



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol:

INDUSTRIALITZACIÓ I FABRICACIÓ D'UNA
CARROSSERIA D'UN VEHICLE DE BAIX CONSUM

Document: 6. Seguiment

Alumne: Albert Martos Ros

Director/Tutor: Xavi Espinach / Albert Turón

Departament: OGEDP / EMCI

Àrea: EGE / MMCTE

Convocatòria (mes/any): Juny 2006

ÍNDIX

1.INTRODUCCIÓ	3
1. REALITZACIÓ DEL MOTLLE	4
1.1. PRESENTACIÓ	4
1.2. RECURSOS	4
1.3. CANVIS	4
1.4. REALITZACIÓ	5
1.4.1. Mecanització del model.....	5
1.4.2. Preparació del model	6
1.4.3. Preparació per a fer els motlles.....	8
1.4.4. Realització de la infusió del motlle	10
1.4.5. Curat del motlle	14
1.4.6. Desenmotllament del motlle	14
1.5. VALORACIÓ D'ALTERNATIVES.....	17
1.5.1. Modelat manual i mecanització del model.....	17
1.5.2. Realitzar-ho a la UdG o a TR composites	18
2. LAMINAT DE LA CARROSSERIA	20
2.1. PRESENTACIÓ	20
2.2. RECURSOS	20
2.3. CANVIS	20
2.4. REALITZACIÓ	21
2.4.1. Laminat de la part superior.....	21
2.4.2. Laminat de la part inferior.....	23
3. TERMOCONFORMAT DE LES PARTS TRANSPARENTS.....	26
3.1. PRESENTACIÓ	26
3.2. RECURSOS	26
3.3. CANVIS	26
3.4. REALITZACIÓ	26
4. FER ELS FORATS PER A LES FINESTRES I RODES.....	27
4.1. PRESENTACIÓ	27
4.2. RECURSOS	27
4.3. CANVIS	27
4.4. REALITZACIÓ	27
5. FIXAR DEL PLÀSTIC DE LES FINESTRES	30
5.1. PRESENTACIÓ	30

5.2. RECURSOS	30
5.3. CANVIS	30
5.4. REALITZACIÓ	30
6. FIXAR EL XASSÍS AMB LA CARROSSERIA.....	32
6.1. PRESENTACIÓ	32
6.2. RECURSOS	32
6.3. CANVIS	32
6.4. REALITZACIÓ	32
7. FER L'ACOBLEMENT ENTRE LES CARROSSERIES.....	34
7.1. PRESENTACIÓ	34
7.2. RECURSOS	34
7.3. CANVIS	34
7.4. REALITZACIÓ	34
8. POSAR ELS ADHESIUS	37
8.1. PERSENTACIÓ	37
8.2. RECURSOS	37
8.3. CANVIS	37
8.4. REALITZACIÓ	37
9. PLANIFICACIÓ.....	39
10. LLIÇONS APRESES.....	40
10.1. ESTRATÈGIQUES	40
10.2. OPERATIVES.....	40
10.3. DE PROCÉS.....	41
ANNEX A: PLANIFICACIÓ.....	42

1.INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest document és reflectir l'execució del projecte.

En aquest document es realitzarà una explicació de l'execució del projecte i dels canvis que hi ha hagut respecte el disseny projectat. S'analitzaran aquests canvis per determinar en quin aspecte afecten a la peça final. També s'explicaran les incidències que han aparegut en l'execució i, s'intentarà determinar-ne les causes i les solucions a adoptar.

També s'analitzaran els canvis que ha sofert la planificació. Aquest anàlisi farà referència a la duració temporal de les tasques i als retards. Tot i que els sous del personal són teòrics, també s'analitzarà com ha afectat els canvis de la planificació al cost de personal.

Per últim, hi haurà un apartat de lliçons apreses on, a partir de l'experiència en la realització i execució adquirida en aquest projecte s'enumeraran diferents aspectes a millorar de cares a pròxims anys. Aquest apartat servirà per a evitar, en un futur, errors comesos i millorar. Les lliçons apreses es dividiran en 3 nivells: estratègiques, operatives i de procés.

1. REALITZACIÓ DEL MOTLLE

1.1. PRESENTACIÓ

Mecanitzar per control numèric la forma en negatiu de la carrosseria. S'han de realitzar 2 motlles, un per la part superior i un altre per a la part inferior.

1.2. RECURSOS

0.5m³ de plaques de poliuretà mecanitzable.

1.3. CANVIS

Just abans de començar l'execució hi ha hagut un problema amb els recursos. Axson, el nostre patrocinador, no ha pogut proporcionar-nos les plaques de poliuretà mecanitzable per el seu elevat preu. Com a alternativa ens ha ofert unes làmines de poliuretà de baixa densitat; 35kg/m³. Aquest material comparat amb l'anterior té baixes propietats mecàniques i un mal acabat un cop mecanitzat. Per aquests motius és totalment impossible realitzar els motlles directament.

Arribats en aquest punt es plantegen dues alternatives, disponibles a la valoració d'alternatives: Realitzar el model llimant a mà o mecanitzar-lo a la fundació Eduard Soler. S'opta per mecanitzar-lo ja que, ens estalviem hores de treball i tenim millor qualitat. El punt principal en contra, sobretot perquè es va just de temps, és que depenem d'un taller extern.

En aquest període de temps també ha aparegut l'oportunitat de realitzar els motlles i el laminat de la peça en una empresa especialitzada, TR composites. S'analitza aquesta alternativa comparada amb la de realitzar-ho a la universitat disponible a la valoració d'alternatives. Es veu clarament que és molt millor comptar amb la col·laboració de TR composites que ens cedeix les

instal·lacions, material i suport tècnic. Amb aquest canvi guanyem principalment qualitat i reduïm cost. Gràcies a la col·laboració, es realitzaran els motlles per infusió de resina i la peça amb fibra de carboni preimpregnada.

1.4. REALITZACIÓ

1.4.1. Mecanització del model

Un cop decidit, es va a la Fundació a tallar les làmines de poliuretà i a enganxar-les formant 13 blocs. Es decideix mecanitzar la peça en 13 blocs perquè la màquina disponible no pot realitzar-ho tot de cop. En contra del que ens havien dit, el robot mecanitzador encara no està operatiu del tot. A la figura 1 es pot veure el mecanitzat.



