

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEL VEICOLO

## *Relazione tecnica*

*Docente:*

Prof. **Fabrizio Ferrari**

*Gruppo di lavoro:*

**Alessandro Berioli**

**Andrea Catalano**

**Marco D'Alò**

**Giuseppe Maglio**

**Paolo Ragozzino**

**Ruggero Verzulli**

*Anno accademico 2009/2010*

*Alfa Romeo*

# *33 Daionetta*



**Da sinistra:**

*Giuseppe Maglio, Marco D'Alò, Alessandro Berioi, Andrea Catalano, Ruggero Verzulli, Paolo Ragozzino*

## **Introduzione:**

Nell'ambito del corso di Disegno di Carrozzeria tenuto dal Prof. Ferrari e in occasione del centenario della nascita dell'Alfa Romeo, il nostro gruppo ha studiato il design di un prototipo in stile Alfa Romeo sulla base del lay-out meccanico della Maserati MC12.

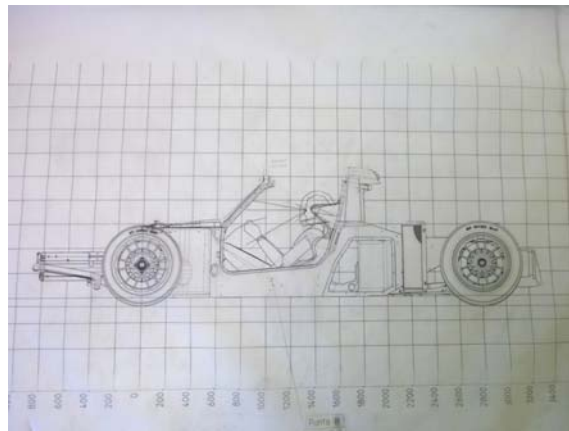
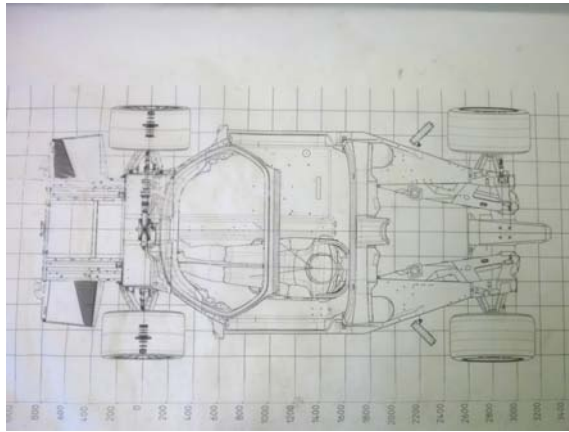
La MC12 nasce per partecipare al campionato FIA GT sancendo così il grande ritorno alle competizioni della Casa modenese. La regolamentazione del campionato FIA GT prevede che le case costruttrici partecipanti debbano omologare per uso stradale un certo numero di vetture dalle quali deriverà poi quella da competizione. Di conseguenza, nel 2004 la Maserati ha dovuto produrre 25 esemplari omologati di MC12, seguiti da altri 25 nell'anno seguente a causa dell'enorme richiesta da parte dei clienti.

Da quanto detto, scaturisce che in luogo di stile e confort, le soluzioni tecniche adottate sulla vettura vanno nella direzione di garantire il raggiungimento di determinate prestazioni.

Il motore è collocato in posizione centrale alle spalle del pilota situato in una cella di sicurezza realizzata in materiale composito, prevalentemente fibra di carbonio. Per ragioni di sicurezza il vano motore e l'abitacolo sono separati da una parete tagliafiamma. Il telaio è in monoscocca realizzato in fibra di carbonio con motore semiportante coadiuvato da una struttura di rinforzo. Partendo dal lay-out meccanico di questa vettura estremamente sportiva si è cercato di ridisegnarne forme e geometrie, adattandole, per quanto è stato possibile, al family feeling tipico delle auto del biscione. In particolare lo stile della nostra vettura si ispira all'Alfa Romeo 33 Stradale del 1967 (derivata a sua volta dalla 33/2 che partecipava al Campionato del Mondo Sport Prototipi).

## **Lay-out meccanico:**

Il lay-out meccanico della Maserati MC12 ha dettato la necessità di ripensare le forme tipiche delle vetture Alfa in funzione delle dimensioni della piattaforma a nostra disposizione; per dare un'idea delle differenti proporzioni in gioco, basti pensare alle dimensioni della Maserati MC12 (5143 mm di lunghezza e 2100 di larghezza per un'altezza di appena 1205 mm, passo di 2800mm) e a quelle della 33 Stradale (3970 mm di lunghezza e 1710 di larghezza per un'altezza di 991mm, passo di 2350mm). Si è deciso di mantenere gli stessi radiatori acqua della vettura di partenza; essi si presentano in posizione estremamente inclinata in modo da diminuire per fini aerodinamici la superficie di impatto frontale degli scambiatori e fanno leva su dei condotti di ingresso e uscita aria ben studiati.



Alla luce della conferenza dell'Ing. Ascanelli (project leader della vettura) abbiamo appreso che i radiatori hanno, nonostante l'elevato carico termico del motore, quelle dimensioni tutto sommato contenute proprio alla luce di una ottimizzazione esasperata di quei condotti. Questi ultimi non sono stati oggetto della nostra trattazione ma l'apprendere l'esistenza di questa problematica ci ha portato a fare scelte razionali quali prevedere la presenza di due bocche (una per radiatore) e dei corrispettivi sfoghi sul cofano; abbiamo altresì cercato di garantire nella zona anteriore uno spazio adeguato alla geometria dei condotti stessi.

