CORSO DI
DISEGNO DI CARROZZERIA E COMPONENTI

PROGETTO DI UNA CARROZZERIA PER AUTOVETTURA SPORTIVA

RELAZIONE FINALE

A.A. 2011-2012

Paolo Fabbro
Marco Martin
Michael Rossetto
Giacomo Sartor

INDICE

	Introduzione	Pag.2
1.	Primo capitolo: i bozzetti di stile	Pag.3
2.	Secondo capitolo: fattori tecnici e regolamentari	Pag.4
3.	Terzo capitolo: dettagli di carrozzeria	Pag.5
4.	Quarto capitolo: piano di forma	Pag.7
5.	Quinto capitolo: suddivisione delle parti della carrozzeria	Pag.6
6.	Sesto capitolo: conclusioni	Pag.8

Introduzione

Nell'ambito del corso di disegno di carrozzeria e componenti, si affronta il progetto per la realizzazione di una carrozzeria sulla piattaforma base della Ferrari Enzo.
Lo scopo del progetto è di presentare un piano di forma che sia compatibile con le normative riguardanti l'omologazione per veicoli stradali e che segua le specifiche dettate dal briefing di progetto. La linea guida derivante dallo stesso, per quanto riguarda lo stile, è di disegnare una vettura estrema come una moderna F1, compatibilmente con i vincoli tecnico/regolamentari e mantenendo l'inconfondibile eleganza e stile Ferrari.
In particolare vengono richieste le proiezioni ortogonali della vettura in scala 1:5 nonché le viste in sezione più significative nella stessa scala.
Il layout tecnico a disposizione è rappresentato in fig. I.1 e fig. I.2

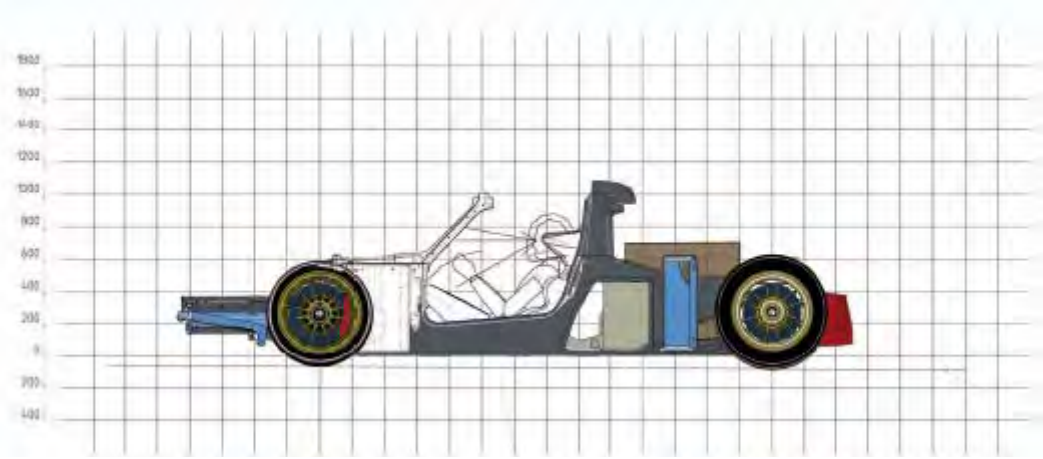


fig. I.1

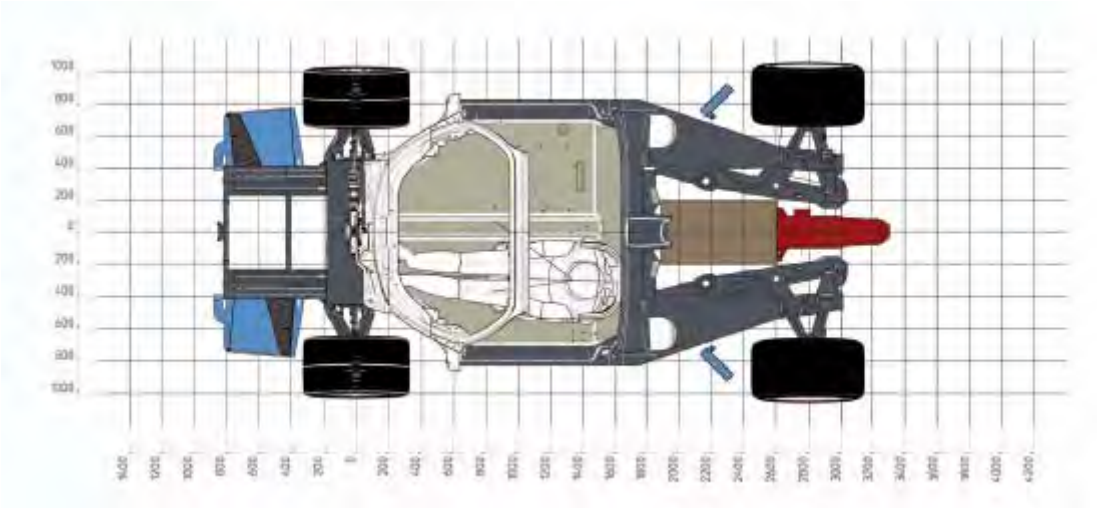


Fig. I.2

In realtà il telaio è quello della Maserati MC12, che è equivalente a quello della Enzo fatta eccezione per piccoli dettagli (ad esempio l'airscope, che nella Enzo non è presente). Le parti modificabili (indicate in bianco nelle due figure) riguardano in particolare il montante anteriore della vettura, il curvano e le cerniere in cui vengono montate le porte

della vettura.
L’impostazione generale del progetto è stata fin dall’inizio chiara: riuscire a far interagire al meglio stile e tecnica, sfruttando in tal senso le singole capacità dei componenti del gruppo. Per tale motivo il progetto è stato sviluppato non in modo strettamente sequenziale, ma partendo da un’idea generale della macchina, sensata dal punto di vista dell’ingegneria ma non ancora troppo vincolata dalla tecnica per poi sviluppare man mano il concetto apportando modifiche e migliorie che hanno permesso di integrare, secondo le nostre concezioni, ingegneria e stile trovandone il compromesso ottimale. Il risultato è stato una linea di carrozzeria di stile funzionale alle esigenze tecnico/regolamentari richieste. Il gruppo si è anche avvalso del software Cinema 4D, che permette di visualizzare a monitor una vettura virtuale in tre dimensioni e quindi di avere sempre ben presente il risultato generale durante tutte le fasi della progettazione.
La relazione segue nei capitoli successivi lo sviluppo della macchina vera e propria: si parte dai primi bozzetti di stile fino ad arrivare ai dettagli tecnici e costruttivi (ipotetici) della stessa.

