

Università degli studi di Modena e
Reggio Emilia



Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Specialistica in **Ingegneria del Veicolo**

Corso di **Disegno di Carrozzeria**

Anno Accademico 2008/2009

Relazione Tecnica
Maserati MC12
"Abyssian"

Docente:

Prof. Ing. Fabrizio Ferrari

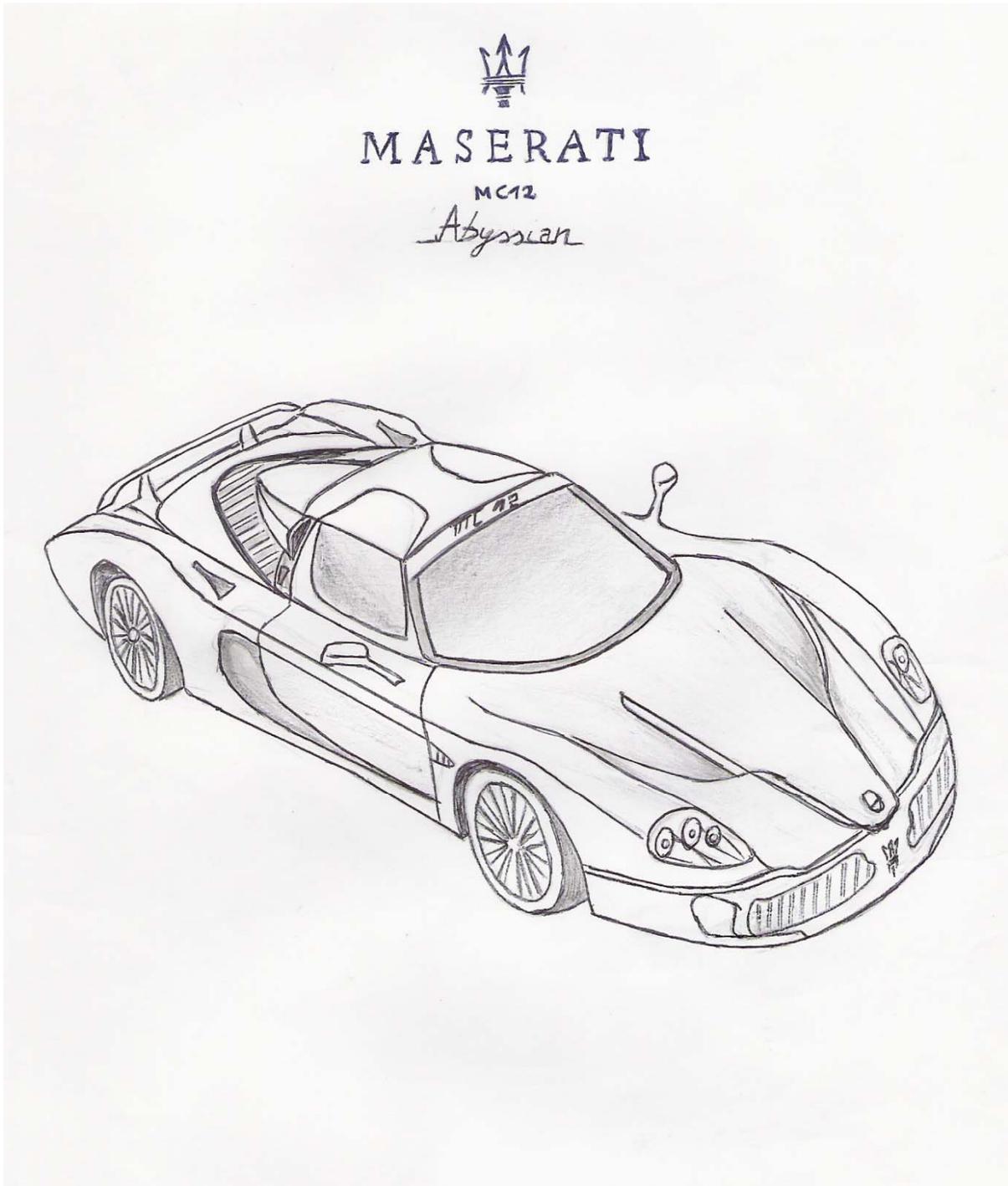
A cura di:

Fabio Manera

Luca Venturoli

Denis Grilli

Massimo Bergamaschi



Introduzione

Oggetto dello studio è stata la definizione di una nuova carrozzeria sviluppata sul layout meccanico della Maserati MC12, allo scopo di rendere stradale un veicolo progettato e sviluppato per le corse. Tale relazione tecnica ha come obiettivo

quello di rendere più esaustive le modifiche ed i miglioramenti effettuati sul progetto originale della vettura in questione.

La **Maserati MC12** è una biposto coupé-spider a coda e passo lungo (2800mm) di impostazione tipicamente sportivo-corsaiola. Il motore è un V12 di 6 litri da 630 CV ed è situato in posizione centrale/posteriore. Con le sue dimensioni imponenti (5143mm di lunghezza e 2096mm di larghezza per un'altezza di appena 1205 mm), la MC12 ha uno stile che è rigorosa conseguenza della sua funzione. Il lay-out della vettura da corsa, prima dell'apporto di modifiche del nuovo progetto, presenta le seguenti caratteristiche:

Lunghezza: 5143 *mm*

Larghezza: 2096 *mm*

Altezza: 1205 *mm*

Passo: 2800 *mm*

Carreggiata anteriore: 1660*mm*

Carreggiata posteriore: 1650 *mm*

Sbalzo anteriore: 1248 *mm*

Sbalzo posteriore: 1095 *mm*

Le caratteristiche tipiche di una vettura destinata alle competizioni si evincono dall'assetto, dal livello di comfort, dalle modifiche meccaniche apportate. Questi sono tutti aspetti che si intendono modificare per far sì che, tale vettura, possa essere utilizzata in strada, non trascurando l'abitabilità, il rispetto di tutte le normative di sicurezza ed omologazione che vengono imposte a tutti i veicoli in produzione. Tutto ciò senza dimenticare l'anima sportiva, caratteristica tipica del marchio Maserati.

Di seguito, dapprima ci si è concentrati sull'individuazione e sul rispetto dei limiti

regolamentari e successivamente sono state effettuate delle scelte progettuali. Gli unici interventi strutturali sono relativi al disegno dell'abitacolo e nello specifico ai montanti anteriori, al parabrezza e all'altezza del tettuccio. Per quel che riguarda la carrozzeria e la ricerca di stile, le modifiche sono sostanziali e riguardanti ogni aspetto del veicolo.

Layout meccanico di partenza

Per prima cosa ci si è concentrati sull'acquisizione dei dati fondamentali per iniziare l'elaborazione grafica del mezzo, misurando così il passo e le carreggiate anteriore e posteriore.

Per quanto riguarda il layout meccanico sono state rilevate innanzitutto *l'altezza massima del motore da terra, l'altezza massima del radiatore dell'acqua da terra*, posizionato nella parte anteriore del veicolo, *l'ingombro trasversale*, la *larghezza dei pneumatici*, gli ingombri delle sospensioni, gli ingombri del serbatoio carburante ed infine gli ingombri dei radiatori dell'olio che determineranno poi la posizione, l'ampiezza ed in alcuni casi anche la forma delle prese d'aria laterali.

Del layout meccanico sono stati conservati tutti i componenti descritti in precedenza, sia in termini di dimensione che di posizione, modificando solamente la collocazione del montante anteriore e la forma del giroporta; tale modifica strutturale sarà descritta successivamente.

La posizione e la forma dei radiatori anteriori dell'acqua, ancorati al telaio con una inclinazione di 10°, ha vincolato la progettazione della zona anteriore; allo

stesso modo i radiatori posteriori dell'olio hanno influenzato il dimensionamento delle prese d'aria, il disegno degli sportelli e della relativa bombatura.

La posizione del motore, al posteriore, è stata considerata imponendo una determinata altezza minima della carrozzeria in corrispondenza di tale zona; l'ingombro dettato dal cambio, situato centralmente nella zona più arretrata del veicolo, ha rappresentato una ulteriore limitazione nella parte bassa posteriore.

Altro elemento vincolante è stato il rollbar; situato alle spalle del conducente, tale elemento è stato vincolante oltre che per il disegno dell'abitacolo, anche per il progetto degli sportelli il cui battente fa parte del rollbar stesso.