Variare la posizione dei radiatori avrebbe quindi, in linea teorica, provocato un incremento della loro superficie, strada da noi non percorsa anche per la volontà di mantenere la possibilità di usare la vettura anche in pista. In un'ipotetica realizzazione del nostro prototipo, è naturale che volendo garantire un corretto funzionamento del sistema di raffreddamento in tutte le condizioni di utilizzo, tali scelte ed ipotesi sarebbero da affiancare ad analisi termiche più specifiche, calcoli numerici, analisi di andamento dei flussi e test di simulazione tanto virtuali quanto sperimentali;

### Scelte di progetto:

Nella realizzazione di un'autovettura, gli oneri legati al progetto del telaio costituiscono una quota rilevante del costo totale dell'auto. Per questa ragione, nel nostro progetto abbiamo cercato di minimizzare gli interventi che andassero a modificare elementi del telaio originale onde evitare di dover sostenere ulteriori costi legati alla verifica del raggiungimento delle prestazioni strutturali. Se da una parte questa scelta ha comportato evidenti vantaggi in termini di un'eventuale realizzazione a livello industriale, dall'altra ha fortemente condizionato l'opera di design stilistico. Le principali scelte di progetto hanno riguardato la posizione dello snorkel, dei *radiatori dell'acqua e dell'olio* e *l'altezza da terra*.

Per quanto riguarda la parte anteriore si è cercato di garantire l'adeguato raffreddamento del motore mantenendo invariate, rispetto all'originale, le dimensioni della sezione d'ingresso dell'aria e degli sfoghi dei *radiatori dell'acqua* sul cofano, nonché la loro inclinazione rispetto al suolo. L'imprescindibile scudetto Alfa, che cela tra l'altro la struttura di crash, ha poi imposto lo sdoppiamento della "bocca" centrale della Maserati. Per la stessa ragione, nel ridisegnare le prese d'aria laterali si è tenuto conto delle sezioni d'ingresso originali dei *radiatori dell'olio*. Oltre a mantenere il posizionamento originale di questi componenti, si è scelto di non intervenire sui due telaietti in alluminio ancorati al telaio che fanno da supporto alle sospensioni e alla componentistica di servizio e contribuiscono all'assorbimento di eventuali urti.

Al fine di garantire l'omologazione internazionale, il corpo della nostra vettura è stato alzato *da terra* (rispetto al pianale della MC12 da corsa che avevamo a disposizione) per garantire il passaggio di un blocco solido regolamentare di 120 mm di altezza tra telaio e suolo. Al contempo, si è scelto di riportare gli angoli di camber statico delle ruote sia anteriori che posteriori ai valori della vettura di serie considerando di dover utilizzare ruote e pneumatici con caratteristiche stradali in luogo di quelli da competizione presenti sul pianale di partenza. A geometrie definite poi si è proceduto alla divisione dei pannelli della carrozzeria provando ad immaginare una possibile realizzazione degli stessi, considerando anche che per l'omologazione il paraurti anteriore debba avere altezza minima da terra, a vettura sia carica che scarica, pari a 508 mm. Per la definizione delle linee di divisione delle parti di carrozzeria abbiamo fatto riferimento alle caratteristiche del materiale scelto per la loro realizzazione, la fibra di carbonio, ed al suo processo produttivo. Tale soluzione, come qualsiasi altra d'altronde, si porta dietro compromessi tecnologici da tenere in conto nella scelta della dimensione dei pezzi e della loro conformazione. Parlare di fibra di carbonio significa parlare di un processo di laminazione e successiva polimerizzazione in autoclave. D'importanza fondamentale sarà quindi l'applicazione del sacco a vuoto, che deve raggiungere tutti i punti del componente per evitare bolle o parti

di resina polimerizzata sulla sua superficie esterna, e la conoscenza delle dimensioni dell'autoclave a disposizione.

### **Stile:**

Per il tetto della vettura si è deciso di adottare una soluzione tanto insolita quanto efficace: rendere asportabili le parti laterali mantenendo fissa quella centrale che collega senza soluzione di continuità il parabrezza con il lunotto posteriore. Un tale "azzardo stilistico", che trasforma la vettura da coupé in "targa" atipica, è stato permesso dall'assenza di elementi strutturali nella parte superiore del telaio. Per garantire altresì, tanto un migliore alloggiamento di Oscar quanto una migliore abitabilità, si è deciso di innalzare il tetto della vettura; questa soluzione ci ha permesso tra l'altro di alzare anche il sedile del guidatore, ed eliminare, per quanto possibile, la sensazione di un abitacolo troppo angusto, tipico delle vetture supersportive. L'occasione di inglobare la presa d'aria motore è stata davvero ghiotta e ci ha permesso di dare vita ad uno stile più pulito ed armonioso nelle forme, tipico delle vetture Alfa Romeo; siamo riusciti così ad ottenere quello che volevamo: pur conservando la stessa sezione di ingresso, lo snorkel c'è ma non si vede.

Si è prestata particolare attenzione alla curvatura del tetto cercando di evitare palesi problemi di carattere aerodinamico dovuti a distacchi di vena del flusso. È naturale che anche questi fenomeni sono da studiare in modo più approfondito con simulazioni virtuali e con modelli in scala attrezzati per la galleria del vento. Particolare attenzione andrà posta sul flusso che va ad investire la presa d'aria per verificare che la bocca di ingresso sia effettivamente bagnata dal flusso in tutta la sua superficie.

