



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Facoltà di Ingegneria “Enzo Ferrari”

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del veicolo

Corso di “Disegno di Carrozzeria e Componenti”

Tema del progetto

“FERRARI 250 LE MANS “BERLINETTA SCAGLIETTI”

Professore

Fabrizio Ferrari

Studenti

Fabio Calacci

Diletta Furgiuele

Valerio Mangeruga



Fig 0.1 e Fig. 0.2 : immagini 3d dell'auto realizzata da noi .

Indice

Capitolo 1: Introduzione

1.1	Generalità	pag 5
1.2	Cenni storici	pag 6
1.3	Ferrari 250 Le Mans Berlinetta Scaglietti	pag 8

Capitolo 2: Regolamentazione

2.1	Generalità	pag 10
2.2	Altezza minima da terra	pag 10
2.3	Angolo di attacco e di uscita	pag 10
2.4	Altezza minima da terra della zona deformabile o paraurto anteriore	pag 10
2.5	Posizionamento della targa	pag 10
2.6	Angoli di visibilità	pag 11
2.7	Specchietti retrovisori	pag 11
2.8	Punto H e posizionamento di Oscar	pag 12
2.9	Finestrini	pag 13
2.10	Dispositivi di illuminazione	pag 13

Capitolo 3: Sviluppo del progetto

3.1	Generalità	pag 19
3.2	Radiatori	pag 20
3.3	Serbatoio combustibile	pag 21
3.4	Aerodinamica esterna	pag 22
3.5	Effetto suolo	pag 23
3.6	Effusore	pag 23
3.7	Gola	pag 24
3.8	Diffusore	pag 24
3.9	Scarico	pag 25
3.10	Aerodinamica interna	pag 25
3.11	Aerazione vano motore	pag 27
3.12	Prese d'aria	pag 28
3.13	Condotti interni	pag 29

3.14 Tergicristallo	pag 29
3.15 Sospensioni	pag 30
3.16 Passaruota	pag 30
3.17 Apertura delle portiere	pag 31
3.18 Lunotto	pag 31
3.19 Cofano posteriore	pag 31
3.20 Specchietti retrovisori esterni	pag 32
3.21 Finestrini	pag 33
3.22 Gruppo ottico	pag 33
3.23 Abitacolo e visibilità	pag 41
3.24 Angoli di attacco e uscita	pag 42
3.25 Targa	pag 42
3.26 Prova pendolo	pag 43
3.27 Altezza da terra	pag 43
3.28 Divisioni della carrozzeria	pag 43

Capitolo 4 : Piano di forma

Generalità	pag 44
Scala di rappresentazione	pag 44
Tracciatura del reticolo di riferimento	pag 44
Disegni di proiezione della carrozzeria	pag 45
Costruzione del piano di forma	pag 46
Tracciatura delle sezione	pag 47
Quote fondamentali	pag 48

Capitolo 5 : Conclusioni

Generalità	pag 49
Varie immagini della nostra vettura	pag 52

Bibliografia

Capitolo 1:

Introduzione

Il progetto sviluppato riguarda lo studio di una carrozzeria in stile Ferrari , in tiratura limitata e omologabile su strada. Tale vettura è dedicata a Sergio Scaglietti ed in particolare ha target e feeling di base ispirati alla Ferrari 250 Le Mans Berlinetta Scaglietti del 1964.

L'obiettivo che ci siamo prefissati è quello di creare una carrozzeria attraente, accattivante e soprattutto omologabile, senza prescindere dalle esigenze tecniche, di natura aerodinamica, termodinamica , ecc. Nella speranza di raggiungere tale traguardo, siamo consapevoli che la realizzazione del progetto ci ha fatto incontrare disparate difficoltà, che ci hanno costretti a ritornare spesso sui nostri passi, costringendoci a fare numerose modifiche, per trovare il compromesso ideale tra standard estetici, funzionali e affidabilistici. Per quanto riguarda lo stile abbiamo cercato di rivisitare la Berlinetta in chiave moderna, senza avere la presunzione di eliminare le caratteristiche che l'hanno resa unica, ma al contrario, esaltandole ed adattandole ai tempi attuali e al layout di base fornitoci dal Prof. Ferrari, che coincide con quello della Ferrari 458. Gli ingombri e le misure del layout hanno costituito il punto di partenza della nostra creazione, che, essendo destinata ad un pubblico molto limitato, si presenta come una vettura estremamente prestazionale, elegante e raffinata, caratterizzata da linee morbide e sinuose, senza però discostarsi troppo da una linea sportiva e seducente. Altro elemento da non tralasciare è il Family Feeling aziendale (a cui noi abbiamo dato primaria importanza), che garantisce l'immediata riconoscibilità del marchio di appartenenza della vettura.

Nell'inseguire il nostro piccolo sogno ci siamo imbattuti spesso in problemi di tipo regolamentare, per tale motivo abbiamo deciso di riassumerli brevemente nel capitolo 2. Abbiamo, inoltre, simpaticamente scelto di chiamare la nostra vettura **FVD 573** .

Cenni storici

Ferrari S.p.A.

Ferrari S.p.A. è una casa automobilistica italiana, fondata da Enzo Ferrari, che produce autovetture sportive d'alta fascia e da gara. Essa gestisce, tra l'altro, una delle più celebri e titolate squadre sportive impegnate nelle competizioni automobilistiche del mondo: la Scuderia Ferrari. La sede dell'azienda è situata a Maranello, in provincia di Modena ed è guidata, dal 1991, da Luca Cordero di Montezemolo, ex Presidente di Confindustria e del Gruppo Fiat.

Il simbolo ufficiale, storicamente rappresentato da un “*cavallino rampante*”, è attribuibile a quello dell'aviatore romagnolo ed asso della prima guerra mondiale, Francesco Baracca (1888-1918), ceduto personalmente dalla madre nel 1923 come portafortuna ad Enzo Ferrari e da allora diventato emblema del marchio Ferrari e dello stesso reparto corse.

Nell'anno fiscale 2011 Ferrari S.p.A. ha venduto 7.195 vetture per un fatturato pari a 2,251 miliardi di euro. La nascita della Ferrari a volte viene fatta coincidere con la fondazione, nel 1929 a Modena, della S.A. Scuderia Ferrari, ma la Scuderia non produceva automobili proprie, era soltanto la responsabile della messa a punto di quelle dell'Alfa Romeo, che allora partecipavano a diverse competizioni.

La casa costruttrice nacque ufficialmente il 13 settembre 1939 a Modena, con la fondazione da parte di Enzo Ferrari della Auto Avio Costruzioni. Le sue prime commissioni furono la costruzione di componenti per velivoli e solo a partire dal 1947 la costruzione di autovetture divenne l'attività principale.

La prima autovettura costruita, in soli due esemplari, fu la “Auto Avio Costruzioni 815” datata 1940, mentre la seconda, sempre in soli due esemplari, fu la “Ferrari 125 S”, annoverata nel 1947 a causa della seconda guerra mondiale e fu guidata da Franco Cortese, primo pilota e collaudatore Ferrari^[2]. Quest'ultima vettura fu la prima a portare il nome Ferrari, non per volontà di Enzo Ferrari, ma per clausole contrattuali che lo legavano all'Alfa Romeo, dove precedentemente era stato direttore del reparto Alfa Corse: clausole che gli impedivano fino al 1942 di utilizzare il proprio nome sulle autovetture da lui allestite.

Nel 1957 la Auto Avio Costruzioni cambiò denominazione in Auto Costruzioni Ferrari per diventare SEFAC (Società Esercizio Fabbriche Automobili e Corse), S.p.A. il 26 maggio 1960 e Ferrari S.p.A. nel 1965. Nel 1969 la Ferrari S.p.A. entrò a far parte del gruppo FIAT^[3]. Nel 1988, alla scomparsa di Enzo Ferrari, il pacchetto azionario divenne per il 90% della FIAT, mentre la parte restante rimase al figlio Piero Lardi Ferrari, restato anche all'interno del *team aziendale* come Vice Presidente.

Nel 2006 il 5% delle azioni fu acquisito da una società finanziaria degli Emirati Arabi Uniti, la Mubadala, società promosse anche la costruzione del Ferrari World ad Abu Dhabi. Ferrari ritornò poi in possesso di questo 5% nel corso del 2010. La vera passione di Enzo Ferrari, nonostante gli ottimi affari derivanti dalla vendita di autovetture, fu da sempre la corsa. La sua Scuderia iniziò come uno sponsor indipendente per piloti di varie macchine, ma divenne presto parte del team corse dell'Alfa Romeo. Dopo la sua uscita dall'Alfa egli cominciò a progettare e produrre vetture per proprio conto; il team Ferrari apparve per la prima volta sulla scena di

gran premi europei dopo la fine della seconda guerra mondiale. La prima monoposto costruita dalla Ferrari, la "125", debutta al Gran Premio d'Italia il 5 settembre 1948 a Torino, pilotata dal francese Raymond Sommer che si qualifica terzo alle spalle di Wimille (Alfa Romeo) e Villoresi (Maserati).

La Scuderia aderì al Campionato del mondo di Formula 1 nel primo anno della sua esistenza, il 1950. Fece il suo debutto al Gran Premio di Monaco. José Froilan González diede al team la sua prima vittoria nel Gran Premio di Gran Bretagna del 1951. Alberto Ascari ottenne per la Ferrari il primo titolo di Campione del mondo l'anno successivo.

La Ferrari è, ad oggi, l'unico team ad aver partecipato a tutte le edizioni del Campionato del Mondo di Formula 1 e, soprattutto, quello con il maggior numero di successi: vanta il record di 15 titoli di Campione del mondo piloti (conseguiti nel 1952, 1953, 1956, 1958, 1961, 1964, 1975, 1977, 1979, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007) ed il record di 16 titoli di Campione del mondo costruttori (1961, 1964, 1975, 1976, 1977, 1979, 1982, 1983, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2008) ed il record di 216 vittorie in un Gran Premio (aggiornato al 27 novembre 2011).

Ferrari 250 Le mans Berlinetta Scaglietti del 1964

La **Ferrari 250 LM**, è una vettura da competizione della Ferrari che partecipò al campionato mondiale sport prototipi durante gli anni sessanta. Spesso viene erroneamente denominata **Ferrari 275 LM** a causa della cilindrata di 3,3 litri. Nel 1963 la Ferrari presentò al Salone dell'automobile di Parigi quella che doveva essere l'erede della 250 GTO, la 250 LM. Derivata dal

prototipo 250 P, la sigla LM stava per Le Mans, ad indicare che la vettura era destinata a partecipare alla gara di durata francese. In totale ne vennero prodotti 33 esemplari, ma la FIA non lo ritenette un numero sufficiente e non concesse l'omologazione nella categoria Gran Turismo, così la 250 LM dovette confrontarsi con i prototipi. Nonostante ciò riuscì a riportare diverse affermazioni importanti.

Ottenne il primo e il secondo posto assoluto alla 12 Ore di Reims del 1964 e alla 24 Ore di Le Mans del 1965, nello stesso anno vinse la 500 km di Spa e nell'anno successivo conquistò la 1000 km di Parigi. Alla 24 Ore di Le Mans del 1966 cinque 250 LM finirono fra le prime 10, ma nessuna salì sul podio. La vettura vinse l'ultima corsa nel 1967.

La 250 LM riscontrò molto successo tra le scuderie private ed anche le due vetture che vinsero la 24 Ore di Le Mans appartenevano entrambe a team privati, precisamente quella giunta per prima alla scuderia americana N.A.R.T. e quella giunta seconda alla scuderia belga Francorchamps. La 250 LM presentata al Salone di Parigi montava un V12 da 2953,2 cc di cilindrata, lo stesso impiegato dalla 250 GTO e dalla Testa Rossa. Ma nei successivi esemplari la cilindrata fu portata a 3285,7 cm³, sicché alcune fonti riportano erroneamente il suo nome come *275 Le Mans*^[2], seguendo il tradizionale codice delle denominazioni delle berlinette Ferrari. L'alimentazione era affidata a 6 carburatori 38DCN della Weber. Il motore era montato longitudinale e in posizione centrale, ed il cambio, a 5 rapporti, era anch'esso longitudinale e montato a sbalzo dietro al motore stesso. La potenza era di 320 cv.

