicolare al suolo ( come tra l'altro prevede una buona progettazione ), non si trovava, se non con estrema difficoltà, alcuna posizione per la quale venisse rispettata questa particolare norma di sicurezza.

Ciò è comprensibile, in quanto la vettura di partenza è stata progettata per uso strettamente sportivo, e quindi la posizione originale di Oscar risulta molto affossata e coricata, e se si cerca di posizionare il manichino in una posizione che soddisfi tutte le normative riguardanti l'omologazione per la circolazione stradale, è pressoché inevitabile che si vengano a creare interferenze tra la testa ed il tetto vettura o il parabrezza.

Per questo motivo, una delle principali modifiche che abbiamo deciso di adottare per lo sviluppo del nostro studio, è stata quella di “ traslare ” in diagonale ( cioè in avanti e verso l'alto ) la posizione del montante A: più precisamente, il montante A è stato spostato in avanti di 15mm sul disegno ( corrispondenti a 75mm nella realtà ) e verso l'alto di 12mm sul disegno ( corrispondenti a 60mm nella realtà ).



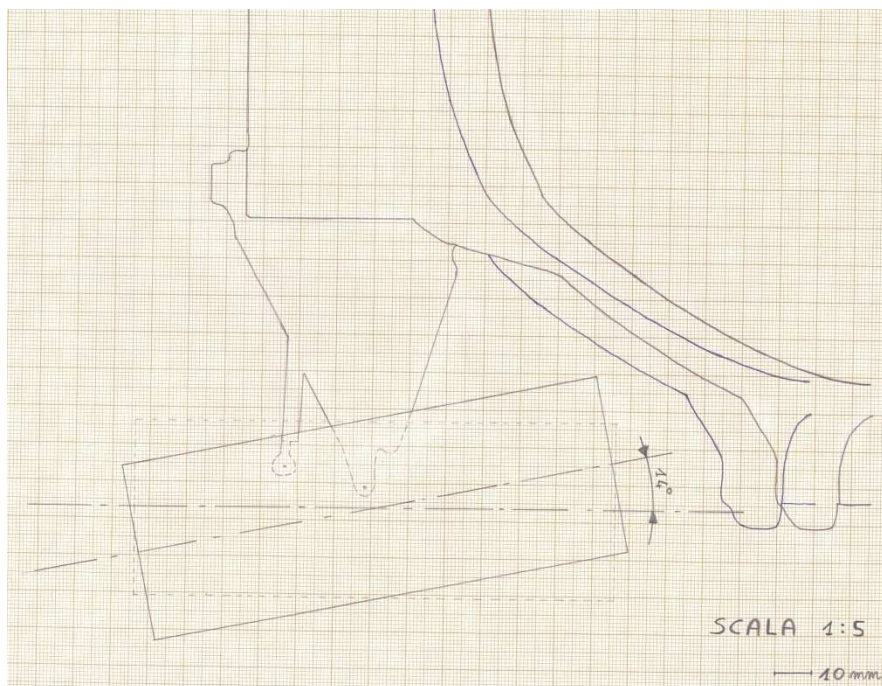
**Figura 4.2: Traslazione in diagonale del montante A**

Si è optato per una semplice traslazione in diagonale al fine di rendere il più semplice possibile lo studio progettuale della vettura: infatti, mantenendo inalterate le forme e gli andamenti del curvano e del montante A, è stato possibile utilizzare un parabrezza identico a quello originale.

Inoltre, sono state mantenute inalterate anche le curvature del tetto e del cofano motore, in modo tale da garantire l'ottimo rendimento aerodinamico caratteristico della vettura di partenza.

Un problema che può sorgere a seguito di questa traslazione del montante A è quello di una possibile interferenza tra telaio e ruote anteriori, soprattutto quando queste sono in condizione di sterzata massima.

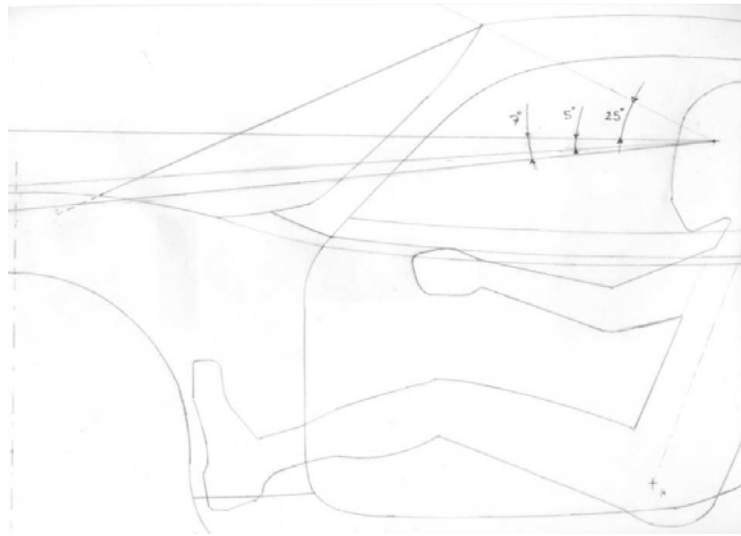
Nel nostro caso, si è potuto verificare che tale interferenza non avviene: infatti, se consideriamo per la nostra vettura lo stesso angolo di sterzata massima caratteristico della Maserati MC12 ( pari a  $14^\circ$  ), notiamo che si mantiene un buon margine di sicurezza tra telaio e ruote anteriori, come mostrato in Figura 4.3.



**Figura 4.3: Margine di sicurezza tra telaio e ruota anteriore sinistra sterzata al massimo**

Il manichino è stato inoltre utilizzato per valutare la posizione del punto di visuale del guidatore. Infatti, le normative impongono che il guidatore abbia disponibile un angolo di visuale frontale minimo: tale angolo viene valutato sul fianco sinistro a partire dal punto di visuale ( occhi del manichino ), e tracciando da questo punto una linea parallela al suolo ed una linea obliqua direzionata verso la terra e tangente alla zona del curvano o del cofano, che risultano le più limitanti per la visuale: la normativa impone che l'angolo minimo formato da queste due rette non sia inferiore a  $7^\circ$  ( la normativa impone anche un altro angolo di visuale minimo in corrispondenza dei passaruota anteriori, che in questo caso non deve essere inferiore ai  $5^\circ$  ).

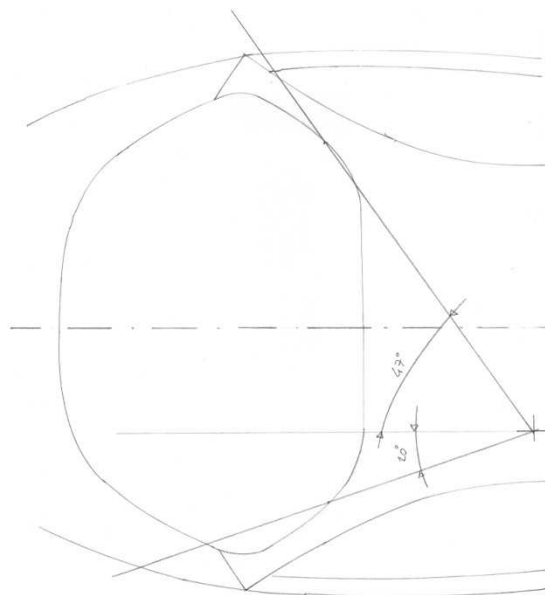
In figura 4.4 sono riportati gli angoli di visuale frontali relativi al nostro modello, valutati sul fianco sinistro.



**Figura 4.4: Angoli di visuale frontali valutati sul fianco sinistro**

In più, visto che la normativa impone anche il rispetto di un angolo di visuale laterale minimo ( che deve essere di  $60^\circ$  in totale, di cui  $15^\circ$  valutati a sinistra del punto di visuale e i restanti  $45^\circ$  valutati a destra ), è stato necessario verificare che la nuova posizione del montante A, e quindi del parabrezza, non infrangesse questo vincolo.

In figura 4.5 sono riportati gli angoli di visuale laterali relativi al nostro modello, valutati sulla pianta.



**Figura 4.5: Angoli di visuale laterali valutati sulla pianta**



Per completezza, si riporta in tabella 4.1 l'elenco dei dati relativi al posizionamento del manichino regolamentare e agli angoli di visibilità che ne derivano.

Le coordinate indicate sono misurate a partire dal punto zero, che corrisponde al punto di intersezione tra la proiezione dell'asse longitudinale del veicolo sul piano di terra ( si individua così l'asse X ) e la proiezione, sempre sul piano di terra, dell'asse passante per i centri ruota anteriori ( si individua così l'asse Y ).

L'asse X è positivo verso il posteriore del veicolo, l'asse Y è positivo verso il lato guidatore.

L'asse Z è ortogonale ad X e ad Y nel punto zero, ed è positivo verso l'alto.

Le quote sono espresse in mm in scala 1:1, gli angoli sono espressi in gradi.

