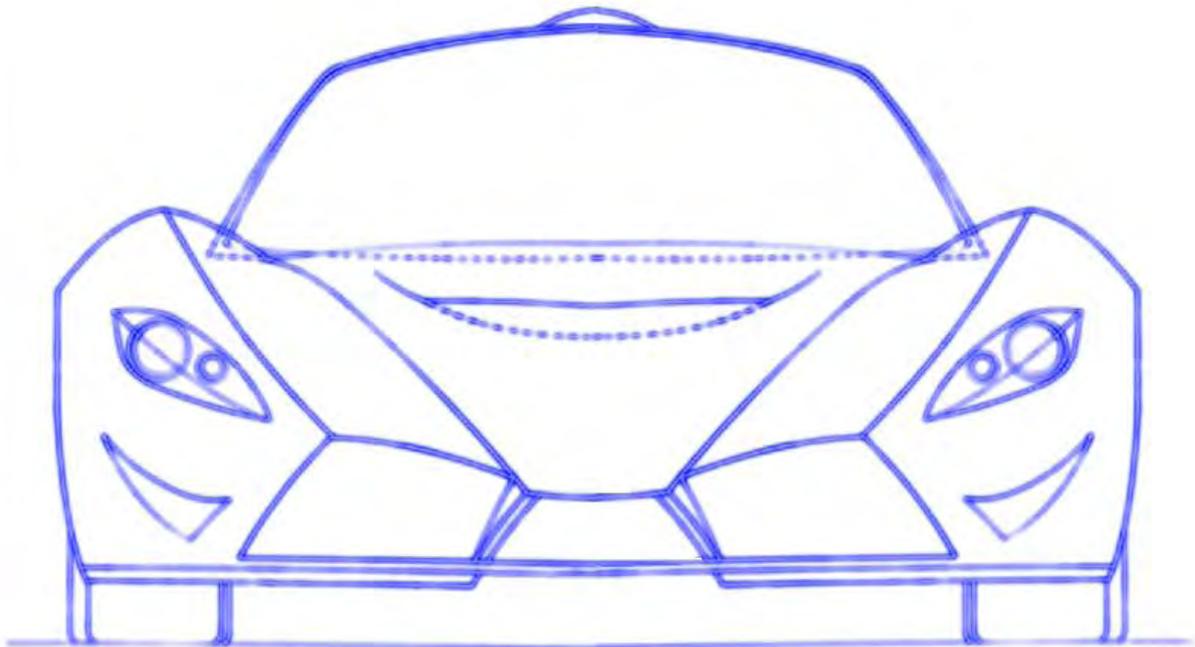


Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria del Veicolo

Relazione per il corso di Disegno di Carrozzeria - Prof. Fabrizio Ferrari

*Studio complessivo di carrozzeria per
vettura stradale su base layout
meccanico Maserati MC12*



Sauro Porcu

Alessio Salamoni

Davide Sivieri

Valentina Panaccione

Anno Accademico 2008-2009

Introduzione

Il nostro progetto nasce con l'obiettivo di rendere conforme all'uso stradale una vettura creata per le competizioni. In particolare stiamo parlando della Maserati MC12, vettura prodotta in serie limitata col fine principale di poter essere iscrivibile al campionato FIA GT.

La MC12 è una biposto coupè-spider con coda lunga e passo lungo (2800 mm) con un'impostazione tipicamente da gara. Il motore, centrale posteriore longitudinale, è un V12 a 65° con cilindrata di 5998 cc capace di erogare 755 cv a 8000 giri/min (che risultano limitati a 650 cv in seguito a restrizioni imposte dalla normativa tecnica del campionato FIA GT) e la trazione è al posteriore.

La carrozzeria è in fibre di carbonio e il telaio, monoscocca, è realizzato con "sandwich" di fibre di carbonio e honeycomb di nomex.



figura 1: Maserati Mc12

Si è trattato dunque di studiare un nuovo complessivo di carrozzeria e rivedere alcuni aspetti relativi all'assetto della vettura così da soddisfare i requisiti sia regolamentari che funzionali richiesti.

Inoltre nonostante ai fini della regolamentazione non fosse puramente richiesto è stato rivisto profondamente l'aspetto puramente estetico il che si è verificato utile principalmente dal punto di vista didattico per cogliere i problemi e le difficoltà che si incontrano nello studio di massima di un complessivo di carrozzeria nuovo. Infatti l'inesperienza nell'affrontare un lavoro di questo tipo che ha visto la stretta collaborazione di 4 persone ha reso inaspettato il riscontro di problematiche a

progetto già avanzato che hanno messo in evidenza scelte, in particolare estetiche, azzardate o magari semplicemente sbagliate. Ciò ha richiesto quindi più volte di dover effettuare modifiche abbastanza importanti che semplificassero o che rendessero realizzabile il nostro modello.

Il punto di partenza è stato il layout meccanico della vettura originale, reso a nostra disposizione sottoforma di disegno bidimensionale rappresentato su foglio in scala 1:5.

La parte iniziale del lavoro ci ha visto quindi impegnati nel riportare su carta millimetrata sempre in scala 1:5 il profilo esterno del layout meccanico che ne determina gli ingombri e quindi i primi vincoli da rispettare nel disegno della carrozzeria.

La rappresentazione su carta millimetrata si rivelerà utile come vedremo quando nel ricostruire la carrozzeria dovremo realizzare le proiezioni ortogonali e quindi riportare i vari punti nella maniera più precisa possibile così che le viste possano combaciare perfettamente fra loro. Il fine è la realizzazione del così detto piano di forma ossia la rappresentazione fedele su due dimensioni di quello che poi sarà tradotto esattamente nelle tre dimensioni, cioè nel nostro caso la carrozzeria dell'autoveicolo.

Suddividendo il lavoro fra i vari membri del gruppo è iniziata contemporaneamente alla rappresentazione del layout meccanico la realizzazione dei primi bozzetti preliminari di stile a partire dai quali verranno individuate le forme della carrozzeria finale. Si tratta naturalmente di una fase necessaria in quanto, pur rappresentando in maniera molto approssimativa quelle che dovranno essere le forme della carrozzeria, sono determinanti al fine di conferire al modello finale lo stile che dovrà contraddistinguere la vettura. Dal punto di vista stilistico si tratta dunque della fase più importante del progetto nonostante sia ben radicata in noi la consapevolezza che poi esigenze funzionali e di comfort degli occupanti determineranno necessariamente scelte di compromesso che magari non sono immediatamente apprezzabili in questa fase.

Realizzazione del piano di forma

Studio preliminare

Il piano di forma consiste nella rappresentazione (con tutte le misure), su due dimensioni (il foglio) di quello che verrà tradotto esattamente nelle tre dimensioni: l'oggetto reale ossia la carrozzeria dell'automobile.

Si tratterà quindi di realizzare le proiezioni ortogonali della vettura ossia le viste dell'auto perfettamente ortogonali rispetto a chi guarda. Le viste fondamentali sono: il **fianco**, la **pianta** ed i **prospetti anteriore e posteriore**. Per completare il piano di forma, al fine di capire come l'oggetto rappresentato sul foglio si svilupperà nelle tre dimensioni reali, risulta necessario tracciare alcune sezioni sulle 4 viste: trasversali, longitudinali ed assiali.

Prima di procedere alla realizzazione delle 4 viste, come già accennato, si inizierà con il riportare sul foglio di carta millimetrata il layout meccanico della vettura originale che definisce gli ingombri di tutta la parte meccanica. A tal fine il foglio di carta millimetrata e quindi già reticolato è stato quotato longitudinalmente e trasversalmente prendendo come origine il punto che risulta dall'intersezione della linea di terra (rappresentativa del suolo) con la verticale, rispetto alla linea di terra, passante per il centro ruota anteriore. Nel riportare sul foglio reticolato il layout meccanico si è dovuto far conto dunque di farlo coincidere con il sistema di riferimento creato.

- **Variazione assetto**

Abbiamo fin da subito dovuto affrontare il problema di dover realizzare un assetto stradale della vettura in esame che trattandosi di una vettura da *turismo*, a favore di una miglior deportanza, risulta essere inclinata in avanti col fine di limitare la quantità d'aria passante sotto la parte anteriore e creare, sfruttando ulteriori accorgimenti tecnici del fondo quali spoiler e minigonne laterali (se permessi), una sorta di effetto *Venturi*.

Sostanzialmente quindi siamo intervenuti oltre che, regolando l'altezza da terra, la quale secondo normativa deve essere tale da permettere il passaggio di un parallelepipedo con altezza di 120 mm

fra il suolo e la vettura in condizioni di carico statico, correggendo l'assetto in modo che il fondo risultasse perfettamente parallelo al suolo.

Considerando un minimo margine di sicurezza, che permetterebbe eventuali modifiche d'assetto quali variazione di camber, si è posizionato il fondo ad un'altezza da terra di 125 mm.

Inoltre ai fini della progettazione della carrozzeria è stato annullato il camber (presente nella configurazione originale) in modo che nel momento in cui verranno disegnati i passaruota ci si possa riferire alla condizione più limitante per quanto riguarda la verifica di possibili interferenze con la carrozzeria a seguito di manovre di sterzata o di sterzata più frenata per cui avendo trasferimento di carico all'anteriore si avrebbe un abbassamento dell'avantreno.

In ogni caso si dovrà garantire che gli pneumatici non risultino, a ruote non sterzate, fuoriuscire dall'estremità laterale della carrozzeria.

• **Adattamento di una nuova carrozzeria al layout meccanico**

Prima di iniziare la realizzazione della prima vista, ossia del fianco, sono stati individuati gli ingombri e le quote principali ricavabili dal layout meccanico o comunque già indicati fra i dati tecnici della vettura originale quali la lunghezza complessiva, altezza complessiva, il passo, gli sbalzi anteriore e posteriore, le carreggiate (anteriore e posteriore) e l'altezza minima da terra a carico statico e la larghezza degli pneumatici, l'altezza massima del motore da terra che naturalmente andrà a determinare l'ingombro minimo consentito del cofano, l'altezza massima del radiatore dell'acqua da terra, gli ingombri delle sospensioni, gli ingombri del serbatoio carburante e infine gli ingombri dei radiatori dell'olio che influenzano la libertà di posizionamento e di forma delle prese d'aria laterali.

In questo modo riportando ulteriormente tali dimensioni su un foglio di carta millimetrata in scala 1:10 è stato possibile adattare, seppur in maniera approssimativa, le forme della carrozzeria abbozzata nei primi figurini, al layout meccanico in modo da renderci conto fin da subito se essa risulta adeguata a ricoprire i volumi imposti senza venir snaturata dal punto di vista stilistico e risulti ben proporzionata. Sono quindi state realizzate, seppur in maniera piuttosto approssimativa, le 4 viste in versione ridotta il che si è poi rivelato molto utile nel momento in cui è stato ora di tracciare le linee principali in scala 1:5.

Naturalmente questa fase risulta importante in quanto è possibile intervenire facilmente e rapidamente con correzioni o modifiche al fine di ottenere un disegno equilibrato, che rispetti i vincoli imposti dal layout meccanico, dandoci un'idea ben precisa di quello che sarà il risultato finale in particolar modo dal punto di vista stilistico.

Una nota importante riguarda comunque il fatto che nel disegnare un complessivo di carrozzeria noi ci preoccupiamo della sola superficie esterna consapevoli del fatto che la realizzazione di una carrozzeria comporta diverse altre problematiche tra cui ad esempio uno studio dal punto di vista aerodinamico, il fissaggio della stessa al telaio, la sicurezza passiva, i costi per la sua realizzazione ecc. ma questo significherebbe affrontare uno studio troppo complesso e vasto il che andrebbe ben oltre le finalità di questo progetto.

