

Università degli Studi di Modena e Reggio  
Emilia

Facoltà di Ingegneria "Enzo Ferrari"

# Disegno di Carrozzeria e Componenti "Una F1 stradale"



Ferrari 150 GT

Ivana Libonati	matr. 59463
Stefano Maglio	matr. 59559
Antonio Pagliarisi	matr. 59551
Marianna Silingardi	matr. 60061

# Introduzione

---

All'interno del percorso universitario risulta una sfida avvincente affrontare il progetto di carrozzeria, in particolare se verte su di una Ferrari.

La difficoltà oggettiva di affrontare tale studio viene complicata dal trovarsi di fronte una vettura che, seppure estremamente sportiva, deve raggiungere un alto livello di eleganza per garantire il "family feeling" aziendale.

La Ferrari, infatti, rappresenta nel mondo lo stile Italiano ed è, da sempre, simbolo di potenza e successo, grazie alla sua lunga e vittoriosa storia nell'automobilismo sportivo, essendo l'unico costruttore da sempre presente in Formula Uno.

Concetto base di ogni Ferrari è avere un'esemplare compromesso tra tecnologia, innovazione ed estetica, non solo negli elementi meccanici ma anche nelle linee che, pur restando aggressive, risultano sempre e comunque raffinate.

Nel seguito della relazione è presentata una personale soluzione ad un possibile restyling della Ferrari Enzo.

## Descrizione Del Progetto

---

Come base del progetto è stata fornita la piattaforma della Maserati MC12. Su di questa è stato richiesto di progettare una carrozzeria che rispettasse, a parte ovviamente la fattibilità tecnica, anche il family feeling Ferrari. Per questa ragione è stata tenuta da conto anche la Ferrari Enzo, veicolo realizzato dall'azienda come una Formula 1 'stradale'.

Oltre ai dati tecnici fondamentali, come ingombri del motore, passo e carreggiata, sono stati dati vincoli riguardanti il telaio, la dimensione e la posizione dei radiatori di acqua e olio e del serbatoio della benzina insieme al lay-out delle sospensioni.

La difficoltà del progetto è data dalla richiesta di mantenere la riconoscibilità della vettura pur introducendo elementi innovativi nella linea.

I dati tecnici della Ferrari Enzo che sono stati tenuti in considerazione sono:

Lunghezza	4702 mm
Larghezza	2035 mm
Altezza	1147 mm
Passo	2650 mm

Carreggiata anteriore 1660 mm  
Carreggiata posteriore 1650 mm  
Massa 1365 kg (1155 kg per la FXX).  
Cerchi 19" in lega leggera, anteriori 9Jx19 e posteriori 13Jx19;  
Pneumatici anteriori 245/35 ZR19, posteriori 345/35 ZR19.

## Le Normative

---

Nella realizzazione dell'auto sono state rispettate le norme previste dall'ente omologatore per poter poi rendere la carrozzeria, e di conseguenza l'auto, omologabile per messa su strada.

Alcune norme hanno inciso profondamente su alcune scelte delle linee dell'auto, andando a modificare quelle che potevano essere le idee iniziali.

Unica eccezione sono state le norme per quanto riguarda l'urto pedone. Il progetto di questa autovettura riguarda un modello che dovrebbe essere prodotto in un numero inferiore alle 500 unità, per questo motivo si può prescindere da questo tipo di restrizioni. In particolare è prevista una produzione di 150 unità, in onore del 150° anno dell'unità d'Italia.

Partendo dal basso possiamo riassumere le principali norme a cui si è fatto riferimento.

Il fondo vettura è posto a 120 mm dalla linea di terra, rilevata come tangente alle ruote anteriori e posteriori. Nella prova di omologazione viene fatto scorrere, sotto il fondo della vettura, nello spazio compreso tra i due assali, un parallelepipedo di 120 mm di spessore, che non deve assolutamente toccare alcuna parte dell'auto e fuoriuscire dalla parte opposta senza riportare striature da contatto.

Gli angoli di attacco e uscita della carrozzeria, intesi come angoli costituiti dalla retta tangente alla ruota e al punto più esterno della carrozzeria e il suolo devono misurare almeno 7°. Il valore viene verificato facendo affrontare alla vettura una rampa che simula l'accesso a garage o seminterrati.

Un altro valore che ha inciso molto, specie sulla conformazione della zona frontale dell'auto, riguarda l'altezza minima della zona deformabile.

La prova di omologazione o anche "prova del pendolo" viene effettuata facendo colpire con una mazza posta a 508 mm da terra la zona frontale dell'auto. Affinché la prova sia superata, dopo l'urto non deve essere stata colpita nessuna parte della carrozzeria e dei proiettori anabbaglianti. A questo proposito tutte le parti "delicate" del muso della macchina sono state posizionate ad un'altezza di sicurezza maggiore dei 508 mm.

Per quanto riguarda tutto il gruppo luci, costituito da luci di posizione, luci abbaglianti ed indicatori di direzione, questo deve essere posizionato all'interno della sagoma del veicolo ad un'altezza da terra minima di 350 mm da terra e con una distanza interna minima tra loro di 600 mm. Devono inoltre distare dal fuori tutto dell'auto non meno di 400 mm.