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

Capitolo 2

Regolamentazione

La vettura per poter essere omologabile deve rispettare numerosi vincoli dovuti alla normativa vigente:

- **Altezza da terra:** la normativa impone un'altezza da terra, con una vettura a carico scarico, di 120 mm. La prova atta a garantire il rispetto della normativa consiste nel passaggio di un parallelepipedo, con altezza di 12 cm, sotto la vettura.
- **Angolo di attacco e di uscita:** la normativa obbliga per tali angoli un'ampiezza minima di 7° per evitare l'urto in caso di rampe.
- **Altezza minima da terra della zona deformabile o paraurto anteriore:** la regolamentazione prevede un valore minimo di 445 mm in Europa, sia che la vettura sia scarica sia che in condizioni di piena carica ed un valore minimo di 508 mm in America a vettura scarica. Il rispetto di questa quota viene controllato mediante la **prova pendolo**: il suddetto pendolo, con mazza incorporata, ruotando, non deve assolutamente colpire la carrozzeria sopra la zona deformabile (paraurto). Si deve inoltre considerare una penetrazione del pendolo pari a 200 mm. Al fine di poter commercializzare l'autovettura in tutti i mercati, si è scelto di rispettare la normativa americana in quanto più restrittiva di quella europea.
- **Posizionamento della targa:** la targa posteriore è verticale con un margine di tolleranza di 5° (tuttavia nella misura in cui la forma del veicolo lo richiede, essa può essere anche inclinata rispetto alla verticale di un angolo non superiore a 30° quando la superficie recante i caratteri alfanumerici è

rivolta verso l'alto ed a condizione che il bordo superiore della targa non disti dal suolo più di 1200 mm, mentre può essere inclinata di un angolo non superiore a 15° quando la superficie recante il numero di immatricolazione è rivolta verso il basso ed a condizione che il bordo superiore della targa disti dal suolo più di 120 cm). Inoltre, tale targa ha dimensioni imposte dalla normativa pari a 520 x 110 mm e l'altezza del bordo inferiore dal suolo non deve essere inferiore a 30 cm, mentre l'altezza del bordo superiore non deve essere superiore a 120 cm. Tuttavia, qualora sia praticamente impossibile osservare quest'ultima disposizione, l'altezza può superare 1,20 m, ma deve essere il più possibile vicino a questo limite, compatibilmente con le caratteristiche costruttive del veicolo e non può comunque superare i 2 m. La targa posteriore deve essere visibile in tutto lo spazio compreso tra quattro piani, dei quali: due verticali che passano per i due bordi laterali della targa, formando verso l'esterno un angolo di 30° con il piano longitudinale mediano del veicolo; un piano che passa per il bordo superiore della targa formando con il piano orizzontale un angolo di 15° verso l'alto; un piano orizzontale che passa per il bordo inferiore della targa (tuttavia, se l'altezza del bordo superiore della targa dal suolo è superiore a 1,20 m, quest'ultimo piano deve formare con il piano orizzontale un angolo di 15° verso il basso). La targa anteriore ha dimensioni regolamentari pari a 360 x 110 mm e deve essere inclinata di un angolo inferiore a 6° .

- **Angoli di visibilità:** la normativa prevede di garantire degli angoli orizzontali di visibilità di almeno 15° verso sinistra e di almeno 45° verso destra, mentre l'angolo di visibilità verticale deve essere di almeno 5° lungo tutto il cofano e di 7° in almeno un punto di questo.
- **Specchietti retrovisori o telecamere:** sia gli specchietti convenzionali, che le telecamere, devono soddisfare una serie

di normative e in particolare devono assicurare sulla parte destra una visuale posteriore profonda almeno 10 m e larga almeno 2.5 m, sulla parte sinistra una profondità posteriore di 20 m e laterale di 4 m.

- **Punto H e posizionamento di Oscar:** per quanto concerne lo studio dell'abitacolo, occorre tener presente le misure di Oscar: un manichino 3D che simula un adulto al 50esimo percentile alto 178 cm e con massa pari a 75 kg. Il corretto posizionamento dello stesso all'interno dell'abitacolo garantirà al conducente della vettura un adeguato comfort e la giusta sicurezza, quest'ultima legata soprattutto alla definizione della zona d'urto della testa in caso di incidente e gli angoli di visibilità minima. Vengono, invece, maggiormente tollerati, soprattutto su vetture molto sportive, angoli di visibilità ridotti al posteriore. Il principale punto di riferimento di Oscar è il punto H, costituito dall'intersezione, su un piano verticale longitudinale, dell'asse teorico di rotazione che esiste tra le cosce e il tronco di un corpo umano rappresentato dal manichino descritto. Il punto H deve essere ad un'altezza minima dal pianale di 150 mm. Il punto H si ritiene accettabile se è situato in un rettangolo longitudinale, i cui lati orizzontali e verticali sono rispettivamente di 30 e 20 mm e le cui diagonali si intersecano nel punto R, e se l'angolo effettivo di inclinazione dello schienale non si discosta da quello teorico di più di 3°. La schiena deve sempre rimanere attaccata alla seduta, in particolare bisogna evitare di assumere una posizione troppo vicina o troppo lontana dal volante per evitare che un eccessivo carico verticale si scarichi completamente sul tronco del conducente. Le braccia devono essere leggermente arcuate verso il volante (angolo al gomito circa 90°) e le gambe non devono essere eccessivamente piegate (circa 110°). La situazione migliore consta nell'ottenere una leggera inclinazione dello schienale che si approssima a circa 25°,

affinché il busto e il suo peso si appoggino completamente allo schienale senza limitare la visibilità e la funzionalità dell'abitacolo. Inoltre, è molto importante che il busto possa ruotare in caso di urto, fino a raggiungere l'air bag sul volante senza incontrare ostacoli durante la rotazione (questa prova deve essere effettuata considerando la possibilità di indossare il casco).

- **Finestrini:** non c'è una regolamentazione che impone una inclinazione massima degli ultimi purché possano essere aperti, non interferiscano con una sfera di raggio 150 mm posta attorno alla testa di Oscar e siano distanti almeno 80 mm dalla sua spalla.
- **Dispositivi di illuminazione:**
 - **Proiettore anabbagliante:** il bordo della superficie illuminante più distante dal piano longitudinale mediano del veicolo non deve trovarsi a più di 400 mm dall'estremità fuori tutto del veicolo. I bordi interni delle superfici illuminanti devono essere distanti almeno 600 mm. L'altezza minima dal suolo è pari a 550 mm e la massima è 1200 mm. Gli angoli di illuminazione prescritti sono di 15° verso l'alto e 10° verso il basso, 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno rispetto alla strada. Può essere raggruppato e incorporato mutuamente con il proiettore abbagliante e le altre luci anteriori, ma non può essere combinato con nessuna di queste. Presenza obbligatoria di 2 proiettori .
 - **Proiettore abbagliante:** non ci sono norme che dettano regole riguardo lo schema di montaggio e la posizione in altezza, purché la luce emessa non disturbi in alcun modo il conducente (direttamente e indirettamente tramite specchietti retrovisori) ed i bordi esterni della superficie illuminante non devono essere in nessun caso più vicini all'estremità della larghezza fuori tutto del veicolo rispetto ai bordi esterni della superficie

illuminante dei proiettori anabbagliante. Relativamente alla visibilità geometrica, si è dovuto tenere conto del fatto che essa deve essere consentita all'interno di uno spazio divergente delimitato dalle generatrici che partendo dalla superficie illuminata, formano un angolo di almeno 5° con l'asse di riferimento del proiettore. Può essere raggruppato con il proiettore anabbagliante e con le altre luci anteriori ma non può essere combinato. Può essere incorporato mutuamente con il proiettore anabbagliante, con la luce di posizione anteriore, con la luce di stazionamento e con il proiettore fendinebbia anteriore. Obbligatorio nel numero di 2 o di 4.

- **Proiettore fendinebbia anteriore:** la sua presenza è facoltativa sui veicoli a motore, vietata ai rimorchi nel numero di 2. La distanza dal fuori tutto del veicolo deve essere al massimo di 400 mm e in altezza deve distare almeno 250 mm dal suolo. Nessun punto della superficie illuminante deve trovarsi al di sopra del punto più alto della superficie illuminante del proiettore anabbagliante. La luce emessa non deve disturbare il conducente né direttamente né indirettamente. Gli angoli di visibilità geometrica sono di 5° verso l'alto e verso il basso, di 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno. Può essere raggruppato con altre luci anteriori, non può essere combinato, ma essere incorporato mutuamente con i proiettori abbaglianti quando queste sono 4, con la luce di posizionamento anteriore e con la luce di stazionamento.
- **Luce di posizione anteriore/posteriore:** serve a segnalare contemporaneamente la presenza e la larghezza di un veicolo in strada. E' obbligatoria nel numero rispettivamente di 2. Il punto della superficie illuminante più lontano dal piano longitudinale mediano non deve trovarsi a più di 150 mm dall'estremità della

larghezza fuori tutto. La distanza minima tra i bordi interni della superficie illuminante è di 600 mm. L'altezza consentita dal suolo va da 350 mm fino ad un massimo di 1500 mm o 2100 mm se il veicolo non permette di rispettare il primo vincolo. L'angolo orizzontale è di 45° verso l'interno e 80° verso l'esterno (oppure 80° verso l'interno e 45° verso l'esterno), mentre quello verticale è di 15° sopra e sotto l'orizzontale, ma l'angolo verticale può essere ridotto a 5° se l'altezza dal suolo della luce è inferiore a 750 mm. La luce di posizione anteriore può essere raggruppata e incorporata reciprocamente con tutte le altre luci anteriori, ma non può essere combinata con altre luci. La luce di posizione posteriore può essere raggruppata con qualsiasi altra luce posteriore, può essere combinata con il dispositivo di illuminazione della targa e può essere incorporata mutuamente con la luce di arresto o con il proiettore fendinebbia o con la luce di stazionamento.

- **Indicatori di direzione:** la sua presenza è obbligatoria su tutti i veicoli. I tipi di indicatori di relazione vengono classificati in categorie (1, 2 e 5) a seconda degli schemi di montaggio previsti (A e B). Lo schema A si applica a tutti i veicoli a motore. Esso prevede 2 indicatori di direzione anteriori (categoria 1), 2 posteriori (categoria 2) e 2 laterali (categoria 5). Lo schema B si applica invece ai rimorchi. Il bordo della superficie illuminante più lontano dal piano longitudinale mediano non deve distare più di 400 mm dal fuori tutto del veicolo. Anche qui la distanza tra i bordi interni della superficie illuminante deve essere di almeno 600 mm. Per gli indicatori di direzione anteriori, la superficie illuminante deve trovarsi ad almeno 40 mm dalla superficie illuminante dei proiettori anabbaglianti nonché dei proiettori fendinebbia anteriori, se esistono. L'altezza

dal suolo è di 500 mm per gli indicatori di categoria 5 e di 350 mm per gli indicatori di categoria 1 e 2. Per tutte le categorie il limite massimo è di 1500 mm. La visibilità è di 15° sopra e sotto, ma l'angolo al di sotto dell'orizzontale può essere ridotto a 5° se l'altezza degli indicatori laterali dal suolo è inferiore a 750 mm. Può essere raggruppato con una o più luci, può essere incorporato a vicenda soltanto con la luce di stazionamento e non può essere combinato con altre luci.