Giunti a questo punto non è rimasto che dar forma alla nostra carrozzeria in scala 1:5 rispettando le principali norme che consentano l'omologazione stradale della vettura. Da sottolineare infatti che non sarebbe stato possibile data la vastità dell'argomento poter analizzare in maniera esaustiva tutte le norme di omologazione quali ad esempio quelle riguardanti sicurezza passiva, la sicurezza dei pedoni o la protezione ambientale.

In ogni caso i vincoli imposti rimangono piuttosto restrittivi ed il loro rispetto consentirà per quanto previsto in questa fase di conseguire gli obiettivi prefissati.

- **Angolo di attacco**

Misura di fondamentale importanza è quella dell'angolo di attacco, cioè dell'angolo formato dalla linea del terreno con la linea di massima pendenza superabile che si individua facendo passare una linea che passa dal punto di contatto fra pneumatico e suolo (idealmente possiamo pensare in questa fase l'impronta a terra del pneumatico degenerare in un punto corrispondente al centro dell'impronta), e il punto più basso dell'estremità anteriore dell'auto (spoiler o paraurti che sia).

Nel disegno della parte frontale, se l'auto risulta particolarmente bassa e/o presenta uno sbalzo anteriore notevole, si dovrà dunque tener conto, nel rispetto della normativa che prevede un angolo minimo di attacco per vettura soggetta a carico statico di 7° , di tale vincolo. Tale eventualità si presenta proprio nel nostro caso, in quanto pur avendo aumentato l'altezza minima da terra da 70 a 125 mm abbiamo sostanzialmente lasciato invariata la quota relativa alla lunghezza dello sbalzo anteriore (per questioni che tratteremo successivamente relative alle dimensioni della zona di assorbimento urto). In ogni caso (vedi figura 2) la soluzione adottata per soddisfare tale requisito prevede che il fondo vettura, nella parte anteriore, segua esattamente la linea definita dall'angolo d'attacco il che dal punto di vista stilistico non si è rivelata assolutamente una soluzione di compromesso.

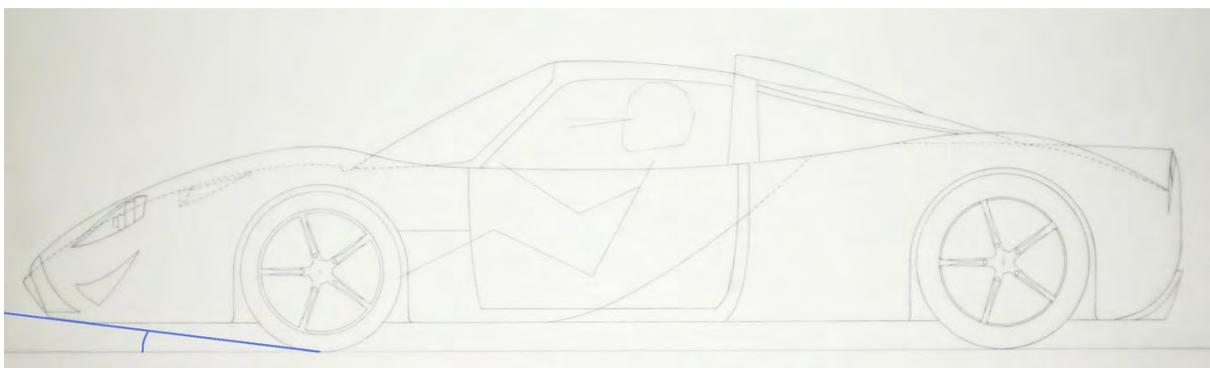


figura 2: definizione angolo d'attacco anteriore

Rifacendoci al modello abbozzato in scala 1:10 è così iniziata la vera e propria realizzazione delle viste di fianco e pianta che oltre ad essere le più intuitive sono le viste di cui abbiamo a disposizione il layout meccanico.

Studio dell'abitacolo

- **Modifiche strutturali**

Per la realizzazione di fianco e pianta fin da subito si è rivelata necessario lo studio dell'abitacolo originale in funzione di una sua riprogettazione o modifica che favorisse il rispetto di fattori regolamentari quali gli angoli di visibilità o relativi alla sicurezza del guidatore.

Tali aspetti sono naturalmente funzione della posizione di guida in merito alla quale esiste una regolamentazione ben precisa che definisce il posizionamento del manichino regolamentare, anche noto come Oscar, all'interno dell'abitacolo il quale oltre che essere salvaguardato in termini di sicurezza passiva deve ovviamente disporre di una **visibilità minima** e trovare lo **spazio minimo** per raggiungere i comandi.

La posizione di guida del manichino è funzione del veicolo, in questo caso sarà quindi contemplata una posizione di guida sportiva ma che risulterà una soluzione di compromesso fra la posizione assunta da Oscar prevista all'interno del layout meccanico originale e una posizione che invece garantisca un migliore accesso all'abitacolo ed il comfort del pilota, sempre naturalmente nel pieno rispetto delle norme relative.

La "vasca" originale che definisce l'abitacolo della MC12 risulta tale per ottenere un'elevata rigidità del telaio (è più facile avere alta rigidità con un giro porta ridotto) col fine principale di garantire elevate prestazioni dinamiche della vettura e assicurare l'indeformabilità della cellula dell'abitacolo stesso.

Dovendo rispettare i fattori regolamentari sopracitati e nell'ottica di migliorare il comfort e quindi individuare una posizione di guida più comoda, favorire il raggiungimento dei vari comandi

disposti sulla plancia, migliorare la visibilità e l'accessibilità all'abitacolo si è intervenuto variando le posizioni del montante e del curvano e ampliando la portiera in previsione di una modifica del giroporta.

In particolare il montante è stato traslato di 50 mm, parallelamente a se stesso in maniera tale che i punti della linea interna che definisce l'abitacolo risultino arretrati di 40 mm e alzati di 35 mm (si consideri come riferimento l'origine fissata in precedenza).

Nella figura qui a lato si osserva il nuovo disegno del montante (individuato dalle linee blu) e la quota relativa alla sua traslazione.

La modifica del montante è stata inoltre accompagnata dall'arretramento del curvano di 90 mm e quindi ad un nuovo disegno del parabrezza, il tutto a favore di un sensibile aumento dello spazio interno all'abitacolo sia in lunghezza e in altezza

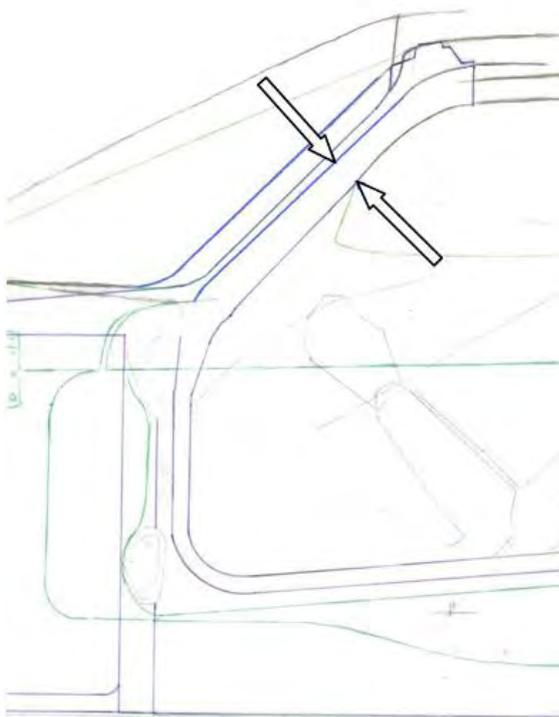


figura 3: modifica montante

(visibile nella vista del fianco) che in larghezza (visibile nella vista in pianta). Ciò, come vedremo nello studio del riposizionamento di Oscar, permetterà di soddisfare la prova che richiede, in caso di crash frontale, che il manichino possa compiere una rotazione completa attorno al punto H senza che incontri nel tettuccio o il parabrezza un ostacolo e favorirà il rispetto degli angoli di visibilità minimi.

A favore soprattutto di un miglioramento dell'accessibilità si è poi previsto l'ampliamento del giroporta. Dovendo infatti definire i "tagli" della carrozzeria che individuano la portiera e quindi la relativa zona di battuta ci si è allontanati molto dal disegno originale a favore di un aumento dell'ampiezza della stessa. Naturalmente tali tagli non individuano esattamente la forma del telaio che andrà invece a definire la zona di battuta.

Per questo la modifica dei tagli che definiscono la superficie esterna della portiera è indice della modifica del giroporta e quindi di una modifica del telaio che però non è esattamente deducibile: si potrà giocare, naturalmente entro certi limiti su una zona più o meno ampia di battuta. Non sono quindi state definite esattamente in questo caso le modifiche apportate al telaio come fatto invece per il montante.

Si è previsto comunque in particolare un abbassamento del limite inferiore del giroporta rispetto all'originale che può arrivare, dovendo garantire un minimo di battuta, a 10 cm nella parte anteriore, prossima alle cerniere e a 15 cm nella parte opposta così da risultare parallelo al fondo vettura.

Anche per quanto riguarda il limite destro del giroporta, è stata prevista la modifica con un avanzamento (rispetto all'origine) che può arrivare a circa 5 cm nella parte superiore e a 10 cm nella parte inferiore.

Quanto appena descritto si può osservare nella figura seguente dove è evidenziato in blu il taglio della nuova portiera disegnata mentre in verde ed in nero abbiamo rispettivamente il taglio della portiera originale e il giroporta definito dal telaio.

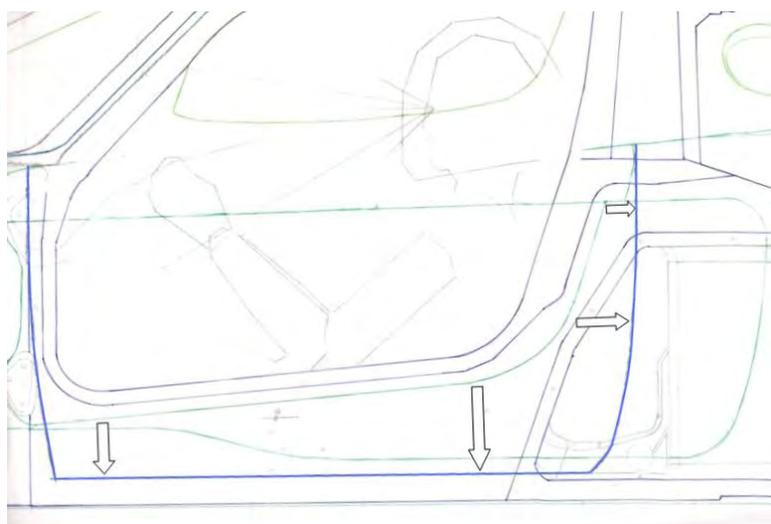


figura 4: taglio della portiera

Con questi accorgimento si è sicuramente migliorata l'accessibilità all'abitacolo in quanto ora l'ingresso risulta notevolmente più ampio, sia in senso longitudinale che in altezza.

Riuscendo poi a definire con il riposizionamento di Oscar una posizione di guida più arretrata ciò favorirebbe molto anche l'uscita dall'abitacolo del conducente. Naturalmente questo dovrebbe essere accompagnato dall'ulteriore modifica della posizione della pedaliera.

Inoltre, in particolar modo l'aumento di altezza della soglia inferiore del tettuccio permetterà il riposizionamento di Oscar ai fini di un miglioramento del comfort e della visibilità.

