

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Millora de les propietats mecàniques d'un material compost d'impressió 3D

Document: ANNEXOS

Alumne: David Puig Hombrados

Tutor: Norbert Blanco i Inés Ferrer

Departament: Enginyeria Mecànica i Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria Mecànica

Convocatòria (mes/any): Setembre 2018

Índex:

ANNEX A: INTRODUCCIÓ A LA FABRICACIÓ ADDITIVA.....	1
A.1 Fabricació additiva	2
A.1.1 Aplicacions de la fabricació additiva	4
A.2 <i>Ràpid Prototyping</i> (RP)	5
A.3 Tecnologies de fabricació additiva	6
A.4 Tipologia d'impressores 3D	10
ANNEX B: DOCUMENTACIÓ TÈCNICA.....	11
B.1 Fitxa tècnica dels materials	12
B.1.1 ABS.....	12
B.1.2 CFRP.....	13
B.2 Fitxa tècnica del forn	14
B.3 Fitxa tècnica de la màquina d'assaig a tracció	15
B.4 Fitxa tècnica de la lupa binocular	16
ANNEX C: PARÀMETRES D'IMPRESSIÓ	17
C.1 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus I-ABS.....	18
C.2 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus II-ABS.....	19
C.3 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus III-ABS.....	20
C.4 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus I-CFRP	21
C.5 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus II-CFRP	22
C.6 Imatges dels errors d'impressió	23
ANNEX D: DIMENSIONS I PES DE LES PROVETES.....	24
D.1 Variació física de les provetes d'ABS.....	25
D.2 Variació física de les provetes de CFRP.....	28
ANNEX E: RESULTATS DE L'ASSAIG	30
E.1 Resultats de les provetes d'ABS	31
E.1.1 Provetes del tipus I (sense tractament).....	31
E.1.2 Provetes del tipus I (TT1)	36
E.1.3 Provetes del tipus I (TT2)	41

E.1.4 Provetes del tipus II (sense tractament).....	46
E.1.5 Provetes del tipus II (TT1)	51
E.1.6 Provetes del tipus II (TT2)	56
E.1.7 Provetes del tipus III (sense tractament).....	61
E.1.8 Provetes del tipus III (TT1)	64
E.1.9 Provetes del tipus III (TT2)	67
E.2 Resultats de les provetes de CFRP.....	71
E.2.1 Provetes del tipus I (sense tractament).....	71
E.2.2 Provetes del tipus I (TT3)	76
E.2.3 Provetes del tipus I (TT4)	81
E.2.4 Provetes del tipus II (sense tractament).....	86
E.2.5 Provetes del tipus II (TT3)	91
E.2.6 Provetes del tipus II (TT4)	96
BIBLIOGRAFIA	101

ANNEX A: INTRODUCCIÓ A LA FABRICACIÓ ADDITIVA

A.1 Fabricació additiva

La fabricació additiva, en anglès *Additive Manufacturing* (AM), engloba un conjunt de tecnologies amb diferents mètodes de fabricació i una gran varietat de materials diferents.

Totes aquestes tecnologies tenen en comú que parteixen d'un model creat per disseny assistit per ordinador (CAD) i el procés de fabricació es base en l'aportació de material en una successiva superposició de capes. La tecnologia additiva utilitzada en les impressores 3D, elimina les restriccions de la fabricació dels processos tradicionals basats en la subtracció de material i, per les seves característiques, és una alternativa molt interessant per aplicar en molts sectors de la indústria. Tot seguit es mostren alguns dels principals avantatges d'aquesta tecnologia:

- **Creació d'objectes de geometria complexa:** La tecnologia additiva permet fabricar, d'una forma senzilla, objectes amb geometries complexes que fins ara no s'havien pogut fabricar amb els processos tradicionals.
- **Supressió de les cadenes de muntatge:** Es poden construir, en un sol procés, objectes o peces amb parts mòbils sense requerir la confecció individual de cada una de les peces i el seu posterior assemblatge.
- **Alt nivell de personalització:** La tecnologia additiva permet fabricar objectes de diferents mides i canviar-ne alguna de les seves característiques físiques o estètiques només modificant l'arxiu del model.
- **Baixa generació de residus:** El fet de dipositar el material només allà on es necessita, contribueix a una disminució en la generació de residus i en els costos de reciclatge.

A la *Figura 1* es mostra com es diposita el material en forma de filament fos en una impressora 3D convencional.

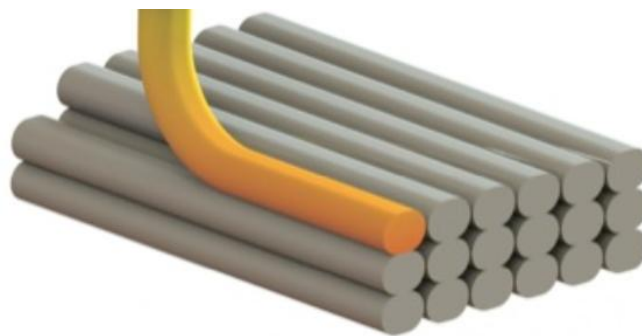


Figura 1: Deposició del filament sobre capes [1]

La fabricació additiva també presenta un seguit d'inconvenients i restriccions que es presenten a continuació:

- **Baixes propietats mecàniques:** La resistència i les propietats elàstiques del material imprès en 3D són en general baixes i depenen de l'orientació del filament.
- **Difícil caracterització de les propietats del material:** Al ser un procés discontinu, les propietats del material són molt difícil de predir, ja que dependran de molt factors com el gruix de capa, direcció de fabricació i altres paràmetres de procés.
- **Presenten tensions internes:** La diferència de temperatures entre el material fos i el filament de la capa anterior ocasiona tensions internes que poden deformar el material i debilitar-lo.
- **Poca precisió dimensional i baixa repetibilitat:** Actualment encara és difícil aconseguir toleràncies molt ajustades amb les tecnologies additives i la repetibilitat entre diferents mostres és baixa.
- **Mal acabat superficial:** La fabricació a partir de capes sobreposades comporta que l'acabat final de la peça impresa sigui dolent i tingui una rugositat elevada. En moltes ocasions es requereix un procés posterior de polit.

A.1.1 Aplicacions de la fabricació additiva

Les tecnologies additives i en especial la impressió 3D han evolucionat molt en els darrers anys. Molts sectors estan interessants en el desenvolupament d'aquesta tecnologia de fabricació que aporta un seguit d'avantatges respecte dels processos tradicionals. Els sectors més importants on s'aplica aquesta tecnologia són:

Medicina. En el sector de la medicina s'han realitzat moltes millores en els últims temps. La creació de models personalitzats per cada pacient i la possibilitat d'imprimir amb teixit orgànic per fabricar implants o pròtesis, fan que aquesta tecnologia tingui una gran projecció en aquest sector.



Alimentació. Aquesta tecnologia ofereix la possibilitat d'imprimir amb qualsevol tipus d'aliment fresc en estat líquid.

Figura 2: Aplicació mèdica [2]



Figura 3: Aplicació mecànica [3]

Aeroespacial. La possibilitat d'imprimir components d'aeronaus d'una forma ràpida i precisa.

Automoció. La impressió 3D permet fabricar peces i components de geometries complexes presents en vehicles. Fins i tot es poden imprimir peces funcionals amb una gran lleugeresa.

Arquitectura. Pels arquitectes la tecnologia d'impressió 3D ha facilitat el desenvolupament de les maquetes dels seus dissenys i també prototips de cases i edificis d'escala real.

Altres sectors. Indústria tèxtil, joieria, electrònica, robòtica, defensa, decoració, art, etc.



Figura 4: Exemples d'aplicacions de la tecnologia 3D [4]

A.2 Ràpid Prototyping (RP)

Un dels principals avantatges de les tecnologies additives és que permeten la creació ràpida de dissenys i geometries moderadament complexes.

Això fa que aquestes tecnologies siguin una bona opció alhora de construir models per posteriorment fabricar una major quantitat de peces en sèrie. Normalment es comença creant una geometria bàsica, a la qual es van fent proves i assajos per tal de millorar-la i obtenir el resultat final desitjat. D'aquesta manera, s'aconsegueix un procés iteratiu d'obtenció de la qualitat òptima, amb un estalvi considerable de temps, material i diners. Tal i com es veu en la peça d'exemple de la *Figura 5* es pot aplicar el prototipatge ràpid en la indústria de l'automoció, aeroespacial, mecànica, entre d'altres.

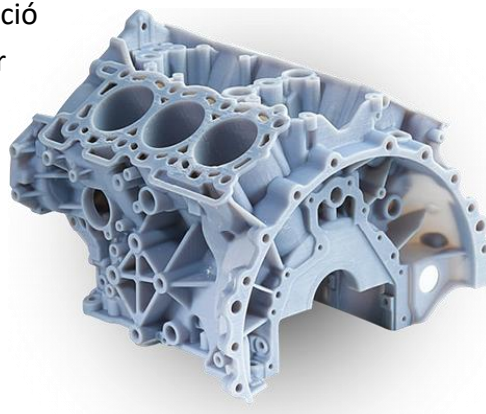


Figura 5: Exemple de prototipatge ràpid [5]

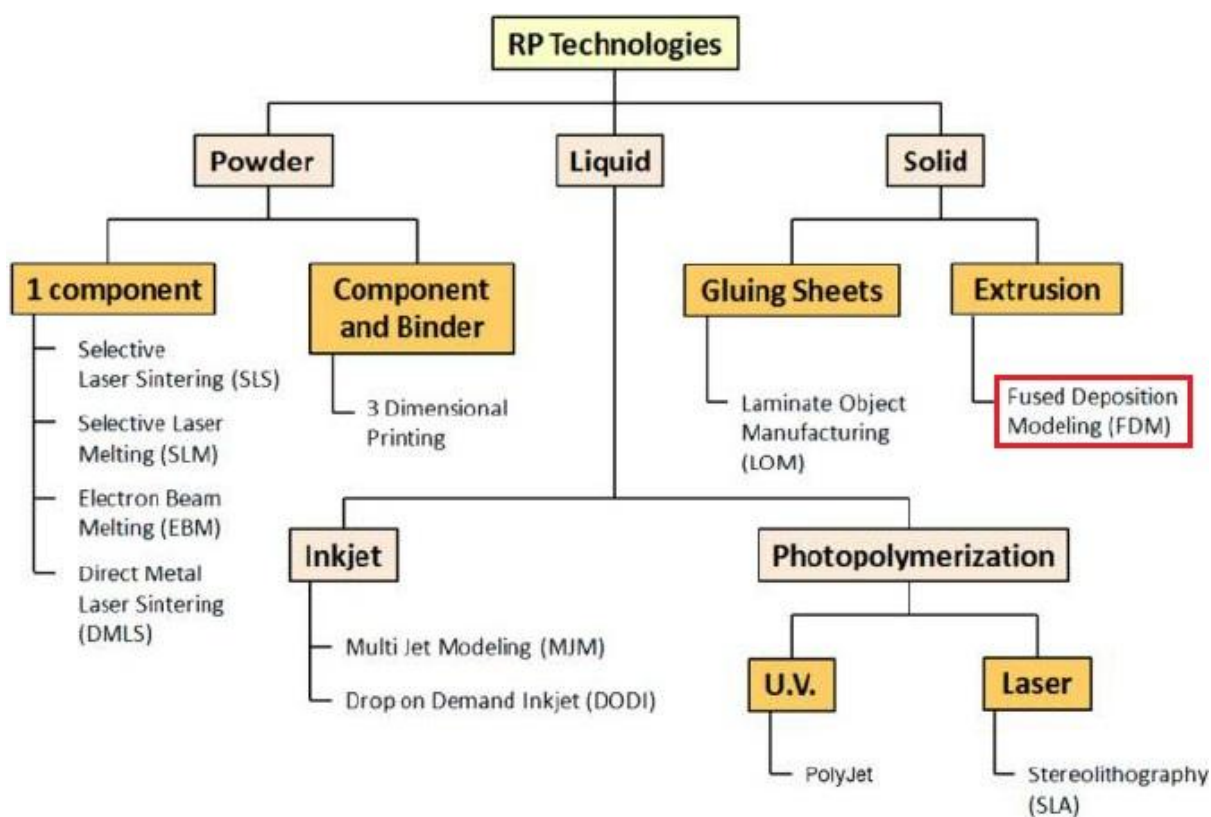


Figura 6: Esquema de les tecnologies de prototipatge ràpid [6]

A.3 Tecnologies de fabricació additiva

Existeixen diversos tipus de tecnologies additives, generalment es poden dividir en 3 grans grups segons l'estat del material de fabricació. Base líquida, base en pols o base sòlida o laminada. Tot seguit es descriuen els processos més utilitzats:

Estereolitografia (SLA)

La tecnologia de fabricació estereolitogràfica va ser la pionera dins la impressió 3D. Aquest procés consisteix en la solidificació d'una resina líquida fotosensible que normalment, a través de la incidència d'un làser de llum ultraviolada, solidifica el material capa a capa.