Interventi effettuati sulla vettura

Riallineamento Vettura

Per prima cosa si è variata l'altezza del telaio dal suolo posizionandolo a 140 mm dalla linea di terra, eliminando l'assetto cabrato presente originariamente. L'innalzamento della vettura ha permesso di ottenere un assetto in cui il punto più basso del pianale da terra è di 140 mm a carico statico in rispetto della norma che prevede il passaggio di un parallelepipedo di 120 mm di altezza al di sotto della vettura; quest'ultimo non deve incontrare ostacoli in nessun punto, cioè non deve incastrarsi.

Successivamente si sono sostituiti i pneumatici di partenza, con pneumatici 245/35 ZR 19 all'anteriore e 345/35 ZR 19 al posteriore ed è stato rivisto l'assetto, eliminando la campanatura iniziale.

Modifica del telaio e Posizionamento di Oscar

In fase di progetto si è deciso di effettuare una modifica strutturale del layout originale della vettura, riguardante il montante A, al fine di rendere più confortevole l'ingresso e l'uscita dall'abitacolo. Per tale motivo si è deciso di modificare la vasca aumentando anteriormente lo spazio di uscita delle gambe.

In particolare è stata modificata la posizione del montante, che rispetto alla configurazione originale è stato arretrato di 62,5 mm ed alzato 55 mm, rispetto al riferimento "0" del veicolo, mantenendo però la stessa inclinazione. Tale modifica ha influenzato l'altezza del tetto, in modo proporzionale alla variazione del montante; si è deciso, infatti, di eliminare lo "snorkel" presente sul tettuccio in posizione centrale in modo tale da poter alzare il tetto e garantire una maggiore abitabilità del veicolo.

Inoltre, non potendo modificare il rollbar originario, tra questo e il tetto verrà posto uno spessore e comunque la struttura portante per il tetto sarà data dalle prese d'aria poste sui montanti posteriori. Infine è stata data una piccola bombatura al tettuccio che in tal modo risulterà più aerodinamico.

La modifica del montante anteriore ha permesso la riprogettazione dello sportello, reso più ampio in tutte le direzioni. Questo dettaglio è molto importante, in quanto incide in modo determinante sull'accesso confortevole all'interno del veicolo, aspetto invece poco rilevante per un'auto da competizione. L'arretramento dell'apertura è pari a 122,5 mm (sempre rispetto al riferimento "0"), mentre la chiusura e la soglia di accesso sono rimasti invariati.

Si può facilmente evincere come lo spazio interno del veicolo sia aumentato, migliorando in modo sostanziale l'abitabilità. Tale modifica ha consentito inoltre

di rispettare l'angolo di visibilità di 7° imposto dalle norme e di creare una zona più ampia per le oscillazioni in avanti per la testa del pilota in caso di impatto.

Inoltre è stato possibile poter posizionare in maniera ottimale il manichino regolamentare "Oscar".

Nella MC12 originale, il manichino non rispetta i vincoli richiesti per l'omologazione stradale, né per la posizione del busto che risulta troppo sdraiata, né per gli angoli di visibilità. Si è, così, provveduto al corretto posizionamento del manichino "Oscar" secondo le misure di sicurezza imposte dalle norme regolamentari. Il manichino regolamentare "Oscar" è caratterizzato da altezza complessiva pari a 1820 *mm* e distanza tra il punto H, punto di snodo tra il busto e gli arti inferiori, e la sommità del capo pari a 865 *mm*. All'altezza iniziale è stato sommato lo spessore di 15 *mm* del casco, raggiungendo un'altezza totale di 1835 *mm*.

Il posizionamento di "Oscar" si è tradotto nella determinazione della posizione del punto H e dell'inclinazione del busto; quest'ultimo deve poter ruotare rigidamente intorno ad H fino al volante e senza incontrare nessun impedimento (montante, parabrezza o tetto). Si è così utilizzato il compasso per determinare in modo preciso la zona d'urto della testa e verificare che essa non tocchi in alcun modo nessuna parte interna del veicolo in caso di incidente. L'angolo di inclinazione dello schienale rispetto alla verticale è stato scelto pari a 22°. La verifica del progetto considerato è stata effettuata facendo ruotare il manichino di un arco di circa 90 ° (compresi i 22° di inclinazione dello schienale) fino a toccare il volante. Si è riscontrato che esso non tocca in nessun modo eventuali parti interne sporgenti del veicolo. Bisogna comunque considerare che il manichino regolamentare è stato inserito nell'abitacolo della vettura dotato di casco; essendo però la nostra vettura stradale, il pilota durante un normale

utilizzo non porta il casco, e di conseguenza la zona libera risulterà maggiore di quella calcolata.

Le coordinate del punto H rispetto allo zero a terra sull'asse della ruota anteriore, sono pari a:

$X = 1165 \text{ mm};$

$Z = 315 \text{ mm}.$

Rispetto alla posizione iniziale è stato alzato di 20 mm e avanzato di 120 mm rispetto al riferimento 0. La posizione di gambe e braccia è tale da garantire un'ottima gestione dei comandi ed infine il parabrezza è stato progettato secondo le norme previste dal regolamento.

Una volta posizionato "Oscar" , sia sul fianco che sulla pianta, si sono potuti imporre i limiti regolamentari per gli angoli di visibilità inferiore , pari a 7° , superiore, pari a 16° , e frontali, pari rispettivamente a 15° e 45° .

Angoli d'attacco e zona deformabile

Un altro fattore molto importante a livello regolamentare è l'altezza minima da terra della zona deformabile, o paraurto anteriore. La normativa americana, più restrittiva di quella europea, prescrive un'altezza minima da terra della zona deformabile di 508 mm ed uno spazio libero per la deformazione della zona stessa di almeno 200 mm . Tale misura viene controllata per mezzo di un pendolo con una mazza incorporata, il quale ruotando non deve colpire in nessun caso la carrozzeria sopra la zona deformabile.

Un'ulteriore limitazione è data dall'angolo di attacco, ovvero dall'angolo formato dalla linea del terreno con la linea di massima pendenza superabile, che deve essere pari ad almeno 7° sia all'anteriore che al posteriore.

Nel nostro caso si avrà un angolo di attacco pari a 9° all'anteriore e 19° al posteriore.

Angolo di sterzo dei pneumatici

Particolare attenzione va posta ai pneumatici e all'angolo di sterzo degli stessi. Infatti la normativa prevede che essi possano essere ruotati di un angolo pari a 25° rispetto all'asse verticale delle ruote. Si è verificato che nonostante si siano spostate le cerniere della portiera in avanti, le ruote anteriori abbiano la possibilità di ruotare fino ad un angolo di 35° senza avere interferenza con il passaruota stesso, che risulta essere ora più vicino alle cerniere. Il fatto che i pneumatici anteriori siano più stretti rispetto a quelli posteriori, permette sia di evitare più agevolmente il problema di contatto tra i pneumatici stessi ed i relativi passaruota in fase di sterzata, sia di evitare l'interferenza con le zone di attacco del radiatore anteriore.

Gruppi Ottici

Per quanto riguarda il posizionamento dei gruppi ottici ci si è attenuti alle norme di omologazione e alle dimensioni del proiettore anabbagliante assegnate dal docente.

Se per le luci di posizione ed abbaglianti non c'è nessuna specifica particolare, per gli anabbaglianti esiste un regolamento ben preciso, che ne consente il posizionamento ad una altezza minima da terra, stabilita in 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 dell'auto.

Il bordo inferiore del profilo illuminante anabbagliante è stato posizionato a 660 *mm* e la distanza tra i bordi interni dei due proiettori è pari a 1560 *mm*.

Sia per l'anteriore che per il posteriore si è deciso di raggruppare gli elementi, andando a definire un gruppo ottico anteriore ed uno posteriore.

Il gruppo ottico anteriore si compone di: proiettore anabbagliante, proiettore abbagliante, luci di posizione (soluzione a led lungo il perimetro del fanale) ed indicatore di direzione (soluzione con led "a goccia"), e più interno di dimensioni minori un fendinebbia: per la disposizione dei gruppi ottici all'anteriore sono stati considerati gli ingombri dei supporti (Hella) e di conseguenza si è scelta la migliore soluzione estetica per il fanale.

