

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MODENA E REGGIO EMILIA

Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria del Veicolo

RELAZIONE TECNICA DISEGNO DI CARROZZERIA:

FERRARI F.E. 155

Docente: Fabrizio Ferrari

Studenti:
Andrea Flamini
Edoardo Adami
Giovanni Grieco
Marco Aiello

Anno Accademico 2010/2011

INDICE

Capitolo 1 – Introduzione	3
Capitolo 2 - Studio tecnico della vettura	4
.	
2.1 Definizione dei passaruota.....	4
2.2 Apertura portiere.....	5
2.3 Valutazioni termodinamiche.....	5
2.3.1 Prese d’aria.....	6
2.4 Aerodinamica della vettura.....	8
2.4.1 Effetto suolo.....	8
2.4.2 Alettone anteriore.....	9
2.4.3 Alettone posteriore.....	10
2.4.4 Posizionamento condotti di scarico.....	10
2.5 Taglio della carrozzeria.....	10
Capitolo 3 - Regolamentazione	11
3.1 Altezza da terra.....	11
3.2 Angoli di attacco.....	11
3.3 Altezza minima da terra della zona deformabile.....	11
3.4 Fanaleria.....	12
3.5 Posizionamento della targa.....	14
3.6 Punto H e posizionamento di Oscar.....	15
3.7 Angoli di visibilità.....	15
Capitolo 4 – Piano di forma	17
4.1 Viste principali.....	17
4.2 Sezioni.....	19

Capitolo 1 - Introduzione

Lo studio in esame riguarda la creazione di una ipotetica futura Ferrari, in edizione limitata, da costruirsi sulla piattaforma della Maserati MC12.

Il briefing datoci è stato quello di realizzare una “ Formula 1 stradale ”, ossia una vettura estrema, con soluzioni innovative e improntate alla sportività, tenendo però sempre ben in mente i vincoli imposti dalla regolamentazione necessari per l’omologazione stradale.

Lo stile della vettura è stato pensato e progettato, andando oltre la sua funzione puramente estetica (naturalmente importante soprattutto in una Ferrari) pensando costantemente alle esigenze tecniche, di natura aerodinamica, termodinamica ecc....

Si sono estremizzati, riportandoli su una vettura stradale, i concetti estetici e funzionali delle attuali Formula1.

Ritroviamo quindi, nella parte anteriore, un musetto dotato di alettone a sbalzo, sulle fiancate vi sono grosse prese d’aria per il raffreddamento dei radiatori, mentre nella parte alta della vettura è stata ricavata una presa d’aria dinamica che richiama il roll bar. Nella parte posteriore è stato realizzato un alettone mobile, tenendo presente un tema di grande attualità quale l’aerodinamica attiva. L’auto è dotata di fondo piatto ed estrattore posteriore.

La scala utilizzata per realizzare le viste è quella di 1: 5.

Capitolo 2 - Studio tecnico della vettura

Sono state mantenute le principali caratteristiche tecniche del layout meccanico della Maserati MC12 quali la scocca portante in carbonio, le sospensioni a schema push-road, l'impianto frenante Brembo a quattro dischi auto ventilati e forati, il cambio longitudinale posteriore rigidamente collegato al motore, motore a 12 cilindri a V di 65° di derivazione Ferrari.

Sono stati scelti per le ruote cerchi in lega leggera da 19 pollici; in particolare all'anteriore si hanno pneumatici 245/35 ZR19 mentre al posteriore 345/35ZR19.

Nel seguito si riporta la formula utilizzata per convertire il diametro ruota da pollici a millimetri utilizzata per effettuare la rappresentazione delle ruote nel piano di forma:

$$\text{ANTERIORE} = \frac{[(19 * 25.4) + (245 * 0.35) * 2]}{2} = 327.05\text{mm (scala reale) ossia } 65.41\text{mm}$$

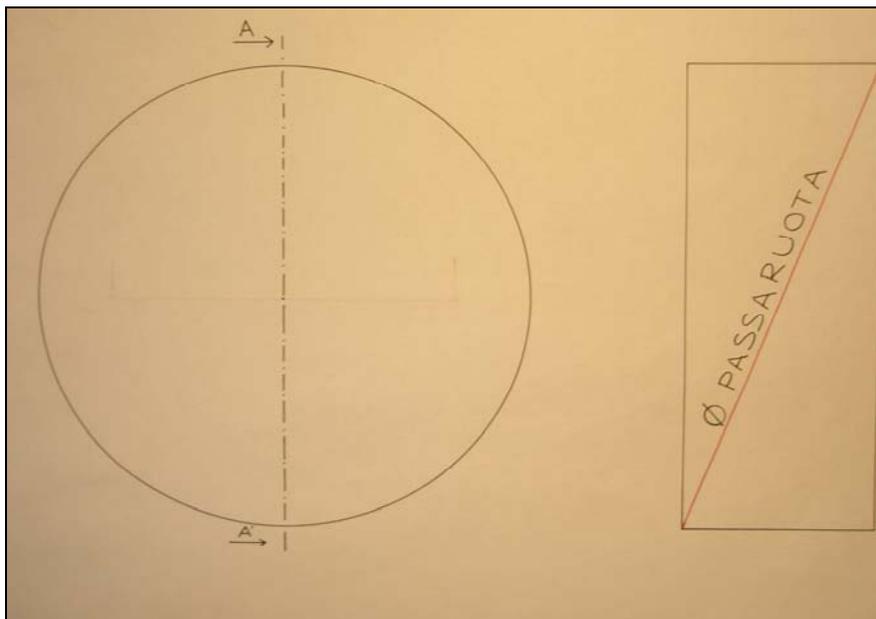
nella scala 1:5.

$$\text{POSTERIORE} = \frac{[(19 * 25.4) + (345 * 0.35) * 2]}{2} = 362.05\text{mm (scala reale) ossia } 72.41\text{mm}$$

nella scala 1:5

2.1 Definizione dei passaruota

I passaruota sono stati definiti considerando come diametro degli stessi, la diagonale relativa alla massima sezione assiale delle ruote anteriori e posteriori. Per maggiore chiarezza si riporta di seguito la procedura effettuata.



Essendo le ruote anteriori sterzanti, si è previsto un posizionamento eccentrico del centro del passaruota nella vista laterale della vettura.

Si è calcolato, considerando le sospensioni molto rigide e quindi ad escursione molto piccola, un abbassamento ammissibile del passaruota di 25 mm rispetto al centro ruota anteriore che, nella scala 1:5 utilizzata, si traduce in un abbassamento di 5mm. Essendo invece le ruote posteriori soltanto motrici, il passaruota al retrotreno è stato disegnato concentricamente rispetto all'asse della ruota.

2.2 Apertura portiere

Si è prevista l'apertura delle portiere "a farfalla" come nella Ferrari Enzo; il tutto si realizza tramite l'ausilio di due cerniere poste rispettivamente sul montante anteriore, alla base e nella parte alta poco distante dalla mezzeria dell'auto.

L'apertura ed il sostegno è realizzato con l'ausilio di pistoni idraulici.

Elemento peculiare previsto è che ogni portiera trascina con sé, durante l'apertura, parte del tetto della vettura.

2.3 Valutazioni termodinamiche

Si è scelto di modificare l'inclinazione dei radiatori anteriori per aumentare la superficie di scambio termico; nella versione originale della Maserati MC12 sono in posizione orizzontale poiché l'auto è destinata all'uso esclusivo in pista e quindi avendo sempre andature elevate lo scambio termico risulta sufficiente al mantenimento della temperatura di esercizio del propulsore.

Essendo la nostra invece una vettura stradale, lo scambio termico risulterebbe insufficiente al raffreddamento del motore qualora la vettura si trovasse a viaggiare a velocità ridotte come quelle tipiche del traffico cittadino.

In conseguenza di ciò, e stando sempre alle condizioni ammesse dal layout meccanico, si è stabilito di inclinare i radiatori anteriori di 30° rispetto all'orizzontale, come mostrato in Fig.2.1.

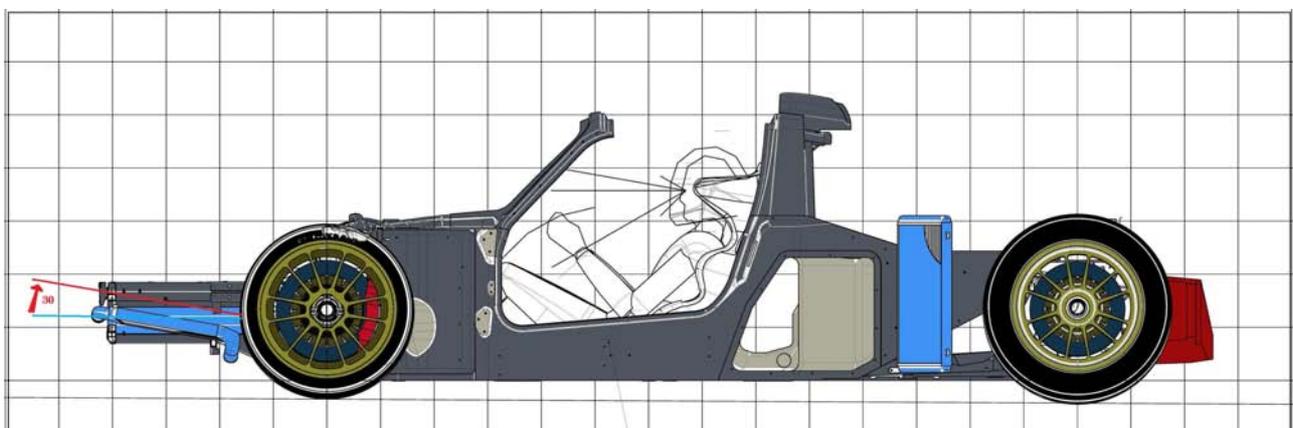


Fig.2.1 Angolo di inclinazione radiatori anteriori

2.3.1 Prese d'aria

Lo studio della fluidodinamica dei flussi d'aria di raffreddamento prevede l'inserimento di prese d'aria statiche e dinamiche.