- **Segnale di pericolo:** la presenza è obbligatoria e tutte le prescrizioni coincidono con quelle degli indicatori di direzione.
- **Proiettore per la retromarcia:** la presenza è obbligatoria sui veicoli a motore nel numero di 1 o 2 nella parte posteriore del veicolo. La distanza dal suolo va da un minimo di 250 a un massimo di 1200 mm. La visibilità è definita dagli angoli di 15° verso l'alto, 5° verso il basso, 45° a destra e a sinistra, se vi è una sola luce oppure 45° verso l'esterno e 30° verso l'interno se vi sono due luci. Può essere raggruppato con qualsiasi altra luce posteriore e non può essere combinato, né raggruppato mutuamente, con nessuna luce.
- **Luce di arresto:** la presenza è obbligatoria nel numero di 2. La distanza tra due luci di arresto è di 600 mm ma può essere ridotta a 400 quando la larghezza fuori tutto del veicolo è inferiore a 1300 mm. Dal suolo l'altezza minima è 350 mm e quella massima è 1500 mm (o 2100 se la forma della carrozzeria non permette di rispettare i 1500 mm). L'angolo orizzontale è di 45° verso l'esterno e verso l'interno, di 15° sopra e sotto l'orizzontale ma l'angolo verticale può essere limitato a 5° se l'altezza dal suolo della luce è inferiore a 750 mm. Può essere raggruppato con una o più luci posteriori, non può essere

combinato con esse, ma può essere incorporato mutuamente con la luce di posizione posteriore o con la luce di stazionamento.

- **Illuminazione targa posteriore:** tutte le prescrizioni vincolano semplicemente che il dispositivo possa illuminare la sede della targa. Può essere raggruppato o combinato con una o più luci posteriori ma non può essere incorporato mutuamente con altre luci.
- **Proiettore fendinebbia posteriore:** obbligatoria la presenza di un proiettore, facoltativa l'installazione del secondo. Quando è unico, il proiettore fendinebbia posteriore deve essere situato sul lato longitudinale di simmetria del veicolo opposto al senso di circolazione prescritto nel paese di immatricolazione; il centro di riferimento può essere situato anche sul piano longitudinale di simmetria del veicolo. In altezza deve essere posto tra 250 e 1000 mm dal suolo. Può essere raggruppato con qualsiasi altra luce, non può essere combinato con altre luci e può essere incorporata mutuamente con l'indicatore di direzione della categoria 5, inoltre, può essere incorporata mutuamente nella parte anteriore con la luce di posizione quella anabbagliante o abbagliante e con il proiettore fendinebbia, nella parte posteriore con la luce di posizione o di arresto e con il proiettore fendinebbia. La funzione di questa luce può essere compiuta anche dall'accensione simultanea delle luci di posizione anteriori e posteriori disposte sullo stesso lato del veicolo.
- **Luce di ingombro:** obbligatoria solo sui veicoli di larghezza superiore a 2,10 m per cui sarà tralasciata in questa sede.
- **Catadiottro posteriore triangolare:** presenza obbligatoria sui rimorchi e vietata sui veicoli a motore.

- **Catadiottro anteriore non triangolare:** obbligatorio solo sui rimorchi nel numero di 2. Il punto della superficie illuminante più distante dal piano longitudinale mediano del veicolo non deve trovarsi a più di 400 mm dall'estremità della larghezza fuori tutto del veicolo. Lo scarto minimo tra i bordi interni dei catadiottri è 600 mm. Tale distanza può essere ridotta a 400 mm quando la lunghezza fuori tutto del veicolo è inferiore a 1300 mm. L'altezza dal suolo varia da un minimo di 350, a un massimo di 900 mm o 1500 mm se la struttura del veicolo non permette di rispettare i 900 mm. L'angolo orizzontale è di 30° sia verso l'interno che verso l'esterno, mentre quello verticale è di 15° sia sopra che sotto l'orizzontale. La superficie illuminante può avere parti in comune con quella della luce di posizione anteriore con cui può essere raggruppato.
- **Catadiottro laterale non triangolare:** la presenza è facoltativa in numero tale che siano rispettate le regole di posizione in lunghezza. L'altezza varia da un minimo di 350 mm a un massimo di 900 mm o 1500 mm se la struttura del veicolo non permette di rispettare i 900. Almeno un catadiottro deve trovarsi nel terzo medio del veicolo, quello situato più avanti non deve trovarsi a più di 3 m dalla parte anteriore. La distanza tra due catadiottri non deve superare i 3 m e quella tra il catadiottro più arretrato e il retro del veicolo non deve superare un metro. Per i veicoli della categoria M1 è sufficiente che un catadiottro si trovi nel primo terzo e uno nell'ultimo terzo della lunghezza del veicolo. L'angolo orizzontale è di 45° verso l'avanti e verso il retro quello verticale è di 45° sopra e sotto l'orizzontale, ma può essere ridotto a 5° se l'altezza dal suolo del catadiottro è inferiore a 750 mm. L'asse di riferimento del catadiottro deve essere orizzontale, perpendicolare al

piano longitudinale mediano del veicolo e diretto verso l'esterno. Può essere raggruppato con altre luci.

Capitolo 3

Sviluppo del progetto

Lo scopo perseguito nel progetto è quello di realizzare una carrozzeria che rispetti le normative appena elencate in modo da poter essere omologata su strada. Per prima cosa abbiamo stabilito lo stile da imprimere alla nostra vettura, di comune accordo si è deciso di realizzare un restyling morbido e sinuoso, che sia nello stesso tempo elegante e accattivante, cercando di non tralasciare, comunque, gli elementi che hanno contraddistinto la 250 Le Mans Berlinetta Scaglietti. Ovviamente, abbiamo evitato di fare una campionatura, ma, al contrario, si è cercato di imprimere il nostro punto di vista. Il punto di partenza sono stati i bozzetti a matita, rigorosamente orientativi, e pertanto privi di ogni dimensione e di particolari che abbiamo introdotto nel seguito del lavoro. Ci siamo subito resi conto che i nostri bozzetti erano assolutamente irrealizzabili e quindi abbiamo introdotto innumerevoli modifiche, che hanno finito per sconvolgere totalmente la nostra carrozzeria di partenza ed il risultato a cui siamo giunti ci rende altamente soddisfatti. Subito dopo i bozzetti a matita, siamo passati allo studio del progetto sul software Catia, che ci ha consentito di approcciare i problemi con una precisione irraggiungibile con la matita. Avendo utilizzato Catia abbiamo lavorato in scala 1:1 e poi abbiamo utilizzato la scala 1:5 a studio concluso solo per la presentazione finale del progetto. Abbiamo scelto la scala 1:5 per l'illustrazione finale su carta, in quanto costituisce il compromesso ideale poiché pur essendo abbastanza precisa non risulta eccessivamente ingombrante o laboriosa. Il software ci ha

permesso sia di studiare la carrozzeria con elevata precisione, che di riprodurre il nostro modello in modo del tutto realistico e fedele. Prima di passare all'illustrazione specifica della carrozzeria, ci preme specificare che il nostro modello eredita il motore dalla Ferrari 458 (V8 a iniezione diretta di cilindrata totale pari a 4499 cm³, potenza massima pari a 570 CV e coppia massima pari a 540 Nm), utilizzato per il dimensionamento e il posizionamento dei radiatori; come già detto, tutto il layout meccanico corrisponde a quello della Ferrari suddetta e di conseguenza uno dei punti focali del nostro progetto è stato quello di rilevare tutti gli ingombri meccanici sia per il rispetto degli spazi, sia per garantire le condizioni necessarie al funzionamento ottimale degli stessi.

Radiatori

Si è scelto per il sistema raffreddamento motore una configurazione a quattro radiatori, due per il liquido refrigerante con dimensioni 50x40x10 cm ed altri due per l'olio, il cambio e la frizione con dimensioni 10x30x8 cm. Per le dimensioni ci siamo basati su quelli della f458 visto che la nostra auto monta lo stesso propulsore. Abbiamo posizionato i radiatori per il liquido nel sottocofano anteriore con una inclinazione di 20°. Tale configurazione permette di dissipare, a parità di radiatore, più calore rispetto alla configurazione verticale, permettendo un raffreddamento del motore ottimale anche nelle situazioni di regimi più elevati. I radiatori per l'olio sono posizionati nella zona posteriore della vettura, precisamente tra il paraframma e il gruppo sospensioni ad una altezza di circa 90 cm con un'inclinazione di 45°.

Serbatoio combustibile

Abbiamo scelto un serbatoio con capienza di 100 litri che si sviluppa in larghezza, in modo tale da mantenere il baricentro del veicolo basso, inoltre, è sagomato verso il centro, per concedere alla pompa del combustibile di pescare in qualsiasi condizione il carburante. E' stato posizionato nel volume che si trova tra il parafiamma e il sedile del conducente per tre motivi :

- avere una distribuzione dei pesi ottimale tra anteriore e posteriore
- zona protetta da possibili fiammate provocate da un mal funzionamento del motore
- zona protetta da possibili impatti frontali del veicolo

Abbiamo dotato il nostro serbatoio di sistemi per migliorare la sicurezza :

- sfiato dei vapori: sistema che serve per evitare l'aumento della pressione interna del serbatoio (data ad esempio dall'esalazione del liquido contenuto)
- pugna explosafe: usata per ridurre lo sciaquettio nel serbatoio e ridurre la velocità d'inondamento del suolo in caso di completa apertura del serbatoio.

Lo sportellino del bocchettone carburante è stato posizionato sul lato sinistro della vettura ad un'altezza tale da consentire il riempimento massimo del serbatoio per gravità e al tempo stesso evitare che possibili residui di benzina possano essere trasportati dal flusso entrante nelle prese d'aria (quindi, in pratica, il bocchettone è collocato in posizione più bassa rispetto a

quest'ultime), evitando così di posizionarsi sul radiatore dell'olio causando combustioni anomale. Le dimensioni del bocchettone sono standard.

Aerodinamica esterna

Le forze aerodinamiche sulla carrozzeria nascono perché il fluido non avvolge la sagoma in modo omogeneo e simmetrico, determinando turbolenze e attriti sulle superfici. Se così non fosse, il veicolo posteriormente godrebbe di una contospinta equivalente alla spinta anteriore, annullando di fatto questa resistenza all'avanzamento. Quest'ultima, apparentemente di modesta entità a bassa andatura, cresce in modo esponenziale con la velocità, assumendo una notevole importanza per i consumi di carburante e per la massima punta velocistica raggiungibile dall'auto. Per avere nella parte posteriore dell'auto meno turbolenza possibile, ma nello stesso tempo avere un'ottimale deportanza, abbiamo deciso di non adottare alettoni, ma sfruttare il più possibile l'effetto suolo. Disegnando il fondo vettura correttamente, è possibile produrre deportanza in modo più efficiente rispetto all'utilizzo di elementi come alettoni o spoiler all'anteriore e al posteriore. Gli alettoni, infatti, oltre a produrre carico aerodinamico, generano anche un'altra forza complementare, la resistenza aerodinamica all'avanzamento, controproducente per le velocità massime e per i consumi di carburante. Uno studio ottimale dell'aerodinamica porta ad avere maggiore deportanza e minore resistenza all'avanzamento, accorgimento che permette alla vettura di consumar meno in tutte le condizioni operative, avere velocità massima maggiore, affrontare le curve ad una velocità superiore ed infine, sfruttare al meglio la forza di trazione degli pneumatici.

Effetto suolo

La generazione di deportanza per effetto suolo è dovuta alla variazione di velocità e di pressione della vena fluida che scorre nel canale formato tra suolo e fondo vettura. Viene sfruttato l'effetto venturi, pertanto, la sezione longitudinale della nostra vettura avrà una prima parte convergente chiamata effusore, una zona chiamata gola con distanza dal suolo costante ed una parte divergente chiamata diffusore.

Effusore

Questo elemento interessa il fondo anteriore dell'auto ed è disegnato con un angolo di convergenza verticale di circa 6° ed uno laterale di 10° . Il flusso d'aria scorrendo nell'effusore subisce un forte aumento della velocità ed una caduta di pressione. Questo porta ad avere una pressione maggiore sulla parte superiore della vettura e di conseguenza la formazione di una deportanza. Abbiamo posizionato le sezioni di uscita delle prese d'aria anteriori in questa parte, in modo da sfruttare la velocità del flusso d'aria calda, velocità necessariamente maggiore di quella del flusso esterno (come spiegato nel paragrafo "condotti interni") proveniente dai radiatori del liquido refrigerante in modo tale da aumentare l'energia dell'intera corrente d'aria che scorre sotto la vettura; tale maggiore energia permette che il flusso si mantenga laminare alla superficie proprio come avviene durante l'atterraggio degli aerei, per mantenere il flusso aderente al profilo alare durante l'atterraggio. Questo permette di sfruttare al massimo l'effetto suolo quando la nostra vettura raggiunge elevate

velocità ottenendo quindi la massima deportanza e la massima trazione a terra.