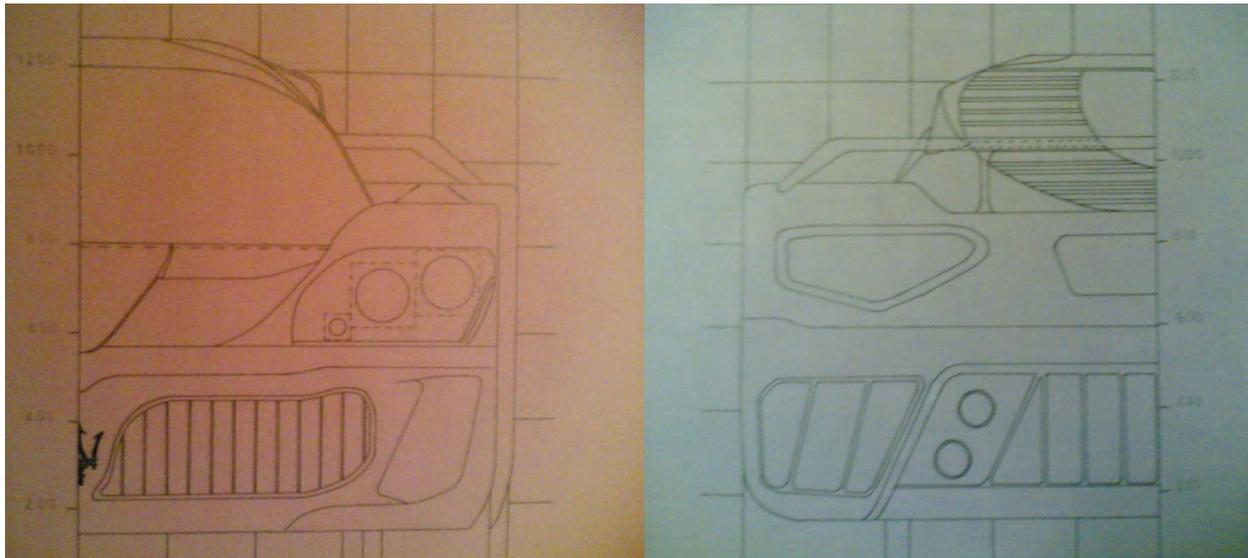
Il gruppo ottico posteriore si compone, invece, di: luci di arresto, luci di posizione (per queste si è adottata una soluzione a led), proiettore per la retromarcia, proiettore fendinebbia, indicatore di direzione e catadiottero.

Le ultime restrizioni riguardano i minimi angoli di illuminazione del proiettore anabbagliante:

- 1) 15° verso l'alto e 10° verso il basso (sul fianco);
- 2) 45° verso l'esterno e 10° verso l'interno (sulla pianta).

I gruppi ottici anteriori sono incastonati nella carrozzeria, in modo da non turbare la linea continua del muso.

Altezza minima da terra luci anabbaglianti	660 <i>mm</i>
Altezza massima da terra luci anabbaglianti	785 <i>mm</i>
Distanza dei bordi interni tra i fari Anabbaglianti	1560 <i>mm</i>
Distanza massima dei bordi esterni degli anabbaglianti dall'estremità laterale del veicolo	100 <i>mm</i>

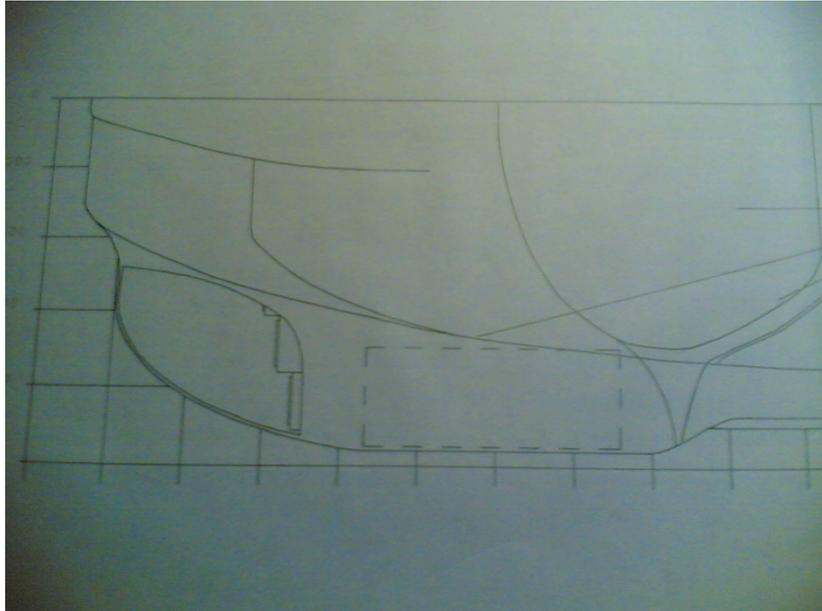


Scelta e posizionamento prese d'aria

Come anticipato nell'introduzione, il layout meccanico fornisce informazioni fondamentali circa il posizionamento dei radiatori di raffreddamento e conseguentemente delle prese d'aria. Sono state studiate delle aperture nella superficie della carrozzeria sia in termini di posizione che in termini di superficie in modo tale da garantire l'afflusso di una determinata portata d'aria.

Partendo dall'anteriore sono state poste due prese d'aria uguali poste simmetricamente rispetto alla linea di mezzzeria ed aventi lunghezza pari a 640 *mm* e altezza pari a 250 *mm*. Inoltre sono state poste altre due prese d'aria, visibili anche sul fianco, che oltre a garantire un ulteriore afflusso di aria, conferiscono un aspetto ancora più sportivo e accattivante al veicolo.

Successivamente sono state individuate due ulteriori aperture sul cofano anteriore, che permettono la fuoriuscita del flusso d'aria di raffreddamento in modo da evitare la formazione di sacche di calore.



Anche nella zona antistante la ruota posteriore sono state ricavate due prese d'aria aventi una particolare forma, al fine di garantire il corretto afflusso di aria fresca al radiatore dell'olio.

Inoltre la fiancata presenta un ampio incavo che parte dall'anteriore che va via via allargandosi progressivamente verso la presa d'aria posteriore; tale incavo oltre a garantire che il flusso d'aria si incanali verso i radiatori posteriori, permette di ottenere un miglioramento dell'efficienza aerodinamica.

Bisogna tuttavia prestare attenzione alla conformazione di tale presa d'aria in prossimità del finestrino, in quanto un eccessivo ingombro di questa potrebbe causare l'impossibilità di apertura totale del cristallo.

Tale problema ha limitato la profondità dell'incavo realizzato sulla portiera e si è dovuto verificare che i finestrini potessero scorrere verso il basso fino a consentire la totale apertura laterale degli stessi, tramite delle guide apposite. Tali guide e la stessa discesa del finestrino sono visibili sul fianco.

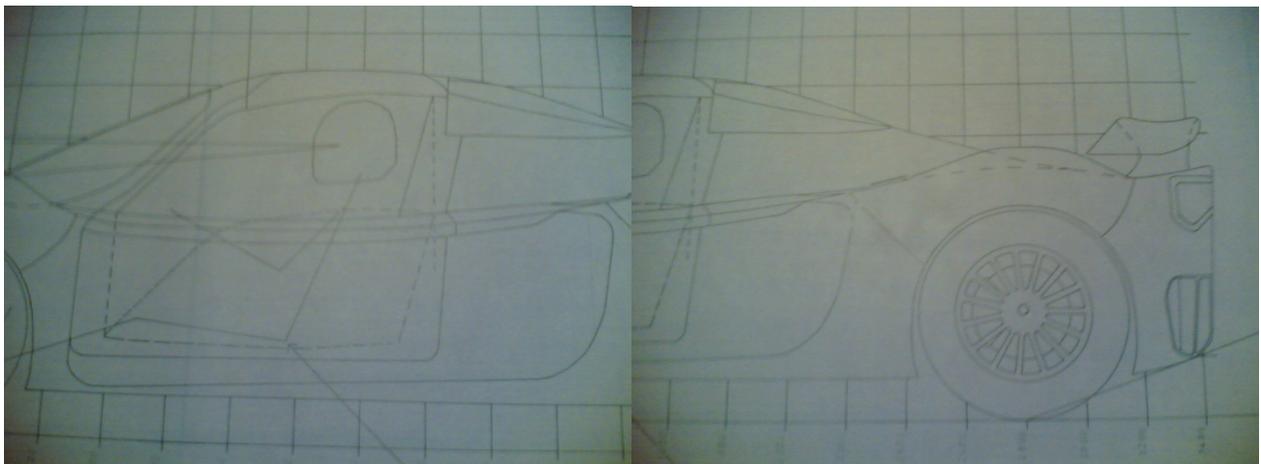
Gli estrattori di aria sono stati ricavati sopra la parte posteriore del veicolo in modo tale da migliorare l'estrazione del flusso .