Per quanto concerne l'anteriore, sono previste due prese d'aria dinamiche, poste ai lati del musetto, in cui l'aria in ingresso lambisce i due radiatori inclinati di 30° rispetto all'orizzontale e fuoriesce, opportunamente guidata da convogliatori, dalle due prese d'aria poste appena dietro il passaruota anteriore.

E' stata realizzata una presa d'aria dinamica, atta a realizzare l'alimentazione e il raffreddamento del motore, posta nella parte superiore del tetto della vettura.

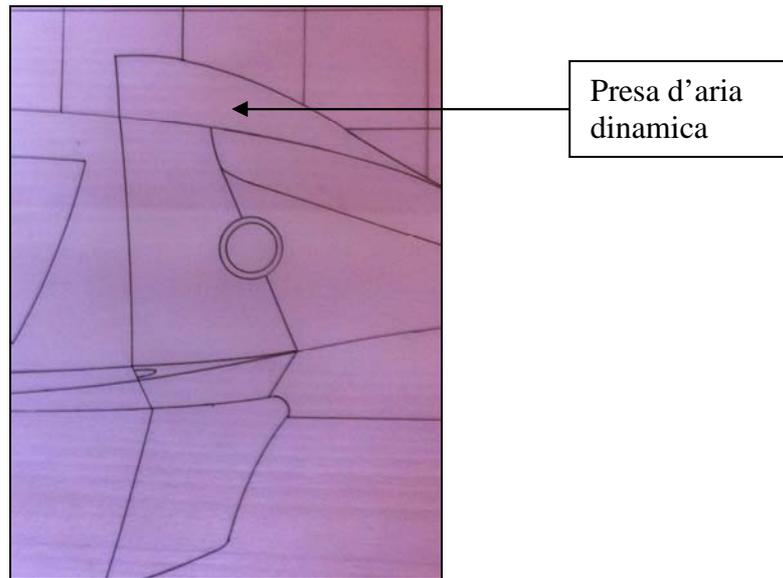


Fig.2.2 Dettaglio presa d'aria dinamica

Inoltre, per garantire il raffreddamento del motore anche a vettura ferma, è stata realizzata una presa d'aria statica al bordo inferiore del lunotto posteriore, come mostrato in Fig.2.3.

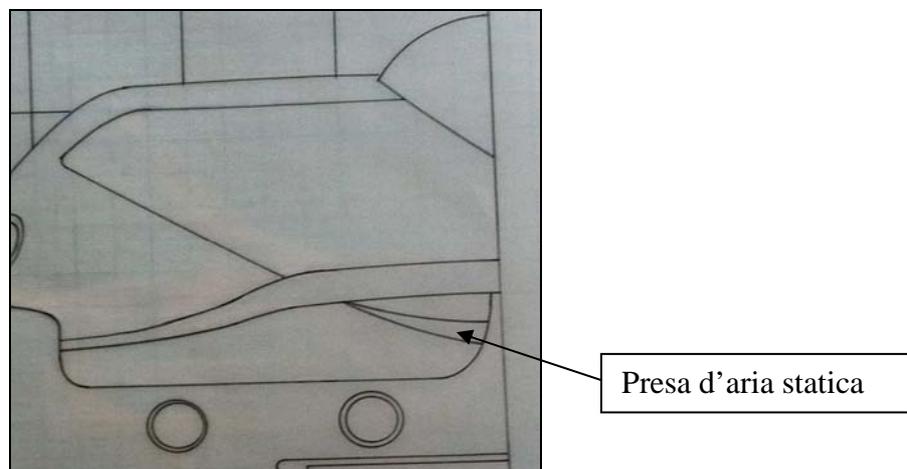


Fig.2.3 Dettaglio presa d'aria statica

Il raffreddamento dell'olio motore, i cui radiatori sono posizionati verticalmente, è ottenuto tramite due prese dinamiche poste su ognuna delle fiancate.

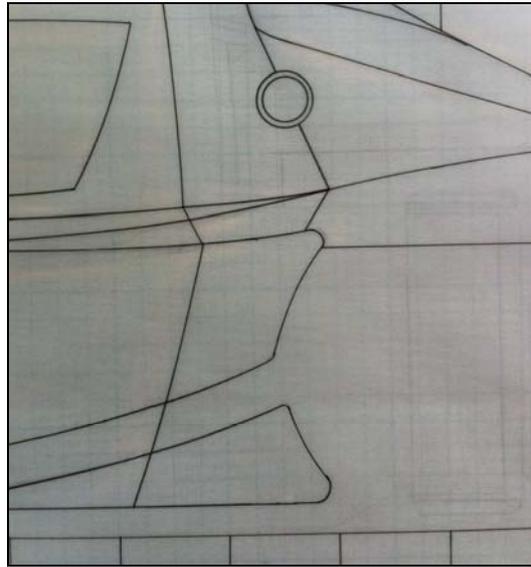


Fig.2.4 Dettaglio prese d'aria sulla fiancata

In particolare, le prese d'aria inferiori sono anche utilizzate per alimentare il flusso d'aria diretto all'estrattore e per il raffreddamento dell'impianto frenante posteriore tramite opportuni deflettori posti al suo interno.

L'aria entrante da queste prese d'aria fuoriesce tramite una feritoia, dotata di griglia, ricavata al posteriore tra l'estrattore e la parte inferiore della targa.

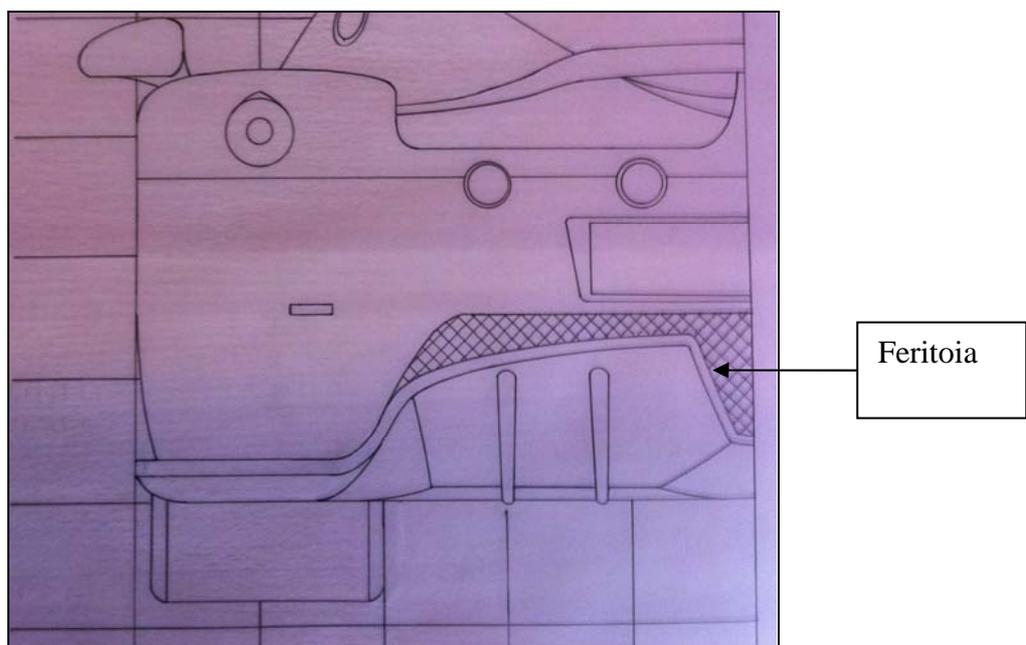


Fig.2.5 Feritoia posta sopra l'estrattore

Tutte le prese d'aria sono munite di griglie, questo per essere conformi alla relativa normativa vigente.

2.4 Aerodinamica della vettura

Si è puntato molto sullo studio aerodinamico della vettura anche per sfruttare al meglio tutto il pacchetto meccanico telaistico a disposizione.

L'obiettivo principale è stato quello di avere la giusta deportanza in ogni condizione di esercizio del veicolo; le soluzioni principali scelte sono tre:

- Alettone anteriore (Front Wing)
- Alettone posteriore (Rear Wing)
- Fondo piatto con estrattore posteriore (effetto suolo)

2.4.1 Effetto suolo

La generazione di deportanza per effetto suolo è dovuta alle variazioni di velocità e pressione della vena fluida che scorre nel canale formato dal suolo con il fondo dell'auto.

Viene sfruttato l'effetto Venturi, pertanto la sezione longitudinale dell'auto avrà una prima parte convergente (effusore), una zona detta gola, con distanza dal suolo minima e costante, ed una parte divergente (diffusore).