1. Primo capitolo: i bozzetti di stile e determinazione della linea stilistica della vettura

La parte iniziale è stata il momento più creativo di tutto il lavoro, dove si è cercato di individuare una linea che poi sarebbe valsa per tutto il proseguo del disegno.
La linea scelta cerca un connubio tra eleganza e aggressività, senza perdere di vista le linee che hanno fatto grande la casa del cavallino rampante ma senza cadere nello scontato e nel banale. Le linee dell’anteriore sono ispirate alle linee della Ferrari 250 GTO dei primi anni sessanta diventata icona di stile per quanto riguarda il settore automotive. La parte posteriore della vettura, visibile nel bozzetto di fig. 1.4, è più innovativa: si è cercato di proporre qualcosa diverso rispetto ai classici modelli Ferrari. Come si può notare, sul posteriore l'auto non scende verticalmente, ma segue una linea particolare. Una delle peculiarità che si può intravedere già nei bozzetti di fig. 1.1-1.3 è il musetto sull'anteriore ricavato rialzando la zona centrale del cofano, simile nelle dimensioni e nelle linee a quello di una F1. Tale musetto continua con due piloncini ricavati sul paraurti anteriore, tra le prese d'aria e la zona targa.
Un’altra caratteristica, nata dal layout del telaio, è la presa d'aria ricavata nella parte superiore del tetto. In una fase più avanzata del progetto tale componente è stato analizzato più in dettaglio da un punto di vista ingegneristico, in quanto la posizione dell'airscope è influenzata dalla forma del tetto e di conseguenza da aspetti aerodinamici, a cui seguono anche problemi di stile non trascurabili.
Per quanto riguarda la fanaleria, si è affrontato il problema nel dettaglio durante le fasi successive ai bozzetti preliminari. Tuttavia l'idea iniziale è stata quella di mantenersi su qualcosa di classico, richiamando modelli Ferrari recenti.