Abbiamo altresì cercato di mantenere il numero più alto possibile di analogie con la vettura di ispirazione, l'Alfa 33, pur rispettando i vincoli della piattaforma base e cercando di apportare delle novità stilistiche in perfetta armonia con il marchio. Ecco allora la soluzione del tetto descritta prima, l'adozione della griglia di sfogo laterale integrante la freccia direzionale, la griglia laterale / posteriore, la presa d'aria laterale maggiormente importante sulla parte alta della fincata della vettura, i due elementi del gruppo ottico anteriore, l'assenza dell'alettone posteriore, la forma affusolata del lunotto posteriore con taglio verso l'alto nella vista laterale e con motore a vista, passaruota importanti e dalle forme morbide, l'adozione di un muso con profilo a freccia con linee convergenti verso il logo del marchio, e così via.

La volontà di ridurre lo sbalzo posteriore per conferire maggiore slancio alla linea della vettura, tenendo comunque presente l'ingombro del cambio (che è stato ricoperto da una calotta in fibra di carbonio a vista), ha comportato una diminuzione dell'efficienza dell'estrattore che è stato abbondantemente

accorciato ed inclinato. L'effetto suolo, che rappresenta un parametro imprescindibile nell'handling delle vetture da competizione, è infatti un concetto un po' meno esasperato nelle vetture stradali sia pure esse ad alte prestazioni; la Maserati di partenza infatti fa forza su una altezza da terra estremamente ridotta ed una pianta dalle dimensioni generose e piuttosto regolari.

Noi, nel nostro progetto, abbiamo dovuto innalzare considerevolmente la vettura per ragioni di normative giocandoci così buona parte di componente deportante. Va inoltre ricordato che la nostra vettura monta gomme stradali che, per quanto ad alte prestazioni, non riescono comunque a garantire quei coefficienti di attrito che permettono di sostenere valori di "downforce" importanti come quelli generati dall'aerodinamica spinta della vettura da gara.

L'alettone posteriore, che sulla MC12 stradale è stato conformato in maniera da dare un'impronta leggermente più stilistica (rispetto alla versione FIA GT) a discapito dell'efficienza aerodinamica, è stato da noi completamente abolito per non modificare la linea armoniosa della fiancata, caratteristica tipica delle Alfa Romeo; in uno studio successivo si potrebbe eventualmente pensare all'adozione di uno spoiler posteriore meccanizzato che intervenga variando la sua altezza e il suo angolo d'incidenza al crescere della velocità. Bisogna notare che comunque questa è una soluzione meno raffinata dal punto di vista aerodinamico poiché per definizione esso provoca un così detto "carico verticale sporco" che genera elevate turbolenze al suo passaggio, al contrario di un'ala che invece unisce ad una notevole deportanza, un buon livello di penetrazione aerodinamica. Per finire, nel frontale della vettura sono stati previsti due canali ai lati dello scudetto Alfa che, grazie anche al fondo vettura carenato, convogliano il flusso d'aria verso l'estrattore posteriore aumentandone per quanto possibile l'efficacia.

### **Gruppi ottici:**

Per quanto riguarda il posizionamento dei gruppi ottici ci si è attenuti alle norme di omologazione. Queste ultime prevedono per ogni elemento vincoli di posizione e orientamento, eventuali vincoli per la visibilità, limiti per la possibilità di raggruppare e combinare gli elementi stessi, ed altre prescrizioni particolari riguardanti ad esempio il funzionamento. Di seguito vengono riportate le indicazioni normative e le scelte effettuate.

	<b>Altezza [mm]</b>	<b>Larghezza [mm]</b>
<b>Abbaglianti</b>		Non devono mai essere più vicini all'estremità fuori tutto del veicolo di quanto non lo siano gli anabbaglianti
<b>Anabbaglianti</b>	500 → 1200	600 (reciproca) – 400 (dal fuori tutto del veicolo)

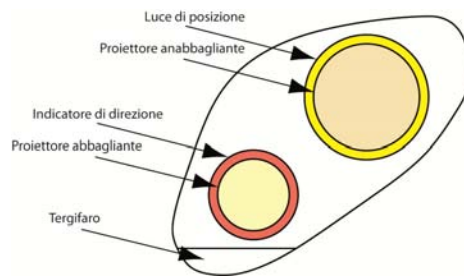
<b>Fendinebbia anteriori</b>	250 → max anabbaglianti	400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Proiettore retromarcia</b>	250 → 1200	
<b>Indicatori di direzione</b> (cat. 1 e 2)	350 → 1500 (2100 [*])	600 (reciproca) – 400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Indicatori di direzione</b> (cat. 5)	500 → 1500 (2300 [*])	max 1800 (dal fuori tutto anteriore del veicolo)
<b>Segnale di pericolo</b>	Segue quanto detto nel posizionamento degli indicatori di direzione	
<b>Luce di arresto</b>	350 → 1500 (2100 [*])	600 (reciproca) – (400 [**])
<b>Illuminazione targa posteriore</b>	Deve essere tale che il dispositivo possa illuminare la sede della targa	
<b>Luci di posizione anteriori</b>	350 → 1500 (2100 [*])	600 (reciproca) – 400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Luci di posizione posteriori</b>	350 → 1500 (2100 [*])	600 (reciproca) – (400 [**]) – 400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Fendinebbia posteriori</b>	250 → 1000	Deve essere posizionato sul lato opposto al senso di marcia oppure al centro. In ogni caso la distanza, sia in verticale che in orizzontale, tra il fendinebbia e le luci di arresto deve essere superiore a 100mm
<b>Luce di stazionamento</b>	350 → 1500 (2100 [*])	400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Catadiottro posteriore, non triangolare</b>	350 → 900	600 (reciproca) – (400 [**]) – 400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Catadiottro anteriore, non triangolare</b>	350 → 900 (1500 [*])	600 (reciproca) – (400 [**]) – 400 (dal fuori tutto del veicolo)
<b>Catadiottro laterale, non triangolare</b>	350 → 900 (1500 [*])	Il catadiottro situato più avanti non deve trovarsi a più di 3m dal fuori tutto anteriore del veicolo