Figura 1 – Mecanització del model.

Amb la mecanització s'ha obtingut les dues parts del model dividides en 13 blocs (7 a la part superior, 6 a la part inferior).

Axon, a més del poliuretà també ha proporcionat la massilla Procol2 que ha servit per a enganxar les làmines i posteriorment, servirà per enganxar i recobrir el model.

1.4.2. Preparació del model

Un cop mecanitzat s'han ajuntat els diferents blocs amb procol 2 per formar el model de la part inferior i el de la part superior. Per ajuntar els blocs i per realitzar posteriorment els motlles cal que estiguin col·locats sobre una superfície que segueixi el pla de tall. Aquesta superfície s'ha realitzat amb fustes i amb espuma de poliuretà per seguir el pla de tall en les parts corbes. Cal dir que, excepte a la cua, s'ha fet l'aproximació que tot el pla de tall fos horitzontal per facilitar la feina. L'estructura que suporta el model s'ha reforçat amb travessers de fusta.

Un cop enganxats els blocs i col·locats sobre el suport s'ha aplicat dues capes de massilla procol2 a tot el model. L'aplicació de la massilla és necessària per donar resistència al model a l'hora de fer els motlles.

Després d'aplicar la massilla i un cop seca es lima tot per eliminar les irregularitats i aconseguir un bon acabat. Aquest procés d'aplicar massilla i llimar es va repetint per afinar al màxim la peça. A la figura 2 es pot veure el procés de llimar i a la figura 3 es poden veure els models acabats.



Figura 2 – Llimat del model superior.



Figura 3 – Models finalitzats.

Incidències

Enganxant els diferents blocs es comprova que n'hi ha que no encaixen bé entre ells i s'ha de deixar un espai entremig. També hi ha blocs que tenen irregularitats de la mecanització. De moment, s'intenta dissimular tots aquests defectes amb l'aplicació de la massilla. A la figura 4 es poden veure tots aquests defectes.



Figura 4 – Defectes de la mecanització.

El recolzament pla de la cua s'ha realitzat mitjançant làmines d'espuma, és a dir, és una aproximació del que hauria de ser. A la figura 5 es pot veure com s'ha realitzat el recolzament de la cua.



Figura 5 – Recolzament de la cua.

Les conseqüències d'aquests defectes i aproximacions es veuran al final del procés de fabricació.

1.4.3. Preparació per a fer els motlles

S'aplica una capa de monocoat per a tancar els porus de la massilla.

Es fa una prova de buit per a comprovar que el model aguanta la pressió i no es trenca. Per a fer la prova es col·loca a sobre el model una manta d'absorció per repartir la pressió del buit. Després es col·loca el plàstic que formarà la bossa de buit i es tanca amb cinta sellant. Un cop feta la bossa, s'aplica el buit i es comprova que no hi hagi pèrdues. Si hi hagués pèrdues s'hauria de revisar la bossa per a trobar el forat o, realitzar una altra bossa en cas de no trobar-lo. A la figura 6 es pot veure la realització del buit.



Figura 6 – Realització del buit al model inferior.

Finalment treu la bossa tallant un costat i s'apliquen 3 capes de freekote al model per a facilitar el desenmotllament.

Incidències

A la part inferior s'ha hagut de realitzar un "túnel" a la bossa de buit perquè tenim el model fixat a 2 plans posats a diferent altura. Aquest "túnel" serveix per compensar les pressions de buit i evitar el trencament de les fustes. A la figura 7 es pot veure el "túnel".



Figura 7 – “Túnel” per a compensar les pressions del buit

Per desgràcia a la prova de buit la bossa ha perdut per algun lloc que no s'ha pogut determinar. Hem hagut de fer una bossa nova que ha funcionat bé.

1.4.4. Realització de la infusió del motlle

Es col·loquen 4 capes de fibra de vidre de 600gr/m² proporcionada per Axson. S'escull el número de capes i el gruix d'aquestes per experiència pròpia i de tr composites.

Es col·loca la fibra a sobre del model de manera que el cobreixi al màxim i deixant unes ales a tot voltant d'uns 5-10cm. Després es fan uns talls perquè la fibra s'adapti millor a la forma. Per a tapar els forats on no ha arribat la fibra s'hi col·loquen trossos de fibra que s'enganxen amb cola per a unions provisionals. A la figura 8 es poden veure les capes de fibra posades a sobre del model.



Figura 8 – Fibra de vidre posada sobre el model superior.

Un cop posada la fibra es col·loca un tub en espiral (com el d'ajuntar cables) a tot el voltant del model i enganxat a la fusta. Aquest tub servirà per a realitzar el buit i xuclar la resina sobrant.

S'ha col·locat una tela anomenada peel-ply. Aquesta tela permetrà arrancar, un cop fet el motlle, tot el que es posarà a sobre la fibra per a realitzar la infusió. Després del peel-ply es col·loca una espècie de tela mosquitera que facilitarà el repartiment de la resina. Perquè agafi la forma de la peça també cal fer talls i tapar els forats que puguin quedar.

Es col·loquen 3 línies d'infusió amb el mateix tub utilitzat abans. Aquestes línies serviran d'entrada a la resina i, al mateix temps la repartiran. Els tubs es col·loquen entremig de la tela "mosquitera" utilitzada abans. A la figura 9 es pot veure tot el que s'ha posat a sobre la fibra.



Figura 9 – Model superior preparat per a fer el buit.

Un cop col·locat tot, es sella el costat tallat de la bossa de buit utilitzada abans. S'aplica el buit i es comprova que no hi ha pèrdues. Es sella la part des d'on hem aplicat el buit. Es col·loquen els tubs que aniran des del dipòsit de la resina a les línies d'infusió i, des de la línia d'extracció al dipòsit de la resina sobrant. Al dipòsit on anirà a parar la resina sobrant s'hi col·loca també l'extracció d'aire.

Es prepara l'epoxi amb la resina EPOLAM 2035 i l'enduridor EPOLAM 2025. Es realitza més quantitat de resina de la necessària, d'aquesta manera, s'assegura que n'hi hagi prou.