Les impressores de SLA consten d'una plataforma que es desplaça verticalment cada capa que es va imprimint i un cop estabilitzat el líquid torna a passar el làser, que mitjançant un joc de miralls dirigeix el raig per solidificar una altra capa i formar la peça final. A la *Figura 7* s'observa un esquema d'aquesta tecnologia amb els principals parts i components.

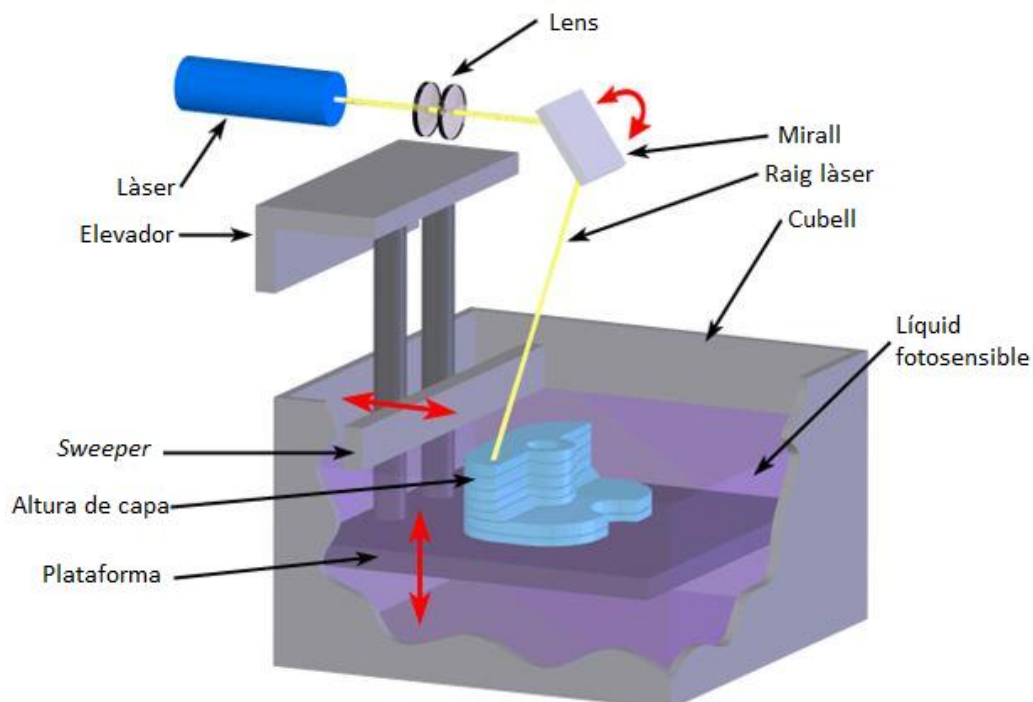


Figura 7: Esquema de funcionament de fabricació additiva per SLA [7]

Selective Laser Sintering (SLS)

La tecnologia *Selective Laser Sintering* (SLS) consisteix en disposar una fina capa de partícules de pols de material a la superfície de fabricació a una temperatura lleugerament inferior a la de fusió del material. Tot seguit un làser de CO₂ d'alta intensitat irradia aquesta pols de manera que canvia d'estat sòlid a estat líquid o viscos, un cop el material agafa la forma, la plataforma baixa i es solidifica el material. Aquest tipus d'impressores 3D són utilitzades a la indústria, ja que es poden imprimir peces molt precises i amb diferents materials, com per exemple metalls.

Els principals inconvenients d'aquest tipus de tecnologia és que el material necessita un recobriment previ abans de fabricar i que les peces finals obtenen té un mal acabat i molta rugositat, per aquest motiu es requereix un postprocés de polit i en alguns casos de mecanitzats per obtenir el model final. Existeix una variant d'aquesta tecnologia que és molt similar però en aquest cas no s'utilitzen recobriments dels materials abans de ser sinteritzats, aquesta tècnica s'anomena *Direct Metal Laser Sintering* (DMLS) i s'obtenen peces de geometries complexes i de gran precisió. A la *Figura 8* es mostra en forma d'esquema les parts de la tecnologia de fabricació per SLS.

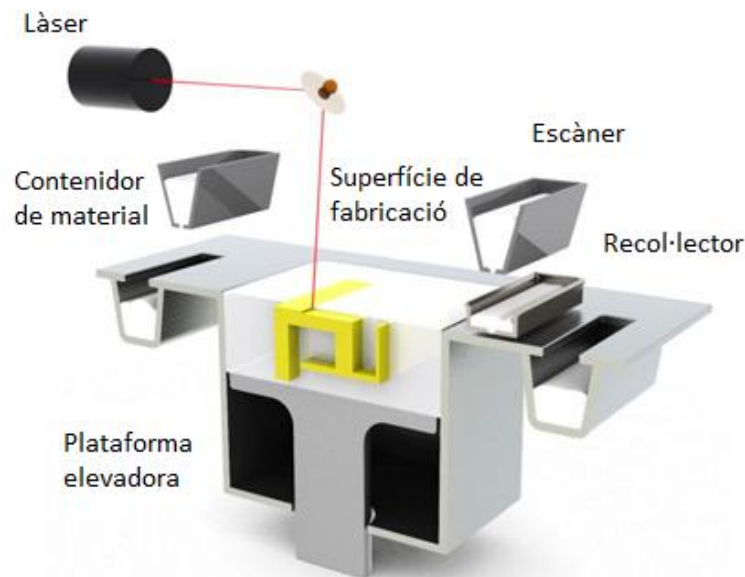


Figura 8: Esquema de funcionament de la tecnologia SLS [8]

Laser Cladding (LC)

Aquest procés de tecnologia additiva consisteix en la deposició de pols metàl·lica a la superfície de la peça i aquesta es va construint de manera que el raig làser va fonent el material i es va solidificant a la peça, tal i com es veu a la *Figura 9*. L'acabat dels models obtinguts amb aquesta tecnologia és dolent i en moltes ocasions s'ha de mecanitzar la peça per obtenir les dimensions finals desitjades. Normalment s'utilitza aquesta tecnologia per la reparació o modificació de peces. Aquest procés també s'anomena *Laser Metal Deposition* (LMD).

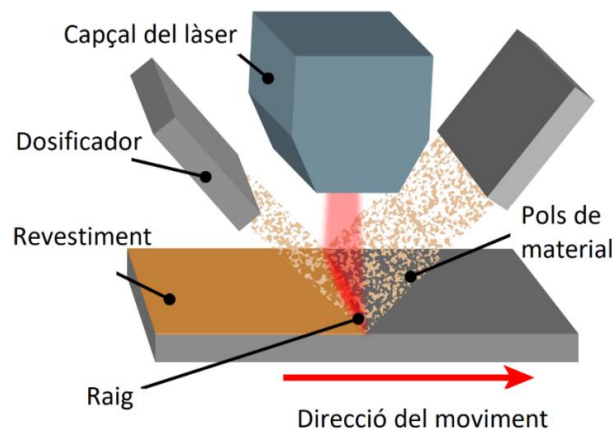


Figura 9: Esquema del procés de LaserClaning [9]

Altres processos

Existeixen altres processos de tecnologia additiva amb base líquida com el *Digital Light Processing* (DLP) que és molt similar a la tecnologia SLA o el *Multi Jet Modeling* (MJM) i que es caracteritza per la injecció d'un foto polímer solidificat amb presència de llum ultraviolada. De les tecnologies amb el material amb base de pols hi destaca l'*Electron Beam Melting* (EBM) que el seu funcionament és similar a la tècnica de SLS però en aquest cas es fusiona el material a partir un feix de llum d'electrons.

Fused Deposition Modeling (FDM)

El modelat per disposició fosa (FDM) és la tecnologia de fabricació additiva per impressió 3D més estesa entre el públic en general. Aquesta tecnologia ofereix una gran flexibilitat d'ús, una relativa facilitat de construcció i a un baix preu.

Aquesta tècnica de fabricació va néixer l'any 1989 de la mà del cofundador de Stratasys Inc. i es va denominar *Fused Deposition Modeling (FDM)*. Cal dir que aquesta denominació està registrada i per evitar problemes legals també s'utilitza el terme *Fused Filament Fabrication (FFF)*. El concepte de funcionament és molt senzill: es fon un termoplàstic en forma de filament i es va dipositant capa a capa per un extrusor fins a conformar la peça final. A la *Figura 10* s'observa l'esquema i els components d'una impressora 3D per FDM.

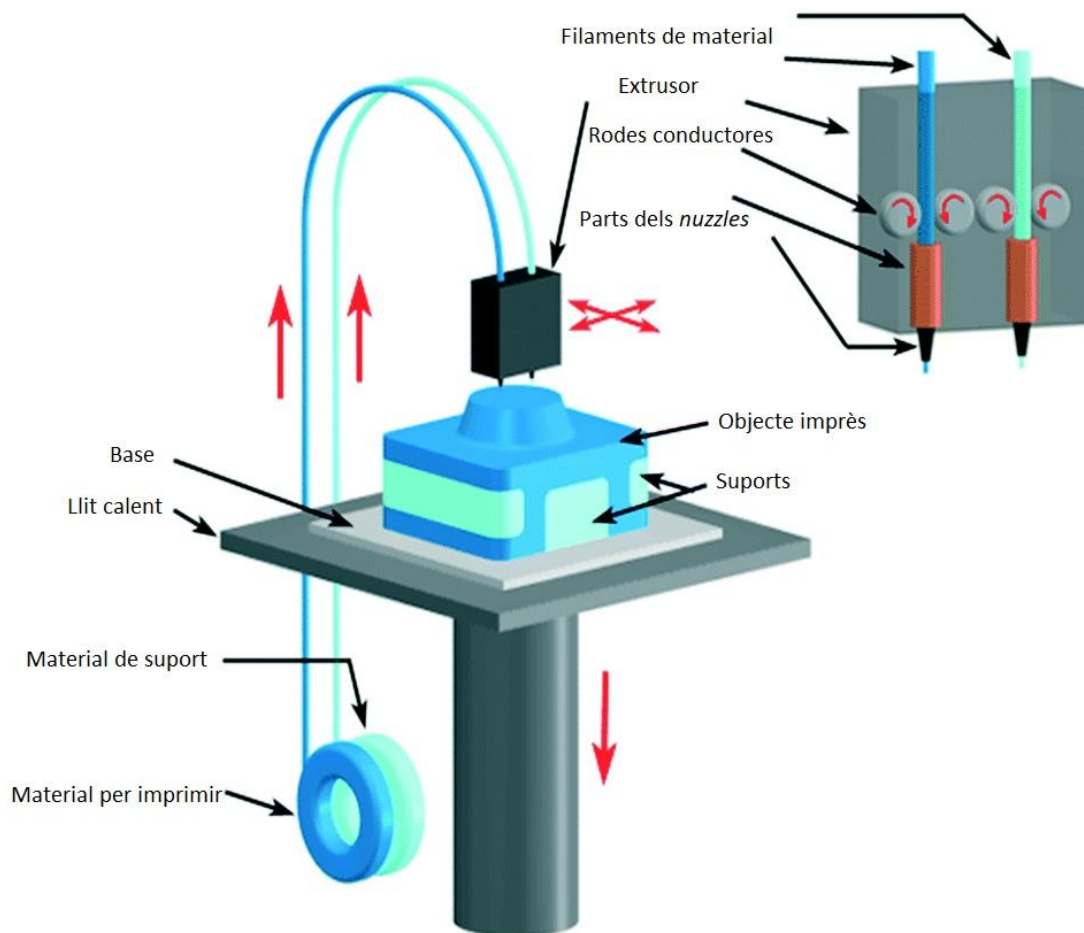


Figura 10: Esquema de funcionament de la impressió per FDM [10]

A.4 Tipologia d'impressores 3D

Actualment existeix una gran varietat de models i dissenys diferents d'impressores 3D i es classifiquen principalment pel tipus de coordenades que utilitzen per imprimir. Les principals configuracions que es troben en el mercat són: cartesiana, cilíndrica, amb braç robòtic o Scara i polar. A la *Figura 11* s'observa l'esquema de cada tipus d'impressora.

