

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Planificació d'un prototipus de resina per ser mecanitzat en un CNC de 5 eixos.

Document: 1.MEMÒRIA

Alumne: Marc Gordo Casanovas

Tutors: Maria Luisa Garcia-Romeu de Luna

Departament: Enginyeria mecànica i construcció industrial

Àrea: Enginyeria de processos de fabricació

Convocatòria (mes/any): Juny/2023

Índex

1	INTRODUCCIÓ.....	1
1.1	ANTECEDENTS.....	1
1.2	OBJECTE	2
1.3	ABAST	2
2	PLANIFICACIÓ DEL PROCÉS.....	3
3	ESPECIFICACIONS.....	4
3.1	PEÇA.....	4
3.2	OPERACIONS DE MECANITZAT.....	5
3.2.1	<i>Desbast.....</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>Entre passades constants.....</i>	<i>6</i>
3.2.3	<i>Barrido.....</i>	<i>6</i>
3.2.4	<i>Mecanitzat de radis.....</i>	<i>7</i>
4	MATERIAL.....	7
5	EQUIPS DISPONIBLES	7
5.1	MÀQUINA.....	7
5.2	EINES I CONDICIONS DE TALL	8
5.2.1	<i>Plat de desbast</i>	<i>9</i>
5.2.2	<i>Fresa de desbast.....</i>	<i>9</i>
5.2.3	<i>Freses amb punta esfèrica.....</i>	<i>10</i>
5.2.4	<i>Broca de punt</i>	<i>10</i>
5.2.5	<i>Broques de foradat.....</i>	<i>11</i>
6	PROBLEMES I SOLUCIONS EN LA PROGRAMACIÓ DEL MECANITZAT	12
7	OPERACIONS DE MECANITZAT	14
7.1	LLISTA D'OPERACIONS.....	14
7.1.1	<i>Operacions estacada 1</i>	<i>15</i>
7.1.2	<i>Operacions estacada 2.....</i>	<i>17</i>
7.2	FULLS DE TREBALL: INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ	18
8	FULL DE RUTA	19
9	DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ DE L'UTILLATGE.....	20
9.1	SOLUCIÓ DE L'UTILLATGE DE L'ESTACADA 1	20
9.2	SOLUCIÓ DE L'UTILLATGE DE L'ESTACADA 2	21
10	VERIFICACIÓ DE CAM	22
11	RESUM DEL PRESSUPOST	24
12	CONCLUSIONS RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	25
13	RELACIÓ DE DOCUMENTS	25
ANNEX A:	CÀLCUL DE CONDICIONS DE TALL.....	26
	CÀLCUL DELS VALORS DE FRESATGE.....	26

CÀLCUL DELS VALORS DE FORADAT.....	28
ANNEX B: FITXES TÈCNIQUES	30
ANNEX C: INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ.....	33
INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ: ESTACADA 1.....	33
INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ: ESTACADA 2	47

Índex de figures

FIGURA 1 SHERCO 450CC.....	1
FIGURA 2 PARAFANGS POSTERIOR CONJUNT	2
FIGURA 3 PARAFANGS POSTERIOR	5
FIGURA 4 RIERGE MM/P 3000	8
FIGURA 5 FRESA DE DESBAST	9
FIGURA 6 FRESA DE PUNTA ESFÈRICA.....	10
FIGURA 7 BROCA DE PUNT.	11
FIGURA 8 BROCA HSS	11
FIGURA 9 PUNTS CRÍTICS	12
FIGURA 10 ÚTIL 2.....	13
FIGURA 11 INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ.....	18
FIGURA 12 FULL DE RUTA	19
FIGURA 13 ÚTIL I PEÇA 1	20
FIGURA 14 PIVOTS ÚTIL.....	21
FIGURA 15 ÚTIL I PEÇA 2	21
FIGURA 16 PEÇA FIXADA	22
FIGURA 17 VERIFICACIÓ ESTACADA 1.....	22
FIGURA 18 VERIFICACIÓ ESTACADA 2.....	23
FIGURA 19 RIERGE MM/P 3000 2	30
FIGURA 20 RAKUTOOL SB-0080.....	31
FIGURA 21 RAKUTOOL CONDICIONS DE TALL.....	32

1 Introducció.

1.1 Antecedents

El món del modelisme ha estat sotmès a grans canvis en qüestió de pocs anys. El procés de disseny i innovació en el món de la motocicleta i l'automòbil suposava una inversió descomunal de temps i recursos, i es requeria un nivell molt elevat de manipulació de materials amb eines manuals.

Tot aquest món va evolucionar ràpidament amb l'aparició de les màquines de control numèric, que poc a poc van anar agilitzant i accelerant la part de donar vida a dissenys realment complicats fins aquell pràcticament impossibles de dur a terme.

Sherco Motorcycles és una, d'entre moltes altres empreses, que utilitza constantment aquesta innovació en el món del mecanitzat per desenvolupar i crear anualment models nous de les seves motocicletes, aprofitant així totes les possibilitats que l'evolució d'aquesta tecnologia ens ofereix actualment.

El projecte surt de la necessitat d'entregar a temps totes les peces a Sherco del nou model Enduro 2022 450cc (*Figura 1*) per a la seva presentació oficial al públic a l'Octubre de 2021 i seguidament, la posada en marxa de la línia de producció.

Per aconseguir les peces finals, passarem per varis processos de disseny i mecanitzat, planificació i càlculs.



Figura 1 Sherco 450cc

1.2 Objecte

L'objecte del projecte és crear els fulls de ruta i de treball del parafangs del darrera i dissenyar en els casos oportuns els útils necessaris per a el mecanitzat d'aquesta peça.

Com a peça de prototipatge els costos i els temps de mecanitzat hauran de ser els mínims que es puguin aconseguir per tant, s'hauran d'optimitzar al màxim les estratègies escollides durant tot el procés.

Com a objectiu més general, de centrar-se en el parafangs com a cas d'estudi, permetrà definir els punts importants a considerar en la planificació de processos de peces similars per a la seva fabricació en centres de mecanitzat de 5 eixos quan es tracta amb geometries irregulars i complexes.

1.3 Abast

El component objecte del projecte és el parafangs de darrera. (*Figura 2*)

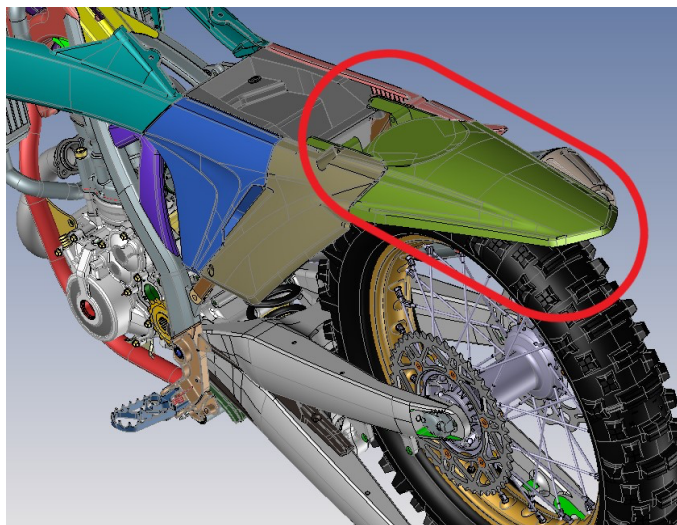


Figura 2 Parafangs posterior conjunt

En primer lloc, es presentaran les especificacions del procés de mecanitzat, on es descriuran totes les operacions utilitzades per donar forma a la peça, estaran entre elles planejats, copiats, mecanitzats de radis, contornejats...

S'especificaran les condicions de tall segons les limitacions de cada eina i de la pròpia màquina de CNC, les velocitats de tall, velocitats d'avanç...

S'explicarà també quines són les eines emprades i les seves característiques així com les seves singularitats.

El projecte també tractarà amb una breu descripció quin tipus de centre de mecanitzat s'ha utilitzat en el procés, parlem en aquest cas d'una màquina de control numèric de 5 eixos desenvolupada aquí a Catalunya, per l'empresa Rierge.

En segon lloc constarà el disseny dels útils que ens permetran treballar la peça correctament i aconseguir un bon resultat.

A nivell tècnic s'oferirà tota la documentació amb la planificació de tots els processos, llista d'operacions, instruccions de fabricació, fulls de ruta i valoracions econòmiques.

2 Planificació del procés

La planificació de processos és la que estableix les etapes i els paràmetres emprats per passar d'una preforma o brut de material a la peça final que es vulgui obtenir.

És la part del procés que uneix el disseny de la peça amb "CAD" i posteriorment el mecanitzat mitjançant software "CAM" (Computer-Aided Manufacturing).

En aquest pas intermedi es tenen en compte les toleràncies, costos, dimensions, etc.

Un cop s'han tingut en compte totes aquests factors, es determinarà la seqüència de les operacions a realitzar, el material, les eines i el centre de mecanitzat.

En el nostre cas només es disposa d'un d'aquests centres, però és un factor a tenir en compte quan se'n disposa de més d'un ja que, segons dimensions, material i toleràncies serà preferible l'ús d'un tipus o d'un altre.

Aquesta tasca pot estar integrada en un software CAD/CAM o es pot realitzar de forma manual. El software utilitzat no disposa de cap mòdul per dur a terme la planificació, per tant es farà de forma manual.

El que sí ens permetrà Top Solid 7 és unir la part de disseny del brut i dels utilitatges (CAD) amb la part de mecanitzat (CAM), aquesta última ens dona la possibilitat de definir el moviment dels eixos del centre

de mecanitzat per estar sincronitzat amb el mecanitzat de la peça. D'aquesta manera es pot simular la cinemàtica del centre de mecanitzat, en comptes de només simular la de l'eina.

D'aquesta manera aconseguim un entorn realista on es poden preveure la majoria de problemes que poden aparèixer (col·lisions, eines errònies,...).

3 Especificacions

El desenvolupament del procés de mecanitzat constarà de varies seccions, es començarà descrivint la peça, quins materials s'utilitzaran i amb quin tipus de centre de mecanitzat es disposa per dur a terme tot el procés. Seguidament s'exposaran totes les eines i quines són les seves funcions a cada operació. Per acabar es parlarà de com treballen les eines que s'han escollit, velocitats de tall i avanç.

3.1 Peça

La peça a dissenyar és el parafangs de darrera. (*Figura 3*)

Aquesta es mecanitzarà en dues ocasions, primer en poliuretà partint del model anterior i seguidament amb resina (Raku-Tool SB-0080) per la seva versió final.

Només s'entrarà en detall a l'hora de fer un dels mecanitzats, el de resina, ja que el mecanitzat d'un material a un altre es gairebé idèntic

El primer mecanitzat en poliuretà, es tracta d'una operació ràpida sense tenir en compte pràcticament toleràncies i on la única finalitat és obtenir una preforma de la peça del model anterior per poder treballar a mà. Aquesta és realitzarà només d'una estacada, és a dir només interessa donar forma a la part visible, tota la resta serà treball manual.

Un cop fet tot el treball manual i aconseguida la peça desitjada, aquesta s'escanejarà i s'enviarà al departament d'enginyeria de Sherco els quals s'encarregaran de parametritzar-la i convertir-la d'una peça quasi exclusivament estètica a una peça ja definitiva i útil. Aquesta última serà retornada al nostre departament i serà la peça que es tractarà d'ara endavant.

La peça a mecanitzar està composta per geometries complexes, caixeres, quatre forats passants de 6 mm de diàmetre i dos forats passants més de 8 mm.

Serán necessaris quatre mecanitzats per obtenir el resultat final. El mecanitzat d'una cara de la peça, el de l'altre cara i els dels dos útils dissenyats i mecanitzats per subjectar la primera i la segona estacada.

Finalment referent a les dimensions totals de la peça es demana $\pm 0,5$ mm de tolerància global.

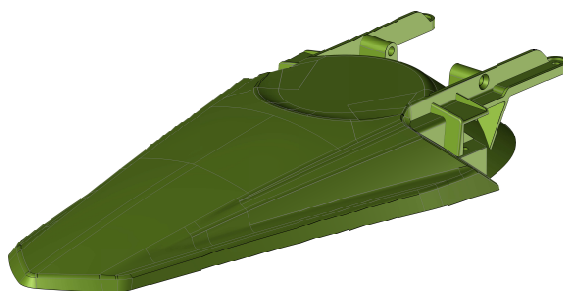


Figura 3 Parafangs posterior

3.2 Operacions de mecanitzat

A l'hora de realitzar el mecanitzat, és necessari definir l'ordre de les operacions per obtenir un bon resultat final.

Per altre banda s'ha d'escollir i en aquest cas dissenyar els útils que ens subjectin correctament la peça i que no interfereixin en cap operació amb l'eina que estigui mecanitzant.

Per el tipus de peça que ens trobem en aquest cas serà necessari com s'ha mencionat abans, quatre mecanitzats amb dos posicionaments. Per el tipus de geometria complexa que se'ns demana no es possible obtenir la peça d'una sola estacada, per tant a la primera estacada mecanitzarem la cara còncaua juntament amb un útil que ens elevi la peça, aquesta mateixa cara serà on es recolzi el segon útil un cop li donem la volta. I a la segona amb l'útil ja fixat es mecanitzarà tota la part interior del parafangs.

A continuació es descriuran algunes operacions d'interès que s'utilitzaran en tot aquest procés de mecanitzat.

3.2.1 Desbast

És una de les primeres operacions en qualsevol procés de mecanitzat, consisteix en extreure la major part del material sobrant del brut per tal d'aconseguir una preforma de la peça desitjada.

En el cas d'aquest CAM s'han de definir les dimensions del brut i posicionar-lo dins de la peça acabada com ho estaria a la realitat. Finalment es limita l'àrea de treball i es defineix l'excedent que es voldrà deixar un cop acabada l'operació.