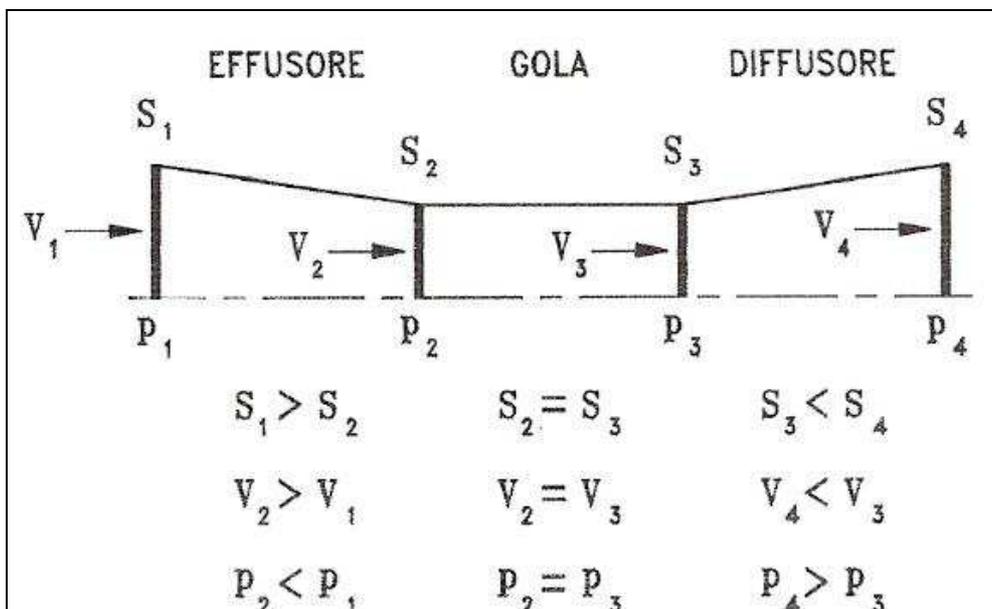


Fig.2.5 Effetto Venturi

Il convergente è rappresentato da tutta la parte frontale inferiore della vettura che influenza il fenomeno di convogliamento e d'accelerazione del flusso.

Il successivo tratto a sezione costante (gola) serve a stabilizzare la velocità del flusso.

Il divergente, ricavato nella parte posteriore del carenaggio del fondo vettura, consente alla corrente esterna di attuare un'aspirazione del flusso, funzionando così da estrattore.

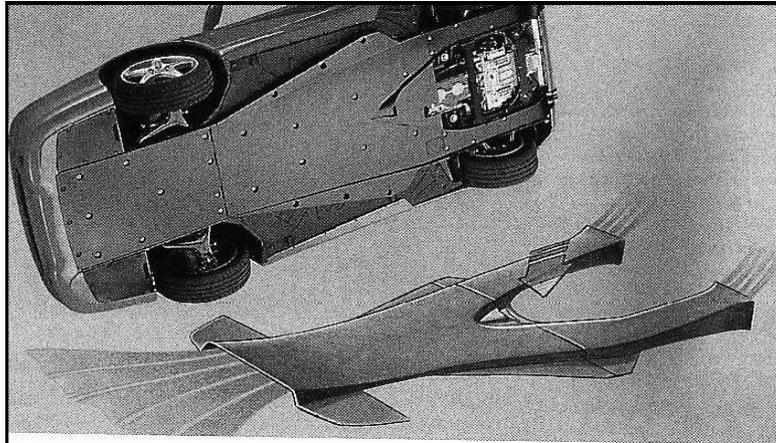


Fig.2.6 Fondo vettura

L'effetto suolo viene notevolmente ridotto se l'altezza minima dal suolo varia istantaneamente: particolarmente nelle curve, la distanza scocca terreno varia lungo la sezione trasversale dell'auto a causa del momento di rollio che carica maggiormente la parte esterna alla curva dell'auto; tale effetto è minimizzato diminuendo la deformabilità delle sospensioni, ossia utilizzando sospensioni rigide consone ad una vettura ad elevatissime prestazioni.

2.4.2 Alettone anteriore

Si è scelto di configurare l'anteriore proprio come una Formula1, ossia con l'alettone anteriore fissato a sbalzo al musetto anteriore.

L'alettone è posizionato ad un'altezza da terra di 165 mm ed è profilato in modo tale da generare localmente un effetto deportante e fungere anche da condotto di ingresso a parte del flusso che lambisce il fondo dell'auto.

Lateralmente l'alettone termina integrandosi sui fianchi dei parafanghi aumentando ulteriormente l'effetto di deportanza e fornendo inoltre un effetto più accattivante alla parte anteriore della vettura.

2.4.3 Alettone posteriore

Per quanto riguarda il posteriore, si è deciso di optare per un'aerodinamica attiva: essendo infatti i profili alari adottati per il posteriore dotati sempre di forte camber (da 10 a 18%) ed elevato spessore (dal 12 al 16%) per generare forti deportanze, essi causano anche elevate resistenza aerodinamiche; si è deciso quindi di optare per un alettone ad inclinazione variabile.

A basse velocità risulta ben integrato nella carrozzeria e con un angolo di attacco quasi nullo, mentre alle alte velocità si aumenterà l'angolo di attacco per generare più deportanza e permettere il raggiungimento delle velocità limite.

2.4.4 Posizionamento degli scarichi

Il posizionamento degli scarichi risponde principalmente ad esigenze aerodinamiche e di ingombro.

I quattro terminali di scarico sono stati posizionati come in figura, poiché in questo modo i gas di scarico, insieme all'aria proveniente dall'estrattore e dalla parte alta della vettura, aumentano l'effetto coda allontanando eventuali moti vorticosi che rappresentano una resistenza all'avanzamento del veicolo.

Naturalmente la validità di tutte le considerazioni aerodinamiche sino a qui citate andrà confermata in galleria del vento.

2.5 Taglio della carrozzeria

La carrozzeria è stata pensata composta da più parti per garantirne il montaggio e l'assemblaggio.

Per quanto riguarda il cofano anteriore, adibito anche a vano portabagagli, si è scelta un'apertura tradizionale, con le cerniere poste nei pressi della base del curvano.

La posizione delle cerniere è definita dal taglio visibile in pianta; esse permettono l'apertura del solo musetto.

In questa circostanza si è data più importanza al fattore estetico piuttosto che a quello pratico, infatti la scelta di sollevare il solo musetto potrebbe ostacolare le manovre di sostituzione o modifica di diversi componenti meccanici, rendendo certe operazioni più macchinose, ma ciò è stato effettuato prevedendo un utilizzo della vettura più stradale che in pista.

I tagli relativi alla parte posteriore della vettura sono visibili nella vista del fianco e in quella in pianta, ed escludono la parte finale della vettura dove è posizionato l'alettone.

Le cerniere sono poste sul montante posteriore e l'apertura del cofano è garantita da un sistema di pistoncini idraulici atti a sorreggere il peso.

Capitolo 3 – Rispetto delle norme al fine dell'omologazione stradale

La vettura, come detto, deve poter essere omologabile su strada; ciò comporta il rispetto di numerosi vincoli dovuti alla normativa vigente.

3.1 Altezza da terra

La normativa impone un'altezza da terra, con vettura a carico statico, di 120mm.

La prova atta a garantire il rispetto della normativa consiste nel passaggio di un parallelepipedo, con ingombro trasversale di 120mm, sotto la vettura.

L'altezza minima della vettura che si sta realizzando è di 125mm.

3.2 Angoli di attacco

La normativa impone il controllo degli angoli di attacco per evitare l'urto in caso di rampe: l'angolo minimo imposto sia all'anteriore che al posteriore è di 7°.

Nella vettura in questione l'angolo di attacco anteriore misura 7° e quello posteriore risulta ampiamente entro il limite normativo.

3.3 Altezza minima da terra della zona deformabile

La regolamentazione impone l'altezza minima da terra della zona deformabile, o paraurto anteriore, che in Europa è stabilita in 445mm, sia che la vettura sia scarica che in condizioni di pieno carico, mentre la regolamentazione Americana impone un'altezza di 508mm a vettura scarica.

Il rispetto di questa quota viene controllato mediante la prova del pendolo: il suddetto pendolo, con mazza incorporata, ruotando non deve assolutamente colpire la carrozzeria sopra la zona deformabile (o paraurto).

Si deve inoltre considerare la penetrazione del pendolo nella vettura pari a 200mm.

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.

3.4 Fanaleria

La fanaleria anteriore è costituita da un proiettore circolare che racchiude le funzioni abbagliante e anabbagliante e da led per l'indicatore di direzione e per le luci di posizione, come mostrato in Fig. 3.1.