[\*] se la forma della carrozzeria non permette di rispettare questo limite

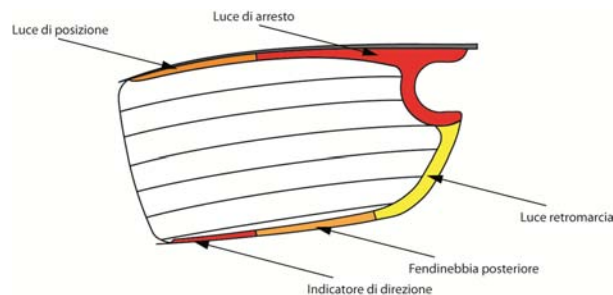
[\*\*] se la larghezza fuori tutto del veicolo è minore di 1300 mm



Per Il posizionamento dei *gruppi ottici anteriori* si è cercato di garantire un giusto compromesso tra lay-out della vettura, norme tecniche, stile puro e family feeling. Determinante è stata la volontà di mantenere una forma del muso affusolata, con andamento leggermente a freccia, ed il vincolo di inglobare correttamente i radiatori; quest'ultimo è stato importante nella determinazione dell'altezza del gruppo ottico di modo che non interferisse con gli scambiatori stessi; un altro vincolo ci ha guidato nella scelta dell'altezza da terra dei fari anteriori: la prova di crash test del pendolo prevede che al di sotto dei 508 mm (quota minima a cui deve trovarsi il paraurti anteriore) non debba esserci nessun elemento della vettura necessario alla continuazione della marcia di seguito all'urto; per questo motivo, nonostante il meccanismo tergifaro si trovi al di sotto dei 508 mm, il gruppo ottico si trova al di sopra di questa quota regolamentare. Le ultime restrizioni riguardanti i minimi angoli di illuminazione del proiettore anabbagliante (15° verso l'alto e 10° verso il basso - sulla vista del fianco; 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno - sulla vista della pianta) hanno guidato la collocazione, all'interno del gruppo ottico anteriore, del proiettore anabbagliante in posizione più esterna rispetto a quello abbagliante. Intorno all'anabbagliante è stato posto un anello di LED come faretto di posizione e la stessa soluzione è stata adottata per la freccia intorno all'abbagliante.



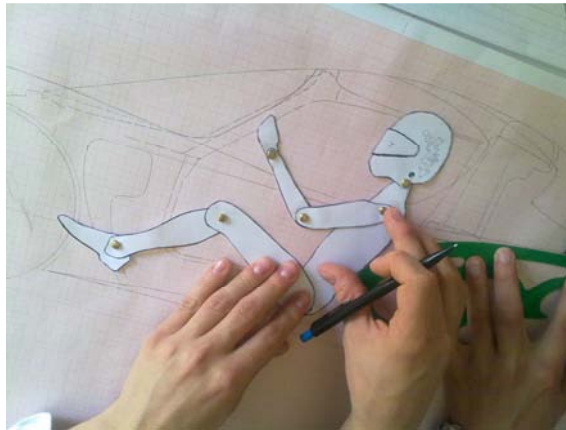
Per i *gruppi ottici posteriore* si è optato ancora una volta per l'utilizzo della tecnologia a LED integrando le luci nelle prese d'aria posteriori necessarie a garantire un adeguato raffreddamento del motore nonché un notevole colpo d'occhio alla vettura. Le normative hanno poi imposto il posizionamento dei vari fanali.



Un'altra fila di LED collocata sullo sfogo d'aria laterale (subito dietro la ruota anteriore) funge da indicatore di direzione laterale. Infine sul posteriore è stato previsto l'alloggiamento del dispositivo di illuminazione per la targa.

### **Posizionamento di "Oscar" e Angoli di Visibilità:**

Per quanto concerne il posizionamento di Oscar il primo intervento necessario è stato quello di spostare il punto H, le cui nuove misure sono: 482,5 mm da terra, 300 mm dalla linea di mezzeria e 1275 mm dall'asse della ruota anteriore. Un ulteriore vincolo da rispettare ha riguardato gli angoli di visibilità inferiore e superiore (maggiori di 7° e 16°) e frontali (15° verso l'esterno e 45° verso l'interno). Per poter raggiungere tali scopi si sono dovuti arretrare la pedaliera e lo sterzo.



Le modifiche relative al sedile riguardano invece la sua inclinazione, che è stata ridotta per esigenze di comfort e per evitare rischi di urto con il montante del parabrezza in caso di frenata. Adottando questi accorgimenti è stato possibile ottenere un'adeguata triangolazione tra Oscar e comandi. Inoltre, come già detto nel paragrafo sullo stile, l'abitabilità è stata notevolmente migliorata grazie all'innalzamento del tettuccio; questa scelta ha comportato tuttavia delle problematiche relative al raccordo con il montante del parabrezza. Volendo mantenere in vista il montante, così come avviene nell'MC12, sarebbe stata necessaria l'applicazione di un elemento di giunzione, in modo da creare un'unica superficie tra parabrezza e cupolino. Questa soluzione però, avrebbe comportato rischi di danneggiamento della verniciatura a causa dei moti relativi tra i due corpi causati da stress termo-meccanici e fenomeni vibratorii. Alla luce dei problemi evidenziati abbiamo deciso di unire direttamente il parabrezza al tettuccio in cristallo asportabile in modo da eliminare una giuntura ed avere una linea più pulita della vettura; naturalmente tale scelta implica difficoltà tecnologiche come la tenuta delle giunzioni, che necessitano di un corretto