Gola

In questo tratto il canale rimane a sezione costante. Montiamo delle alette che servono a diminuire la turbolenza del flusso rendendolo più omogeneo possibile prima dell'entrata nel diffusore.

Diffusore

Questo elemento interessa buona parte del fondo del veicolo ed è disegnato con un'apposita forma, una sorta di scivolo rovesciato che aumenta di volume lungo la sua estensione, da praticamente piatto all'inizio, a estremamente scavato e rialzato nella parte finale. Esso inizia in prossimità del motore come un unico condotto divergente di circa 9° , successivamente si divide in tre canali come spiegato di seguito:

- condotto centrale, vincolato dall'ingombro del cambio, inizia a divergere verticalmente dopo la fine di quest'ultimo, con un angolo di circa 15°
- condotti laterali, non avendo vincoli, possono divergere verticalmente con un angolo (minore rispetto al canale centrale) di circa 12° e lateralmente con un angolo di 15° .

La pendenza di risalita del diffusore è importante, deve avere un cambiamento graduale dell'angolo di inclinazione per impedire che il flusso d'aria si separi bruscamente dalla parte superiore e sui lati causando perdite fluidodinamiche. All'interno montiamo paratie verticali per convogliare l'aria e suddividere in modo omogeneo le zone di espansione.

I valori scelti per gli angoli di convergenza dell'effusore e divergenza del diffusore, sono stati scelti per minimizzare perdite fluidodinamiche e rendere l'intero condotto più efficiente possibile.

Scarico

Per quando riguarda lo scarico abbiamo adottato un sistema a quattro terminali, posizionati due a due nel posteriore ad un'altezza rispettivamente di 240 mm e di 330 mm da terra. La scelta di tale posizione è stata dettata dal fatto di voler in qualche modo utilizzare l'energia cinetica dei gas di scarico per diminuire la formazione dei vortici laterali posteriori, formati in seguito al distacco della vena fluida e quindi diminuire la resistenza globale del veicolo.

Aerodinamica interna

In questa parte della relazione analizzeremo le prese d'aria della vettura che permettono il raffreddamento del sistema propulsivo e frenante dell'auto. Grazie ad un razionale disegno di quest'ultimi è

possibile ottenere non solo una resistenza nulla, ma addirittura una leggera spinta. Esistono varie tipologie, tutte però rispettano la condizione secondo la quale la velocità con cui viene espulsa l'aria all'indietro è maggiore della velocità dell'auto. L'esigenza di far attraversare i radiatori dell'acqua e dell'olio a bassa velocità pone il problema di far rallentare il flusso nel modo più efficiente possibile. Lo schema ideale di un tunnel è simile a quello di uno statoreattore. Per quanto concerne l'anteriore è prevista un'unica presa d'aria divisa in tre condotti in cui l'aria viene convogliata. Il flusso che attraversa il condotto centrale serve per raffreddare i radiatori del liquido refrigerante fuoriuscendo in seguito dalla parte inferiore della vettura in modo tale da contribuire all'effetto suolo. Invece tramite i condotti laterali il flusso permette di mantenere un'ottimale temperatura dei due dischi freni; tale corrente sbocca in seguito dalle uscite situate nella parte posteriore del passaruota, conferendo così energia alla corrente d'aria che lambisce il fianco della vettura, impedendone il distacco e di conseguenza limitando la resistenza aerodinamica complessiva. Mentre, per quanto concerne il posteriore, abbiamo previsto due prese d'aria per il raffreddamento dei due radiatori olio e per la circolazione dell'aria nel vano motore e per l'impianto frenante. Queste sono disposte ad una altezza da terra di circa 1000mm (in modo tale da impedire al flusso d'aria calda uscente dagli effusori dei condotti freni, di entrare e provocare un raffreddamento non ottimale dell'olio motore) in prossimità del montante posteriore. Una piccola parte dell'aria viene spillata dal condotto prima del radiatore e condotta nel vano motore, permettendo una circolazione d'aria sufficiente al propulsore, evitando così valori alti di vapori. Sono state previste sei zone di uscita dell'aria:

- due sono situate nella parte superiore della vettura, precisamente sul cofano, e permettono al flusso d'aria proveniente dal raffreddamento radiatore di fuoriuscire. Tale flusso, avendo una velocità maggiore rispetto all'aria esterna (grazie al disegno interno dei condotti), contribuisce a mantenere la vena fluida attaccata alla superficie in prossimità dello spoiler, garantendo così condizione di buona aderenza e trazione nelle varie situazioni. Per aumentare la temperatura dell'aria nel condotto, incrementando così la velocità di uscita, i condotti lambiscono i tubi di scarico. Questo porta ad avere una aerodinamica generale della vettura ancora migliore.
- due si trovano nella parte finale del diffusore ad una altezza da terra di 200mm. Hanno doppia funzione, la prima è di far fuoriuscire l'aria che entra nel vano motore, e la seconda di funzionare da presa statica, permettendo a vettura ferma accesa di avere un ricircolo d'aria ottimale.
- due si trovano sul fondo della vettura, nel punto in cui il diffusore inizia a divergere e permettono al flusso d'aria proveniente dal raffreddamento dell'impianto frenante di uscire. È stata scelta tale zona perché è soggetta facilmente a distaccamenti di vena fluida dovuti alla variazione geometrica del condotto.

Presa d'aria

Le prese d'aria utilizzate permettono di ottenere la diffusione esterna. L'aria, dato il suo moto basso subsonico, riceve già a

monte del tunnel l'informazione delle resistenze che incontrerà e rallenta spontaneamente di quanto necessario e congruente, prima di arrivare alla bocca di presa. Poiché il flusso d'aria presenta una forte disuniformità è sufficiente prevedere, dopo la bocca, un breve condotto rettilineo capace di raddrizzare le traiettorie, così d'avere all'ingresso del radiatore velocità e pressioni uniformi. Una dote positiva della diffusione esterna è la sua maggior adattabilità alle variazioni di portata. Al variare della portata il flusso a monte, non essendo rigido, (come sono le pareti di un diffusore classico) si adatta automaticamente alle nuove condizioni; tutto ciò che occorre fare per sfruttare al meglio tale proprietà è di adattare dei labbri di presa abbondantemente arrotondati, capaci di accettare con poche dissipazioni le attese variazioni di posizioni dei punti di arresto.

Condotti interni

I condotti interni utilizzati rispettano la condizione fondamentale di conferire al flusso caldo uscente una velocità maggiore rispetto a quella della vettura, in modo tale da annullare la resistenza aerodinamica interna e generare una modesta spinta. Anche nelle condizioni di efficienza, si tratta di una spinta modestissima, dati gli altrettanti modesti salti di pressione e temperatura in gioco, tuttavia, nulla è da trascurare nel campo delle vetture da corsa. Utilizzeremo effusori a strozza variabile mediante opportuni flabelli. In questo modo, alle basse velocità della vettura, (ad esempio in uscita dalle curve lente, quando il motore, in piena accelerazione su marce basse, fornisce la massima potenza, ma

passa poca aria nei radiatori) l'apertura dei flabelli (fino a generare un condotto estrattore divergente) può favorire il passaggio d'aria, cioè il raffreddamento del motore. Alle alte velocità i flabelli ridurranno la sezione dell'effusore, in modo da ridurre la portata d'aria al minimo valore richiesto per il raffreddamento del motore. In questo modo i radiatori, ed ogni elemento del tunnel, vengono percorsi alla minima velocità minimizzando la dissipazione (cioè la resistenza aerodinamica) e massimizzando la velocità di uscita (cioè l'eventuale spinta utile).

Aerazione del vano motore

E' permessa dalle due prese d'aria poste sul passaruota posteriore. Una percentuale d'aria entrante nelle prese viene deviata al vano motore in modo tale da consentire al propulsore di respirare in qualsiasi regimi di funzionamento. Abbiamo ipotizzato di porre delle ventole nella presa d'aria posta nella parte posteriore (cioè quella a 200 mm da terra) vicino al diffusore per alimentare il motore anche nelle condizioni stazionarie del veicolo.

Tergicristalli

I tergicristalli, soprattutto per le autovetture più performanti, possono compromettere l'aerodinamica del veicolo. Questo inconveniente, aggiunto alla manutenzione, ha contribuito alla necessità da parte degli ingegneri di sperimentare metodi alternativi per la pulizia del parabrezza. Uno di questi consiste nel realizzare uno specialissimo vetro nanotech, che grazie a quattro sofisticati trattamenti superficiali, modifica le caratteristiche del

vetro a livello molecolare. Il primo strato, (a contatto con l'area esterna) a base di biossido di titanio, riesce a filtrare il sole, esercitando sul parabrezza un forte effetto idrorepellente. Nel secondo strato di vetro, polveri microscopiche spingono lo sporco ai lati dello stesso, mentre nel terzo strato alcuni sensori puliscono il parabrezza se si supera un livello limite di quantità di acqua o di sporco da smaltire. Infine, il quarto strato è un conduttore di corrente, necessario come alimentazione elettrica per questo parabrezza innovativo, che non ha più bisogno di tergicristalli. Di conseguenza, per mantenere inalterate le prestazioni aerodinamiche, nell'ottica di progettare un'autovettura altamente performante, è stato deciso di applicare questo tipo di vetro parabrezza.

Sospensioni

Essendo una macchina ad alte prestazioni si è deciso di adottare delle sospensioni a flusso elettromagnetico che risultano molto rigide. Queste sospensioni permettono di regolare l'altezza da terra della vettura e in particolare di ridurla ad alte velocità aumentando l'effetto suolo. Essendo le sospensioni molto rigide, quindi ad escursione limitata, si è calcolato un abbassamento ammissibile del passaruota pari a 25 mm rispetto al centro ruota.

Passaruota

Per la verifica del passaruota anteriore si è utilizzato un cerchio di diametro in pollici pari a 23, al fine di poter utilizzare qualsiasi tipo di cerchio per la vettura. All'anteriore si hanno pneumatici 245/35, e con i calcoli effettuati, considerando una sterzata massima di 45°, la larghezza minima consentita del passaruota

risulta pari a 60 cm. La nostra vettura dispone di passaruota dalla larghezza di 70 cm per cui soddisfa pienamente i requisiti tecnici.

Apertura delle portiere

Per la nostra portiera è stata prevista un'apertura classica realizzata tramite maniglia. Lo sportello è abbastanza ampio da consentire un accesso e una fuoriuscita abbastanza comoda dal veicolo (infatti, lo sportello si conclude più avanti rispetto alle ginocchia di Oscar). L'apertura è realizzata tramite cerniere flottanti poste sul telaio. Una soluzione più costosa rispetto alle classiche cerniere ma fondamentale in questo caso per il funzionamento ottimale della portiera.

Lunotto

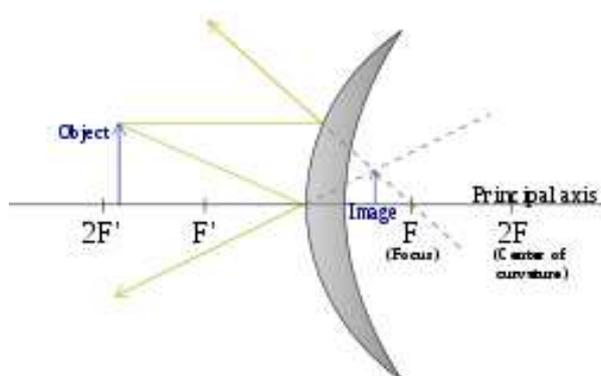
Si è deciso di adottare un lunotto in cristallo temprato, che risulta essere altamente funzionale e al tempo stesso soddisfa i requisiti estetici, permettendo di ammirare il motore del veicolo. Il lunotto posteriore è reso mobile da due cerniere comandate da pistoncini idraulici.

Cofano posteriore

Il cofano posteriore incorpora il lunotto ed è reso mobile tramite delle cerniere comandate da pistoncini idraulici, consentendo così la manutenzione ordinaria del propulsore.