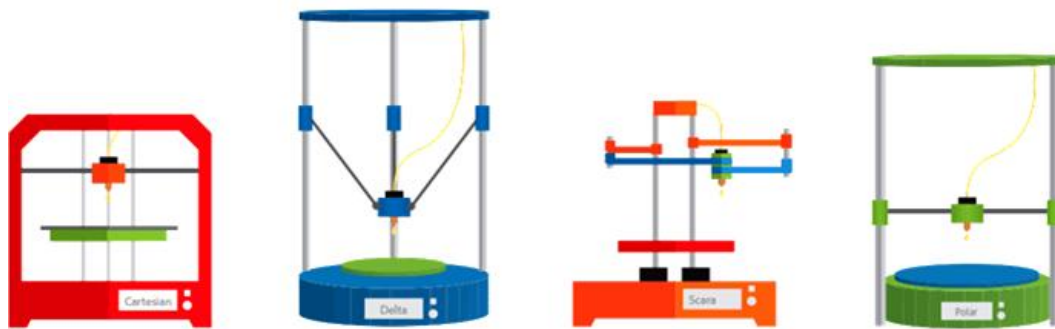


Figura 11: Tipologia d'impressores 3D. Cartesiana, Delta, Scara i Polar [11]

La impressora 3D cartesiana és la que està formada per tres eixos ortogonals que permeten que el capçal es posi a qualsevol punt de l'espai per coordenades X, Y i Z respecte del seu origen de referència. Aquesta configuració és sens dubte la més utilitzada en el mercat, ja que és senzilla, robusta i compatible amb la majoria de programes.

Un altre tipus d'impressora 3D és la de forma cilíndrica o Delta, que es caracteritza per tenir una estructura formada per tres braços que controlen el moviment del capçal i el mantenen en tot moment paral·lel al llit calent. El punt fort d'aquest tipus d'impressora és que permet fabricar peces de major altura, però per contra requereix un ajust més complex i no és tan precisa com altres models. Un altre disseny que treballa amb una estructura cilíndrica és la impressora del tipus polar, que està formada per dos eixos solidaris al moviment de l'extrusor. El fet de requerir tan sols dos motors, fan que sigui un disseny senzill i econòmic. Aquest tipus d'impressora són molt utilitzades per fabricar peces amb geometries cilíndriques i curvilínies.

La configuració de les impressores tipus Scara es basen en dos braços articulats que proporcionen moviment al capçal extrusor. Són mecanismes simples que no proporcionen tan bones prestacions com els altres models. A més, en moltes ocasions resulta complicat compensar l'altura de la plataforma de construcció a causa de la flexió dels braços.

ANNEX B: DOCUMENTACIÓ TÈCNICA

B.1 Fitxa tècnica dels materials

B.1.1 ABS



SMARTFIL[®] ABS

ABS especialmente aditivado para poder reducir el warping y el cracking. Excelente estabilidad dimensional y regularidad en la impresión.

A special additive is added to ABS to reduce contraction and warping. Excellent dimensional stability and regularity in printing.

ABS

Physical Properties		Typical Value	Test Method	
Material Density		1,04g/cm³	ISO 1183	
Chemical Name		Acrylonitrile Butadiene Styrene		
Mechanical Properties		Typical Value	Test Method	
Charpy Notched Impact Strength ²		22 kJ/m²	ISO 179	
Flexural Strength		65 MPa	ISO 178	
Hardness, Ball Indentation		97 MPa	ISO 2039-1	
Tensile Stress at Yield ²		45 MPa	ISO 527	
Tensile Modulus		2300 MPa	ISO 527	
(2) at 23°C				
Thermal Properties		Typical Value	Test Method	
Heat Deflection Temperature		99 °C	ISO 75	
Vicat Softening Temperature		105 °C	ISO 306	
Printing Properties		Typical Value		
Print Temperature		240± 10 °C		
Hot Pad		80-100 °C		
Fan Layer		Off (Max 20%)		
Size	Net W.	Gross W.	Diameters	Packaging Characteristics
M	750 g	975 g	1.75 / 2.85mm	SmartBag, security seal
L	1000 g	1256 g	1.75 / 2.85mm	SmartBag, security seal
XL ¹	3300 g	3864 g	1.75 / 2.85mm	SmartBag, security seal
XXL ¹	5600 g	6346 g	1.75 / 2.85mm	SmartBag, security seal
XXXL ¹	7000 g	7746 g	1.75 / 2.85mm	SmartBag, security seal

(1) XL, XXL and XXXL son fabricados bajo demanda. Plazo de entrega entre 1 y 5 semanas.
XL, XXL and XXXL spools are made under order. Delivered term between 1 and 5 weeks.

Colores Disponibles / Available Colours

Color	Name	Colour
Natural	Natural	Natural
Bianco	Ivory White	White
Negro	True Black	Black
Amarillo	Orinoco	Yellow
Naranja	Sunset	Orange
Coral	Coral	Coral
Rojo	Ruby	Red
Marrón	Mahogany	Brown
Verde	Chlorophyll	Green 1
Verde 2	Emerald	Green 2
Verde 3	Jade	Green 3
Verde 4	Olive	Green 4
Azul 1	Sapphire	Blue 1
Azul 2	Cobalt	Blue 2
Violeta 1	Wisteria	Violet 1
Violeta 2	Aubergine	Violet 2
Rosa	Hillier Lake	Pink
Gris	Antracite	Grey
Dorado	Gold	Gold
Plateado	Silver	Silver
Cambio de Color	Mix	Colour Transition



Apto para contacto con alimentos
Food Approved
Aliments approuvés

Nota: Ninguno de nuestro filamentos contiene material reciclado con el fin de ofrecer filamentos de la mejor calidad.

Note: None of our filaments is produced with recycled material in order to get the highest quality filaments.

B.1.2 CFRP

Technical datasheet

colorFabb XT-CF20

Date of issue: August 17, 2017
Version: v1.0



ColorFabb XT-CF20 is a high quality Amphora copolyester based 3D printing filament, loaded with 20% carbon fibers, perfect for parts needing high stiffness. ColorFabb XT-CF20 has a beautiful matte surface finish when printed.

TYPICAL MATERIAL PROPERTIES

Physical properties	Unit	Value	Method
Density	g/cm ³	1,35	ISO 1183
Humidity absorption (23°C, 50%RH)	%	---	
Tensile Strength	MPa	76	ISO 527
Tensile Elongation@break	%	7,5	ISO 527
Flexural Strength	MPa	110	ISO 178
Flexural Modulus	GPa	6,2	ISO 178
Izod Impact strength, notched	kJ/m ²	6	ISO 180
Izod Impact strength, unnotched	kJ/m ²	60	ISO 180

FILAMENT SPECIFICATION

Nominal diameter:	Diameter tolerance	Ovality
1,75 mm	± 0,05	≥ 95%
2,85 mm	± 0,05	≥ 95%

Netto filament weight 750 grams / 2200 grams

GUIDELINE FOR PRINT SETTINGS

Advised 3D printing temperature	240 – 260 °C
Advised bed temperature	60 – 70 °C
Bed surface / modification	Glass plate
Active cooling fan	50%
Advised 3D printing speed	40 – 70 mm/sec

ADDITIONAL INFORMATION

A special point of attention is the abrasive nature of the carbon fibers. In general these fibers will accelerate the nozzle-wear of brass nozzles, much faster than unfilled filaments. Therefore colorFabb recommends to use nozzle's from Stainless steel or hardened copper alloys

Disclaimer

The product- and technical information provided in this datasheet is correct to the best of our knowledge. The information given is provided as a guidance for good use, handling and processing and is not to be considered as a quality specification. The information only relates to the specific product and the material properties.

B.2 Fitxa tècnica del forn

El forn utilitzat per portar a terme el tractament tèrmic ha sigut el model 2001255 Digitheat-TFT de l'empresa J.P. SELECTA S.A.U, cedit pel grup d'investigació AMADE. Concretament és una estufa d'assecatge i esterilització utilitzada en el sector farmacèutic, mèdic i investigació de materials. A la *Figura 12* es pot veure una imatge del seu aspecte.



Figura 12: Forn utilitzat per realitzar el tractament

A la següent *Taula 1* es mostren les especificacions tècniques del forn utilitzat per fer el tractament tèrmic a les provetes.

Model	2001255
Volum interior (L)	150 L
Dimensions interiors (cm)	50x60x50
Dimensions exteriors (cm)	70x95x68
Tensió d'alimentació	230 VAC 50Hz
Pes (Kg)	73
Fusible exterior	Reemplaçable (tipus: 10x5mm)
Rang de temperatures	Des de T ^a ambient fins 250 °C
Resolució del display	1 °C
Funcionament temporitzat	Setmanal, horari o minut
Perfils de temperatura	Fins a 10 perfils de 6 segments
Rang de temps del perfil	1 minut – 99 hores
Registre de dades	Pendrive de memòria USB

Taula 1: Especificacions tècniques del forn utilitzat

B.3 Fitxa tècnica de la màquina d'assaig a tracció

Per la realització de l'assaig a tracció de les provetes s'ha utilitzat una màquina dinamomètrica de l'empresa IDM®, concretament el model MTC-500 (L), i ha estat cedit pel grup d'investigació LEPAMAP. Aquest model està dins la classe de màquines de càrrega mitjana, ideal per assajar materials com plàstics, alguns metalls, elastòmers, derivats del paper, adhesius, entre molts altres. Aquest model ofereix un alt rang de mesura i una bona precisió per obtenir resultats del comportament mecànic del material.

Per realitzar l'assaig es fixa un extrem de la proveta a la mordassa inferior, que és fixa, i l'altre a la superior que és mòbil i serà per on s'aplicarà la càrrega en sentit ascendent. La cèl·lula de càrrega és de 5 kN i la separació entre mordasses s'ha fixat a 115 mm.

A la següent *Taula 2* es poden observar les característiques més rellevants de la màquina d'assaig a tracció utilitzada en aquest projecte. També es pot veure una imatge del seu aspecte a la *Figura 13*.

Model	MTC-500 (L)
Configuració columna	Doble
Força màxima	5 kN
Longitud de medició	750 mm
Velocitat max. de test	750 mm/min
Velocitat min. de test	0.02 mm/min
Precisió de velocitat	$\pm 0.05\%$
Precisió de posició	0.01 mm
Resolució de posició	0.001 mm
Potència	120 o 230 VAC
Temperatura de treball	De 10 a 38 °C

Taula 2: Especificacions tècniques de la màquina

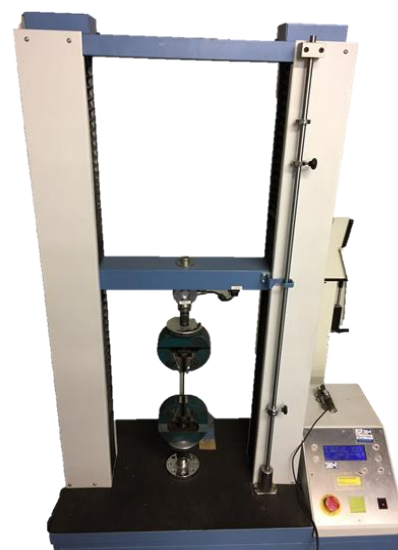


Figura 13: Màquina d'assaig

B.4 Fitxa tècnica de la lupa binocular

Per la observació de l'estructura interna de les diferents provetes s'ha utilitzat una lupa binocular que proporcionar imatges lluminoses i nítides i és utilitzat en múltiples aplicacions científiques i tecnològiques.

