



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

**Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso
real de injeção de termoplásticos**

Mónica Brites Pereira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Abílio Manuel Pereira da Silva

Covilhã, Junho de 2018

Dedicatória

À minha família.

Agradecimentos

No decorrer de um trabalho final de curso é necessário aplicar conceitos apreendidos durante toda a formação, assim pretendo agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho, nomeadamente:

Ao professor Abílio Manuel Pereira da Silva por toda a ajuda, disponibilidade e sugestões de melhoria.

À minha colega de trabalho Sílvia Rosa por toda a paciência, conselhos e sábias sugestões.

A todos os meus amigos, especialmente amigos da Universidade da Beira Interior que sempre me ouviram, e apoiaram a nunca desistir dos meus objetivos.

A toda a minha família que sempre me incentivou a não desistir dos meus projetos e objetivos de vida.

E por fim à empresa *Frumolde Tooling*, que me disponibilizou toda a ajuda e informação necessária para que este trabalho se realizasse da melhor forma.

Resumo

A Indústria Portuguesa de Moldes tem vindo a crescer e a ganhar projeção internacional, impulsionada pela procura externa e motivada por uma relação qualidade / preço / prazos de entrega, muito competitiva. A fabricação de um molde é sempre um novo desafio, dadas as especificações de cada peça e à complexidade geométrica que normalmente apresentam. O processo de injeção de plásticos é comum em diversos setores de atividade, mas é na indústria automóvel que as técnicas e as tolerâncias são mais exigentes, com principal destaque para componentes de motores e componentes eletrónicos.

Neste trabalho descreve-se a rota de fabricação por injeção de uma peça plástica, componente de encaixe para uma tomada elétrica, segundo os requisitos e especificações técnicas (tolerâncias dimensionais) impostas pelo cliente. Desde à análise de um artigo (conceito virtual), o seu estudo reológico, planeamento e elaboração do projeto do molde, escolha dos materiais, acabamento e controlo de qualidade, identificando defeitos e propondo medidas de correção, tendo em consideração os fatores que contribuem de forma ativa para a obtenção das peças projetadas, com a máxima qualidade e rigor exigidos.

Através do *software* de simulação 3D: “*Moldex3D (Plastic Injection Molding Simulation)*” procedeu-se a uma análise detalhada da peça plástica, antevendo problemas e propondo correções ao projeto do molde. Consequentemente são também abordados conceitos gerais como a classificação dos termoplásticos, o artigo, o molde, a peça plástica e o estudo reológico, centrando-se finalmente pela discussão do caso de estudo, descrevendo metodologias e propondo melhorias.

Palavras-chave

- Fabrico por injeção (de plástico)
- Termoplásticos
- Defeitos de fabrico
- Simulação da reologia
- Indústria automóvel
- Artigo e molde

Abstract

The Portuguese Mold Industry has been growing and gaining international exposure, driven by external demand and motivated by a very competitive quality / price / delivery time relationship. The manufacturing of a template is always a new challenge, given as specifications of each piece and once every time. Philips' Ingersoll process is an active industry, but the industry is as specialized as the tolerances are more demanding, especially the components of motors and electronic components.

This work describes the route of manufacturing by injection of a plastic part, fitting component for an electrical outlet, according to the requirements and technical specifications (dimensional tolerances) imposed by the customer. From the analysis of an article (virtual concept), its rheological study, planning and elaboration of the mold design, choice of materials, finishing and quality control, identifying defects and proposing corrective measures, taking into account the contributing factors of an active way to obtain the projected parts, with the highest quality and rigor required.

Through the 3D simulation software "Moldex3D (Plastic Injection Molding Simulation)" a detailed analysis of the plastic part was done, anticipating problems and proposing corrections to the design of the mold. Consequently, general concepts such as the classification of thermoplastics, article, mold, plastic and rheological study are also addressed, focusing finally on the discussion of the case study, describing methodologies and proposing improvements.

KeyWords

- Injection molding (plastic)
- Thermoplastics
- Manufacturing defects
- Rheology simulation
- Automotive industry
- Article and mold

Índice

Capítulo1- Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Enquadramento	2
1.3 Objetivos	5
1.4 Metodologia	5
1.5 Organização do documento	7
Capítulo2- Referencial Teórico	9
2.1 Reologia de polímeros	9
2.1.1 Introdução à reologia de polímeros	9
2.1.2 Termoplásticos e a sua utilização na indústria	11
2.2 Artigo, molde, peça plástica	12
2.2.1 Definições e conceitos fundamentais	12
2.3 Moldes para injeção de plástico	13
2.3.1 Tipos de moldes de injeção de plástico	13
2.3.2 Processo de desenvolvimento de um molde	17
2.3.3 Moldação por injeção de termoplásticos	20
2.3.3.1 O processo	21
2.3.3.2 O ciclo de moldação	22
2.3.3.3 A máquina de injetar	23
2.3.3.4 Variáveis e parâmetros do processo	25
2.3.3.5 Fase de injeção de plástico	27
2.3.3.6 Fluxo do polímero durante a fase de enchimento	28
2.3.4 Termoplásticos para moldação por injeção	29
2.3.4.1 Propriedades dos materiais	29
2.3.4.2 Termoplásticos mais comuns no setor dos moldes	30
2.4 Defeitos em peças plásticas e as suas relações de causa/efeito	34
2.4.1 “Rechupes”	34
2.4.2 Queimados	35
2.4.3 Enchimento incompleto/Peças curtas	36
2.4.4 Linhas de união	37

2.4.5. Rebarbas	37
2.4.6. Bolhas de ar	38
2.4.7. Fissuras	39
2.4.8. Marcas do fluxo (<i>Jetting</i>)	39
2.4.9. Deformação/Empenos	40
2.4.10. Delaminação	41
2.5 Engenharia Inversa	42
2.5.1 Conceito de Engenharia Inversa na indústria dos moldes	42
2.5.2 Etapas da Engenharia Inversa	42
2.5.3 Engenharia Inversa aplicada à indústria	43
Capítulo3- Análise de um caso de estudo	44
3.1 Estudo reológico	44
3.1.1 Enquadramento e aplicabilidade do artigo	47
3.1.2 Estudo reológico com o <i>software Moldex3D</i>	48
3.1.3 Fase de desenvolvimento do molde e a sua conceção	52
3.2 Fabrico da peça	66
3.2.1 Fase de injeção de plástico- Teste ao molde	66
3.2.2 Análise da peça plástica- Relatórios de teste	68
Capítulo4- Discussão de resultados	72
4.1 Apresentação de resultados	72
4.2 Comparação com outros trabalhos	75
4.3 Propostas de melhoria	79
Capítulo5- Considerações finais	81
5.1 Conclusão	81
5.2 Propostas de trabalhos futuros	82
Referências bibliográficas	84
Anexos	90
Anexo 1 - Especificações do molde	
Anexo 2 - 2D de artigo	
Anexo 3- Ficha de material	
Anexo 4- Relatório de teste nº1	
Anexo 5- Relatório de empenos	
Anexo 6- Relatório de teste nº2	

Anexo 7- Relatório empresa teste nº1

Anexo 8- Relatório empresa teste nº2

Anexo 9- *DFM-Moldflow* da peça

Anexo 10- Lista de materiais do molde

Anexo 11- DIN ISO4288

Anexo 12- Planta da máquina de injeção do cliente

Anexo 13- Normas do cliente (*CONTINENTAL*)

Anexo 14- Normas do cliente (*BEBUSCH*)