In sede di progetto si è deciso, come accennato in precedenza, di eliminare lo “snorkel” posizionato in posizione centrale sul rollbar ed utilizzare al posto di questo due convogliatori posti lateralmente al rollbar stesso. Si rammenta che tale modifica ha consentito di poter alzare il tetto e garantire una maggiore abitabilità del veicolo; inoltre non si è in alcun modo influenzata la fluidodinamica, anzi è stata migliorata in quanto la sostituzione dello “snorkel” centrale con le due prese d’aria laterali ha permesso di accrescere la sezione di ingresso del flusso e garantire un miglior apporto di aria nel plenum del vano motore.

Sul cofano posteriore sono state realizzate una serie di alette al fine di garantire la fuoriuscita del flusso d’aria.

Per ciò che riguarda la parte bassa del posteriore si è inserito un estrattore che si estende dall’assale posteriore fino al paraurti al fine di garantire un effetto suolo alla vettura, migliorandone stabilità e tenuta di strada.

Sempre nella parte bassa del posteriore sono stati ricavati due grossi scarichi di forma circolare.



Portiera

La portiera deve rispettare molti vincoli, alcuni dei quali normativi e altri di tipo meccanico e fluidodinamico. Innanzitutto questa deve potersi aprire sufficientemente in modo da permettere la salita e la discesa agevole delle persone senza impattare su altre parti di carrozzeria; in secondo luogo deve poter ospitare un cristallo a totale o parziale scomparsa e consentire una buona visibilità laterale al pilota. Infine deve avere una conformazione tale da permettere un corretto flusso di aria alla presa d'aria posteriore.

Per soddisfare tali requisiti si è scelto di utilizzare il meccanismo di apertura delle portiere presente sulla **Ford GT40**; questo è caratterizzato dal fatto che parte del tetto è integrato sulla portiera in modo tale da agevolare l'accesso a bordo, considerata la ridotta altezza da terra della vettura.

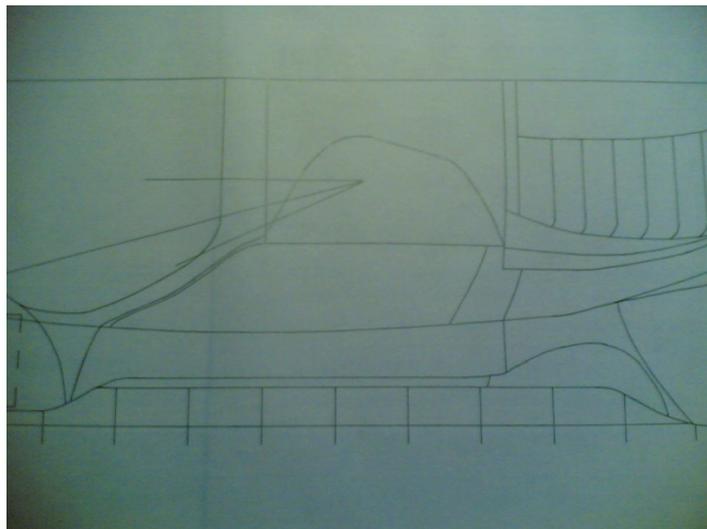
L'apertura dello sportello è stata studiata in modo tale che non ci sia compenetrazione di materiale ed interferenza tra tettuccio e sportello.

Di seguito sono state inserite alcune immagini che permettono di osservare in modo più chiaro il meccanismo di apertura e la conformazione della portiera.





La posizione della portiera è influenzata dal giroporta, che è stato modificato rispetto a quello di partenza, e dalla posizione degli attacchi delle cerniere, che si troveranno in posizione più avanzata, rispetto al riferimento "0", a causa dello spostamento del montante A citato in precedenza.



Costruzione piano di forma

Dopo aver realizzato i primi bozzetti utili a definire la linea generale, si è proceduto alla costruzione del piano di forma realizzando il fianco sinistro, cioè con il frontale dell'auto direzionato verso la sinistra del foglio.

La seconda vista realizzata è stata la pianta, posizionata sempre in corrispondenza dell'omonimo fianco sinistro, cioè perfettamente perpendicolare e parallela.

Si è poi passati alla realizzazione dei due prospetti, anteriore e posteriore, delle sezioni trasversali (in loco e ribaltate a 90°) e assiali.

La scala di rappresentazione scelta è 1:5 poiché essa rappresenta il miglior compromesso tra precisione e comodità di rappresentazione.

Le sezioni trasversali sono state rappresentate sul fianco sinistro *ribaltate a 90°* e sui due prospetti, anteriore e posteriore, *in loco*, a partire dagli assi ruota ad intervalli regolari di 200 mm in scala reale, data la forma piuttosto regolare della carrozzeria (di preciso sulla griglia di riferimento si sono eseguite delle sezioni trasversali a queste quote: per l'anteriore a -950, -800, -600, -400, -200, per la parte centrale del veicolo a 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, e per il posteriore a 3000, 3200, 3350).

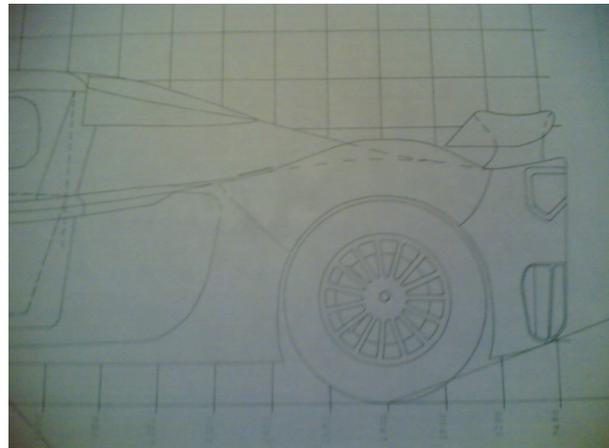
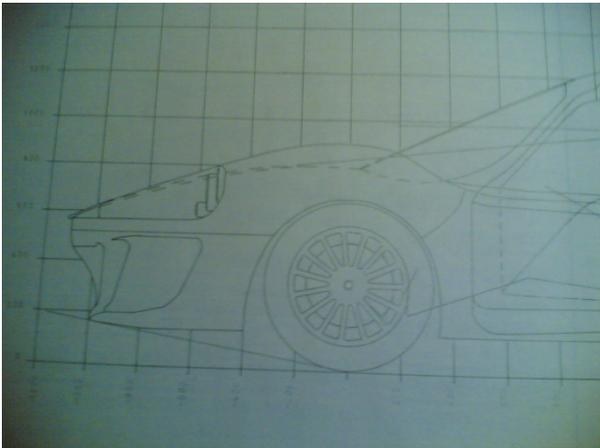
Inoltre sono state realizzate 2 sezioni trasversali in corrispondenza della variazione di curvatura presente al posteriore (ben visibile in pianta) alla quota di 3330 e 3400.