Concretament s'ha utilitzat el model Stemi DV4 de l'empresa Zeiss. Aquest model utilitza el sistema de zoom patentat *Double Lens Vario* amb un factor de zoom x4 que permet obtenir instantànies d'alta resolució, des del conjunt (8x) fins els detalls (32x). Disposa de control d'il·luminació amb tres perfils: llum reflectida, llum transmesa i el conjunt de les dues. A la *Taula 3* es mostren les característiques més rellevants d'aquest model i a la *Figura 14* s'observa una imatge de la lupa binocular utilitzada.

Model	Stemi DV4
Factor de zoom	4x (0,8x/3,2x)
Camp d'objecte	25mm
Camp visual	20mm
Distància de treball lliure	92mm
Regulació de llum	3 tipus i intensitats
Il·luminació	Halògens 12V/20W

Taula 3: Especificacions tècniques de la lupa



Figura 14: Lupa binocular utilitzada

ANNEX C: PARÀMETRES D'IMPRESSIÓ

C.1 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus I-ABS

Prova	Data	Altura de capa (mm)	Altura 1era capa (mm)	Factor multiplicador	Temperatura extrusor (°C)	Temperatura llit (°C)	Velocitat perímetre (mm/s)	Velocitat interiors (mm/s)	Gruix filament (mm o % altura capa)	Gruix perímetres (mm/s o % altura capa)	Velocitat 1era capa (mm/s o % altura capa)	Amplada primera capa (mm o % altura capa)	Nº perímetres	Perímetres externs 1er	Duració	Observacions
1	10-abr	0,25	0,3	1,05	248/248	105/100	40	25	100%	100%	100%	100%	10	NO	1h10	Problema: S'aixeca el perfil interior de cada capa. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (b)</i> . <u>Solució</u> : calibratge del llit calent
2	10-abr	0,25	0,3	1,03	248/248	105/100	40	25	100%	100%	100%	100%	10	NO	1h 10	Problema: S'aixeca el perfil interior de cada capa <u>Solució</u> : calibratge del llit calent
3	10-abr	0,25	0,3	1,05	248/248	80/75	40	25	100%	100%	100%	200%	25	NO	1h 10	Problema: La impressió era bona però el patró no, en una capa imprimia horitzontalment i en una altra verticalment. <u>Solució</u> : Augmentar el número de perímetres a 25
4	10-abr	0,25	0,3	1,05	248/248	80/75	40	25	Per defecte	Per defecte	100%	200%	25	SÍ	35min	A les capes del mig hi ha hagut excés de material en les puntes. No s'ha deixat refredar correctament i s'ha deformat. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (f)</i> .
5	11-abr	0,25	0,3	1,05	248/248	80/75	40	25	Per defecte	Per defecte	70%	200%	25	SÍ	35min	Problema: <i>Warping</i> a l'extrem esquerra de la proveta i excés de material a les puntes. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (b)</i> .
6	18-abr	0,25	0,3	1,05	248/248	95/90	40	20	200%	150%	100%	200%	50	SÍ	1h 37'	El resultat de la impressió va ser correcte però la peça es va aixecar de l'extrem dret. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (b)</i> .
7	23-abr	0,25	0,2	1,05	248/248	95/90	40	20	0,4	0,35	80%	0,4	50	SÍ	1h 17'	En la T1.20 s'ha produït una delaminació en una capa. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (c)</i> .

*La casella marcada en gris és el paràmetre que s'ha anat canviant entre una prova i una altra.

C.2 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus II-ABS

Prova	Data	Altura de capa (mm)	Altura 1era capa (mm)	Factor multiplicador	Temperatura extrusor (°C)	Temperatura lit (°C)	Velocitat perimetre (mm/s)	Velocitat interiors (mm/s)	Gruix filament (mm o % altura capa)	Gruix perimetres (mm/s o % altura capa)	Velocitat 1era capa (mm/s o % altura capa)	Amplada primera capa (mm o % altura capa)	Nº perimetres	Perimetres externs 1er	Duració	Modificació codi	Observacions
1	25-abr	0,25	0,2	1,1	248/248	95/90	/	20	0,4	/	80%	200%	50	Sí	1h 26'	NO	S'ha imprès la proveta en el centre del lit amb els paràmetres d'impressió proposats en els projectes anteriors. Hi havia parts que quedaven sense material tal com s'observa a la <i>Figura 15 (d)</i> . <u>Solució:</u> Modificar el codi perquè no retreies tant de filament.
2	25-abr	0,25	0,2	1,05	248/248	95/90	/	20	0,4	/	80%	200%	50	Sí	1h 24'	Sí	L'acabat de la proveta ha quedat correcte però a l'extrem inferior l'extrusor no dipositava material. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (d)</i> . <u>Solució:</u> Modificar el G-Code
3	26-abr	0,25	0,2	1,05	248/248	95/90	/	20	0,4	/	80%	200%	50	Sí	1h 24'	Sí	El resultat d'aquesta impressió ha sigut correcte

*La casella marcada en gris és el paràmetre que s'ha anat canviant entre una prova i una altra.

C.3 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus III-ABS

Prova	Data	Altura de capa (mm)	Altura 1era capa (mm)	Factor multiplicador	Temperatura extrusor (°C)	Temperatura lit (°C)	Velocitat perímetre (mm/s)	Velocitat interiors (mm/s)	Gruix filament (mm o % altura capa)	Gruix perímetres (mm/s o % altura capa)	Velocitat 1era capa (mm/s o % altura capa)	Amplada primera capa (mm o % altura capa)	Nº perímetres	Perímetres externs 1er	Duració	Observacions
1	21-may	0,25	0,2	1,05	248/248	95/90	15	20	0,4	0,35	80%	200%	50	Sí	13h 43'	S'han separat algunes capes de les provetes i no es poden aprofitar perquè no s'obtidran resultats concloents en l'assaig a tracció.
2	22-may	0,25	0,2	1,05	250/250	95/90	15	20	0,4	0,35	80%	200%	50	Sí	10h 17'	Baixar el <i>travel</i> a 100mm/s; Pujar la temperatura de l'extrusor i tancar la ventilació de sortida de la part electrònica per tal d'augmentar la temperatura a l'interior de la caixa. S'han imprès 6 provetes a la vegada.
3	23-may	0,25	0,2	1,05	248/248	105/100	15	20	0,4	0,4	80%	200%	50	Sí	10h 17'	La impressió ha sigut força correcta però tot i així encara hi ha esquerdes entres capes i algunes parts amb defectes superficials. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (c)</i> .
4	29-may	0,25	0,2	1,05	250/250	105/100	15	20	0,4	0,4	80%	200%	50	Sí	10h 17'	La impressió ha sigut força correcta però tot i així encara hi ha esquerdes entres capes i algunes parts amb defectes superficials. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (c)</i> .
5	31-may	0,3	0,2	1,05	250/250	105/100	15	25	0,4	0,4	80%	200%	50	Sí	8h 5'	S'ha tornat a augmentar la velocitat dels perímetres externs a 20mm/s i el resultat ha sigut dolent perquè s'han separat algunes capes. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (c)</i> .
6	31-may	0,25	0,2	1,05	250/250	105/100	15	20	0,4	0,4	80%	200%	50	Sí	10h 17'	El resultat d'aquesta impressió ha sigut correcte

*La casella marcada en gris és el paràmetre que s'ha anat canviant entre una prova i una altra.

C.4 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus I-CFRP

Prova	Data	Altura de capa (mm)	Altura 1era capa (mm)	Factor multiplicador	Temperatura extrusor (°C)	Temperatura lliit (°C)	Velocitat perimetre (mm/s)	Velocitat interiors (mm/s)	Gruix filament (mm o % altura capa)	Gruix perimetres (mm/s o % altura capa)	Velocitat 1era capa (mm/s o % altura capa)	Amplada primera capa (mm o % altura capa)	Nº perimetres	Perimetres externs 1er	Duració	Observacions
1	14-jun	0,25	0,2	1,05	255/255	80/75	20	40	Defecte	Defecte	80%	200%	50	Sí	29' 17"	El filament exterior és molt prim i l'acabat no és del tot correcte
2	14-jun	0,25	0,2	1,2	265/265	80/75	20	40	Defecte	230%	80%	230%	50	Sí	29' 19"	L'acabat és correcte però la retracció és molt alta i deixa part sense material. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (e)</i> .
3	20-jun	0,25	0,2	1,2	265/265	80/75	20	40	0,5	220%	80%	230%	50	Sí	36'45"	A les capes superior ha quedat un mal acabat superficial, provocat per la baixada de temperatura de l'extrusor. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (h)</i> .
4	20-jun	0,25	0,2	1,2	265/265	80/75	20	40	0,5	220%	80%	230%	50	Sí	1h 7'	El resultat de les primeres capes era correcte però la impressora no controla bé la temperatura de l'extrusor i està 15°C per sota la consigna. <u>Solució:</u> Parar el lliit calent a partir de la segona capa, després el controlador ajusta perfectament la temperatura de l'extrusor.
5	21-jun	0,25	0,2	1,2	265/265	80/0	20	40	0,5	0,57	80%	230%	50	Sí	1h 11'	El resultat d'aquesta impressió ha sigut correcte

*La casella marcada en gris és el paràmetre que s'ha anat canviant entre una prova i una altra.

C.5 Paràmetres d'impressió de les provetes tipus II-CFRP

Prova	Data	Altura de capa (mm)	Altura 1era capa (mm)	Factor multiplicador	Temperatura extrusor (°C)	Temperatura llit (°C)	Velocitat perimetre (mm/s)	Velocitat interiors (mm/s)	Gruix filament (mm o % altura capa)	Gruix perimetres (mm/s o % altura capa)	Velocitat 1era capa (mm/s o % altura capa)	Amplada primera capa (mm o % altura capa)	Nº perimetres	Perimetres externs 1er	Duració	Observacions
1	26-jun	0,25	0,3	1,2	265/265	80/75	/	20	0,5	/	80%	230%	/	/	35 min	S'acumula material i el resultat superficial no és del tot correcte. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (f)</i> .
2	28-jun	0,25	0,3	1,2	265/265	80/75	/	20	0,5	/	80%	0,5	/	/	1h 5'	La unió entre les capes no és del tot correcte i es produeix delaminació a les capes superiors de les provetes. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (c)</i> .
3	28-jun	0,25	0,25	1,2	265/265	80/75	/	20	0,5	/	80%	0,5	/	/	1h 5'	El nozzle es refreda excessivament i el material no flueix correctament. S'observa l'error d'impressió a la <i>Figura 15 (h)</i> .
4	28-jun	0,25	0,2	1,2	270/270	80/0	/	20	0,5	/	80%	0,5	/	/	1h 5'	El resultat d'aquesta impressió ha sigut correcte

*La casella marcada en gris és el paràmetre que s'ha anat canviant entre una prova i una altra.