Gli anabbaglianti anteriori devono invece essere posti ad una distanza minima tra loro di 600 mm; distanza massima dal fuori tutto di 400 mm ed ad una altezza da terra compresa tra 500 mm e 1200 mm.

I gruppi ottici anteriori sono costituiti da due fari, a luce centrale, uno dei quali funge da abbagliante e l'altro da anabbagliante. Ogni faro garantisce un fascio luminoso di ampiezza tale da rispettare in verticale i 15° verso l'alto e 10° verso il basso come da normativa, mentre orizzontalmente illumina una zona compresa tra i 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno.

In particolare, il gruppo ottico adoperato permette anche di avere una visibilità di 45° verso l'esterno per entrambi i fari (e non solo il sinistro), al fine di consentire l'eventuale omologazione per la guida a destra.

È stato accuratamente verificato che i fasci luminosi ipotizzati non intersechino la carrozzeria in alcun punto in modo da garantire una visione ottimale senza ombre o ostacoli.

Per quanto riguarda il posteriore, invece, ci sono molte meno restrizioni.

Sono obbligatorie le luci d'arresto, almeno un retronebbia e le luci per la retromarcia. Queste devono essere sempre visibili anche quando viene aperto il cofano e vanno quindi posizionate sulla parte fissa della carrozzeria.

Le luci anabbaglianti posteriori sono state posizionate ad un'altezza da terra compresa tra 350 e 1500 mm; mentre le luci secondarie ad un'altezza compresa tra 500 e 1200 mm; la distanza massima dal fuori tutto è stata considerata per entrambi di 400 mm e quella minima tra i gruppi di 600 mm.

Al posteriore il faro esterno ingloba le luci di arresto e l'indicatore di direzione, il gruppo interno, invece, è formato dal retronebbia e dalla luce indicatrice di retromarcia.

Per tutte le aperture poste sulla carrozzeria, ad esempio come le prese d'aria per il raffreddamento dei radiatori dell'olio, poste sulla fiancata, in prossimità del passaruota posteriore, è stato verificato che non possa entrare una sfera di 190mm di diametro, come da normativa vigente.

Per determinare invece gli angoli di visibilità dall'interno dell'abitacolo, sia in senso frontale che laterale, è stato necessario, per prima cosa, inserirvi il manichino regolamentare Oscar, costituito da una serie di elementi che simulano gli arti, il busto e la testa di un adulto di media statura (di altezza 178 cm). Inoltre, vari pesi sono collocati nei centri di gravità di ogni singolo elemento, in modo da simularne la propria massa: la massa complessiva del manichino deve essere di 75 kg  $\pm$  1%.

Fondamentale, nel posizionamento del manichino, è l'individuazione del cosiddetto punto H, che è dato dall'intersezione tra l'asse attorno a cui ruotano le gambe del manichino, rispetto al busto, ed un piano verticale passante per la mezzeria del sedile di guida. Per ogni determinazione del punto H e dell'angolo effettivo di inclinazione dello schienale (angolo formato dall'incontro della verticale passante per il punto H con la linea di riferimento del tronco del corpo umano rappresentato dal manichino regolamentare), il sedile considerato è collocato nella posizione di guida o nella posizione di utilizzazione normale più bassa e più arretrata.

"Oscar" è stato posizionato nell'abitacolo in modo tale da fargli assumere una posizione corretta dal punto di vista della sicurezza, della guidabilità e del comfort di marcia.

È stato verificato anche che, in caso di urto frontale, la testa di Oscar non incontri nessun ostacolo sulla sua traiettoria verso il volante dove è pensato il dispositivo di sicurezza dell'airbag. Nel caso in oggetto lo schienale è stato inclinato di 21° e il punto H è situato a 275 mm dalla linea di terra e 1240 mm dall'asse ruota anteriore e a 300 mm dall'asse di simmetria. Tale sistemazione ci ha consentito di ottenere un angolo

di visibilità frontale di almeno 5° lungo tutta l'estensione del cofano anteriore e di 7° in almeno un punto della carrozzeria, (tra musetto e passaruota).

Considerando poi il manichino "monocolo" sono stati valutati gli angoli di visibilità laterali. In particolare sono stati tenuti in conto 15° sul lato sinistro di Oscar e 45° sul lato destro.

Sempre nel rispetto della normativa vigente sono state posizionate le targhe, sia anteriore che posteriore, in particolare la targa anteriore ha dimensioni 360mm x 110 mm, quella posteriore di 520mm x 110mm. Inoltre, specie per quella posteriore, è stato verificato che l'altezza da terra sia superiore ai 250 mm. Sempre per la targa posteriore è stata prevista l'illuminazione e una leggera inclinazione per migliorarne la visibilità.

## Lo Stile

---

L'idea di base che ha guidato le scelte del gruppo è stata quella di riproporre le linee di una vettura da Formula Uno omologata come vettura stradale.