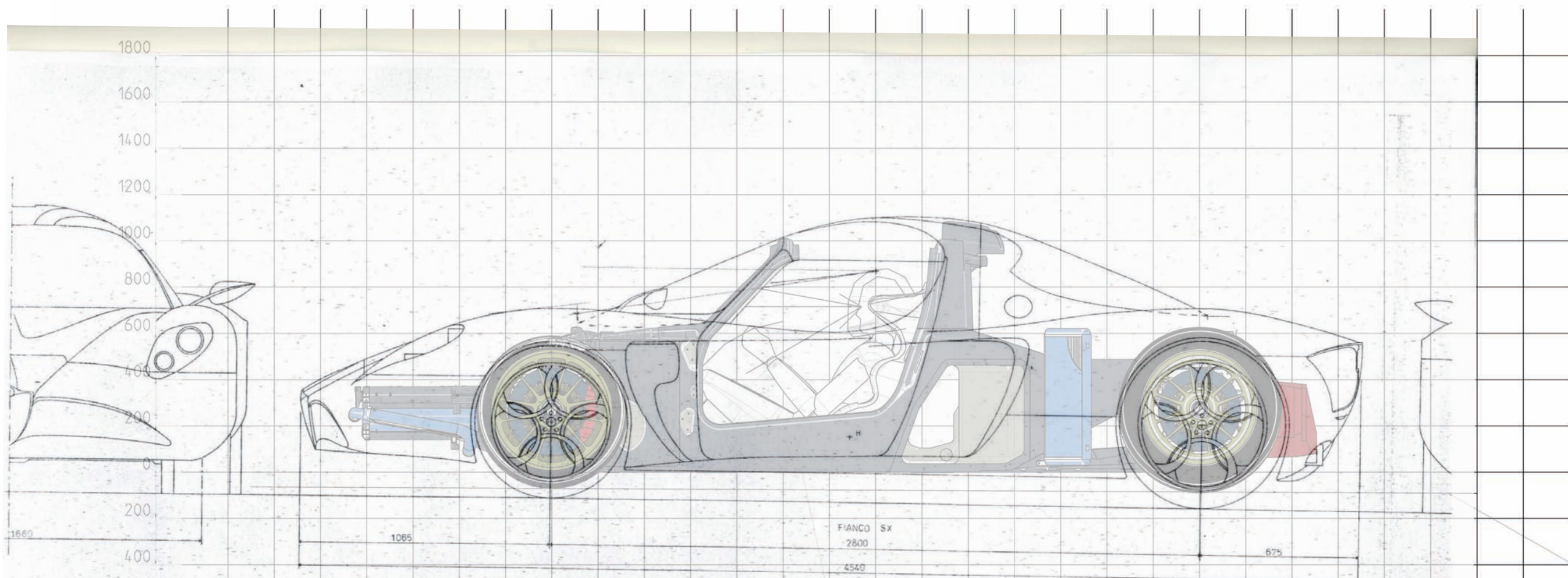
posizionamento, e lo studio di guarnizioni che non saranno statiche ma soggette al distacco con il tettuccio, tanto in fase di asportazione dello stesso, quanto durante l'apertura della porta. Il cristallo asportabile dovrà inoltre prevedere superfici di bordo oscurate per nascondere il montante e le guarnizioni sottostanti che restano ad esso ancorate per nasconderle alla vista una volta trasformata in targa la vettura.