C.6 Imatges dels errors d'impressió

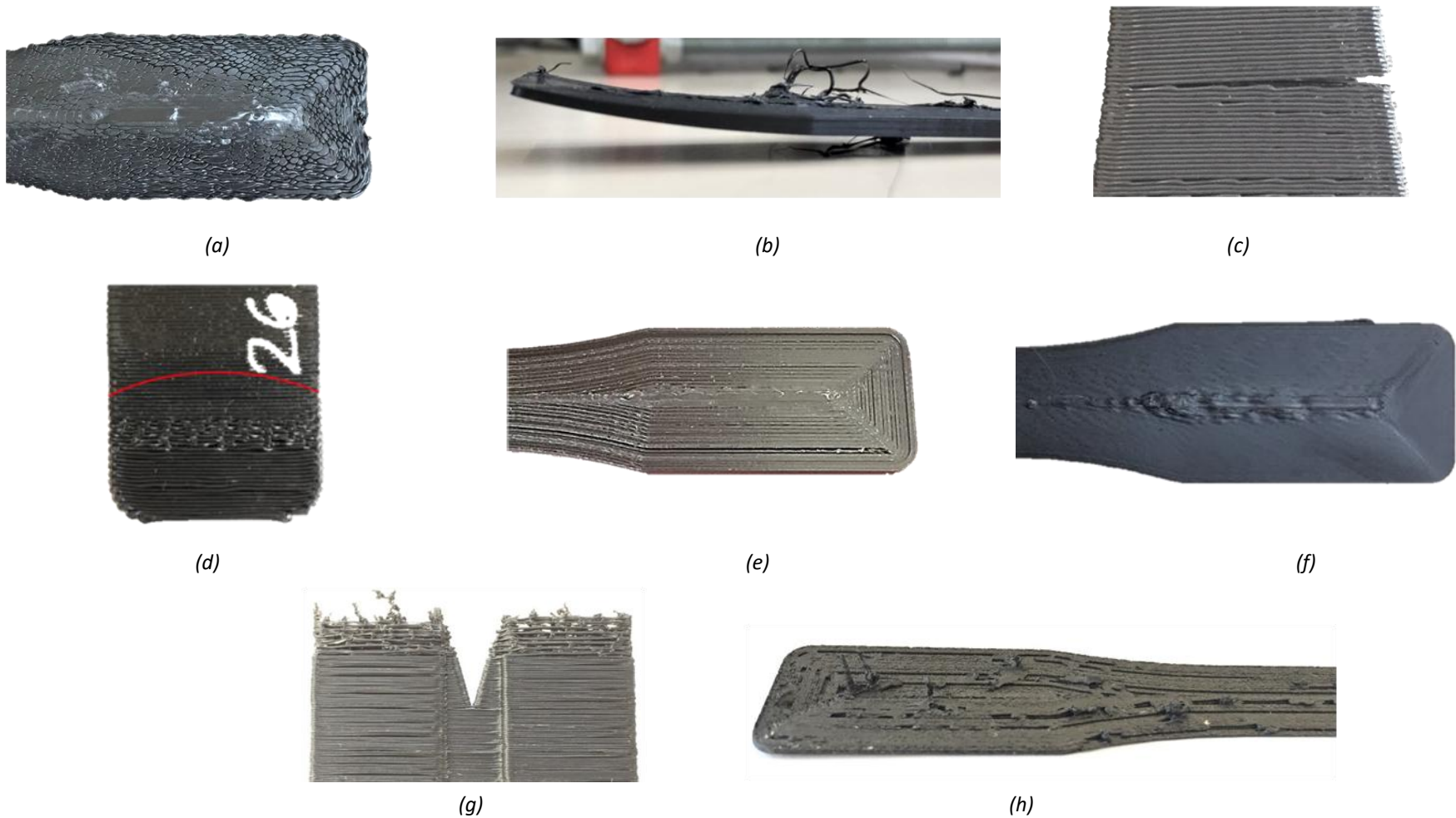


Figura 15: Mal calibratge de la plataforma d'impressió (a), warping (b), delaminació (c), error de codi (d), falta de material (e), excés de material (f), obstrucció de l'extrusor (g) i refredament del nozzle (h)

ANNEX D: DIMENSIONS I PES DE LES PROVETES

D.1 Variació física de les provetes d'ABS

Proveta	Data	Tractament	Gruix mig (AT)	Amplada mig (AT)	Longitud (AT)	Pes (AT)	Gruix mig (DT)	Amplada mig (DT)	Longitud (DT)	Pes (DT)	ΔZ (gruix)	ΔY	ΔX	Δ massa
T1.20	23-abr	-	2,819	13,138	165,55	7,284								
T1.21	23-abr	-	2,907	12,988	165,65	7,337								
T1.22	23-abr	-	2,954	12,887	165,50	7,386								
T1.23	23-abr	-	2,911	13,165	165,48	7,363								
T1.24	24-abr	-	2,833	13,178	165,53	7,340								
T1.25	24-abr	TT1	2,895	12,992	165,86	7,365	2,946	12,969	164,26	7,351	1,76	-0,18	-0,96	-0,19
T1.26	25-abr	TT1	2,885	13,182	165,53	7,403	2,924	13,159	164,13	7,393	1,38	-0,17	-0,85	-0,14
T1.28	08-may	TT1	2,911	12,920	165,47	7,409	2,960	12,904	163,86	7,397	1,66	-0,12	-0,97	-0,16
T1.29	08-may	TT1	2,846	13,147	165,35	7,380	2,899	13,128	163,79	7,367	1,86	-0,14	-0,94	-0,18
T1.31	09-may	TT1	3,013	13,178	165,51	7,507	3,057	13,182	164,29	7,495	1,45	0,04	-0,74	-0,16
T1.32	09-may	TT2	2,991	12,998	165,35	7,453	3,233	13,036	158,34	7,465	8,11	0,29	-4,24	-0,16
T1.33	09-may	TT2	2,991	13,153	165,53	7,530	3,206	13,215	159,13	7,515	7,18	0,47	-3,87	-0,20
T1.34	09-may	TT2	3,003	12,952	165,50	7,423	3,204	12,998	158,39	7,408	6,68	0,36	-4,30	-0,20
T1.35	09-may	TT2	2,988	13,152	165,47	7,514	3,202	13,181	159,03	7,500	7,17	0,22	-3,89	-0,19
T1.36	10-may	TT2	2,938	13,061	165,44	7,471	3,168	13,069	159,96	7,438	7,82	0,06	-3,31	-0,44

*La casella marcada en verd correspon a un augment de dimensió/pes després del tractament i la marcada en vermell a una reducció.

Proveta	Data	Tractament	Gruix mig (AT)	Amplada mig (AT)	Longitud (AT)	Pes (AT)	Gruix mig (DT)	Amplada mig (DT)	Longitud (DT)	Pes (DT)	ΔZ (gruix)	ΔY	ΔX	Δ massa
T2.03	26-abr	-	2,841	13,411	165,72	7,480								
T2.04	26-abr	-	2,845	13,413	165,69	7,470								
T2.05	25-abr	-	2,842	13,377	165,70	7,490								
T2.06	02-may	-	2,843	13,399	165,85	7,576								
T2.07	02-may	-	2,850	13,426	165,71	7,546								
T2.08	02-may	TT1	2,847	13,390	165,90	7,545	2,846	13,384	165,48	7,533	-0,04	-0,04	-0,25	-0,16
T2.09	03-may	TT1	2,825	13,440	165,89	7,559	2,842	13,435	165,60	7,547	0,63	-0,04	-0,17	-0,16
T2.10	03-may	TT1	2,817	13,464	165,95	7,535	2,809	13,432	165,71	7,524	-0,26	-0,24	-0,14	-0,15
T2.11	03-may	TT1	2,791	13,422	165,97	7,521	2,821	13,427	165,52	7,510	1,08	0,04	-0,27	-0,15
T2.12	07-may	TT1	2,831	13,566	166,07	7,532	2,841	13,564	165,86	7,520	0,35	-0,02	-0,13	-0,16
T2.13	07-may	TT2	2,813	13,383	166,17	7,550	2,892	13,180	164,36	7,537	2,80	-1,51	-1,09	-0,17
T2.14	07-may	TT2	2,866	13,327	165,91	7,539	2,938	13,116	164,33	7,527	2,51	-1,58	-0,95	-0,16
T2.15	07-may	TT2	2,873	13,530	165,92	7,530	2,979	13,207	163,76	7,519	3,70	-2,39	-1,30	-0,15
T2.16	08-may	TT2	2,870	13,529	165,98	7,563	2,959	13,266	163,99	7,553	3,10	-1,94	-1,20	-0,13
T2.17	08-may	TT2	2,869	13,355	166,02	7,556	2,957	13,137	164,32	7,544	3,07	-1,63	-1,02	-0,16

*La casella marcada en verd correspon a un augment de dimensió/pes després del tractament i la marcada en vermell a una reducció.

Proveta	Data	Tractament	Gruix mig (AT)	Amplada mig (AT)	Longitud (AT)	Pes (AT)	Gruix mig (DT)	Amplada mig (DT)	Longitud (DT)	Pes (DT)	ΔZ (gruix)	ΔY	ΔX	Δ massa
T3.10	22-may	-	3,103	13,301	166,15	7,257								
T3.15	23-may	-	3,032	13,194	143,78	5,969								
T3.16	23-may	-	3,065	13,126	166,02	7,259								
T3.17	23-may	-	3,006	13,129	166,15	7,270								
T3.18	23-may	TT1	3,065	13,016	166,13	7,079	3,060	13,071	166,48	7,087	0,16	0,42	0,21	-0,11
T3.19	23-may	TT1	2,993	13,139	166,09	7,255	3,013	13,103	166,41	7,238	0,65	-0,27	0,19	-0,23
T3.20	23-may	TT1	3,074	13,097	157,56	6,766	3,046	13,078	157,67	6,756	-0,91	-0,15	0,07	-0,15
T3.27	29-may	TT1	3,035	13,138	166,01	7,285	3,033	13,161	166,31	7,261	-0,05	0,18	0,18	-0,33
T3.28	29-may	TT1	3,089	13,081	166,10	7,250	3,032	13,052	166,31	7,237	-1,85	-0,22	0,13	-0,18
T3.29	29-may	TT2	3,045	13,070	165,89	7,107	3,057	12,711	170,16	7,083	0,38	-2,75	2,57	-0,34
T3.30	29-may	TT2	3,067	13,094	165,96	7,243	3,086	12,731	169,51	7,217	0,62	-2,77	2,14	-0,36
T3.31	29-may	TT2	3,084	13,097	166,10	7,286	3,061	12,798	169,81	7,269	0,75	-2,28	2,23	-0,23
T3.32	29-may	TT2	3,018	13,092	165,99	7,093	3,017	12,814	169,81	7,072	0,03	-2,12	2,30	-0,30

*La casella marcada en verd correspon a un augment de dimensió/pes després del tractament i la marcada en vermell a una reducció.

D.2 Variació física de les provetes de CFRP

Proveta	Data	Tractament	Gruix mig (AT)	Amplada mig (AT)	Longitud (AT)	Pes (AT)	Gruix mig (DT)	Amplada mig (DT)	Longitud (DT)	Pes (DT)	ΔZ (gruix)	ΔY	ΔX	Δ massa
T1.01	14-jun	-	3,191	13,298	166,37	8,535								
T1.02	14-jun	-	3,186	13,050	166,47	8,222								
T1.03	19-jun	-	3,135	13,109	166,42	8,107								
T1.07	21-jun	-	3,058	13,353	166,46	7,544								
T1.08	21-jun	-	3,025	13,384	166,46	7,486								
T1.09	21-jun	TT3	3,105	13,422	166,41	7,266	3,145	13,381	165,99	7,257	1,30	-0,31	-0,25	-0,12
T1.10	21-jun	TT3	3,112	13,319	166,53	7,209	3,139	13,265	166,07	7,200	0,88	-0,41	-0,28	-0,12
T1.11	22-jun	TT3	3,095	13,336	166,45	7,585	3,131	13,277	165,92	7,575	1,15	-0,44	-0,32	-0,13
T1.12	22-jun	TT3	3,127	13,337	166,49	7,621	3,172	13,249	165,90	7,612	1,44	-0,66	-0,35	-0,12
T1.13	22-jun	TT3	3,172	13,426	166,47	7,753	3,220	13,394	165,99	7,743	1,51	-0,23	-0,29	-0,13
T1.14	22-jun	TT4	3,149	13,488	166,51	7,726	3,249	13,289	164,93	7,704	3,16	1,47	-0,95	-0,28
T1.15	25-jun	TT4	3,183	13,432	166,46	7,566	3,267	13,345	165,08	7,547	2,64	0,65	-0,83	-0,25
T1.16	25-jun	TT4	3,149	13,506	166,58	7,560	3,219	13,349	165,13	7,540	2,23	1,16	-0,87	-0,26
T1.17	25-jun	TT4	3,007	13,471	166,70	7,183	2,868	12,881	164,35	7,165	4,62	4,37	-1,41	-0,25
T1.18	25-jun	TT4	2,985	13,540	166,56	7,173	3,072	13,346	164,96	7,153	2,90	1,43	-0,96	-0,28

*La casella marcada en verd correspon a un augment de dimensió/pes després del tractament i la marcada en vermell a una reducció.