S'aplica el buit i, un cop extret l'aire, s'obren les línies d'infusió deixant entrar la resina. La resina va amarant tota la fibra i, la sobrant s'extreu per les línies d'extracció. A la figura 10 es pot veure el procés d'infusió.



Figura 10 – Procés d'infusió de resina.

Incidències

A la part superior hi ha hagut un problema d'estanqueitat a la unió entre la línia d'infusió i el tub d'aportació de la resina. Aquest fet, ha provocat l'entrada d'aire entremig de la resina. No sembla un problema important però es veurà quan es desenmotlli la peça. A la figura 11 es poden veure les bombolles d'aire que s'han format.

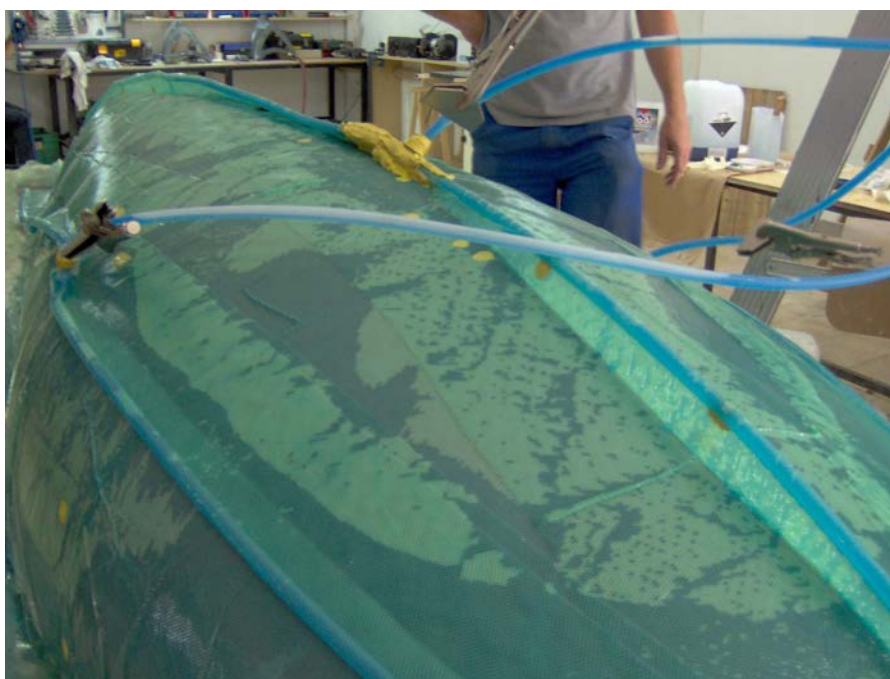


Figura 11 –Entrada d'aire a la infusió.

1.4.5. Curat del motlle

Primer, la peça, ha d'estar 16 hores a temperatura ambient perquè polimeritzi. Un cop polimeritzat, s'ha de fer un curat de 2 hores a 45°.

1.4.6. Desenmotllament del motlle

Quan la peça ja està totalment sòlida s'ha d'extreure tot el que s'ha posat a sobre la fibra. Aquest procés es fa estirant el peel-ply.

Un cop tenim la peça neta s'ha de retirar el model. Es desenmotlla, amb ajuda de bastonets de fusta, a poc a poc per no malmetre res. A la figura 12 es pot veure com ha quedat el motlle de la part superior.



Figura 12 – Motlle superior.

Incidències

A la part superior el model ha quedat enganxat al motlle i ha estat impossible retirar-lo. Per a poder fer el desmotllament s'ha hagut de destrossar a mà tot el model. Un cop eliminat el model s'ha llimat tota la cara interior del motlle per treure els trossos de model enganxats. A la figura 13 es pot veure el motlle amb el model enganxat, es pot observar que s'ha trencat la fusta que feia de base.

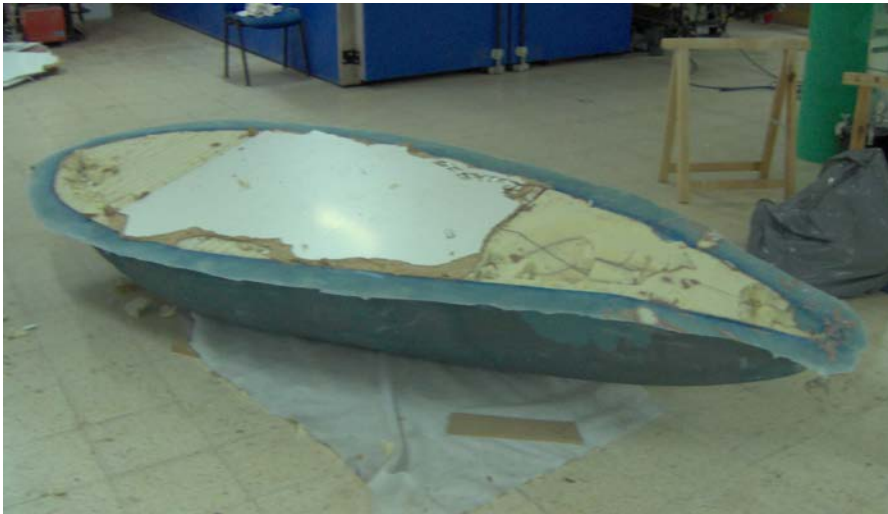


Figura 13 – Model superior enganxat al motlle.

L'enganxament entre model i motlle pot ser degut a la alta porositat de la massilla procol2 aplicada. No n'hi ha hagut prou amb els agents desenmotllants aplicats. Segurament, en comptes de quedar-se a la superfície han penetrat fins a l'interior.

Per evitar aquest fet en un futur s'hauria d'aplicar un agent desenmotllant no tant líquid, és a dir, tipus cera. D'aquesta manera, la cera es mantindria fent una capa a la superfície.

A la part inferior la resina no ha polimeritzat. S'ha intentat tornar-la a posar al forn unes hores més però ha continuat igual. S'observa que les capes de fibra estan enganxoses però es poden extreure amb facilitat. En aquest estat, el motlle és completament inútil. A la figura 14 es pot veure l'aspecte del motlle inferior i, a la figura 15 es pot comprovar que no hi havia cap capa de fibra polimeritzada.



Figura 14 – Motlle inferior.



Figura 15 – Comprovació de la polimerització de les capes.