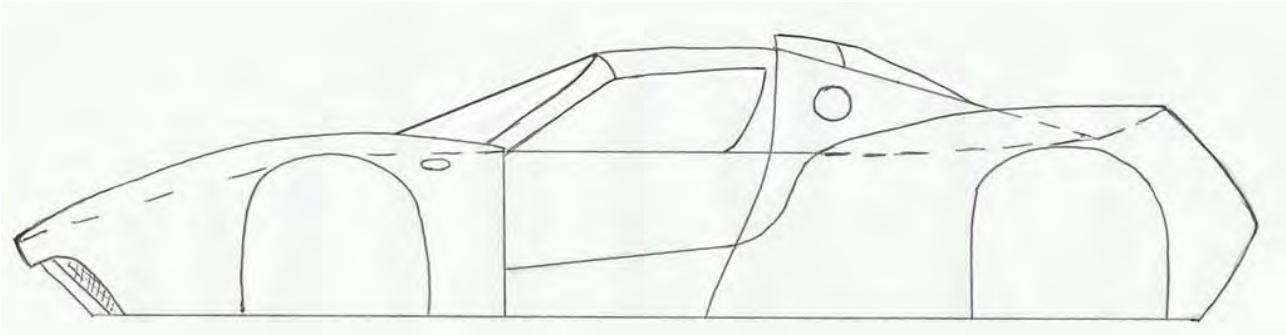


Fig.1.1

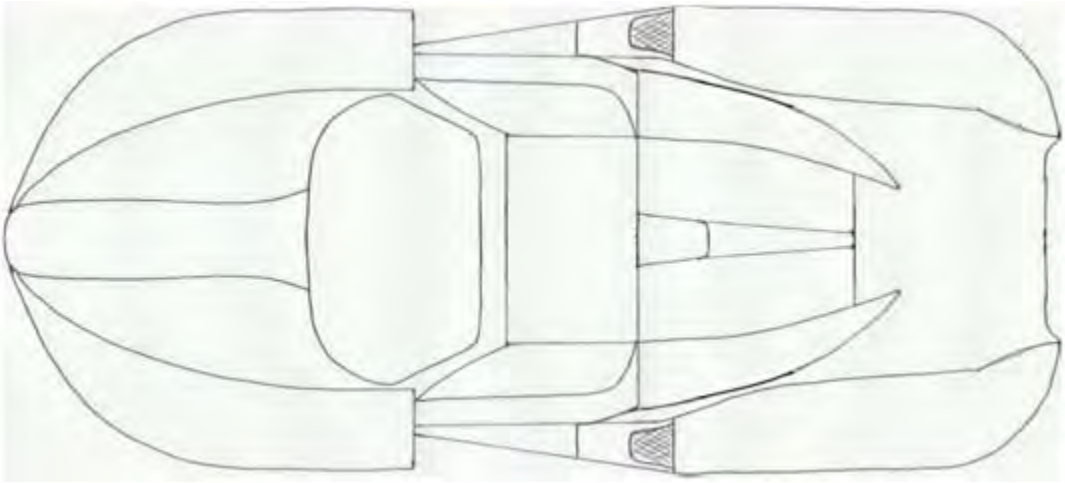


Fig. 1.2

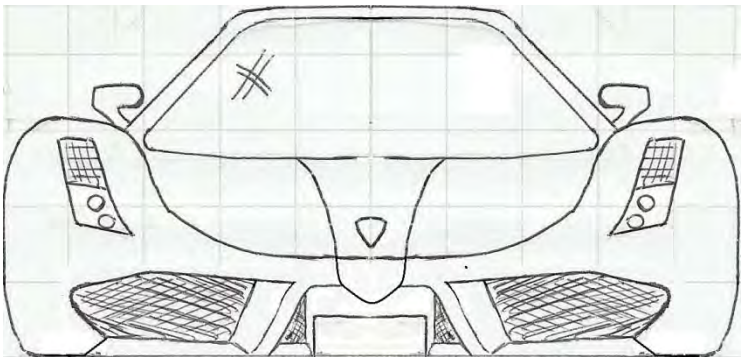


Fig. 1.3

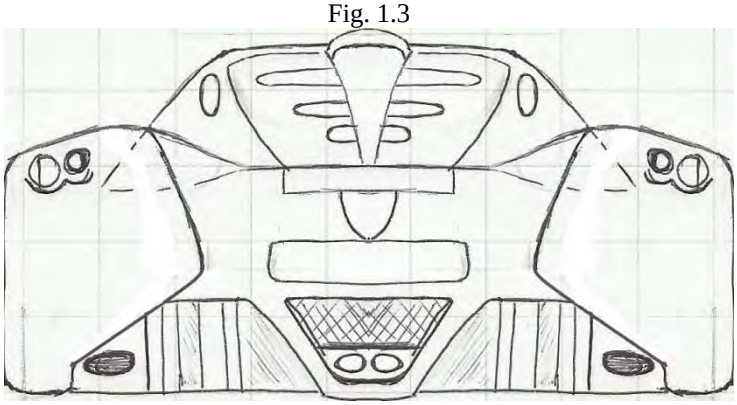


Fig.1.4

2. Secondo capitolo: fattori tecnici e regolamentari

Un oggetto nello spazio è definito da alcune misure fondamentali e generali: la lunghezza, larghezza e altezza complessive. Tuttavia un'automobile è definita anche da alcune quote caratteristiche: il passo o interasse, ovvero la distanza tra i due assali, anteriore e posteriore. Le carreggiate anteriori e posteriori, rispettivamente la distanza dei centri ruota delle due ruote anteriori e posteriori. Gli sbalzi anteriore e posteriore, rispettivamente la distanza del fuori tutto anteriore dall'assale anteriore e del fuori tutto posteriore dall'assale posteriore. L'altezza da terra, la distanza tra il suolo e la parte più bassa dell'auto.

Si riportano di seguito le quote fondamentali dell'auto e le misure specifiche della stessa, che sono il risultato dell'interazione tra le dimensioni imposte dalla piattaforma base e quelle regolamentari:

- Lunghezza massima: 4970 mm
- Larghezza massima: 2100 mm
- Altezza massima: 1230 mm
- Passo o interasse: 2800 mm
- Sbalzo anteriore: 1375 mm
- Sbalzo posteriore: 795 mm
- Carreggiata anteriore: 1620 mm
- Carreggiata posteriore: 1650 mm
- Altezza da terra: 125 mm

Un'attenzione particolare è stata data alle normative riguardanti visibilità e sicurezza del conducente.

Dopo aver ricalcato su carta lucida la piattaforma base, ci si è resi conto che la posizione di guida del manichino di riferimento Oscar, che rappresenta schematicamente una persona di media statura ed è utilizzato per le prove di abitabilità e per determinare una corretta posizione di guida, prevista dal layout originale non era per nulla confortevole né rispettava le norme vigenti. Inoltre il ristretto spazio a disposizione per l'entrata/uscita del manichino dall'abitacolo rendevano tale operazione scomoda ed eventualmente pericolosa. È stato quindi deciso di ricollocarlo in modo da ottenere una posizione di guida sportiva ma nei limiti del comfort di una vettura per uso stradale. Ai fini della sicurezza è però necessario anche verificare che il capo del manichino non urti nessun componente dell'auto durante una rotazione dello stesso con perno nel punto H, in modo da non rendere vano un eventuale intervento dell'airbag. Dopo una serie di valutazioni e tentativi di posizionamento, si è optato per traslare il montante anteriore (una delle parti di possibile modifica del telaio) in modo da aumentare lo spazio dell'abitacolo tra montante A e B. inoltre è stata modificata leggermente la posizione ed inclinazione del punto H:

- X_h=1260 mm
- Y_h=-290 mm

- Z_h=155 mm
- inclinazione busto: 20°

In tal modo si è ottenuta una posizione di guida ritenuta confortevole, compatibilmente con l'ipostazione prettamente sportiva dell'auto e con la normativa vigente. Sarebbe anche stato possibile ruotare il montante anteriore, ma questo avrebbe influito negativamente sulla visibilità e per questo tale modifica non è stata apportata. Inoltre alzando il punto di appoggio del tetto sopra il lunotto, il tetto sarebbe risultato leggermente obliquo, fatto sconveniente per il corretto respiro del motore attraverso l'airscope. Il vantaggio di arretrare il montante A comporta anche un aumento di tutto lo spazio occupato dalla portiera, con un indubbio vantaggio per l'entrata/uscita del pilota dall'abitacolo.

Per poter essere omologata, una nuova autovettura deve soddisfare delle normative molto precise che riguardano tutta una serie di valori e di prove che la macchina deve rispettare e superare.
In tale sede si sono considerate solo le norme più importanti, in quanto il campo è piuttosto ampio.