Proveta	Data	Tractament	Gruix mig (AT)	Amplada mig (AT)	Longitud (AT)	Pes (AT)	Gruix mig (DT)	Amplada mig (DT)	Longitud (DT)	Pes (DT)	ΔZ (gruix)	ΔY	ΔX	Δ massa
T2.01	26-jun	-	2,965	13,219	166,09	6,886								
T2.02	26-jun	-	2,982	13,010	166,04	6,907								
T2.05	26-jun	-	2,988	12,448	165,97	6,330								
T2.06	26-jun	-	2,979	12,466	166,29	6,267								
T2.11	29-jun	-	2,924	12,896	166,27	5,902								
T2.12	29-jun	TT3	2,940	12,534	165,65	5,864	2,939	12,534	165,01	5,860	-0,06	-0,01	-0,39	-0,07
T2.15	02-jul	TT3	2,825	13,432	166,45	5,661	2,836	13,133	165,54	5,656	0,37	-2,23	-0,55	-0,09
T2.16	02-jul	TT3	2,846	13,187	166,40	5,791	2,857	13,249	165,76	5,786	-0,37	-0,47	-0,38	-0,09
T2.17	04-jul	TT3	2,861	12,848	165,21	6,396	2,868	12,881	164,35	6,390	0,24	0,26	-0,52	-0,09
T2.18	04-jul	TT3	2,815	13,166	165,54	6,458	2,832	13,182	164,97	6,449	0,60	-0,12	-0,34	-0,14
T2.19	04-jul	TT4	2,929	12,886	166,65	6,261	2,946	12,797	165,87	6,249	0,60	-0,69	-0,47	-0,19
T2.20	04-jul	TT4	2,689	13,009	166,45	6,181	2,719	12,931	164,96	6,170	1,12	-0,60	-0,90	-0,18
T2.21	05-jul	TT4	2,923	12,769	166,11	6,035	2,955	12,708	164,93	6,025	1,12	-0,48	-0,71	-0,17
T2.22	05-jul	TT4	2,953	12,507	166,19	6,036	2,985	12,479	164,87	6,026	1,08	-0,22	-0,79	-0,17
T2.23	05-jul	TT4	1,940	13,318	166,08	4,125	1,966	13,223	164,71	4,115	1,32	-0,71	-0,82	-0,24

*La casella marcada en verd correspon a un augment de dimensió/pes després del tractament i la marcada en vermell a una reducció.

ANNEX E: RESULTATS DE L'ASSAIG

E.1 Resultats de les provetes d'ABS

E.1.1 Provetes del tipus I (sense tractament)

Results Report				Specimen code: T1.20-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS			Batch:		-
Head Treatment		-			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,121	2,826					
2	13,131	2,816					
3	13,163	2,814					
Mean Width:	13,14	Mean thickness:	2,82	Area:	37,03	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES	Specify: -		
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2		
Resolution (mV/V):		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-		
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN		
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:		-					
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		29,2	MPa				
Young Modulus:		1911	MPa	(0-250 με)			
Strain at σ _{MAX} :		2,8	%				
Date:		18/07/2018	Technician:		DPH		
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.21-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS			Batch:		-
Head Treatment		-			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,967	2,938					
2	12,999	2,876					
3	12,997	2,906					
Mean Width:	12,99	Mean thickness:	2,91	Area:	37,75	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES	Specify: -		
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2		
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-		
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN		
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:		-					
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		28,7	MPa				
Young Modulus:		1881	MPa	(0-250 µε)			
Strain at σ _{MAX} :		2,9	%				
Date:		18/07/2018	Technician:		DPH		
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.22-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		-		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,900	2,998					
2	12,887	2,930					
3	12,875	2,933					
Mean Width:	12,89	Mean thickness:	2,95	Area:	38,06	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		29,0		MPa			
Young Modulus:		1898		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,7		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.23-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		-		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		2,918					
2		2,915					
3		2,901					
Mean Width:		13,17		Mean thickness:		2,91	
Area:		38,33		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		28,6		MPa			
Young Modulus:		1896		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,56		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report			Specimen code: T1.24-ABS		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		ABS		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,209	2,839			
2	13,171	2,837			
3	13,155	2,823			
Mean Width:	13,18	Mean thickness:	2,83	Area:	37,33 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	18/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	29,3	MPa			
Young Modulus:	1940	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,7	%			
Date:	18/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

E.1.2 Provetes del tipus I (TT1)

Results Report				Specimen code: T1.25-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		12,989 2,943					
2		12,964 2,938					
3		12,954 2,956					
Mean Width:		12,97		Mean thickness:		2,95	
Area:		38,20		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		28,4		MPa			
Young Modulus:		1940		MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.26-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,160	2,919					
2	13,147	2,918					
3	13,170	2,936					
Mean Width:	13,16	Mean thickness:	2,92	Area:	38,48	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		29,0		MPa			
Young Modulus:		1912		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,3		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.28-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,885	2,948					
2	12,906	2,965					
3	12,921	2,966					
Mean Width:	12,90	Mean thickness:	2,96	Area:	38,19	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		28,5		MPa			
Young Modulus:		1971		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.29-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:		MICROMETER/02					
(mm)		Width		Thickness			
1		13,115		2,892			
2		13,129		2,898			
3		13,141		2,907			
Mean Width:		13,13		Mean thickness:		2,90	
				Area:		38,06 mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		28,6		MPa			
Young Modulus:		1901		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
<p>Stress-Strain</p>							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.31-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,166	3,054					
2	13,182	3,050					
3	13,199	3,067					
Mean Width:	13,18	Mean thickness:	3,06	Area:	40,30	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		27,6		MPa			
Young Modulus:		1829		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,3		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

E.1.3 Provetes del tipus I (TT2)

Results Report				Specimen code: T1.32-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS			Batch:		-
Head Treatment		TT2			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,055	3,231					
2	13,036	3,225					
3	13,016	3,244					
Mean Width: 13,04		Mean thickness: 3,23		Area: 42,15 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2		Load Cell: 5 kN			
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:		-					
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		26,9		MPa			
Young Modulus:		1894		MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,5		%			
Date: 18/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.33-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,197	3,186					
2	13,222	3,225					
3	13,225	3,206					
Mean Width:	13,21	Mean thickness:	3,21	Area:	42,36	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		27,1		MPa			
Young Modulus:		1906		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,5		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.34-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,986	3,212					
2	12,992	3,200					
3	13,016	3,199					
Mean Width:	13,00	Mean thickness:	3,20	Area:	41,64	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		27,3		MPa			
Young Modulus:		1900		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.35-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		13,164					
2		13,181					
3		13,198		3,210		3,197	
Mean Width:		13,18		Mean thickness:		3,20	
Area:		42,21		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		25,6		MPa			
Young Modulus:		1875		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,2		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T1.36-ABS		Page 1 of 1		
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018				
SPECIMEN MATERIAL								
Material Type:		ABS			Batch:		-	
Head Treatment		TT2			Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS								
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH		
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02						
(mm)	Width	Thickness						
1	13,053	3,196						
2	13,065	3,163						
3	13,088	3,144						
Mean Width:	13,07	Mean thickness:	3,17	Area:	41,40	mm ²		
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES	Specify:			-
EXTENSOMETER								
Type:		Axial extensometer						
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2			
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-			
TEST DATA								
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH		
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN			
Test Machine:		IDM						
Chamber:		-						
Temperature measured by:								
TENSILE TEST RESULTS								
Result		Unit		Obs.				
Tensile strength:		24,5	MPa					
Young Modulus:		1910	MPa	(0-250 µε)				
Strain at σ _{MAX} :		2,3	%					
Date:		18/07/2018	Technician:		DPH			
Stress - Strain plot:								
COMMENTS								

E.1.4 Provetes del tipus II (sense tractament)

Results Report				Specimen code: T2.03-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS			Batch:		-
Head Treatment		-			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1	13,390	2,806					
2	13,279	2,755					
3	13,180	2,870					
Mean Width: 13,28		Mean thickness: 2,81		Area: 37,33 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES Specify: -			
EXTENSOMETER							
Type: Axial extensometer							
Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2					
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -					
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN					
Test Machine: IDM							
Chamber: -							
Temperature measured by: -							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength: 22,2		MPa					
Young Modulus: 1869		MPa		(0-250 με)			
Strain at σ _{MAX} : 2,1		%					
Date: 18/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.04-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		-		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,461	2,809					
2	13,356	2,855					
3	13,421	2,870					
Mean Width:	13,41	Mean thickness:	2,84	Area:	38,15	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		20,9		MPa			
Young Modulus:		1860		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		1,9		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.05-ABS		Page 1 of 1		
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018				
SPECIMEN MATERIAL								
Material Type:		ABS			Batch:		-	
Head Treatment		-			Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS								
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH		
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02						
(mm)	Width	Thickness						
1	13,435	2,812						
2	13,344	2,860						
3	13,354	2,855						
Mean Width:	13,38	Mean thickness:	2,84	Area:	38,02	mm ²		
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES	Specify:			-
EXTENSOMETER								
Type:		Axial extensometer						
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2			
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-			
TEST DATA								
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH		
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN			
Test Machine:		IDM						
Chamber:		-						
Temperature measured by:								
TENSILE TEST RESULTS								
Result		Unit		Obs.				
Tensile strength:		21,9	MPa					
Young Modulus:		1874	MPa	(0-250 µε)				
Strain at σ _{MAX} :		1,9	%					
Date:		18/07/2018	Technician:		DPH			
Stress - Strain plot:								
COMMENTS								

Results Report				Specimen code: T2.06-ABS		Page 1 of 1		
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018				
SPECIMEN MATERIAL								
Material Type:		ABS			Batch:		-	
Head Treatment		-			Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS								
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH		
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02						
(mm)	Width	Thickness						
1	13,434	2,818						
2	13,392	2,841						
3	13,371	2,870						
Mean Width:	13,40	Mean thickness:	2,84	Area:	38,09	mm ²		
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES	Specify:			-
EXTENSOMETER								
Type:		Axial extensometer						
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2			
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-			
TEST DATA								
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH		
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN			
Test Machine:		IDM						
Chamber:		-						
Temperature measured by:								
TENSILE TEST RESULTS								
Result		Unit		Obs.				
Tensile strength:		20,4	MPa					
Young Modulus:		1945	MPa	(0-250 µε)				
Strain at σ _{MAX} :		1,9	%					
Date:		18/07/2018	Technician:		DPH			
Stress - Strain plot:								
COMMENTS								

Results Report				Specimen code: T2.07-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		-		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		2,846					
2		13,425		2,875			
3		13,467		2,830			
Mean Width:		13,43		Mean thickness:		2,85	
Area:		38,27		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		21,9		MPa			
Young Modulus:		1870		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		1,9		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

E.1.5 Provetes del tipus II (TT1)