Es decideix retirar tot el “motlle” i aprofitar el model per a laminar-hi directament a sobre. Es pren aquesta decisió per la falta de temps per a realitzar un segon motlle.

Els motius d'aquesta mala polimerització del motlle poden ser una mala mescla degut a un error humà o degut a la proximitat del final de pot. Els finals de pot

són problemàtics perquè hi podem trobar una combinació d'elements diferent degut als pòsits que es poden formar.

1.5. VALORACIÓ D'ALTERNATIVES

1.5.1. Modelat manual i mecanització del model

- pitjor + millor

	Modelat manual	Mecanització model
Temps	-	+
Acabat	-	+
Cost	+	-
Transport peces	+	-
Mà d'obra	-	+
Dependència de tallers externs	+	-
Qualitat	-	+

Modelat manual

El principal avantatge que es planteja amb aquesta opció és la de tenir el control total pel que fa a la planificació temporal i de mà d'obra de la realització del model, és a dir, decidir quan es comença, quantes hores s'hi dediquen i quants operaris fan falta.

El principal inconvenient és l'alta probabilitat de realitzar un model poc ajustat al disseny inicial, degut a les limitacions del treball manual.

Mecanització model

Els principals avantatges són: La seguretat que el model resultant s'ajustarà al màxim al disseny inicial i, l'estalvi d'hores de feina manual.

L'inconvenient principal és la inseguretat que provoca el fet de dependre de tallers externs, sobretot, perquè resten molt poques setmanes per a la competició.

La decisió

S'opta per la mecanització del model per la qualitat que ens pot oferir i pel compromís de la Fundació Eduard Soler de realitzar la mecanització el més ràpid possible.

1.5.2. Realitzar-ho a la UdG o a TR composites

- pitjor + millor

	Realitzar-ho a la UdG	Realitzar-ho a TR composites
Temps	=	= 0 +
Acabat	-	+
Cost	-	+
Transport peces	+	-
Mà d'obra	-	+
Dependència de tallers externs	+	-
Mitjans tècnics a l'abast	-	+
Experiència	-	+
Qualitat	-	+

Realitzar-ho a la UdG

El principal avantatge és el fet de dependre únicament de nosaltres mateixos i organitzar-nos com millor ens convingui.

Els inconvenients són varis però es poden resumir en l'elevada probabilitat d'una baixa qualitat degut als pocs mitjans tècnics i a la falta d'experiència.

Realitzar-ho a TR composites

El principal avantatge és la qualitat que ens pot oferir degut a l'experiència i als mitjans tècnics.

TR composites ens proporcionarà gran part dels mitjans materials.

L'inconvenient principal és el fet de dependre de la seva disponibilitat.

El temps requerit pot ésser igual o fins hi tot inferior degut als mitjans tècnics i, a la reducció dels errors gràcies a l'experiència.

La decisió

Es decideix aprofitar l'oportunitat de realitzar el motlle i el posterior laminat de la carrosseria a "TR composites" per així, assegurar una bona qualitat del producte i evitar errors gràcies a l'experiència i als mitjans tècnics.

2. LAMINAT DE LA CARROSSERIA

2.1. PRESENTACIÓ

Col·locar la fibra de carboni teixida i el panell d'abella al motlle, impregnant-ho amb resina. Fer una bossa de buit i, fer els tractaments que marqui l'empresa fabricant de la resina per aconseguir la peça sòlida.

2.2. RECURSOS

25m² de fibra de carboni teixida de 200gr/m²

2m² de panell d'abella de 5mm de gruix.

15 kg de resina i enduridor epoxy tipus EPOLAM 2020.

2.3. CANVIS

Com a conseqüència de la col·laboració amb TR composites es realitzarà el laminat amb fibra de carboni preimpregnada. Aquest tipus de teixit ja porta la resina justa incorporada, per aquest motiu s'ha de conservar al congelador.

Degut a que el motlle de la part inferior no ha sortit bé, es laminarà directament a sobre el model i a l'aire, sense bossa de buit. Com que aquest procés per si mateix és de baixa qualitat no s'utilitzaran fibres preimpregnades. S'utilitzaran dues capes de fibra de vidre teixides de 200gr/m² i una de fibra de carboni de 200gr/m². S'ha escollit aquesta configuració perquè només es disposa de fibra de carboni per a fer una capa. S'ha escollit posar una capa més del que marca el disseny perquè no podem posar les costelles de panell d'abella. Deixant la capa de fibra de carboni a l'exterior aconseguim que l'aspecte final sigui d'una peça feta amb carboni.

Com que no es poden posar les costelles laterals de panell d'abella a la part inferior, no té sentit aplicar el sistema d'acoblament entre carrosseries dissenyat.

Per aquest motiu s'opta per a l'altre alternativa d'acoblament; fixar un perfil angular a la paret interior de la carrosseria. Fixant aquests perfils s'aconsegueix un recolzament pla entre les carrosseries, després, es posen uns passadors perquè no es moguin. L'única diferència amb aquest sistema és que a la part superior no caldrà fixar un perfil angular ja que, amb el mateix laminat es podrà fer la zona de recolzament. Per a realitzar-ho es fixaran uns llistons a la vora del motlle, de manera que quedi una ala interior. Aquesta ala interior també es laminarà i quedarà el recolzament pla.

2.4. REALITZACIÓ

2.4.1. Laminat de la part superior

Es prepara el motlle llimant-lo i aplicant desenmotllant. S'aplica una capa de freekote b-15 que necessita un curat de 15 min al forn. Després s'apliquen 2 capes de freekote.

Es fixen al motlle els llistons que permetran fer el recolzament de la carrosseria. Per a fer el laminat hem tingut la col·laboració del personal de TR composites ja que nosaltres no tenim cap experiència amb les fibres preimpregnades.

Es col·loquen les dues capes de fibra de carboni de 200gr/m² preimpregnada i s'intenta que sigui el màxim de continua. La capa exterior es fa d'un teixit més fi i l'interior d'un teixit més bast. A la figura 16 es pot veure el procés de laminat.