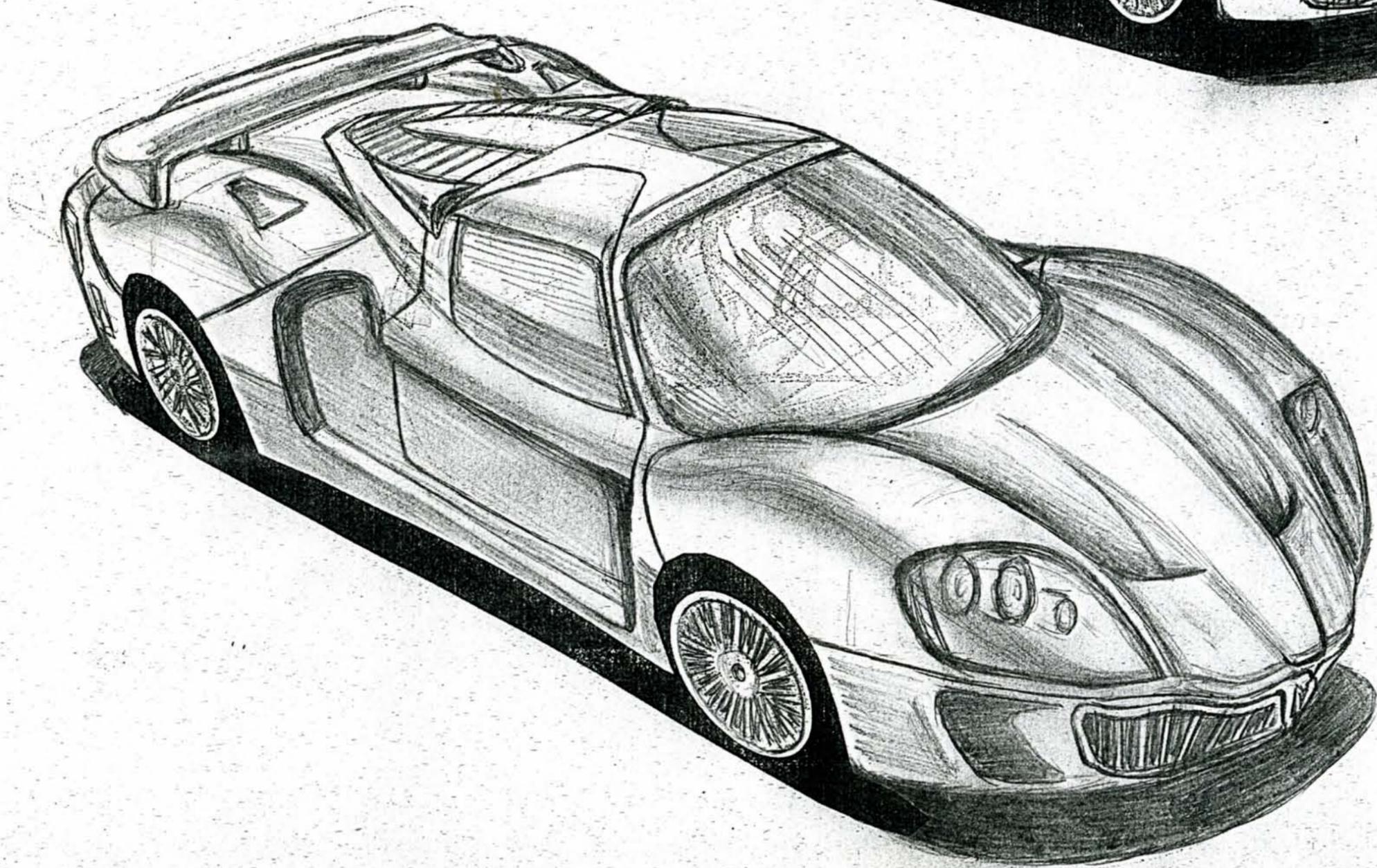
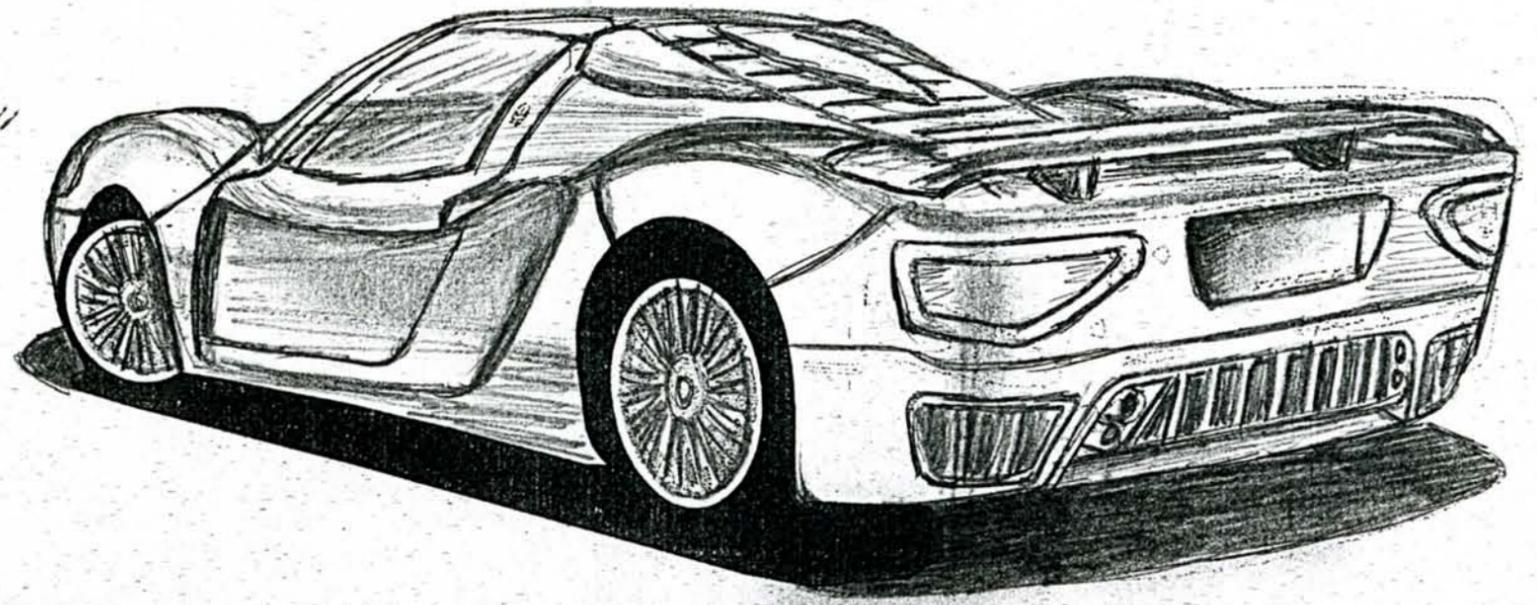
Le tre sezioni assiali, realizzate alle quote di 1180, 1070 e 970, hanno permesso di definire meglio l'andamento del padiglione dell'auto.