- prova di crash
  Il veicolo viene lanciato contro un ostacolo fisso con direzione obliqua alla velocità di 55 km/h. Al termine della prova devono essere conservate alcune funzioni base, come la possibilità di aprire le porte. In tale sede la prova è stata considerata marginalmente in quanto si è ritenuto che il telaio non sia stato modificato in misura apprezzabile da comportare problemi per tale prova.
- Prova del pendolo
  E' una prova statica. Un pendolo con una mazza all'estremità viene fatto ruotare ed impattare contro la vettura ad un'altezza che negli USA è di 508mm. Tale urto deve interessare solo la zona deformabile (paraurto anteriore) e non parti mobili od apribili (vani) né i fari anabbaglianti. Per tale motivo è stato verificato che il paraurti dall'auto fosse tale da soddisfare tali proprietà, curando con attenzione la posizione del taglio del cofano anteriore e la posizione dei fari anabbaglianti.
- Altezza minima da terra
  La norma stabilisce un'altezza minima della vettura di 120 mm in condizioni statiche. Per avere un certo margine di lavoro è stato fin da subito deciso di adottare per la macchina un'altezza minima di 125 mm.
- Angoli di visibilità
  Deve essere verificato che la retta inclinata di 5 gradi rispetto alla linea orizzontale partente dall'occhio del manichino non intersechi alcun punto dell'anteriore e che quella inclinata di 7 gradi invece non intersechi almeno un punto (che sarà di fatto il punto più basso).
  Queste regole hanno costretto ad abbassare leggermente i passaruota rispetto l'idea originale mentre il cofano, in cui c'è il punto più basso, ha superato il controllo e quindi non è stato modificato.
- Angoli di attacco e di uscita
  Il primo rappresenta la massima pendenza superabile ed è l'angolo formato dalla linea di terra con la retta tangente alla parte inferiore del paraurti anteriore con il punto a terra del bordo esterno della ruota anteriore. Non deve essere minore di 7°. Anche l'angolo di uscita, verificato nello stesso modo descritto, ma relativamente alla parte posteriore, non deve essere minore di 7°.
- Posizione dei fari
  I fari anabbaglianti, secondo la normativa vigente, non devono mai essere con il loro punto più basso ad un'altezza inferiore a 500mm e con quello più alto non devono superare l'altezza massima da terra di 1200mm. Inoltre sono previsti altri due limiti che sono la distanza minima tra i due bordi interni dei proiettori che non deve essere inferiore a 600mm e la distanza dei bordi esterni rispetto all'estremità laterale dell'autoveicolo che non deve superare i 400mm.

Nella parte anteriore dell'auto è stato considerato un ingombro dal fuori tutto di profondità pari a 200 mm, adattato con le esigenze di spazio dettate dalla linea di stile adottata per la carrozzeria, per tener conto delle esigenze tecnico/regolamentari imposte dalla prova di crash e del pendolo (tale zona, paraurti, deve potersi deformare in modo opportuno per assorbire una certa quantità di energia cinetica derivante da un impatto normato).

3. Terzo capitolo: dettagli di carrozzeria.

Dopo la definizione delle linee di stile principali e del rispetto delle norme si è passati alla definizione dei dettagli della carrozzeria.
Si sono per prima cosa previste le prese d'aria e gli sfoghi della stessa. Sull'anteriore sono state previste quattro prese d'aria di cui due piuttosto ampie in posizione più esterna e due più piccole collocate ai lati della posizione della targa. La geometria delle prese anteriori è stata studiata per essere combinata con la scelta stilistica di inserire due piloncini al di sotto del muso della vettura in modo da ricordare una moderna monoposto con il caratteristico alettone. Gli sfoghi invece sono stati previsti nella parte del passaruota che si collega con le sue linee a quelle della portiera, combinando l'estrazione dell'aria calda proveniente sia dai freni che dai radiatori. Nella parte posteriore le prese d'aria sono state collocate appena dietro la portiera ed è stato previsto un unico sfogo centrale al di sopra dei due scarichi centrali. Inoltre si potrebbe pensare all'adozione di sfoghi aggiuntivi combinati con il fondo vettura che prevede, proprio per la natura sportiva della vettura, due estrattori per aumentare il carico aerodinamico. Altro particolare sono i due scarichi più esterni che assieme agli altri particolari citati concorrono alla definizione del posteriore che nel complesso risulta molto

innovativo con delle scelte dei volumi particolari, con vari cambi di pendenza che si armonizzano con le linee derivanti dal cofano motore. La fanaleria posteriore è stata scelta ispirandosi alle linee classiche delle vetture Ferrari e quindi cercando di mantenere il family feeling dell'azienda, mentre all'anteriore sono stati adottati dei fanali con una linea affusolata conforme con le linee della parte anteriore. Per concludere grazie all'ausilio del software di modellazione 3D siamo stati in grado di renderci conto di un errore commesso nella progettazione della portiera in quanto non era stato previsto lo spazio per la discesa del finestrino laterale e quindi di modificare la parte interessata ed eliminare l'errore.

Fig. 3.1

4. Quarto capitolo: il piano di forma

Il piano di forma serve per definire in maniera rigorosa la vettura (oggetto tridimensionale) attraverso una serie opportuna di viste e sezioni in un foglio (bidimensionale). In particolare, le viste adottate sono:

- fianco: si tratta della vettura vista lateralmente. Generalmente si rappresenta il fianco dalla parte del guidatore e per le auto europee risulterà che il muso della macchina è rivolto verso sinistra. È stata la prima vista ricavata, essendo questa la più rappresentativa ed intuitiva. Con tale vista sono state stabilite, tra le altre cose, lunghezza e altezza complessiva dell'auto.
- Pianta: si tratta della vettura vista dall'alto. Tale vista, ricavata in seguito al fianco, ha permesso di stabilire la larghezza massima, in base agli ingombri del telaio e alla larghezza dei pneumatici scelti. È stato anche definito l'andamento del curvano in senso trasversale e longitudinale.
- Prospetti anteriori e posteriori: sono state le due ultime viste ricavate. Sono servite per definire la linea del muso e del posteriore dell'auto, anche se per vedere l'andamento di questi nello specifico sono state necessarie delle sezioni, specificate più avanti.