Specchietti esterni

Gli specchietti sono stati disegnati in modo tale da uniformarsi allo stile della vettura, sono mobili (elettricamente e manualmente), e se richiusi rientrano perfettamente senza sporgere oltre il fuori tutto del veicolo. In uno specchio piano l'angolo d'incidenza e l'angolo riflessione sono perfettamente uguali, tuttavia, per gli specchietti retrovisori, sono usati specchi sferici, in particolare convessi, caratterizzati da angoli d'incidenza e di riflessione non coincidenti tra loro. Negli specchi convessi l'immagine virtuale risulta rimpicciolita e di conseguenza forniscono un campo visivo più ampio. A differenza dell'immagine relativa agli specchi piani, però, qui i prolungamenti dei raggi riflessi, si incontrano in uno stesso punto solo se i raggi incidenti costituiscono un fascio sottile, in caso contrario l'immagine virtuale risulterà sfocata.



Purtroppo essendoci una grossa presa d'aria, gli specchietti non consentono la visibilità che avremmo voluto ottenere in tutte le zone. Di conseguenza abbiamo scelto di utilizzare anche una telecamera posizionata nel retro della vettura in modo tale da avere la visibilità completa e rispettare di conseguenza la normativa. Gli specchietti non sono stati eliminati in quanto

conferiscono una bella linea alla macchina e sono utili per visionare zone in cui la presa d'aria non da disturbo .

Finestrino

Il finestrino è formato da una parte mobile (situata sullo sportello) e una parte fissa più piccola (situata sulla carrozzeria, oltre lo sportello). L'inclinazione è tale da non ostacolare movimenti di Oscar, rispetta, infatti, la normativa, essendo a più di 80 mm dalla spalla di Oscar e non entrando nell'ipotetica sfera regolamentare che avvolge il capo del manichino (di raggio 150 mm). Il finestrino rientra nella portiera come da normativa.

Gruppo ottico

Per la fanaleria anteriore e posteriore abbiamo scelto una soluzione che ricordi la 250 Le Mans Berlinetta e che allo stesso tempo legghi bene con lo stile della nostra vettura elegante e un po' retrò Per l'anteriore abbiamo quindi usato i led per le luci di posizione , che in pieno accordo con le normative vanno da un'altezza da terra di 575 mm a una di 674 mm , si trovano ad una distanza dal fuori tutto compresa tra 78 mm e 250 mm e distano tra loro da 1400 mm a 1720 mm . Gli indicatori di direzione , anch'essi a led , si trovano ad un'altezza da terra di 709.95 mm , ad una distanza dal fuori tutto di 75.24 mm e distano tra loro 1730.30 mm . Gli anabbaglianti invece come da normativa sono luci allo xeno , posizionati a 674.25 mm da terra e 205,24 mm dal fuori tutto , inoltre distano tra loro 1500.30 mm . Gli abbaglianti di forma circolare e anch'essi allo xeno sono a 579.75 mm da terra e a 262.25 mm dal fuori tutto distando tra loro 1386.28 mm .

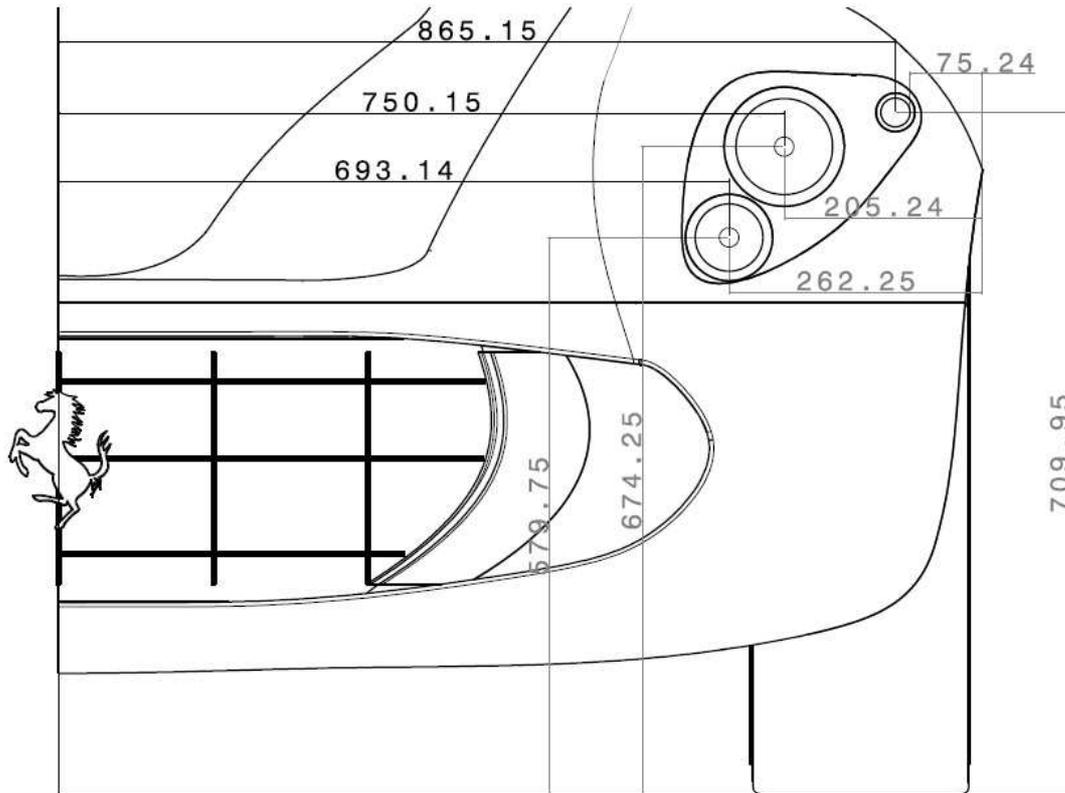


Fig 3.1 : gruppo ottico anteriore

Gli angoli di illuminazione sono tutti ampiamente rispettati ; nelle seguenti immagini (Fig. 3.2 e Fig. 3.3) sono riportati gli angoli geometrici regolamentari verso l'alto e verso il basso rispettivamente dell' anabbagliante e dell'abbagliante . Essendo riportati gli angoli minimi di visibilità regolamentari , un occhio attento nota che sono tutti ampiamente soddisfatti , di conseguenza l'illuminazione è anche superiore a quella minima. Inoltre nelle due immagini seguenti si notano (e sono indicati) anche gli indicatori di direzione laterali.

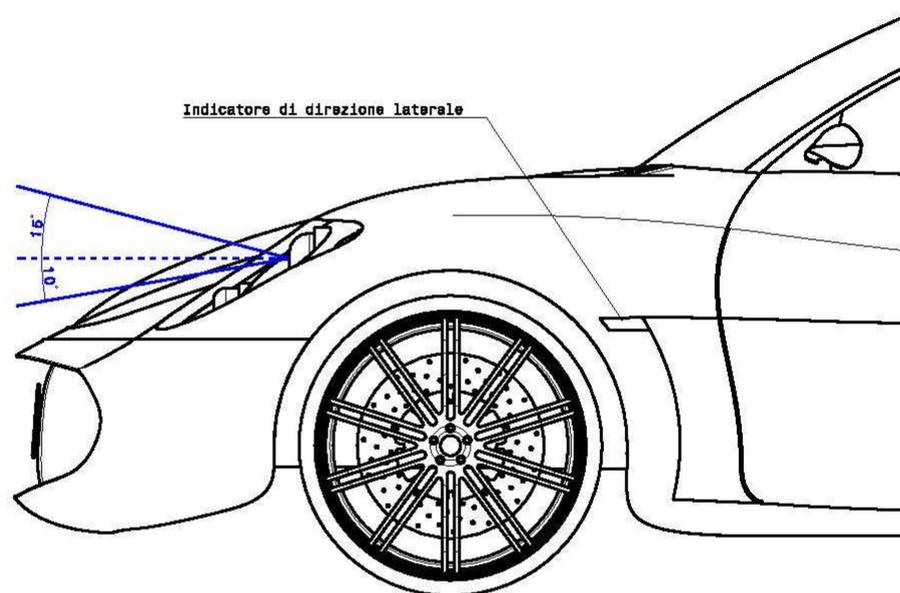


Fig .3.2 angoli di illuminazione regolamentari per l' anabbagliante verso l'alto e verso il basso.

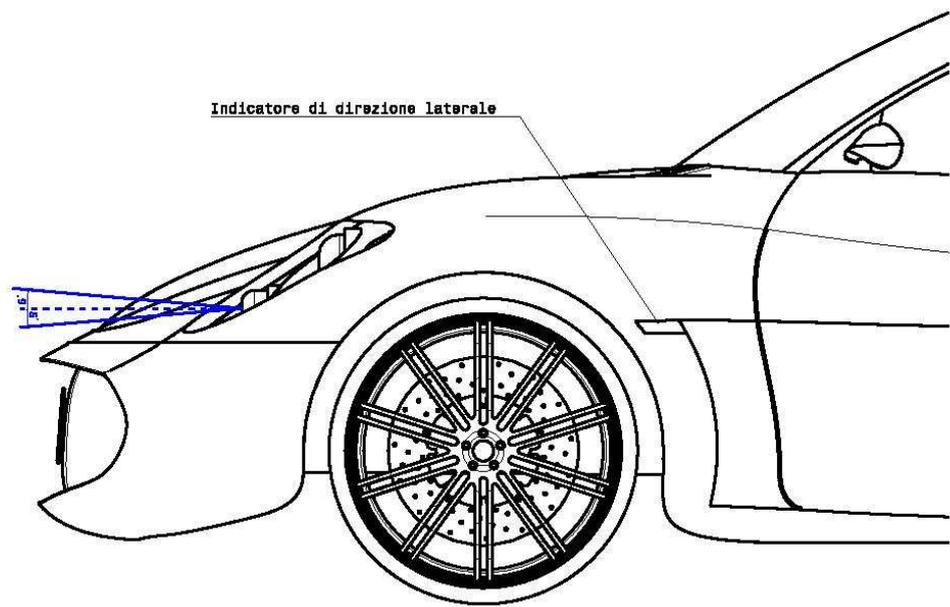


Fig. 3.3 angolo di illuminazione regolamentari verso l'alto e verso il basso per gli abbaglianti .

Di seguito compaiono inoltre gli angoli di illuminazione regolamentari rispettivamente di anabbagliante e abbagliante verso l'esterno e verso l'interno della carreggiata . Nella vista dall'alto un occhio attento può notare come anche questi siano ampiamente rispettati .