Results Report				Specimen code: T2.08-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		13,323 2,833					
2		13,412 2,877					
3		13,418 2,829					
Mean Width: 13,38		Mean thickness: 2,85		Area: 38,10 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES Specify: -			
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2		Load Cell: 5 kN			
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		22,4		MPa			
Young Modulus:		1944		MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,1		%			
Date: 18/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.09-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,374	2,875					
2	13,466	2,826					
3	13,464	2,826					
Mean Width:	13,43	Mean thickness:	2,84	Area:	38,19 mm ²		
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		23,8		MPa			
Young Modulus:		1976		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.10-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		2,771					
2		13,500					
3		13,412					
Mean Width:		13,43		Mean thickness:		2,81	
Area:		37,74		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		22,4		MPa			
Young Modulus:		1920		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		1,9		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.11-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		2,794					
2		13,407		2,863			
3		13,451		2,805			
Mean Width:		13,43		Mean thickness:		2,82	
Area:		37,87		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		23,2		MPa			
Young Modulus:		1932		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.12-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)		Width Thickness					
1		13,527 2,876					
2		13,552 2,823					
3		13,613 2,823					
Mean Width:		13,56		Mean thickness:		2,84	
Area:		38,53		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		22,4		MPa			
Young Modulus:		1899		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,1		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

E.1.6 Provetes del tipus II (TT2)

Results Report				Specimen code: T2.13-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS			Batch:		-
Head Treatment		TT2			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,225	2,880					
2	13,158	2,882					
3	13,158	2,913					
Mean Width: 13,18		Mean thickness: 2,89		Area: 38,11 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES Specify: -			
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2		Load Cell: 5 kN			
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:		-					
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		23,4		MPa			
Young Modulus:		1843		MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0		%			
Date: 18/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.14-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,033	2,940					
2	13,180	2,949					
3	13,136	2,924					
Mean Width:	13,12	Mean thickness:	2,94	Area:	38,53	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		21,9		MPa			
Young Modulus:		1874		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.15-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,212	2,982					
2	13,224	2,968					
3	13,185	2,988					
Mean Width:	13,21	Mean thickness:	2,98	Area:	39,35	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		19,6		MPa			
Young Modulus:		1688		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		1,8		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
<p style="text-align: center;">Stress-Strain</p>							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.16-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,284	2,964					
2	13,246	2,961					
3	13,269	2,951					
Mean Width:	13,27	Mean thickness:	2,96	Area:	39,25	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		21,2		MPa			
Young Modulus:		1807		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,1		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T2.17-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:		MICROMETER/02					
(mm)		Width		Thickness			
1		13,129		2,984			
2		13,112		2,957			
3		13,169		2,930			
Mean Width:		13,14		Mean thickness:		2,96	
				Area:		38,85 mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		21,7		MPa			
Young Modulus:		1931		MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
<p>Stress-Strain</p>							
COMMENTS							

E.1.7 Provetes del tipus III (sense tractament)

Results Report				Specimen code: T3.15-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS			Batch:		-
Head Treatment		-			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1	13,247	3,026					
2	13,092	3,034					
3	13,243	3,036					
Mean Width: 13,19		Mean thickness: 3,03		Area: 40,00 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES Specify: -			
EXTENSOMETER							
Type: Axial extensometer							
Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2					
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -					
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN					
Test Machine: IDM							
Chamber: -							
Temperature measured by: -							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength: 1,4		MPa					
Young Modulus: -		MPa		Without extensometer			
Strain at σ _{MAX} : 0,3		%					
Date: 18/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T3.16-ABS		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018		
SPECIMEN MATERIAL						
Material Type:		ABS		Batch:		-
Head Treatment		-		Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS						
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02				
(mm)	Width	Thickness				
1	13,080	3,094				
2	13,079	3,035				
3	13,219	3,065				
Mean Width:	13,13	Mean thickness:	3,06	Area:	40,23	mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard:			YES	Specify: -		
EXTENSOMETER						
Type:	Axial extensometer					
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2			
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-			
TEST DATA						
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN			
Test Machine:	IDM					
Chamber:	-					
Temperature measured by:						
TENSILE TEST RESULTS						
	Result	Unit	Obs.			
Tensile strength:	1,4	MPa				
Young Modulus:	-	MPa	Without extensometer			
Strain at σ_{MAX} :	0,5	%				
Date:	18/07/2018	Technician:	DPH			
Stress - Strain plot:						
<p>Stress-Strain</p>						
COMMENTS						

Results Report				Specimen code: T3.17-ABS		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018		
SPECIMEN MATERIAL						
Material Type:		ABS		Batch:		-
Head Treatment		-		Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS						
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02				
(mm)	Width	Thickness				
1	13,095	3,012				
2	13,087	2,996				
3	13,205	3,009				
Mean Width:	13,13	Mean thickness:	3,01	Area:	39,46	mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard:			YES	Specify: -		
EXTENSOMETER						
Type:	Axial extensometer					
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2			
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-			
TEST DATA						
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN			
Test Machine:	IDM					
Chamber:	-					
Temperature measured by:						
TENSILE TEST RESULTS						
	Result	Unit	Obs.			
Tensile strength:	1,0	MPa				
Young Modulus:	-	MPa	Without extensometer			
Strain at σ_{MAX} :	0,2	%				
Date:	18/07/2018	Technician:	DPH			
Stress - Strain plot:						
<p>Stress-Strain</p>						
COMMENTS						

E.1.8 Provetes del tipus III (TT1)

Results Report				Specimen code: T3.18-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		13,154 3,142					
2		12,948 3,010					
3		13,112 3,028					
Mean Width: 13,07		Mean thickness: 3,06		Area: 40,00 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type: Axial extensometer							
Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2					
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -					
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN					
Test Machine: IDM							
Chamber: -							
Temperature measured by: -							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength: 1,5		MPa					
Young Modulus: -		MPa		Without extensometer			
Strain at σ _{MAX} : 0,2		%					
Date: 18/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T3.19-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,279	2,999					
2	13,008	3,005					
3	13,022	3,034					
Mean Width:	13,10	Mean thickness:	3,01	Area:	39,47	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		2,2		MPa			
Young Modulus:		-		MPa		Without extensometer	
Strain at σ _{MAX} :		0,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T3.20-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT1		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		3,102					
2		12,955		3,083			
3		13,177		3,026			
Mean Width:		13,08		Mean thickness:		3,05	
Area:		39,84		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		1,9		MPa			
Young Modulus:		-		MPa		Without extensometer	
Strain at σ _{MAX} :		0,3		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

E.1.9 Provetes del tipus III (TT2)

Results Report				Specimen code: T3.29-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used:		MICROMETER/02					
(mm)		Width		Thickness			
1		12,756		3,027			
2		12,598		3,045			
3		12,779		3,099			
Mean Width:		12,71		Mean thickness:		3,06	
Area:		38,86		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		1,9		MPa			
Young Modulus:		-		MPa		Without extensometer	
Strain at σ _{MAX} :		0,3		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
<p>Stress (MPa)</p> <p>Strain (mm/mm)</p>							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T3.30-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,672	3,047					
2	12,684	3,143					
3	12,838	3,069					
Mean Width:	12,73	Mean thickness:	3,09	Area:	39,29	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		1,8		MPa			
Young Modulus:		-		MPa		Without extensometer	
Strain at σ _{MAX} :		0,3		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T3.31-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)							
Width		Thickness					
1		12,823					
2		12,737		3,021			
3		12,834		3,071			
Mean Width:		12,80		Mean thickness:		3,06	
Area:		39,17		mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		2,5		MPa			
Young Modulus:		-		MPa		Without extensometer	
Strain at σ _{MAX} :		0,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report				Specimen code: T3.32-ABS		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		ABS		Batch:		-	
Head Treatment		TT2		Orientation:		-	
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians:		DPH	
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,883	3,008					
2	12,788	2,990					
3	12,772	3,054					
Mean Width:	12,81	Mean thickness:	3,02	Area:	38,67	mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V)		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date: 18/08/2017		Technicians:		DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		2,9		MPa			
Young Modulus:		-		MPa		Without extensometer	
Strain at σ _{MAX} :		0,4		%			
Date:		18/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

E.2 Resultats de les provetes de CFRP

E.2.1 Provetes del tipus I (sense tractament)

Results Report				Specimen code: T1.01-CFRP		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		CFRP			Batch:		-
Head Treatment		-			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02 MICROMETER/02							
(mm)	Width	Thickness					
1	13,314	3,185					
2	13,297	3,188					
3	13,284	3,200					
Mean Width: 13,30		Mean thickness: 3,19		Area: 42,43 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -							
EXTENSOMETER							
Type: Axial extensometer							
Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2					
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -					
TEST DATA							
		Date: 19/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN					
Test Machine: IDM							
Chamber: -							
Temperature measured by: -							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength: 34,6		MPa					
Young Modulus: 4240		MPa		(0-250 με)			
Strain at σ _{MAX} : 2,5		%					
Date: 19/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report			Specimen code: T1.02-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,031	3,171			
2	13,048	3,174			
3	13,070	3,214			
Mean Width:	13,05	Mean thickness:	3,19	Area:	41,58 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	32,1	MPa			
Young Modulus:	4418	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,3	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.03-CFPR		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,092	3,135			
2	13,100	3,123			
3	13,136	3,148			
Mean Width:	13,11	Mean thickness:	3,14	Area:	41,10 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	31,7	MPa			
Young Modulus:	4062	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,0	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.07-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,346	3,069			
2	13,351	3,038			
3	13,361	3,066			
Mean Width:	13,35	Mean thickness:	3,06	Area:	40,83 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	28,2	MPa			
Young Modulus:	4164	MPa	(0-250 µε)		
Strain at σ _{MAX} :	1,7	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
<p>Stress-Strain</p>					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.08-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,387	3,054			
2	13,381	3,025			
3	13,385	2,996			
Mean Width:	13,38	Mean thickness:	3,03	Area:	40,49 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	29,1	MPa			
Young Modulus:	3985	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,2	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

E.2.2 Provetes del tipus I (TT3)

Results Report				Specimen code: T1.09-CFRP		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		CFRP			Batch:		-
Head Treatment		TT3			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date:		13/06/2018		Technicians: DPH	
Tool used:		MICROMETER/02					
(mm)		Width		Thickness			
1		13,344		3,175			
2		13,429		3,150			
3		13,369		3,110			
Mean Width:		13,38		Mean thickness:		3,15	
				Area:		42,08 mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type:		Axial extensometer					
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):		2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-	
TEST DATA							
		Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell:		5 kN	
Test Machine:		IDM					
Chamber:		-					
Temperature measured by:		-					
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength:		26,8		MPa			
Young Modulus:		3756		MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0		%			
Date:		19/07/2018		Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report			Specimen code: T1.10-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
MICROMETER/02		MICROMETER/02		Technicians: DPH	
(mm)	Width	Thickness			
1	13,245	3,197			
2	13,274	3,128			
3	13,277	3,093			
Mean Width:		13,27	Mean thickness:	3,14	Area: 41,64 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):	2	
Resolution (mV/V):		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-	
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2	Load Cell:	5 kN	
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:		25,6	MPa		
Young Modulus:		3646	MPa	(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0	%		
Date:		19/07/2018	Technician:	DPH	
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.11-CFPR		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,293	3,166			
2	13,261	3,125			
3	13,277	3,102			
Mean Width:	13,28	Mean thickness:	3,13	Area:	41,57 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	28,7	MPa			
Young Modulus:	3928	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,2	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.12-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,270	3,142			
2	13,278	3,160			
3	13,199	3,213			
Mean Width:	13,25	Mean thickness:	3,17	Area:	42,02 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard:			YES	Specify:	-
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	27,6	MPa			
Young Modulus:	4069	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,1	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
<p>Stress-Strain</p>					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.13-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
Technicians:		DPH			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,396	3,197			
2	13,401	3,216			
3	13,386	3,248			
Mean Width:		13,39	Mean thickness:	3,22	Area: 43,13 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2
Resolution (mV/V):		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:		28,8	MPa		
Young Modulus:		4012	MPa	(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,0	%		
Date:		19/07/2018	Technician:		DPH
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

E.2.3 Provetes del tipus I (TT4)