### **Parti mobili della carrozzeria:**

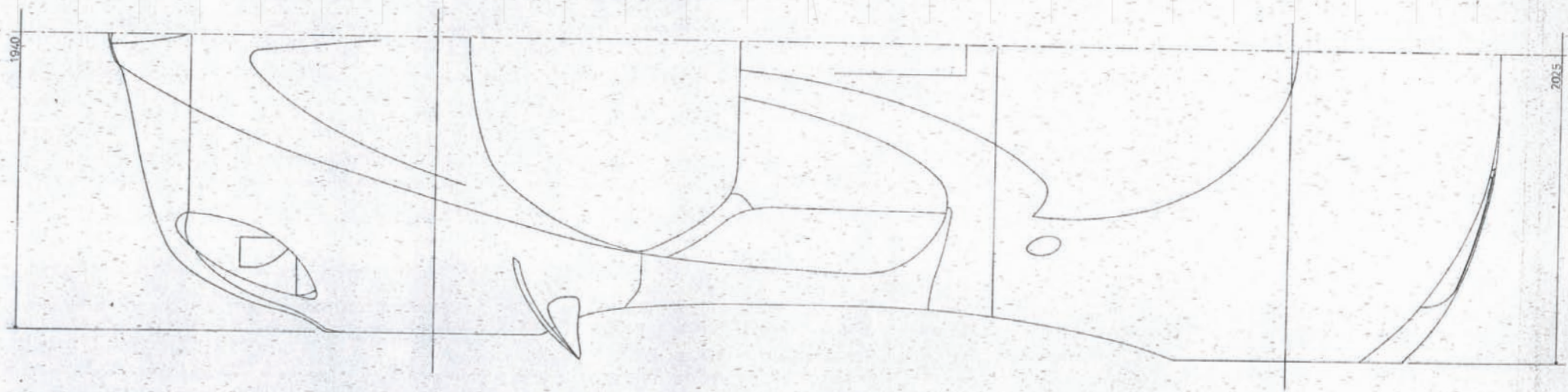
Ogni elemento mobile deve essere pensato e progettato in modo tale da garantire il suo corretto azionamento evitando interferenze con altre parti della carrozzeria. Al di là dei cofani anteriore e posteriore che devono garantire un'adeguata accessibilità alle parti meccaniche in fase di messa a punto e di manutenzione, una trattazione separata merita la portiera chiamata a rispettare vincoli di natura diversa. Per prima cosa deve potersi aprire sufficientemente per garantire una buona accessibilità a bordo, deve poter ospitare un cristallo laterale a scomparsa, deve consentire una buona visuale laterale al pilota e non deve interferire con il flusso d'aria in ingresso alla presa d'aria posteriore. In aggiunta a tutto ciò deve anche includere al suo interno la barra anti intrusione necessaria all'omologazione nei crash test e il meccanismo di azionamento degli airbag laterali. Dopo un attento studio sulle varie tipologie di meccanismi per l'apertura delle portiere si è scelto un cinematismo comunemente detto ad "ali di farfalla". Questo sistema consente l'apertura della portiera attorno ad un asse di rotazione quasi trasversale alla vettura. Per quanto affascinante, l'adozione di tale soluzione è risultata molto complicata da implementare considerata la scelta fatta di rendere asportabile una parte del tetto. In un'ipotetica realizzazione, le difficoltà maggiori riguarderebbero le giunzioni tra i pannelli della carrozzeria e le guarnizioni a battuta con il finestrino; quest'ultimo, durante le fasi di apertura dello sportello, non dovrebbe neanche abbassarsi leggermente per garantirsi il disimpegno dalla guarnizione stessa poiché, per migliorare ancora di più l'accessibilità a bordo, è stata prevista un'apertura contemporanea della porzione asportabile del tetto verso l'alto (che ruoterà attorno ad un asse quasi parallelo all'asse longitudinale del veicolo) ma in senso opposto a quello della portiera. Tutto ciò sarebbe comunque da verificare una volta decisa la tipologia delle guarnizioni da adottare e le traiettorie dei due organi mobili. Le suddette porzioni asportabili sono collegate alle cerniere che ne guidano il movimento tramite due spinotti a baionetta (quattro in tutto). Così facendo è garantita la semplicità di asportazione del tettuccio al quale resteranno legati gli spinotti; le cerniere invece rimarranno alloggiare nel montante centrale. Dal punto di vista strutturale si è invece ritenuto che l'adozione di un'unica cerniera montata sul telaio, se da un lato avrebbe garantito il corretto cinematismo dello sportello,

dall'altro non sarebbe stata in grado di evitare le eccessive vibrazioni dovute all'ampio movimento. Per scongiurare quest'ultimo problema si è aggiunta una seconda cerniera sistemata al centro del montante laterale del parabrezza. Con questo sistema tra l'altro, si evita qualsiasi tipo di interferenza con il cinematismo del tetto asportabile.