Anexo 15- Normas *Frumolde Tooling*

Anexo 16- Relatório dimensional do cliente

Anexo 17- Manual de utilização do software *Moldex3D*

Lista de Figuras

Figura 1. Exportação, importação e volume de vendas	2
Figura 2. Produção versus exportação	3
Figura 3. Principais indústrias servidas pelo setor de moldes	4
Figura 4. Fluxograma da metodologia inicial da produção na empresa <i>Frumolde Tooling</i>	6
Figura 5. Processo simplificado por imagens: a) artigo; b) molde; c) pela plástica	12
Figura 6. Representação esquemática de um molde de injeção	13
Figura 7. Tipos de bicos/ataques mais comuns	14
Figura 8. Constituição de um sistema de injeção. a) “Sistema de injeção” resultante na peça plástica. b) Sistema geral de um sistema de injeção	15
Figura 9. Molde e os seus componentes gerais	17
Figura 10. Molde com o sistema de extração	18
Figura 11. Molde com os canais de injeção e de refrigeração	19
Figura 12. Constituição de um molde de duas cavidades. a) Molde fechado com todos os seus componentes. b) Componentes do molde em vista explodida	20
Figura 13. Sequência do processo de transformação de termoplásticos	21
Figura 14. Ciclo de moldação por injeção	22
Figura 15. Máquina de injeção de parafuso sem fim	24
Figura 16. Principais unidades da máquina de injeção	24
Figura 17. Fases do enchimento na cavidade do molde (enchimento, pressurização e compensação)	28
Figura 18. Solidificação das “paredes” do polímero aquando do contacto com o molde	28
Figura 19. a), b) e c) Exemplos de peças plásticas com marcas de “Rechupes”	34
Figura 20. a) e b) Marcas de queimados nas peças plásticas	35
Figura 21. a) e b) Exemplos de canais de ventilação	35
Figura 22. Diferença de enchimento entre peça completa e curta. a) peça incompleta b) peça completa	36
Figura 23. Peça com zona incompleta	36
Figura 24. a) e b) Linhas de união do material plástico	37
Figura 25. a) e b) Zonas de rebarbas em peças plásticas	38
Figura 26. a) e b) Zonas de aparecimento de bolhas de ar	38
Figura 27. a) e b) Zonas de aparecimento de fissuras	39
Figura 28. a) e b) Zonas de turbulência de material	40
Figura 29. Deformação e empeno em peças plásticas diferentes. a) Zona deformada. b) Deformação total peça	40
Figura 30. Diferença de espessuras causam a deformação. a) Zona com menor espessura de matéria. b) Zona com maior espessura já causa deformação	41
Figura 31. a) e b) Separação das camadas individuais de plástico em peças diferentes	41

Figura 32. Etapas da engenharia inversa. a) Peça física digitalizada. b) Modelagem 3D. c) Projeto para produção	42
Figura 33. Metodologia da Engenharia Inversa na indústria	43
Figura 34. Primeiro estudo reológico solicitado pelo cliente com o sistema de injeção requerido	44
Figura 35. Zonas a vermelho corresponde ao valor de maior deformação 1,4mm	45
Figura 36. Análise e simulação da peça com <i>ribs</i> de reforço e sem os <i>ribs</i> “ <i>honeycombs</i> ”; a) Artigo com <i>ribs</i> de reforço à volta da peça. b) Simulação do artigo sem <i>honeycombs</i>	45
Figura 37. Fim do enchimento e localização do bico de injeção conforme as exigências do cliente. a) Linhas de união de material e fim de enchimento. b) Localização atual do bico de injeção	46
Figura 38. Ficheiro de artigo “ <i>HLI4 11K Plastic Cover</i> ” original do cliente. a) Vista superior. b) Vista inferior	47
Figura 39. Ficheiro 2D de artigo do cliente com várias vistas e detalhes de cortes da peça com dimensões e tolerâncias - no canto superior direito estão as exigências normativas	48
Figura 40. Preparação do artigo a nível de correção de erros (<i>Moldex3D CADdoctor</i>)	49
Figura 41. Artigo com o sistema de injeção construído na cavidade (<i>Moldex3D Designer</i>). a) Artigo com sistema injeção vista de frente. b) Artigo com sistema de injeção vista de trás	49
Figura 42. Artigo com os circuitos de água construídos em perspetiva ((simetria do <i>layout de simulação</i>) <i>Moldex3D Designer</i>). a) Vista de lado. b) Vista em perspetiva	49
Figura 43. Malha do artigo gerada na cavidade e no sistema de injeção (<i>Moldex3D Designer</i>). a) Malha criada na cavidade com sistema de injeção. b) Corte na malha, da cavidade com o sistema de injeção. c) Corte na malha do artigo no local do conector	50
Figura 44. <i>Layout</i> da cavidade para início da simulação de enchimento no <i>Moldex3D</i> . a) <i>Layout</i> vista de frente. b) <i>Layout</i> vista de trás	51
Figura 45. Sobreposição do artigo original do cliente e do artigo deformado, ficheiro resultante e final do <i>Moldflow</i> dando origem ao desenvolvimento e conceção do molde. a) Vista superior. b) Vista inferior	52
Figura 46. 3D final com simulação do molde nas colunas da máquina de injeção. a) Vista do molde do lado do operador. b) Vista do molde do lado oposto ao operador	54
Figura 47. Fluxograma de produção do molde (<i>Frumolde Tooling</i>)	56
Figura 48. Maquinação das chapas de encastramento das buchas e cavidade na CNC. a) Receção do aço <i>Hasco standard</i> . b) CNC de 3 eixos - desbastes. c) Estrutura do molde com furações e fixações. d) Desbaste da chapa de encastramento na CNC. e) Calibração da chapa de encastramento com um comparador. f) Chapa de encastramento com furações e desbaste maquinados	57
Figura 49. CNC 5 eixos HSC (30000 rpm’s)	58
Figura 50. Cavidades e Buchas maquinadas na máquina CNC. a) Bucha maquinada (frente). b) Bucha maquinada (lado). c) Cavidade maquinada (frente). d) Cavidade maquinada (lado)	58
Figura 51. Erosão de penetração (com troca automática de 36 elétrodos)	59

Figura 52. Processo simplificado de electro erosão	60
Figura 53. Estrutura do molde final com todas as furações realizadas	60
Figura 54. Buchas e Cavidades após fase 2 do tratamento de superfície. a) Cavidades após o tratamento de superfície. b) Buchas após tratamento de superfície	61
Figura 55. Postiços das zonas “moldantes” junto com desenhos 2D respetivos, para maquinação e erosão. a) Postiços das zonas “moldantes”, cada postiço com a sua respetiva folha de desenho 2D. b) Outros postiços das zonas “moldantes”, cada postiço com a sua respetiva folha de desenho 2D	61
Figura 56. Alimentação automática do fio de erosão	62
Figura 57. Máquina de erosão a fio EDM	62
Figura 58. Componentes finais do molde para procedimento de “assemblagem”. a) CNC - Maquinações finais. b) EDM - erosão a fio acabamentos finais. c) Bucha para acabamento final por erosão a fio fixa por grampos. d) Componentes para acabamentos a erosão a fio. e) Estrutura final - após furações finais. f) Estrutura completa final após furações finais	63
Figura 59. Componentes do molde reunidos no departamento da bancada, para a devida montagem e “assemblagem”. a) Montagem do lado da extração. b) Montagem dos postiços em AMPCO nas buchas. c) Montagem dos movimentos-balancés. d) Estrutura para montagem	64
Figura 60. Molde montado pronto para 1ºteste (vista de frente)	65
Figura 61. Chapa da cinemática do molde	65
Figura 62. Máquina de injeção <i>Negri Bossi</i> de 210 ton	67
Figura 63. Molde montado na máquina de injeção de plástico. a) Molde visto do lado do operador. b) Molde visto do lado oposto ao operador. c) Lado da extração (bucha). d) Lado da injeção (cavidade)	67
Figura 64. Molde na máquina de injeção prestes a realizar o teste (vista lado do operador)	68
Figura 65. a), b), c) e d) relatório de teste nº1, com todos os pontos e defeitos analisados na peça	69
Figura 66. a) Bico “tradicional” (quente) b) Bico “ <i>Valve Gate</i> ”	70
Figura 67. Relatório (complementar) nº2	71
Figura 68. Amostra plástica real com valor aproximado de deformação de 0,19mm	72
Figura 69. Comparação entre ficheiros 3D original (cor verde) e deformado resultante da simulação (cor vermelho)	72
Figura 70. Zonas a vermelho, localização dos 4 postiços de correção	73
Figura 71. Peça e gabarito feito á medida para controlo dimensional. a) Artigo 3D fixado no gabarito b) 3D do gabarito de medição para controlo dimensional	74
Figura 72. Peça plástica real fixada no gabarito. a) Gabarito de medição construído em alumínio; b) amostra plástica real fixada no gabarito; c) Fixação das extremidades da amostra plástica no gabarito	74
Figura 73. Peça plástica em PEEK	75
Figura 74. Molde injetado com PEEK. a) Lado Injeção molde injetado em PEEK. b) Lado Extração molde injetado em PEEK. c) Ligações a óleo á máquina injeção	76