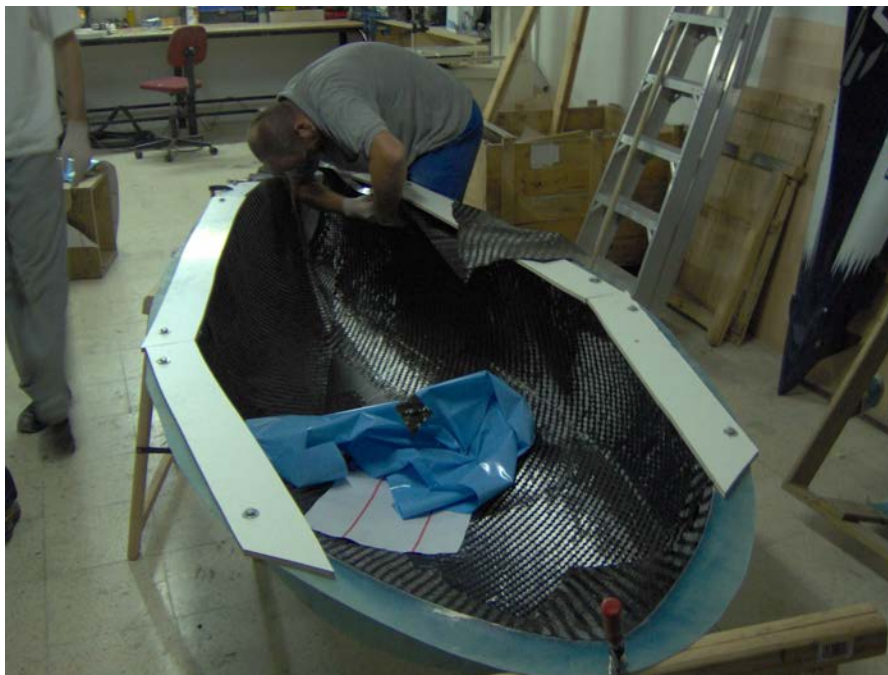


Figura 16 – Laminat de la carrosseria superior.

Es col·loquen les costelles utilitzant un film enganxador per ambdues cares i, situant-les tal com diuen els plànols. Un cop fixades es posa una capa de fibra de carboni preimpregnada a sobre. A la figura 17 es pot veure la col·locació de les costelles.

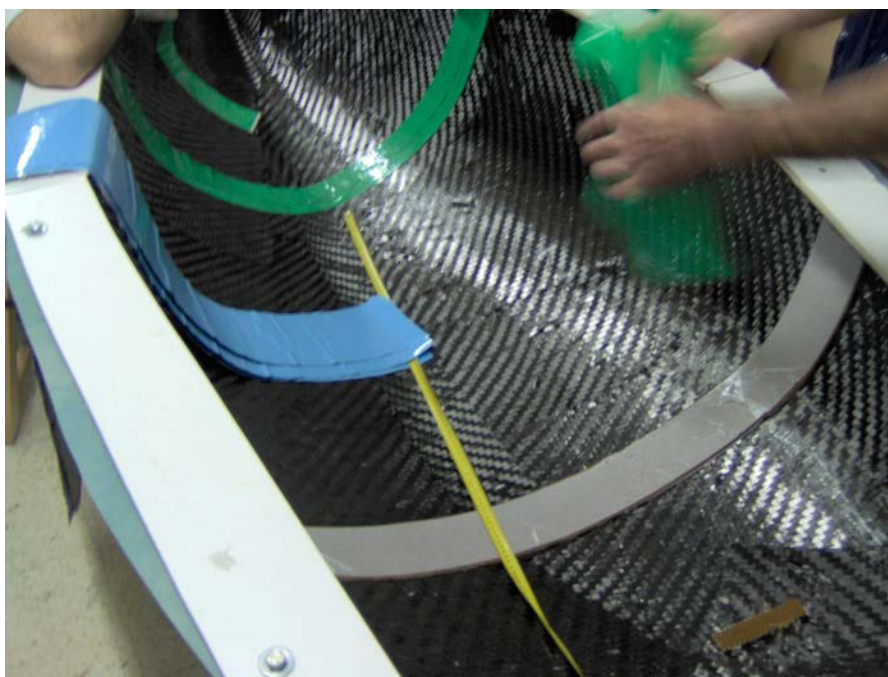


Figura 17 – Col·locació de les costelles

Col·locada la fibra es posa a sobre el film sagnador i la manta d'absorció. Això servirà per extreure la resina sobrant que hi pugui haver. A la figura 18 es pot veure la col·locació del film i la manta.



Figura 18 – Col·locació del film sagnador i la manta d'absorció.

Després es fa la bossa de buit. Finalment es fa el curat al forn.
Un cop es té la peça sòlida ja es pot desmotllar.

2.4.2. Laminat de la part inferior

S'apliquen 4 capes de cera al model per assegurar que no tinguem problemes amb el desenmotllament tal com va passar amb el motlle de la part superior.

Es posa la primera capa, de fibra de vidre, i s'amara de resina i així successivament amb totes les capes. Es deixa una ala a tot el voltant d'uns 5cm que es serrarà quan estigui sòlid.

A la figura 19 es pot veure el procés de laminat i a la figura 20 es pot veure el laminat acabat.



Figura 19 – Procés de laminat de la part inferior.



Figura 20 – Carrosseria inferior laminada.

Es deixa polimeritzar a l'aire el temps que marca el fabricant de la resina. Un cop polimeritzat es procedeix al desenmotllament.

Un cop desenmotllat es serra l'ala que havíem deixat a tot voltant.

A la figura 21 es pot veure la carrosseria inferior desenmotllada.