<b>Coordinate punto H</b>	X = 1265mm ; Y = 290mm ; Z = 285mm
<b>Inclinazione busto Oscar ( rispetto alla verticale passante per il punto H, in verso orario )</b>	20°
<b>Coordinate punto di visuale</b>	X = 1375mm ; Y = 305mm ; Z = 955mm
<b>Angoli di visuale basso/alto ( valutati sul fianco sinistro del disegno, con vertice nel punto di visuale )</b>	Verso il basso nella zona centro cofano: 7° Verso il basso nella zona passaruota anteriori: 6° Verso l'alto: 25°
<b>Angoli di visuale sinistra/destra ( valutati sulla pianta del disegno, con vertice nel punto di visuale )</b>	Verso sinistra: 20° Verso destra: 47°

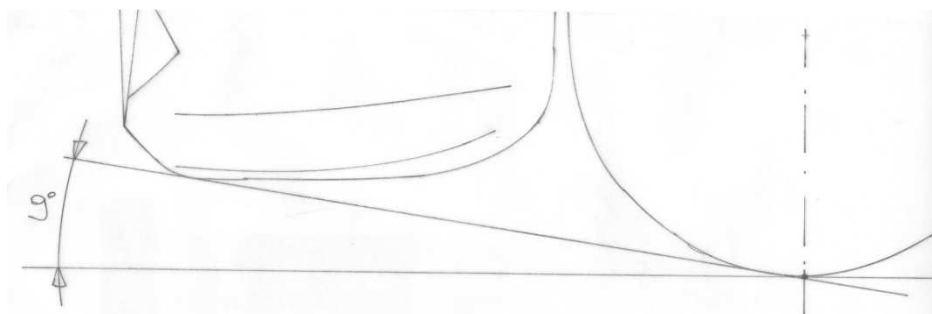
**Tabella 4.1: Dati relativi al posizionamento di Oscar e agli angoli di visibilità**

## 4.2 Prime forme e dimensioni generali della vettura

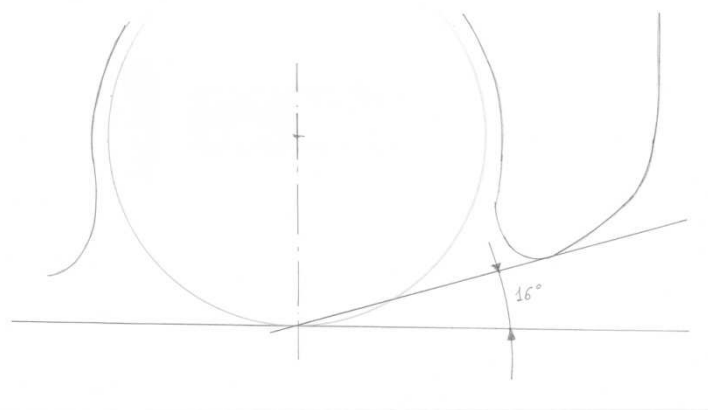
Una volta definita la posizione effettiva del manichino, sono state abbozzate le principali forme e dimensioni della vettura.

Inizialmente sono stati rappresentati i fondamentali elementi fissi, ovvero il lay-out meccanico corretto con la nuove posizioni del montante A e del curvano, e successivamente sono stati riportati gli angoli d'attacco anteriore e posteriore imposti dalle normative per l'omologazione, ovvero si sono tracciate due rette inclinate di  $7^\circ$  uscenti dai bordi esterni a terra delle ruote: queste due rette rappresentano il limite sotto al quale la carrozzeria, in corrispondenza degli sbalzi anteriore e posteriore, non può scendere, e sono fondamentali in quanto, se non fossero rispettate, la vettura non riuscirebbe a superare anche minime pendenze come, ad esempio, quelle di un dosso o di una piccola rampa.

Come si può notare dalle figure 4.6 e 4.7, la normativa relativa agli angoli di attacco è perfettamente rispettata: infatti, nel modello da noi realizzato, si ottiene un angolo di attacco anteriore pari a  $9^\circ$  e un angolo di attacco posteriore pari a  $16^\circ$ .



**Figura 4.6: Angolo di attacco anteriore**



**Figura 4.7: Angolo di attacco posteriore**

Infine è stata imposta un'altezza da terra del fondo vettura, per tutto il passo, di 120mm, valore minimo previsto tra l'altro dalla normativa.

A questo punto è stato possibile creare sulla vista laterale ( fianco sinistro ), ovvero la vista più semplice ed intuitiva da concepire, l'area entro la quale si deve sviluppare l'intera carrozzeria.

Si sottolinea inoltre che il modello da noi realizzato non prevede un assetto calibrato come sulla vettura di partenza, con una minore altezza da terra all'anteriore rispetto al posteriore.

### **Sistema per la retrovisione**

Pare opportuno trattare all'interno di questo stesso paragrafo la questione relativa alla necessità di equipaggiare la vettura, come da normativa, con un sistema che permetta la retrovisione. Trattandosi di una vettura di altissima gamma, si è pensato di adottare al posto dei classici specchietti retrovisori ( sia interno che esterni ) un moderno sistema dotato di telecamera posteriore, con relativo monitor interno all'abitacolo ( si può pensare di installare una telecamera digitale ad infrarossi per la visione notturna ); questa soluzione è stata adottata più che altro perchè si prevede una visibilità abbastanza ridotta verso il posteriore, a causa sia della modeste dimensioni del lunotto sia delle forme molto pronunciate delle linee caratterizzanti i parafranghi posteriori, che in qualche modo sono di ostacolo per una buona visuale; con questo sistema si riesce quindi a risolvere tali inconvenienti.

Questo particolare accorgimento potrebbe far parte di un pacchetto più completo, formato da sensori di parcheggio e sensore per il rilevamento della distanza di sicurezza.

Al di là di queste considerazioni, che prescindono da questo studio di carrozzeria, è da sottolineare che l'eliminazione degli specchietti retrovisori laterali esterni contribuisce alla ricerca del minor attrito aerodinamico possibile della vettura e alla pulizia dei flussi passanti per le prese d'aria laterali e diretti verso i radiatori posteriori, zona motore e circuito di aspirazione.

## **5. STUDIO STILISTICO – FUNZIONALE DELLA NUOVA CARROZZERIA**

Ripercorriamo ora un po' più nel dettaglio i vari passi che sono stati eseguiti per la realizzazione dei prospetti della nostra vettura.

### **5.1 Fianco sinistro**

La prima vista sulla quale abbiamo deciso di lavorare per lo studio della nostra carrozzeria è quella relativa al fianco sinistro: tale prospetto laterale permette infatti di avere un'ottima visione d'insieme dell'intera vettura, ed è perfetto per definire le prime forme e dimensioni del nostro prototipo.

Per quanto riguarda la sua realizzazione, si è prestata particolare attenzione ai diversi vincoli imposti dal lay-out meccanico in generale.

Una volta definita la posizione del montante A, e quindi stabilita la posizione effettiva del parabrezza e gli angoli di visuale minimi imposti da normativa, si è proceduto con il disegno di una possibile linea adatta per il musetto della vettura: le forme e le dimensioni del musetto non possono essere stabilite a piacere, in quanto si deve tenere conto dei vincoli progettuali, delle prove di crash, della prova pendolo ( di cui ci occuperemo in seguito ) e, in particolar modo, di alcuni componenti che influiscono inevitabilmente sul progetto di questa parte di vettura, come ad esempio il radiatore centrale posto all'anteriore per il circuito di raffreddamento del motore.

Per questo motivo, il gruppo ha optato per la realizzazione di un musetto abbastanza pronunciato nella parte centrale, con evidenti richiami allo stile dell'Alfa Romeo 8C, e che rispettasse tutti i vincoli progettuali sopra citati; da segnalare poi la forma arrotondata dei passaruota anteriori, sempre nel rispetto delle normative relative agli angoli di visuale.

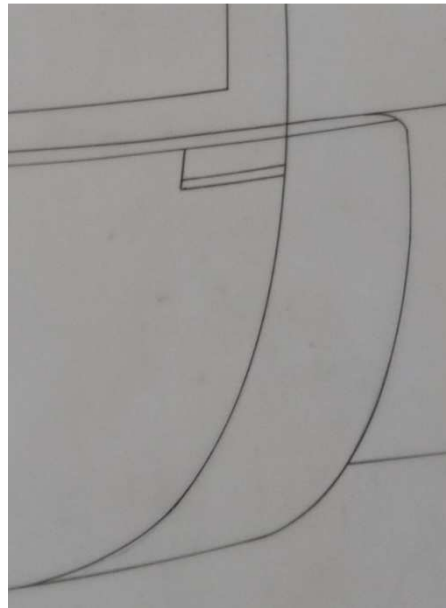
Altri vincoli fondamentali di cui si è dovuto tenere conto per la realizzazione del fianco sinistro sono stati la presenza del rollbar, la presenza dei radiatori dell'olio posti nella parte posteriore e l'ingombro generale del motore.

In relazione a ciò, è stato necessario realizzare una presa d'aria laterale sul fianco, posta subito dietro la portiera e abbastanza centrata sui radiatori posteriori, utile sia per il raffreddamento dei radiatori stessi che del vano motore, oltre che per il convogliamento dell'aria al circuito di aspirazione.