Per poter procedere in modo sensato e rigoroso nella definizione del piano di forma è stato scelto di ricalcare su carta lucida la piattaforma base a disposizione, in scala 1:5. Inoltre è stata subito tracciata una griglia di riferimento per poter effettuare le corrispondenze che ci devono essere tra le varie viste. Particolare attenzione è stata data alle misure fondamentali specifiche del lay out a disposizione, che si riportano di seguito:

- altezza max del motore: 705 mm
- altezza max da terra dei radiatori dell'acqua: 275 mm
- altezza max da terra dei radiatori dell' olio: 620 mm
- larghezza degli pneumatici scelti: anteriore:325 mm; posteriore: 345 mm

Dovendo lavorare contemporaneamente sulle quattro viste dell'auto è necessario che le rispettive misure corrispondano. Per tale motivo ogni modifica riportata su una delle viste va ad influire in tutte le viste e in generale anche sulle sezioni che interessano quella parte della macchina. Quindi, partendo dal fianco con un certo "numero di gradi di libertà" man mano che si sono ricavate le viste successive, tali gradi di libertà si sono ridotti e sono conseguentemente aumentativi vincoli dimensionali che legano le varie viste.

Una volta definite le viste fondamentali si è proceduto con la determinazione delle sezioni della stessa. Infatti le sole viste non sono sufficienti a definire completamente l'andamento dell'oggetto in esame, specialmente se questo è così complesso come la carrozzeria di un'auto. In particolare nel settore automotive sono previsti tre tipi di sezioni, le sezioni trasversali, assiali e longitudinali.

- Sezioni trasversali: sono le sezioni eseguite attraverso un piano perpendicolare all'asse X. Sono le più

significative e servono per indicare l'andamento dell'auto nel suo complesso dal musetto alla parte posteriore. Possono essere rappresentate in loco nei due prospetti anteriore e posteriore, oppure ribaltate a 90 gradi nel fianco. Questo perché le sezioni trasversali della parte centrale dell'auto rappresentate nei prospetti risulterebbero poco chiare perché in quanto si troverebbero tutte più o meno sormontate al contorno esterno dell'auto. Per tale motivo vengono ribaltate a 90 gradi e rappresentate sul fianco. Convenzionalmente la sezione alla quota x viene fatta corrispondere ribaltata nel fianco con la parte più esterna sulla stessa quota x. Nel lavoro svolto sono state adottate tali sezioni lungo tutta l'auto, con passo di 200 mm, fatta eccezione per la parte posteriore in cui è stato necessario variare il passo per far meglio vedere l'andamento di tale zona. Le sezioni della parte centrale (comprese tra i due assali) sono state ribaltate e rappresentate sul fianco.

- Sezioni assiali: sono le sezioni eseguite attraverso un piano perpendicolare all'asse Z e sono utili per dare l'andamento del padiglione e del lunotto dell'auto. In particolare sono state rappresentate tre di tali sezioni (visibili in pianta) con passo di 100 mm.
- Sezioni longitudinali: sono le sezioni eseguite attraverso un piano perpendicolare all'asse Y. Definiscono l'andamento della vettura nel senso longitudinale, ma in genere non sono indispensabili perché le informazioni che danno tali sezioni possono essere ricavate attraverso i due precedenti tipi di sezione. Nel lavoro svolto non si è ritenuto necessario eseguire tali sezioni; infatti avendo eseguito sezioni trasversali con passo relativamente stretto (200 mm) e considerando il contributo dato dalle sezioni assiali l'andamento della carrozzeria risulta già sufficientemente chiaro.

5. Quinto capitolo: suddivisione delle parti della carrozzeria

La carrozzeria di un'automobile non può essere realizzata in un unico pezzo per ovvi motivi di montaggio e di realizzabilità. Nel nostro caso abbiamo deciso le seguenti suddivisioni:

- Insieme di paraurti anteriore e copriruota: abbiamo adottato una suddivisione in quattro parti che permetta sia la realizzabilità che il montaggio di queste parti (come mostrato in figura 5.1). Questa soluzione però risulta antiestetica e quindi si è deciso per il caso in esame di eseguire una lavorazione successiva al montaggio che renda non visibili le linee di giunzione dei pezzi. Queste parti comprendono anche tutte le prese d'aria e gli sfoghi della parte anteriore oltre ai gruppi ottici anteriori.