Gli elementi caratterizzanti quest'aspetto sono principalmente il musetto sporgente rispetto al cofano e le pance laterali prominenti. Anche le linee delle ali anteriori, divise in tre settori a lato e uno solo centrale vogliono richiamare, aiutate dai piantoni, le tipiche forme di una vettura di Formula Uno degli ultimi anni.

Lo stesso concetto è alla base anche della superficie aerodinamica posteriore, non invasiva dal punto di vista estetico, e della luce a led posizionata sul diffusore, subito dietro al cambio, come nelle monoposto da gara.

Oltre al vetro nella parte posteriore, tipico delle auto sportive, che permette di avere il motore a vista, è stato pensato anche un tetto panoramico che dia l'idea di avere una visuale dall'alto sul pilota in modo analogo alla vettura di Formula Uno.

Altro richiamo molto evidente è nella parte posteriore della vettura dove il posizionamento degli sfoghi dell'aria del radiatore, della frizione e del cambio è stato ideato come facente parte di un'area di colore nero che richiami gli scarichi di una recente Ferrari da Formula Uno.

È stata perseguita la stessa linea di pensiero nel "nascondere" le maniglie e l'azionamento per l'apertura degli sportelli all'interno delle pance laterali: enfatizzano la linea estetica della macchina e nel contempo non si riflettono in problemi aerodinamici.

Per continuare l'ideale innovatore tipico di Ferrari sono state pensate, sia all'anteriore che al posteriore, le luci di posizione, gli indicatori di direzione, le luci di arresto e la luce di segnalazione retromarcia costituite tutte da luci a led.

Per richiamare la linea della carrozzeria, lo sportello che nasconde il bocchettone per il rifornimento del carburante è stato disegnato di forma triangolare. La cerniera di apertura di tale portello è posizionata sul vertice superiore del triangolo per permetterne il ribaltamento completo e fornire uno spazio più agevole

alle operazioni di rifornimento.

Una scelta, poi, dettata più che altro dall' eleganza ha portato all'adozione di terminali di scarico ovali.

Per esaltare il DNA sportivo della vettura, la scelta del colore della carrozzeria è caduta sul "rosso corsa".

Il legame che esisteva tra il fondatore della Casa di Maranello e l'Italia è sempre stato forte. Infatti su ogni vetture del Cavallino Rampante è sempre presente un richiamo all'Italia.

Consci di questo grande affetto di Ferrari per il nostro Paese, in occasione dei 150 anni dell'Unità d'Italia si è pensato di inserire un tributo al Tricolore Italiano che risulta visibile quando l'alettone posteriore si alza.

Anche il nome che è stato scelto per il progetto "Ferrari 150 GTO" è in relazione alle celebrazioni del Centocinquantenario dell'Unità Nazionale. In più la sigla "GTO" sta ad indicare una vettura nata con un DNA prettamente agonistico ma adatta anche all'uso stradale (Omologata).

## L'aerodinamica

---

La necessità di avere un elevato carico aerodinamico, una valida fluidodinamica interna e, al contempo, una riduzione della resistenza aerodinamica della vettura è stata la linea guida nella definizione delle forme e dei volumi della vettura in oggetto.

Queste necessità tecniche sono state recepite ed alcune di esse sono diventati importanti elementi stilistici in grado di caratterizzare la vettura nel vasto mondo delle vetture super-sportive.

Il frontale è caratterizzato da una grande griglia all'interno della quale è presente un elemento aerodinamico che richiama l'ala anteriore delle vetture di Formula 1 degli ultimi anni.

L'ala è suddivisa infatti in tre elementi per ogni estremità ed al centro presenta invece un profilo unico. Nascosta dalla griglia e poco sopra l'ala, è presente un'importante presa d'aria per il raffreddamento dei radiatori disposti obliquamente rispetto alla linea di terra.

Una scelta obbligata dato l'obiettivo di ridurre la resistenza aerodinamica generata dagli organi di raffreddamento e soprattutto dalla necessità di una elevata deportanza aerodinamica.

Per questa ragione, parte dell'aria viene indirizzata verso il fondo piatto al fine di massimizzare il valore di down-force.

Nel frontale della vettura è anche presente un'importante splitter in grado di incanalare il flusso d'aria sotto la vettura.

Lo sfogo dell'aria che attraversa i radiatori è previsto, invece, tra passaruota anteriore e portiera. Parte dell'aria calda proveniente dai radiatori può essere indirizzata ai freni carbo-ceramici di cui la vettura è dotata, al fine di avere i dischi in temperatura quanto prima.

I radiatori per il raffreddamento dell'olio del cambio e della frizione sono stati posizionati in posizione arretrata rispetto all'abitacolo, attorno al motore, con l'obiettivo di ottenere un effetto di soffiaggio di aria calda ( ad alto contenuto energetico) nella scia del veicolo, ottenendo un effetto 'base bleed'. Soffiando

aria nella scia della vettura, infatti, si aumenta la pressione di base con conseguente riduzione della resistenza aerodinamica.

Un ulteriore sfogo per l'aria calda è ricavato nella parte posteriore della vettura, al di sotto dell'alettone mobile. Lo sfogo è coperto da una griglia per evitare qualsivoglia infiltrazione di impurità.