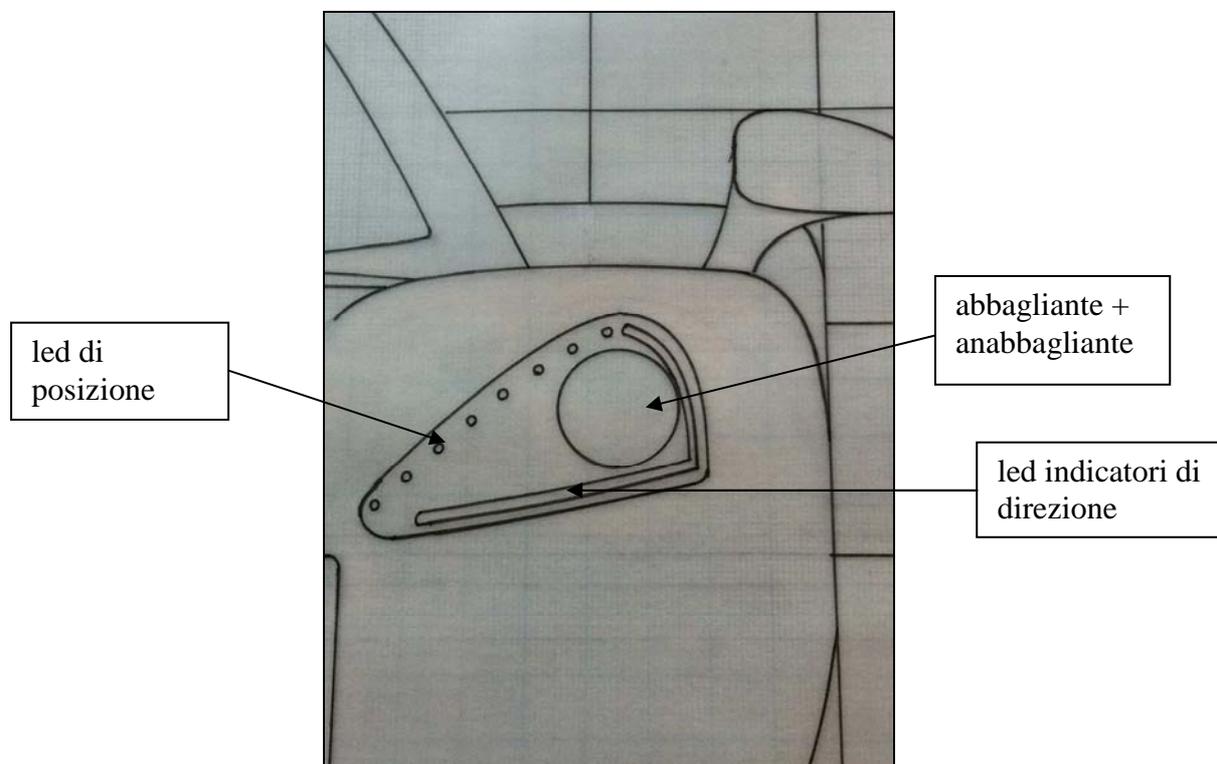


Fig. 3.1 Dettaglio fanaleria anteriore

Per quanto attiene al proiettore anabbagliante, la normativa impone un' altezza da terra minima di 500mm e non superiore ai 1200mm, mentre i bordi interni devono essere distanti almeno 600mm tra loro e quelli esterni non devono trovarsi oltre i 400mm dalle estremità laterali del veicolo (in gergo definito tutto fuori vettura).

Il led della luce di posizione e l'indicatore di direzione presenti nel faro, devono essere posti ad un'altezza compresa fra i 350mm e i 1500m.

La normativa prevede poi, per l'indicatore di direzione laterale presente sul fianco della vettura, un'altezza da terra fra i 500mm e i 1500mm, mentre la distanza dal piano trasversale che limita anteriormente la lunghezza del veicolo non deve essere superiore ai 1800mm.

Per quanto riguarda il posteriore, la normativa prevede gli stessi vincoli dell'anteriore riguardo al collocamento dell'indicatore di posizione e di direzione; il led della luce di arresto invece deve avere un'altezza dal suolo compresa tra i 350mm e i 1500mm, la distanza tra le superfici illuminanti deve essere di almeno 600mm.

Per quanto riguarda la fanaleria posteriore, si è inserito un led circolare nella parte più esterna del fanale per l'indicatore di direzione, quattro corone circolari concentriche di punti luce led, di cui le due più esterne con funzione di luce di arresto, mentre le due interne con funzione di luci di posizione.

Nella parte centrale del fanale è posizionato il proiettore fendinebbia e quello di retromarcia, rispettivamente sul lato sinistro e su quello destro.

Infine si è previsto il catadiottro posteriore ad un'altezza di 455mm da terra e distante 250mm dal fuori tutto; la distanza fra i due catadiottri è di 1350mm.

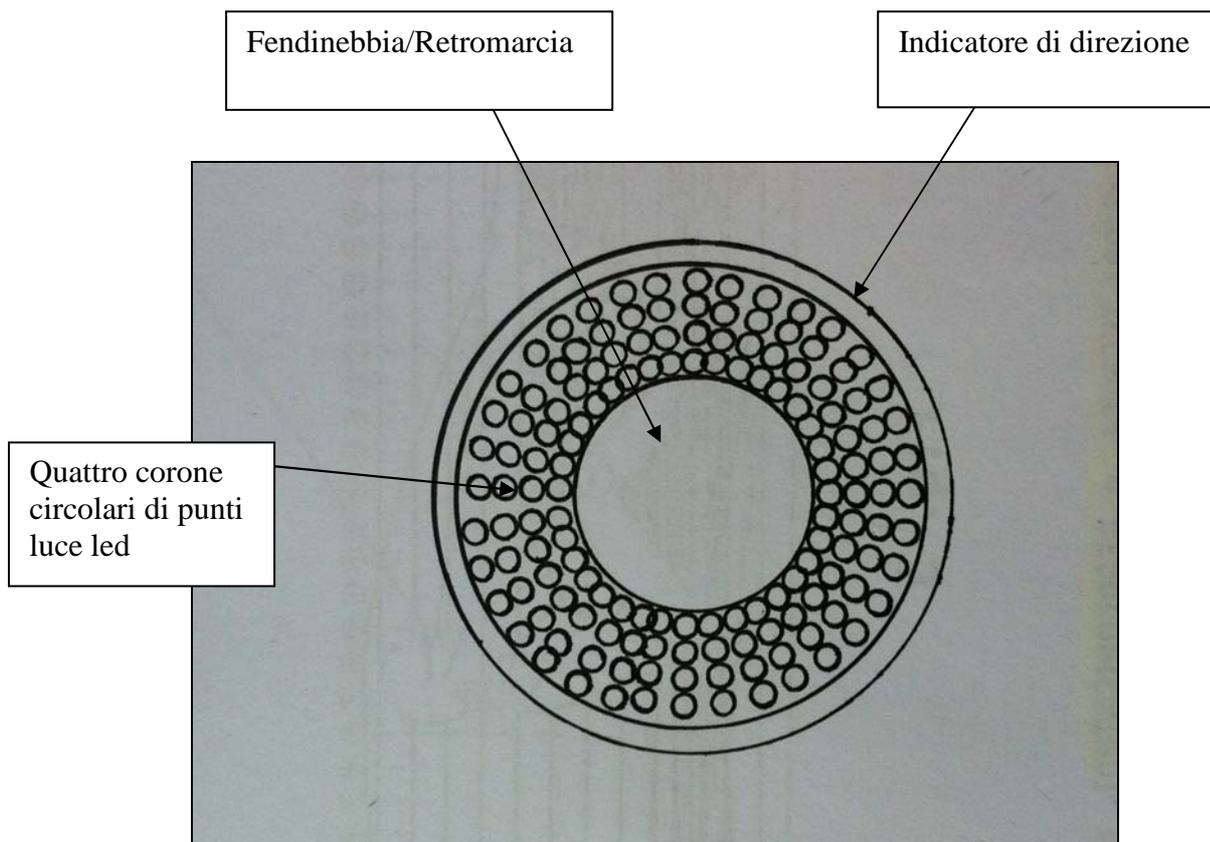


Fig. 3.2 Dettaglio fanaleria posteriore

Per i proiettori, e per gli altri componenti luminosi, sono stati eseguiti controlli sui cosiddetti coni di luce, come previsto dalla normativa.

Gli angoli geometrici di visibilità sono infatti importanti per garantire la non penetrazione dei coni di luce tra i differenti proiettori; essi variano da componente a componente come illustrato in Fig. 3.3.

ANTERIORE		POSTERIORE		
proiettore abbagliante	proiettore anabbagliante	retromarcia	fendinebbia	catadiottro
verticale	verticale	verticale	verticale	verticale
5° 	15° 	15° 	5° 	15° 
5° 	10° 	5° 	5° 	5° 
orizzontale	orizzontale	orizzontale	orizzontale	orizzontale
5° 	10° 	45° 	25° 	30° 
5° 	45° 	45° 	25° 	30° 

Fig. 3.3 Angoli geometrici di visibilità

Nel nostro caso gli unici controlli da effettuare sono stati eseguiti sul proiettore abbagliante/anabbagliante all'anteriore, sul fendinebbia e sulla luce della retromarcia nel posteriore, poiché per la restante fanaleria sono stati scelti i led i quali sono esenti da tali controlli.

3.5 Posizionamento della targa

La targa posteriore di dimensione 520x110mm è stata posta ad un'altezza da terra di 450mm, ampiamente oltre i limiti minimi imposti dalla regolamentazione.

La targa anteriore di dimensione 360x110mm è stata posta ad un'altezza pari a 330mm da terra, appena sotto il musetto della vettura, per impedire che la stessa vada ad ostacolare l'efficienza dell'effusore inoltre è stata leggermente inclinata di un angolo inferiore ai 6° imposti dalla normativa.

3.6 Punto H e posizionamento di Oscar

Per quanto concerne lo studio dell'abitacolo, occorre tener presente le misure di Oscar: “ un manichino 3D che per massa e forma rappresenta un adulto di media statura alto 178cm e dal peso di 75Kg”.

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 agli angoli di visibilità minimi imposti dalla normativa.

Vengono invece maggiormente tollerati, soprattutto su vetture molto sportive come quella in esame, angoli di visibilità ridotti al posteriore.

Il corretto posizionamento di Oscar parte dalla definizione del cosiddetto punto H, formato dall'asse di inclinazione del busto e quello della posizione dell'articolazione coxo-femorale, e che rappresenta quindi il punto dell'asse di rotazione tra cosce e tronco del corpo umano e serve per delimitare la posizione di guida e la zona d'urto della testa.

In primis si è posizionata l'articolazione coxo-femorale ortogonalmente al piano longitudinale mediano del veicolo, in seguito sono stati posizionati i piedi e le braccia.