Da tener presente infine che i tagli che definiscono la portiera esternamente sono stati fatti tenendo ben presente che l'apertura della stessa non determinasse compenetrazione di materiale. Si noti a tal fine l'inclinazione delle linee che definiscono la portiera nella vista in pianta della vettura.

• **Riposizionamento di Oscar**

Come già anticipato in vista di una progettazione dell'auto per uso stradale è stato di fondamentale importanza agire ridefinendo la posizione del manichino regolamentare, noto come Oscar, al fine di rispettare le norme per l'omologazione e rendere più confortevole nonché efficiente la condizione di guida.

La normativa per il posizionamento del manichino fornisce le seguenti *definizioni*:

✓ **punto H**

per "punto H", che rappresenta la posizione nell'abitacolo di un occupante seduto, si intende l'intersezione, su un piano verticale longitudinale, dell'asse teorico di rotazione che esiste fra le cosce e il tronco di un corpo umano rappresentato dal manichino Oscar ed ha delle coordinate rispetto alla struttura del veicolo;

✓ **angolo di inclinazione dello schienale**

per "angolo di inclinazione dello schienale" si intende l'inclinazione dello schienale rispetto alla verticale;

✓ **angolo effettivo di inclinazione dello schienale**

per "angolo effettivo di inclinazione dello schienale" si intende l'angolo formato dall'incontro della verticale passante per il punto H con la linea di riferimento del tronco del corpo umano rappresentato dal manichino.

Sempre da normativa riportiamo come deve avvenire la *determinazione dei punti H e degli angoli effettivi di inclinazione dello schienale*:

"per ogni determinazione del punto H e dell'angolo effettivo di inclinazione dello schienale il sedile considerato è collocato nella posizione di guida e nella posizione di utilizzazione normale più bassa e più arretrata prevista dal costruttore del veicolo per tale sedile. Lo schienale, se è inclinabile, è

bloccato secondo le istruzioni del costruttore o, in mancanza di queste ultime, in modo che l'angolo effettivo di inclinazione si approssimi il più possibile a 25°."

Seguendo ancora le indicazioni della normativa, che impone l'utilizzo di un manichino regolamentare che per massa e forma rappresenta un adulto di media statura, si è passati alla realizzazione di un manichino bidimensionale in cartone costituito da geometrie stilizzate ed il cui movimento delle articolazioni è stato consentito utilizzando dei fermacampioni. Questo ci ha permesso di stabilire la posizione più consona del manichino effettuando alcune prove di posizionamento dello stesso, nella vista del fianco all'interno dell'abitacolo, con il fine di determinare il punto H.

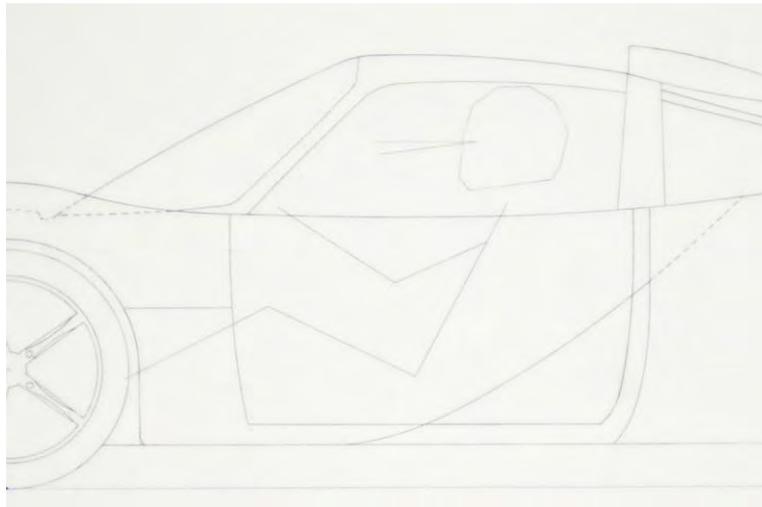


figura 5: Oscar posizionato all'interno dell'abitacolo

Naturalmente la posizione va ricercata innanzitutto facendo sì che Oscar non vada a interferire con parti relative al layout meccanico. Vanno quindi verificati gli angoli di visibilità e che il manichino non urti, in caso di una prova a crash frontale, in seguito ad una rotazione completa del busto attorno al punto H, il tettuccio o il parabrezza.

Nel nostro caso, come già anticipato, non avendo a disposizione specifiche del costruttore è stata ricercata una posizione di compromesso fra quella definita all'interno del layout meccanico originale e una posizione che invece privilegia il comfort del conducente e del passeggero (si possono considerare simili le posizioni di conducente e passeggero). Pur mantenendo un impostazione sportiva si è cercato di soddisfare i requisiti minimi che richiede l'uso di una vettura stradale: una posizione di guida meno infossata e un'inclinazione del busto che risultasse rispetto alla verticale il più vicino possibile ai 25°.

Tutto ciò si è tradotto nella determinazione, in corrispondenza del piano contenente la vista del fianco, delle **nuove coordinate del punto H**:

$$x = 1110 \text{ mm}$$

$$z = 190 \text{ mm}$$

dove gli assi x e z sono stati presi coincidenti rispettivamente con la linea che definisce il fondo vettura e la linea verticale che passa per il centro ruota anteriore. La reale modifica non sarebbe

stata apprezzabile infatti considerando un sistema di riferimento centrato nell'origine precedentemente fissata (intersezione della linea di terra con la linea verticale passante per il centro ruota) data la modifica dell'altezza da terra della vettura.

Riferendoci alle **coordinate originali del punto H**, rispettivamente pari a $x = 1050 \text{ mm}$ e $z = 160 \text{ mm}$, misurate sempre rispetto al nuovo sistema di riferimento, la modifica è stata quindi abbastanza rilevante considerando quanto siano sempre ridotti gli spazi di una supersportiva come quella studiata.

Per quanto riguarda invece l'inclinazione del busto si è scelto un angolo di 28° , vicino quindi ai 25° richiesti, ma che, date le caratteristiche della vettura, si mantiene più elevato ipotizzando quindi, una particolare specifica del costruttore in merito all'inclinazione dello schienale.

Anche in questo caso quindi la correzione della posizione è notevole: si è passati dai circa 40° determinati dall'inclinazione del busto definita per la vettura originale ai 28° ottenuti con il riposizionamento di Oscar all'interno dell'abitacolo modificato.

• Verifica degli angoli di visibilità

Gli angoli di visibilità minimi, data la posizione del manichino appena definita e le modifiche apportate a montante e parabrezza descritte nel paragrafo precedente sono stati ampiamente rispettati.

Nella vista del fianco l'angolo di visibilità (angolo di visibilità normato) è stato misurato fra la linea orizzontale, parallela alla linea di terra e la linea retta tangente al punto più alto della parte centrale del cofano anteriore, coincidente con la prima in corrispondenza degli occhi del manichino. Solitamente sarà quindi l'altezza del curvano a definire tale punto ma nel nostro caso è stata la particolare conformazione del cofano anteriore, a determinare il punto di tangenza della linea inferiore (vedi figura 6). L'angolo misurato fra queste due linee risulta in base alla posizione di Oscar definita pari a 8° .

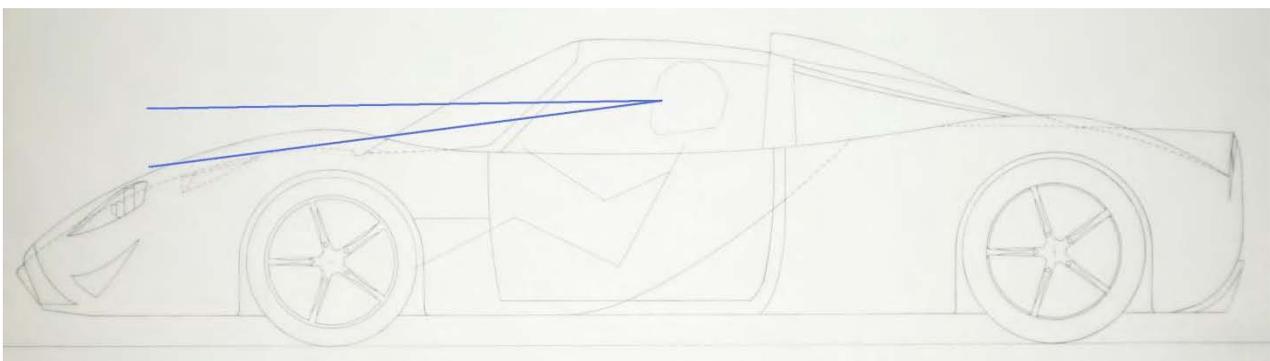


figura 6: angolo di visibilità

E' stato quindi verificato che l'angolo di visibilità minimo rimanga soddisfatto su un'ampiezza visiva di Oscar, rilevata nella vista in pianta, che secondo normativa deve essere di minimo 7° immaginando una rotazione della testa del manichino verso sinistra e di minimo 16° immaginando

invece una rotazione verso destra (si considera che stiamo parlando di una vettura con guida a sinistra).

Tracciando nella vista in pianta le linee definite da tali angoli, a partire dagli “occhi di Oscar”, (vedi figura 7), è stato semplice capire che anche questi risultano pienamente verificati.

Tale verifica è stata necessaria nel nostro caso in quanto, per questioni puramente stilistiche, la carrozzeria da noi disegnata risulta caratterizzata da passaruota alti che all’anteriore limitano sicuramente la visibilità laterale. In ogni caso pur risultando tali, i limiti previsti da normativa vengono, come verificato, rispettati.

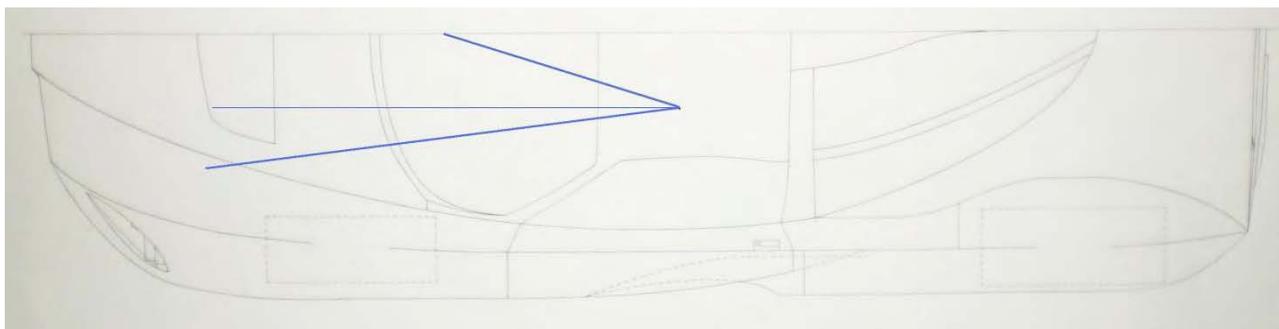


figura 7: ampiezza minima angolo di visibilità

Per quanto riguarda infine gli angoli di visibilità posteriori, sono tollerati, per le vetture più sportive, angoli di visibilità molto ridotti o quasi nulli posteriormente, il che giustifica la mancanza di particolari interventi o di verifiche a tal fine per la vettura da noi studiata.

Infatti, pur avendo ipotizzato la possibilità di avere la parte superiore della “cupola”, che chiude il vano motore superiormente, in vetro, ciò si limiterebbe a rendere visibile per evidenti questioni stilistiche l’imponente V12.