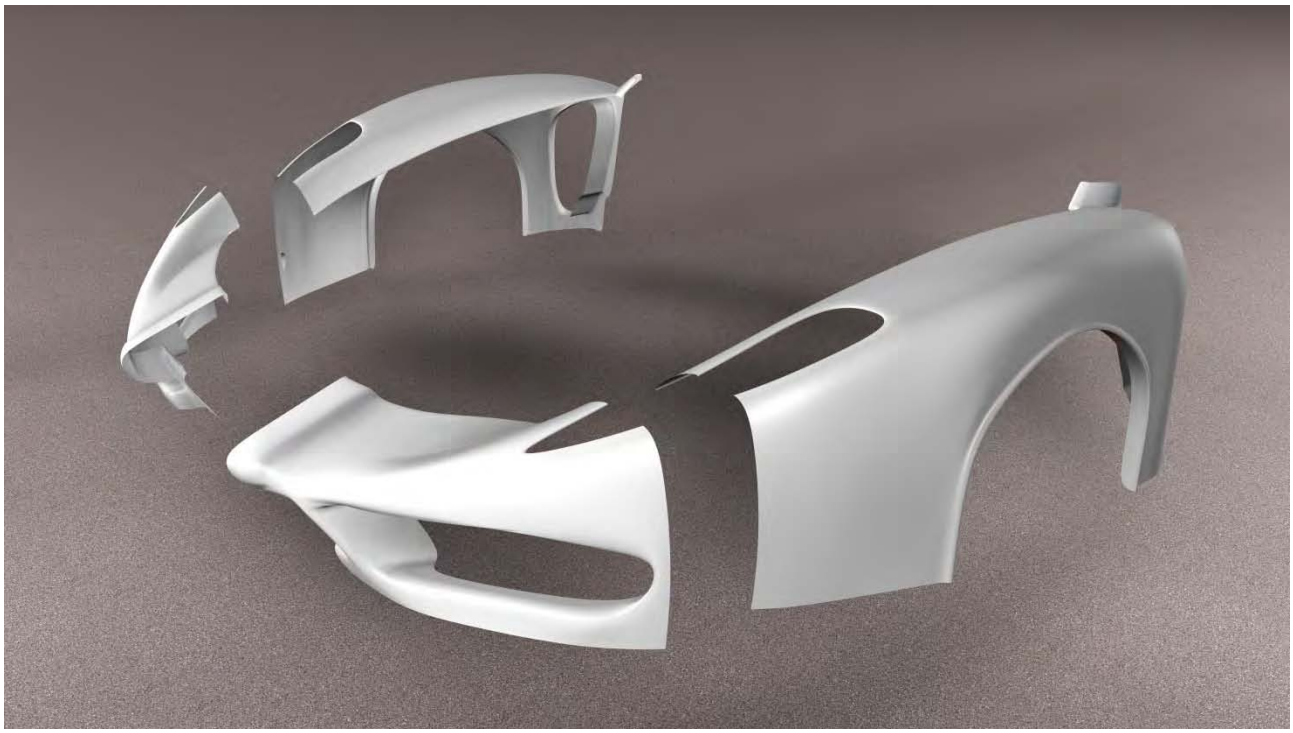


Figura 5.1

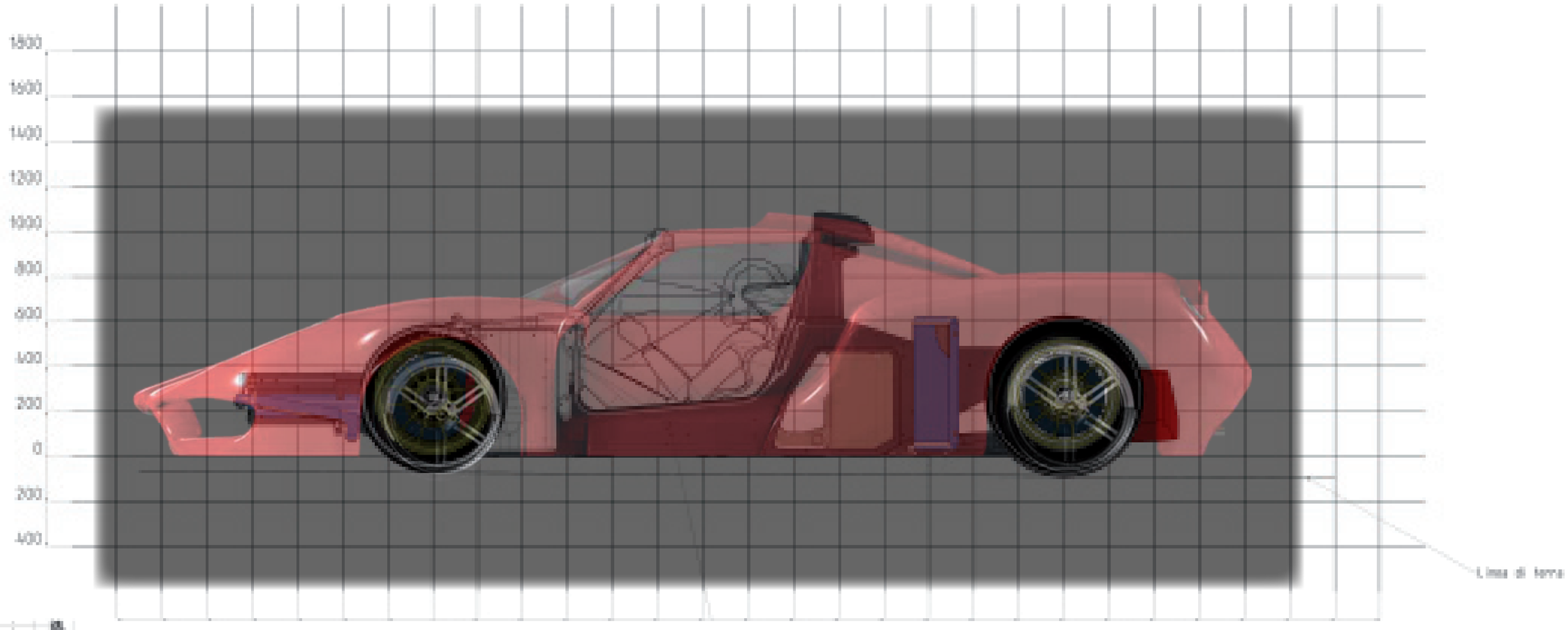
- Cofano anteriore: collocato nella parte centrale dell'anteriore e incernierato nella zona adiacente al curvano.
- Montanti anteriori e tetto: questa parte costituisce la parte dove trovano appoggio i lati del parabrezza superiore e laterali, comprende il montante A e la parte anteriore dell'airscope fino a raggiungere il montante B.
- Portiere con finestrini e brancardi integrati.
- Cofano motore: parte, incernierata nella zona del montante B, che comprende il resto dell'airscope, il lunotto posteriore oltre alla parte di carrozzeria che ricopre il motore e gli organi meccanici posteriori.