3.2.2 Entre passades constants

Aquesta operació és una opció dins de les que se'ns ofereix per a copiar superfícies, el CAM generarà trajectòries de dins cap a fora o de fora cap a dins calculant la diferència d'alçades en z de cada passada d'aquesta manera aconseguirem un cabal d'extracció de material constant, com bé indica el seu nom.

A més a més evita qualsevol retracció en la mesura del possible i per tant que l'eina s'aixequi i deixi qualsevol marca a la superfície.

Per a utilitzar-la cal limitar la zona de treballa amb esbossos prèviament definits.

3.2.3 Barrido

El *barrido* també és una de les operacions de copiat que ens ofereix el software, a diferència de l'anterior aquesta desglossa tota la nostra peça amb les superfícies arrel amb les que s'ha creat, s'utilitza per treballar zones concretes sense la necessitat de limitar la zona.

És una de les operacions més utilitzades per a treballar amb 5 eixos, com a contra no te en compte la resta de la peça i per tant s'ha de vigilar que no hi hagi cap col·lisió després de la programació.

3.2.4 Mecanitzat de radis

Finalment l'última operació de copiat de superfícies emprada en aquest projecte és el mecanitzat de radis. Després de definir amb quin diàmetre d'eina hem realitzat el nostre copiat anterior ometrà totes aquelles zones on ja ha mecanitzat l'eina de la operació prèvia i anirà afinant els radis que l'eina amb diàmetre més gran no ha pogut.

És una operació que es va aplicant de forma repetitiva fins aconseguir els radis mínims requerits.

4 Material

El material que s'utilitzarà és una resina de poliuretà molt popular en el món del prototipatge i en el sector del motlle de laminació es tracta de RakuTool SB-0080 (*Figura 20*), un material molt estable al mecanitzat i a la dilatació tèrmica.

Propietats bàsiques:

- Densitat: 0.080 g/cm^3
- Resistència a la compressió: 0.5-1.0 Mpa
- Conserva propietats fins a 100°C

5 Equips disponibles

5.1 Màquina

Abans d'escollir les operacions de mecanitzat i les eines, és necessari triar un centre de mecanitzat.

En aquest cas es disposa d'una Rierge MM/P 3000 (*Figura 4*) amb característiques:

- Número d'eixos: 5
- Mides de taula: 3000x2000 mm
- Alçada útil: 800 mm
- RPM màximes del capçal: 24000 rpm
- Rotació d'eix "A": $\pm 120^\circ$
- Rotació d'eix "C": $\pm 245^\circ$
- Potència màxima: 18 KW
- Temps canvi d'eina: 7,2 seg
- Precisió de posicionat: 0,001 mm
- Velocitat avanç màxima: 18 m/min

Respecte el moviment dels 5 eixos, la taula on es recolza la peça ens proporciona el moviment en "x" i en "y" i el capçal s'encarrega de l'eix "z" i dels dos eixos de rotació "A" i "C".

La resta de característiques tècniques del capçal i del control numèric es poden consultar [ANNEX B: Fitxes Tècniques](#)

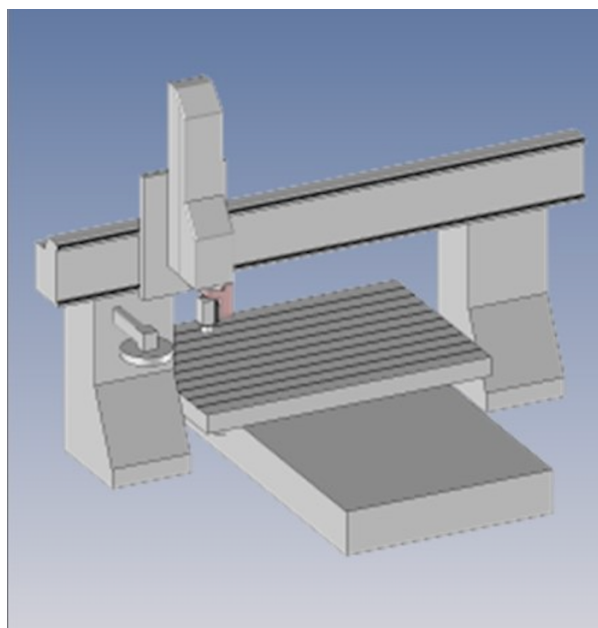


Figura 4 Rierge MM/P 3000

5.2 Eines i condicions de tall

Una vegada tenim les operacions necessàries a realitzar a la peça, es tenen que seleccionar les eines que s'utilitzaran per a cada una d'elles, que dependran del material i de les característiques del centre de mecanitzat.

Les velocitats de tall s'han escollit a partir de l'experiència a l'hora de treballar aquest material ja que els fabricants d'eines no tenen en compte aquest tipus de resines. Això es degut a que són materials tous i poc densos i per tant és molt difícil que portin la eina al límit com podrien fer-ho materials fèrrics. Tot i així a l'hora de descriure cada eina es deixaran les condicions de tall recomanades per el fabricant per a un material plàstic de densitat similar per a qualsevol comparativa respecte les escollides.

5.2.1 Plat de desbast

S'utilitzarà un plat de 63 mm de diàmetre amb 4 plaquetes a 90° de 16 mm. Les plaquetes escollides són les R790-160405PH-NL del fabricant Sandvik Coromant.

Segons les dades proporcionades per el fabricant, s'hauria de fixar una velocitat de tall de 600 m/min. L'avanç per dent recomanat es troba entre 0,1 i 0,3 mm/dent (efectiu), L'avanç per revolució seria de 0,8 mm/revolució ja que en aquest cas la fresa ens ofereix quatre dents efectives (que són el número de dents que estaran en contacte tallant la peça).

La profunditat radial es de dos terços del diàmetre de l'eina. Donat que el diàmetre de la fresa és de 60 mm la part que estarà en contacte tallant seran 40 mm, o el que és el mateix un 66% de l'eina.

5.2.2 Fresa de desbast

L'eina escollida en aquest cas (*Figura 5*) es de la marca SUMEC, és una fresa per alumini i termoplàstics de 20 mm de diàmetre amb un angle de despulla de 40°, però perfectament aplicable al nostre material.

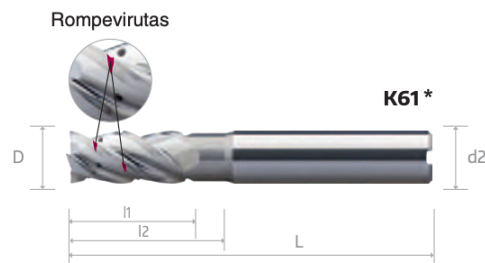


Figura 5 Fresa de desbast

El fabricant ens diu que pot assumir passades axials de fins a 1 vegades el seu diàmetre i passades radials de fins a 0,4 vegades el seu diàmetre, el que es tradueix en axials de fins a 20 mm de profunditat i axials de 8 mm, és a dir el 40% de l'eina treballant al mateix moment.

La velocitat de tall recomanada per el fabricant és de 700 m/min i la seva velocitat d'avanç per dent de 0,132 mm/dent i 4 dents. El que ens dona 0,528 mm/revolució.

5.2.3 Freses amb punta esfèrica

Dins d'aquest subgrup estan incloses tant la fresa de bola que s'encarregarà de fer el copiat de la peça, com el conjunt de freses de bola que tindran la funció de mecanitzar tots els radis.

Totes aquestes freses (*Figura 6*) són del mateix fabricant, SUMEC, i tenen les mateixes característiques en aspecte de forma i material. Variaran els seus diàmetres que aniran des de els 16 mm fins a 1 mm.

Les condicions de tall que ens ofereix el fabricant ens diuen que les que van de 16 mm fins a 4 mm de diàmetre accepten passades axials de fins 1,5 vegades el seu diàmetre i passades radials de 0,5 vegades el seu diàmetre. En canvi les de 2 i 1 mm de diàmetre admetran la mateixa passada axial màxima però es reduirà la radial a 0,3 vegades el diàmetre.

Això si, al ser eines utilitzades per acabats i copiats requereixen règims de gir més elevats que en operacions i eines que extreuen molt més material. Amb aquests tipus d'eines es busca el detall i uns bons acabats.

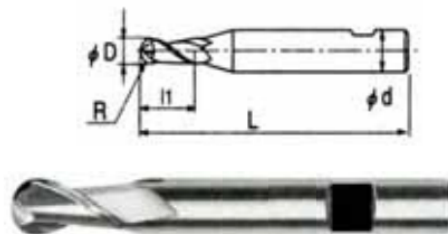


Figura 6 Fresa de punta esfèrica.

5.2.4 Broca de punt

Aquest es un tipus de broca que ens permet tant fer els allotjaments per cargols o un centratge previ al foradat.

S'ha triat una del fabricant Garant de diàmetre 12 HSS. (*Figura 7*)

La velocitat de tall recomanada és de 40 m/min i 1500 rev/min.



Figura 7 Broca de punt.

5.2.5 Broques de foradat

En aquest es necessitaria fer 4 forats de dos diàmetres diferents.

S'han triat les 2 broques de metall dur HSS del fabricant SUMEC (*Figura 8*), ens ofereixen un angle de despulla de 118° i dues dents efectives.

Ens ofereixen una velocitat de tall de 40 m/min ens els quatre casos i difereixen amb l'avanç per revolució que serà de 0,04 mm/revolució per les broques de diàmetres 5,5 i 6 i de 0,06 mm/revolució per a les broques de 7,5 i 8 mm de diàmetre.

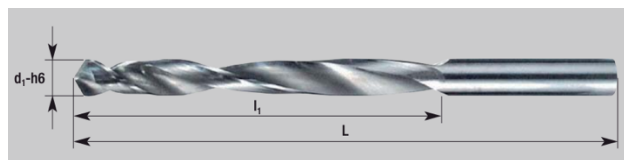


Figura 8 Broca HSS

6 Problemes i solucions en la programació del mecanitzat

Durant el plantejament i en el transcurs de la programació del mecanitzat han anat sorgint problemes que ens impediéu seguir endavant a continuació es veurà quins han sigut i com s'hi ha fet front per aconseguir un bon resultat final.

A continuació es presenta la taula de l'estacada 1 seguida de la taula de l'estacada 2, en elles es planteja en detall la situació de partida del procés.

- Problema: s'identifica l'operació on apareix la problemàtica
- Exemple gràfic: imatge representativa de la problemàtica
- Explicació: descripció detallada del problema detectat
- Solució: De quina manera s'ha aconseguit evitar el problema.
- Exemple gràfic: imatge de com es pretén abordar la solució.

A la primera taula (*Taula 1*) hi queden reflectits els primers problemes a l'hora d'abordar la peça. Degut a la seva geometria irregular i complexa es fa impossible de mecanitzar-la amb 3 eixos ja que moltes de les seves zones quedarien inaccessibles, es decideix utilitzar una estratègia de 3+2 eixos i d'aquesta manera posicionar el capçal per accedir a la totalitat de la peça.

Ja que la peça té una alçada molt reduïda si s'aplica l'estratègia de 3+2 el capçal col·lidirà amb el terra de la taula de treball. En aquest punt sorgeix la necessitat del disseny d'un utilatge, aquest tindrà la funció d'aixecar la peça lo suficient per poder-hi treballar i a la vegada tenir suficient rigidesa per aguantar tots els esforços.

Finalment s'afegiran dos pilars a l'utilatge (*Figura 9*) que ens serviran com a punt de recolzament en punts molt debilitats de la peça que ens portarien a acabats no desitjats

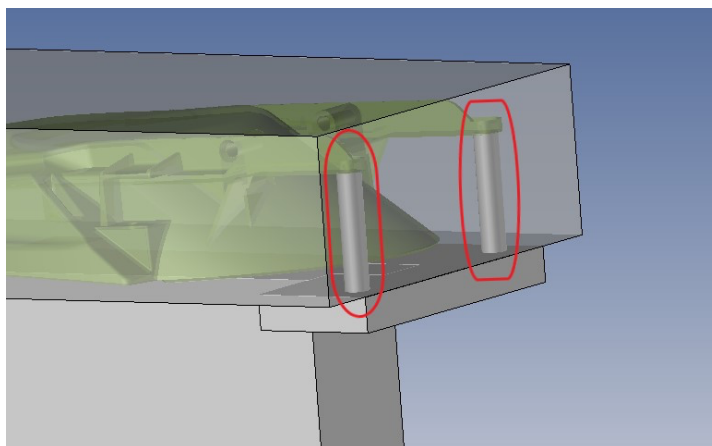


Figura 9 Punts crítics

El primer problema que es tracta a la segona estacada (*Taula 2*) es refereix al posicionament de la peça. Per culpa de la geometria de la peça no es té cap pla que ens ofereixi la estabilitat necessària per mecanitzar correctament, en aquest punt toca dissenyar un altre utillatge.

Aquest utillatge (*Figura 10*) haurà de solucionar aquesta inestabilitat a l'hora de fixar la peça degut a la geometria tant variada que se'ns presenta en aquest cas. D'aquesta manera s'extrauran les formes negatives de varies de les superfícies exteriors creant un assentament estable per treballar-hi sense problemes.