Per questo risulterà necessario prevedere l’installazione di una microcamera sulla parte posteriore della carrozzeria e relativo monitor all’interno dell’abitacolo che sostituisca la funzione dello specchietto retrovisore centrale.

Tale soluzione si potrebbe addirittura riproporre, posizionando adeguatamente altre due microcamere, per sostituire gli specchietti laterali, la cui progettazione non è stata comunque prevista in questo studio di carrozzeria.

• **Verifica posizione manichino in caso di urto frontale**

Ai fini della sicurezza del conducente, in caso di prova a crash frontale, la normativa, come già anticipato, prevede che il manichino possa compiere una rotazione completa attorno al punto H raggiungendo il volante senza trovare nel tettuccio o il parabrezza un ostacolo.

Le modifiche fin’ora trattate e il riposizionamento di Oscar hanno permesso di soddisfare pienamente questa richiesta. Prendendo spunto dalle indicazioni della normativa relative alla “determinazione della zona d’urto della testa” per effettuare tale prova si è considerato, come caso limite, il vertice superiore della testa a una distanza di 840 mm dal punto H, quindi è stato

sufficiente verificare sulla vista del fianco, con un compasso puntato in corrispondenza del punto H e un' apertura pari a 168 mm, che gli archi descritti non interferiscano con tettuccio o parabrezza.

Ulteriori verifiche previste

- **Zona d'assorbimento urto**

Una delle verifiche più importanti a cui una vettura è sottoposta per poter essere omologata all'uso stradale è quella dell'**altezza da terra della zona deformabile** (o paraurto anteriore).

Tale quota, che la vettura sia scarica o in condizioni di pieno carico, deve risultare maggiore o uguale a 445 mm in Europa. Sarà bene quindi che la vettura scarica presenti un buon margine di sicurezza: un'altezza minima da terra di almeno mezzo metro circa.

Il rispetto di tale quota viene verificato per mezzo di un pendolo con una "mazza" incorporata, il quale ruotando non deve colpire in nessun caso la carrozzeria sopra la zona deformabile (o paraurto), la quale deve sopportare anche la così detta prova di crash, o crash test, di cui ora però non ci occuperemo per i motivi già espressi in precedenza.

A tal proposito nel nostro caso si è deciso di mantenere invariata rispetto a quella originale, la lunghezza dello sbalzo anteriore e si è previsto che tutta la parte di carrozzeria al di sotto della quota minima sopracitata vada ad integrare la zona di assorbimento d'urto.

Questa era l'unica soluzione possibile volendo mantenere per questioni stilistiche un frontale affusolato e basso.

In ogni caso l'aver mantenuto una lunghezza elevata dello sbalzo anteriore favorirà sicuramente le prove di crash dove è fondamentale, ai fini di un buon esito, la lunghezza della zona deformabile.

- **Posizionamento fari**

Il posizionamento dei fari obbligatori è anch'esso regolato da normativa la quale prevede in particolar modo per i fari anabbaglianti precise indicazioni. Il loro posizionamento è previsto ad un'altezza minima da terra di 500 mm mentre l'altezza massima non deve mai superare i 1200 mm; inoltre i bordi interni degli stessi devono distare tra loro almeno 600 mm mentre quelli esterni a non più di 400 mm dall'estremità laterale (larghezza fuori tutto) dell'auto.

Abbiamo quindi studiato il posizionamento dei gruppi ottici anteriori in funzione dei limiti indicati per il faro anabbagliante.

Avendo a disposizione tutte le dimensioni del faro anabbagliante omologato è stato possibile adeguarne il posizionamento, tenendo conto anche dell'ingombro degli attacchi, soddisfacendo i vincoli previsti ma ricercando dal punto di vista stilistico il miglior compromesso. In particolare al limite del regolamento, si è posizionato il faro ad un'altezza di 500 mm e ad una distanza dall'estremità laterale dell'auto di 130 mm. Insieme al faro anabbagliante andranno a comporre il gruppo ottico il faro abbagliante collocato internamente rispetto gli anabbaglianti, la luce di posizione e l'indicatore di direzione la cui funzione può essere svolta da pratici led di ingombro ridottissimo.

Posizionando il faro anabbagliante internamente rispetto i fari anabbaglianti risulta necessariamente soddisfatta la normativa la quale prevede che non devono essere in nessun caso più vicini all'estremità fuori tutto del veicolo rispetto ai bordi esterni della superficie illuminante dei fari anabbaglianti.

Per quanto riguarda invece luci di posizione e indicatori di direzione il loro posizionamento in prossimità dei fari anabbaglianti garantisce il rispetto dei limiti, comunque meno restrittivi che quelli precedentemente indicati, definiti dalla normativa.

Analogamente si è previsto di integrare nei gruppi ottici posteriori tutti i dispositivi luminosi obbligatori, quindi oltre alle luci di posizione e gli indicatori di direzione, le luci di arresto (*stop*), il proiettore per la retromarcia e il proiettore fendinebbia.

Anche al posteriore ci siamo riferiti alla normativa nel posizionare le luci di posizione, dopo di che è risultata verificata anche la posizione degli altri dispositivi luminosi, integrandoli nel gruppo ottico.

I gruppi ottici studiati presentano una carenatura che si integra perfettamente nel disegno dando quindi continuità alle linee della carrozzeria.

• **Prese d'aria: posizionamento e funzionalità**

Fra gli elementi che più concorrono a definire lo stile della vettura ma che allo stesso tempo svolgono un ruolo di estrema importanza funzionale vanno menzionate le prese d'aria.

Esse infatti vanno progettate e posizionate al fine di regolare i flussi d'aria in ingresso e uscita dalla vettura col fine di raffreddare attraverso i vari radiatori i liquidi di raffreddamento o alcuni organi meccanici, permettere l'alimentazione del motore o piuttosto ottenere benefici aerodinamici.

In questa sede, per ovvi motivi, non è stato possibile studiare le varie prese d'aria al fine di garantire la migliore fluidodinamica interna e avere quindi i relativi benefici aerodinamici o di scambio termico ma si è cercato comunque, sulla base di quelle presenti nella carrozzeria originale e del buon senso, di mantenerne la coerenza costruttiva.

Da tener presente comunque che alcune prese d'aria o parte di esse potrebbero avere scopo puramente estetico piuttosto che funzionale.

Osservando il prospetto anteriore si evidenzia una grande presa d'aria frontale nascosta da griglie, divisa in tre parti dai raccordi che "collegano" il cofano al fondo vettura, che ha il compito principale di incanalare l'aria verso i due grandi radiatori presenti sotto il cofano responsabili del raffreddamento del motore. In realtà si è previsto che la parte centrale della presa d'aria sia chiusa in quanto altrimenti l'area di ingresso risulterebbe evidentemente superiore a quella dell'apertura presente sul cofano appositamente prevista per evacuare l'aria inviata ai radiatori.

Per raffreddare i freni all'anteriore sono state inoltre disegnate sotto i gruppi ottici 2 prese d'aria anch'esse molto ricercate dal punto di vista stilistico.

Per l'alimentazione del motore è stato mantenuto lo *snorkel* posizionato all'altezza del rollbar, anche se variato nella forma mentre per il raffreddamento dell'olio e dei freni sono state

mantenute, seppur anch'esse ridisegnate, le prese d'aria che si aprono sfruttando l'incavo presente sulle fiancate.

Infine come si osserva bene nel prospetto posteriore al fine di evacuare l'aria calda dal vano motore sono state disposte due aperture nascoste da griglie: una compresa fra i due gruppi ottici posteriori e l'altra delimitata dai bordi del lunotto e del resto della "cupola" che chiude superiormente il vano motore.

Pur non potendo essere classificato come presa d'aria è da rilevare nel disegno della nuova carrozzeria la modifica del doppio estrattore il quale raccordandosi a un sottovettura interamente carenato ha il compito di conseguire il miglior effetto suolo.

• Tagli dei cofani

Molta attenzione è stata prestata per definire i "tagli" che definiscono l'apertura dei cofani, anteriore e posteriore. Si è cercato in particolare di sfruttare dove possibile le linee che definiscono già di per sé i cambi di curvatura della carrozzeria. In particolare la conformazione della parte posteriore dell'auto suggerisce in maniera piuttosto naturale dove eseguire i tagli per il cofano motore.

Per quanto riguarda invece il cofano anteriore si è previsto di eseguire dei tagli che si ricollegano comunque a una delle linee che definiscono un cambio di curvatura.

Non sono stati previsti a priori dispositivi che favoriscano l'apertura dei cofani. L'apertura potrebbe avvenire comunque come per la vettura originale con la completa rimozione degli stessi oppure incernierandone al telaio l'estremità posteriore nel caso del cofano motore e l'estremità anteriore del cofano anteriore. Il miglior modo per descriverli risulta comunque sicuramente quello di evidenziare nelle viste del fianco e della pianta i tagli appositamente definiti per poter rendere le due parti di carrozzeria rimovibili (vedi figura 8).

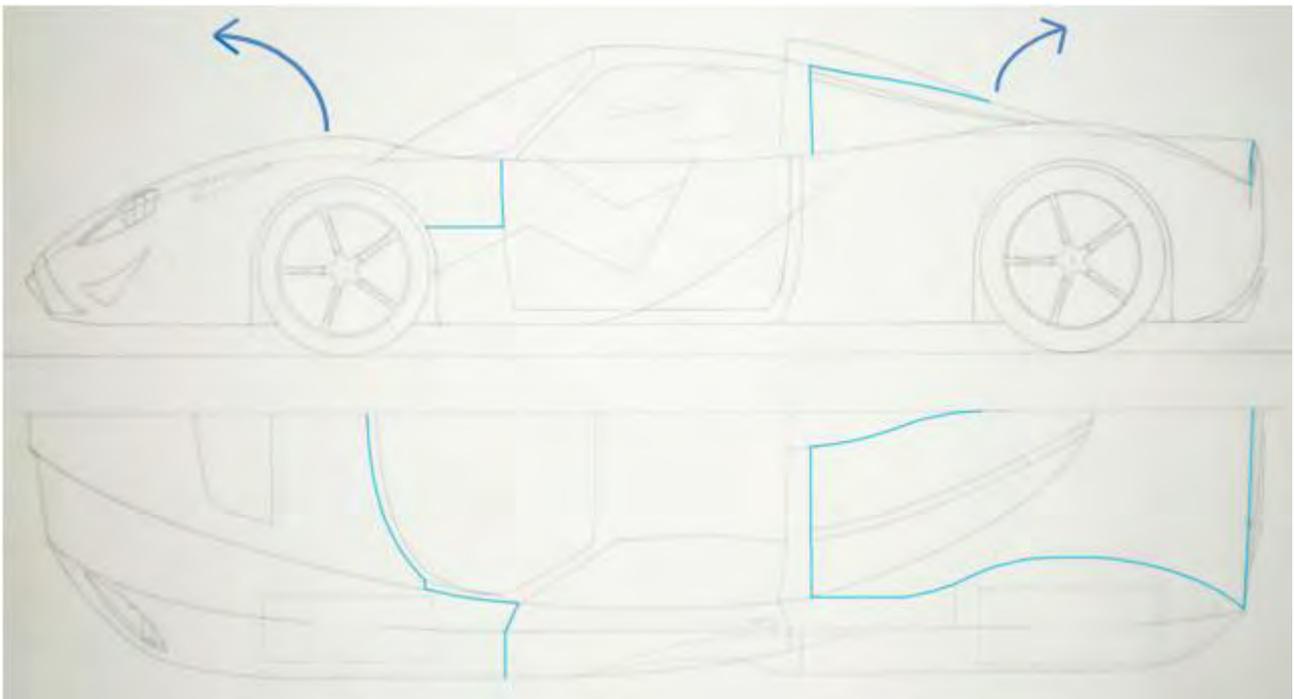


figura 8: tagli della carrozzeria che permettono l'apertura cofani

Sezioni

Determinante nella costruzione del piano di forma la realizzazione delle sezioni trasversali che sono risultate necessarie nel definire il disegno della carrozzeria e che ci hanno permesso inoltre di rilevare errori nella realizzazione delle proiezioni ortogonali altrimenti difficilmente visualizzabili.