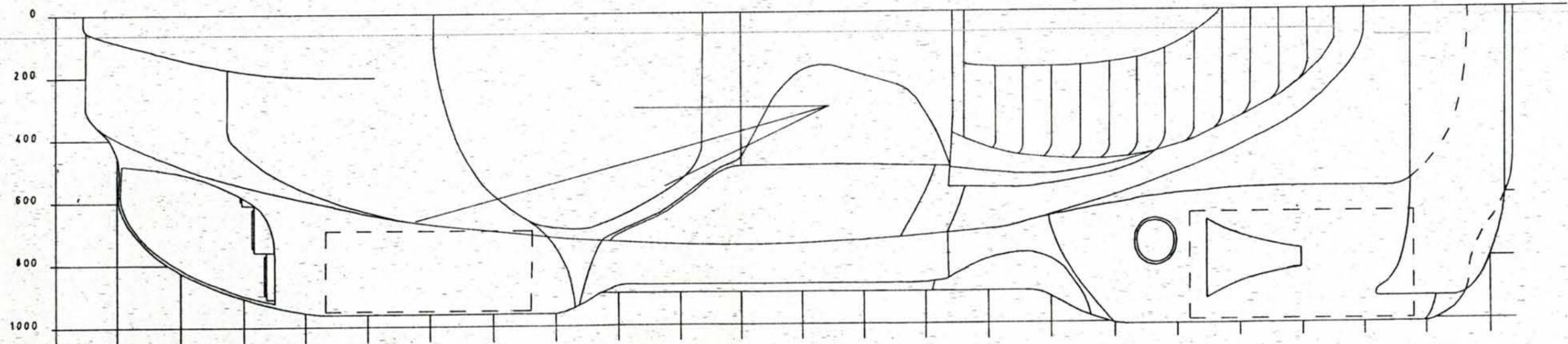
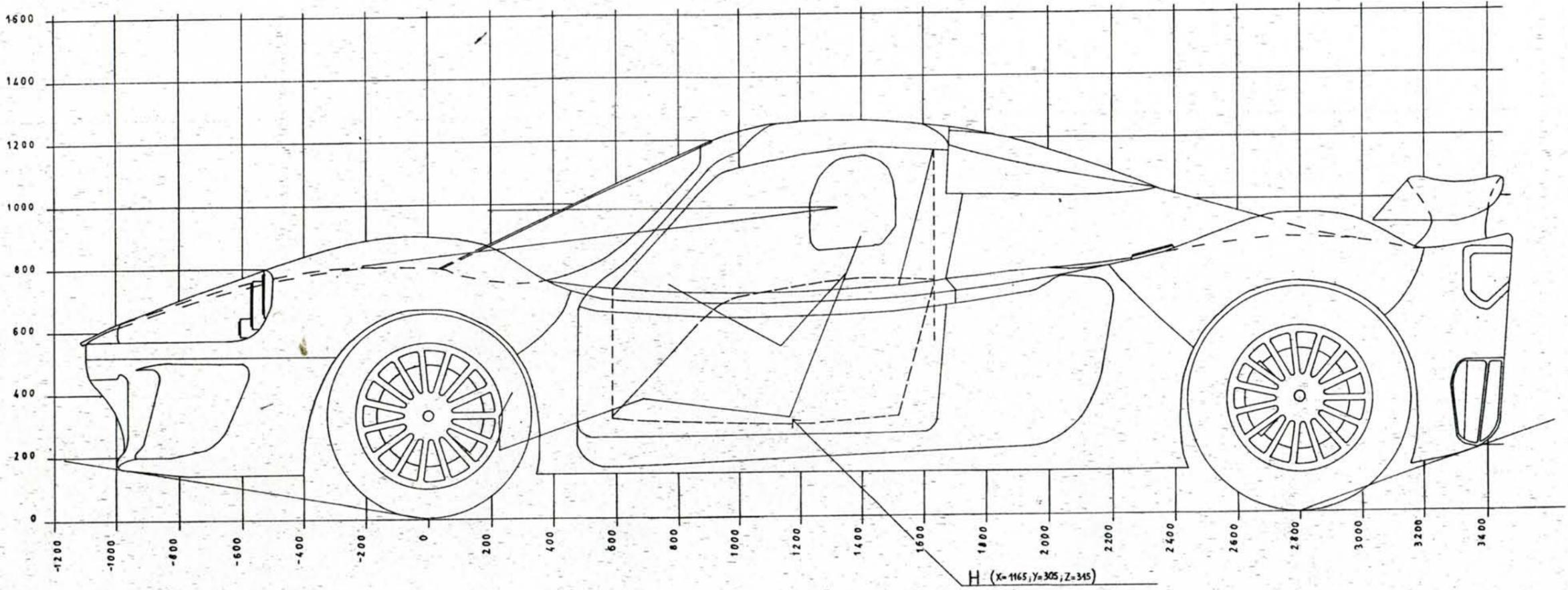
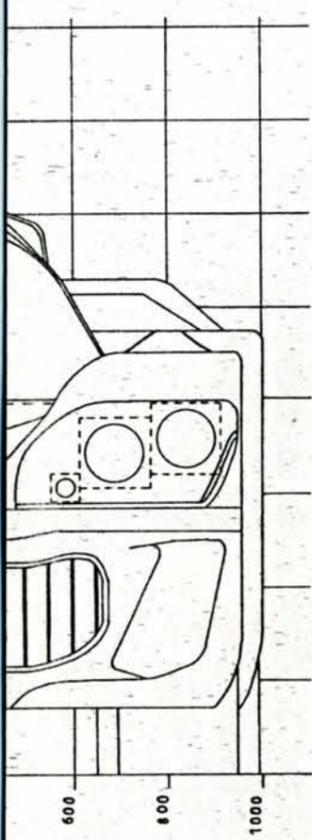
La carrozzeria definitiva è caratterizzata dalle seguenti dimensioni caratteristiche:

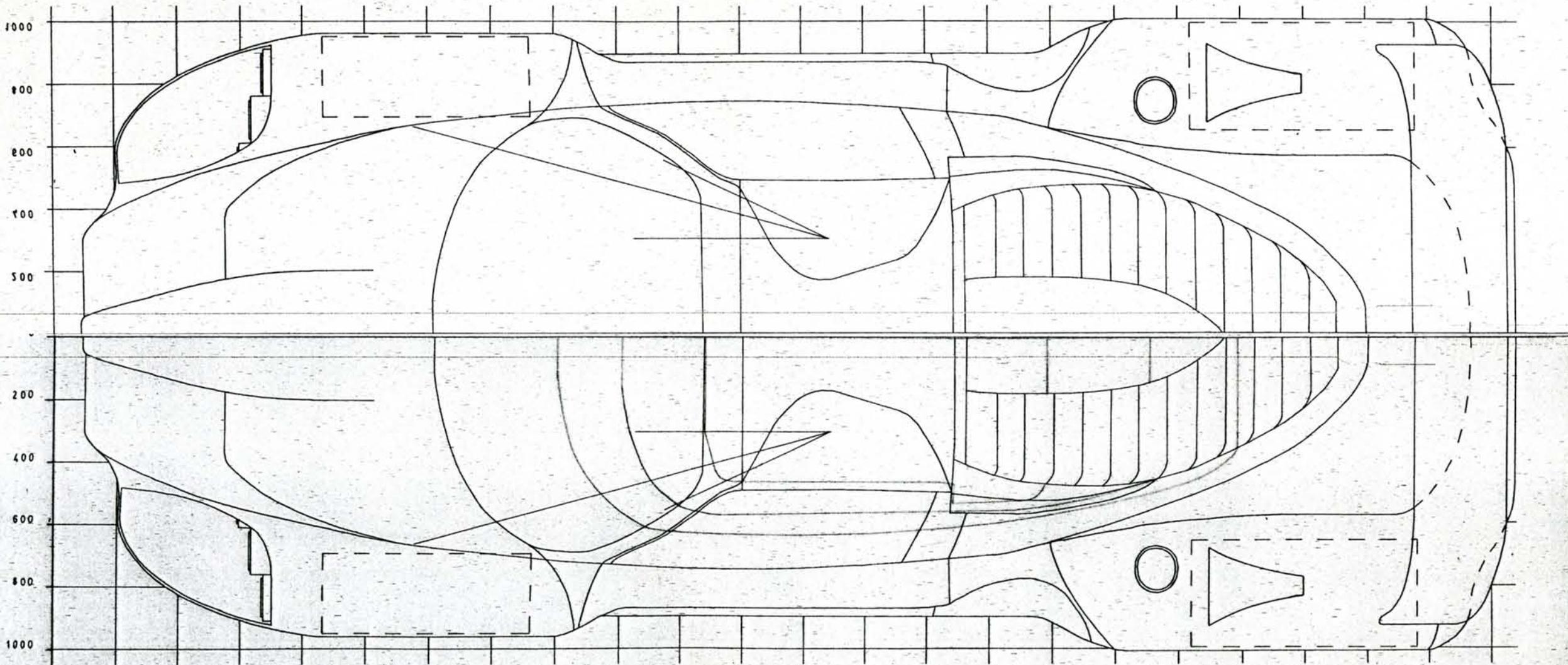
Passo	2800 mm
Lunghezza massima	4595 mm
Larghezza massima	2010 mm
Sbalzo anteriore	1115 mm