Tale presa d'aria è stata mantenuta pressoché invariata nelle forme e nelle dimensioni rispetto a quella della vettura di origine.

L'aria per il raffreddamento che passa attraverso questa presa laterale trova poi sfogo nella parte posteriore della vettura, grazie ad una presa dinamica disposta tra i fari posteriori.

In figura 5.1 viene riportata un'immagine che raffigura la presa d'aria laterale utilizzata sul fianco.



**Figura 5.1: Presa d'aria laterale adottata sul fianco sinistro**

Il passo successivo è stato quello di creare una possibile linea per la portiera.

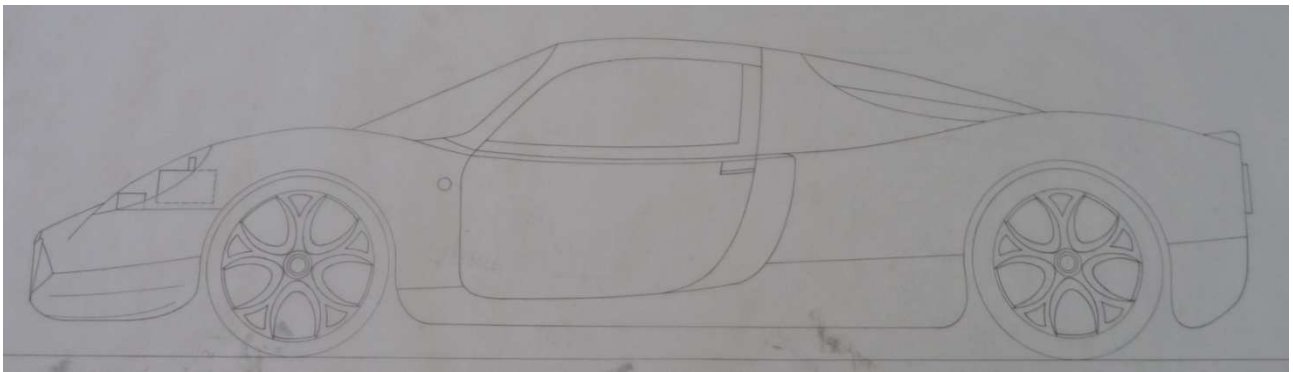
Al di là dell'estetica, ciò di cui si è dovuto tenere conto per la realizzazione di questo componente è stata la necessità di adottare un finestrino più grande rispetto a quello della vettura originale, a causa della traslazione del montante A ( si ricorda infatti che tale traslazione comporta una migliore accessibilità all'abitacolo, e quindi una portiera, con annesso finestrino, di dimensioni maggiori ); un vetro laterale più ampio comporta un notevole vantaggio per il guidatore, in quanto consente una migliore visibilità ed accessibilità ( dall'interno verso l'esterno ) qualora debba sporgere con il braccio sinistro dalla vettura, come ad esempio accade ai caselli autostradali in fase di ritiro biglietto o pagamento del pedaggio.

Oltre a ciò, è stato necessario ideare una portiera che nel suo complesso consentisse il moto di abbassamento del finestrino senza che quest'ultimo interferisse nel suo cammino con parti della carrozzeria; in più, la portiera è stata ideata anche evitando che, una volta aperta, si potessero intravedere parti del telaio ( come rollbar e fondo vettura ).

In ultimo, ma non per questo meno importante, è stato necessario valutare la possibile posizione degli attacchi della portiera: infatti, avendo in precedenza deciso di traslare in diagonale il montante A, e aumentando di conseguenza l'apertura utile della porta, è stato necessario pensare ad una nuova posizione per le cerniere.

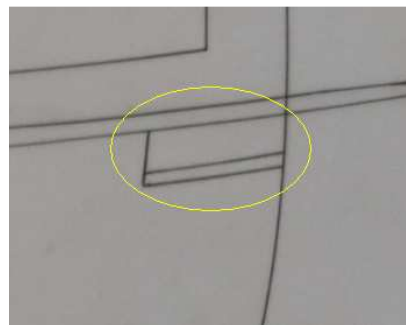
Come già accennato nel capitolo 3, i nuovi attacchi sono stati semplicemente traslati in avanti ( verso negativo dell'asse X ) rispetto a quelli originali, e sono stati mantenuti di forma ed interasse pari a quelli della vettura di partenza, al fine di semplificare la progettazione e contenere i costi di una eventuale produzione.

In figura 5.2 è riportata una rappresentazione del fianco sinistro della vettura, interessata da quanto sopra descritto.



**Figura 5.2: Fianco sinistro**

Si riporta inoltre, in figura 5.3, il particolare della maniglia adottata per l'apertura della portiera; si è deciso di utilizzare una maniglia classica, presente sulla maggior parte delle vetture stradali, la quale è costituita da una levetta che viene azionata dalla mano del guidatore e che permette di sbloccare la serratura tra portiera e telaio del veicolo, permettendo così l'apertura.



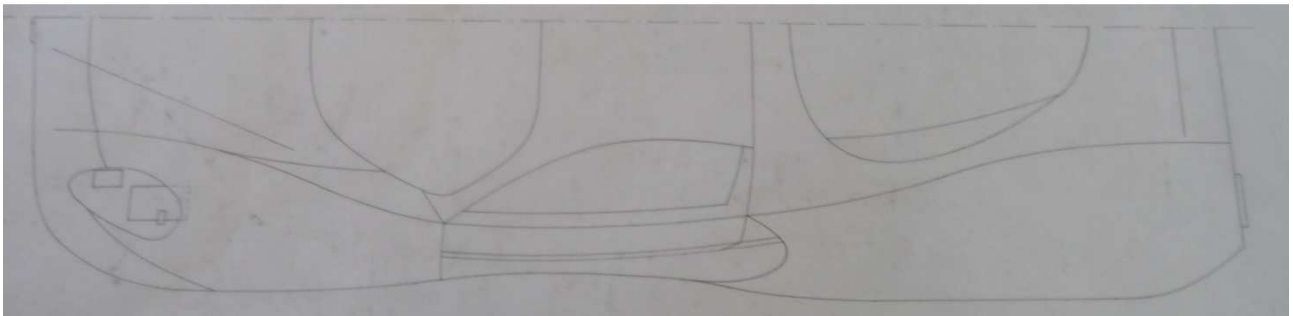
**Figura 5.3: Particolare della maniglia**

## 5.2 Pianta

Una volta definita a grandi linee la vista laterale ( fianco sinistro ), si è passati ad un disegno di massima della pianta, visibile in figura 5.4.

Un primo disegno di questa vista è stato ideato riportando appunto le misure fondamentali ricavabili dal fianco appena realizzato: in particolare, sono state utilizzate la lunghezza totale della vettura, il passo, gli sbalzi anteriore e posteriore e, non meno importanti, gli ingombri dei vari organi meccanici di interesse.

In questo prospetto, oltre a stabilire la larghezza complessiva della vettura, è stato possibile ideare le forme definitive del parabrezza anteriore e del lunotto posteriore, oltre che la curvatura del musetto; questa vista chiarisce poi ulteriormente la posizione dei fari anteriori, e fornisce ulteriori informazioni sulla forma e la dimensione della portiera.



**Figura 5.4: Pianta**

### **5.3 Prospetti anteriore e posteriore**

Le ultime viste ad essere state realizzate, in quanto di più difficile immaginazione, sono quelle relative ai due prospetti anteriore e posteriore.

#### **Prospetto posteriore**

Come prima cosa è stato realizzato il prospetto posteriore, in quanto risulta più semplice da definire rispetto a quello anteriore.

Le caratteristiche fondamentali di cui si è dovuto tenere conto per il disegno di questo prospetto sono state: la necessaria presenza, per fini aerodinamici, di un estrattore, la presenza di quattro terminali di scarico ( due per bancata ), la presenza delle prese d'aria statica e dinamica, l'ingombro del cofano motore con annesso lunotto e, per ultimo, la presenza del porta targa con relative luci per l'illuminazione notturna.

Di particolare importanza per il progetto di questa parte sono anche i gruppi ottici posteriori: per questi gruppi ottici, analogamente a quanto avviene all'anteriore, sono state rispettate tutte le particolari normative previste; l'unico vincolo a cui si è prestato attenzione è stato quello di prevedere la loro installazione su parti non mobili della carrozzeria.

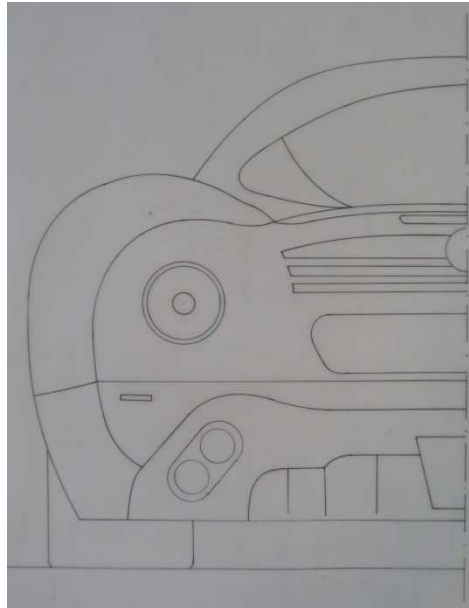
Scendendo più nel dettaglio nella descrizione di tali gruppi ottici posteriori, troviamo riuniti in un unico sistema integrato luci di posizione, luci di stop e indicatori di direzione.