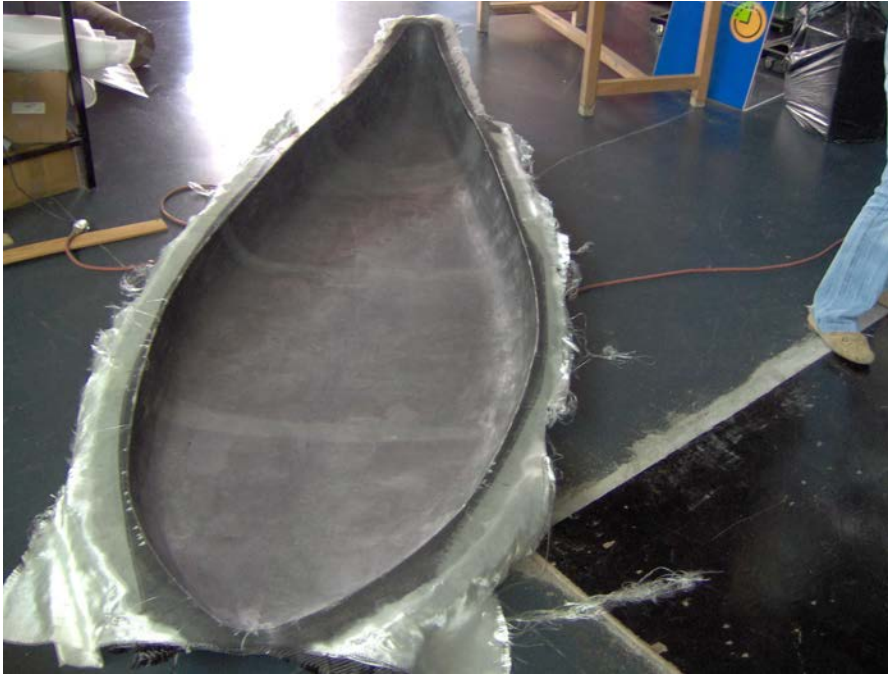


Figura 21 – Carrosseria inferior desenmotllada.

Incidències

S'han tingut problemes per a desenmotllar en un primer moment, s'ha optat per deixar-lo una estona al sol perquè s'acabés de solidificar i ha estat un èxit. La peça s'ha desenmotllat sense cap problema.

3. TERMOCONFORMAT DE LES PARTS TRANSPARENTS

3.1. PRESENTACIÓ

Consisteix en donar forma als plàstics que faran de finestres aplicant-los calor i apretant-los sobre la forma a aconseguir.

3.2. RECURSOS

5 làmines d'1x1.5m de 0,4mm de gruix de PVC transparent

3.3. CANVIS

S'opta per no col·locar el mirall retrovisor a l'interior del vehicle per falta de temps i per evitar complicacions. Aquest fet comporta que no serà necessari el termoconformat de les finestres dels retrovisors.

3.4. REALITZACIÓ

S'escalfa la làmina mitjançant una pistola de calor. S'intenta que estigui escalfada uniformement. Després es prem contra la part de la carrosseria on anirà la finestra. Amb un drap humit s'acaba de donar la forma i es va refredant la làmina.

Finalment, seguint els plànols, es retallen les làmines deixant 5cm de marge per a la fixació.

Incidències

Degut a l'escassa rigidesa de la carrosseria per aguantar sense deformat-se aquest tipus de pressions és difícil donar forma a la làmina. S'aconsegueix la forma però per falta de pressió queda irregular.

4. FER ELS FORATS PER A LES FINESTRES I RODES

4.1. PRESENTACIÓ

Consisteix en marcar la línia de tall gràcies als plànols i patrons. Un cop marcada, es retalla amb una serra circular tipus dremel. Finalment s'enganxen les làmines termoconformades anteriorment.

4.2. RECURSOS

Cap

4.3. CANVIS

Tal com s'ha dit abans, el retrovisor no es col·locarà a l'interior de la carrosseria. D'aquesta manera, les finestres per al retrovisor no són necessàries.

4.4. REALITZACIÓ

Primer es realitzen els forats de les rodes. Es marca la posició de la roda i es dibuixa la línia de tall. Un cop tenim la línia per on tallarem ja es pot retallar.

Després es fan els talls de les finestres. S'utilitzen els plànols i els patrons de tall per a dibuixar la línia a retallar. Un cop dibuixada es retalla.

A la figura 22 es pot veure la línia de tall marcada i el patró utilitzat. A la figura 23 es pot veure el tall realitzat.



Figura 22 – Línia de tall de la finestra frontal.



Figura 23 – Finestra frontal retallada.

Incidències

Les obertures per a les finestres s'han provat amb les pilots i s'ha comprovat que compleix el reglament de la competició. Tot i que compleix el reglament, les pilots han demanat si podien ser més grans les finestres. Com que és

necessari que les pilots hi vegin bé durant la cursa i s'hi sentin còmodes s'amplien les obertures.

Com a conseqüència d'aquesta ampliació les làmines termoconformades i retallades han quedat petites i no es podran aprofitar. Per falta de temps no es pot realitzar una nova termoconformació i s'hauran de fixar les làmines planes directament. Si s'hagués pogut tornar a termoconformar s'hauria d'haver fet sobre el motlle que, al ser una forma negativa, hagués estat més complicat.

5. FIXAR DEL PLÀSTIC DE LES FINESTRES

5.1. PRESENTACIÓ

Mitjançant adhesiu cianocrilat enganxar la carrosseria amb la làmina transparent.

5.2. RECURSOS

Cap

5.3. CANVIS

Degut a que s'han de fixar les làmines sense prèviament haver-los donat la forma s'haurà de realitzar una unió més segura. Per aquest motiu, en comptes d'utilitzar adhesiu, s'utilitzaran reblons. Amb els reblons assegurem la unió. Amb l'adhesiu, degut als plecs de la làmina, hi hauria zones sense enganxar.

Amb els reblons assegurem la unió però no podem fer que el plàstic es recolzi totalment a la carrosseria. Per evitar que entri aire entremig es col·locarà cinta adhesiva a tota la vora de la finestra.

5.4. REALITZACIÓ

Es retalla la làmina seguint la forma de la finestra però amb uns 5-10cm de marge. Es col·loca al seu lloc i es fan els forats per a passar-hi els reblons. Al mateix temps que anem fent els forats anem fixant els reblons.

La distància entre reblons és aproximadament d'uns 15-20cm.

Un cop fixada la làmina es col·loca a tot el voltant cinta adhesiva negra.

A la figura 24 es pot veure la finestra acabada.



Figura 24 – Finestra lateral.

6. FIXAR EL XASSÍS AMB LA CARROSSERIA

6.1. PRESENTACIÓ

Situar correctament la carrosseria respecte el xassís.

Donar forma i col·locar els passamans d'alumini per fixar simètricament els 8 punts que marquen els plànols. Després es faran els forats i es fixaran amb cargols.