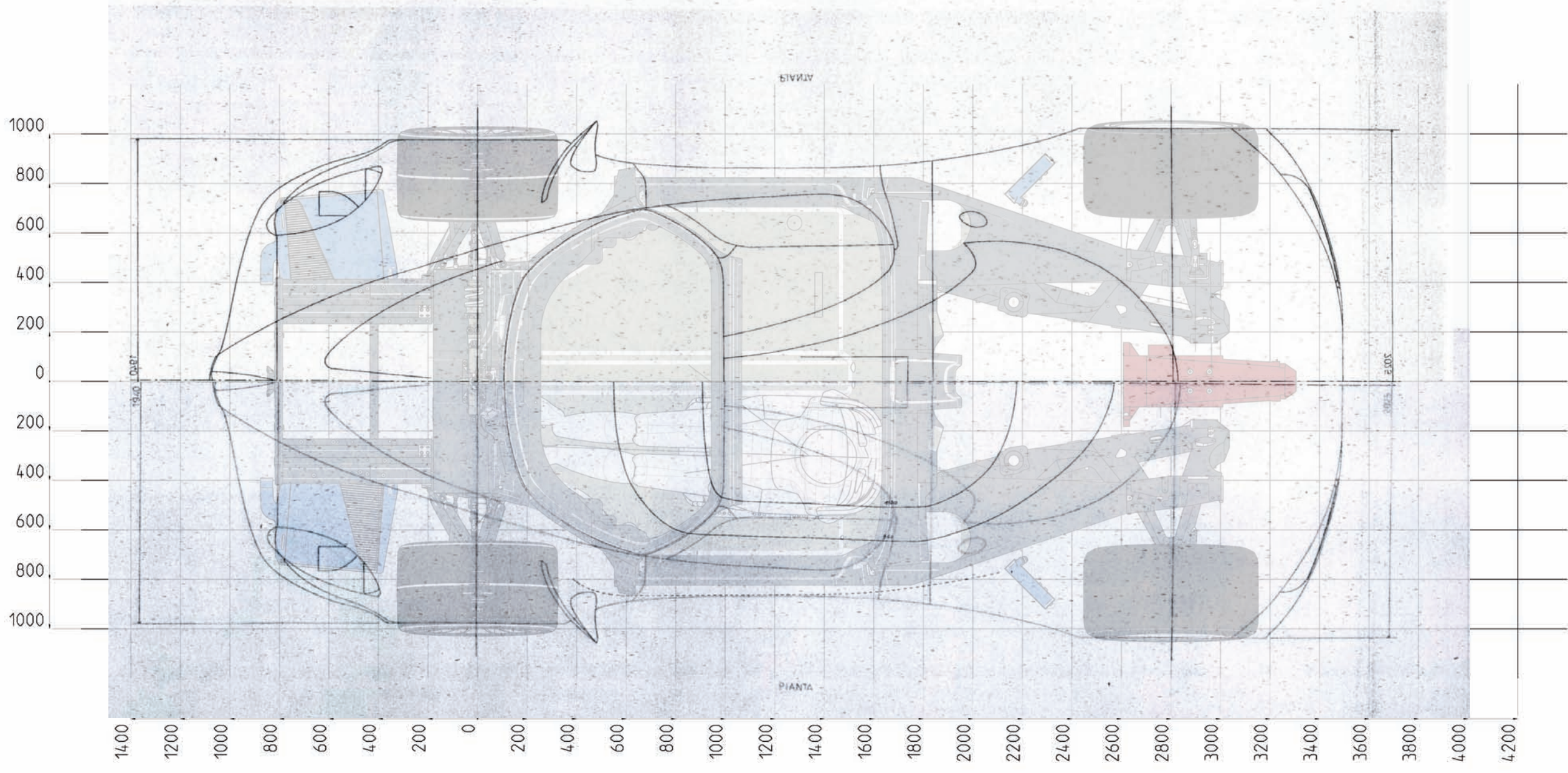


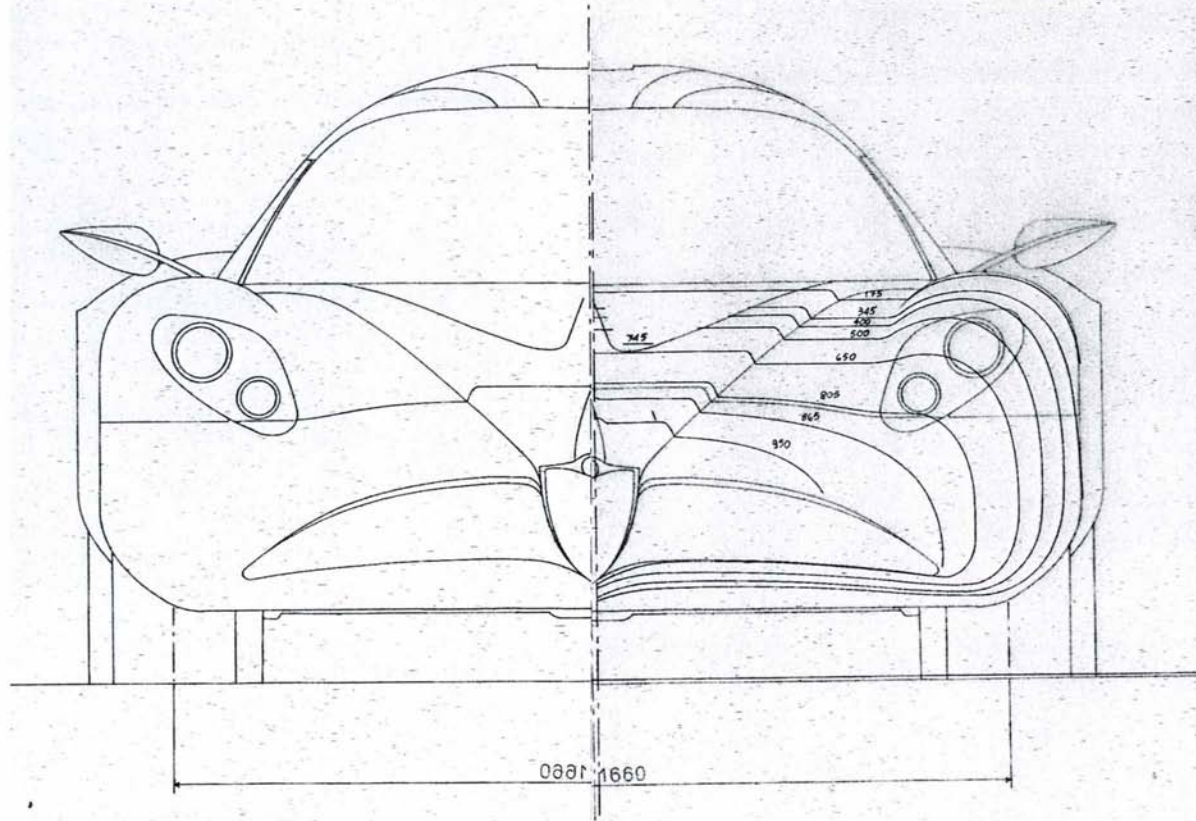
Linea di terra



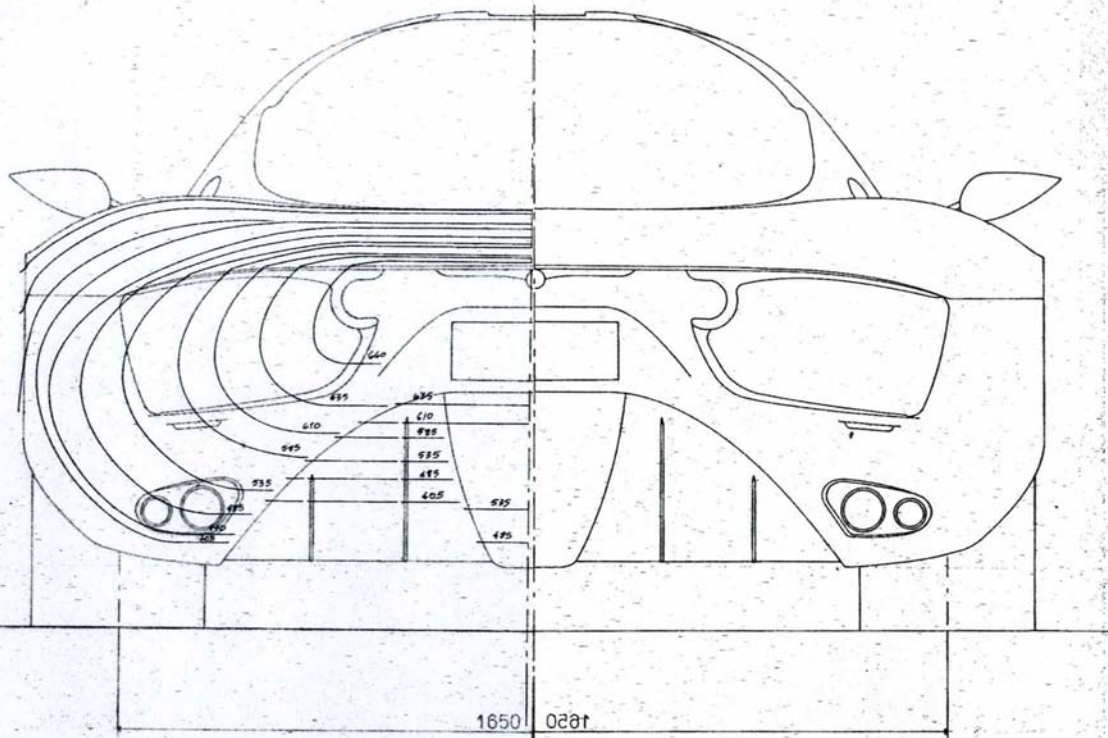