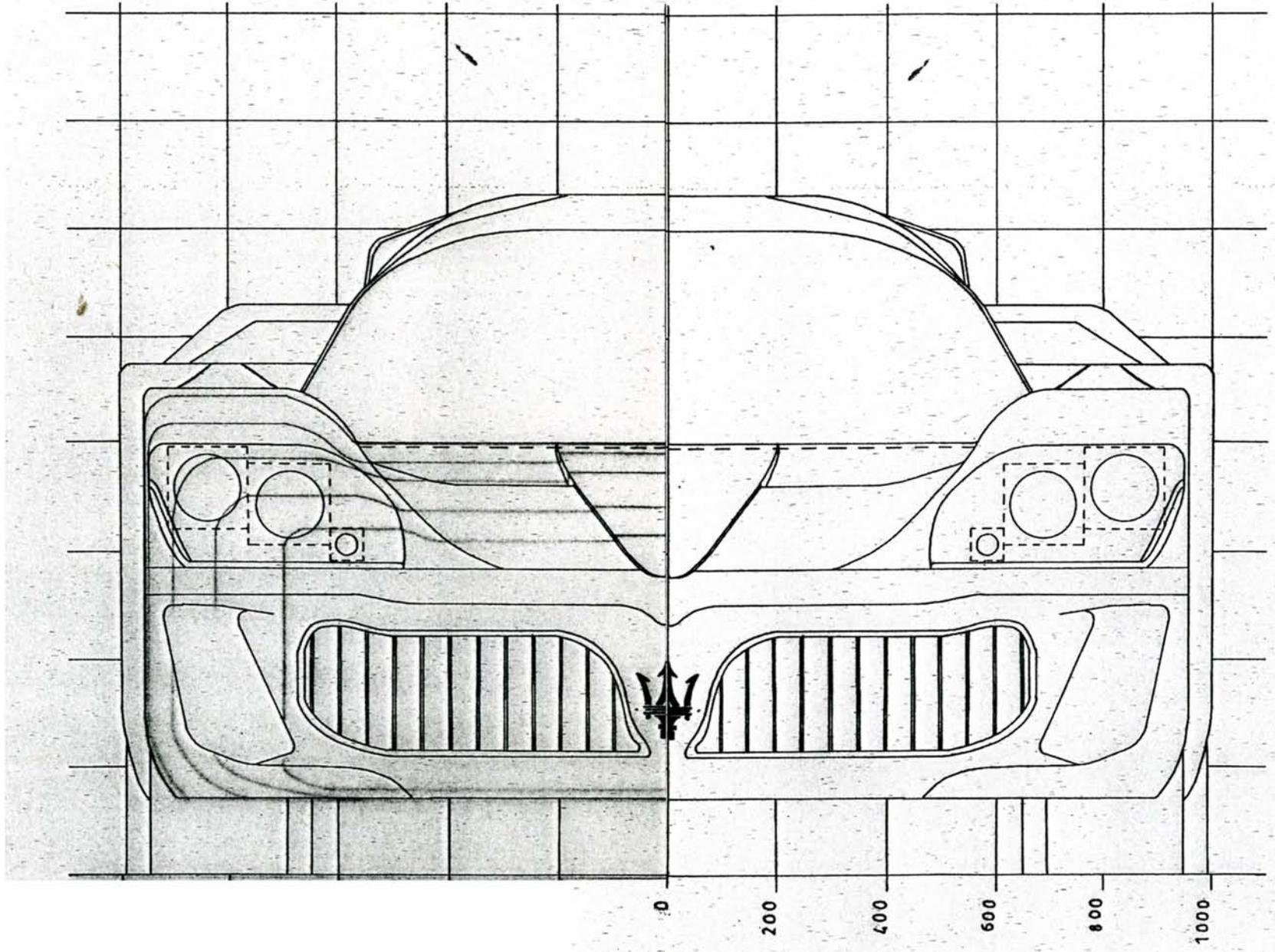
Sbalzo posteriore	680 mm
Carreggiata anteriore	1660 mm
Carreggiata posteriore	1650 mm
Altezza massima	1265 mm
Altezza min da terra	140 mm
Angolo d'attacco	9°
Angolo d'uscita	19°
Altezza da terra parte deformabile	570mm
Angolo di visibilità dal fianco	7°/24°
Angolo di visibilità dall'alto	15°/60° (considerando i passa ruota) 25°/60° (considerando il montante)