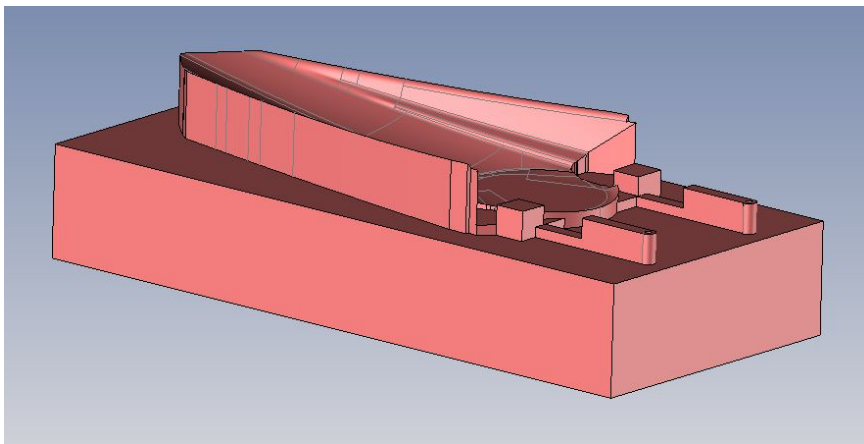
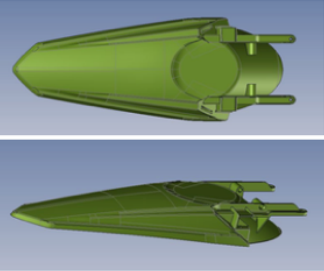
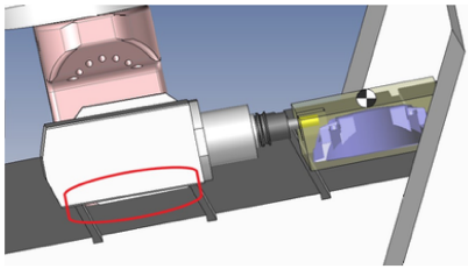
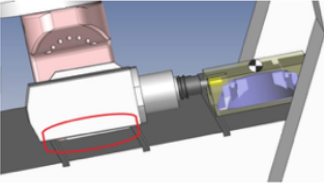
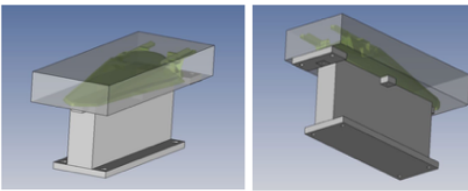
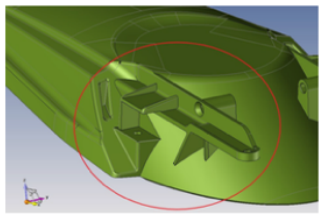
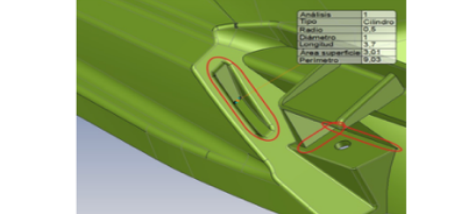
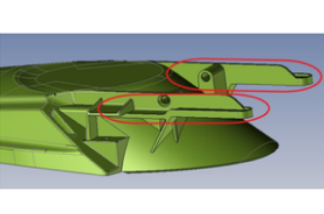
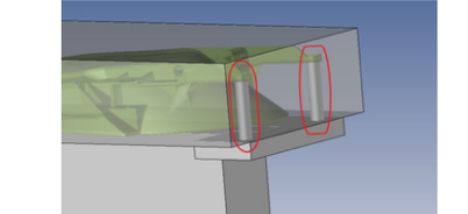
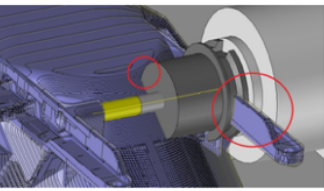
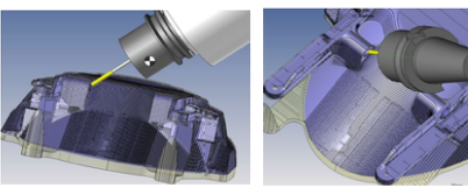
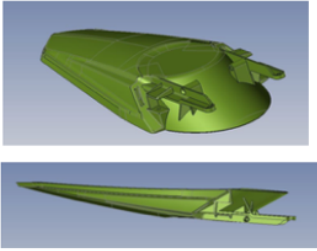
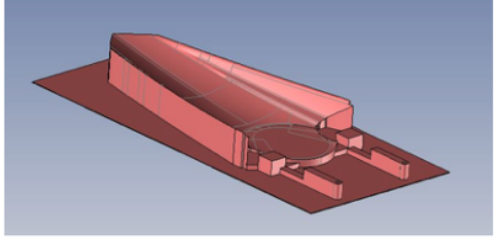
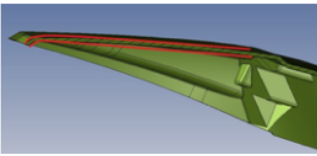
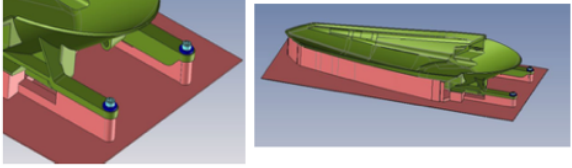
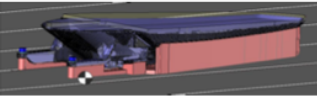
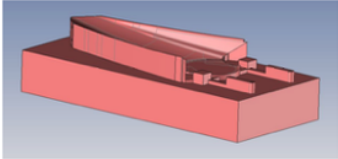
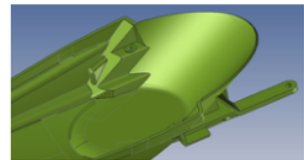
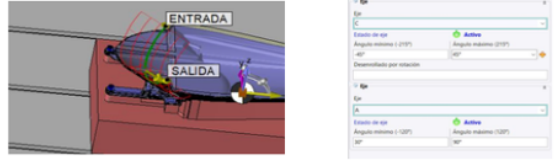
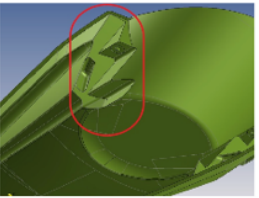
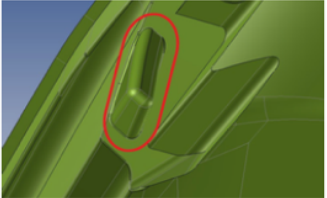


Figura 10 Útil 2

	Problema	Exemple gràfic	Explicació	Solució	Exemple gràfic
1	Mecanitzat en 3 eixos		Quan analitzem la peça per primera vegada identifiquem diverses zones inaccessibles treballant en els 3 eixos principals de la màquina (x,y,z) o bé perquè la normal d'aquestes superfícies és menor a 0 respecte al pla ZX o bé perquè alguna altra geometria de la mateixa peça ens impedeix l'accés amb l'eina.	Ens recolzarem en la funció de 3+2 eixos que ens proporciona la màquina i el CAM que utilitzem. D'aquesta manera definirem els plans i els sistemes de coordenades necessaris per poder treballar aquestes zones amb normalitat. En aquest cas no és necessari treballar amb 5 eixos continus, ja que com es veu en les captures podem delimitar les zones conflictives i pràcticament treballar sobre les seves normals. A més a més, reduïm considerablement el temps de mecanitzat a l'escollir el 3+2 respecte a els 5 eixos continus.	
2	Mecanitzat en 3+2		Una vegada hem decidit aplicar aquest mètode per evitar el problema de les zones inaccessibles en sorgeix un altre. El capçal col·lionarà amb la taula de la màquina en el moment en què s'indexi a 90º o més respecte al pla ZX.	Per evitar aquesta col·lisió no ens queda cap més solució que elevar la peça de la taula. Per fer-ho necessitarem un utillitge que compleixi certs requisits: 1. Elevar suficient la peça per evitar que el capçal col·lisió 2. Subjectar la peça amb prou rigidesa per evitar vibracions no desitjades 3. Tenir una àrea més petita que la peça en el pla XY per no tenir interferències en el mecanitzat	
3	Radis petits en la major part de la superfície de la peça		A la majoria d'encàrrecs de prototipatge amb resina els radis més petits s'obvien, ja que acostuma a interessar una geometria global quasi definitiva de la peça però sense entrar en els detalls més acurats. D'aquesta manera el prototip encara fa la seva funció però amb una reducció del cost degut a moltes menys operacions, i per tant, menys temps de màquina. En aquest cas el client demana la peça amb totes les mesures que li corresponen com si es tractés d'una peça definitiva.	Per fer-ho possible es repetiran les mateixes operacions a les àrees delimitades prèviament però amb una fresa esfèrica de radi més petit cada vegada. Començarem amb una de 10 mm de diàmetre i anirem reduint aquest valor en intervals de 2 mm fins a treballar amb una de 2mm. Com es veu a les captures moltes d'aquestes seccions són aresta viva i no radis. El client demana en aquests casos un mínim d'1 mm de radi. A més a més, augmentarem les condicions de tall en aquest tipus d'operacions, encara que aquesta mesura ens farà tenir un desgast més pronunciat de l'eina ens ajudarà a compensar l'increment de temps de màquina degut als radis petits.	
4	Fimbreig a les seccions més dèbils		A causa d'un voladiu d'aproximadament 5 vegades l'àrea aquestes dues geometries queden massa dèbils i no es poden mecanitzar correctament. A l'hora de treballar-hi provocaran vibracions que desembocaran en unes qualitats d'acabat indesitjades.	La millor manera d'evitar-ho serà desbastant la peça amb normalitat excepte en aquesta zona on primer desbastarem i afinarem només la part inferior per seguidament afegir dos pivots cilíndrics de $\varnothing 16 \times 81,44$ mm que ens serviràn com a punt de recolzament. A continuació realitzarem la resta d'operacions de la part superior amb normalitat.	
5	Puntejat interior dels taladres de $\varnothing 8$		Es demana puntejat interior i exterior dels dos taladres passants situats en el pla XZ. Per al puntejat exterior s'hi pot accedir fàcilment amb una broca de punt amb un 3+2 a 90º, però és geomètricament impossible accedir als interiors d'aquesta forma.	Utilitzarem una fresa esfèrica de $\varnothing 4$ amb un posicionament a 45º des de l'interior i canviarem l'estratègia de puntejat per un copiat amb 3+2.	

Taula 1 Estacada 1

	Problema	Exemple gràfic	Explicació	Solució	Exemple gràfic
1	Recolzar la peça		En el moment de començar la segona estacada veiem que no tenim cap zona de la cara mecanitzada prèviament on ens puguem recolzar per treballar. Necessitem d'alguna manera tenir aquesta peça fixada i amb bona part de la seva superfície en contacte amb quelcom.	Aquest problema ens porta a dissenyar i mecanitzar un altre utilatge. Utilitzarem el mateix parafang per crear formes negatives d'ell mateix, d'aquesta forma inhibirem totes les vibracions i mals acabats que es produïrien si totes aquestes cares estiguessin a l'aire.	
2	Fixar la peça		Un cop es tingui la peça acabada les parets en la major part de la peça quedaran amb molt poc gruix a causa d'això no tenim la possibilitat de fixar-la amb caragols en la seva totalitat. Com s'ha fet a la primera estacada que ens hem aprofitat de la part còncava de l'interior per fer-ho, ja que tot aquest material el desbastarem amb aquestes últimes operacions.	Al treballar amb resina les forces a les quals es veu sotmesa la peça són molt menors a les que tindríem amb materials fèrrics o de més alta duresa, això ens obre noves possibilitats per fixar-la. A les dues ales en voladís tenim els dos taladres de $\varnothing 6$, allà utilitzarem dos caragols de M5 amb dues volanderes fetes de la mateixa resina. Els caragols fixaran part de la peça i les volanderes evitaran qualsevol marca a la peça. A la resta del parafang farem servir cinta adhesiva de doble cara, ens ofereix prou capacitat de fixació i cap desperfecte en l'acabat.	
3	Posicionar la peça		Amb la peça recolzada i fixada sorgeix el següent problema, el posicionament. No tenim manera de fer-li entendre amb precisió al nostre centre de mecanitzat a on tenim aquesta peça.	Farem alguna modificació en el disseny de l'utilatge. Afegirem una base com s'ha fet a la primera estacada, aquest cop no ens soluciona cap problema de col·lisions, per tant, no necessitem tanta alçada però sí una certa base per afegir rigidesa al conjunt. Aquesta base mecanitzada ens aportarà 4 cares a 90° , suficients per posicionar el conjunt del parafang i l'utilatge.	
4	Superfície còncava		A la part posterior interior del parafang ens trobem amb aquesta superfície que de ser mecanitzada en 3 eixos obtindríem uns acabats que no complirien amb l'estàndard que ens demana el client.	En aquest cas ho resoldrem amb un copiat amb 5 eixos el qual limitarem angularment en tot moment, en la mesura del possible, respectar la normal entre la superfície i la fresa esfèrica sense col·lisions ni incidències. L'angle longitudinal tindrà llibertat per moure's en un interval de 45° a -45° , en canvi, l'angle transversal estarà limitat de 30° a 90° .	
5	Radis petits en zones concretes		Igual que ens hem trobat a la primera estacada algunes zones d'aquesta part interior tenen radis molt petits que ens impossibilita acabar-los amb una sola operació.	Per fer-ho possible es repetiran les mateixes operacions a les àrees delimitades prèviament però amb una fresa esfèrica de radi més petit cada vegada. Començarem amb una de 10 mm de diàmetre i anirem reduint aquest valor en intervals de 2 mm fins a arribar a treballar amb una de 2mm, tal com s'ha fet a la fase anterior.	

Taula 2 Estacada 2

7 Operacions de mecanitzat

En aquesta secció de la memòria es presenten els tres documents clau a l'hora de dur a terme tot el procés de fabricació de la peça. En ells es descriuran totes les tasques necessàries des de l'inici del procés fins a tenir la peça acabada.

S'inclourà tota la documentació a entregar a cada operari segons la tasca que li ha estat assignada, inclourà totes aquelles dades que facin falta a cada moment del procés com les seves eines i el muntatge, centres de treball a on es farà la feina i instruments necessaris, condicions de tall, temps de cada operació, moviments de l'eina durant el mecanitzat, etc.