Figura 75. Montagem da peça no aro, rejeição com folga de 0,03 mm	76
Figura 76. Peça plástica com deformação e os seus parâmetros de injeção. a) Deformação da peça. b) Parâmetros injeção utilizados	77
Figura 77. Peças sem empeno. a) Peça plástica aprovada. b) Parâmetros injeção utilizados	77
Figura 78. Peça plástica injetada em <i>PBT Pocan DP-CF2200</i>	78
Figura 79. Peça plástica sem deformação. a) Vista lateral. b) Peça plástica sem deformação paralelismo	79
Figura 80. Diagrama de processo contradeformação - artigo "HLI4 11K PLASTIC COVER"	79
Figura 81. Diagrama de processo contradeformação - artigo "ESAM TROLLEY"	80
Figura 82. Peça e o 2D de artigo com as tolerâncias. a) 3D artigo," ESAM TROLLEY". b) Artigo 2D deformação prevista entre 1 e 2mm	80
Figura 83. Valores de contração obtidos durante a simulação reológica (escala em mm de cores identificando as diferentes zonas de contração)	82
Figura 84. Simulação reológica-deformação nos eixos x e Z	83

Lista de Tabelas

Tabela 1- Polímeros no nosso cotidiano	11
Tabela 2- Fases do ciclo de moldação	23
Tabela 3- Variáveis e parâmetros de injeção	25
Tabela 4- Classificação dos termoplásticos de acordo com a sua estrutura e importância comercial	31
Tabela 5- Principais termoplásticos usados em engenharia e as suas propriedades	33
Tabela 6- Especificações do cliente	53

Lista de Acrónimos

ABS	<i>Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno</i>
CAD	<i>Computer-Aided-Design</i>
CAM	<i>Computer-Aided-Manufacturing</i>
CAE	<i>Computer-Aided-Engineering</i>
CEFAMOL	Associação Nacional da Indústria de Moldes
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
DE	Departamento de Erosão
DFM	<i>Design for Manufacturing</i>
DP	Departamento da Produção
EDM	<i>Electrical Discharge Machining</i>
EI	Engenharia Inversa
PA-6	Poliamida
PC	Policarbonato
PET	Polietileno tereftalato
PEEK	<i>PolyEtherEtherKetone</i>
POM	Polióxido de Metileno
PBT	Polibutileno Tereftalato
PME	Pequenas e Médias Empresas
PPO	Polióxido de Fenileno
PR	<i>Progress Report</i>
PVC	<i>Policloreto de Vinila</i>
RT	Relatório de Testes
SAN	Estireno Acrilonitrilo
SPE	<i>Society of Plastics Engineers</i>
SPI	<i>Society of Plastic Industry</i>
UBI	Universidade da Beira Interior

Capítulo 1- Introdução

1.1 Motivação

Segundo a CEFAMOL- Associação Nacional da Indústria de Moldes, que publica anualmente informações e estatísticas de análise à constante mutação do setor, a indústria portuguesa de moldes tem vindo a crescer de forma significativa e a consolidar a sua notoriedade no mercado internacional, tanto pelas competências como pela capacidade produtiva que oferece aos seus clientes [1].

Atualmente, o setor de moldes em Portugal possui 515 empresas (pequenas e médias empresas, PME), dedicadas a conceção, desenvolvimento e fabrico de moldes e ferramentas especiais. Este sector emprega aproximadamente 10460 trabalhadores, com uma distribuição geográfica centrada principalmente nas regiões da Marinha Grande e Oliveira de Azeméis. Portugal encontra-se assim entre os *“principais fabricantes de moldes a nível mundial, nomeadamente, na área da injeção de plásticos (8º no mundo, 3ª na Europa), exportando mais de 85% da produção total. Em 2017, a exportação atingiu um valor recorde superior a 675 milhões de euros, o melhor ano de sempre da indústria”* [1].

Neste contexto, este trabalho reporta a um sector industrial de elevado interesse estratégico para o país e é reforçado pelo interesse da autora na aquisição e consolidação de competências em contexto empresarial, aumentando, deste modo, a sua capacidade de resposta em situações laborais caracterizadas por um nível de elevado *stress* e responsabilidade que considera serem uma mais-valia tanto a nível profissional como a nível de desenvolvimento pessoal.

Esta dissertação explora o desenvolvimento de todas as fases de um caso de estudo real, desde o projeto requerido pelo cliente, maquinaria e medição de uma ferramenta moldante e dos seus constituintes. Assim, para o desenvolvimento desta dissertação, tomou-se como principal desafio a análise e melhoria de um molde existente na empresa: *“FRU2249 TOP561”*. Numa primeira parte teórica, analisa-se de uma forma geral, os moldes de injeção, o processo e os componentes envolvidos, desde a matéria-prima até à obtenção da peça final, passando pelo carácter reológico do polímero termoplástico, especificidades do molde (zonas de injeção, acabamento, etc); A segunda parte (*“prática”* - fundamentada na análise experimental) baseia-se na análise de um caso de estudo do projeto, fabrico e ensaio de um molde de injeção de um termoplástico para um componente para a indústria automóvel.

Serão apresentadas ainda metodologias corretas para a abordagem do projeto, desenvolvimento e aplicação em contexto real, também serão avaliados os impactos resultantes no ciclo de injeção do molde do caso de estudo, com o objetivo final de otimização do processo de moldação. É ainda proposto em estudo prévio do molde, no qual além de ser exposto um levantamento das metodologias projetais adequadas ao projeto e

desenvolvimento de moldes, são também apresentados diversos parâmetros possíveis de aperfeiçoamento, estando estes mais relacionados com o processo de arrefecimento da moldação. Das três fases pertencentes a um ciclo (enchimento, compactação e arrefecimento), a fase de arrefecimento é aquela que corresponde a um maior período: -60% do tempo do ciclo, interferindo, como consequência, mais significativamente na qualidade final da peça.

Em suma, pretende-se com esta dissertação, contribuir para o aperfeiçoamento dos níveis de competitividade da empresa desenvolvendo metodologias de trabalho e de auxílio quer à conceção e projeto de ferramentas moldantes como ao fabrico das mesmas tirando partido das valências existentes no setor da produção e maquinaria.