6.2. RECURSOS

1,5m de passamans d'alumini de 10x2mm

Cargoleria

6.3. CANVIS

S'utilitza la cargoleria disponible al taller per evitar comprar-ne de nova. Estèticament pot quedar lleig però no afecta a la seva funció.

Es fan alguns canvis en la posició dels punts de fixació per facilitar la mateixa. Degut a la poca variació el seu efecte és inexistent.

6.4. REALITZACIÓ

Es marquen els punts de fixació. Es prenen mesures de les mides que hauran de tenir els passamans, després es tallen i es fan les curvatures necessàries.

Es fan els forats i es fixen amb els cargols, volanderes i femelles.

A la figura 25 es pot veure la fixació inferior i, la fixació lateral abans de col·locar-la.

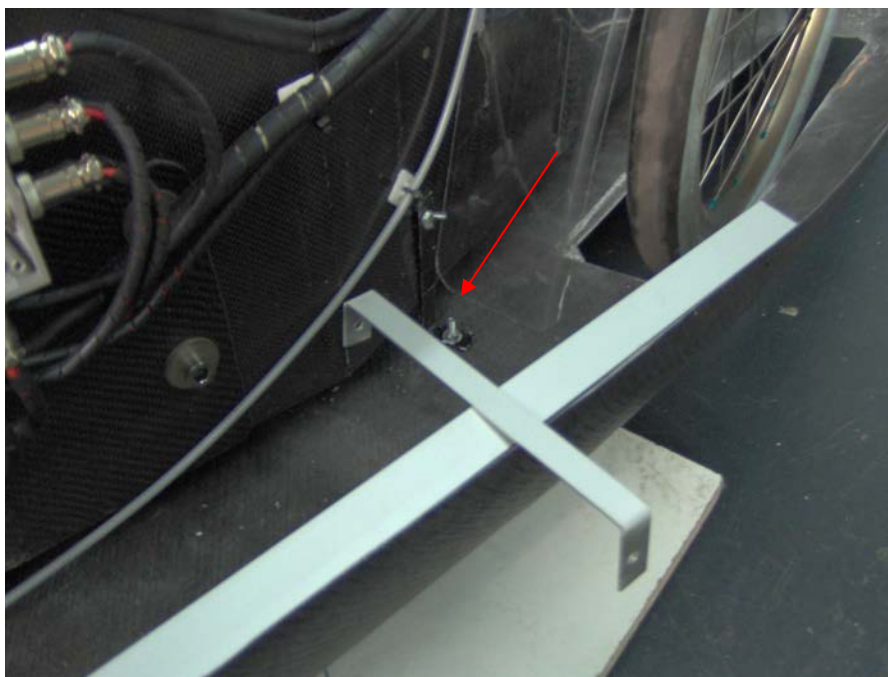


Figura 25 – Fixació de la carrosseria amb el xassís.

7. FER L'ACOBLEMENT ENTRE LES CARROSSERIES

7.1. PRESENTACIÓ

Retallar tires de 3cm d'ample de PVC rígid i enganxar-les amb adhesiu tal com indiquen els plànols de detall. S'enganxaran a tota la paret interior de la carrosseria inferior.

Si fos necessari col·locar algunes tires de velcro per fixar l'encaix.

7.2. RECURSOS

2 làmines de 1x1.5m de PVC rígid d'1mm de gruix

7.3. CANVIS

Tal com s'ha dit anteriorment, no es podrà fer l'acoblament tal com es tenia previst. Es farà l'acoblament fixant perfils angulars a la part inferior per aconseguir una zona plana. Després s'hi fixaran uns passadors i es farà un forat a la part superior perquè encaixin. A la part superior no caldrà fixar un perfil angular ja que, amb el laminat hem fet el recolzament pla.

A la cua de la carrosseria es farà el recolzament amb espuma de poliuretà i així obtindrem una àrea de recolzament més gran.

7.4. REALITZACIÓ

Es tallen els perfils angulars d'alumini de 20mm d'ala i 2mm de gruix. Es col·loquen 2 talls d'uns 25cm a la part davantera i uns talls més grans, d'uns 150cm, a la part central. També es col·loca un petit tall a la punta davantera. Es fixen mitjançant reblons.

A la cua inferior, amb cartró, es delimita la zona a emplenar d'espuma de poliuretà. Es fa la barreja dels dos components i s'aplica l'espuma. Un cop seca es retalla l'espuma sobrant.

Es col·loquen als angulars, uns cargols llargs amb 3 femelles cadascun per fer de passadors. Es distribueixen un a la punta davantera, un a cadascun dels angulars davanters i dos a cadascun dels angulars centrals.

Després, es recolza la carrosseria superior a sobre l'inferior i es marquen els punts on hi ha els passadors. Finalment es fan els forats. A la figura 26 es poden veure els punts on hi ha els passadors.