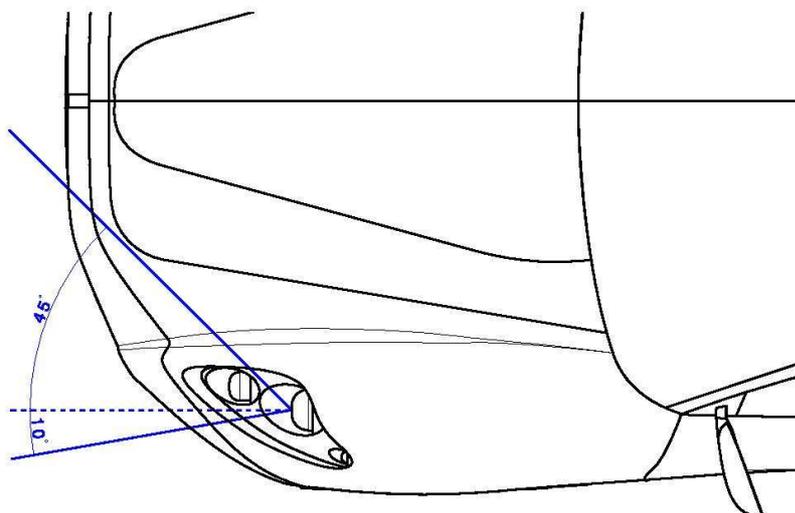


Fig 3.4 angoli di illuminazione regolamentari per l' anabbagliante verso l'interno e l'esterno della carreggiata

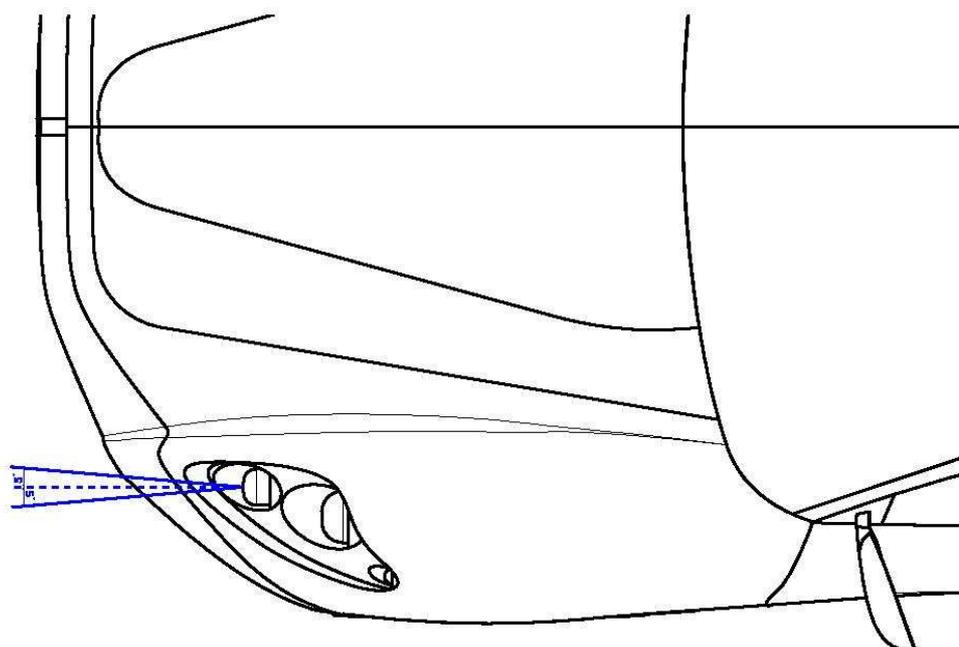


Fig. 3.5 angoli di illuminazione regolamentari verso l'esterno e l'interno della carreggiata per l'abbagliante .

Il gruppo ottico posteriore rigorosamente di forma circolare nel rispetto del family feeling, è composto da 3 cerchi concentrici . Gli indicatori di direzione costituiscono il cerchio più esterno , il cerchio di raggio medio incorpora mutuamente luce di posizione e di arresto (nel rispetto della normativa), infine nel cerchio più piccolo sono raggruppate la retromarcia e i fendinebbia (la normativa prevede che queste due luci possano essere raggruppate tra loro) . Tutti i proiettori sono a led e i centri dei fari, che distano tra loro 1237.12 mm, sono posizionati a 693.92 mm da terra. Il punto più esterno dell'indicatore di direzione è a 250.49 mm dal fuori tutto . Inoltre ci sono un indicatore di arresto centrale a led e alcune luci di illuminazione della targa disposte nella parte superiore dell'alloggiamento targa per far si che la targa risulti completamente illuminata .

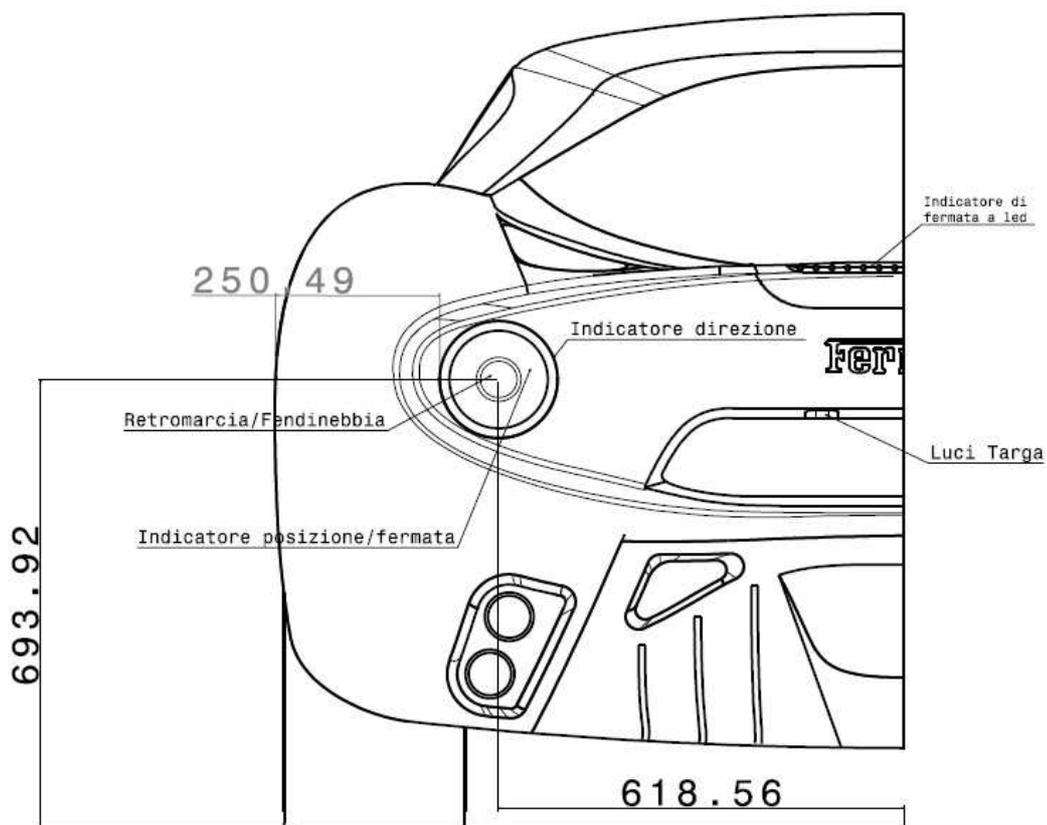


Fig 3.6 : gruppo ottico posteriore

La vettura dispone anche di due indicatori di direzione laterali . Anche per il posteriore gli angoli di illuminazione regolamentari sono ampiamente soddisfatti . Non c'è bisogno di mostrare le immagini con i relativi angoli perché i fari posteriori sono sporgenti e quindi illuminano perfettamente la zona necessaria .

Di seguito un'immagine rendering della vettura da cui sono ben visibili gli indicatori a led non visibili nella vista sopra



Fig 3.7 : rendering vettura

Abitacolo e visibilità

Dopo vari tentativi siamo giunti a posizionare Oscar nel rispetto di tutte le normative . Oscar è il manichino regolamentare corrispondente al 50esimo percentile , il suo punto caratteristico H ha coordinate (rispetto all'origine degli assi posizionata sull'asse anteriore in corrispondenza del piano longitudinale mediano nel punto di contatto con il suolo) :

$$X = 1160 \text{ mm}$$

$$Y = 373 \text{ mm}$$

$$Z = 354 \text{ mm}$$

Con X coordinata lungo l'asse longitudinale , Z lungo l'asse verticale , ed Y diretto verso il lato sinistro della vettura . Va notato che la coordinata Z rispetta la misura minima di 270 mm data dalla somma dell'altezza minima da terra pari a 120 mm e dalla distanza minima tra sottoscocca e punto H pari a 150 mm .

La disposizione del conducente , dopo vari tentativi , è stata scelta per garantire una visibilità accettabile in tutte le direzioni , e per verificarla è stato considerato un manichino monocolo . Nel layout sono stati tracciati gli angoli di visibilità minimi di 45° a destra e 15° a sinistra e si nota che non intersecano in alcun punto la carrozzeria , di conseguenza , gli angoli minimi sono ampiamente garantiti in quanto Oscar ha una visibilità di gran lunga superiore a quella minima regolamentare . La normativa prevede di rispettare un angolo minimo di 5° verso il basso in ogni punto e di 7° in almeno un punto del cofano . Noi abbiamo scelto di garantire i 7° lungo tutto il cofano .

La posizione di guida di Oscar prevede le gambe inclinate a 110° le braccia a 90° . Inoltre si è previsto di poter spostare il sedile longitudinalmente verticalmente per potersi adattare ad ogni tipo

di statura . La schiena rimane sempre attaccata alla seduta, in particolare si è evitato di far assumere ad Oscar una posizione troppo vicina o troppo lontana dal volante per evitare che un eccessivo carico verticale si scarichi completamente sul tronco del conducente. La situazione migliore , da noi adottata , consta nell'ottenere una leggera inclinazione dello schienale che si approssima a circa 22° , affinché il busto e il suo peso si appoggino completamente allo schienale senza limitare la visibilità e la funzionalità dell'abitacolo. Inoltre, è molto importante che il busto possa ruotare in caso di urto, fino a raggiungere l'air bag sul volante senza incontrare ostacoli durante la rotazione , noi abbiamo scelto di condurre questa prova disponendo un casco di diametro pari a 150 mm attorno alla testa di Oscar per mantenerci ulteriormente in sicurezza .

Angoli di attacco e di uscita

Gli angoli di attacco e di uscita sono pari a 7° come da regolamentazione .

Targa

Le dimensioni della targa posteriore è pari a 520x110 ed è inclinata di 5° . E' situata ad un'altezza da terra pari a 520 mm . Tutto come sempre nel rispetto della normativa .

Prova pendolo

L'altezza da terra del paraurto anteriore è pari a 508mm e tutte le parti mobili sono situate al di sopra di questa altezza . Per la prova pendolo si è optato per una penetrazione superiore a quella regolamentari di 200 mm .

Altezza da terra

L'altezza da terra della nostra autovettura è pari a 120,78 quindi rispetta i vincoli . E' possibile verificarla dal pianale visibile nel layout .

Divisioni della carrozzeria :

La carrozzeria è divisa in una serie di pannelli e in particolare :

- paraurti anteriore
- passaruota e alloggiamenti fari
- sportello
- cappotta e fiancata posteriore
- cofano anteriore
- cofano posteriore

La carrozzeria è costruita in alluminio e vetroresina . L'apertura degli sportelli e dei cofani è permessa da una serie di cerniere opportunamente posizionate non visibili nelle viste .

Capitolo 4

Piano di forma

Segue la definizione del piano di forma , che consiste nel rappresentare fedelmente con tutte le misure su due dimensioni quello che sarà tradotto esattamente nelle tre dimensioni , cioè l'elemento reale in un piano bidimensionale .

Scala di rappresentazione

Esistono diverse opzioni da adottare per la scelta corretta del piano di forma . Nel nostro caso si è scelto di riprodurre il veicolo su scala 1:5 , che in genere è la rappresentazione più usata perché unisce il vantaggio di non essere troppo voluminosa e impegnativa, pur essendo sufficientemente precisa .

Tracciatura del reticolo di riferimento

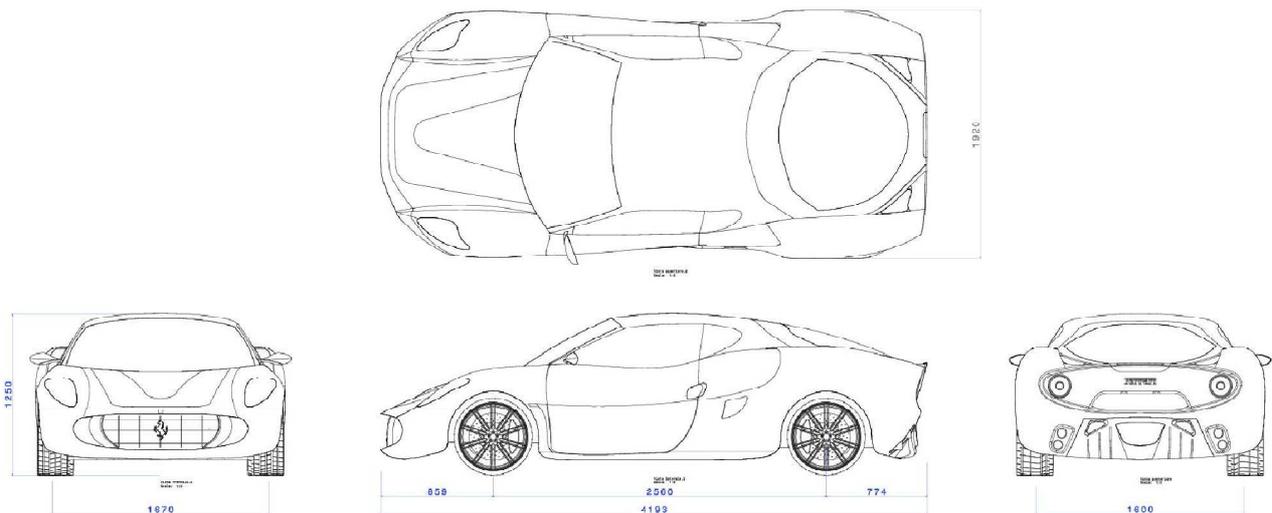
Viene tracciato sul foglio una serie di linee longitudinali a trasversali equidistanti e quotate . Serve a suddividere il foglio per ottenere punti utili di riferimento . Avendo noi scelto di adottare il software Catia, non abbiamo dovuto preoccuparci di tracciare il reticolo di riferimento in quanto si raggiunge una grande precisione . Abbiamo però riportato il layout meccanico su Catia da utilizzare come punto di riferimento importantissimo nel disegno della vettura .