1.2 Enquadramento

A indústria dos moldes de injeção de plásticos é uma atividade com muita “tradição” em Portugal sendo um dos pilares da indústria metalomecânica nacional. “É um setor inovador e de alta intensidade tecnológica que exporta a grande maioria da sua produção, tendo em 2017, como principais mercados, a Espanha, Alemanha, França, República Checa, Polónia, EUA e México” [1].

Na figura 1 observa-se a evolução da vocação exportadora do setor. O saldo da “balança comercial” regista uma progressiva tendência de crescimento, tendo passado de 248 milhões de euros em 2010, para 445 milhões de euros em 2017.

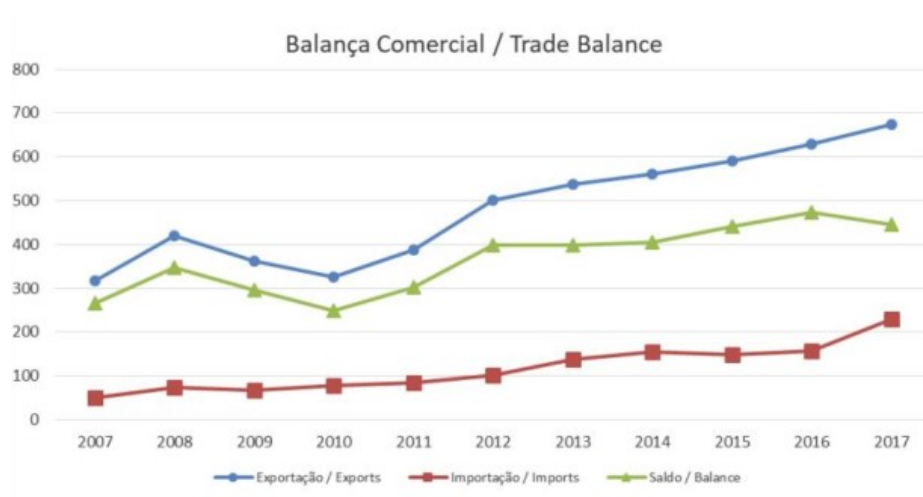


Figura 1. Exportação, importação e volume de vendas. [1]

Na figura 2 observa-se a evolução da produção com a exportação para a indústria dos moldes. Podemos reparar que apesar da tendência crescente nos últimos anos os clientes nacionais estão a aumentar. Podemos reparar na imagem seguinte que existe um crescimento positivo a

partir de 2010 até 2017. A produção do setor dos moldes foi aumentando, mas também foi exportando mais de metade dessa mesma produção de ano para ano.

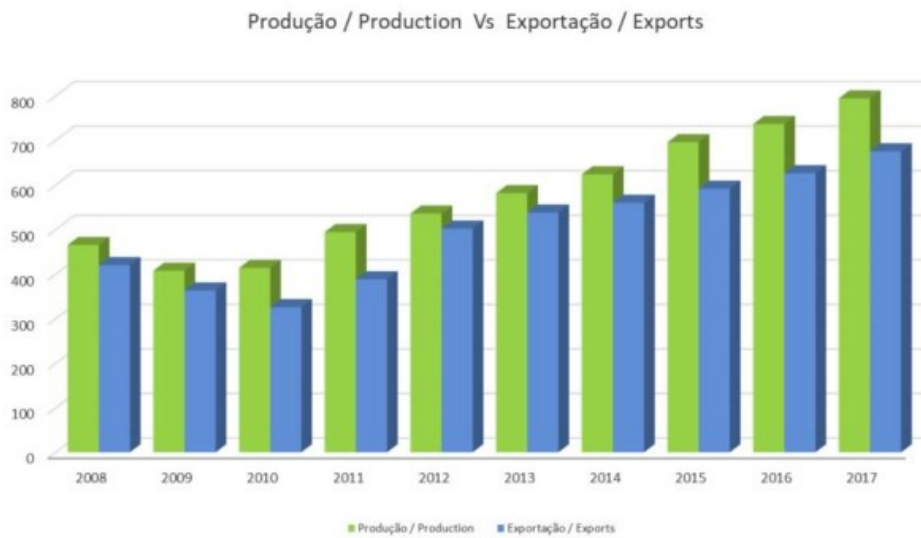


Figura 2. Produção versus exportação. [1]

A empresa “Frumolde Tooling” é uma empresa de produção de moldes de injeção, situada na Martingança, concelho de Leiria, e iniciou a sua atividade em 1990. Possui cerca de 50 colaboradores especializados, que coordenam e supervisionam a construção dos moldes passo a passo até à aprovação final por parte do cliente. Com um volume de 4.8 milhões/ano, a *Frumolde Tooling*, tem como principais clientes: *Braun, Audi, Mercedes-Benz, Volkswagen, BMW, Bosch*, entre outros.

Na figura 3 apresentam-se os principais setores servidos pela indústria dos moldes, dentro dos quais podemos referir a indústria automóvel como sendo o setor nº1 na indústria dos moldes, contando com 82% do mercado, em 2º lugar temos o setor das embalagens plásticas com 8% e por último, mas sempre a inovar temos os dispositivos médicos com 1% do mercado.

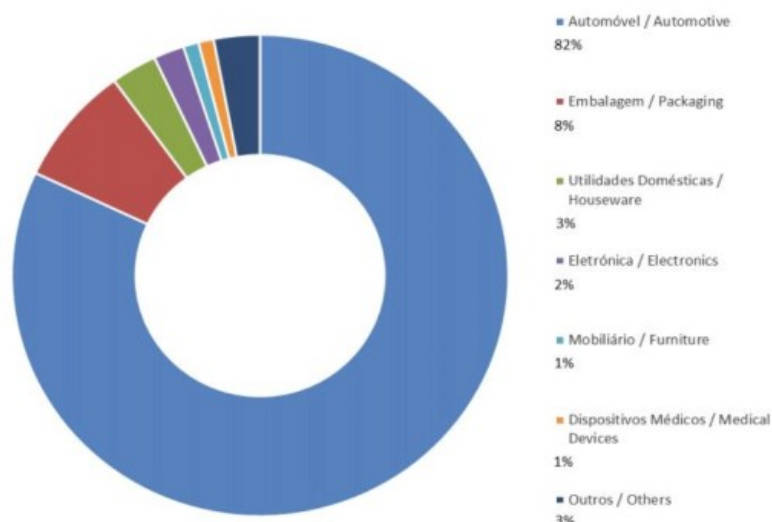


Figura 3. Principais indústrias servidas pelo setor de moldes. [1]

Sendo a indústria automóvel e a dos eletrodomésticos que mais se destacam de hoje em dia em que a exigência em termos de qualidade e produtividade no sector da produção metalomecânica, tendo sido perscrutora no desenvolvimento e introdução de inúmeras tecnologias de produção e sistemas de gestão.

Devido às propriedades dos polímeros e pela facilidade do processo fabríco por injeção, é possível otimizar permanentemente os parâmetros destes materiais e o processo de fabríco, por forma a obter cada vez mais peças de geometria complexa: superfícies lisas, com brilho ou texturadas, isentas de marcas ou sinais de linhas de junção, espessuras cada vez menores e componentes com relação entre área total e espessura, cada vez mais elevada. Tais fatores condicionam fortemente o processo de fabríco por injeção, devido à tendência natural que as peças plásticas têm de se deformar durante o processo de solidificação.