In particolare l'indicatore di direzione è a forma di corona circolare, ed è concentrico alla luce di stop.

Abbinata a questa coppia di luci concentriche si trova il proiettore relativo alle luci di posizione; inoltre, nella lampada della luce di posizione sinistra, si trova integrata anche la lampada retronebbia, che sfrutta quindi lo stesso proiettore.



Quanto descritto è visibile in figura 5.5.



**Figura 5.5: Prospetto posteriore**

Per quanto riguarda il cofano motore, questo è stato realizzato con una estensione che risulta sufficiente per un'ispezione visiva della trasmissione e del propulsore, e per una eventuale sostituzione delle parti del gruppo motore di semplice accesso.

Per eventuali operazioni di manutenzione profonda sul gruppo motore, si prevede siano asportabili tutti i pannelli di carrozzeria posti oltre la linea di battuta posteriore della portiera; in tal modo si riesce ad accedere anche alle sospensioni e ai radiatori posteriori senza particolari difficoltà.

Il cofano motore integra poi nella parte alta, quella di raccordo con il tettuccio vettura, un lunotto di moderate dimensioni, che serve più a rendere possibile la visione dall'esterno del 12 cilindri Alfa Romeo piuttosto che fungere da porta ottica per il guidatore, il quale non ha una buona visuale attraverso di esso, sia durante la normale marcia in avanti che durante le operazioni di retromarcia ( infatti, come già detto in precedenza, è stato previsto un sistema di telecamere per migliorare la visibilità posteriore ).

Per quanto riguarda l'apertura del cofano motore, si prevede un comando di rilascio all'interno dell'abitacolo, posto magari sul cruscotto ( come per la maggior parte delle vetture stradali moderne ): tale comando svincola la serratura che collega cofano motore e telaio posteriore del veicolo, e successivamente lascia liberi due martinetti a gas che permettono una lenta alzata del cofano, che consiste in pratica in una rotazione dello stesso ( rotazione antioraria se pensiamo alla vista sul fianco sinistro ) attorno alle cerniere di collegamento con il tettuccio.

Si è pensato che questo sistema di apertura del cofano motore potesse essere adatto per la nostra vettura, nonostante le notevoli dimensioni del portellone appena descritto: infatti, supponendo che questo venga realizzato in fibra di carbonio e policarbonato ad alta resistenza ( per la zona del lunotto ), non dovrebbe avere un peso troppo eccessivo, tale da non poter essere sostenuto da dei comuni martinetti a gas, ovviamente opportunamente dimensionati e posizionati.

### **Prospetto anteriore**

Una volta realizzato il prospetto posteriore, siamo passati a definire quello anteriore.

I vincoli imposti dalla normativa che hanno condizionato il design del frontale della vettura sono molteplici.

In primo luogo, è vincolante la posizione dei gruppi ottici anteriori: infatti, mentre non vi sono particolari restrizioni sugli indicatori di direzione, luci di posizione e abbaglianti, esistono diversi obblighi per quanto riguarda la posizione dei proiettori anabbaglianti: questi infatti non possono essere posizionati a meno di 500mm da terra, non possono superare i 1200mm di altezza ( vincolo ininfluenza nel caso di progettazione di una vettura sportiva ), i bordi interni devono distare tra loro di minimo 600mm e i bordi esterni non devono trovarsi oltre i 400mm dall'estremità laterale dell'autoveicolo.

Inoltre, essendo stato assegnato a priori il faro omologato da utilizzare e i relativi ingombri dimensionali, è stato necessario trovare un possibile posizionamento in modo tale che la sua installazione non interferisse con gli organi meccanici vicini ( ovvero radiatore centrale anteriore, sospensioni e ruote ).

La soluzione finale prevede l'installazione di tre proiettori per gruppo ottico: uno unico per luce abbagliante ed anabbagliante, uno per la luce di posizione e uno per l'indicatore di direzione.

Questi proiettori sono posti su piani sfalsati e su diverse profondità, al fine di racchiudere in unico gruppo ottico, dalle dimensioni comunque contenute, tutte le luci previste da normativa.

Per quanto riguarda il proiettore delle luci anabbaglianti, sono stati verificati anche gli angoli minimi descritti dai fasci luminosi, i quali non devono colpire parti della carrozzeria o interferire con altri proiettori posti davanti ad essi ( come, ad esempio, quelli delle luci di posizione ).

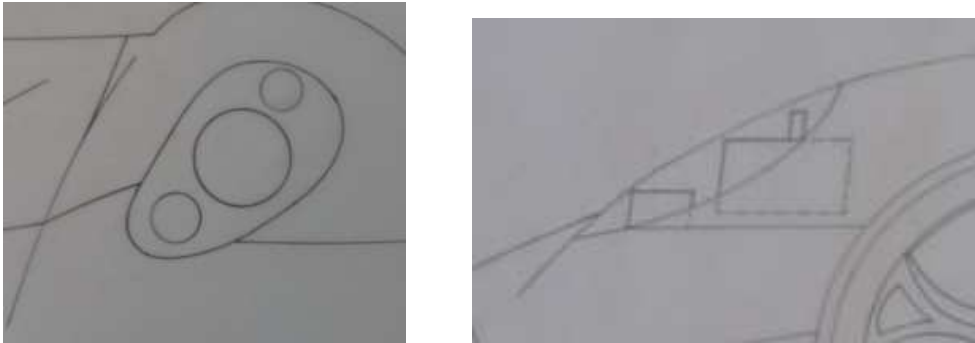
Tali angoli minimi sono previsti dalla normativa, e valgono rispettivamente:

frontalmente – 15° verso l'alto e 10° verso il basso

lateralmente – 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno

È stato poi necessario, data la forma pronunciata del musetto della vettura, trovare un posizionamento del gruppo ottico e dei suoi elementi costitutivi per il quale il guscio trasparente protettivo non risultasse eccessivamente lungo.

Un dettaglio del gruppo ottico da noi proposto è presente nelle figure 5.6 e 5.7.



**Figure 5.6 – 5.7: Gruppo ottico anteriore**

Gli altri vincoli fondamentali che hanno condizionato la geometria del prospetto anteriore sono stati la necessaria presenza di una presa d'aria ( appunto per il raffreddamento del radiatore anteriore ) e la necessità di rispettare precise normative riguardo alla zona deformabile del musetto.

In particolare, in riferimento a quest'ultimo, negli USA è stabilito che l'altezza minima da terra di tale zona deformabile ( o paraurti ) sia di 508mm, in caso sia di vettura carica che di vettura scarica: si è deciso di fare riferimento alla normativa statunitense in quanto è più restrittiva rispetto a quella europea, secondo la quale l'altezza minima da terra della zona deformabile deve essere di 445mm, in modo da avere un maggiore coefficiente di sicurezza, anche in vista di un possibile lancio sul mercato statunitense della nostra vettura.

Tale misura viene controllata per mezzo di un pendolo con una mazza incorporata, il quale ruotando non deve colpire in nessun caso la carrozzeria sopra la zona deformabile.

Sul modello da noi proposto si è quindi deciso di fissare questa altezza a 510mm da terra.

Inoltre, la calotta di copertura dei proiettori dei fanali anteriori non deve risultare danneggiata dalla prova del pendolo sopra citata, per cui si è previsto un posizionamento della calotta al di fuori della zona interessata dalla prova.

La normativa prevede poi che in quest'area deformabile non debbano essere presenti parti mobili: di conseguenza, il cofano anteriore è stato dimensionato in modo tale che la sua linea più bassa sul frontale della vettura si trovasse ad un'altezza da terra minima di 545mm, e quindi ben al di sopra del paraurti.

L'apertura del cofano anteriore avviene per rotazione ( oraria se pensiamo alla vista del fianco sinistro ) attorno a cerniere poste ai lati del cofano e collegate con la zona del curvano.

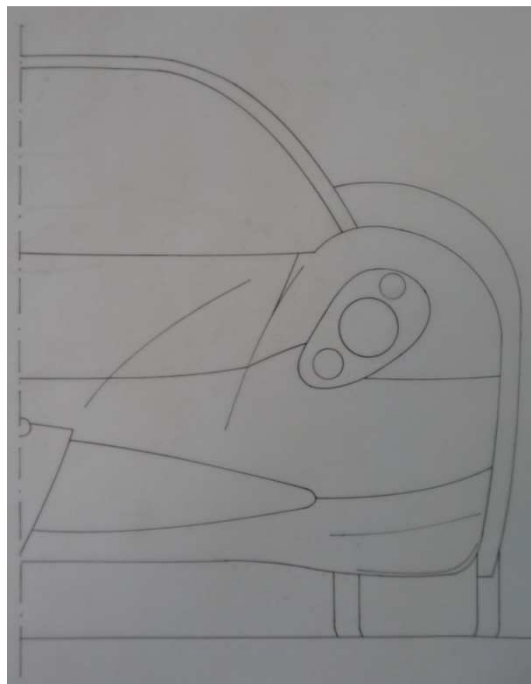
Anche in questo caso è previsto un comando per l'apertura di tale portellone all'interno dell'abitacolo, posto magari lateralmente, subito sotto al volante, e facilmente raggiungibile dalla mano sinistra del guidatore, e un sistema di lenta alzata con martinetti a gas; analogamente a quanto visto in precedenza per il portellone posteriore, si è pensato che, ipotizzando sempre di utilizzare come materiale la fibra di carbonio, tale sistema di apertura potesse essere anche in questo caso adatto per la nostra vettura, senza quindi incontrare problemi di eccessivo peso.