Dopo aver valutato la posizione del punto H, si sono effettuate più misure dello stesso per diverse configurazioni di guida e si è verificato che il suddetto punto ricada entro un rettangolo parallelo al piano longitudinale di 20x30mm.

Si è verificato infine se il posizionamento stabilito del manichino permette il rispetto degli angoli di visibilità e l'incolumità dello stesso nell'abitacolo.

Le prove vengono effettuate nella posizione di guida più bassa e arretrata possibile per un angolo massimo di inclinazione del sedile pari a 25° rispetto a una retta passante per il punto H e ortogonale al generico piano assiale della vettura.

Nel nostro caso abbiamo ottenuto le seguenti coordinate per il punto H:

X=1249mm

Y=290mm

Z=155 mm

in un sistema di riferimento centrato nel punto a terra dell'assale anteriore con l'asse x nella direzione longitudinale del veicolo.

3.7 Angoli di visibilità

Gli angoli di visibilità sono un fattore di fondamentale importanza nella realizzazione di un veicolo, essi determinano l'omologazione o meno dello stesso.

Nella vista dall'alto bisogna garantire un angolo di visibilità di 15° verso sinistra e 45° verso destra, facendo riferimento ad un occhio fittizio centrale del manichino.

Nella vista laterale bisogna garantire un angolo di visibilità di 7° in almeno un punto del cofano e di 5° lungo tutto il cofano come mostrato nelle Fig. 3.4 e 3.5.

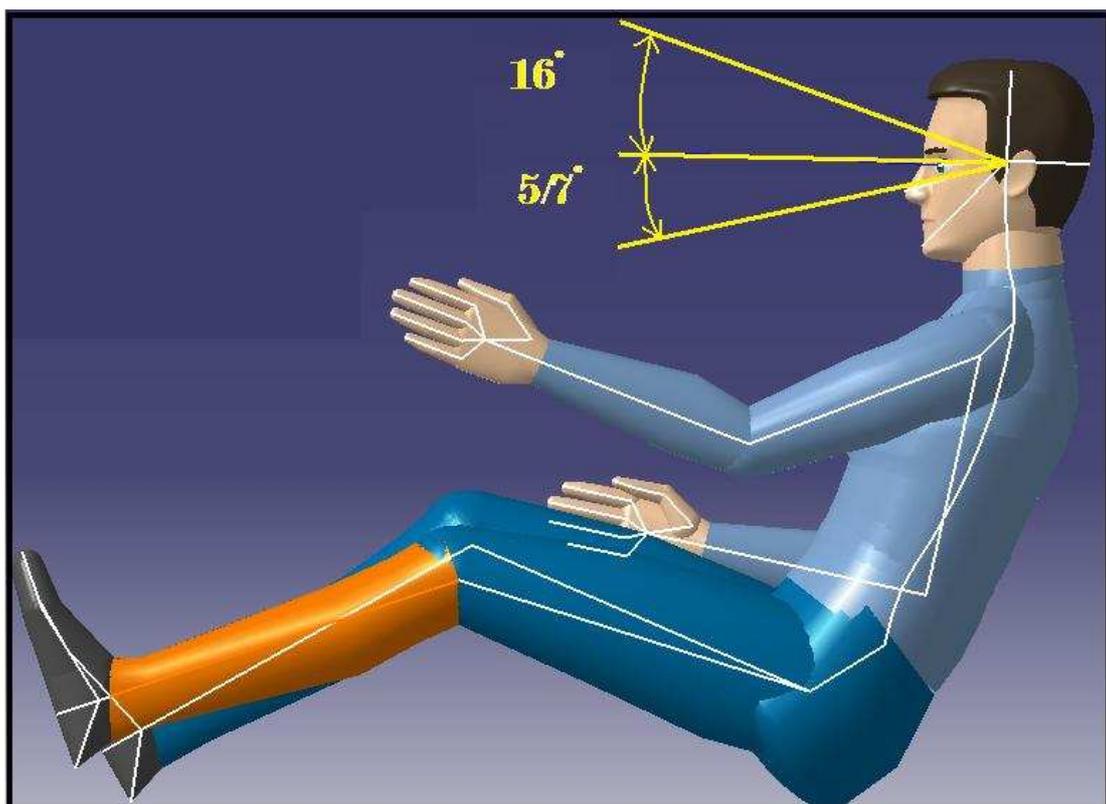
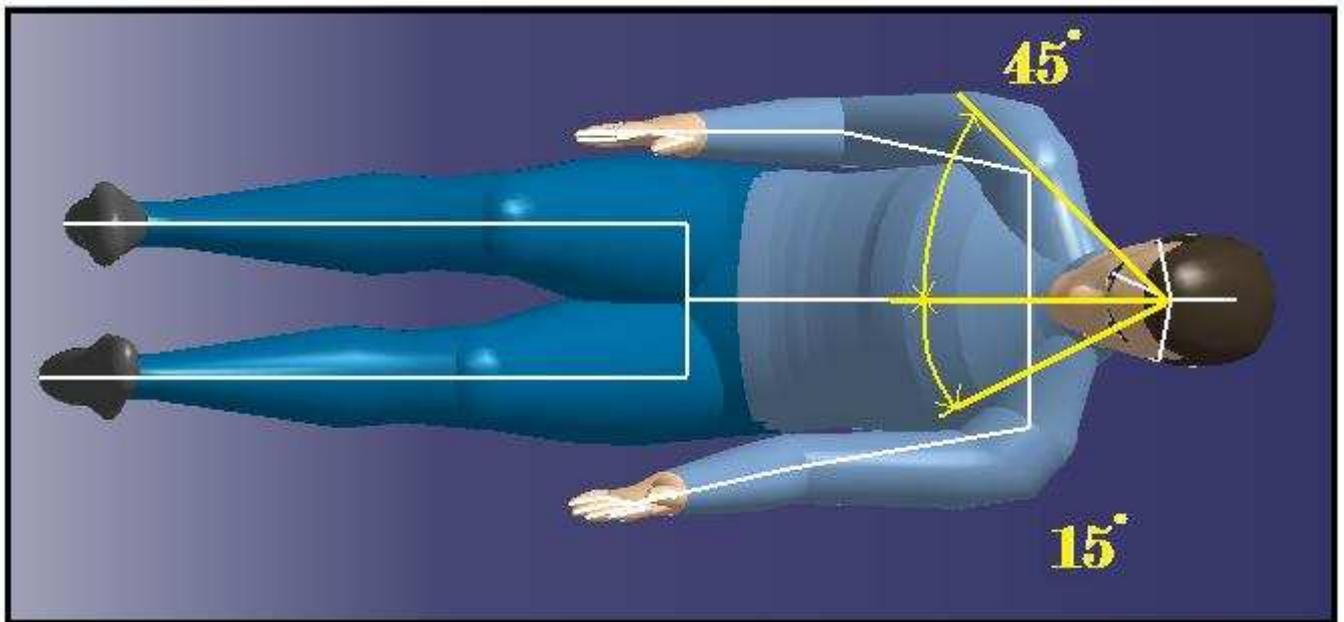


Fig.3.4 e 3.5 Angoli di visibilità

Nel nostro caso nella vista laterale abbiamo garantiti i 7° su tutta la lunghezza del cofano; nella vista dall'alto sono garantiti entrambi gli angoli richiesti dalla normativa.

Capitolo 4 – Piano di forma

Il piano di forma è composto dalle quattro viste principali: fianco, pianta e i due prospetti e dalle opportune sezioni necessarie per determinare in maniera univoca lo sviluppo tridimensionale dell'autovettura.

4.1 Viste principali

Sono state realizzate quattro viste in proiezione ortogonale dell'autovettura munite delle principali quote. In primis il fianco, dato che è la più rappresentativa.

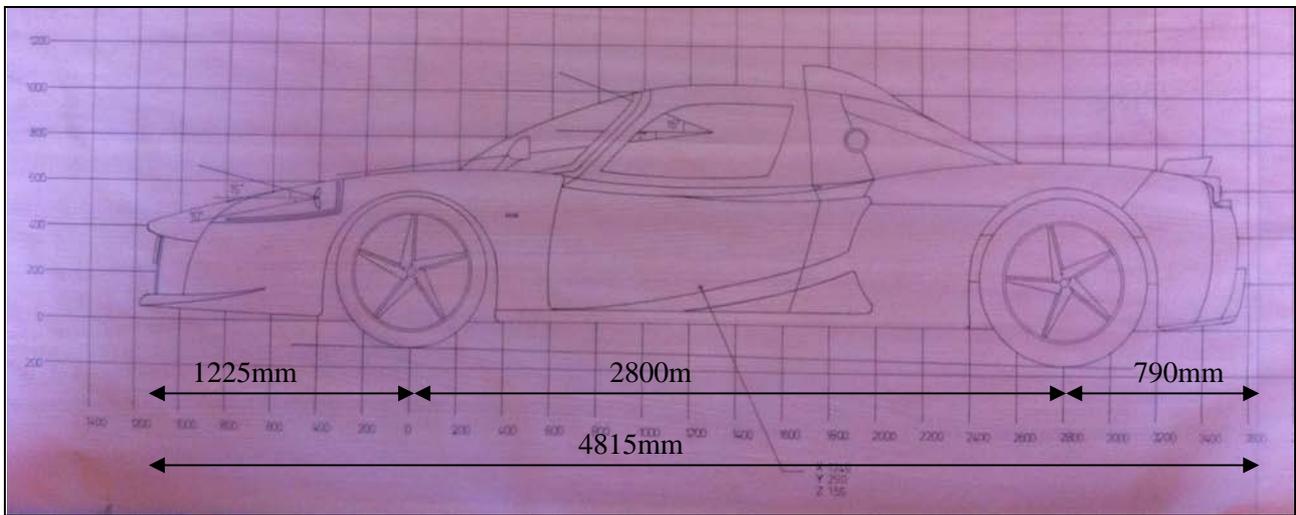


Fig.4.1 Fianco

Si è passati poi alla realizzazione della pianta e dei prospetti anteriore e posteriore.