Com a sofisticação dos meios informáticos ligadas ao desenho, à construção e simulação do processo de enchimento e solidificação, os desafios têm aumentando, requerendo maior formação dos projetistas e dos fabricantes de moldes. Assim, os processos empíricos de tentativa e erro comuns num passado recente foram substituídos por processos informáticos de simulação, os quais permitem uma maior aproximação à solução ideal, ainda na fase de projeto.

Neste contexto surgiu a necessidade de projetar um molde para uma peça de geometria complexa, á qual necessitará de estudos exaustivos no sentido de se obter a qualidade pretendida pelo cliente. A geometria da peça, por si só, é indicativa de que, se não forem acautelados um número vasto de parâmetros na fase de projeto, poderão resultar importantes problemas de qualidade, tais como defeitos de enchimento e deformação da peça durante a solidificação. Para além disso, a própria geometria implica desde logo o uso de diversas metodologias de abordagem ao projeto, permitindo assim que a forma requerida pelo cliente possa ser efetivamente cumprida.

1.3. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral permitir à autora o acompanhamento de um projeto real desde a receção da encomenda do cliente até ao fabrico de uma peça por injeção de termoplástico.

Os objetivos específicos consequentes da análise teórica da simulação reológica, desenvolvimento do molde, fabrico e teste preliminar de uma peça pelo processo de injeção de um termoplástico, para a indústria automóvel (componente para a parte elétrica), são:

- Estudar a reologia do artigo, através de simulação, e identificar pontos de deformação fora dos parâmetros de controlo;
- Projetar o molde de acordo com as normas externas e internas, ou seja, do cliente/*Frumolde*;
- Acompanhar o fabrico do molde, estrutura, bucha, cavidade;
- Realizar os ensaios preliminares de injeção de plástico;
- Analisar os defeitos ocorrentes da peça e do molde.

Do ponto de vista do projeto é fundamental que a metodologia implementada cumpra os seguintes requisitos:

- Assegurar eficazmente as dimensões requeridas para a peça;
- Assegurar os altos índices de qualidade requeridos à superfície da peça;
- Minimizar o impacto das linhas de junção do plástico (caso o molde seja provido de vários canais de alimentação);
- Minimizar o tempo de ciclo de injeção do produto;
- Assegurar a possibilidade de utilização do molde em determinadas máquinas de injeção, através de um correto dimensionamento das suas placas-base;
- Cumprir todos os outros requisitos especificados pelo cliente final;
- Otimizar o molde em termos de funcionamento;
- Maximizar o tempo de vida do molde e minimizar as sempre necessárias intervenções de manutenção.

1.4 Metodologia

Para alcançar os objetivos é fundamental adotar uma metodologia de análise correta, passando por todo o processo preliminar de desenho do molde para proceder à fabricação da peça. Após a elaboração do desenho preliminar, é efetuada uma análise e verificação do projeto sendo este enviado para o cliente para ser aprovado e ou fazer alterações caso necessário. Caso o desenho preliminar seja aprovado, elabora-se os desenhos finais (desenhos técnicos de execução dos elementos que compõem o molde, acessórios e desenhos de montagem), e é feita uma análise conjunta entre os Departamentos de Projeto e da Produção, no sentido de verificar os aspetos funcionais e críticos do molde, a garantia o

cumprimento das especificações, as simplificações possíveis do molde. Antes de se proceder ao envio do desenho do molde para o cliente, o projeto é validado através de uma lista de inspeção final.

Estas fases podem ser mais simplificadas e descritas como:

- Selecionar os materiais para as diferentes zonas do molde;
- Desenhar o molde, com o correspondente estudo dos movimentos da fase de construção e da fase de maquinação necessários;
- Estudar o arrefecimento através de ferramentas informáticas adequadas para o efeito;
- Estudar, selecionar e otimizar todos os componentes normalizados para o molde;
- Estudar o respetivo processo de montagem, aquando do desenvolvimento do projeto;
- Verificar o seu funcionamento;
- Efetuar as correções finais.

Pelo fluxograma seguinte (Figura 4), desenvolvido pela empresa, pode constatar-se mais especificamente a metodologia correta implementada.

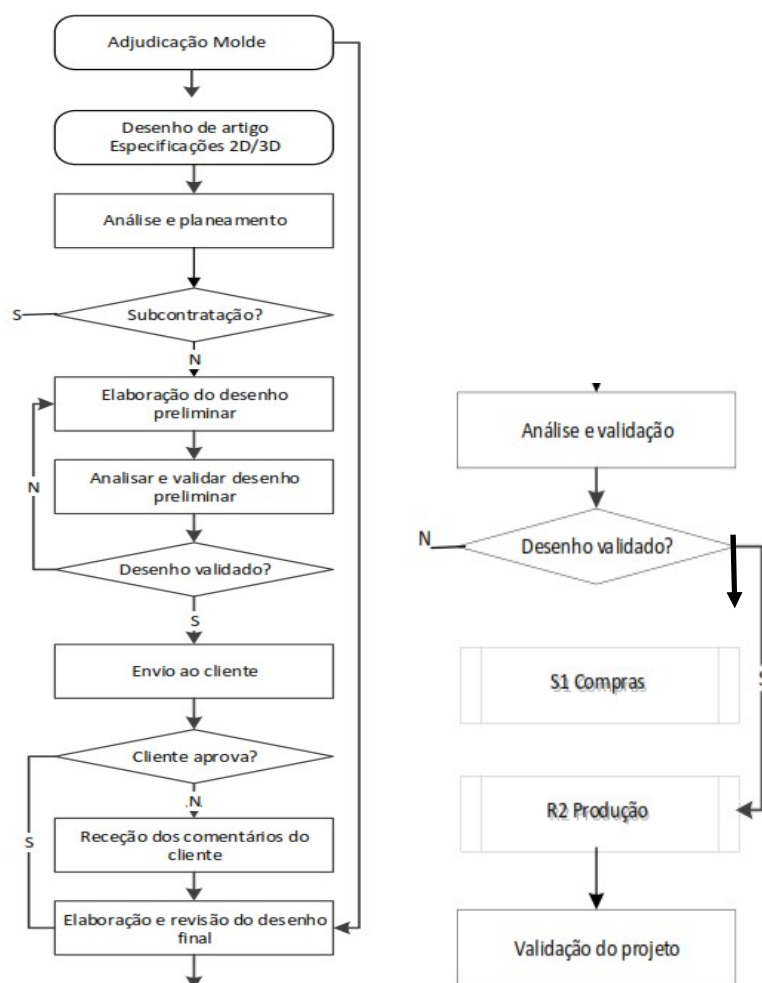


Figura 4. Fluxograma da metodologia inicial da produção na empresa *Frumolde Tooling*.

Tendo em vista a concretização dos objetivos a elaboração da presente dissertação seguiu a metodologia que se descreve seguidamente:

- Análise das especificações do cliente;
- Pesquisa bibliográfica sobre o projeto e dimensionamento de moldes para a injeção de termoplásticos;
- Pesquisa de componentes normalizados para a correspondente satisfação dos requisitos exigidos pelo molde, através da consulta *online* e em catálogos;
- Realização do anteprojecto para validação prévia;
- Estudo do fluxo de material dentro do molde e correspondente solidificação;
- Estudo dos canais de arrefecimento necessários;
- Seleção dos materiais para as diferentes zonas do molde;
- Estudo das placas de fixação do molde à máquina de injeção;
- Realização do projeto final do molde;
- Estudo do processo de produção e montagem do molde;
- Realização dos testes de injeção e verificação de possíveis melhorias a implementar;
- Implementação das correções necessárias;
- Validação final do correto funcionamento do molde;
- Redação da presente dissertação.