PIANTA



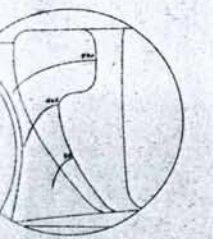
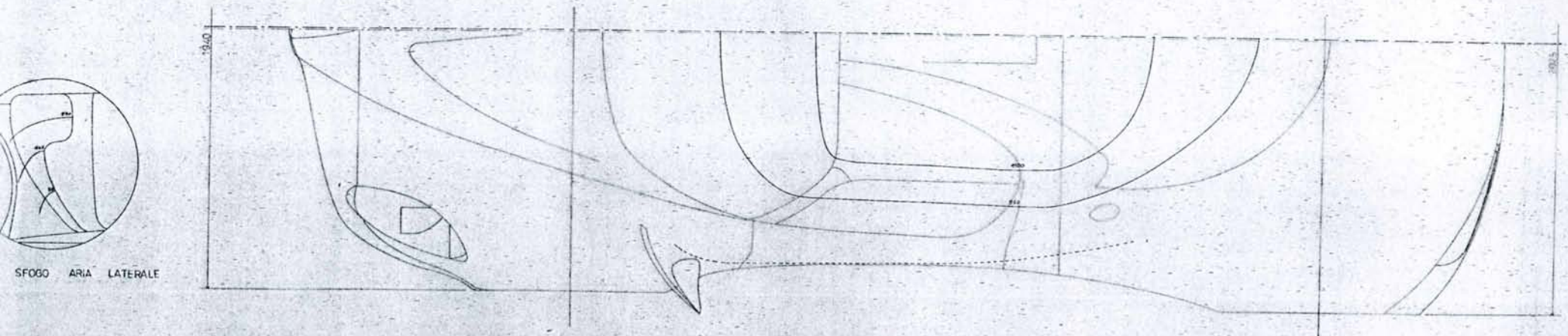
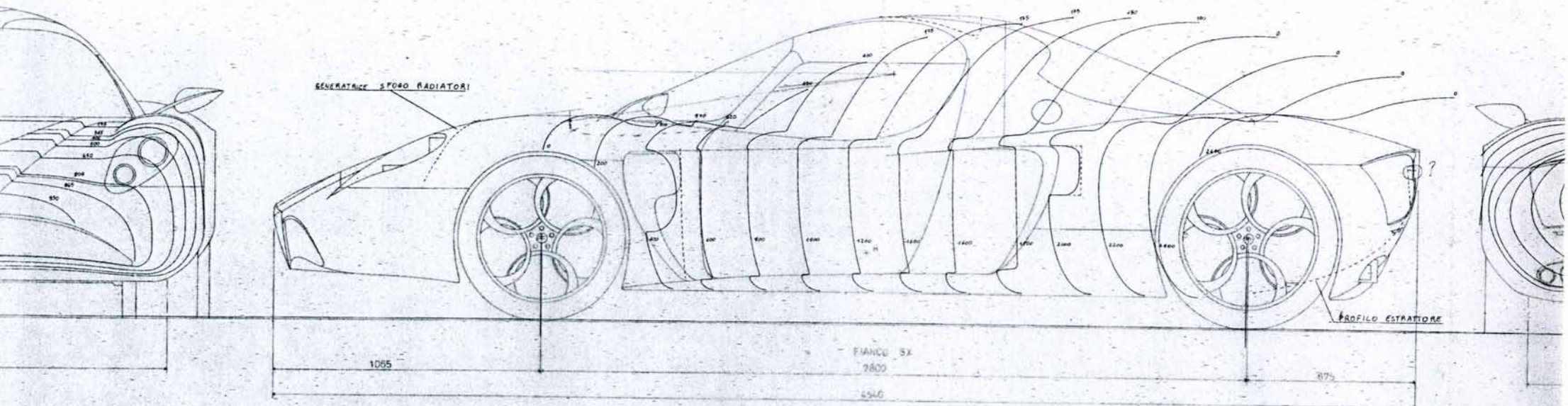












PIANTA