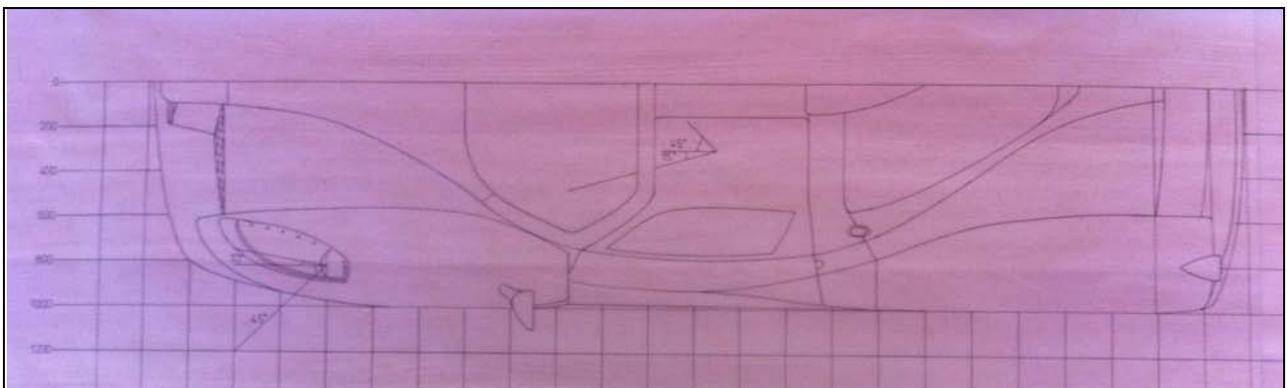


Fig.4.2 Pianta

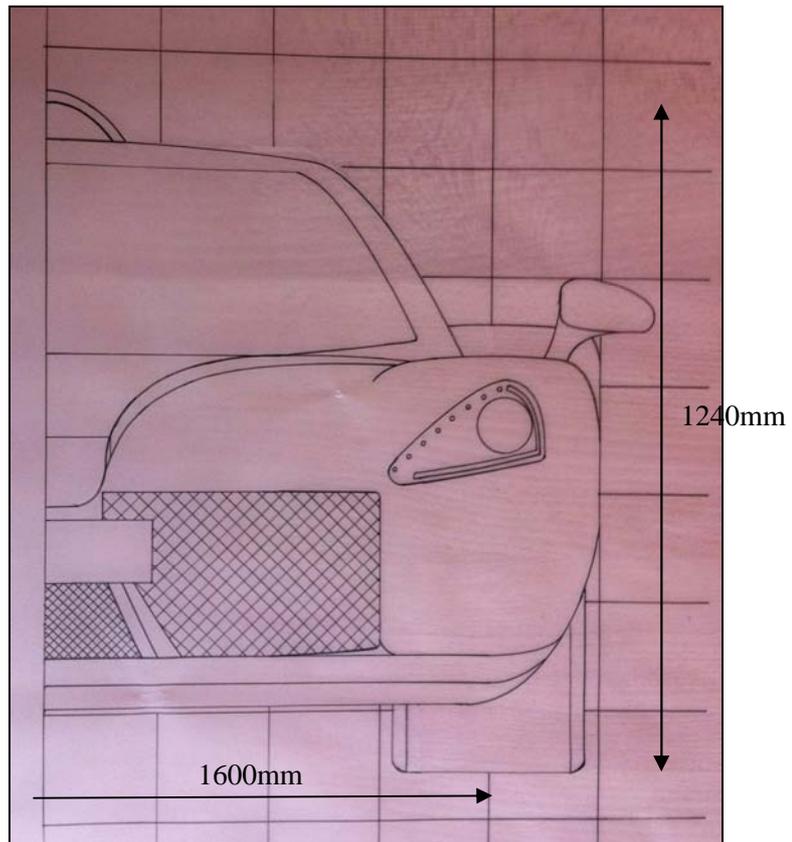


Fig.4.3 Prospetto anteriore

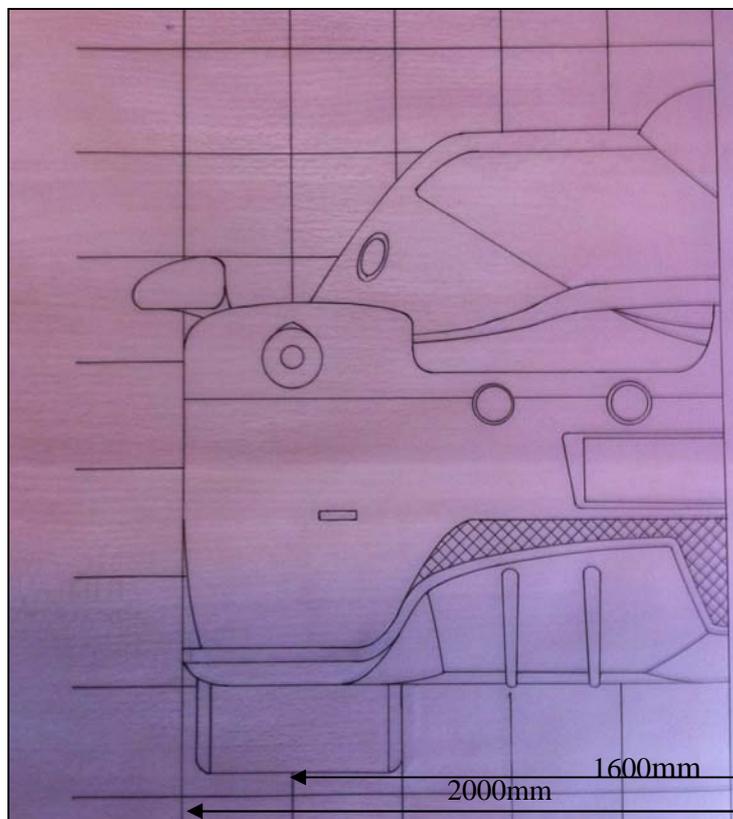


Fig.4.4 Prospetto posteriore

4.2 Sezioni

La conclusione del piano di forma si ha con la realizzazione delle sezioni che possono essere assiali, trasversali e longitudinali.

Le sezioni più importanti sono quelle trasversali, effettuate lungo l'asse x del sistema di riferimento, esse possono essere realizzate in loco (sui due prospetti anteriore e posteriore) o ribaltate a 90° (sul fianco).

Le sezioni trasversali in loco sono state utilizzate per determinare l'andamento della carrozzeria all'anteriore e al posteriore mentre quelle ribaltate sono state utilizzate per lo sviluppo tridimensionale della parte centrale dell'auto.

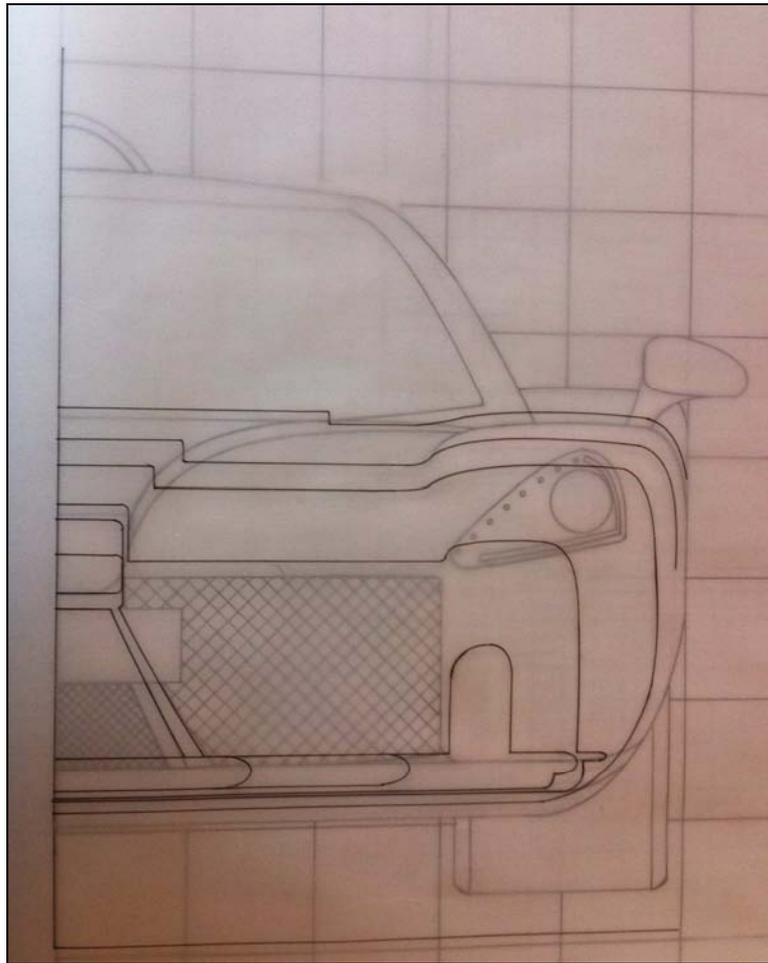


Fig.4.5 Sezione trasversale in loco (prospetto anteriore)