Per quel che riguarda invece lo sfogo del flusso d'aria necessario per il raffreddamento del radiatore anteriore, si ritiene sia possibile creare una via di sfogo integrata nel fondo vettura.

Un'ultima considerazione va fatta sempre sul cofano anteriore: come visibile dalle rappresentazioni in sezione dell'anteriore della vettura, esso è stato realizzato in modo da generare una sorta di avvallamento tra gli imponenti passaruota laterali, che vengono così ulteriormente esaltati.

Questa scelta è stata adottata principalmente per ottenere una linea più muscolosa del frontale della vettura.

Un'immagine del prospetto anteriore è riportata in figura 5.8.



**Figura 5.8: Prospetto anteriore**

## 6. CONSIDERAZIONI AERODINAMICHE

Negli ultimi decenni la cura dell'aspetto aerodinamico è cresciuta in maniera esponenziale, in quanto il raggiungimento del miglior compromesso tra efficienza aerodinamica e deportanza richieste da una vettura ad elevate prestazioni è diventato fondamentale.

Dagli studi teorici si evince infatti che questi due aspetti non possono essere massimizzati entrambi, in quanto all'aumentare della downforce si avrà inevitabilmente un corrispettivo aumento della resistenza all'avanzamento.

Quest'ultima è strettamente legata ai consumi ed emissioni che negli ultimi anni hanno avuto ruoli sempre più stringenti anche nel mondo delle vetture high performance, mentre la prima è la caratteristica fondamentale per avere un ottimo comportamento dinamico del veicolo, aspetto di primaria importanza assieme alle prestazioni del motore per una vettura di questo livello.

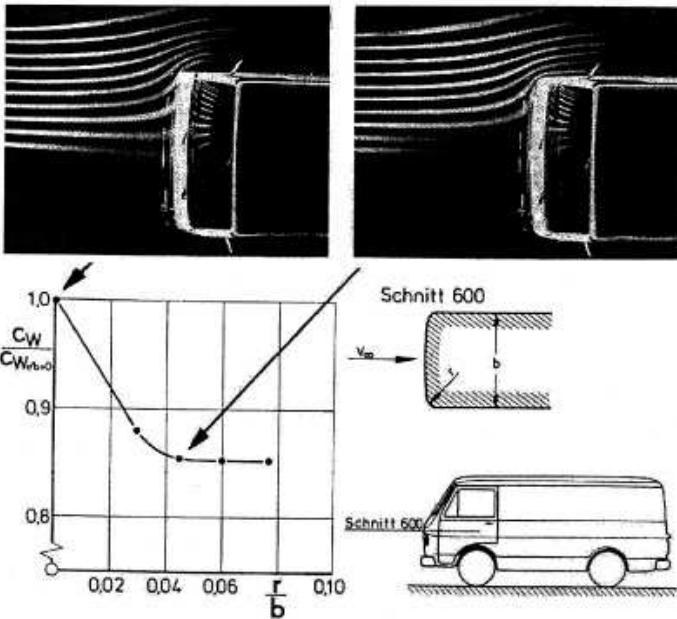
Per raggiungere questo obiettivo, dato che non si ha a disposizione né una galleria del vento, vera ed accurata metodologia di studio, né la possibilità di poter studiare tali fenomeni con l'ausilio del calcolatore, si è andati ad analizzare separatamente i vari componenti che sono ritenuti di primaria importanza ai fini dello studio aerodinamico di una vettura.

Ci si propone di fornire considerazioni qualitative e ragionevoli in modo da ottenere alcune basilari linee guida da seguire nel disegno della carrozzeria, tenendo presente comunque che la valutazione separata delle parti della vettura non sarebbe rigorosamente accettabile in quanto in Aerodinamica non vige il principio di sovrapposizione degli effetti.

Si è pertanto eseguito un confronto tra la vettura di partenza e quella modificata in modo da trarre delle considerazioni in base ai seguenti componenti:

1. Muso
2. Boat tailing
3. Cofano - Parabrezza
4. Tetto - Lunotto
5. Alettone
6. Diffusore

## 6.1 Muso



La caratteristica fondamentale del muso è la presenza, nella vista in pianta, di raggi di raccordo tra la zona anteriore e la fiancata della vettura.

Questi hanno il compito di scongiurare un distacco della vena fluida dalla vettura, cosa che porterebbe ad un notevole aumento della resistenza.

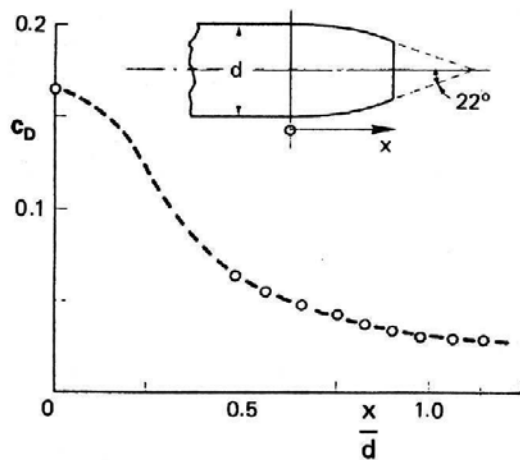
Dal grafico rappresentato si arriva alla conclusione che adottando un rapporto  $r$  (raggio di raccordo) /  $b$  (massimo ingombro trasversale) superiore a 0,045 si

è già ad un valore limite per quanto riguarda l'andamento del rapporto resistenza vettura su resistenza vettura con spigoli vivi; in particolare con tale valore del rapporto  $r / b$  si raggiunge un guadagno massimo del 15% in termini di resistenza aerodinamica.

Nella Maserati MC12 questo valore indicativamente ( in quanto tale raggio di raccordo non assume un unico valore essendo un profilo ) è pari a 0,34, valore che sta abbondantemente al di sopra del valore limite prima identificato.

Nella nostra vettura, in cui abbiamo cercato di mantenere un profilo abbastanza raccordato, scelta dettata da motivi prevalentemente stilistici, questo valore è di circa 0,24 ( il valore minore è conseguenza anche dello sbalzo anteriore ridotto rispetto alla MC12 ), anch'esso ben al di sopra del rapporto critico.

## 6.2 Boat tailing



Questo fenomeno, che ha origine dallo studio fluidodinamico dello scafo delle navi, consiste nella rastremazione della parte posteriore della vettura.

Così facendo si va a creare ai bordi della vettura una diminuzione della velocità del flusso e quindi un aumento della pressione, cosa che contribuisce alla diminuzione della resistenza.

Nel grafico a fianco è riportato l'andamento del  $C_D$  (coefficiente di resistenza) in funzione delle

dimensioni caratteristiche.

Si può notare come per valori di  $x/d$  maggiori di 0.5 si ottengono ottimi risultati per quanto riguarda la resistenza.

Non avendo a disposizione, a causa di scelte stilistiche, una zona posteriore di elevate dimensioni, si è andati a ricercare questo fenomeno soprattutto nella parte superiore della vettura.

### 6.3 Cofano - Parabrezza

Cofano e parabrezza, ed in particolare le loro inclinazioni, sono importanti in quanto modificano l'andamento del profilo della pressione ai bordi della vettura.

Nel punto di intersezione tra cofano e parabrezza, avendo la formazione di un angolo minore di  $180^\circ$ , la velocità del fluido tende ad annullarsi e di conseguenza la pressione ad aumentare ( per il teorema di Bernoulli ).

Questi due componenti si analizzano rispettivamente in funzione degli angoli che formano con la verticale e con l'orizzontale.

Di seguito viene riportato il grafico degli andamenti del  $C_d$  ( coefficiente di resistenza ) al variare di tali angoli.

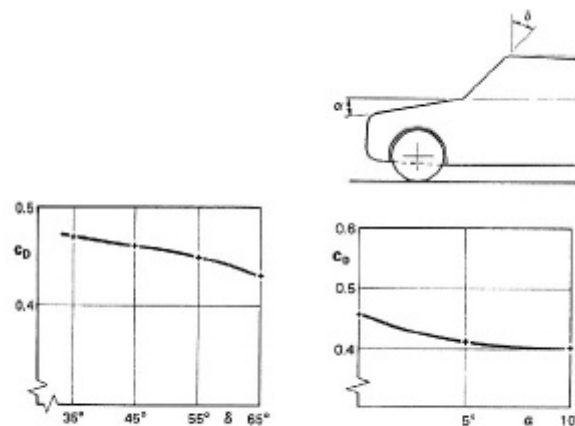


Fig. 4.27 Reduction of drag with hood inclination angle  $\alpha$  and windshield inclination angle  $\delta$ ; after G.W. CARR [4.30].