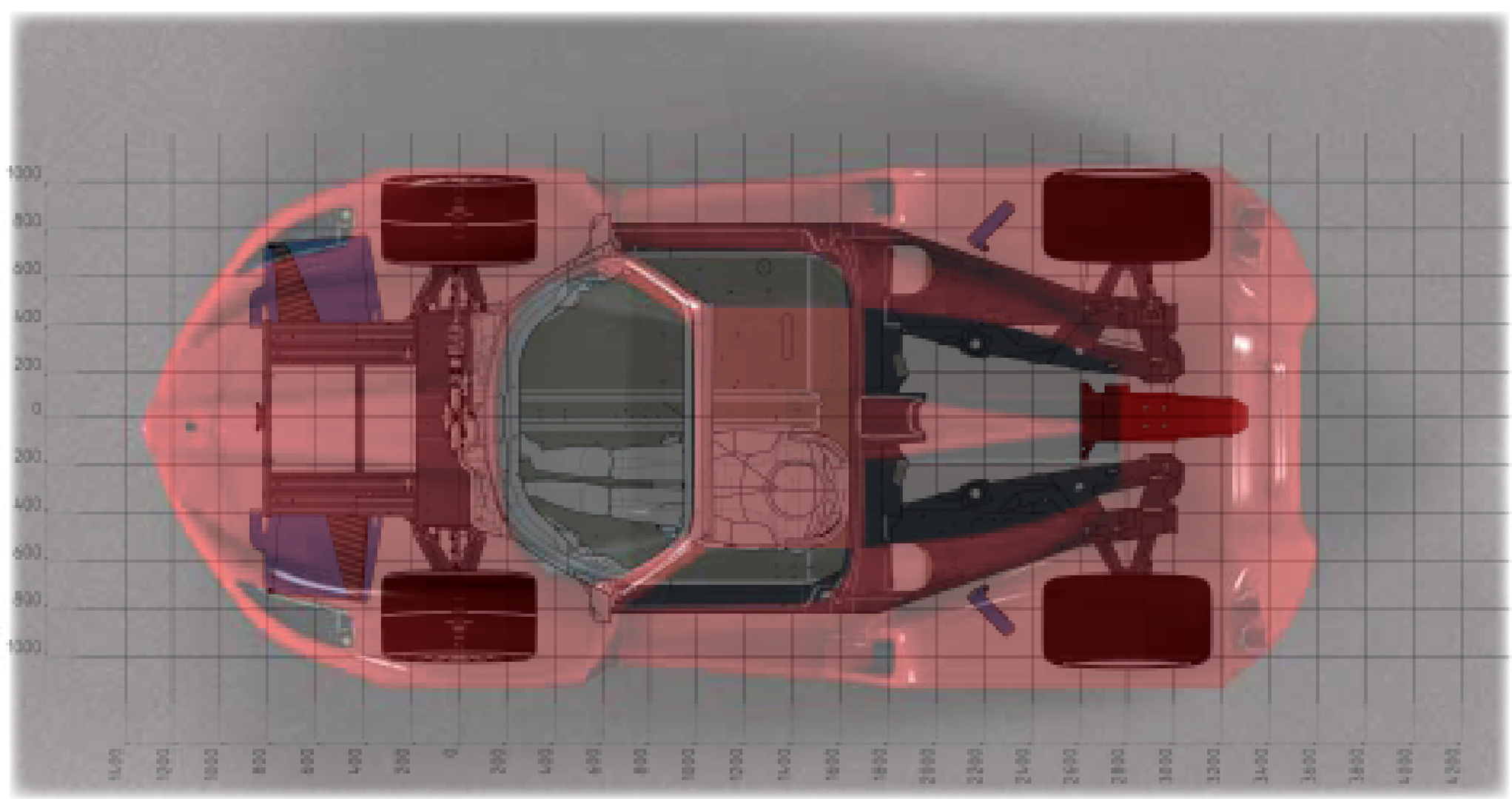
- Fiancata: parte, divisa in due zone, che copre il lato della vettura nella zona lasciata scoperta da portiera e cofano motore fino alla zona del passaruota posteriore. Comprende parte delle prese d'aria posteriori completate nella zona del cofano motore.
- Posteriore: parte che comprende la fanaleria posteriore oltre agli scarichi, agli estrattori, allo sfogo dell'aria e alla targa.
-