Il fondo ospita le prese d'aria per il raffreddamento del vano motore che sfruttano le differenze di pressione (depressione) per incanalare i flussi in modo più efficiente. Tali prese d'aria contribuiscono al soffiaggio di aria molto calda ed ad elevato contenuto energetico nella parte posteriore del fondo piatto che sfocia in un diffusore, il quale massimizzerà l'estrazione dell'aria dal fondo vettura, con l'unico scopo di aumentare la deportanza.

I vapori all'interno del vano motore, invece, avranno possibilità di sfogo attorno al lunotto della vettura, dove tre estese griglie permetteranno l'evacuazione di eventuali vapori.

Al fine di ottenere un'elevata trazione, necessaria per elevate prestazioni, sul posteriore della vettura è stata installata una superficie aerodinamica attiva in grado di fornire il carico richiesto in tutte le condizioni di utilizzo.

Tale superficie può anche essere utilizzata come aerofreno per garantire un'ulteriore riduzione degli spazi di frenata in modo da renderli adeguati alle prestazioni della vettura, anche alle alte velocità.

L'ala in oggetto ha una larghezza di 800 mm per fornire un ulteriore richiamo visivo alle vetture di Formula Uno odierne.

## La Modellazione 3D

---

Per rendere più rappresentabile e immediatamente visualizzabile il progetto si è stato creato un modello 3D della vettura. Per far ciò è stato utilizzato il software Cinema4D, software in grado di operare con modellazione solida o per superfici con mesh 3D.

Il metodo tradizionale di lavorazione è tramite vertici, cioè gruppi di punti che possono sottendere delle superfici. Queste superfici possono essere a loro volta divise in "patch", con tre o quattro vertici regolabili ognuna. Muovendo i vertici su tre dimensioni si possono ottenere forme complesse.

Una volta conclusa la scena, questa viene renderizzata: vengono calcolate le ombre e le luci, i riflessi e le reazioni dei materiali alla luce.

Alla fine della modellazione delle superfici della carrozzeria il risultato è l'ottenimento dei rendering ovvero delle immagini che si avvicinano molto a quella che può essere una foto reale della carrozzeria. Naturalmente, in questa fase, la potenza di calcolo è fondamentale per ottenere un rendering quanto più fedele possibile alla realtà.

Il primo passo della modellazione è stato quello di rilevare (tramite scansione) il piano di forma della macchina e disporle all'interno della scena secondo i 3 piani facendo attenzione a rispettare le proporzioni. Partendo dal frontale sono stati posizionati i punti, facendo coincidere ogni spostamento su tutte le viste interessate.

Raggiunto un numero soddisfacente ed uniforme di vertici si è passato poi all'unione di questi e quindi alla creazione delle superfici opportunamente interpolate attraverso la funzione 'hypernurbs'.

Quest'ultima risulta essere la parte più difficile ed importante del modello poiché la qualità e l'uniformità delle superfici dipende proprio dalla disposizione dei punti nello spazio.

Una volta creata la carrozzeria in maniera grossolana si è proceduto alla rifinitura, andando ad aggiungere dettagli, migliorare le curvature, i raccordi degli spigoli in modo da renderla il più possibile conforme ad una carrozzeria reale.

Finita la carrozzeria si è passato poi ad una modellazione degli interni inserendo sedili, plancia e motore. Dopo aver creato l'ambiente adatto e scelto le impostazioni del motore grafico, compatibilmente con la potenza di calcolo a disposizione, è stato renderizzato il modello. Il risultato finale è stato molto soddisfacente come si può vedere da alcune immagini riportate in calce.

Il modello tridimensionale, in ogni caso, non si ripropone di seguire alla perfezione il disegno, ma serve solo per dare un'idea qualitativa di come dovrebbero svilupparsi le linee della carrozzeria.

## Soluzioni Tecniche

---

La lunghezza minima della vettura è stata ridotta quanto più possibile per contenere il peso che dovrebbe essere indicativamente minore di quello della Ferrari Enzo.

A questo proposito può risultare problematica la scelta di avere tutta la parte superiore della vettura in vetro. È quindi prevista una versione esclusivamente da pista (Versione XX) con un tetto in materiali compositi avanzati, per limitare la massa della vettura.

Il finestrino è 'a battuta', senza telaio di supporto. Per permettere l'apertura della portiera, esso sarà movimentato verso il basso automaticamente all'azionamento della leva di apertura della portiera e ritornerà in sede alla chiusura dello sportello.

A differenza della Ferrari Enzo che prevedeva l'apertura delle porte ad ali di farfalla, facendo perno su delle cerniere poste sul tetto, questo progetto prevede una apertura classica per le portiere in modo tale da permettere l'installazione del vetro panoramico sul tetto.

Le cerniere utilizzate sono quelle già predisposte sul telaio della MC12, non è, quindi, stata apportata alcuna modifica riguardo quest'aspetto.