7.1 Llista d'operacions

La llista d'operacions és aquell document que defineix la seqüència amb què seran executades les operacions de mecanitzat d'una mateixa estacada i en un mateix centre de treball a més a més indica a l'operari informació detallada de les condicions de tall de cada eina.

Respecte el caixetí, s'inclou informació sobre quant de temps ens ocuparà l'estacada en la que estem treballant, el nombre d'operacions de l'estacada, el nom del programa que haurà d'obrir l'operari en el centre de mecanitzat, *Estacada 1* en aquest cas, quantes eines faran falta, etc.

A les columnes s'hi descriu:

- **T:** Número d'eina dins del programa CAD/CAM.
- **Operació:** Tipus de operació de mecanitzat que s'executa en aquella fila.
- **Ø Eina:** Diàmetre nominal de l'eina que s'utilitza.
- **R:** Radi de l'eina que s'utilitza.
- **Eina:** Breu descripció de l'eina.
- **Dist. Suport:** Distància des de la punta de l'eina fins al suport per on es subjecta.
- **Vc:** Velocitat de tall de l'eina
- **Vf:** Velocitat d'avanç de l'eina
- **N:** Velocitat de gir de l'eina
- **Nº Z:** Número de dents de tall de l'eina
- **Temps de mecanitzat:** Temps total de cada operació.

A més a més ens aclareix en quin punt del full de ruta ens trobem, d'aquesta manera l'operari sempre podrà veure quina és la següent tasca després de la seva i per tant, optimitzar els temps de transició entre aquestes.

7.1.1 Operacions estacada 1

Llista d'operacions				Data de creació: 26/02/2022		Estacada 1				
				Última actualització: 11/05/2023						
Nom: Parafangs posterior				Autor: Marc Gordo Casanovas		Temps total: 4h 20min 36s				
Client: Sherco Motorcycles				Número d'eines: 12		Número d'operacions: 26				
Màquina: Rierge 5x				Útil: SI		Full de ruta 1 ; Operació nº6				
T	Operació:	Ø Eina	r	Eina	Dist suport	Vc	Vf	N	Nº Z	Temps de mecanitzat
T 1	Desbast	63,00 mm	31,5	PLAT D63 90G	20,00mm	1682,323m/min	4000,000mm/min	8500rev/min	4	0h 23min 33s
T 12	Desbast	20,00 mm	10	FRESA D20 PLANA	53,50mm	502,655m/min	4500,000mm/min	8000rev/min	3	0h 17min 9s
T 3	Desbast	10,00 mm	5	FRESA 10 PLANA	60,00mm	188,496m/min	3500,000mm/min	6000rev/min	3	0h 3min 59s
T 3	Desbast	10,00 mm	5	FRESA 10 PLANA	60,00mm	188,496m/min	3500,000mm/min	6000rev/min	3	0h 8min 9s
T 5	Desbast	4,00 mm	5	FRESA 4 PLANA	50,00mm	75,398m/min	3000,000mm/min	6000rev/min	3	0h 3min 57s
T 2	Entre passades constants	16,00 mm	8,00	FRESA ESFÈRICA D16	70,00mm	804,248m/min	8500,000mm/min	16000rev/min	2	0h 37min 19s
T 4	Entre passades constants	10,00 mm	5,00	FRESA ESFÈRICA D10	50,00mm	439,823m/min	7500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 5min 5s
T 4	Entre passades constants	10,00 mm	5,00	FRESA ESFÈRICA D10	50,00mm	439,823m/min	7500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 5min 3s
T 4	Mecanitzat de radis	10,00 mm	5,00	FRESA ESFÈRICA D10	50,00mm	439,823m/min	7500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 8min 19s
T 6	Mecanitzat de radis	6,00 mm	3,00	FRESA ESFÈRICA D6	60,00mm	263,894m/min	6500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 6min 41s
T 6	Mecanitzat de radis	6,00 mm	3,00	FRESA ESFÈRICA D6	60,00mm	263,894m/min	6500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 2min 1s

26/02/2022

Estacada 1

T	Operació:	Ø Eina	r	Eina	Dist suport	Vc	Vf	N	Nº Z	Temps de mecanitzat
T 6	Mecanitzat de radis	6,00 mm	3,00	FRESA ESFÈRICA D6	60,00mm	263,894m/min	6500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 2min 1s
T 10	Mecanitzat de radis	4,00 mm	2,00	FRESA ESFÈRICA D4	50,00mm	157,080m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	0h 24min 51s
T 10	Mecanitzat de radis	4,00 mm	2,00	FRESA ESFÈRICA D4	50,00mm	157,080m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	0h 7min 21s
T 10	Mecanitzat de radis	4,00 mm	2,00	FRESA ESFÈRICA D4	50,00mm	157,080m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	0h 7min 23s
T 11	Mecanitzat de radis	2,00 mm	1,00	FRESA ESFÈRICA D2	50,00mm	75,398m/min	2500,000mm/min	12000rev/min	2	1h 2min 26s
T 11	Mecanitzat de radis	2,00 mm	1,00	FRESA ESFÈRICA D2	50,00mm	75,398m/min	2500,000mm/min	12000rev/min	2	0h 18min 56s
T 11	Mecanitzat de radis	2,00 mm	1,00	FRESA ESFÈRICA D2	50,00mm	75,398m/min	2500,000mm/min	12000rev/min	2	0h 19min 14s
T 9	Puntejat	12,00 mm	0,00	BROCA PUNTEJAR D12	52,50mm	131,947m/min	1500,000mm/min	3500rev/min	2	22s
T 9	Puntejat	12,00 mm	0,00	BROCA PUNTEJAR D12	52,50mm	131,947m/min	1500,000mm/min	3500rev/min	2	22s
T 9	Puntejat	12,00 mm	0,00	BROCA PUNTEJAR D12	52,50mm	131,947m/min	1500,000mm/min	3500rev/min	2	1min
T 7	Foradat	6,00 mm	0,00	BROCA D6 HSS	55,50mm	56,549m/min	650,000mm/min	3000rev/min	2	1min12s
T 8	Foradat	8,00 mm	0,00	BROCA D8 HSS	55,50mm	70,372m/min	650,000mm/min	2800rev/min	2	34s
T 8	Foradat	8,00 mm	0,00	BROCA D8 HSS	55,50mm	70,372m/min	650,000mm/min	2800rev/min	2	34s

26/02/2022

Estacada 1

T	Operació:	Ø Eina	r	Eina	Dist suport	Vc	Vf	N	Nº Z	Temps de mecanitzat
T 10	Barrido	4,00 mm	2,00	FRESA ESFÈRICA D4	50,00mm	157,080m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	4min2seg
T 10	Barrido	4,00 mm	2,00	FRESA ESFÈRICA D4	50,00mm	157,080m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	4min2seg

7.1.2 Operacions estacada 2

Llista d'operacions				Data de creació: 15/04/2023		Estacada 2				
				Última actualització: 01/05/2023						
Nom: Parafangs posterior				Autor: Marc Gordo Casanovas		Temps total: 1h 29min 36s				
Client: Sherco Motorcycles				Número d'eines: 7		Número d'operacions: 9				
Màquina: Riege 5x				Útil: SI		Full de ruta 1 ; Operació nº 11				
T	Operació	Ø Eina	r	Eina	Dist Suport	Vc	Vf	N	Nº Z	Temps de mecanitzat
T 1	Desbast	20,00 mm	10,00	FRESA D20 PLANA	53,50mm	502,655m/min	4500,002mm/min	8000rev/min	3	0h 21min 59s
T 2	Entre passades constants	16,00 mm	8,00	FRESA ESFÈRICA D16	50,00mm	804,248m/min	8500,000mm/min	16000rev/min	2	0h 14min 49s
T 2	Barrido	16,00 mm	8,00	FRESA ESFÈRICA D16	50,00mm	100,000m/min	1989,437mm/min	1989rev/min	2	0h 21min 54s
T 2	Entre passades constants	16,00 mm	8,00	FRESA ESFÈRICA D16	50,00mm	804,248m/min	8500,000mm/min	16000rev/min	2	0h 0min 50s
T 3	Mecanitzat de radis	10,00 mm	5,00	FRESA ESFÈRICA D10	50,00mm	439,823m/min	7500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 7min 35s
T 4	Mecanitzat de radis	6,00 mm	3,00	FRESA ESFÈRICA D6	50,00mm	263,894m/min	6500,000mm/min	14000rev/min	2	0h 6min 52s
T 5	Mecanitzat de radis	4,00 mm	2,00	FRESA ESFÈRICA D4	50,00mm	157,080m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	0h 10min 45s
T 6	Mecanitzat de radis	2,00 mm	1,00	FRESA ESFÈRICA D2	50,00mm	78,540m/min	3500,000mm/min	12500rev/min	2	0h 4min 36s
T 7	Puntejat	10,00 mm	0,00	BROCA PUNTEJAR D10	52,50mm	109,956m/min	1500,000mm/min	3500rev/min	2	32s

7.2 Fulls de treball: Instruccions de fabricació

El document d'instruccions de fabricació (*Figura 11*) té la funció de posar en detall cada operació de la llista d'operacions, s'inclouran el muntatge específic de cada eina per a cada operació així com els moviments que farà aquesta durant cada operació del mecanitzat.

Respecte la seva distribució, el caixetí ens dona informació similar al document *Llista d'operacions*, a la zona de l'esquerra es descriu tot el necessari per verificar que l'eina és la que s'ha assignat en el document anterior i que s'ha muntat de forma correcte. Per altra banda la part central i dreta descriu lo imprescindible sobre la peça i els moviments de mecanitzat.

Les línies dibuixades en groc representen la totalitat de passades de mecanitzat del conjunt d'operacions. Les línies en verd són exclusives per només aquella operació, finalment la diània de quatre quadrants blanca i negra representa on l'operari haurà de definir el zero de la peça, és a dir, la referència que tindrà el centre de mecanitzat per situar-la en tot moment.

El document complet de les dues estacades d'instruccions de fabricació es pot consultar a *ANNEX C: Instruccions de fabricació*

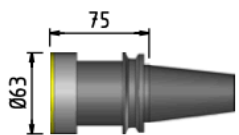

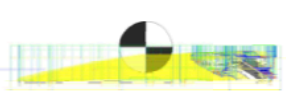
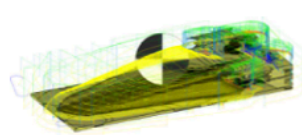
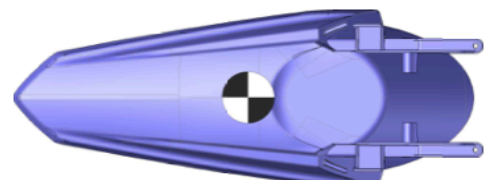
INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ	Data de creació: 26/02/2022	ESTACADA 1
Full de ruta 1 ; Operació nº6	Última actualització: 01/05/2023	Màquina: Rierge 5x
Nom: Parafangs posterior	Útil: SI	Temps total: 4h 20min 36s
Cient: Sherco Motorcycles	Número d'eines: 12	Número d'operacions: 26
<p>Eina: PLAT D63 90G T: T 1</p>  <p>Diam: 63,00mm Dist suport: 20,00mm</p>  <p>N: 8500rev/min Vf: 4000,000mm/min Vc: 1682,323m/min</p>		
	 <p>Descripció op: Desbast</p>	<p>Temps de mecanitzat: 23min 33s</p>

Figura 11 Instruccions de fabricació

8 Full de ruta

El document de full de ruta (*Figura 12*) és el que defineix totes les operacions per portar a terme el procés des de l'adquisició del material en brut fins a l'entrega de la peça ja acabada, és un document simple i precís. Estableix qui realitza cada operació, un breu resum d'aquesta, el temps que s'hi dedica i en quin centre o màquina es fa.

FULL DE RUTA					
Fabricació de peces i ensamblatge del conjunt					
Nom:	Parafangs Posterior	Nº Peces:	3	Data de creació:	01/05/2023
Cient:	Sherco Motorcycles	Nº Operacions:	11	Última revisió:	01/05/2023
Material:	Resina RakuTool	Nº Centres de treball:	3	Autor:	Marc Gordo Casanovas
Temps total:	8 hores 55 minuts				
Nº	Operació	Màquina o eina	Equip de medicació	Temps de operació	Operari
1	Tallar el material per a peça a 613 x 248 x 95 mm	Serra circular amb taula giratoria 90º (Máq. Nº41)	Peu de rei	7 min	Operari X
2	Tallar material per a útil de estacada 1 i 2 1 de 461 x 171 x 20 mm 4 de 35 x 50 x 20 mm 1 de 461 x 202 x 55 mm 1 de 622 x 282 x 160 mm	Serra circular amb taula giratoria 90º (Máq. Nº41)	Peu de rei	18 min	Operari X
4	Mecanitzat de l'útil de la primera estacada	Fresadora Vertical Okuma (Máq. Nº33)	Peu de rei	45 min	Operari Y
5	Ensamblatge de l'útil de l'estacada 1 amb bloc nº1	Taula de treball	No	15 min	Operari Z
6	Mecanitzat de la primera estacada	Rierge 5x (Máq. Nº21)	Peu de rei	4h 20min	Operari Z
7	Mecanitzat de l'útil de la segona estacada	Fresadora Vertical Okuma (Máq. Nº33)	Peu de rei	50 min	Operari Y
8	Pulit de l'útil de la segona estacada	Taula de treball	No	10 min	Operari K
9	Ensamblatge de l'útil de l'estacada 2 amb parafangs	Taula de treball	No	10 min	Operari Z
10	Mecanitzat de la segona estacada	Rierge 5x (Máq. Nº21)	Peu de rei	1h 30min	Operari Z
11	Pulit del parafangs	Taula de treball	No	30 min	Operari K

Figura 12 Full de ruta

9 Descripció de la solució de l'utilatge

En aquest projecte ha sigut necessari el disseny i la creació de dos utilatges, un per a cada estacada, per dur a terme el procés de mecanitzat.