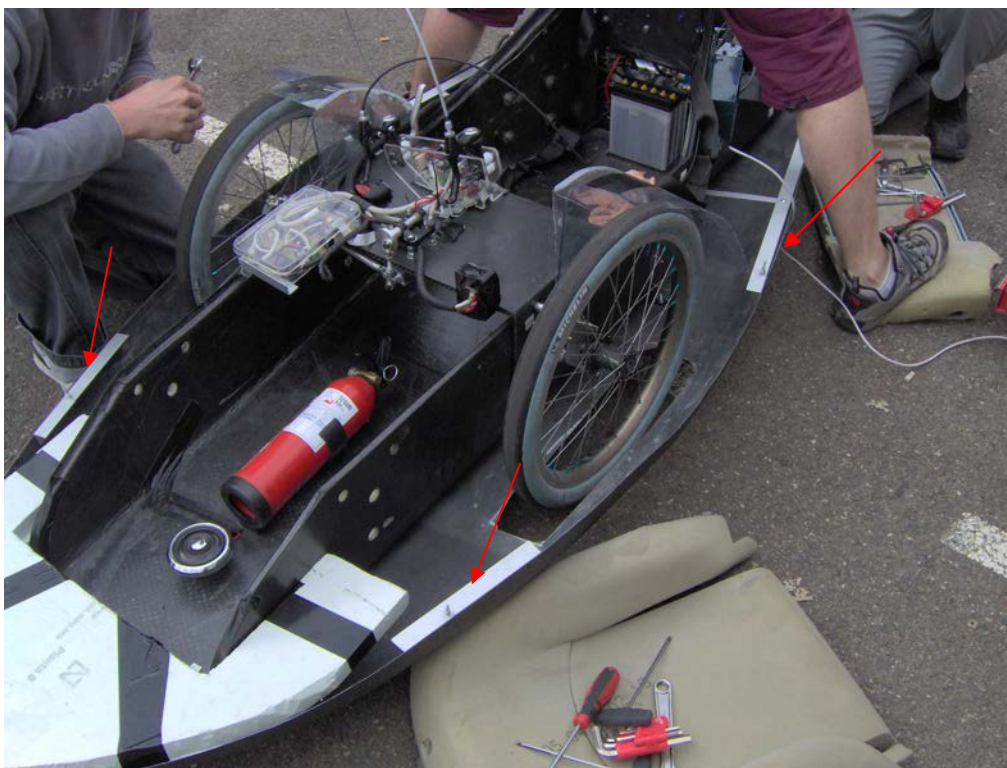


Figura 26 – Situació dels passadors.

Incidències

Un cop encaixades les dues carrosseries es veu que no tenen les mateixes mides. La carrosseria és uns 2-3cm més llarga que la inferior i, a la part de la cua no es recolzen una sobre l'altre.

Aquest aspecte no afecta a la funcionalitat de la carrosseria però sí a la seva estètica. A la figura 27 es pot veure la diferència de mides.



Figura 27 – Diferència de mides entre la part superior i inferior.

Els motius de la divergència de mides entre una part i l'altra de la carrosseria provenen de la realització del model. En la preparació del model es va veure que hi ha blocs que no encaixen bé entre ells i queda un espai entremig. També es va veure que hi ha blocs que tenen irregularitats de la mecanització. Es va fer una aproximació amb el recolzament pla de la cua mitjançant làmines d'espuma.

A aquests problemes també s'ha d'afegir l'impossibilitat de controlar el gruix de massilla aplicada al model.

Podem concloure que, probablement, els 3 motius principals de l'error final de mides són:

- Una mala mecanització de les peces del model.
- Unes males aproximacions en la preparació del model.
- L'impossibilitat de controlar el gruix de massilla aplicat.

8. POSAR ELS ADHESIUS

8.1. PERSENTACIÓ

Fixar els adhesius oficials tal com marca el reglament. Fixar els adhesius dels nostres patrocinadors als espais que quedin.

8.2. RECURSOS

Els adhesius

8.3. CANVIS

Cap

8.4. REALITZACIÓ

S'han col·locat els adhesius oficials de la shell eco-marathon segons la distribució que marca el reglament. Als espais que han quedat s'han col·locat ordenadament els adhesius dels nostres patrocinadors. Gran part dels adhesius s'han hagut de fixar amb adhesiu cianocrilat perquè no quedaven ben enganxats.

A la figura 28 es pot veure la carrosseria acabada.



Figura 28 – Carrosseria acabada.

9. PLANIFICACIÓ

A la planificació feta amb Microsoft® Project se li han introduït els canvis que hi ha hagut en l'execució. Aquesta planificació final està disponible a l'annex A d'aquest document.

El primer que salta a la vista és que, el fet de planificar l'execució per a una setmana abans ha estat un èxit. La setmana que s'havia deixat de marge ha estat justament el retard que hi ha hagut en l'execució.

Aquest retard ha estat provocat per la dificultat d'aprendre el programa de càlcul i, sobretot, pel problema amb el material que Axson ens havia de proporcionar per a fer el motlle. El fet d'estar unes setmanes negociant amb Axson per aquest tema i, l'increment de feina que ha suposat haver de realitzar un model i un motlle han estat claus per explicar el retràs.

Per sort, moltes de les activitats de la fabricació han durat menys del previst. També cal dir que tasques com la de posar adhesius es van haver de realitzar just abans de la competició.

S'ha analitzat com han afectat aquests canvis en la planificació en les despeses de personal. Aquestes despeses de personal són teòriques ja que, no s'ha pagat a ningú per a realitzar la feina. Es pot veure que, degut als canvis, el cost de personal s'ha augmentat en 2488 €. Representa menys del 13% respecte el cost programat.

10. LLIÇONS APRESES

10.1. ESTRATÈGIQUES

Cal definir amb antelació els recursos i mitjans que ens ofereixen els patrocinadors. Si sabem amb seguretat què està disposat a oferir-nos cada patrocinador es podran reduir considerablement els canvis en l'execució i els retards.

Com que l'equip eco-shell de la UdG cada any va realitzant modificacions del vehicle motiu de diferents projectes final de carrera, seria interessant que hi hagués una relació entre l'autor del projecte anterior i l'actual. D'aquesta manera, els coneixements i experiència adquirits durant el projecte s'anirien transmetent d'un any per l'altre.

10.2. OPERATIVES

En projectes com aquests, on es tenen recursos i mitjans limitats, cal que el disseny estigui lligat amb la fabricació. Si el disseny geomètric de la carrosseria s'hagués fet pensant amb la manera de fabricar-lo s'hagués pogut simplificar considerablement l'execució.

Per exemple, si la línia de divisió de les dues carrosseries hagués estat completament plana, haguéssim simplificat la feina i haguéssim pogut evitar les aproximacions realitzades en el model. També, si les zones on hi havien d'anar finestres haguessin estat planes o amb una sola curvatura la col·locació del plàstic transparent hauria estat molt més simple i hagués quedat millor.

A la velocitat que va el cotxe, la importància de l'aerodinàmica és molt baixa. Tenint en compte aquest fet, es pot sacrificar lleugerament per simplificar l'execució i, d'aquesta manera, reduir temps, cost i guanyar qualitat de la peça final.

10.3. DE PROCÉS

No s'han pogut aprofitar les finestres termoconformades degut a l'ampliació posterior de les mateixes. Un cop retallades les finestres és complica molt el termoconformat perquè s'ha de realitzar sobre el motlle (que és una forma negativa). Si quan es va termoconformar s'hagués tingut en compte les possibles aplicacions posteriors de la finestra s'haguessin pogut aprofitar els plàstics termoconformats.

ANNEX A: PLANIFICACIÓ