E' per questo che si è voluto rappresentare un elevato numero di sezioni trasversali, concentrandone la disposizione in corrispondenza delle parti di carrozzeria di più difficile interpretazione. In particolare sono state realizzate, oltre alle sezioni nella parte centrale del fianco, non deducibile dai due prospetti, numerose sezioni per definire la parte anteriore della vettura nella quale si concentrano particolari quali la presa d'aria sul cofano, i gruppi ottici e le prese d'aria per i freni.

Anche la realizzazione delle sezioni assiali può essere utile ma risultano comunque di minore importanza rispetto a quelle trasversali. In particolare potrebbero permettere di visualizzare in pianta con miglior chiarezza l'andamento di un cristallo o del padiglione.

Nel nostro caso, tali sezioni, comunque più semplici da realizzare rispetto alle trasversali, sono state ritenute superflue dato che le diverse sezioni trasversali ribaltate a 90° sul fianco e le numerose sezioni in loco dei prospetti permettono comunque di cogliere la forma del padiglione e dei cristalli in maniera esaustiva.

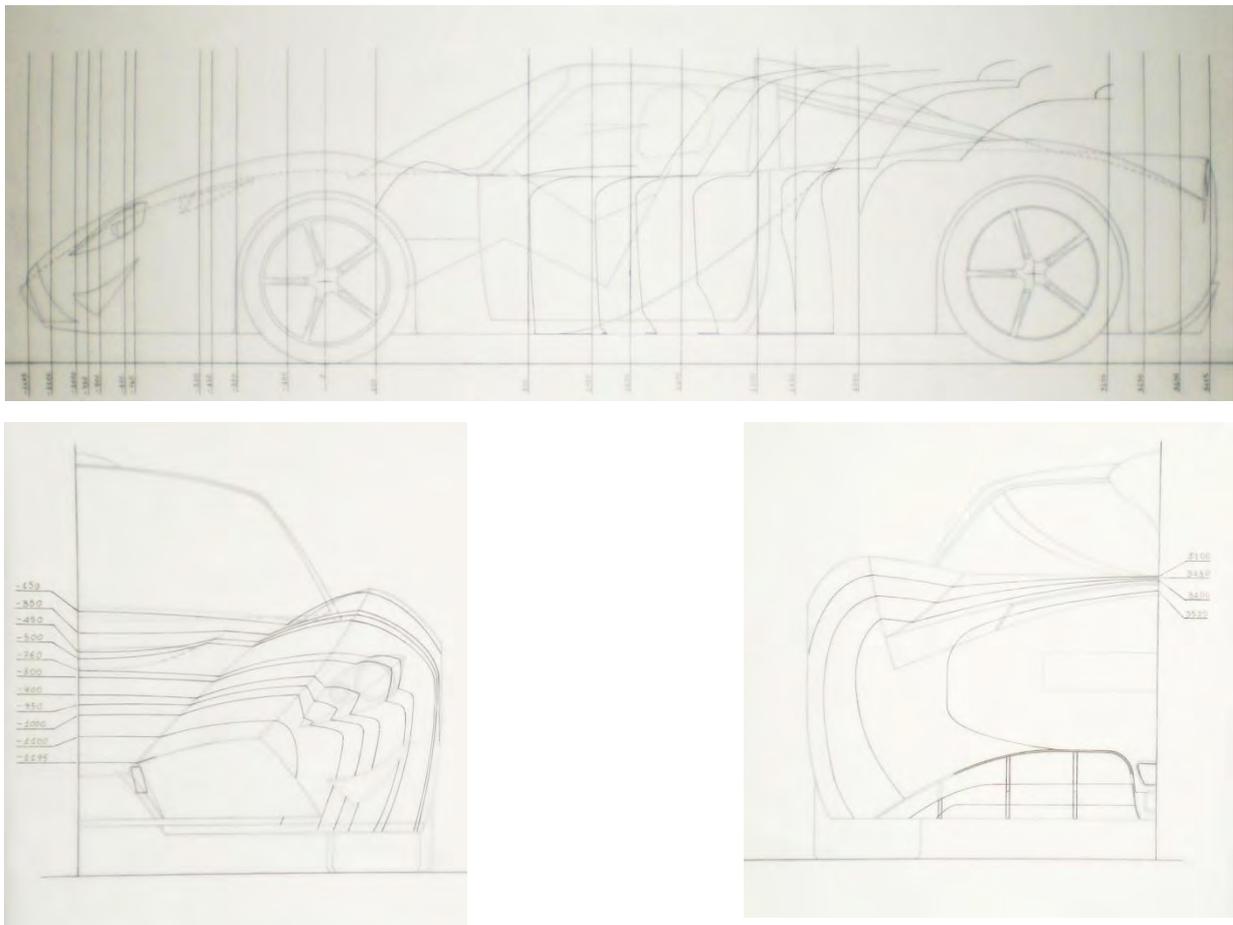


figura 9: rappresentazione delle sezioni

Conclusioni

Lo studio effettuato sul disegno di un nuovo complessivo di carrozzeria, pur avendo a disposizione come base sia le proiezioni del layout meccanico che della carrozzeria originale, si è dimostrato fin da subito piuttosto complesso.

Sono infatti diversi gli aspetti e le discipline ingegneristiche che vengono coinvolti nella realizzazione una carrozzeria. Per questo è stato necessario fin da subito individuare quei punti che più avrebbero assunto rilevanza al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati.

In particolare dovendo rendere omologabile all'uso stradale una vettura destinata alle corse si è dovuto dare massima importanza al rispetto delle normative previste, che quindi hanno rappresentato in sostanza le condizioni al contorno del nostro lavoro.

In ogni caso si è sempre cercato di giustificare ogni scelta, sulla base delle conoscenze preacquisite nell'ambito anche degli altri corsi di studio, andando quindi a rilevare le materie che vengono toccate e affrontate in uno studio completo di carrozzeria quali l'aerodinamica e il progetto del telaio.

Alla fine del lavoro possiamo comunque ritenerci più che soddisfatti dagli obiettivi raggiunti e dalla conoscenze acquisite. Uno studio di questo tipo ci ha permesso infatti di avere una visione sicuramente più completa di quello che concerne il progetto di una autovettura, fornendoci gli strumenti per poter valutare in maniera critica quell'elemento che per primo si presta ai nostri occhi trovandoci di fronte ad un autoveicolo: la carrozzeria.

Appendice

Realizzazione bozzetti e studio stilistico

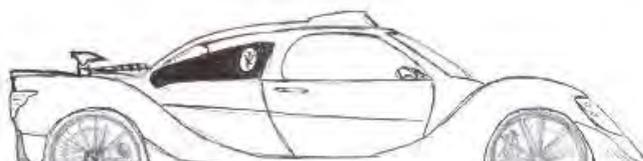
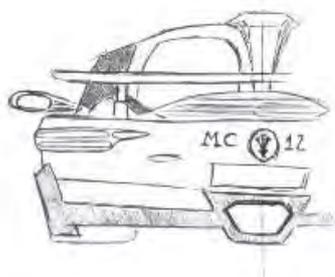
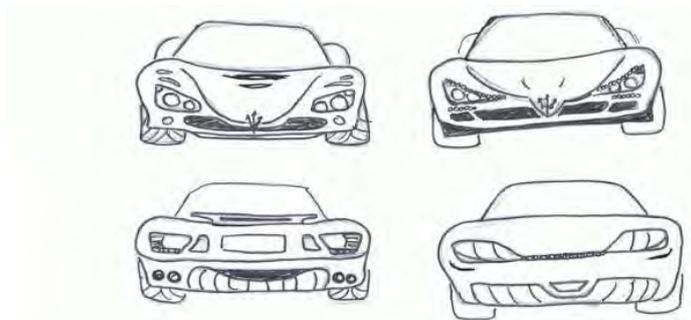
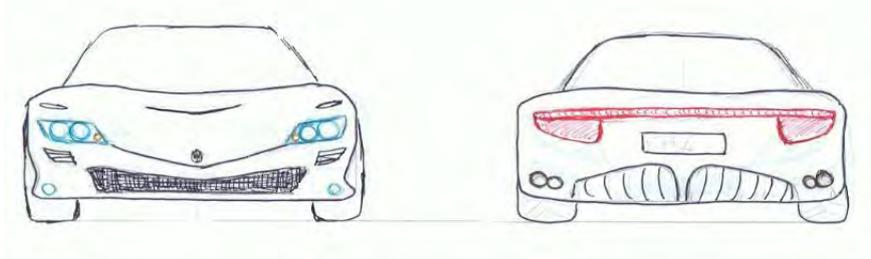
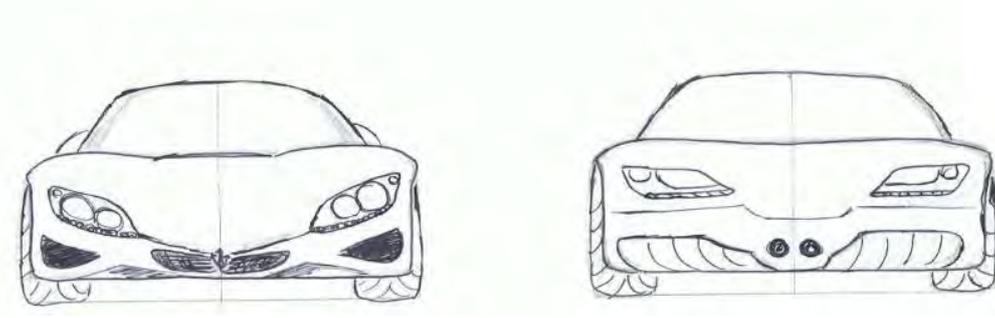
Un aspetto fondamentale nella realizzazione della nuova vettura è stato il lavoro stilistico, che ha particolarmente impegnato alcuni membri del nostro gruppo. La realizzazione di uno stile innovativo e di successo è stato un grande input, che ha letteralmente incollato al tavolo da disegno i “designers”. Desiderio comune era ottenere un profilo di vettura sportivo, aggressivo ma allo stesso tempo sinuoso ed accattivante.

Sono quindi stati realizzati una serie di bozzetti, evoluti e modificati fino ad ottenere un risultato unanimemente apprezzato. In questa fase è emerso chiaramente quanto peso abbia avuto lo stratificarsi di centinaia di immagini di vetture da sogno, accumulate da anni nel nostro cervello. Al tracciare di una linea, ci si rendeva immediatamente conto che quello stile era inequivocabilmente riconducibile ad una particolare vettura tipo Ferrari, Alfa Romeo, Audi, BMW, Lamborghini, Maserati etc.

Da questo punto di vista possiamo senza dubbio affermare che il compito di realizzare un design innovativo sia stato alquanto impegnativo e tuttora non possiamo essere sicuri che il risultato finale sia privo di influenze stilistiche. D'altronde però non ci si può esimere totalmente dall'influenza degli altrui design, soprattutto quando essi hanno fatto la storia. Inoltre lo stile di un autovettura risulta vincente se apprezzato dal cliente, per cui deve necessariamente inserirsi nel contesto storico nel quale è stato realizzato. Lo stesso passaggio dall'uso delle linee spigolose a quelle sinuose, si potrebbe in un certo senso attribuire ad una variazione del contesto storico (oltre all'inevitabile connessione con le necessità aerodinamiche) ed all'affermarsi di una nuova idea del bello.