Sense aquests útils era impossible trobar cap estratègia correcte per finalitzar la peça.

S'ha decidit que els útils estaran fets del mateixa material de la peça, el que ens permetrà ajustar-los amb treball manual per aconseguir un posicionat precís.

9.1 Solució de l'utilatge de l'estacada 1

Com s'ha explicat anteriorment en el document aquest utilatge (*Figura 13*) ens soluciona com a principal objectiu el problema de les alçades a l'hora de realitzar posicionaments del capçal amb estratègies de 3+2 eixos.

Està compost d'un pilar que eleva tot el conjunt 200 mm i de 4 postissos a la part superior que ens serviran per fixar la peça a l'útil mitjançant cargols. A la seva base disposa de 4 allotjaments per a cargols de cabota plana que ens permetran fixar tot el conjunt a la taula de treball

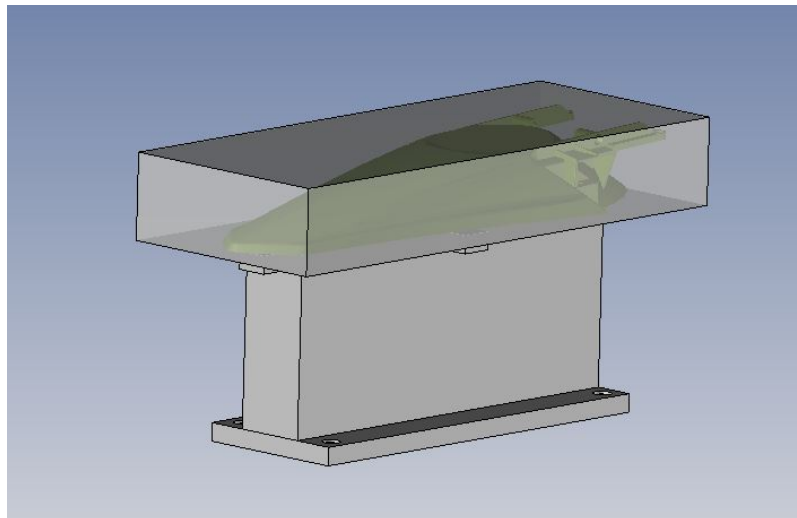


Figura 13 Útil i peça 1

S'afegeixen també dos pivots (*Figura 14*) per recolzar les dues ales de la peça, sense aquests seria impossible mecanitzar sense vibracions i provocaria acabats que no complirien els requeriments de qualitat que es demana en un prototip.

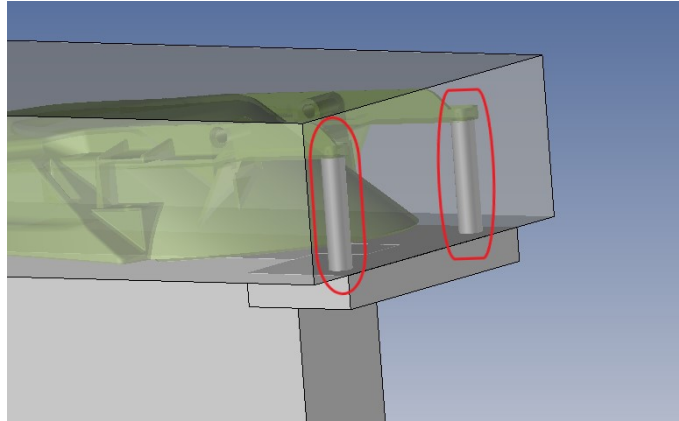


Figura 14 Pivots útil

9.2 Solució de l'utilatge de l'estacada 2

En aquesta estacada ja no partim d'un bloc amb cares planes sinó que ja tenim mitja cara de la peça feta i per tant es necessita un utilatge (*Figura 15*) que sigui capaç de recolzar el suficient nombre de superfícies de la peça per oferir la suficient rigidesa per a un correcte mecanitzat.

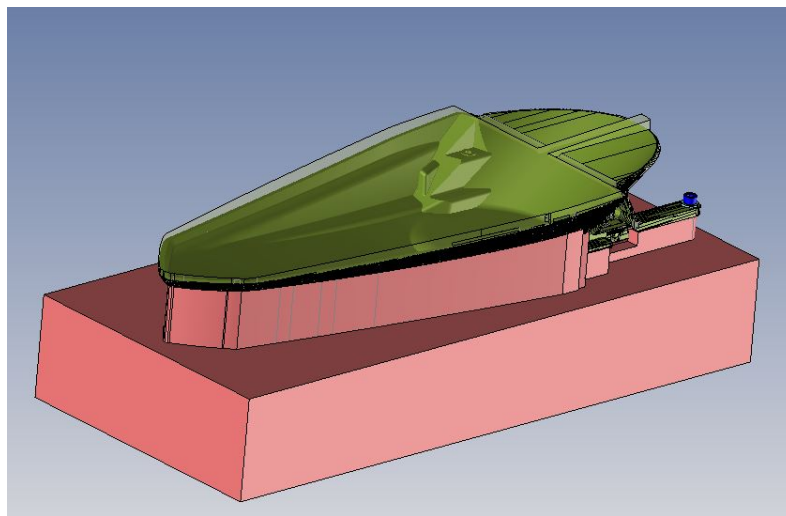


Figura 15 Útil i peça 2

Per això aquest utilatge està dissenyat a partir de negatius de la pròpia peça, d'aquesta manera assegurarem que encaixi a la perfecció.

Per fixar la peça (*Figura 16*) amb el conjunt es farà servir cinta adhesiva de doble cara per totes les zones de geometries més complexes i dos cargols amb volanderes per fixar les dues ales i evitar qualsevol marca a la peça.

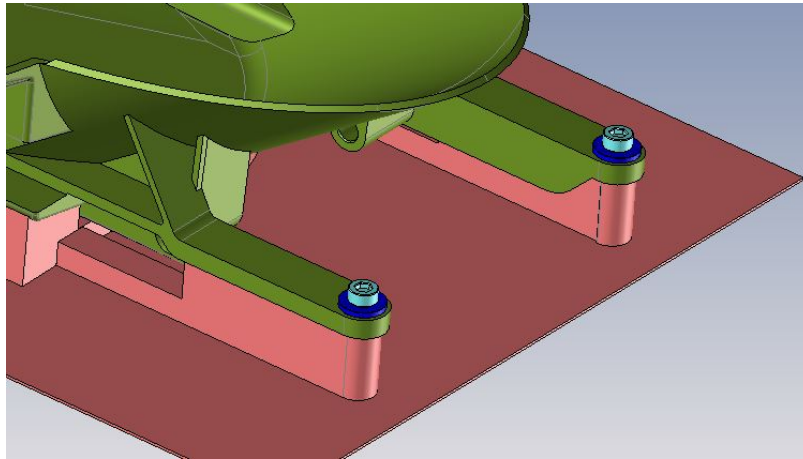


Figura 16 Peça fixada

10 Verificació de CAM

Finalment amb l'ajuda del *software* de CAM es realitzen les verificacions pertinents per comprovar que totes les operacions s'han fet correctament i que la peça està dins les toleràncies requerides.

Aquesta part del programari CAM simula la cinemàtica del centre de mecanitzat, el seu capçal i totes les passades de l'eina, d'aquesta manera podem tenir una representació fiable de que la peça s'ha mecanitzat de forma correcta com es pot veure a (*Figura 17*) i a (*Figura 18*).

La llegenda de la part inferior a la dreta està en mil·límetres.

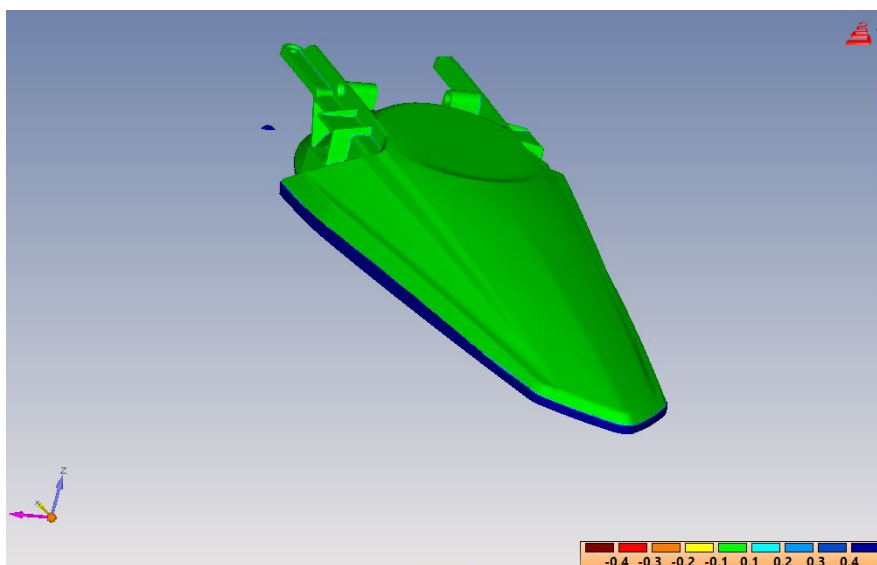


Figura 17 Verificació Estacada 1

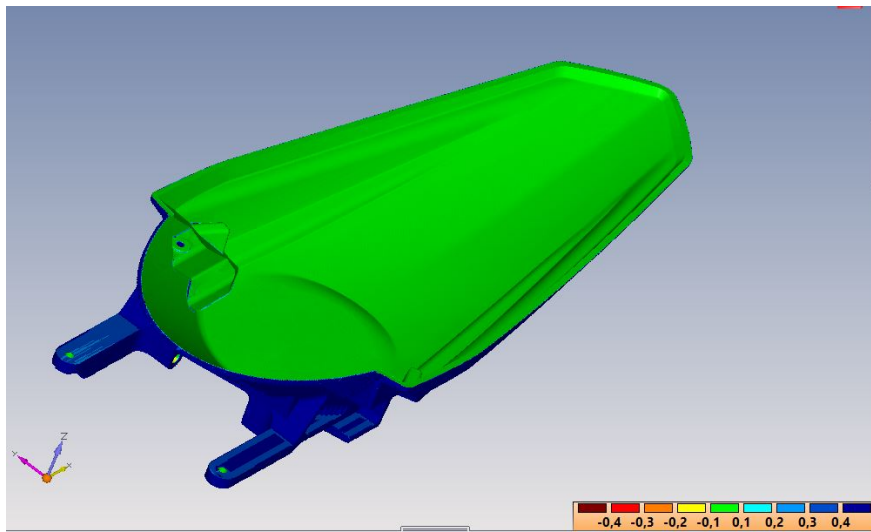


Figura 18 Verificació Estacada 2

11 Resum del pressupost

PRESSUPOST							
Empresa:		Telèfon:		Adreça:		Data: 01/05/2023	
Província: Girona		E-mail:		Població: Girona		CIF/NIF:	
Dades Client							
Empresa: Sherco Motorcycles		Telèfon:		Adreça:		CIF/NIF:	
Província: Gard		E-mail:		Població: Nimes			
	DESCRIPCIÓ	UNITATS	PREU/HORA	PREU	% DCTE	TOTAL DCTE	TOTAL
1	MATERIAL RESINA RAKUTOOL 0,08 g/cm ³	1	0	150	7	10,5	139,5
2	TALL DE BLOCS I ENSAMBLATGES	0,83	30	25	0	0	25
3	PROGRAMACIÓ MECANITZATS	6	100	600	10	60	541
4	MECANITZAT ÚTILS I PROTOTIP	7,41	150	1111,5	10	111,15	1001,25
5	PULIT ÚTILS I PROTOTIP	0,66	50	33,33	0	0	33,33
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
TOTAL BRUT (EUROS)							1740,08
IVA %						21	365,41
TOTAL PRESSUPOST							2105,49

VALIDESA: 14 DIES LABORABLES DES DE L'ENTREGA D'AQUEST DOCUMENT

Nom, cognoms i firma de la persona que confecciona el pressupost

Nom, cognoms i firma de la persona que accepta el pressupost

El preu final amb IVA inclòs del mecanitzat del prototip del parafangs posterior és de **2105,49 euros**.

(DOS-MIL CENT-CINC EUROS AMB QUARANTA NOU CÈNTIMS.)

12 Conclusions resultats i discussió

La peça final que arriba als mercats de venda pública es fabrica amb la tècnica d'emmotllament per injecció de plàstic. Aquest mètode suposa una inversió de vora els 40000 euros entre el disseny, la fabricació del motlle i la posada en marxa de la producció.

Al comparar el cost de l'estratègia escollida per nosaltres que ens ha suposat una inversió de 2105,49 euros amb el cost de la metodologia de fabricació que s'utilitza per fer la peça final podem afirmar que l'estalvi econòmic ha estat un èxit.

A més a més, després de la verificació amb l'ajuda del CAM es pot afirmar que s'han complert els objectius establerts de toleràncies globals ja que, en cap moment superem l'error de 0,1 mm. Tot i que aquesta verificació és virtual acostuma a ser molt fidel a la realitat, per tant, ho considerarem un resultat satisfactori i que compleix els requeriments del nostre client.

En aquesta memòria i resta dels documents s'ha descrit i portat a terme el plantejament, procés de mecanitzat i disseny d'útils necessaris per a un prototip d'un parafangs posterior d'una motocicleta mecanitzat amb un CNC de 5 eixos, a nivell personal ha estat un gran repte aprendre el funcionament de la programació en CAM i ampliar aquest coneixement al CAM amb 5 eixos ja que ambdues són matèries que no s'imparteixen en cap assignatura del Grau d'Enginyeria en Tecnologies Industrials.