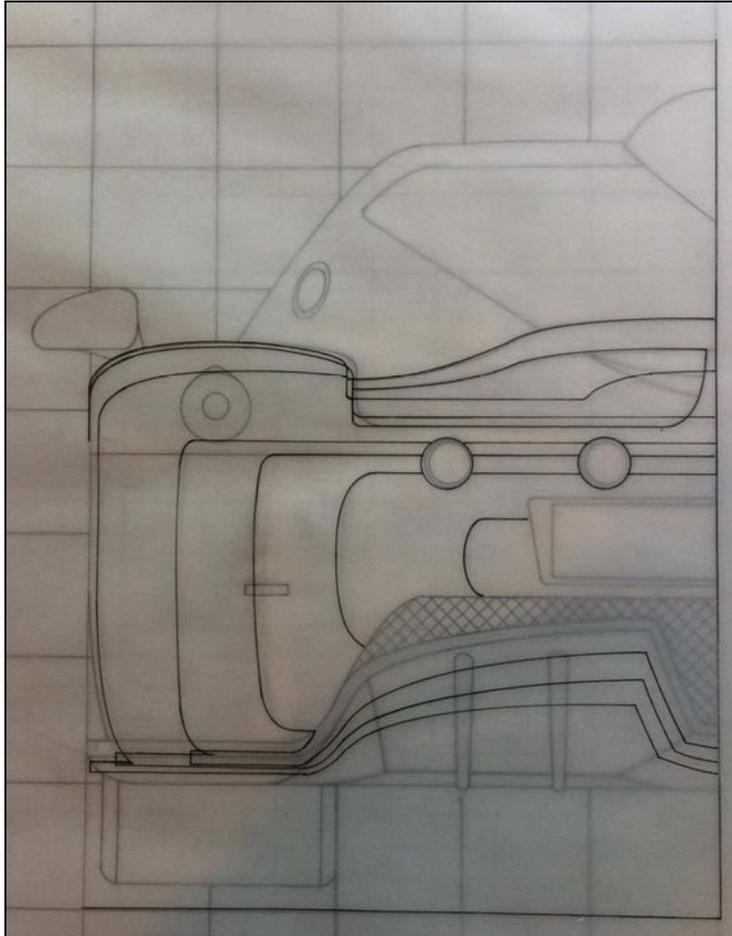


Fig.4.6 Sezione trasversale in loco (prospetto posteriore)

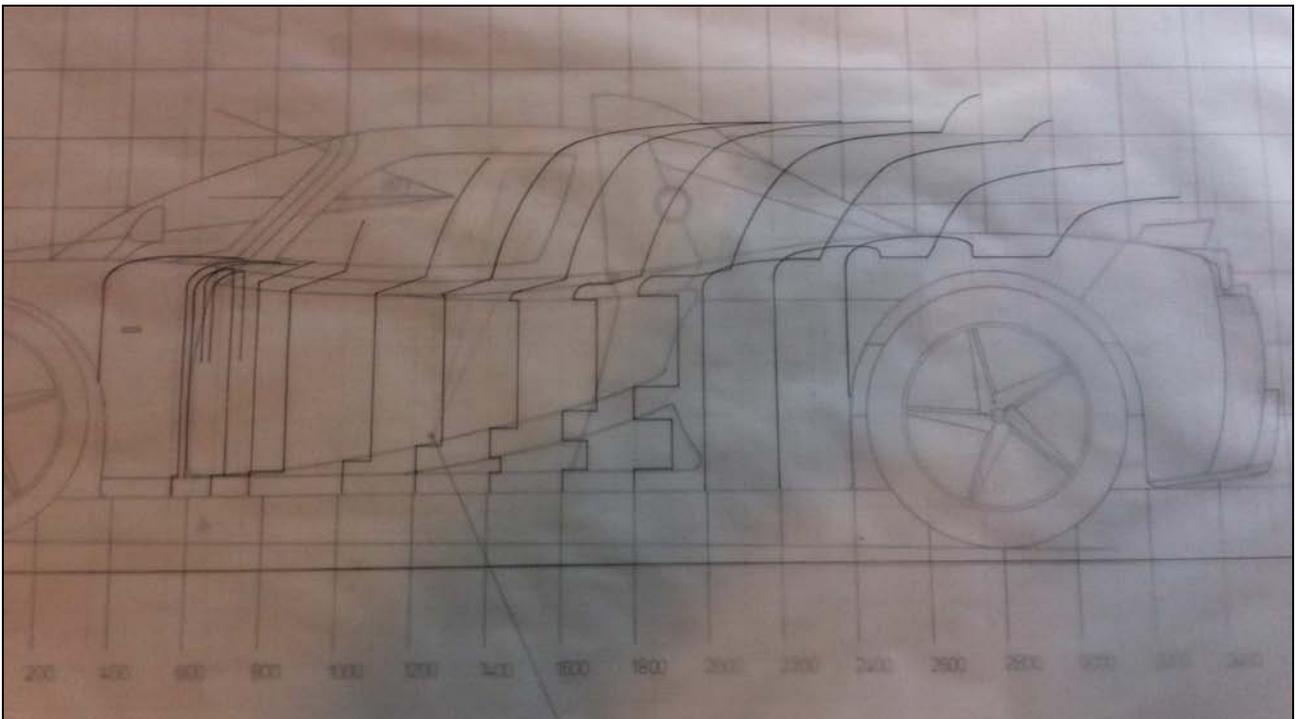


Fig.4.7 Sezione trasversale ribaltata

Le sezioni assiale vengono invece realizzate per definire lo sviluppo del padiglione. Dato che le sezioni trasversali e quelle assiali sono sufficienti a definire la forma tridimensionale del veicolo, le sezioni longitudinali non vengono effettuate ma si ricavano alle altre due.