1.5 Organização do documento

A estrutura deste trabalho está assente essencialmente em duas partes: uma introdução teórica inicial, onde se pretende enquadrar o leitor com os temas envolvidos nesta dissertação, passando em “revista” os desenvolvimentos técnicos e científicos descritos na literatura que foram publicados em livros e revistas científicas dedicados ao tema; e uma segunda parte com o Desenvolvimento do trabalho prático propriamente dito, com referência aos projetos desenvolvidos, soluções encontradas, assim como o tratamento e análise crítica dos resultados obtidos.

No capítulo 1 correspondente à introdução, podemos encontrar a motivação, o enquadramento do tema, os objetivos do trabalho, uma descrição da metodologia, e toda a organização por capítulos.

No capítulo 2 é o referencial teórico do trabalho, onde se encontra o enquadramento da matéria teórica necessária para o leitor compreender o caso de estudo. São abordados temas como a reologia, os termoplásticos, introduz-se conceitos fundamentais e definições de termos comuns no setor dos moldes de injeção, assim como no processo do seu desenvolvimento. Apresenta-se a máquina de injetar, os seus parâmetros e os defeitos mais comuns em peças plásticas realizadas por moldação por injeção. Finalmente, introduz-se a noção de engenharia inversa e da sua importância no desenvolvimento de uma peça em termoplástico através de injeção.

No capítulo 3 faz-se a descrição e a análise de um caso real, são referidos fatores como o estudo reológico com o *software* de simulação da injeção da peça *Moldex3D*, o seu enquadramento e aplicabilidade, o fabrico do molde e o fabrico da peça, desde a fase de injeção de plástico à análise geral dos problemas e às medidas corretivas á conceção do molde e por consequência da peça.

O capítulo 4 dedica-se à discussão de resultados. São apresentados resultados do caso de estudo e são apresentadas propostas de melhoria para que se possa realizar o trabalho de uma forma otimizada e produtiva. É realizada também uma análise comparativa com outros trabalhos prévios da *Frumolde*.

Por fim, no capítulo 5 apresenta-se as considerações finais e um breve parágrafo dos objetivos iniciais. As principais conclusões do trabalho em si são sistematizadas, desde a deformação do artigo nas simulações iniciais até aos testes de produção da peça final. O resultado do procedimento experimental, o processo de estudo reológico e a sua complexidade, são relacionados com as condições otimizadas de produção da peça final.

Capítulo2- Referencial teórico

Neste capítulo apresenta-se uma análise da literatura introduzindo conceitos fundamentais para a percepção do caso de estudo. Descrevem-se as principais matérias-primas usadas na indústria dos moldes de “plástico”, o processo de moldes por injeção, principais dificuldades e defeitos mais frequentes.

2.1 Reologia de polímeros

2.1.1 Introdução à reologia de polímeros

A palavra reologia deriva do grego “rheo”= deformação ou fluxo, “logia”= ciência ou estudo, ou seja, o estudo do fluxo de um material. [2] Pode ser definida também pela disciplina que estuda como os materiais se deformam em resposta a uma força. Ou seja, o material flui em diferentes extensões dependendo da força que lhe é aplicada, em que direção se desloca e por quanto tempo. [3]

A reologia pode ser aplicada tanto em sistemas sólidos, líquidos quanto gasosos. É a ciência que estuda a deformação de um material em resposta a uma força sobre o qual parâmetros como a viscosidade e a deformação fazem parte. A deformação de um material depende da força que lhe é aplicada, em que direção/sentido e por quanto tempo. Para materiais mais complexos, o objetivo da reologia é fornecer parâmetros quantitativos que definam como um material se deformará em função da força, tempo e orientação. [4] Ainda assim é de essencial importância *“conhecer o comportamento viscoelástico de materiais poliméricos, não apenas como forma de se alcançar condições otimizadas de processamento, mas também, para se obter valiosas informações sobre o mecanismo de escoamento e seu efeito sobre a morfologia e as propriedades mecânicas finais”* [5]. Viscosidade é a propriedade física que caracteriza a resistência de um fluido ao escoamento, ou seja, é a resistência que um fluido oferece à deformação. É também uma medida de resistência líquida ao fluxo, e pode ser considerado como um parâmetro chave no comportamento do fluido, logo as características dos produtos dependem da magnitude da viscosidade [6]. *“A viscosidade, por outro lado, está relacionada à taxa de cisalhamento da viscosidade, uma resistência do líquido a ser deformada ou movida. Isso é causado pelo atrito entre as moléculas.”* Já a tensão de corte é uma tensão gerada por forças aplicadas em sentidos opostos ou iguais, mas em direções semelhantes [7].

Os polímeros são macromoléculas constituídas pela união de pequenos monómeros, que estão ligados entre si através de ligações químicas covalentes, e podem ser divididos em três subgrupos mediante a sua aplicabilidade industrial: borracha (elastômeros), termoendurecíveis (resinas) e termoplásticos. *“Estas macromoléculas são produzidas através de um processo chamado polimerização, no qual estas moléculas simples - os monómeros - reagem quimicamente estabelecendo ligações químicas covalentes entre si.* [8] Os termoplásticos são moldados com o aumento da temperatura e podem ser remodelados

(reciclados) porque amolecem com o calor em função da sua temperatura de transição vítrea (T_g), tornando-se materiais fluidos (viscosos). Os polímeros termoendurecíveis não podem ser remodelados pois o calor decompõe estes polímeros, ou seja, o aumento da temperatura promove o seu endurecimento (vulcanização e queima) e não retorna ao seu formato original. [9] À medida que um polímero é deformado, devido à aplicação de uma tensão de corte, as cadeias dos monómeros ficam mais retilíneas, tornando-se mais alinhadas, e o sistema torna-se mais ordenado. [10]

Os copolímeros são polímeros formados por mais de um tipo de monómero. Os principais exemplos são as borrachas sintéticas, como ABS. Podemos classificar os polímeros quanto ao seu tipo de formação, polímeros de adição, polímeros de condensação e polímeros de “rearranjo”. Os principais exemplos de borracha sintéticas são o ABS, Buna-N e Buna-S, em que por exemplo o ABS é formado pela união de 3 monómeros. [11]

Como termoplásticos temos o PC - Policarbonato utilizado em *DVD's*, vitrines, componentes de interior de aviões, o PS - Poliestireno, pode aplicar-se em peças de máquinas e de automóveis, fabricação de gavetas de frigoríficos, brinquedos, isolante térmico; Os termoendurecíveis como a baquelite, usada em tomadas e telefones, a resina epóxi e a resina poliéster usadas em caixas de água, piscinas e na forma de plástico reforçado (*fiberglass*); Elastómeros, como já mencionada acima, o *Buna S* - Aplicações: pneus, câmaras-de-ar, vedações, mangueiras de borracha, Poliisopropileno - borracha semelhante à borracha natural natural. [11]

Para se compreender o processamento de um material polimérico é necessário perceber principalmente o seu comportamento reológico, pois os produtos resultantes destes polímeros estão presentes em diversas aplicações na sociedade atual, desde os aparelhos médicos aos componentes de aeronaves e de uso doméstico. Ainda hoje, há procura de modelos teóricos que descrevam o comportamento reológico de alguns polímeros. Portanto torna-se necessário observar os comportamentos e interpretar fenómenos, por forma a permitir a simulação numérica da produção de novas peças, isto é, o estudo da reologia dos poliméricos mantém-se um grande desafio. [12]