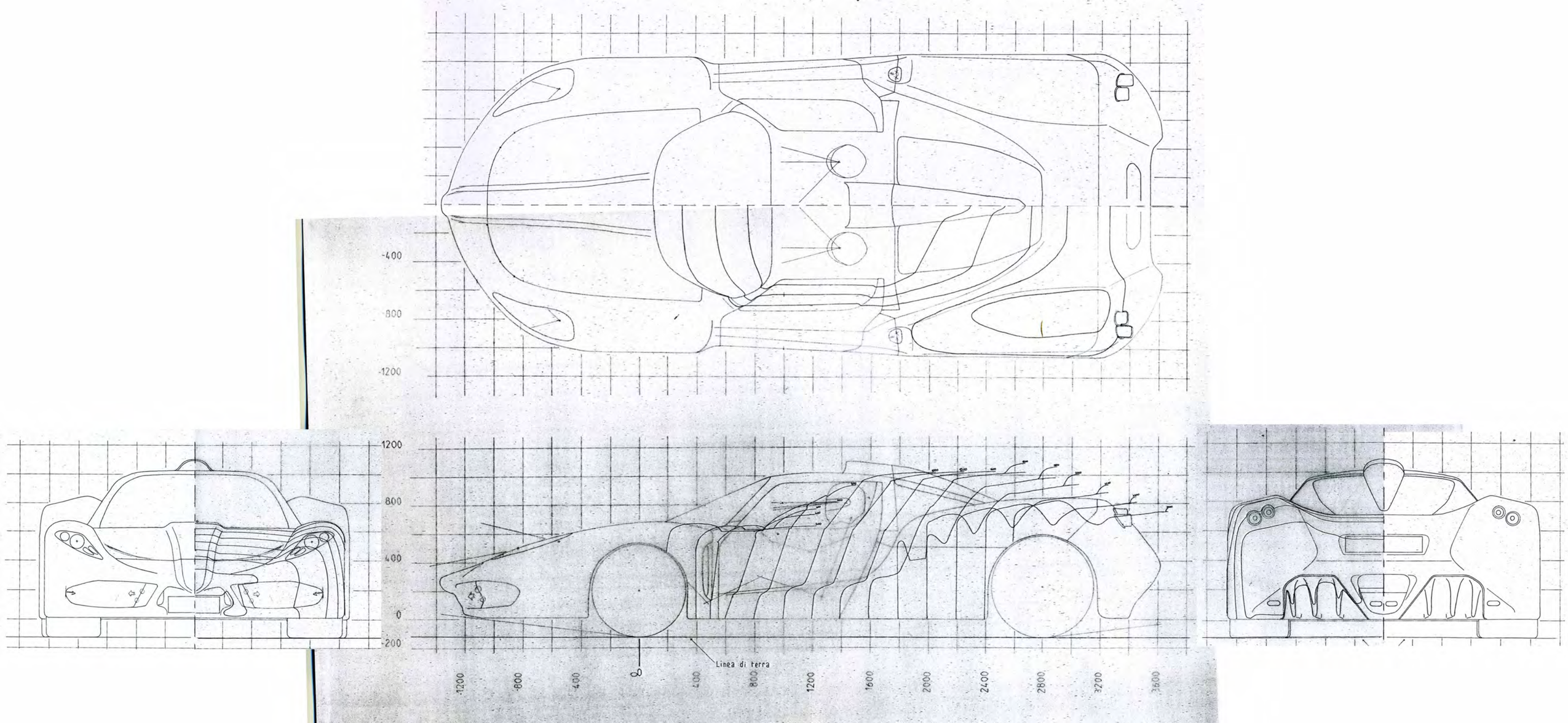
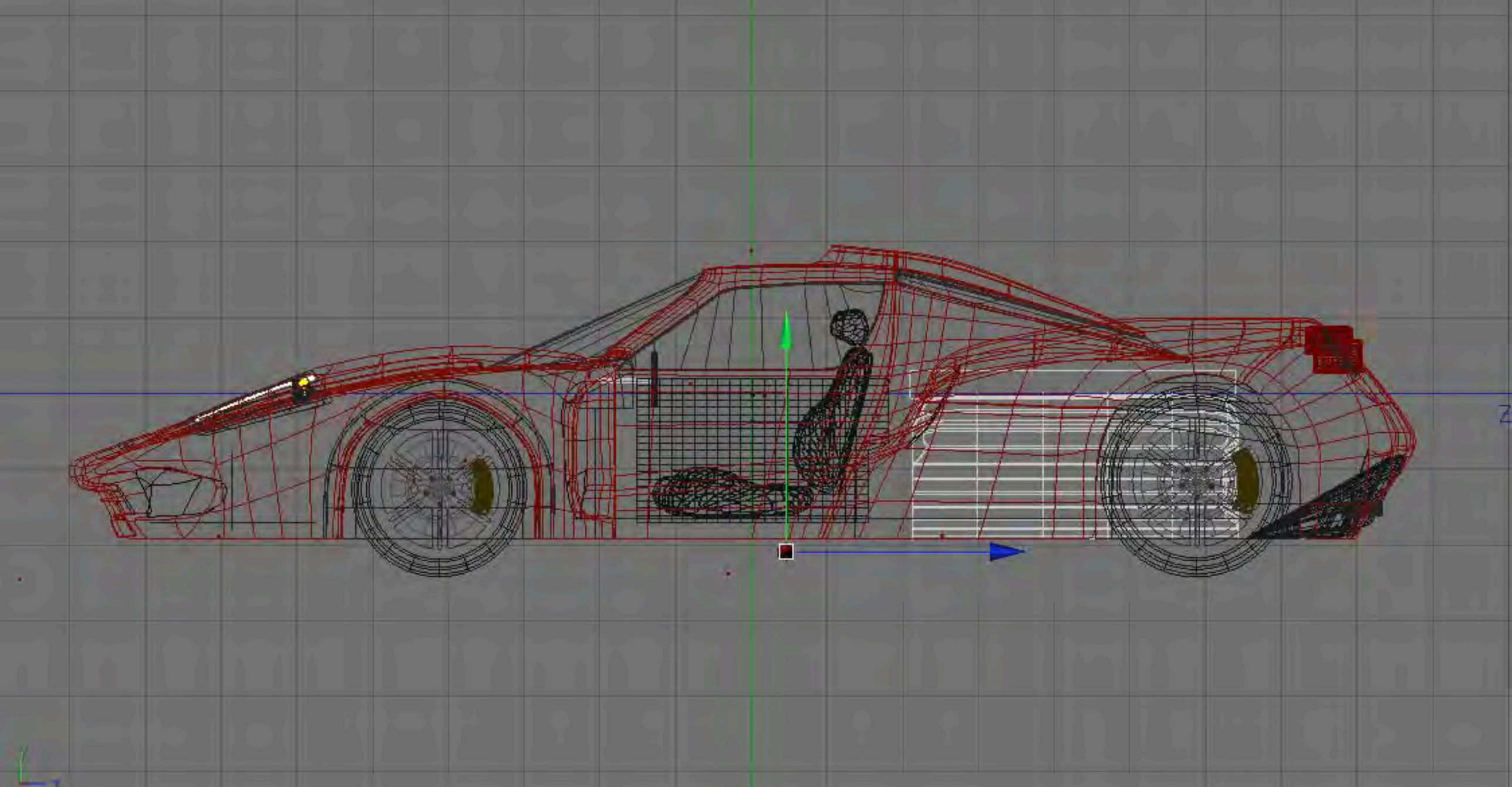
6. Sesto capitolo: conclusioni

Utilizzando la prestigiosa piattaforma base della Ferrari Enzo, nel rispetto del briefing di progetto e adattando il layout alle norme vigenti nel settore automotive, è stata disegnata una carrozzeria con uno stile influenzato da soluzioni estreme, prettamente da auto da competizione, ma che mantenesse l'indiscutibile eleganza delle vetture della casa di Maranello. La linea stilistica ottenuta cerca di far interagire le ispirazioni derivanti dalle indiscusse icone di stile del passato con soluzioni più moderne ed innovative.
Per concludere, considerando l'ispirazione ad una vettura estrema come le monoposto di F1 e la base utilizzata per la realizzazione, la vettura è stata battezzata: Ferrari F898 GTO.
Seguiranno alcune viste del modello 3D della vettura ottenute mediante il software di grafica tridimendionale.

FERRARI
Ferrari


1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
200
400
Linea di terra




-400
-800
-1200
1200
800
400
0
-200
Linea di terra
-1200
-800
-400
0
400
800
1200
1600
2000
2400
2800
3200
3600