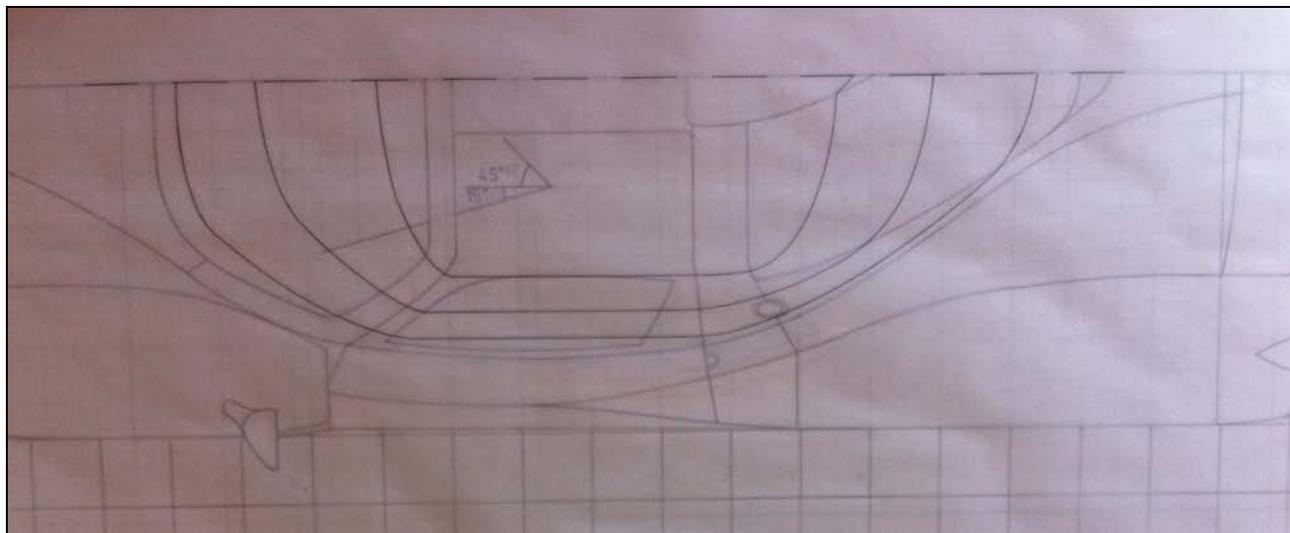
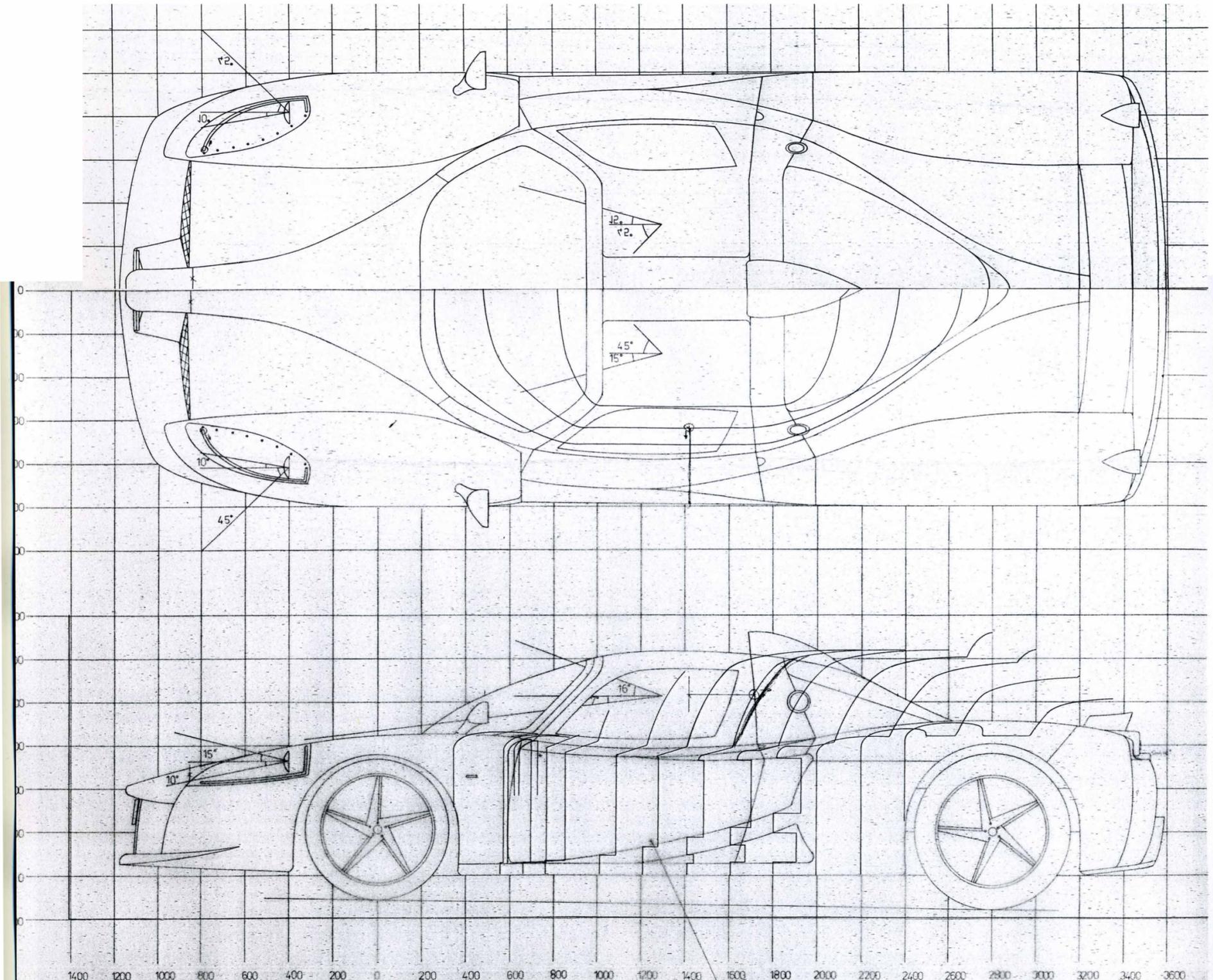
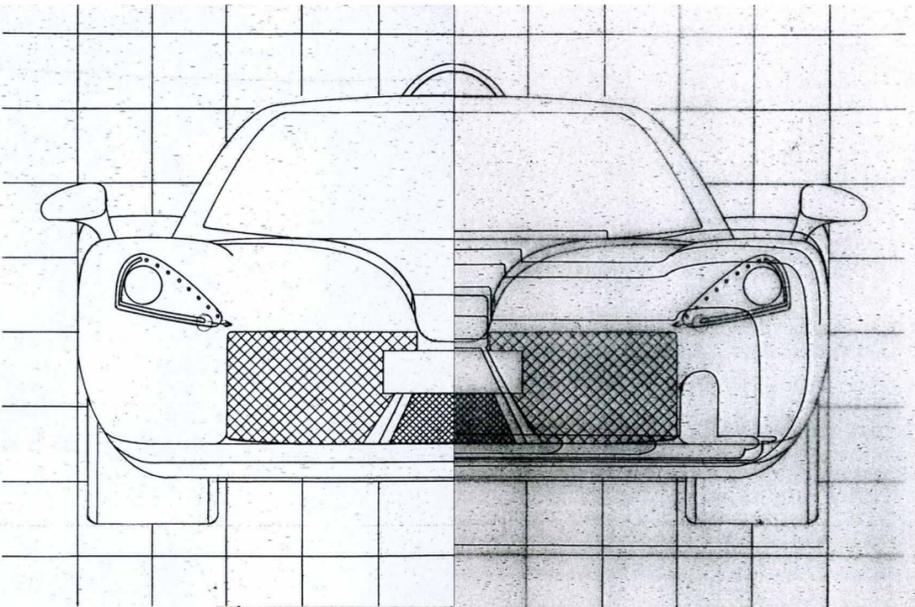
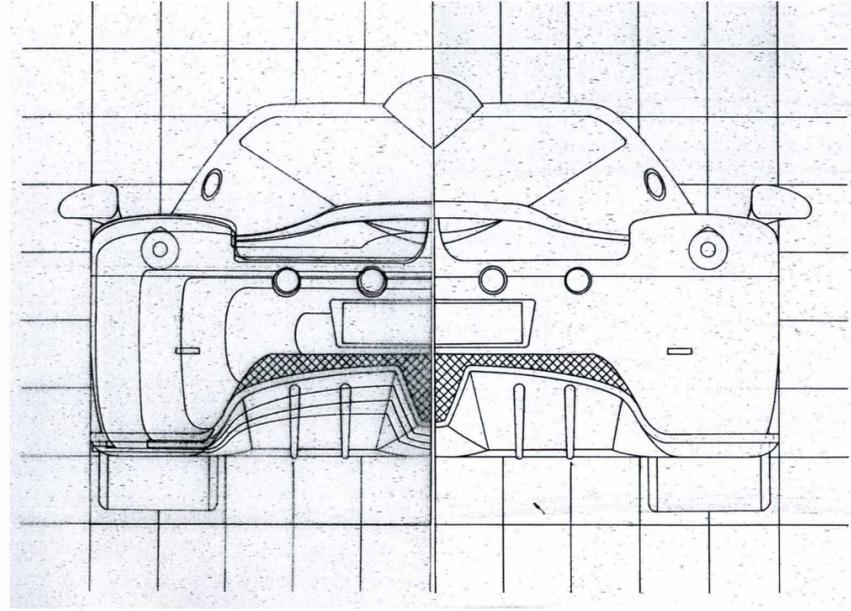
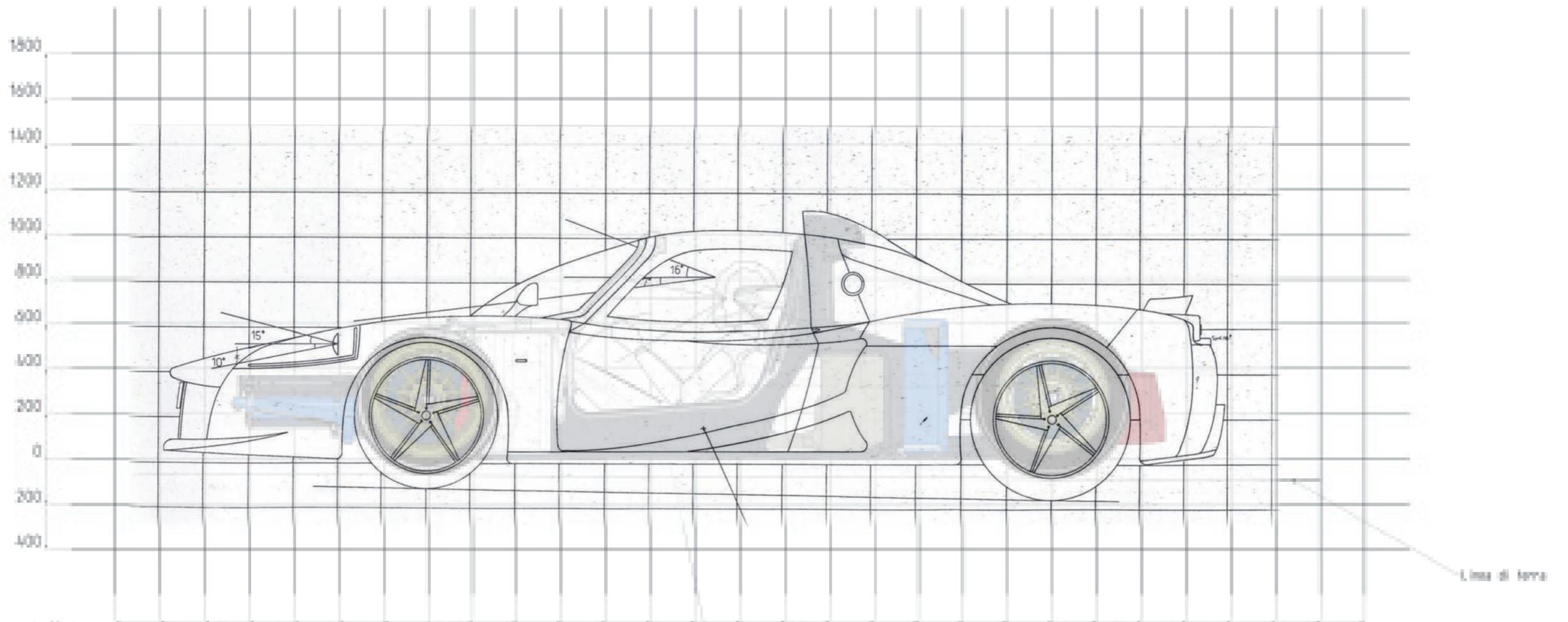


Fig.4.8 Sezione assiale



X 1249
Y 290
Z 155





**SCHEMA DI BASE LAYOUT CON TELAIO MODIFICATO (PARTI MECCANICHE+OSCAR INVARIATI) Maserati MC12 - NUOVI MONTANTI A (PARABREZZA DIVERSO) E GIRO-PORTA AMPLIATO
 BASE DI LAVORO SCELTA DAI GRUPPI DI STUDENTI N°:01-05-06-09 DEL CORSO DISEGNO DI CARROZZERIA - ANNO ACCADEMICO 2007-08**