Per garantire l'apertura dei finestrini laterali è stato ipotizzato un meccanismo che permette di abbassare il vetro facendolo ruotare attorno ad un perno posizionato all'interno della portiera. Il finestrino scorre lungo una guida circolare installata all'interno dello sportello, in corrispondenza della 'pancia' laterale.

È comunque possibile adottare il classico sistema di apertura per finestrini, consistente in due guide laterali che garantiscono la discesa guidata del vetro.

L'apertura del cofano anteriore è situata a 200 mm dal fuori tutto, è realizzata facendo alzare tutta la parte anteriore escludendo la zona dei fari. Il taglio prosegue sul laterale fino a raggiungere la parte piatta

superiore del cofano in cui sono posizionate le cerniere.

L'apertura del cofano motore prevede di alzare la parte che va da sotto l'alettone fino alla parte superiore del vetro, in corrispondenza del quale è posto un telaio in carbonio su cui vengono fissate le cerniere.

## RIEPILOGO DATI TECNICI:

Lunghezza: 4420 mm;

Larghezza: 2140 mm;

Altezza: 1190 mm;

Passo: 2800 mm

Sbalzo anteriore: 1000 mm;

Sbalzo posteriore: 620 mm;

Ruote anteriori: cerchio da 9 J x 21, pneumatico 255/25 ZR 21;

Ruote posteriori: cerchio da 12 J x 21, pneumatico 345/25 ZR 21.

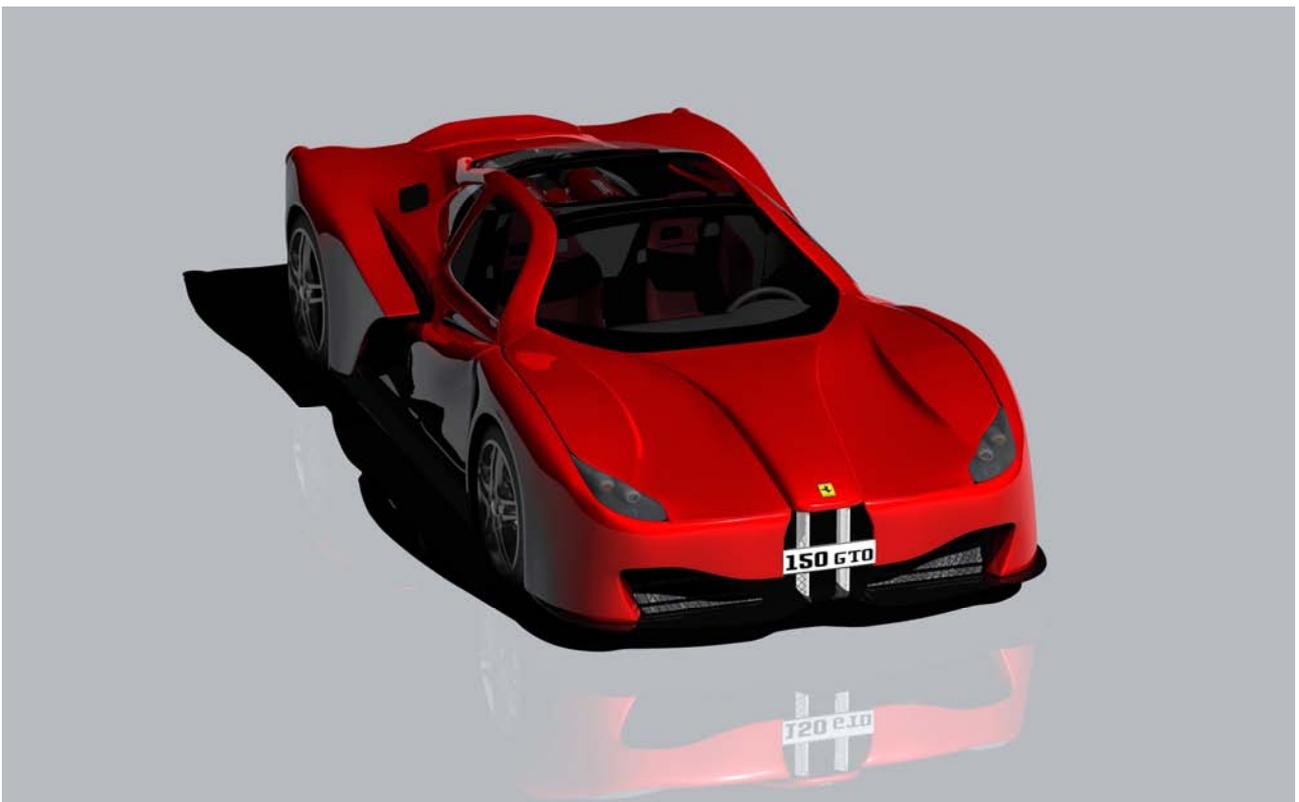


Immagine 1 – Sono qui visibili importanti richiami alla Formula 1 nel musetto realizzato sul cofano anteriore, nei supporti dell'ala e nell'alettone anteriore all'interno della presa d'aria.