Finalment amb el disseny dels utilitatges he aconseguit perfeccionar i millorar la meva tècnica amb disseny 3D, una eina imprescindible en el sector tecnològic d'avui en dia.

13 Relació de documents

- DOCUMENT 1: MEMÒRIA I ANNEXOS
 - ANNEX A: CÀLCUL DE CONDICIONS DE TALL
 - ANNEX B: FITXES TÈCNIQUES
- DOCUMENT 2: PLÀNOLS
- DOCUMENT 3: PRESSUPOST
- DOCUMENT 4: PLEC DE CONDICIONS

ANNEX A: Càlcul de condicions de tall

Càlcul dels valors de fresatge

- Velocitat de gir del capçal:

És la velocitat en revolucions per minut que gira l'eina sobre el seu propi eix. Com hem dit abans ha respectar la màxima del fabricant i la màxima del centre de mecanitzat. S'expressa en revolucions per minut (rpm).

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_c}$$

"Dc" és refereix al diàmetre de tall de l'eina a la profunditat en que es trobi treballant. Normalment acostuma a coincidir amb el diàmetre de l'eina, però en el cas d'eines còniques o de plaquetes s'haurà de corregir.

- Velocitat d'avanç:

Aquest valor especifica la longitud en mil·límetres recorreguda per l'eina per min. Unitats en mm/min.

$$V_f = N \times f$$

On f és l'avanç per revolució en mm/rev i N revolucions per minut en rpm.

- Avanç per revolució

$$f = Fz \times Zn$$

On f_z és l'avanç per dent i z_n el número de dents efectives, és a dir, aquelles que estan en contacte amb el material quan es treballa.

- Temps de mecanitzat:

$$T_C = \frac{l_m}{V_f}$$

Aquest serà l'únic valor que serà pràcticament impossible de calcular, en tot moment es parlaran d'aproximacions ja que, com bé la seva fórmula indica es necessitarien les longituds exactes de cada passada i en aquest cas tenim una peça massa complexa geomètricament parlant.

En el moment en que es fixa una velocitat d'avanç, no s'assoleix des del moment zero en que l'eina entra en contacte amb la peça, sinó que requereix d'una acceleració, que no és instantània. D'altre banda cada cop que l'eina s'eleva per anar a buscar un altre punt de mecanitzat es desplaçarà a velocitats més elevades que les de tall.

Per tant, sempre que parlem d'aquest valor serà el que ens proporcionarà el programa Top Solid, el qual ens calcula aproximadament els temps de tall i només haurem d'afegir el temps de canvi d'eina per completar-lo.

- Parell motor necessari:

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times N}$$

És el parell necessari per a mecanitzar un material a unes condicions determinades per les revolucions i per la potència.

Aquest valor mai podrà ser major que el parell limitat per el centre de mecanitzat.

En aquest cas en cap moment ens acostem a aquest valor límit per tant, serà un càlcul que no es tindrà en compte.

A la (*Taula 3 Càlcul dels valors de fresatge*) que hi ha a continuació es presenten els càlculs de fresatge que han sigut necessaris per portar a terme el procés de fabricació del parafangs posterior.

Càlcul dels valors de fresatge							
Eina	D (mm)	N (rpm)	Vf (mm/min)	Vc (m/min)	f (mm/rev)	Z (dents)	fz (mm/dent)
Plat D63 90G	63	8500	4000	1682,323	0,471	4	0,118
Fresa D20 Plana	20	8000	4500	502,655	0,563	3	0,188
Fresa D10 Plana	10	6000	3500	188,496	0,583	3	0,194
Fresa D4 Plana	4	6000	3000	75,398	0,5	3	0,167
Fresa esfèrica D16	16	16000	8500	894,248	0,531	2	0,266
Fresa esfèrica D10	10	14000	7500	439,823	0,536	2	0,268
Fresa esfèrica D6	6	14000	6500	263,894	0,464	2	0,232
Fresa esfèrica D4	4	12500	3500	157,09	0,28	2	0,14
Fresa esfèrica D2	2	12000	2500	75,398	0,208	2	0,104

Taula 3 Càlcul dels valors de fresatge

Càlcul dels valors de foradat

Els valors de foradat respecten les fórmules esmentades anteriorment a l'apartat de fresat.

S'afegeix el valor de règim d'extracció de ferritja expressat en cm^3/min

$$Q = \frac{V_c \times f \times D_c}{4}$$

A la (Taula 4 Càlcul dels valors de foradat) es presenten els càlculs necessaris per fer totes les operacions de foradat del parafangs posterior.

Càlcul dels valors de foradat								
Eina	D (mm)	N (rpm)	Vf (mm/min)	Vc (m/min)	f (mm/rev)	Z (dents)	fz (mm/dent)	Q (cm ³ /min)
Broca D6 HSS	6	3000	650	56,549	0,217	2	0,108	18,406
Broca D8 HSS	8	2800	650	70,372	0,232	2	0,116	32,652
Broca puntejar D12	12	3500	1500	131,947	0,429	2	0,214	169,816

Taula 4 Càlcul dels valors de foradat

ANNEX B: Fitxes Tècniques

Serie MMP



Esta serie incorpora el sistema de mesa móvil y puente fijo, adaptando el formato de anillo fijo.

El sistema constructivo utilizado en este modelo, hace que sea una máquina especialmente diseñada para el trabajo en aluminio y materiales resistentes no férricos donde es necesario utilizar herramientas de grandes dimensiones y peso considerable.

El sistema de puente fijo nos permite poder configurar un cabezal de múltiples agregados y elevado peso, sin que la velocidad de desplazamiento se vea mermada.

El disponer de un gran recorrido en el eje "Z" nos permite mecanizar piezas curvas, pudiendo instalar cabezales con 4 o 5 ejes. La adaptación de diferentes configuraciones de CNC nos permite poder gestionar desde 3 hasta 12 ejes.



Máquina de gran robustez que nos permite el mecanizado de todo tipo de materiales. Tal robustez nos ofrece una alta precisión y gran calidad de acabados.

	3015	3020
X	3000	3000
Y	1500	2000
Z	500/800	500/800

Otras medidas disponibles bajo demanda

Pol. Martorelles C/ Sant Martí, s/nº Recinto ind. Sant Martí Nave 14 E08107 Martorelles (Barcelona) Tel + 34 93 5930816 email: comercial@rierge.com

Serie MMP



Composición del cabezal.

- Varias opciones de cabezal fresador vertical.
 - ⇒ Tipo 919, 9kw HSK/63 (3 ejes)
 - ⇒ Tipo ES 779, 18kw HSK/63 (5 ejes)
 - ⇒ Tipo ES 369, 13kw HSK/63 (5 ejes)
- Almacén de cambio de herramientas rotatorio de 10/12/16 Pos.
- Bombas de vacío de 250m³
- Mesa electrosoldada en ranuras en forma de "T"
- TopSolid
- CNC Siemens 840 DSL

Otras configuraciones son posibles bajo demanda



Pol. Martorelles C/ Sant Martí, s/nº Recinto ind. Sant Martí Nave 14 E08107 Martorelles (Barcelona) Tel + 34 93 5930816 email: comercial@rierge.com

Figura 19 Rierge MM/P 3000 2

Key Properties

- Stable during milling
- Temperature resistant up to 100°C
- Solvent resistant
- Homogeneous foam structure

Applications

- Design studies
- CAM program proving models
- Substructures for Close Contour pastes
- Substructures for clay

Mechanical Properties

		Unit	SB-0080
Color		visual	off-white
Density	ISO 1183	g/cm ³	ca. 0.080
Compressive strength	ISO 604	MPa	0.5 - 1.0

Processing

The material should be processed at a temperature of 20°C – 25°C.

Dimensions

RAKU [®] TOOL SB-0080	2500 x 1000 x 100 mm 2500 x 1000 x 200 mm 2500 x 1000 x 300 mm 2500 x 1000 x 400 mm 2500 x 1000 x 600 mm *
--------------------------------	--

* on request

Storage

The material should be stored flat and in a dry place. Temperature variations should be avoided during storage and transportation.

Handling precautions

Good workplace ventilation is to be ensured during processing. At the same time, the employer's liability insurance association's industrial hygiene safety regulations regarding the handling of reaction resins and their hardeners are to be observed. Please take heed of the appropriate safety data sheets.

For information on adhesives and repair pastes see corresponding individual technical data sheets.

formula for calculating speed (spindle)

$$n = \frac{V_c \times 1000}{D_c \times \pi}$$

14968 [rpm] = $\frac{940 \text{ [m/min]} \times 1000}{20,0 \text{ [mm]} \times 3,14}$

formula for calculating axis feed rate

$$V_f = n \times f_z \times z_n$$

45000 [mm/min] = 15000 [rpm] x 1,500 [mm] x 2 [number]

recommended cutting data for roughing

parameter	symbol	unit
radial infeed:	a_r	[mm]
axial infeed:	a_p	[mm]
number of teeth:	z_n	[number]

roughing recommendation			
min.	ideal	max.	
- x D_c	0,50 x D_c	0,80 x D_c	
0,10 x D_c	1,00 x D_c	5,00 x D_c	
1	1	2	

validated cutting data for roughing

Type	D_c [mm]	z_n [number]	V_c [m/min]	f_z [mm]	n [rpm]	V_f [mm/min]	a_r [mm]	a_p [mm]	L_1 [mm]	L_2 [mm]
torus	20,0	2	435	1,500	6.927	20.780	10,00	20,00	86,0	20,0
torus	12,0	2	260	1,500	6.900	20.701	6,00	12,00	55,0	16,0
torus	6,0	2	130	1,500	6.900	20.701	3,00	6,00	23,0	8,0

validated cutting data for finishing

Type	D_c [mm]	z_n [number]	V_c [m/min]	f_z [mm]	n [rpm]	V_f [mm/min]	a_r [mm]	a_p [mm]	L_1 [mm]	L_2 [mm]
ball	20,0	2	400	1,600	6.369	20.382	2,00	10,00	68,0	17,0
ball	12,0	2	240	1,600	6.369	20.382	1,20	6,00	52,0	10,5
ball	6,0	2	120	1,600	6.369	20.382	0,60	3,00	23,0	10,0

recommended cutting data for finishing

parameter	symbol	unit
radial infeed:	a_r	[mm]
axial infeed:	a_p	[mm]
number of teeth:	z_n	[number]

finishing recommendation			
min.	ideal	max.	
- x D_c	0,10 x D_c	0,80 x D_c	
- x D_c	0,50 x D_c	1,00 x D_c	
1	1	2	

parameter	symbol	unit
cutting speed:	V_c	[m/min]
feed/tooth:	f_z	[mm]

speed (spindle):	n	[rpm]
axis feed rate:	V_f	[mm/min]

cutting diameter:	D_c	[mm]
tool total length:	L_0	[mm]
tool unclamping length:	L_1	[mm]
tool cutting length:	L_2	[mm]

user specifications	
selection in the diagram	
selection in the diagram	

calculation by user	
calculation by user	

processing specific	
processing specific	
processing specific	
processing specific	

RAMPF Tooling Solutions GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 8-10 | D-72661 Grafenberg
T +49.71 23.93 42-1600 | F +49.71 23.93 42-1666
E tooling.solutions@rampf-group.com

Our recommendations on the use of the material are based on many years of experience and current scientific and practical knowledge. They are, however, provided without any obligation on our part and do not relieve the buyer of the need for suitability tests. They do not constitute a legal relationship, nor are any protected third party rights what's ever affected thereby.

www.rampf-group.com

cutting data used on the demonstrator

sequence of processing	processing strategy	a_r	a_p	offset	f_z	V_c
roughing torus D6	vol. roughing following contour	3,00	6,00	0,60	1,50	130
roughing torus D12	vol. roughing following contour	6,00	12,00	0,12	1,50	260
roughing torus D20	vol. roughing following contour	10,00	20,00	2,00	1,50	435
finishing ball D6	zigzag stroke milling	0,60	3,00	0,00	1,60	120
finishing ball D12	zigzag stroke milling	1,20	6,00	0,00	1,60	240
finishing ball D20	zigzag stroke milling	2,00	10,00	0,00	1,60	400

tools used on the demonstrator

tool manufacturer	tool type	D_c	L_0	L_1	L_2	z_n
hufschmied-tools.com/de/	PROTO-LINE / Torus	6,0	60,0	23,0	8,0	2
hufschmied-tools.com/de/	PROTO-LINE / Torus	12,0	100,0	55,0	16,0	2
hufschmied-tools.com/de/	PROTO-LINE / Torus	20,0	104,0	86,0	20,0	2
hufschmied-tools.com/de/	PROTO-LINE / Kugel	6,0	60,0	23,0	10,0	2
hufschmied-tools.com/de/	PROTO-LINE / Kugel	12,0	83,0	52,0	10,5	2
hufschmied-tools.com/de/	PROTO-LINE / Kugel	20,0	104,0	68,0	17,0	2



RAMPF Tooling Solutions GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 8-10 | D-72661 Grafenberg
T +49.71 23.93 42-1600 | F +49.71 23.93 42-1666
E tooling.solutions@rampf-group.com

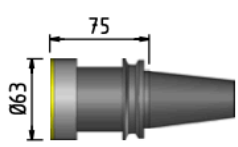

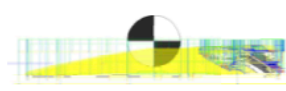
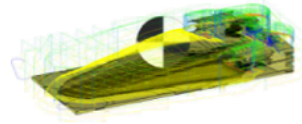
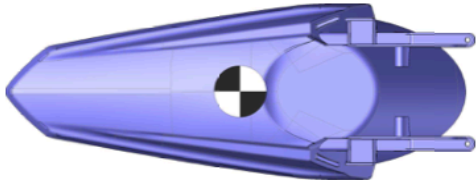
Our recommendations on the use of the material are based on many years of experience and current scientific and practical knowledge. They are, however, provided without any obligation on our part and do not relieve the buyer of the need for suitability tests. They do not constitute a legal relationship, nor are any protected third party rights what's ever affected thereby.