Segundo a revista “*O Molde*”, o estudo da reologia dos polímeros é uma das ferramentas mais importantes, trazendo benefícios para as organizações contribuindo para o aumento da sua produtividade e para a melhoria no relacionamento com os seus clientes. Do ponto de vista industrial é necessário “sustentar” os valores das exportações alcançadas em 2017, com novas soluções tecnológicas e melhoria da eficiência do processo produtivo. Em suma, a otimização de processos e soluções tornou-se um fator vital para o crescimento do setor dos moldes onde a capacidade de trabalhar em conjunto com o cliente desde a fase inicial de desenvolvimento do projeto, reforça sinergias minimizando erros e ganhando tempo na produção. [13]

2.1.2 Termoplásticos e a sua utilização na indústria

Atualmente é difícil imaginar a civilização humana sem a utilização diária de polímeros. É enorme a quantidade de bens que nos cercam, produzidos a partir de materiais poliméricos, uma vez que eles são utilizados em quase todas as áreas das atividades humanas, principalmente nas indústrias de automóvel, de embalagens, de revestimentos e de vestuário. Isso deve-se também ao facto de os polímeros sintéticos terem conquistado muitos mercados através da substituição de outros materiais, como papel, madeira e metais. [14]

Tabela 1- Polímeros no nosso quotidiano. adaptado de [14]

POLÍMEROS	APLICAÇÕES NO QUOTIDIANO
Poliestireno	Copos, caixas
Polipropileno	Cadeiras, poltronas, pára-choques de automóveis
Poliamida 6-6	Fibras, cordas, roupas
PVC	Tubos
Borracha natural	Pneus, câmaras-de-ar, objetos de borracha
Poliuretano	Espumas rígidas e flexíveis; isolantes

Como foi visto na figura 3 do capítulo 1, os setores de maior relevância são o setor automóvel, embalagens, utilidades domésticas, eletrónica e dispositivos médicos. Principalmente a indústria automóvel tem vindo a consolidar o seu crescimento em 14%, em 1991, para 82% em 2016. [15] Outra das indústrias no topo é a das embalagens representado agora 8% da produção nacional de moldes. [16] A substituição no setor automobilístico de outros materiais por plástico deu-se de uma forma gradual, mas só nestes últimos anos se acelerou mais. Este aumento do uso dos polímeros pode ser explicado pelo contributo na melhoria da eficiência (diminuição do consumo de combustível), segurança, e conforto, ou seja, *“pode-se dizer, porém, que somente após a superação de limitações tecnológicos, com o desenvolvimento de polímeros de alto desempenho, é que os plásticos passaram a fazer parte essencial dos automóveis”*, isto é *“os plásticos têm demonstrado um alto índice de confiabilidade e muitas vantagens sobre os materiais tradicionais que vieram a substituir, tais como o aço, o alumínio e o vidro, ... além de permitir maior flexibilidade de projeto e economia na produção, a sua baixa densidade é essencial para a redução do consumo de combustíveis, uma vez que a substituição de materiais diversos por cerca de 100 kg de plástico, num carro de 1 tonelada, trará uma economia de combustível de 7,5l. Para 100 quilos de peças plásticas utilizadas num automóvel, 200 a 300 quilogramas de outros*

materiais deixam de ser consumidos, o que se reflete numa redução substancial do peso final". [17] Também na indústria dos dispositivos médicos tem vindo a aumentar o uso de polímeros devido à utilização de máquinas injetoras elétricas que são preferíveis por serem mais limpas, estando os produtos (utilizados nesta área) mais protegidos quanto à contaminação e outros resíduos. [18] Em 2015 foi reportado uma produção global de 322 milhões de polímeros, dos quais cerca de 270 milhões são termoplásticos. [19] Para além dos benefícios já descritos, os plásticos são recursos eficientes ajudando-nos a evitar o desperdício, economizando energia e diminuindo a emissão de CO₂. [20]

2.2 Artigo, molde e peça plástica

2.2.1 Definições e conceitos fundamentais

Na indústria dos polímeros e em particular no setor dos moldes é usual um conjunto de termos técnicos que ilustram diferentes estágios do processo. Em concreto é comum definir-se que:

Artigo: nome do conceito virtual "ficheiro 3D" que o cliente envia para se desenvolver o molde, ou seja, é o termo utilizado para falar da "peça" quando esta não é física, mas sim "virtual";

Molde: é a ferramenta que define a geometria de um produto. É constituído pelo menos por duas partes, a bucha (macho) e a cavidade (fêmea). Estas são mantidas fechadas durante a injeção abrindo-se posteriormente durante a extração da peça moldada. Para garantir uma peça com qualidade elevada é fundamental identificar e controlar os parâmetros de todo o processo;

Peça plástica: é o produto final resultante da moldação por injeção do termoplástico, ou seja, é a peça física produzida com molde no fim do período de injeção e arrefecimento [Frumolde].



Figura 5. Processo simplificado por imagens: a) artigo; b) molde; c) pela plástica.

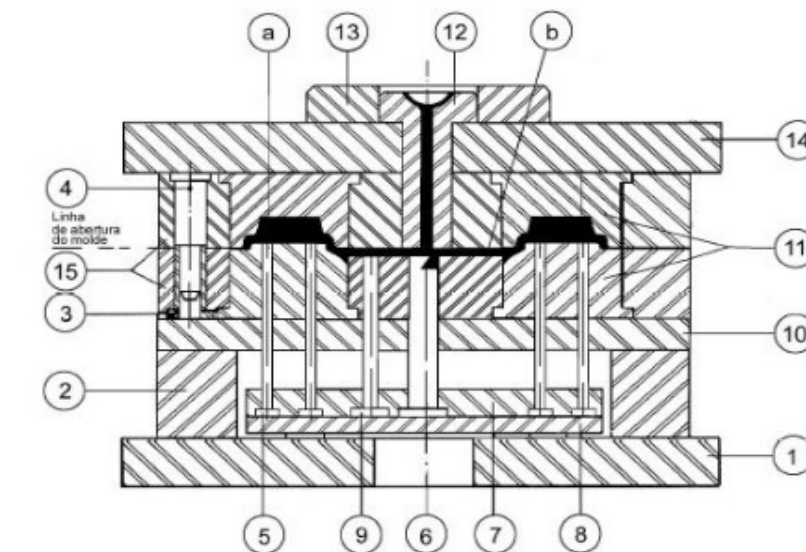
Neste contexto, o molde é o componente mais importante numa máquina de injeção, é o responsável pela distribuição do material plástico até a zona interior moldante. É fabricado

sob medidas rigorosas e com tolerâncias controladas e é composto por os seguintes elementos: gito e canais de alimentação; ataque/bico; guiamento; sistema de escape de gases; cavidade; bucha; sistema de arrefecimento; sistema ejetor; extração. [Frumolde]

2.3 Moldes para injeção de plástico

2.3.1 Tipos de moldes de injeção de plástico

Um molde poderá ser entendido como um conjunto de sistemas funcionais que permitem que o espaço entre a cavidade e a bucha se preencha com o polímero dando origem à peça plástica. A qualidade dimensional e estrutural da peça é garantida pelas condições controladas dos outros sistemas, ou seja, são este conjunto de fatores que: -seguram a estrutura do molde; -fazem o guiamento que mantem o perfeito alinhamento da cavidade com a bucha. Além disso, a qualidade da peça final também depende da fonte de alimentação, o gito, os canais de alimentação e os ataques; o controlo da temperatura que assegura que a peça “saia” o mais uniforme possível e que o arrefecimento seja rápido e ainda o fator extração (forma com que as peças são retiradas do molde). [21]



Nomenclatura:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1.Placa de fixação | 10.Placa-suporte |
| 2.Coluna ou espaçador | 11.Postiços |
| 3.Bucha-guia | 12.Bucha de injeção |
| 4.Coluna-guia | 13.Anel de centragem |
| 5.Pino extrator | 14.Placa de fixação superior |
| 6.Extrator do canal | 15.Placa de montagem dos postigos superior e inferior |
| 7.Placa porta-extratores | a) cavidade |
| 8.Placa impulsora | b) canal de distribuição |
| 9. Pino de retorno | |

Figura 6. Representação esquemática de um molde de injeção. [22]

Dependendo das peças a produzir, o molde pode ser mais simples ou mais complexo. Os moldes mais utilizados são de três tipos:

- Moldes convencionais ou de duas placas;
- Moldes de três placas;
- Moldes de canais quentes.