Nel grafico relativo all'angolo di inclinazione del parabrezza si vede che un passaggio da  $55^\circ$  a  $60^\circ$  porta ad un guadagno in termini di resistenza aerodinamica dell'ordine del 2%; questo perché, via via che si inclina il parabrezza, i vortici che si vengono a formare, principalmente sui montanti, perdono di intensità, quindi il valore da tenere in considerazione per un'analisi qualitativa di questo fenomeno è di  $60^\circ$ .

Nella vettura originale questo angolo si attesta intorno ad un valore ottimale pari a  $63^\circ$ , mantenuto costante sul prototipo da noi realizzato in quanto il montante A è stato semplicemente traslato senza modificare in alcun modo l'inclinazione e la conformazione del parabrezza.

Nel grafico relativo all'angolo di inclinazione del cofano rispetto all'orizzontale si denota che, per valori superiori ai  $10^\circ$ , si raggiunge il valore ottimale dell'andamento del  $C_d$ .

Anche in questo caso si è cercato di mantenere l'andamento di tale superficie prossima a quella già ideale della vettura di partenza, oggetto dello studio.

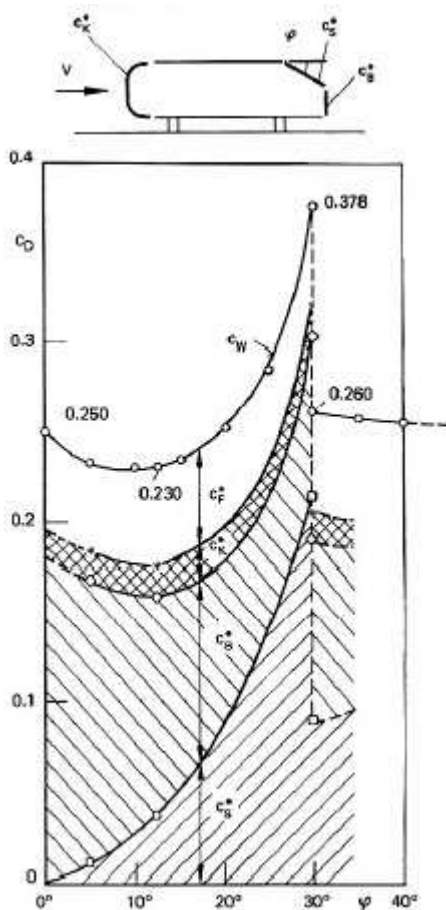


## 6.4 Tetto – Lunotto

Tetto e lunotto vanno analizzati assieme in quanto un miglior raccordo tra questi componenti porta alla deviazione verso il basso delle linee di flusso con il conseguente aumento della resistenza indotta (portanza) della vettura.

Queste linee di flusso sono ancor più importanti in quanto devono essere indirizzate ordinatamente sulla parte posteriore della vettura in cui è presente lo spoiler, che è fondamentale per il comportamento dinamico della vettura.

Bisogna assicurare una configurazione più arcuata del tetto in quanto si deve scongiurare anche in questo caso la separazione del fluido nel raccordo tra tetto e lunotto, senza però esagerare perché ciò comporta un aumento della sezione trasversale della vettura.



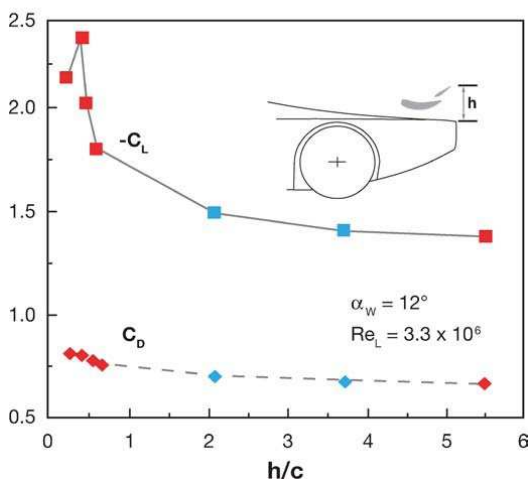
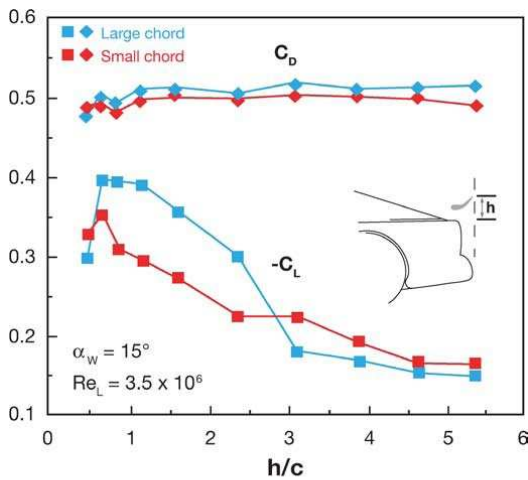
La vettura di partenza aveva già un ottimo andamento del profilo di questi due componenti, e pertanto abbiamo deciso di mantenerli sostanzialmente invariati non andandoli a modificare ma tenendoli come vincoli strutturali del progetto.

Avendo modificato il montante anteriore, si è andati a variare il punto d'inizio di questo profilo, traslandolo sia verso l'alto che verso l'anteriore.

Il grafico a fianco ci è servito per andare a verificare che effettivamente l'inclinazione del lunotto sia idonea per avere un  $C_d$  ottimale.

Il valore medio indicativo, trattandosi di una curvatura e non di una retta come nel grafico, dell'inclinazione del lunotto è pari a  $15^\circ$  che corrispondono ad un  $C_d$  nell'intorno del minimo della funzione rappresentata affianco.

## 6.5 Alettone



A fianco sono riportati gli andamenti di  $C_d$  (coefficiente di resistenza) e  $C_l$  (coefficiente di portanza) al variare del rapporto  $h/c$ , per un determinato numero di Reynolds e angolo di incidenza del profilo.

Il grafico rosso è relativo ad una ridotta lunghezza di corda, mentre quello blu ad una corda maggiore.

Questi grafici permettono di avere un valore di prima approssimazione per quanto riguarda  $C_d$  e  $C_l$ , i quali derivano dalla formula della portanza:

$$L = \frac{1}{2} C_l \rho v^2 S$$

dove:

$L$  = portanza [ N ];

$\rho$  = densità aria [ Kg/m<sup>3</sup> ];

$v$  = velocità del mezzo [ m/s<sup>2</sup> ];

$S$  = superficie frontale [ m<sup>2</sup> ].

In questa relazione ci si limita a dare delle nozioni indicative, in quanto si otterrebbe un risultato troppo approssimativo senza avere a disposizione dei modelli in scala ed una galleria del vento.

Nella Maserati MC12 è presente un imponente alettone che garantisce un'elevata downforce, necessaria a garantire un'ottima stabilità in ogni condizione di marcia.

Questo aspetto però risulta controproducente in una vettura stradale, anche se sportiva, in quanto si cerca di diminuire la resistenza aerodinamica, e di conseguenza consumi ed emissioni; la presenza di un così grande alettone infatti provoca una scia di notevoli dimensioni, causa principale di perdite energetiche.

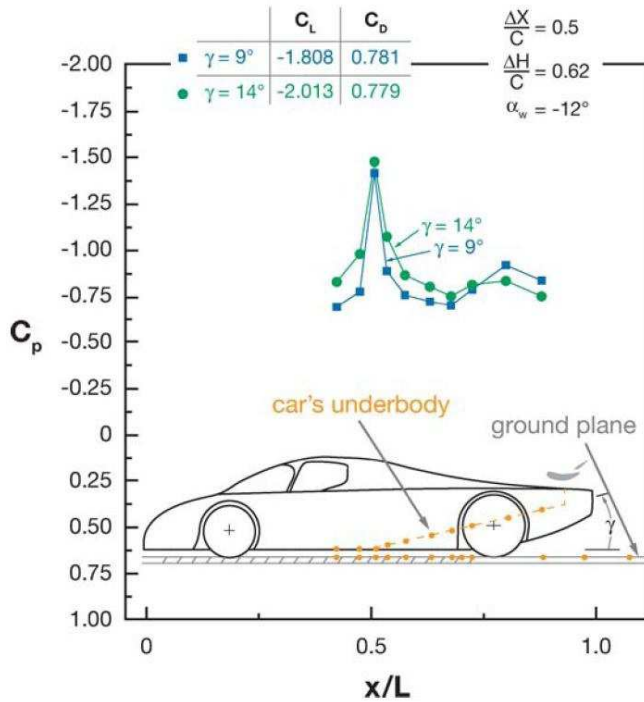
Per questo motivo si è deciso di eliminare l'alettone, avendo così una scia più stretta, quindi una resistenza di forma minore e di conseguenza una diminuzione delle perdite energetiche.