www.rampf-group.com

Figura 21 RakuTool Condicions de tall

ANNEX C: Instruccions de fabricació

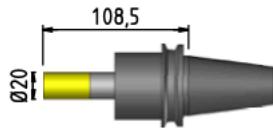
Instruccions de fabricació: estacada 1

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ		Data de creació: 26/02/2022	<u>ESTACADA 1</u>	
Full de ruta 1 ; Operació nº6		Última actualització: 01/05/2023	Màquina: Rierge 5x	
Nom: Parafangs posterior	Útil: SI	Temps total: 4h 20min 36s		
Client: Sherco Motorcycles	Número d'eines: 12	Número d'operacions: 26		
<p>Eina: PLAT D63 90G T: T1</p>  <p>Diam: 63,00mm Dist suport: 20,00mm</p>  <p>N: 8500rev/min Vf: 4000,000mm/min Vc: 1682,323m/min</p>		 		
				
		Descripció op: Desbast	Temps de mecanitzat: 23min 33s	

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

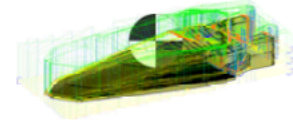
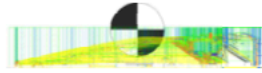
Eina: FRESA D20 PLANA
 T: T 12 Parafangs posterior



Diam: 20,00mm
 Dist suport: 53,50mm

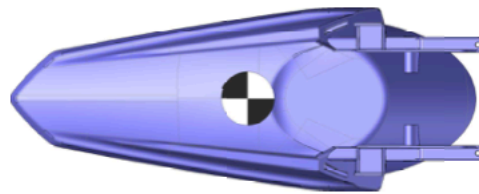


N: 8000 rev/min
 Vf: 4500,000mm/min
 Vc: 502,655m/min

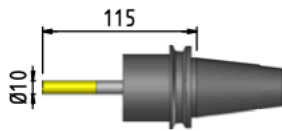


Descripció operació: Desbast

Temps de mecanitzat: 17min 9s



Eina: FRESA 10 PLANA
 T: T 3



Diam: 10,00mm
 Dist suport: 60,00mm

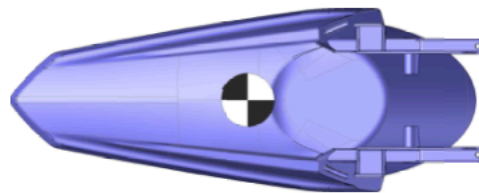


N: 6000rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 188,496m/min



Descripció operació: Desbast

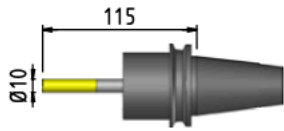
Temps de mecanitzat: 3min 59s



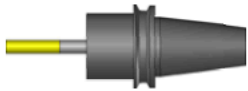
INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

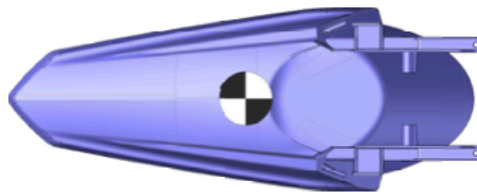
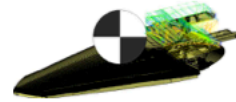
Eina: FRESA 10 PLANA
 T: T3 Parafangs posterior



Diam: 10,00mm
 Dist suport: 60,00mm



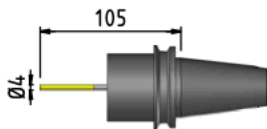
N: 6000rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 188,496m/min



Descripció operació: Desbast

Temps de mecanitzat: 8min 9s

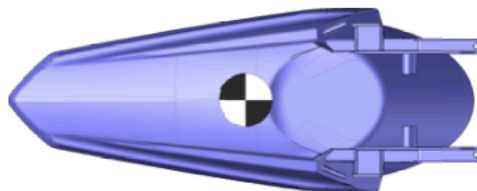
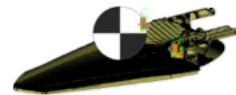
Eina: FRESA 4 PLANA
 T: T5



Diam: 4,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 6000rev/min
 Vf: 3000,000mm/min
 Vc: 75,398m/min



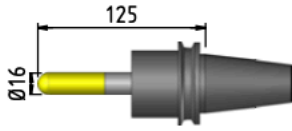
Descripció operació: Desbast

Temps de mecanitzat: 3min 57s

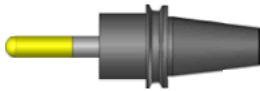
INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

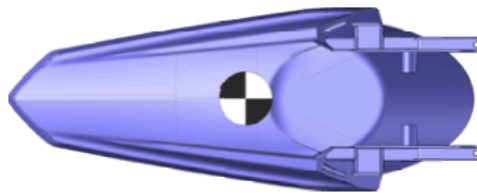
Eina: FRESA ESFÈRICA D16
 T: T2 Parafangs posterior



Diam: 16,00mm
 Dist suport: 70,00mm

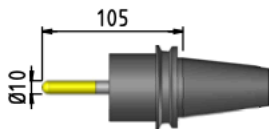


N: 16000rev/min
 Vf: 8500,000mm/min
 Vc: 804,248m/min



Descripció operació: Entre passades constants Temps de mecanitzat: 37min 19s

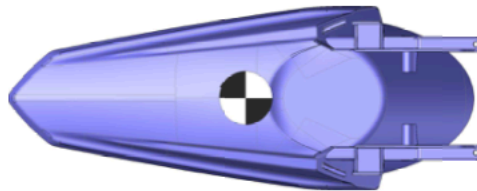
Eina: FRESA ESFÈRICA D10
 T: T4



Diam: 10,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 14000rev/min
 Vf: 7500,000mm/min
 Vc: 439,823m/min

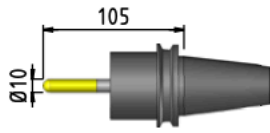


Descripció operació: Entre passades constants Temps de mecanitzat: 5min 5s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

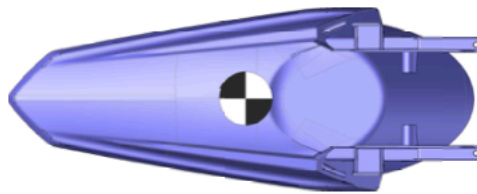
Eina: FRESA ESFÈRICA D10
 T: T4 Parafangs posterior



Diam: 10,00mm
 Dist suport: 50,00mm

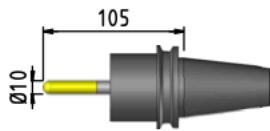


N: 14000rev/min
 Vf: 7500,000mm/min
 Vc: 439,823m/min



Descripció operació: Entre passades constants Temps de mecanitzat: 10min 8s

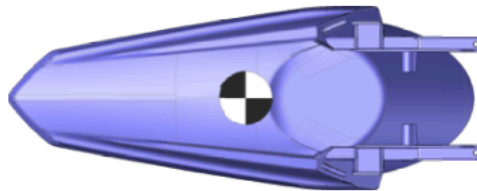
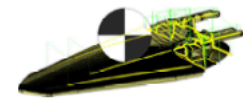
Eina: FRESA ESFÈRICA D10
 T: T4



Diam: 10,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 14000rev/min
 Vf: 7500,000mm/min
 Vc: 439,823m/min

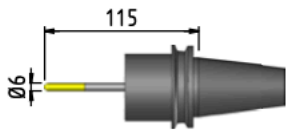


Descripció operació: Mecanitzat de radis Temps de mecanitzat: 18min 27s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

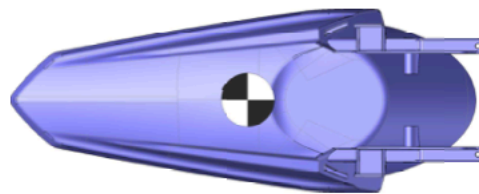
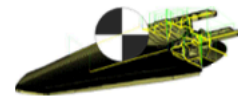
Eina: FRESA ESFÈRICA D6
 T: T 6 Parafangs posterior



Diam: 6,00mm
 Dist suport: 60,00mm



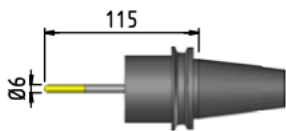
N: 14000rev/min
 Vf: 6500,000mm/min
 Vc: 263,894m/min



Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 6min 41s

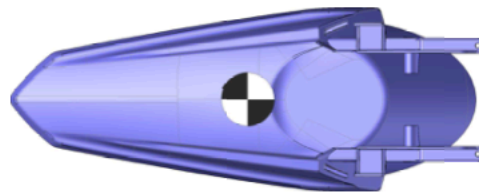
Eina: FRESA ESFÈRICA D6
 T: T 6



Diam: 6,00mm
 Dist suport: 60,00mm



N: 14000rev/min
 Vf: 6500,000mm/min
 Vc: 263,894m/min



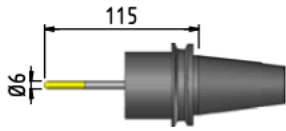
Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 8min 42s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

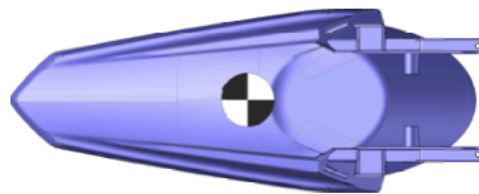
Eina: FRESA ESFÈRICA D6
 T: T 6 Parafangs posterior



Diam: 6,00mm
 Dist suport: 60,00mm



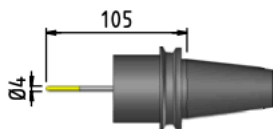
N: 14000rev/min
 Vf: 6500,000mm/min
 Vc: 263,894m/min



Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 10min 43s

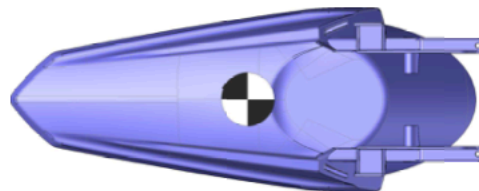
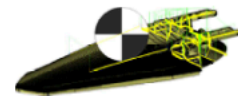
Eina: FRESA ESFÈRICA D4
 T: T 10



Diam: 4,00mm
 Shank Dist.: 50,00mm



N: 12500rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 157,080m/min



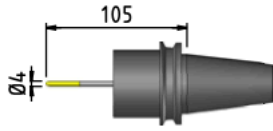
Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 24min 51s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

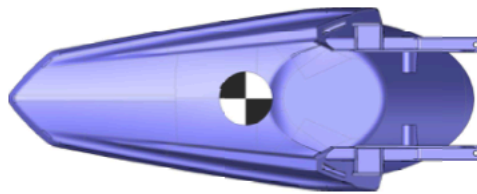
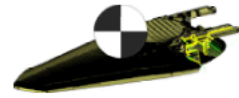
Eina: FRESA ESFÈRICA D4
 T: T 10 Parafangs posterior



Diam: 4,00mm
 Dist suport: 50,00mm



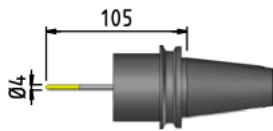
N: 12500rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 157,080m/min



Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 32min 12s

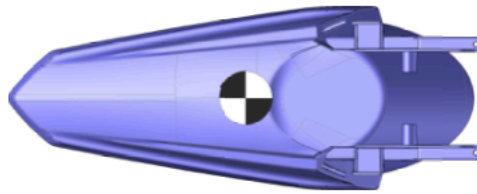
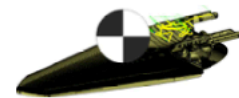
Eina: FRESA ESFÈRICA D4
 T: T 10



Diam: 4,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 12500rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 157,080m/min



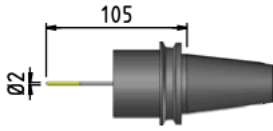
Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 39min 35s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

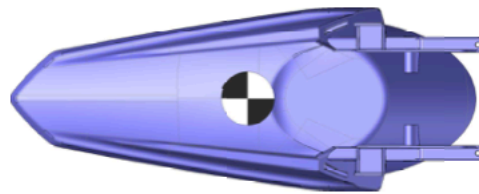
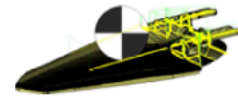
Eina: FRESA ESFÈRICA D2
 T: T 11 Parafangs posterior



Diam: 2,00mm
 Dist suport: 50,00mm

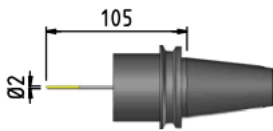


N: 12000rev/min
 Vf: 2500,000mm/min
 Vc: 75,398m/min



Descripció operació: Mecanitzat de radis Temps de mecanitzat: 62min 26s

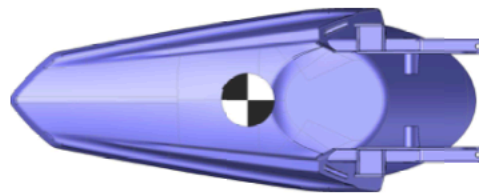
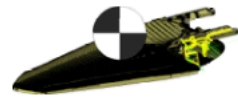
Eina: FRESA ESFÈRICA D2
 T: T 11



Diam: 2,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 12000rev/min
 Vf: 2500,000mm/min
 Vc: 75,398m/min

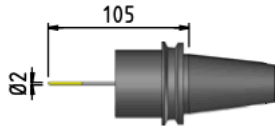


Descripció operació: Mecanitzat de radis Temps de mecanitzat: 81min 22s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