Results Report				Specimen code: T1.14-CFRP		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		CFRP			Batch:		-
Head Treatment		TT4			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	13,298	3,262					
2	13,255	3,244					
3	13,314	3,241					
Mean Width: 13,29		Mean thickness: 3,25		Area: 43,18 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type: Axial extensometer							
Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2					
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -					
TEST DATA							
		Date: 19/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN					
Test Machine: IDM							
Chamber: -							
Temperature measured by: -							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength: 28,1		MPa					
Young Modulus: 3786		MPa		(0-250 με)			
Strain at σ _{MAX} : 2,1		%					
Date: 19/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report			Specimen code: T1.15-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
MICROMETER/02		MICROMETER/02		Technicians: DPH	
(mm)	Width	Thickness			
1	13,301	3,312			
2	13,337	3,239			
3	13,398	3,251			
Mean Width:		13,35	Mean thickness:	3,27	Area: 43,60 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):	2	
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-	
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2	Load Cell:	5 kN	
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:		27,8	MPa		
Young Modulus:		3783	MPa	(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :		2,2	%		
Date:		19/07/2018	Technician:	DPH	
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.16-CFPR		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,362	3,228			
2	13,341	3,200			
3	13,344	3,229			
Mean Width:	13,35	Mean thickness:	3,22	Area:	42,97 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	27,0	MPa			
Young Modulus:	3742	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	2,1	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.17-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:	CFRP			Batch:	-
Head Treatment	TT4			Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	12,857	2,877			
2	12,780	2,862			
3	13,007	2,865			
Mean Width:	12,88	Mean thickness:	2,87	Area:	36,94 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	28,2	MPa			
Young Modulus:	4096	MPa	(0-250 µε)		
Strain at σ _{MAX} :	1,4	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T1.18-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,356	3,063			
2	13,341	3,064			
3	13,341	3,089			
Mean Width:	13,35	Mean thickness:	3,07	Area:	41,00 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard:			YES	Specify:	-
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	27,7	MPa			
Young Modulus:	3977	MPa	(0-250 µε)		
Strain at σ _{MAX} :	2,1	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
<p>Stress-Strain</p>					
COMMENTS					

E.2.4 Provetes del tipus II (sense tractament)

Results Report				Specimen code: T2.01-CFRP		Page 1 of 1		
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018				
SPECIMEN MATERIAL								
Material Type: CFRP		Batch: -		Orientation: -				
Head Treatment: -								
SPECIMEN DIMENSIONS								
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH				
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02						
(mm)	Width	Thickness						
1	13,211	2,974						
2	13,077	2,948						
3	13,370	2,973						
Mean Width: 13,22		Mean thickness: 2,97		Area: 39,20 mm ²				
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -		
EXTENSOMETER								
Type: Axial extensometer		Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2				
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -						
TEST DATA								
		Date: 19/08/2017		Technicians: DPH				
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN						
Test Machine: IDM								
Chamber: -								
Temperature measured by: -								
TENSILE TEST RESULTS								
Result		Unit		Obs.				
Tensile strength: 8,8		MPa						
Young Modulus: 1164		MPa				(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} : 1,2		%						
Date: 19/07/2018		Technician: DPH						
Stress - Strain plot:								
COMMENTS								

Results Report			Specimen code: T2.02-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,154	2,958			
2	12,984	2,960			
3	12,891	3,027			
Mean Width:	13,01	Mean thickness:	2,98	Area:	38,79 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	10,6	MPa			
Young Modulus:	1235	MPa	(0-250 µε)		
Strain at σ _{MAX} :	1,5	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.05-CFPR		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	12,654	3,019			
2	12,459	2,998			
3	12,232	2,947			
Mean Width:	12,45	Mean thickness:	2,99	Area:	37,20 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	5,1	MPa			
Young Modulus:	910	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	0,7	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.06-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	12,365	2,976			
2	12,551	2,995			
3	12,481	2,965			
Mean Width:	12,47	Mean thickness:	2,98	Area:	37,13 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	7,8	MPa			
Young Modulus:	1022	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	1,3	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.11-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		-		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
Technicians:		DPH			
(mm)		Width		Thickness	
1		12,880		2,939	
2		12,900		2,912	
3		12,909		2,920	
Mean Width:		12,90		Mean thickness:	2,92
Area:		37,70 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm):	2
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell: 5 kN	
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:		-			
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:		4,6		MPa	
Young Modulus:		721		MPa	
Strain at σ _{MAX} :		0,9		%	
Date:		19/07/2018		Technician: DPH	
Stress - Strain plot:					
<p>Stress (MPa)</p> <p>Strain (mm/mm)</p> <p>Stress-Strain</p>					
COMMENTS					

E.2.5 Provetes del tipus II (TT3)

Results Report			Specimen code: T2.12-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02 MICROMETER/02				
(mm)	Width	Thickness			
1	13,499	3,120			
2	13,221	3,190			
3	13,362	3,090			
Mean Width:	13,36	Mean thickness:	3,13	Area:	41,86 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard:			YES	Specify:	-
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	5,1	MPa			
Young Modulus:	853	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	1,2	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
<p>Stress (MPa)</p> <p>Strain (mm/mm)</p>					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.15-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,499	2,859			
2	12,896	2,824			
3	13,003	2,824			
Mean Width:	13,13	Mean thickness:	2,84	Area:	37,24 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	5,2	MPa			
Young Modulus:	783	MPa	(0-250 µε)		
Strain at σ _{MAX} :	0,9	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
<p>Stress-Strain</p>					
COMMENTS					

Results Report		Specimen code: T2.16-CFPR		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch: -	
Head Treatment		TT3		Orientation: -	
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date: 13/06/2018	
(mm)		Width		Technicians: DPH	
		Thickness			
1		13,389		2,870	
2		13,214		2,845	
3		13,144		2,856	
Mean Width:		13,25		Mean thickness: 2,86	
		Area:		37,85 mm ²	
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350		Dimension (mm): 2	
Resolution (mV/V):		2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -	
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2		Load Cell: 5 kN	
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:		6,1		MPa	
Young Modulus:		884		MPa	
Strain at σ _{MAX} :		1,1		%	
Date:		19/07/2018		Technician: DPH	
Stress - Strain plot:					
<p>Stress-Strain</p>					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.17-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	12,857	2,877			
2	12,780	2,862			
3	13,007	2,865			
Mean Width:	12,88	Mean thickness:	2,87	Area:	36,94 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	7,9	MPa			
Young Modulus:	1021	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	1,3	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.18-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT3		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
Technicians:		DPH			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,148	2,835			
2	13,169	2,834			
3	13,230	2,826			
Mean Width:	13,18	Mean thickness:	2,83	Area:	37,33 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):		2
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):		-
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2	Load Cell:		5 kN
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:	6,7	MPa			
Young Modulus:	1048	MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :	0,9	%			
Date:	19/07/2018	Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

E.2.6 Provetes del tipus II (TT4)

Results Report				Specimen code: T2.19-CFRP		Page 1 of 1	
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018			
SPECIMEN MATERIAL							
Material Type:		CFRP			Batch:		-
Head Treatment		TT4			Orientation:		-
SPECIMEN DIMENSIONS							
		Date: 13/06/2018		Technicians: DPH			
Tool used: MICROMETER/02		MICROMETER/02					
(mm)	Width	Thickness					
1	12,769	2,925					
2	12,755	2,924					
3	12,868	2,990					
Mean Width: 12,80		Mean thickness: 2,95		Area: 37,71 mm ²			
Specimen reception conditions are according to the standard:				YES		Specify: -	
EXTENSOMETER							
Type: Axial extensometer		Resistance (Ω): 350		Dimension (mm): 2			
Resolution (mV/V): 2		Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C): -					
TEST DATA							
		Date: 19/08/2017		Technicians: DPH			
Speed (mm/min): 2		Load Cell: 5 kN					
Test Machine: IDM							
Chamber: -							
Temperature measured by: -							
TENSILE TEST RESULTS							
Result		Unit		Obs.			
Tensile strength: 6,6		MPa					
Young Modulus: 861		MPa		(0-250 με)			
Strain at σ _{MAX} : 1,3		%					
Date: 19/07/2018		Technician: DPH					
Stress - Strain plot:							
COMMENTS							

Results Report			Specimen code: T2.20-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
MICROMETER/02		MICROMETER/02		Technicians:	DPH
(mm)	Width	Thickness			
1	13,006	2,666			
2	13,030	2,638			
3	12,756	2,854			
Mean Width:		12,93	Mean thickness:	2,72	Area: 35,16 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):	2	
Resolution (mV/V)		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-	
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians:	DPH
Speed (mm/min):		2	Load Cell:	5 kN	
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:	8,1	MPa			
Young Modulus:	1133	MPa		(0-250 µε)	
Strain at σ _{MAX} :	1,1	%			
Date:	19/07/2018	Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.21-CFPR		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	12,807	2,946			
2	12,726	2,948			
3	12,590	2,972			
Mean Width:	12,71	Mean thickness:	2,96	Area:	37,56 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	5,8	MPa			
Young Modulus:	761	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	1,1	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.22-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
Tool used:		MICROMETER/02		Date:	13/06/2018
MICROMETER/02		MICROMETER/02		Technicians: DPH	
(mm)	Width	Thickness			
1	12,402	3,029			
2	12,533	2,977			
3	12,503	2,949			
Mean Width:		12,48	Mean thickness:	2,99	Area: 37,25 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:		Axial extensometer			
Resistance (Ω):		350	Dimension (mm):	2	
Resolution (mV/V):		2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-	
TEST DATA					
Date:		19/08/2017		Technicians: DPH	
Speed (mm/min):		2	Load Cell:	5 kN	
Test Machine:		IDM			
Chamber:		-			
Temperature measured by:					
TENSILE TEST RESULTS					
Result		Unit		Obs.	
Tensile strength:	5,8	MPa			
Young Modulus:	866	MPa		(0-250 με)	
Strain at σ _{MAX} :	1,1	%			
Date:	19/07/2018	Technician:		DPH	
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

Results Report			Specimen code: T2.23-CFRP		Page 1 of 1
Tensile test- ASTM D638-14		Validated by: DPH		Validation date: 28/07/2018	
SPECIMEN MATERIAL					
Material Type:		CFRP		Batch:	-
Head Treatment		TT4		Orientation:	-
SPECIMEN DIMENSIONS					
		Date:	13/06/2018		Technicians: DPH
Tool used:	MICROMETER/02	MICROMETER/02			
(mm)	Width	Thickness			
1	13,172	1,938			
2	13,248	1,995			
3	13,248	1,965			
Mean Width:	13,22	Mean thickness:	1,97	Area:	26,00 mm ²
Specimen reception conditions are according to the standard: YES Specify: -					
EXTENSOMETER					
Type:	Axial extensometer				
Resistance (Ω):	350	Dimension (mm):	2		
Resolution (mV/V)	2	Temp. Comp. (10 ⁻⁶ /°C):	-		
TEST DATA					
		Date:	19/08/2017		Technicians: DPH
Speed (mm/min):	2	Load Cell:	5 kN		
Test Machine:	IDM				
Chamber:	-				
Temperature measured by:	-				
TENSILE TEST RESULTS					
	Result	Unit	Obs.		
Tensile strength:	5,4	MPa			
Young Modulus:	904	MPa	(0-250 με)		
Strain at σ _{MAX} :	0,9	%			
Date:	19/07/2018	Technician:	DPH		
Stress - Strain plot:					
COMMENTS					

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.additive3d.com> (Consultat el 23 de maig de 2018)
- [2] <http://www.vexmatech.com> (Consultat el 26 de maig de 2018)
- [3] <https://www.addittech.com.au> (Consultat el 31 de maig de 2018)
- [4] <https://www.modulek.co.uk> (Consultat el 6 de juny de 2018)
- [5] <https://www.3dcreationlab.co.uk> (Consultat el 12 de juny de 2018)
- [6] <https://www.researchgate.net> (Consultat el 17 de juny de 2018)
- [7] <http://www.cadimensions.com> (Consultat el 21 de juny de 2018)
- [8] <https://www.aniwaa.com> (Consultat el 23 de juliol de 2018)
- [9] <http://www.fabricatingandmetalworking.com> (Consultat el 23 de juliol de 2018)
- [10] <http://www.todo-3d.com> (Consultat el 8 d'agost de 2018)
- [11] <https://www.printspace3d.com> (Consultat el 8 d'agost de 2018)