Nella realizzazione dei bozzetti sono state esplorate varie possibilità di organizzazione degli spazi (posizione prese d'aria, scarico, forma fanali) evitando di snaturare completamente la forma della vettura da cui siamo partiti.

Di seguito riportiamo alcuni bozzetti realizzati.

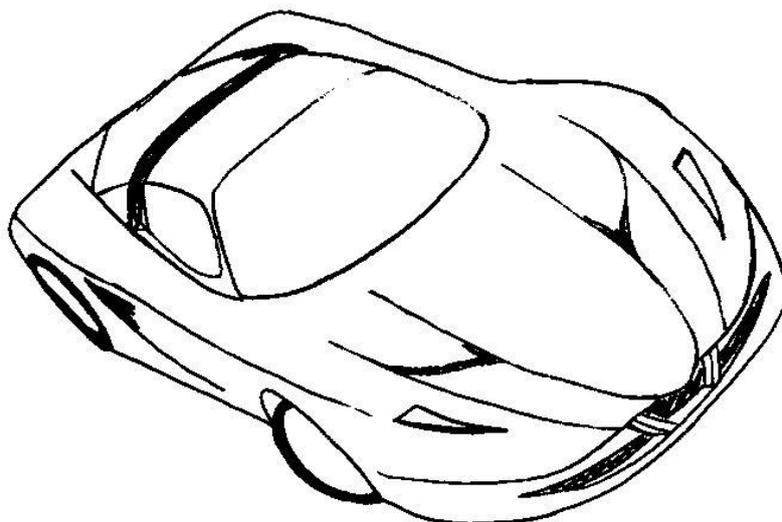
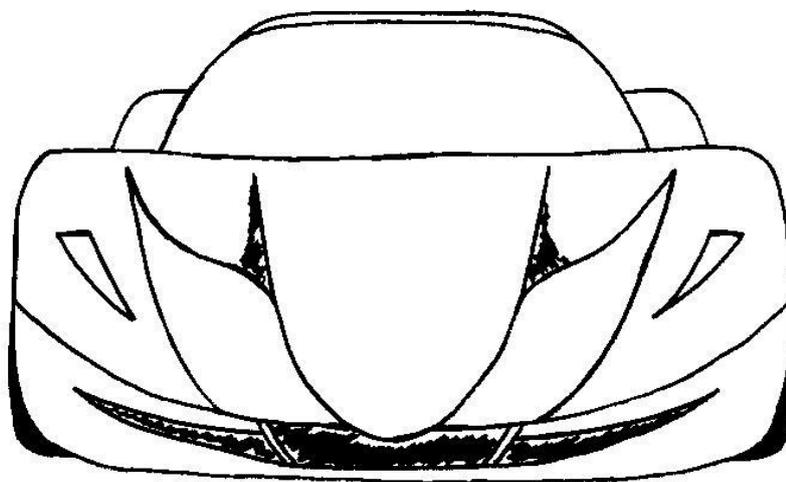


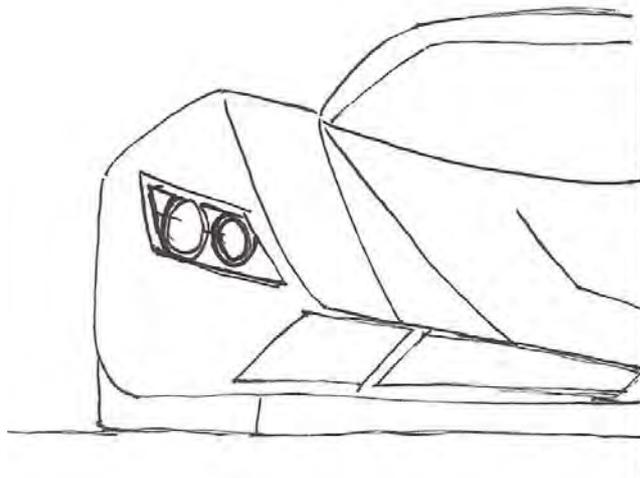
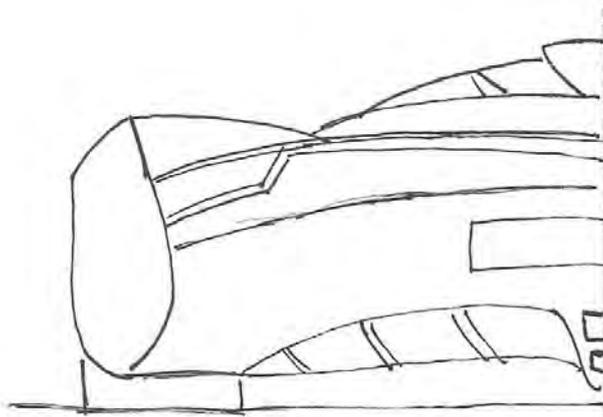
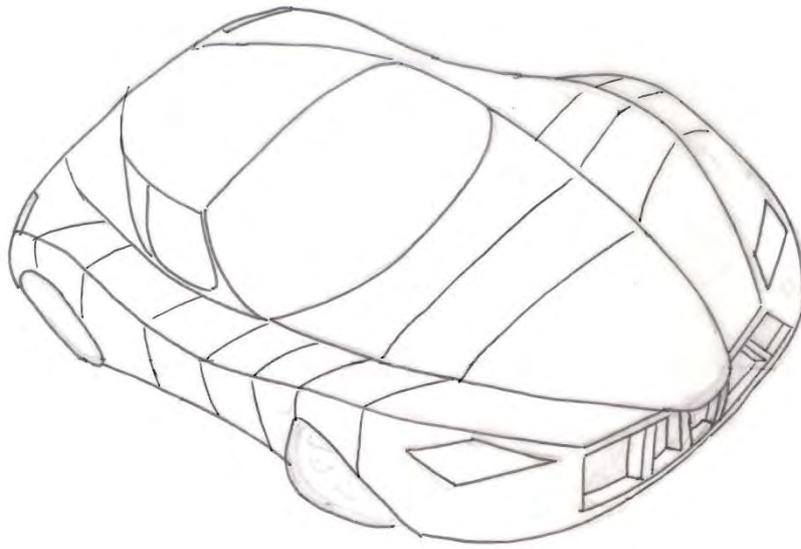
Con il seguire a realizzare disegni e considerando comunque il fatto di essere alle prime armi si è riusciti a migliorare lo stile ed il tratto, riuscendo sempre meglio a trasferire sul foglio da disegno le idee raccolte.

Dopo diverse prove si è pervenuti alla realizzazione dei bozzetti finali dove si iniziano ad intravedere le linee che caratterizzano quello che è il risultato finale del nostro studio di carrozzeria.

La scelta di questo design è stata dettata dal desiderio di vedere realizzata una vettura dalle linee semplici, una sportivissima dal tocco elegante e sobrio. I bozzetti hanno rappresentato comunque per noi solo un punto di riferimento stilistico a partire dai quali poter tracciare le prime linee che definiranno la carrozzeria.

Si riportano di seguito i bozzetti preparati che meglio rappresentano lo stile ricercato..



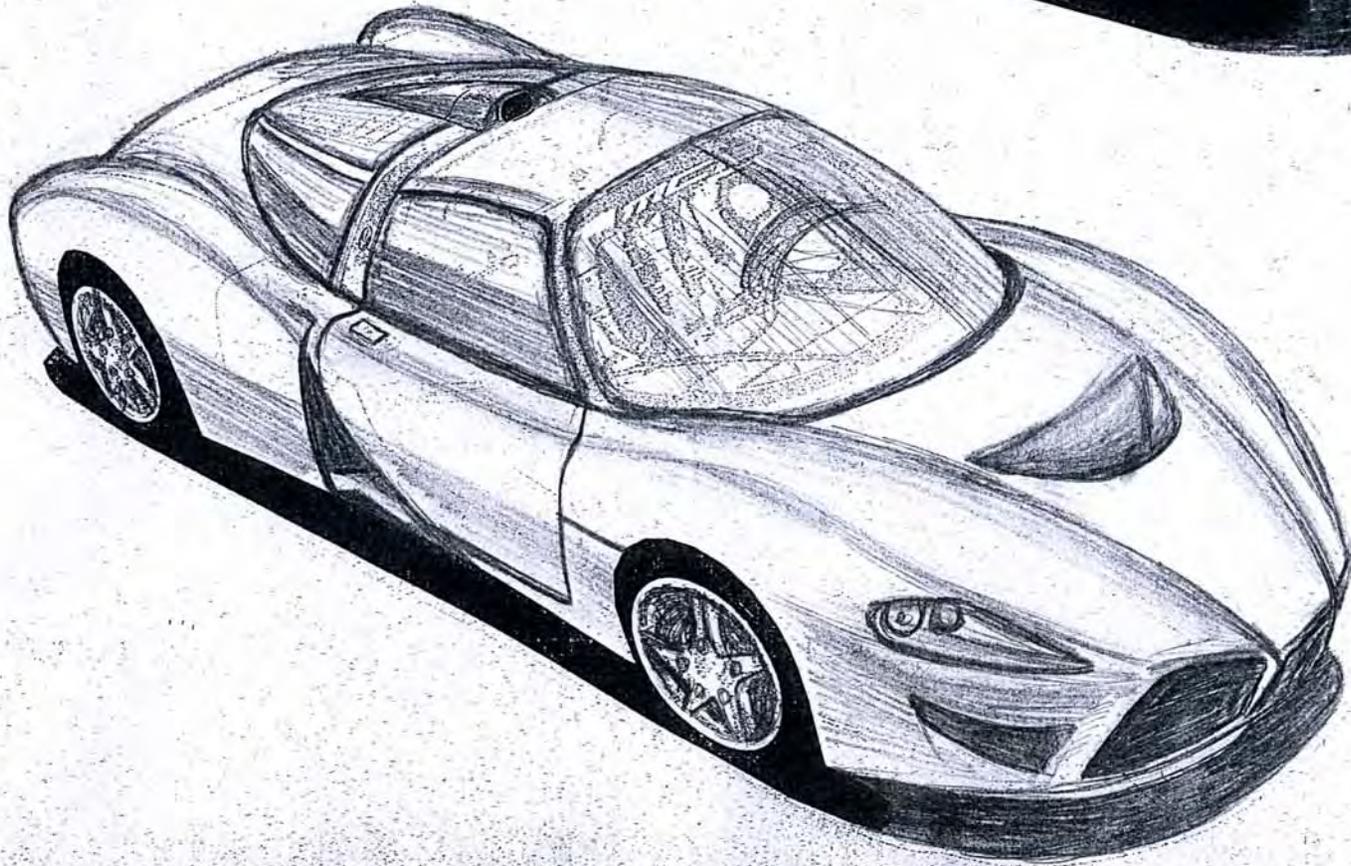
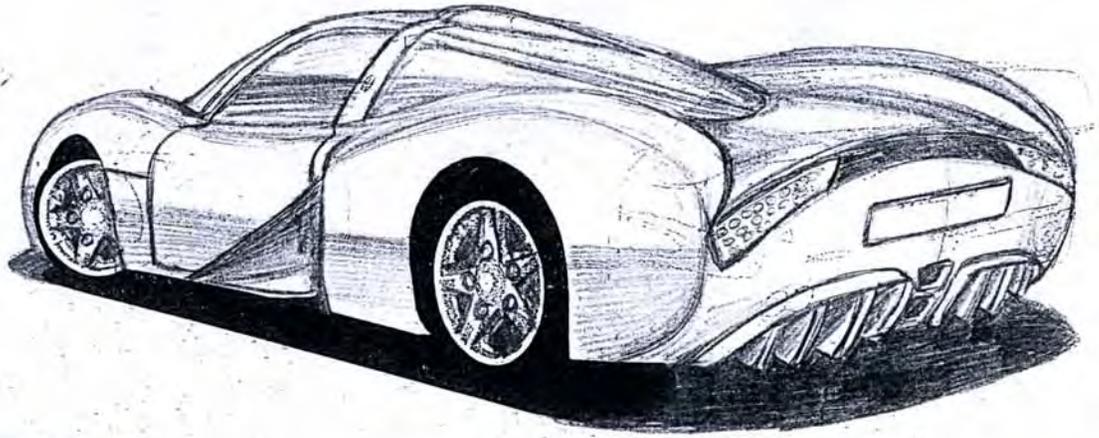