Parte della deportanza persa (impossibile da quantificare) è stata comunque recuperata tramite l'introduzione di un piccolo spoiler posteriore; questo permette anche di dare un ordine maggiore alla scia, in quanto in esso vi sarà la separazione (controllata) del flusso dalla vettura.

Inoltre la presenza di uno spoiler, anche se di ridotte dimensioni, amplifica l'effetto dell'estrattore.

## 6.6 Diffusore

Il diffusore, dalle considerazioni precedenti, ha quindi acquisito un'importanza fondamentale nel comportamento aerodinamico e dinamico della vettura.



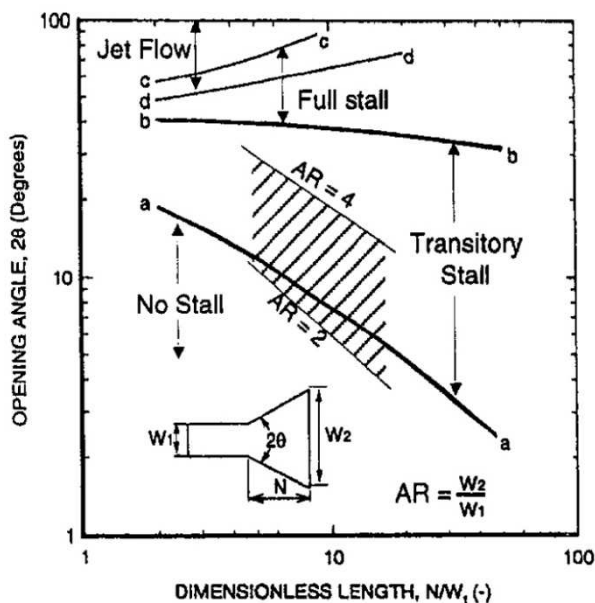
Riportiamo qui affianco il grafico dell'andamento del  $C_p$  in funzione del rapporto  $x/L$ .

Si può notare come la presenza del diffusore non influisca nella zona posteriore della vettura, dove questo è posizionato, ma crea una depressione che si rivela massima nella zona centrale del fondo vettura.

Questa depressione, collegata ad un fondo piatto ( indispensabile affinché questa si verifichi ), genera una downforce che va ad aumentare il carico agente sulle ruote, cosa

fondamentale per avere ottima stabilità in curva.

Non potendo effettuare un dimensionamento del diffusore ci si è limitati alla verifica dell'angolo di apertura  $\gamma$ , che deve essere paragonabile ai valori presenti nel grafico ( $9^\circ - 14^\circ$ ); questo perché un angolo troppo elevato comporta un distacco della vena fluida e di conseguenza elevatissime perdite senza il raggiungimento della downforce desiderata.



Le linee guida del dimensionamento sono tracciate dal grafico riportato che evidenzia le varie aperture degli angoli di diffusione in relazione con le dimensioni caratteristiche.

Si è inoltre provveduto ad inserire dei setti separatori all'interno del diffusore in modo da diminuire l'angolo di diffusione e scongiurare il rischio della separazione.

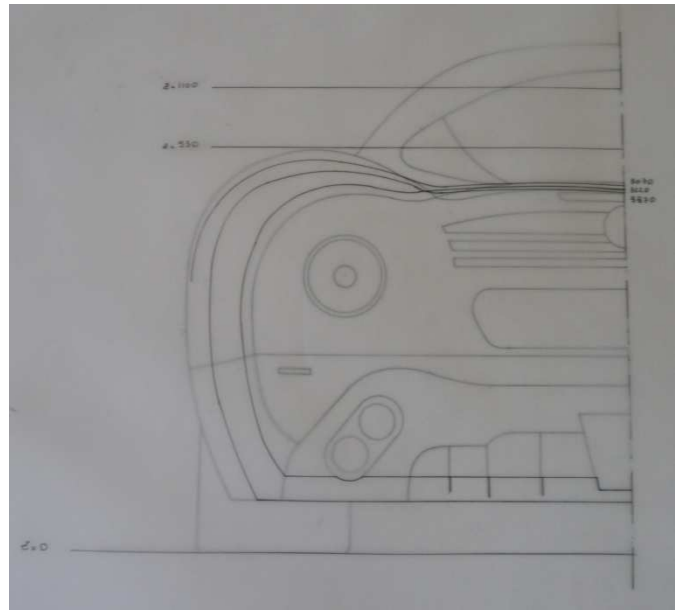
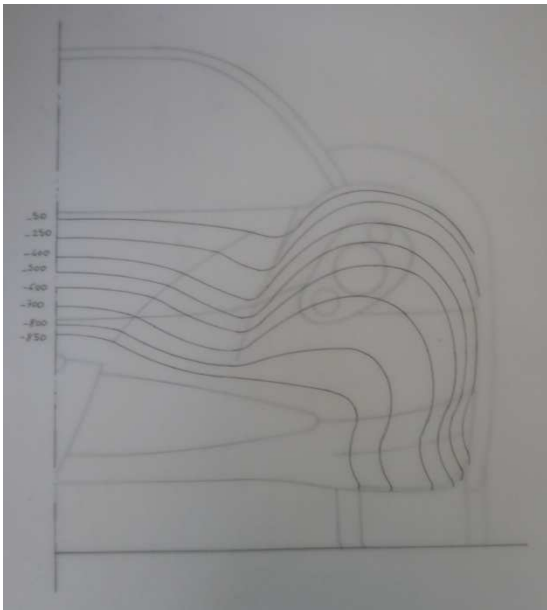
Negli ultimi anni il diffusore, ha assunto anche un valore estetico, che contribuisce ad esaltare la vena sportiva della vettura.

## **7. PIANO DI FORMA DEFINITIVO**

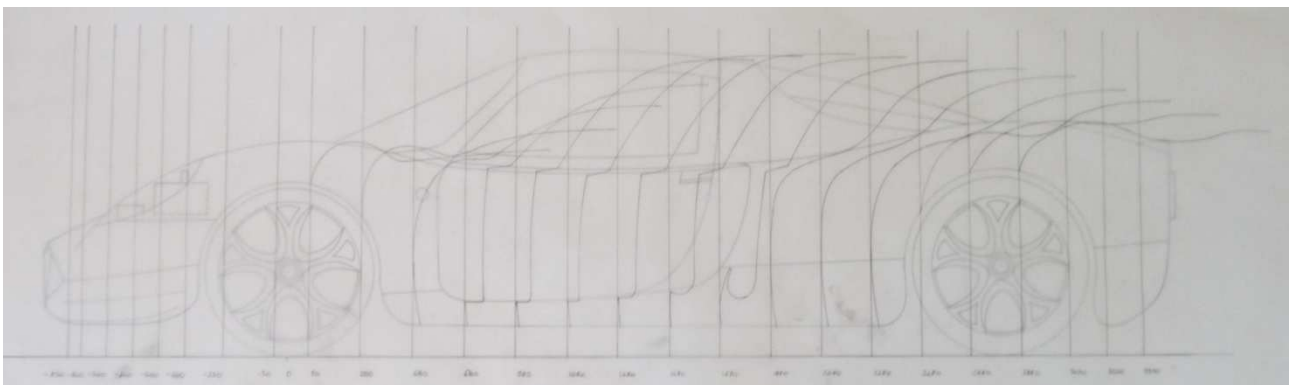
Una volta concepiti a grandi linee tutti i prospetti della nostra vettura, il passo successivo è stato quello di ridisegnare tutte le viste non più come bozzetti, ma come disegni definitivi in scala 1:5, correggendo eventuali misure in modo tale che tutte le forme e le dimensioni coincidessero su tutte le viste.

Sistematizzate tutte le discrepanze, si è potuto procedere con il completamento del piano di forma, ovvero si è passati a creare tutte quelle sezioni necessarie a definire completamente le curvature della carrozzeria nello spazio.

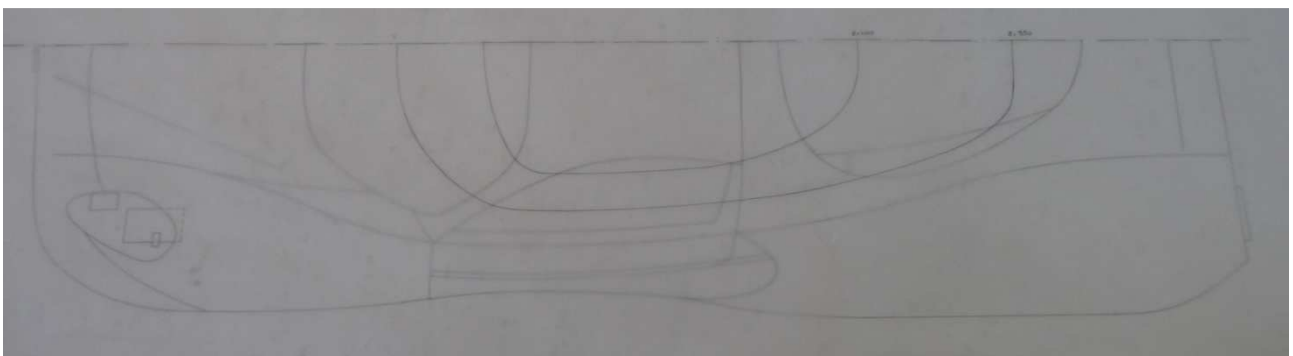
In particolare, sono state eseguite alcune sezioni trasversali in loco sui prospetti anteriore e posteriore, alcune sezioni sempre trasversali ribaltate a 90° sul fianco sinistro e alcune sezioni assiali sulla pianta, le quali servono a definire meglio l'andamento di un cristallo o del padiglione dell'auto.