Disegni di proiezione della carrozzeria

Si tratta essenzialmente di quattro viste principali . Le viste rappresentate sono :

- fianco sinistro (lato guida)
- pianta (vista dall'alto)
- prospetto anteriore
- prospetto posteriore

Il fianco è stata la prima vista realizzata , perché è la più intuitiva e quella da cui è possibile ricavare più informazioni . Viene disegnato il lato della vettura sul piano XZ. Partendo dalla misura principale del fianco, ovvero la lunghezza complessiva del corpo vettura, si realizza il prospetto in pianta, cioè quello in cui la vettura è vista dall'alto ed è quindi rappresentata sul piano XY . La pianta può essere rappresentata completamente ma essendo simmetrica si può disegnare solo una metà (in genere la sinistra) . I prospetti anteriore e posteriore vengono infine ricavati mediante strette corrispondenze delle quote fondamentali ricavate dal fianco e dalla pianta della vettura (sono una conseguenza delle due precedenti) . Per comodità, si usa posizionare il prospetto anteriore a sinistra del fianco, in corrispondenza della stessa parte anteriore dell'auto, mentre il prospetto anteriore posteriore andrà posizionato a destra della proiezione del fianco della vettura; tutto ciò unicamente per motivi di controllo e praticità . E' importante tenere presente, una volta che si è giunti a questo punto della realizzazione delle quattro viste, che qualunque modifica si apporta su una proiezione si traduce nella modifica della quota corrispondente sulle altre viste (Catia ovviamente lo traduce automaticamente) .



Costruzione del piano di forma

Per rappresentare un oggetto sono necessarie sia le proiezioni ortogonali che le sezioni . La particolarità del piano di forma consiste nella possibilità di realizzare una perfetta e fedele rappresentazione su due dimensioni di un oggetto tridimensionale, completo di sezioni riportate sulle viste sopra descritte . Nel nostro caso è come se si effettuassero dei veri e propri “tagli” sulla

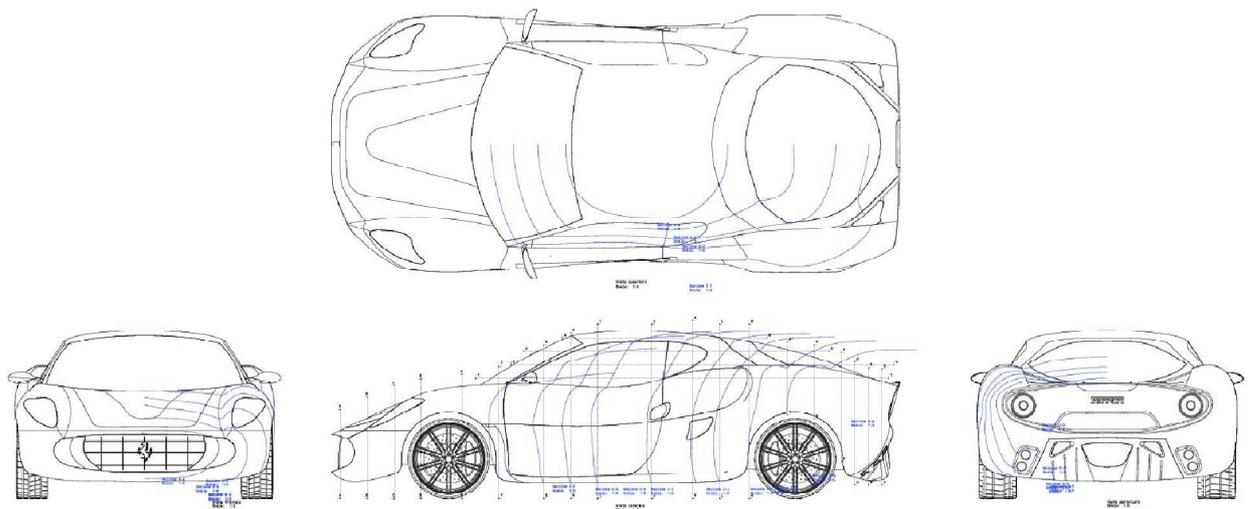
vettura e questo ci aiuta a definire ancora meglio lo sviluppo in tre dimensioni dell'oggetto bidimensionale rappresentato . In base alla particolarità di alcune zone della carrozzeria sulle quattro viste si dovrà prendere un numero adeguato di linee di sezione . Si possono avere tre diversi tipi di sezione con diversi tipi di rappresentazione a seconda della vista in ci verranno riportate .

- sezioni trasversali : sono in genere quelle più importanti perché sono quelle che offrono maggiori informazioni tridimensionali . Vengono effettuate lungo l'ascissa X del sistema di riferimento . Il contorno della parte selezionata ci consente di definire pienamente lo sviluppo della forma della carrozzeria nello spazio , mettendo bene in evidenza tutte le variazioni del profilo, in corrispondenza della quota fissata . Tali sezioni sono tracciate sul loco sui due prospetti, quello anteriore e quello posteriore, oppure ribaltate di 90° sul fianco della vettura .
- sezioni assiali : sono meno importanti rispetto a quelle trasversali ma sono comunque utili per sottolineare l'andamento del padiglione e dei cristalli della vettura . Sono sezioni tutte ortogonali all'asse Z e vengono rappresentate in pianta .
- sezioni longitudinali : sono di minore importanza e vengono riportate in pianta .

Tracciatura delle sezioni

Lo sviluppo delle sezioni è stato realizzato partendo dalla zona anteriore della macchina per poi procedere, in sequenza , con quella centrale (padiglione) e quella posteriore . Le sezioni sono state effettuate ad un minimo di 200 mm di distanza le une dalle

altre con intensificazione nelle zone più complesse . Anche le sezioni sono state tracciate sul software Catia e poi riportate in scala 1:5 . Nell'apposita immagine si nota che sono state colorate in blu per una lettura più agevole e per non creare confusione con la vista rappresentata in nero .



Quote fondamentali

Ecco un elenco delle quote fondamentali che si sono rilevate a seguito del completamento della costruzione del piano di forma .

Tutte le misure sono rilevate con veicolo a carico statico, con tutta la componentistica montata, privi di liquidi e in stato di quiete .

Lunghezza complessiva della vettura : 4193 mm

Altezza complessiva : 1250 mm

Passo della vettura : 2560 mm

Sbalzo anteriore : 859 mm

Sbalzo posteriore : 774 mm

Larghezza complessiva della vettura : 1920 mm

Carreggiata anteriore : 1670 mm

Carreggiata posteriore : 1600 mm

Capitolo 5

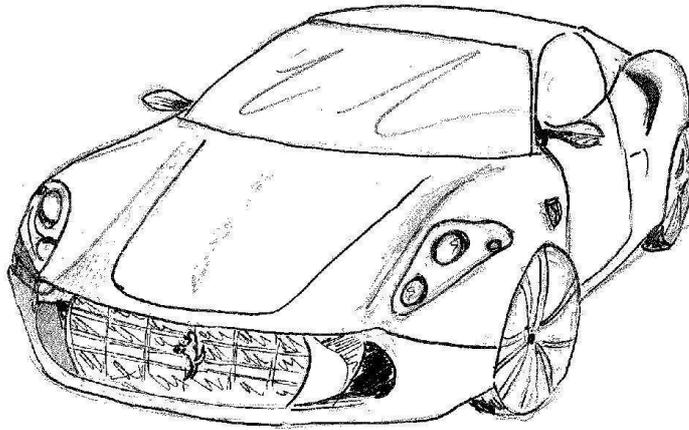
Conclusioni e stile della macchina :

Per quanto riguarda lo stile della vettura abbiamo deciso di realizzare una macchina accattivante e moderna sempre tenendo fede al family feeling aziendale e alla macchina di partenza . Di conseguenza abbiamo mantenuto la grande presa d'aria centrale sull'anteriore, le prese d'aria laterali dietro il passaruota anteriore, un cofano abbastanza pulito e i fari circolari solo leggermente allungati . Abbiamo modificato la fiancata laterale aggiungendo delle linee di stile e delle prese d'aria . Infine per quanto riguarda il posteriore abbiamo mantenuto lo stile circolare dei fari adottando però delle luci a led , abbiamo poi rivisitato in chiave

moderna le linee originali della vettura mantenendone però la forma e lo stile che ha contraddistinto il retro della 250 Le Mans . Nella vettura si notano 5 cavallini rampanti di cui 4 stemmi (uno sul cofano anteriore , due sul laterale , uno nel centro del volante) e uno argentato sulla presa d'aria anteriore. Sul posteriore abbiamo applicato la scritta “ FERRARI” in corsivo argentato. Ci riteniamo molto soddisfatti del lavoro che siamo riusciti a completare grazie ad un'attenta organizzazione di squadra e all'aiuto che il professore ci ha fornito consapevole della nostra passione e del nostro entusiasmo .

La prima conclusione alla quale si è giunti è l'importanza del lavoro di gruppo . Mai come in questa occasione le richieste si sono rivelate così vaste da dover prevedere una vera e propria vera e propria organizzazione e suddivisione dei compiti in base alle capacità personale di ogni membro . Ogni problema è stato affrontato e sottoposto al gruppo cercando di prendere sempre in considerazione le varie soluzioni proposte per giungere al miglior compromesso possibile . In secondo luogo le difficoltà incontrate hanno evidenziato quanto sia complesso il processo di creazione e industrializzazione di una nuova vettura ma soprattutto come tutte le fasi debbano concatenarsi perfettamente al fine di ottenere un risultato vincente . L'esperienza complessivamente è stata positiva, perché sono stati trattati molteplici aspetti che riguardano il veicolo, non solo quelli specifici della carrozzeria . Pertanto sarebbe interessante approfondire tutti gli aspetti che non è stato possibile analizzare a fondo per dare la priorità agli obiettivi fondamentali del corso .





Varie immagini della nostra vettura

Nelle seguenti immagini è mostrato il layout . Si possono ben notare gli ingombri meccanici , il pianale , il posizionamento di Oscar , ecc Tutto risulta correttamente rispettato .