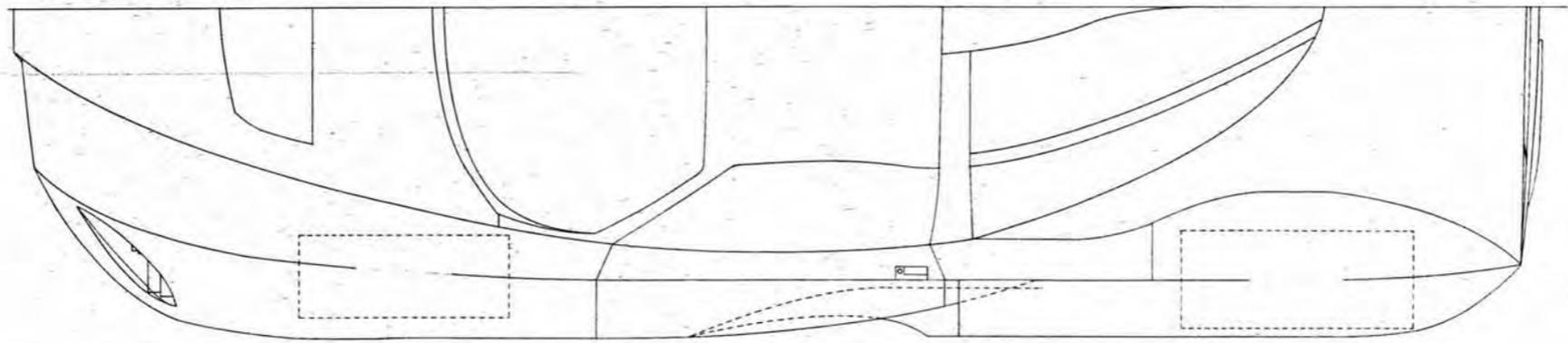
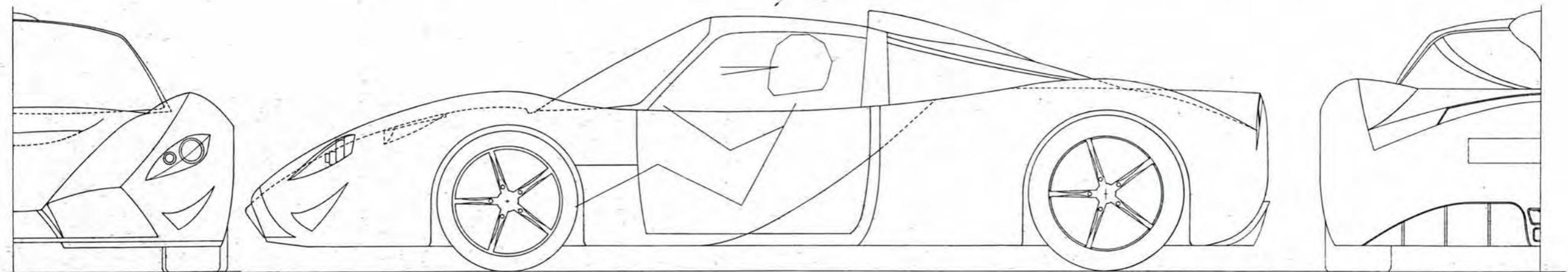
E' facile osservare che il risultato finale espresso con la realizzazione del piano di forma presenta evidenti differenze, in parte dovute alla necessità di rispettare i numerosi vincoli meccanici e altre derivate da una studio attento dei vari particolari o comunque dalla volontà di modificare certe forme.

Se non altro tali differenze fanno luce sul difficile accordo tra design ed esigenze tecniche e quindi su come sia sempre necessario trovare il giusto compromesso tra i due, oltre che sulla complessità del tipo di studi affrontato che richiede già all'inizio un'idea di quello che sarà il risultato finale.

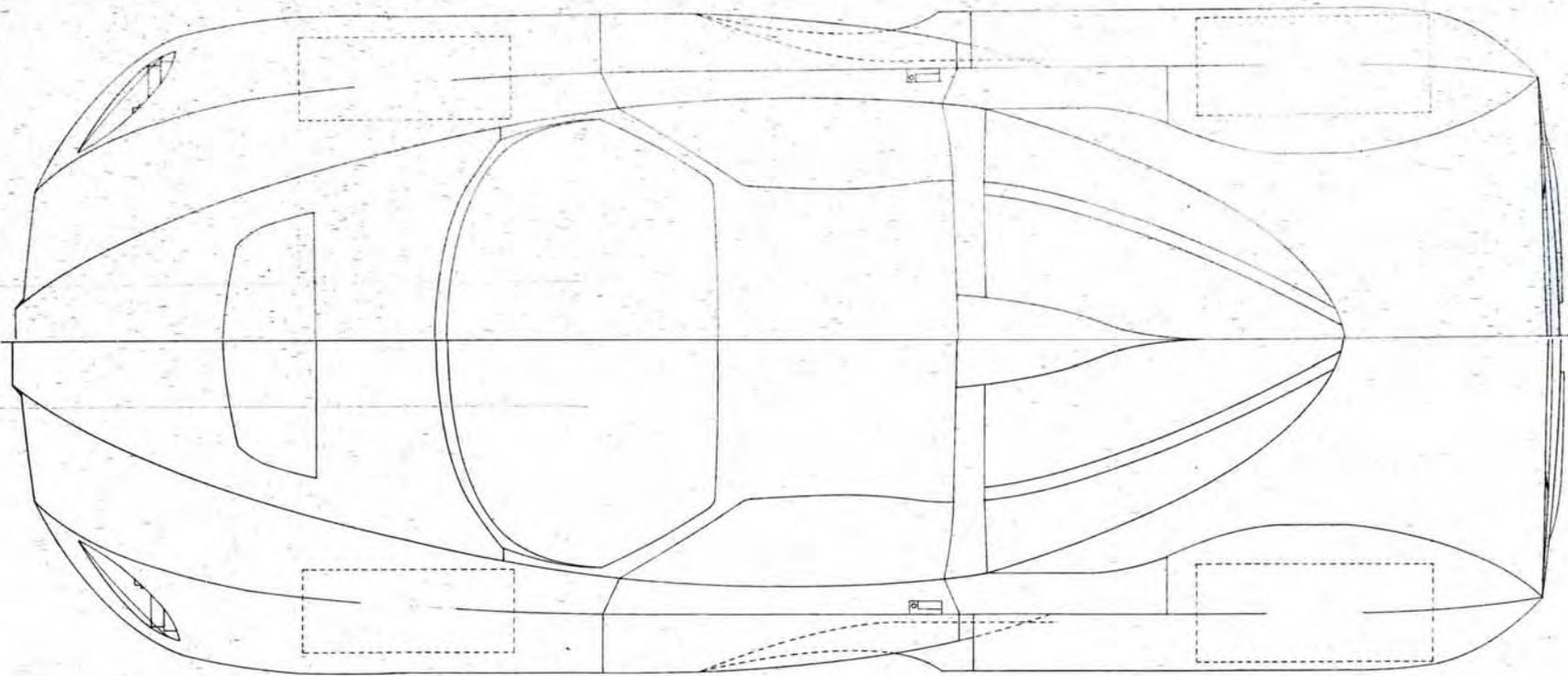
Ad ogni modo la vettura finale, ha soddisfatto dal punto di vista stilistico, forse oltre ogni aspettativa, quelle che erano le caratteristiche da noi ricercate.

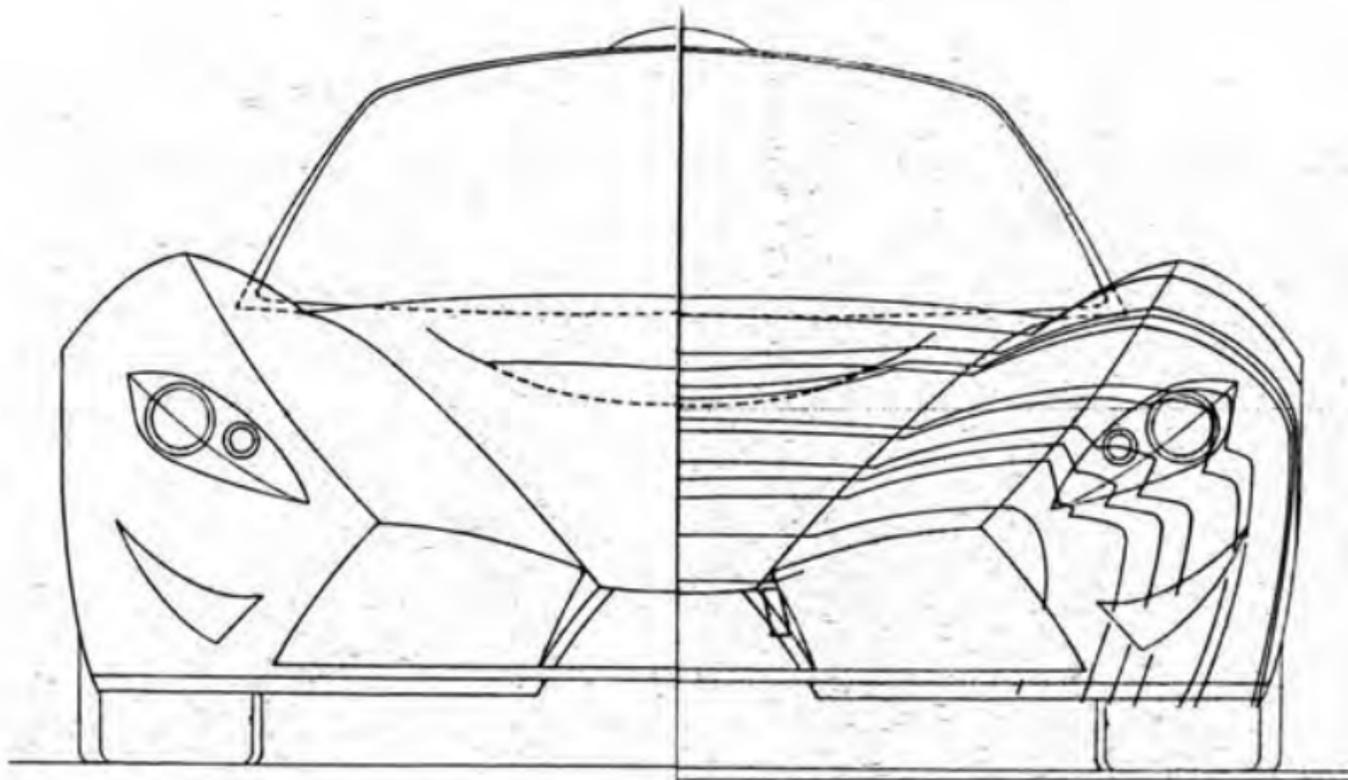
Presenta linee aggressive ma allo stesso tempo sinuose e voluttuose, facendo emergere, come era nell'intento del gruppo, un'idea di potenza, sportività ma al tempo stesso di eleganza, al pari delle più amate supercars.