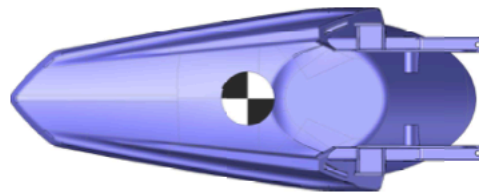
Eina: FRESA ESFÈRICA D2
 T: T11 Parafangs posterior



Diam: 2,00mm
 Dist suport: 50,00mm



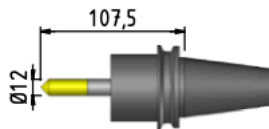
N: 12000rev/min
 Vf: 2500,000mm/min
 Vc: 75,398m/min



Descripció operació: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 100min 36s

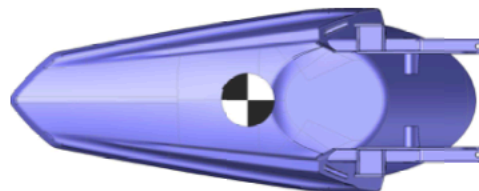
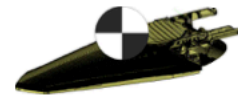
Eina: BROCA PUNTEJAR D12
 T: T9



Diam: 0,00mm
 Dist suport: 52,50mm



N: 3500rev/min
 Vf: 1500,000mm/min
 Vc: 131,947m/min



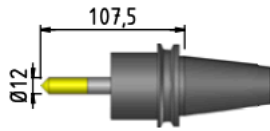
Descripció operació: Puntejat

Temps de mecanitzat: 22 seg

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

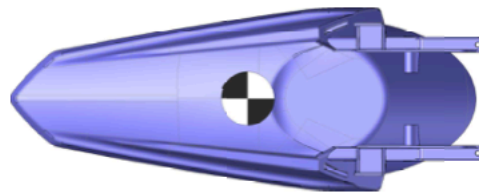
Eina: BROCA PUNTEJAR D12
 T: T9 Parafangs posterior



Diam: 0,00mm
 Dist suport: 52,50mm



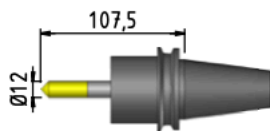
N: 3500rev/min
 Vf: 1500,000mm/min
 Vc: 131,947m/min



Descripció operació: Puntejar

Temps de mecanitzat: 22 seg

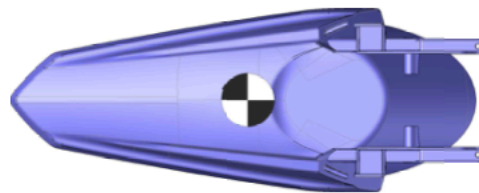
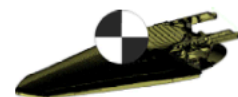
Eina: BROCA PUNTEJAR D12
 T: T9



Diam: 0,00mm
 Dist suport: 52,50mm



N: 3500rev/min
 Vf: 1500,000mm/min
 Vc: 131,947m/min



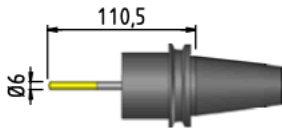
Descripció operació: Puntejar

Temps de mecanitzat: 1 min

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

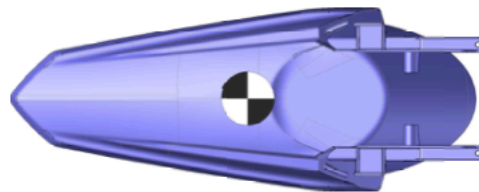
Eina: BROCA D6 HSS
 T: T 7 Parafangs posterior



Diam: 0,00mm
 Dist suport: 55,50mm



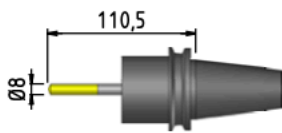
N: 3000rev/min
 Vf: 650,000mm/min
 Vc: 56,549m/min



Descripció operació: Foradat

Temps de mecanitzat: 1 min 12 seg

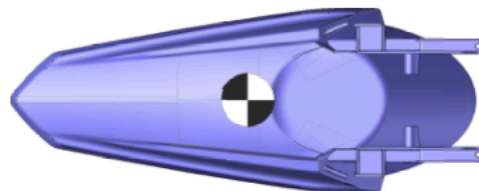
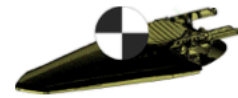
Eina: BROCA D8 HSS
 T: T 8



Diam: 0,00mm
 Dist suport: 55,50mm



N: 2800rev/min
 Vf: 650,000mm/min
 Vc: 70,372m/min



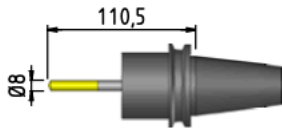
Descripció operació: Foradat

Temps de mecanitzat: 34 seg

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

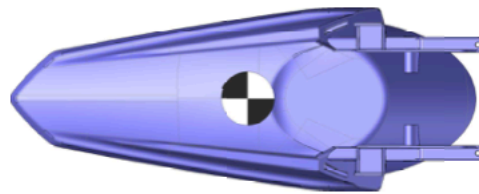
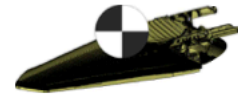
Eina: BROCA D8 HSS
 T: T 8 Parafangs posterior



Diam: 0,00mm
 Dist suport: 55,50mm



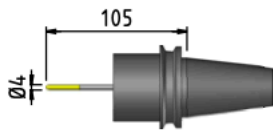
N: 2800rev/min
 Vf: 650,000mm/min
 Vc: 70,372m/min



Descripció operació: foradat

Temps de mecanitzat: 34 seg

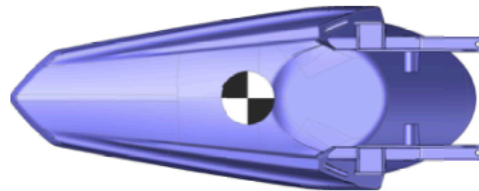
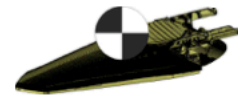
Eina: FRESA ESFÈRICA D4
 T: T 10



Diam: 4,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 12500rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 157,080m/min



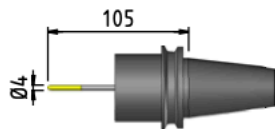
Descripció operació: Copiat de forats

Machining time : 4 min 02 seg

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 1

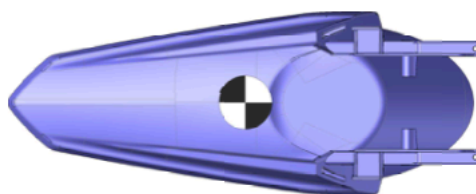
Eina: FRESA ESFÈRICA D4
T: T 10 Parafangs posterior



Diam: 4,00mm
Dist suport: 50,00mm



N: 12500rev/min
Vf: 3500,000mm/min
Vc: 157,080m/min



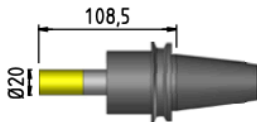
Descripció operació: Copiat de forats

Temps de mecanitzat: 4 min 02 seg

Instruccions de fabricació: Estacada 2

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ	Data de creació: 26/02/2022	ESTACADA 2	
Full de ruta 1 ; Operació nº 11	Última actualització: 01/05/2023	Màquina: Rierge 5x	
Nom: Parafangs posterior	Útil: SI	Temps total: 1h 29min 36s	
Client: Sherco Motorcycles	Número d'eines: 7	Número d'operacions: 9	

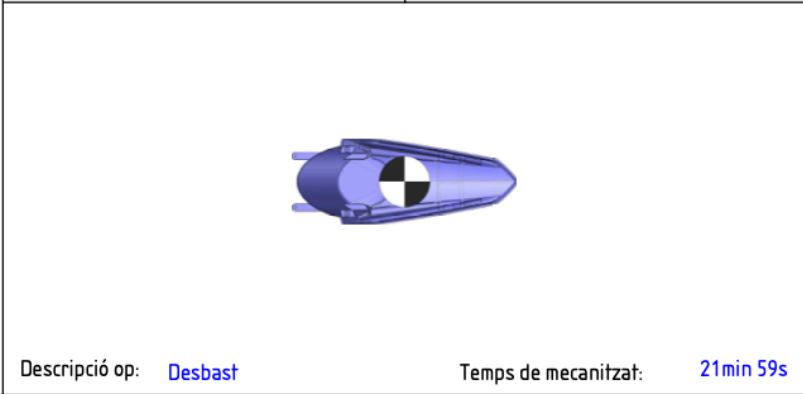
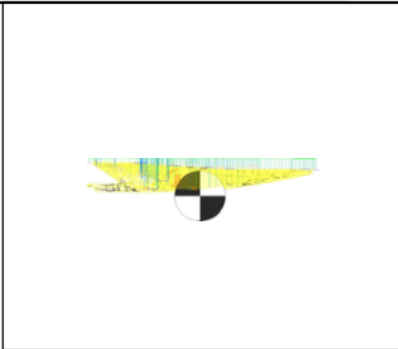
Eina: FRESA D20 PLANA
T: T 1



Diam: 20,00mm
Dist suport: 53,50mm



N: 8000rev/min
Vf: 4500,002mm/min
Vc: 502,655m/min



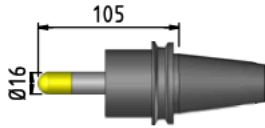
Descripció op: Desbast

Temps de mecanitzat: 21min 59s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 2

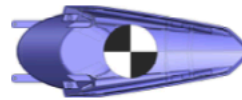
Eina: FRESA ESFÈRICA D16
 T: T 2 Parafangs posterior



Diam: 16,00mm
 Dist suport: 50,00mm



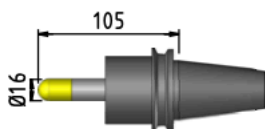
N: 16000rev/min
 Vf: 8500,000mm/min
 Vc: 804,248m/min



Descripció op: Entre pasades constants

Temps de mecanitzat: 14min 49s

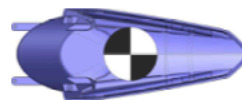
Eina: FRESA ESFÈRICA D16
 T: T 2



Diam: 16,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 1989rev/min
 Vf: 1989,437mm/min
 Vc: 100,000m/min



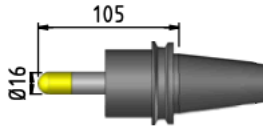
Descripció op: Barrido

Temps de mecanitzat: 36min 44s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 2

Eina: FRESA ESFÈRICA D16
T: T2 Parafangs posterior



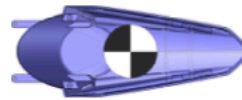
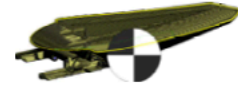
Diam: 16,00mm
Dist suport: 50,00mm



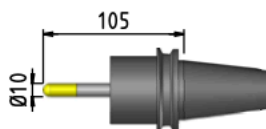
N: 16000rev/min
Vf: 8500,000mm/min
Vc: 804,248m/min

Descripció op: Entre passades constants

Temps de mecanitzat: 37min 34s



Eina: FRESA ESFÈRICA D10
T: T3



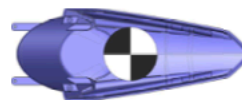
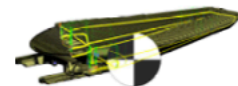
Diam: 10,00mm
Dist suport: 50,00mm



N: 14000rev/min
Vf: 7500,000mm/min
Vc: 439,823m/min

Descripció op: Mecanitzat de radis

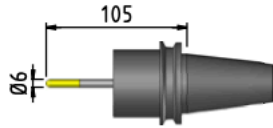
Temps de mecanitzat: 7min 35s



INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 2

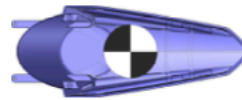
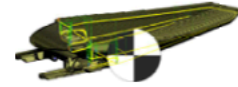
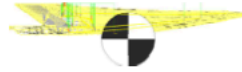
Eina: FRESA ESFÈRICA D6
 T: T 4 Parafangs posterior



Diam: 6,00mm
 Dist suport: 50,00mm



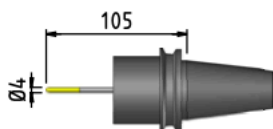
N: 14000rev/min
 Vf: 6500,000mm/min
 Vc: 263,894m/min



Descripció op: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 6min 52s

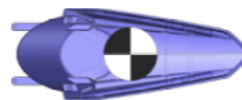
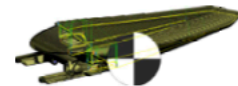
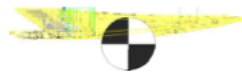
Eina: FRESA ESFÈRICA D4
 T: T 5



Diam: 4,00mm
 Dist suport: 50,00mm



N: 12500rev/min
 Vf: 3500,000mm/min
 Vc: 157,080m/min



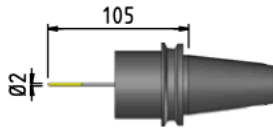
Descripció op: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 10min 45s

INSTRUCCIONS DE FABRICACIÓ

ESTACADA 2

Eina: FRESA ESFÈRICA D2
T: T6 Parafangs posterior



Diam: 2,00mm
Dist suport: 50,00mm

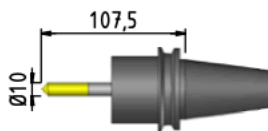


N: 12500rev/min
Vf: 3500,000mm/min
Vc: 78,540m/min

Descripció op: Mecanitzat de radis

Temps de mecanitzat: 4min 36s

Eina: BROCA PUNTEJAR D10
T: T7



Diam: 10,00mm
Dist suport: 52,50mm



N: 3500rev/min
Vf: 1500,000mm/min
Vc: 109,956m/min

Descripció op: Puntejat

Temps de mecanitzat: 32s