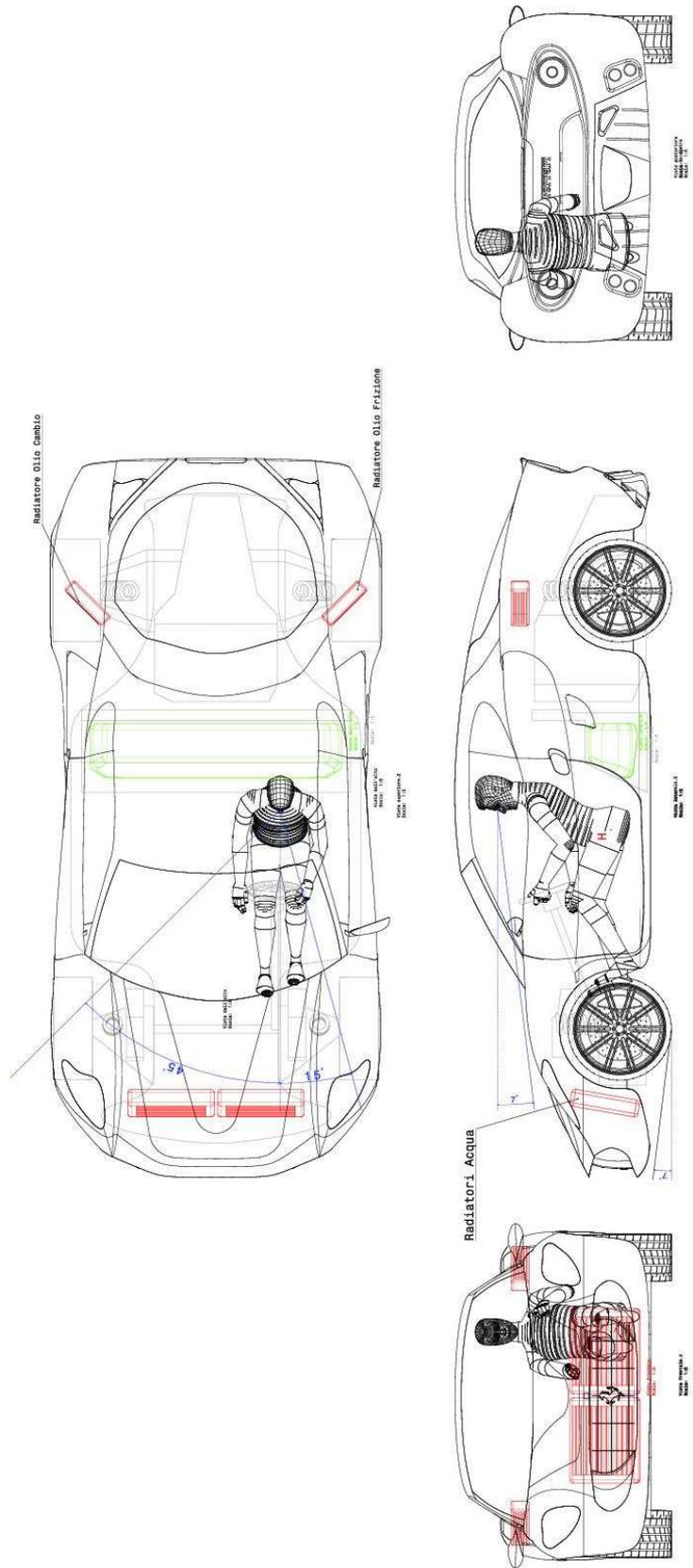


Fig 6.1 : viste con layout

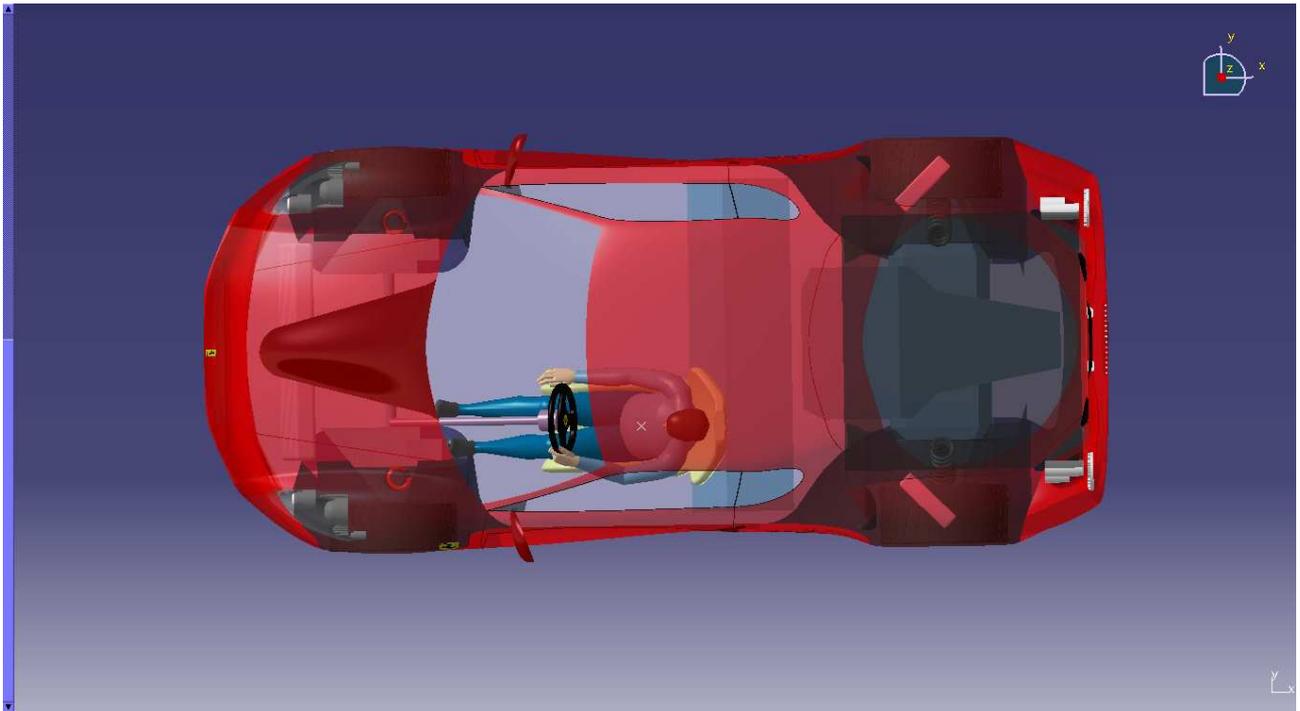


Fig 6.2 layout dall'alto



Fig 6.3 layout vista laterale



Fig 6.4 Layout frontale

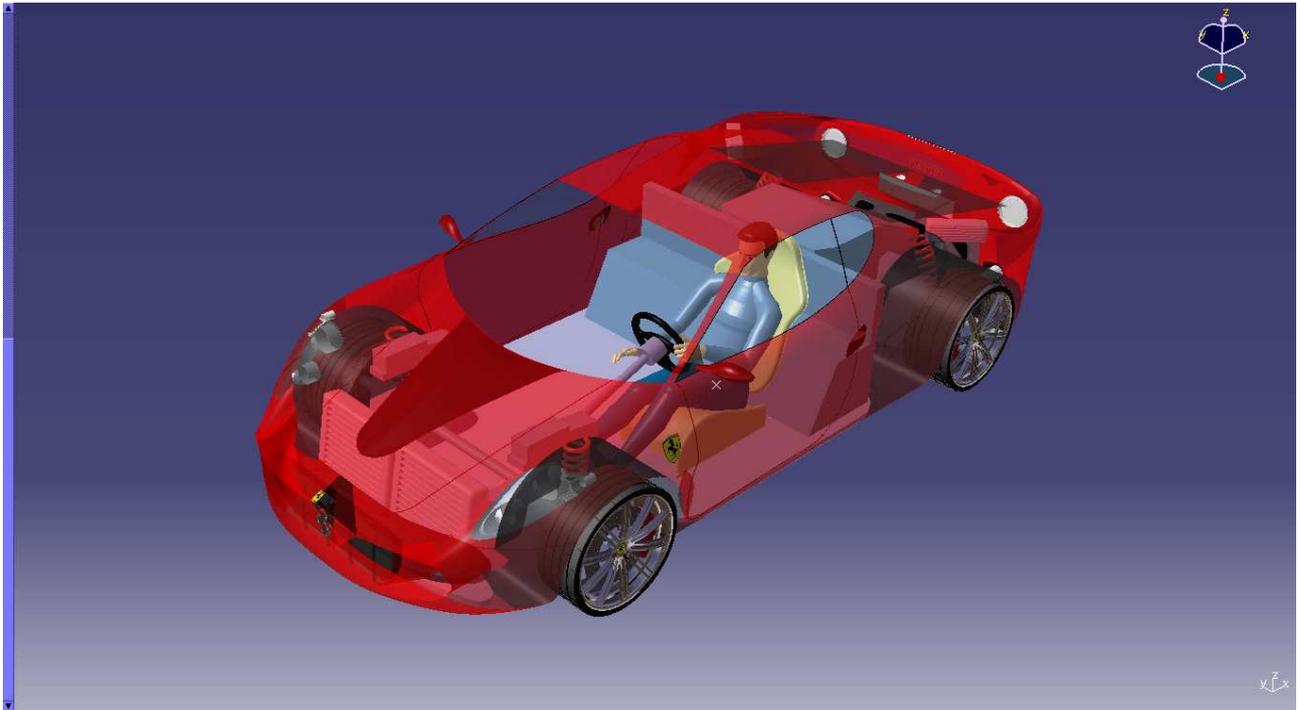
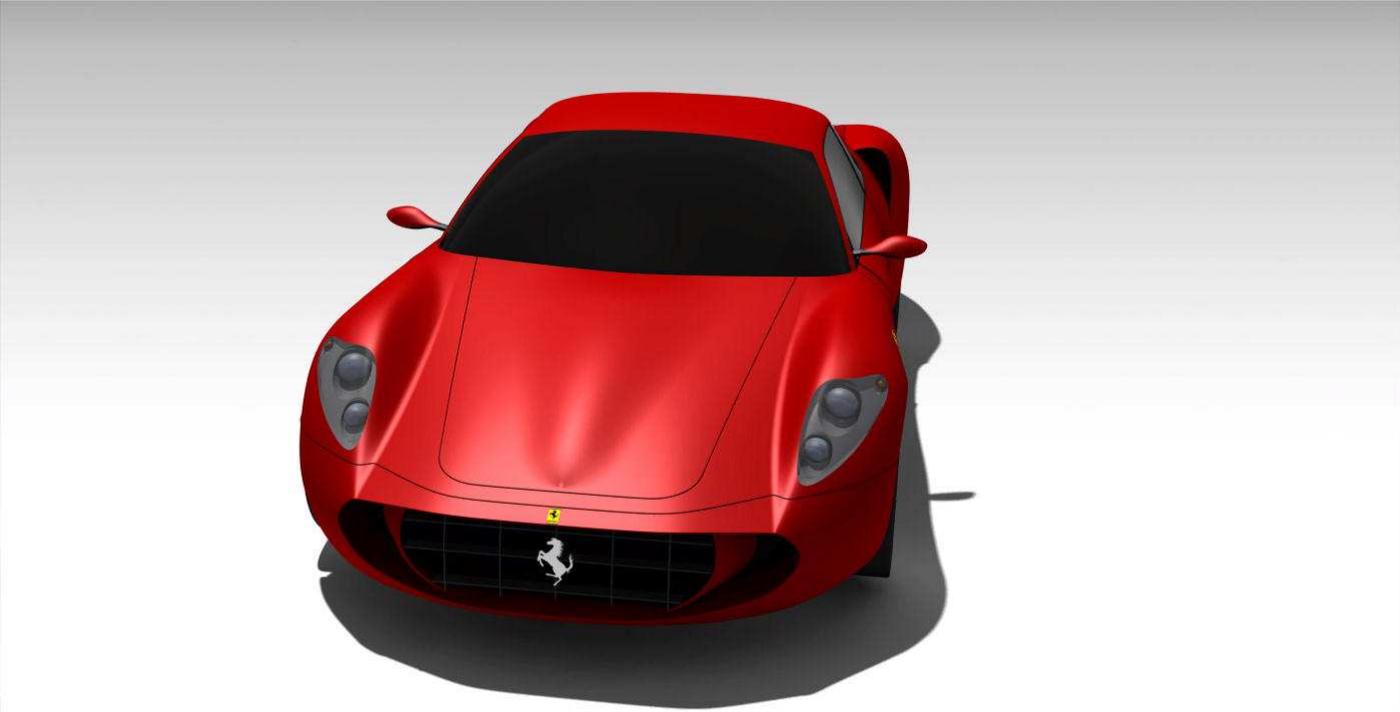


Fig. 6.5 Layout vista con angolazione generica

Di seguito alcuni rendering della vettura .











Bibliografia

- [1] Materiale a cura del docente , prof Fabrizio Ferrari
- [2] L'autotelaio progetto dei sistemi , Genta Morello , ATA
- [3] L'autotelaio progetto del sistema , Genta Morello , ATA
- [4] Manuale dell'ingegneria meccanico , HOEPLI
- [5] Regolamentazione fornita dal docente
- [6] www.menudeimotori.com