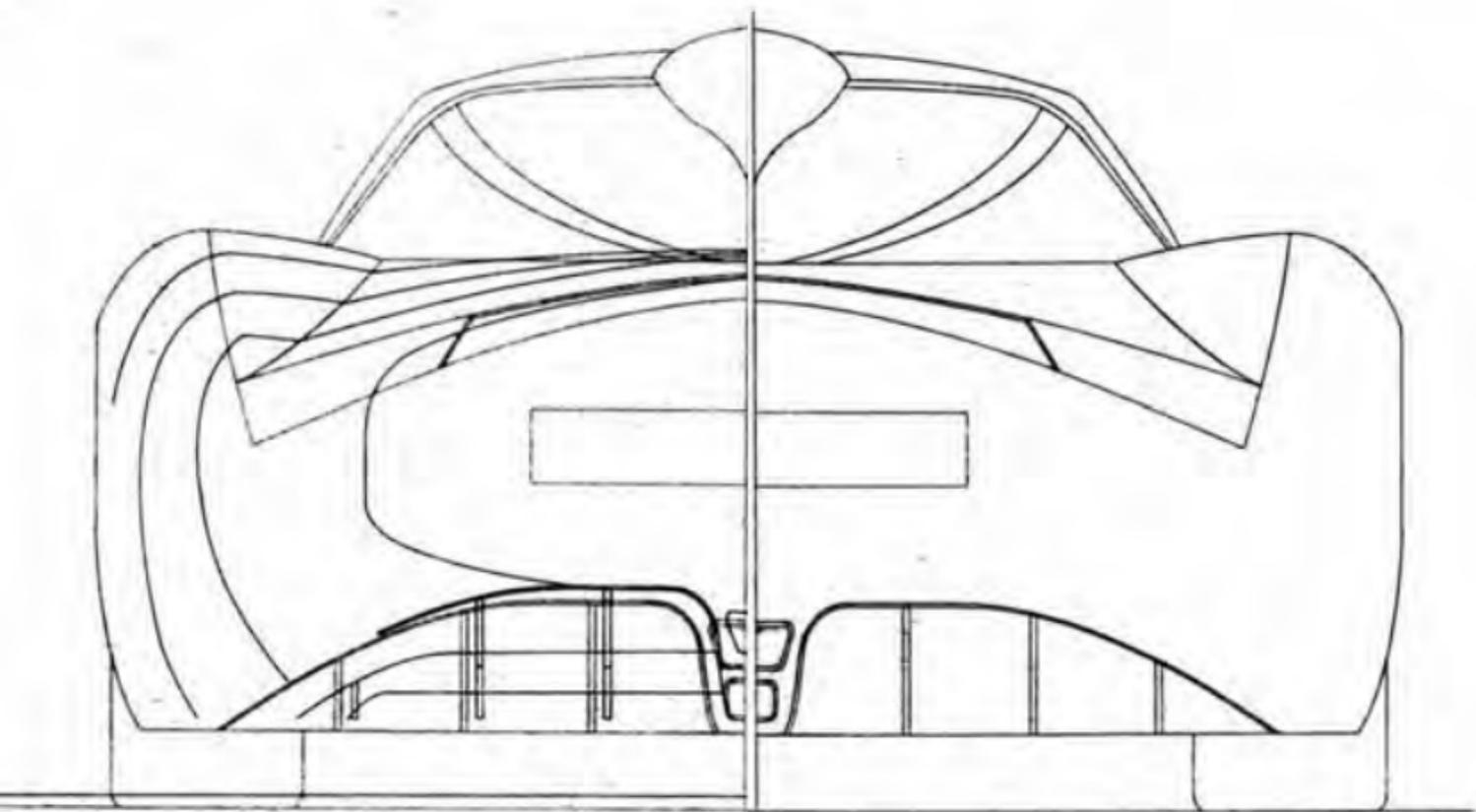


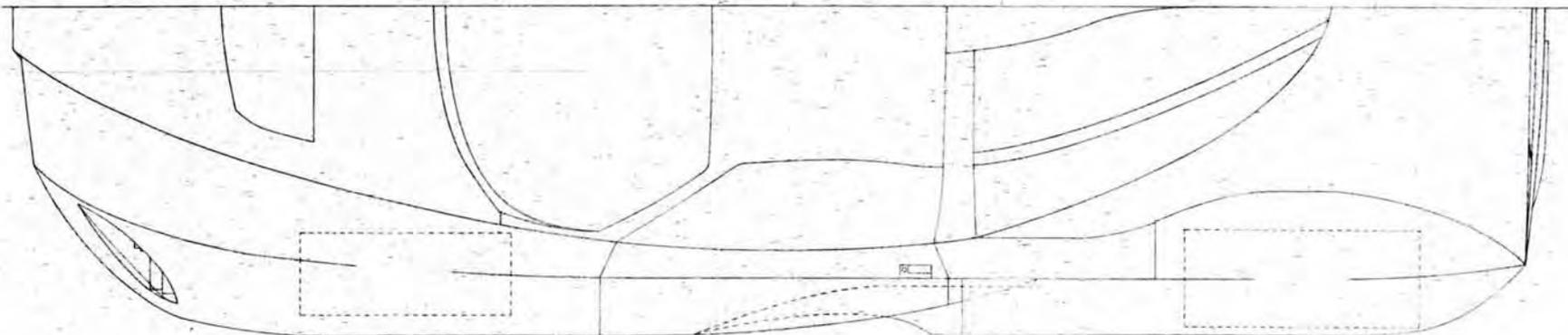
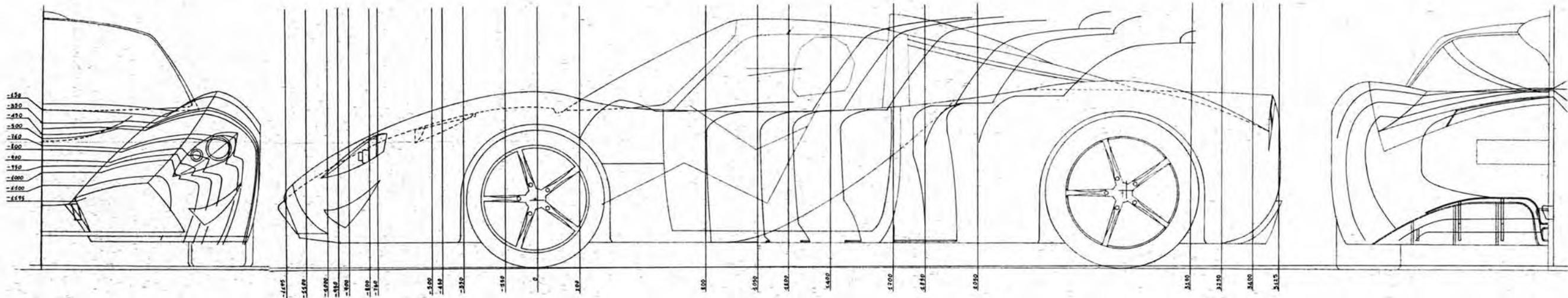


Salman Alvi
Saeed
Saeed
www.pakistan



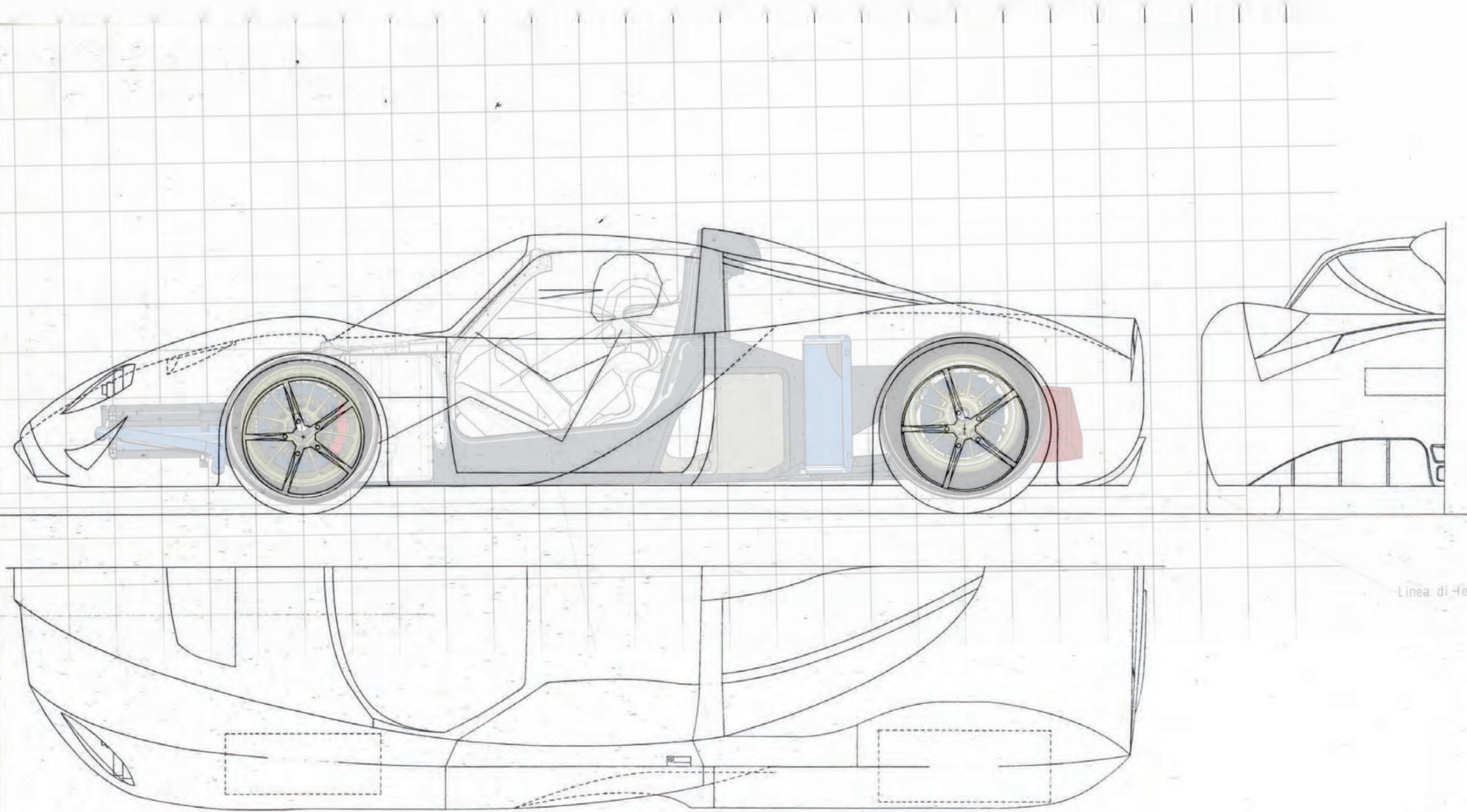






Sebastian Baur
 Senior Designer
 S.M.D. & A.
 Munich, Germany

1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
200
400



Linea di Ferro

Soliman Bin
Sara Bin
S.A. Bin
Youssef Bin