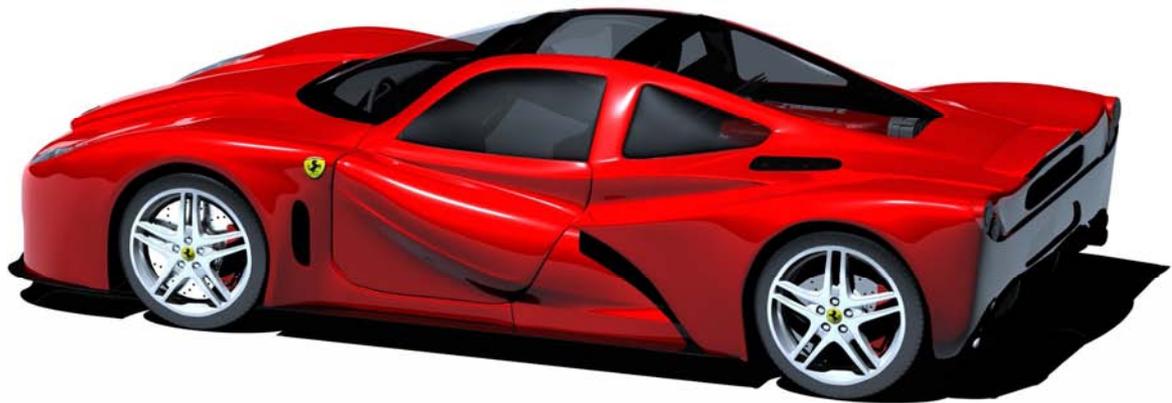
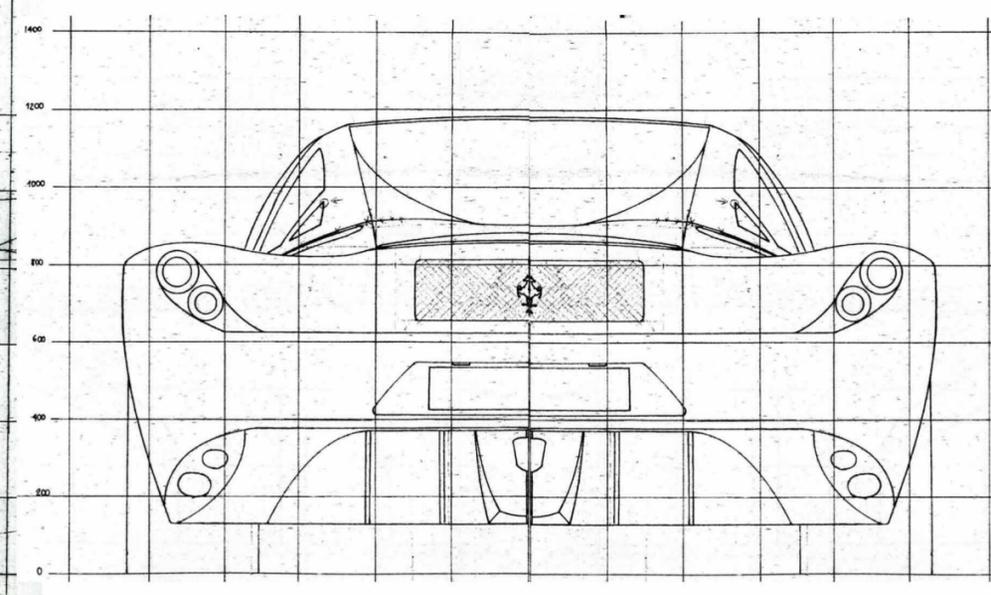
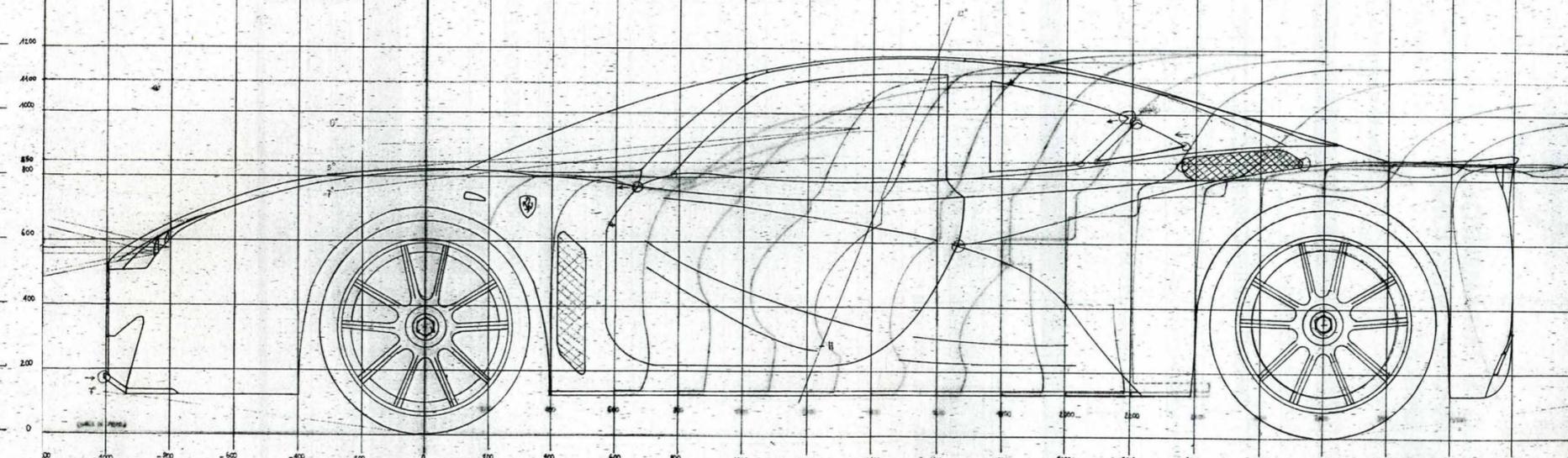
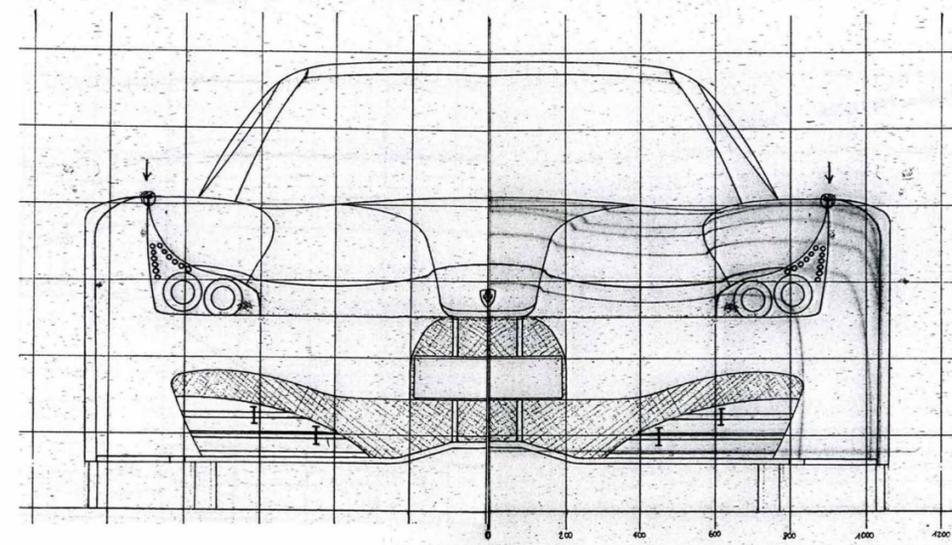
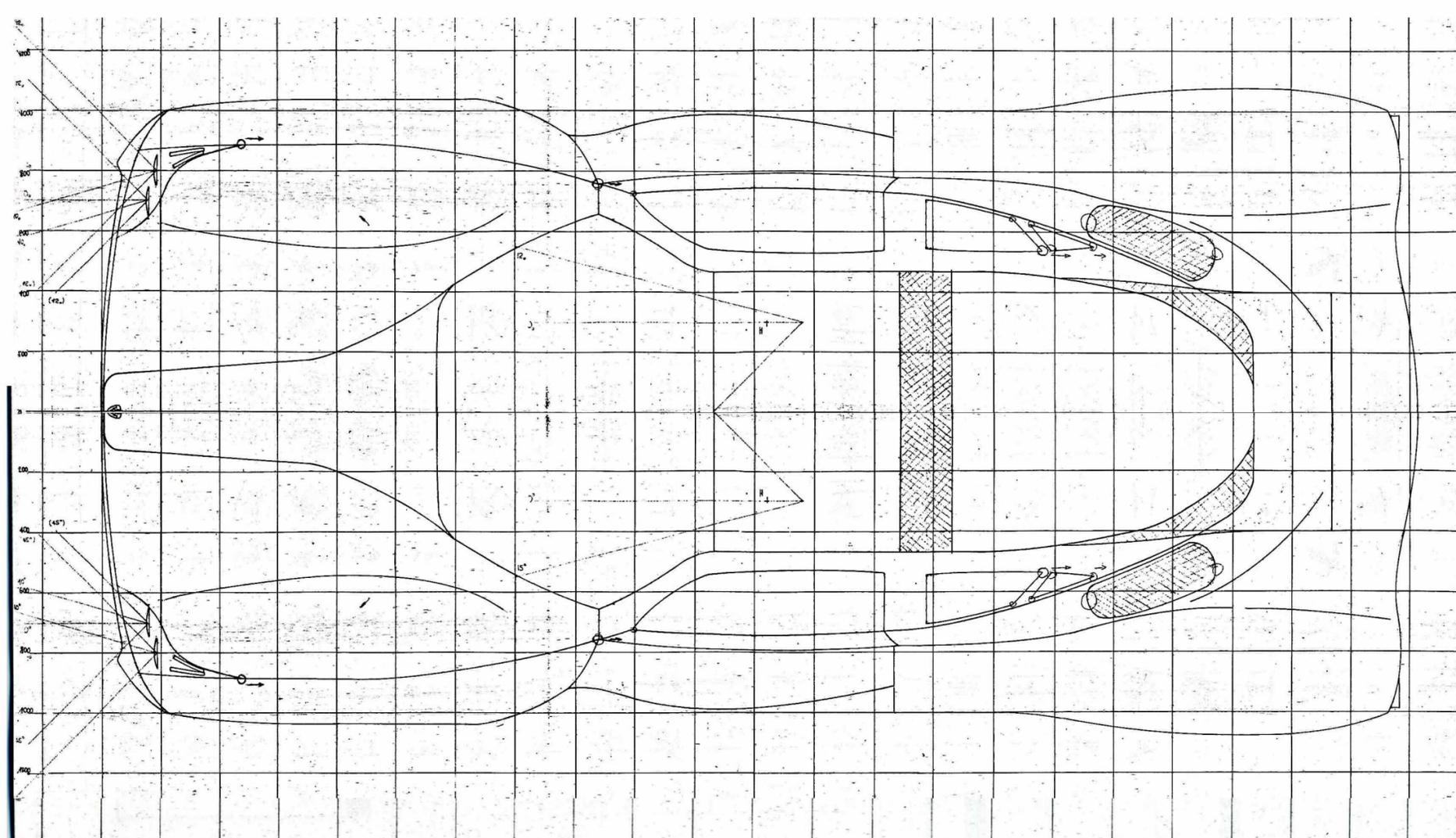
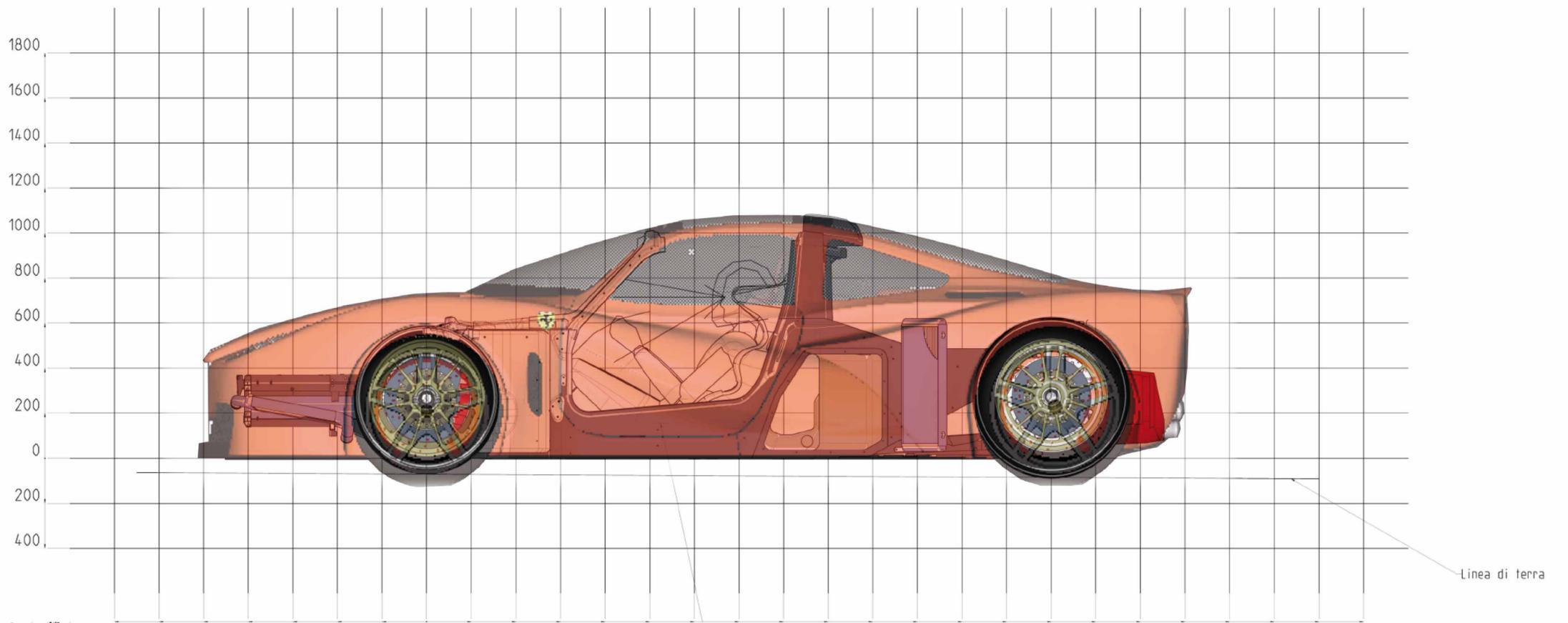


Immagine 2 – Un ulteriore richiamo alla Formula 1 è la fiancata pronunciata che simula le linee di una 'pancia' di una vettura da Formula 1.



Immagine 3 – Tetto panoramico e vista complessiva della vettura.





**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**

NO.	DESCRIZIONE	DATA	REVISIONE
1	PROGETTO INIZIALE	01/05/07	1
2	MODIFICHE A CARROZZERIA	05/06/07	2
3	MODIFICHE A MECCANICA	06/09/07	3
4	MODIFICHE A TELAIO	09/09/07	4

MODIFICABILE SOLO IN CAD