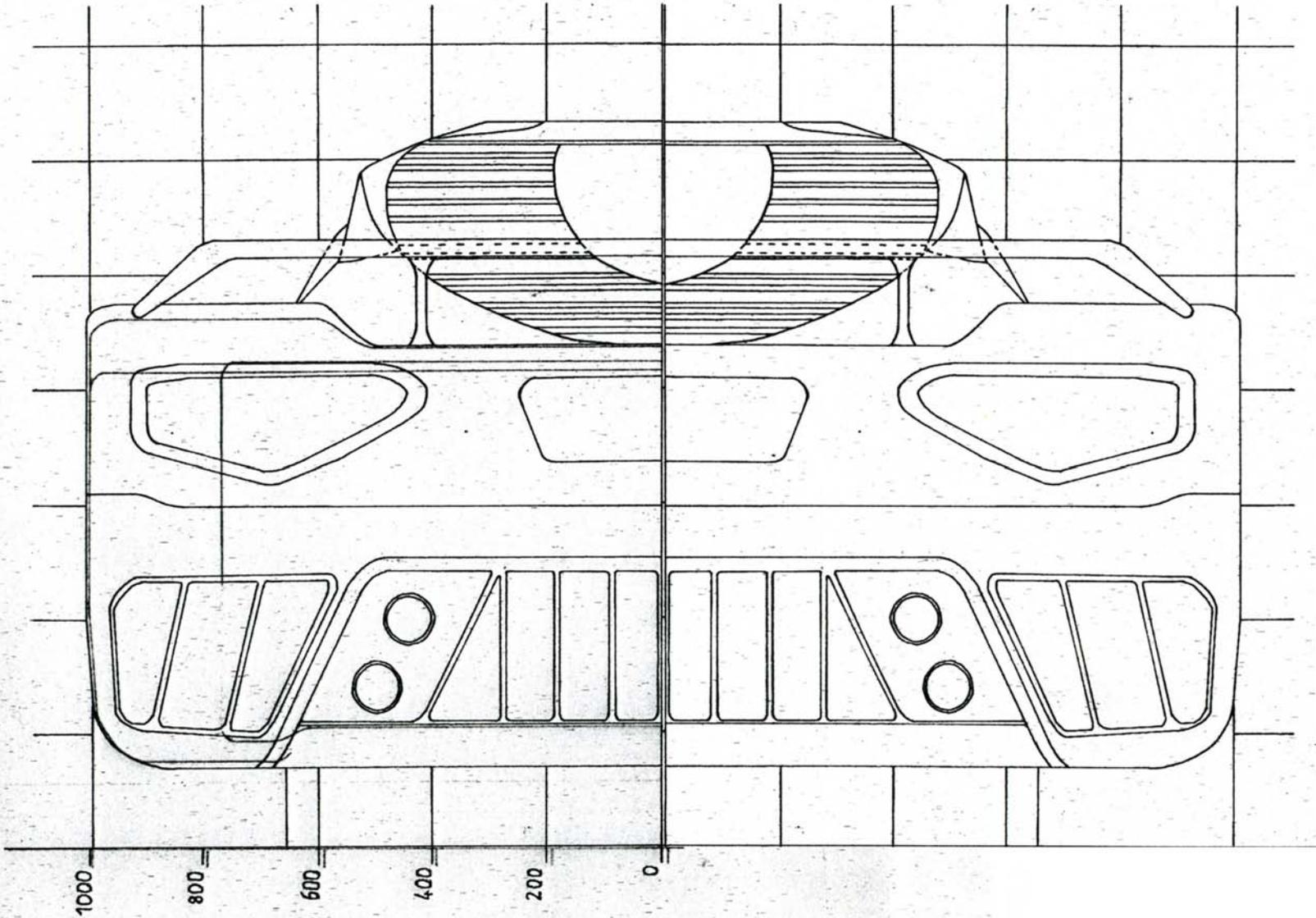


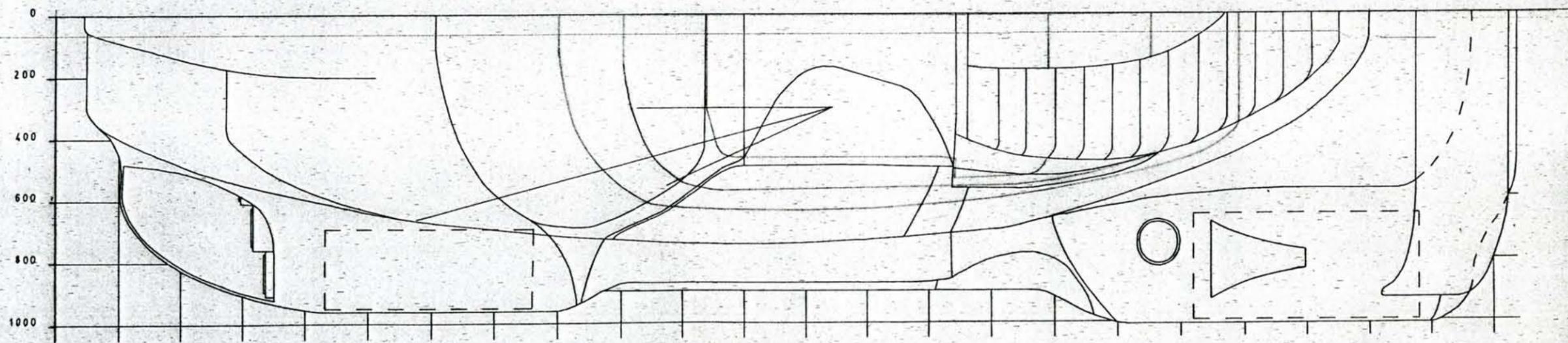
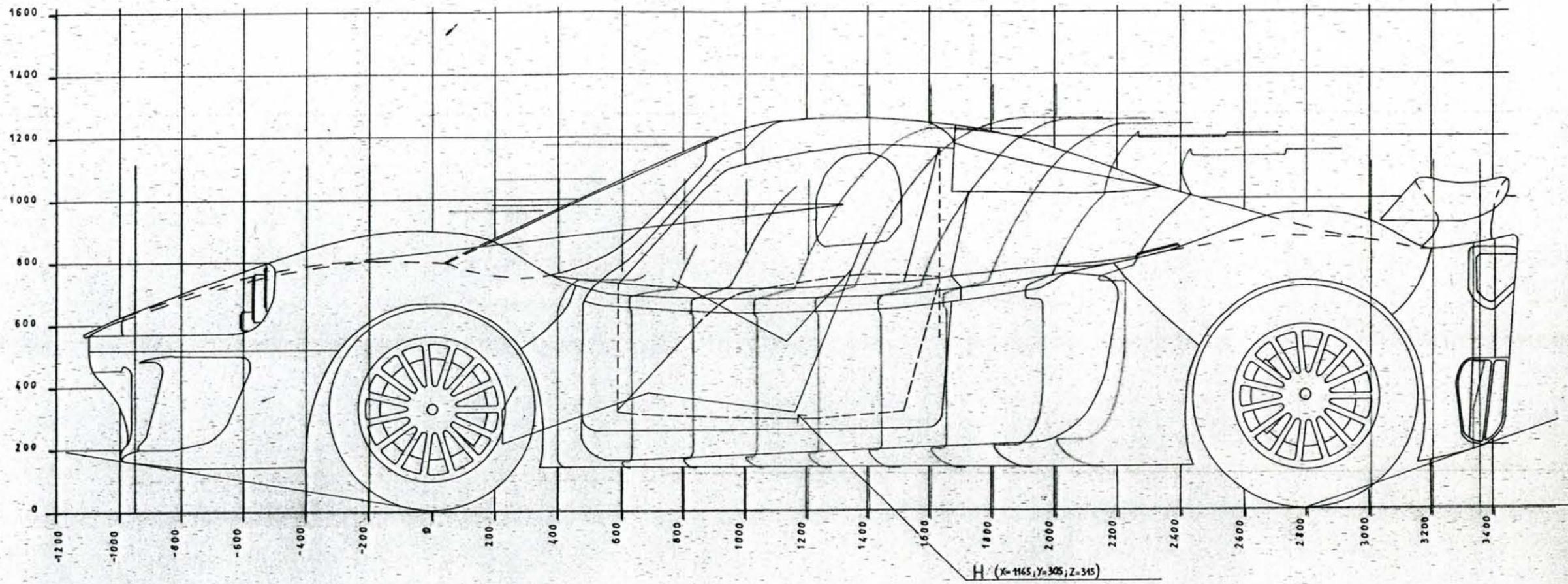
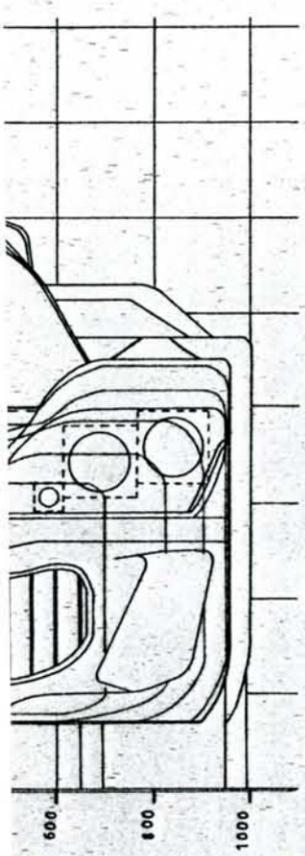


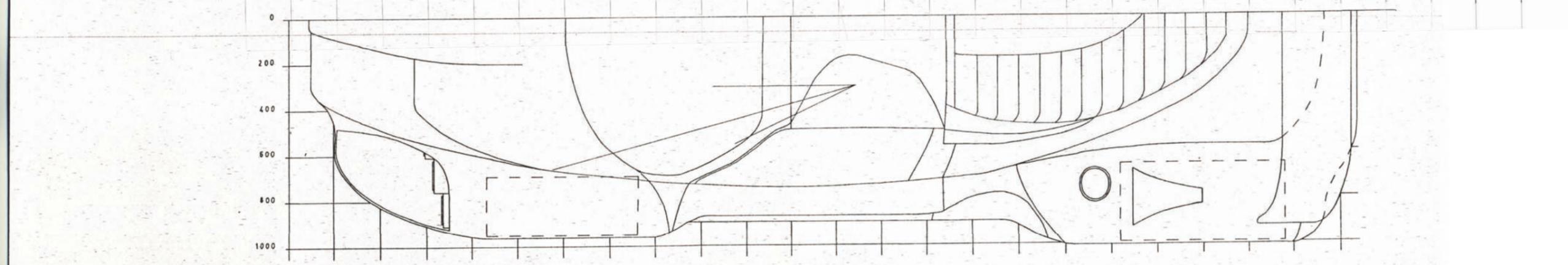
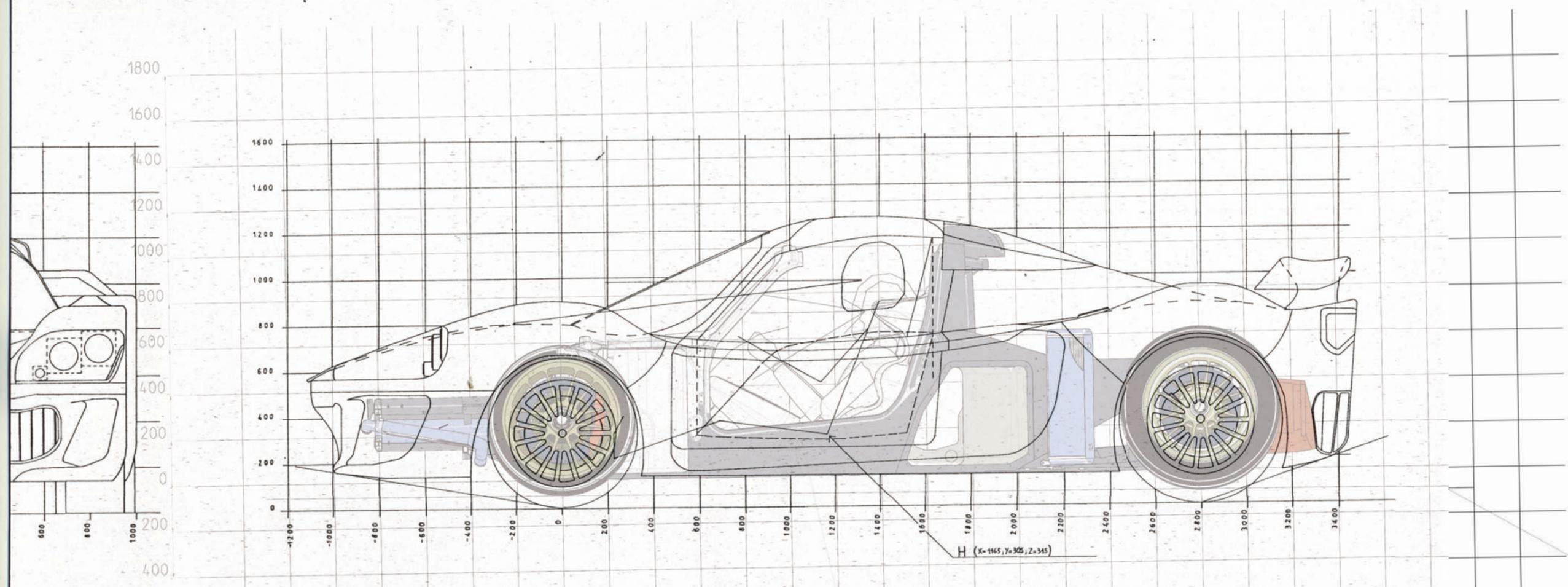












Linea di terra