**Figure 7.1 – 7.2: sezioni trasversali in loco sui prospetti anteriore e posteriore**



**Figura 7.3: sezioni trasversali ribaltate a 90° sul fianco sinistro**



**Figura 7.4: sezioni assiali sulla pianta**

## 8. PNEUMATICI E CERCHI



**Figura 8.1: Cerchi Alfa Romeo 8C**

Nel mercato automobilistico, il design della vettura è sempre più influenzato da elementi che fino a pochi anni fa erano considerati marginali e svolgevano un ruolo prettamente funzionale.

Sicuramente uno tra questi è il cerchio, che si sta ritagliando spazi sempre più importanti, in quanto riesce ad incidere in maniera significativa sullo stile di un'automobile: infatti, è sufficiente cambiare la dimensione e/o il disegno del cerchio per rendere

diversa una vettura all'occhio del potenziale cliente.

Per questi motivi, oltre al disegno dell'auto, si è deciso di non trascurare questo componente, al fine di esaltare ancor più la vettura da un punto di vista estetico: nel nostro studio, ci si è cimentati in una rielaborazione stilistica del cerchio che equipaggia la più sportiva tra le vetture Alfa Romeo, la 8C, e il modello ottenuto è stato poi utilizzato sul nostro prototipo.

Ci si è limitati ad un approccio puramente estetico e di design, in quanto una verifica strutturale di tale componente avrebbe comportato degli studi di mole non irrilevante, che solo l'utilizzo al calcolatore di programmi agli elementi finiti FEM avrebbe potuto fornire.

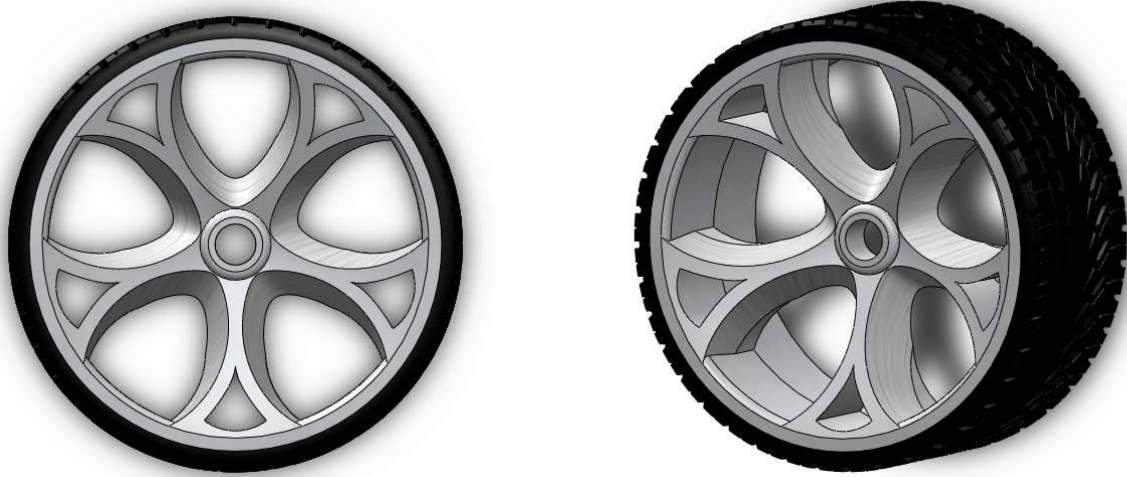
La rielaborazione del cerchio è stata ottenuta tramite il programma di disegno meccanico 2D – 3D SolidWorks.

Come si può notare in figura 6.2, abbiamo scelto di utilizzare un unico dado di diametro maggiorato invece della classica soluzione a cinque dadi; così facendo, abbiamo allo stesso tempo aumentato sia la sportività del componente sia la superficie lavorabile.

Il disegno complessivo è stato mantenuto a cinque fori, in modo da rimanere in linea con il classico stile Alfa Romeo, con una piccola modifica geometrica nella forma degli stessi: si è passati infatti da un profilo puramente circolare ad uno ellittico, con un accentuato richiamo allo storico scudetto Alfa Romeo.

Per quanto riguarda le dimensioni, si è mantenuta la configurazione originale, la quale prevede:

- cerchi in lega 9J x 19 con pneumatici 245/35 all'anteriore
- cerchi in lega 13J x 19 con pneumatici 345/35 al posteriore.



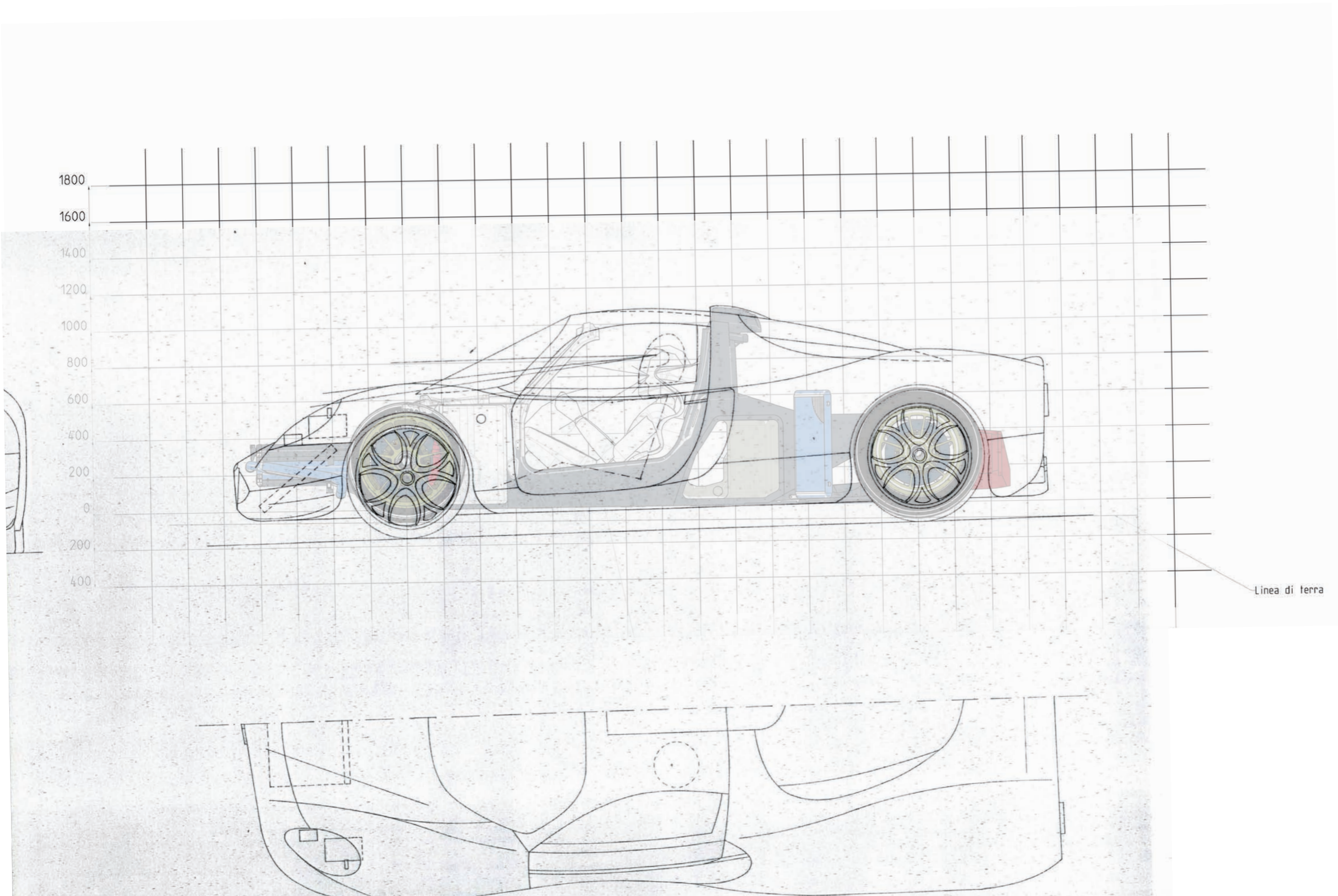
**Figura 8.2: Cerchi adottati sull'Alfa Romeo 12C Nivola**

## 9. RISULTATI FINALI

Si riportano infine per completezza le dimensioni effettive del prototipo da noi concepito, in scala 1:1:

- Passo: 2800mm
- Sbalzo anteriore: 952.5mm
- Sbalzo posteriore: 715mm
- Lunghezza totale: 4467mm
- Larghezza totale: 205mm
- Altezza da terra del fondo vettura: 120mm
- Altezza complessiva della vettura: 1210mm





Linea di terra