Os moldes de três placas e os de canais quentes são mais usados na produção de embalagens por permitirem obter peças já separadas do sistema de injeção/alimentação. O molde convencional requer a reciclagem do gito. A localização dos bicos/ataques (figura 7) é uma característica fundamental para o enchimento, é através destes que passa o material polimérico fundido e tanto o aspeto final e a extração da peça dependem desta zona do sistema de alimentação. Este sistema é escolhido mediante a dimensão e a forma da peça, tanto pode ser de injeção direta (ligação do bico da injetora a zona moldante) como através da distribuição da alimentação por diversos pontos de injeção. Os constituintes de um típico sistema de injeção (figura. 8) deve ter: canal de carburador; canais circulares com cerca de 9 mm para alimentadores principais e de 6 a 8 mm para canais secundários, e o diâmetro do próprio bico deve ser adequado ao tipo e dimensão da peça normalmente de 1,2 a 2 mm. [21] Outro tipo de ataque existente tem como *design* de bico uma seção elíptica, sendo que por os canais secundários teriam de ser também elípticos. O mecanismo de preenchimento do molde com este novo *design* de uma porta é diferente do que é existente, ou seja, este resulta numa boa entrada do plástico fundido nas cavidades, removendo os cantos do bico existente. [23]

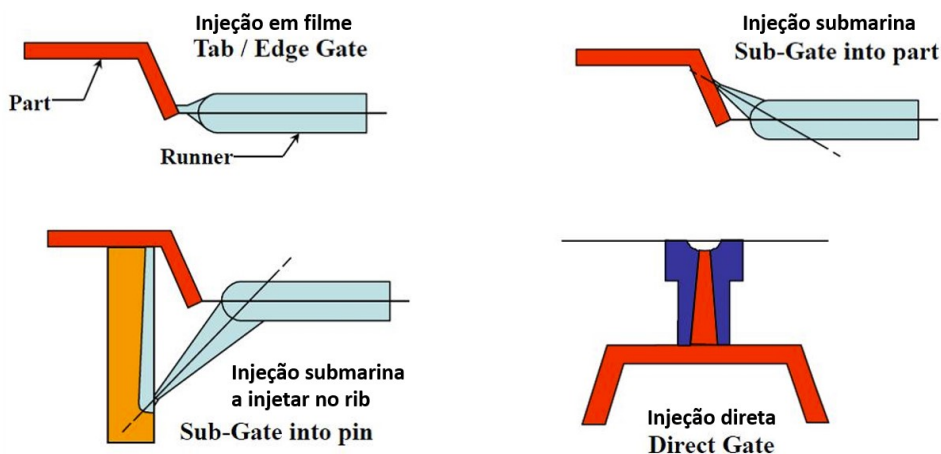


Figura 7. Tipos de bicos/ataques mais comuns. [24]

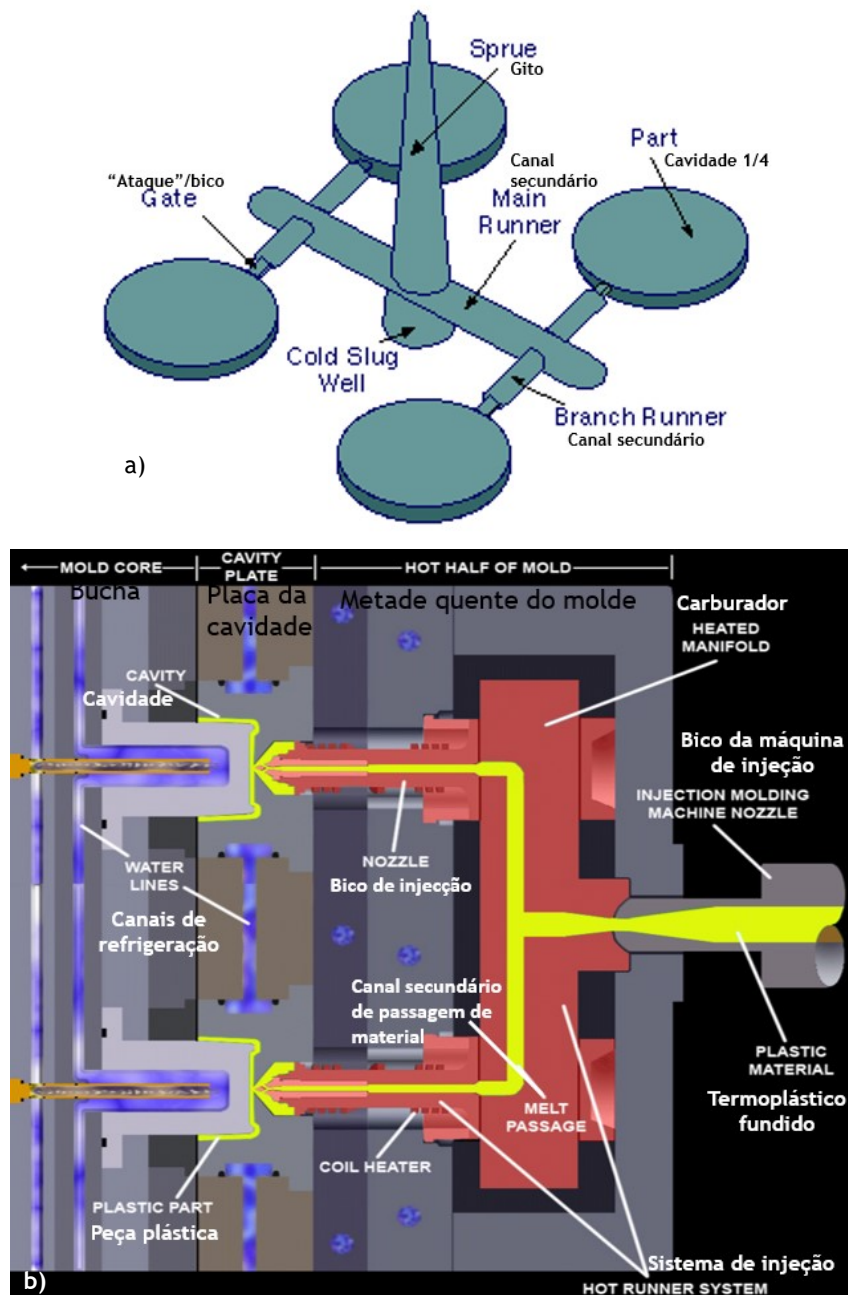


Figura 8. Constituição de um sistema de injeção. a) "Sistema de injeção" resultante na peça plástica. b) Sistema geral de um sistema de injeção. adaptado de [25]

Para a produção em série de peças plásticas, o sistema de injeção é um dos fatores fundamentais, senão o mais importante para o processo de moldação. O seu *design* é muito útil para melhorar a qualidade do produto. Existem problemas críticos no que toca a construção dum sistema como o controlo de temperatura, o desequilíbrio dos bicos ou estagnação de material e posterior degradação. Para evitar estes resultados, é utilizada uma tecnologia de simulação para que todo o sistema seja "criado" em 3D e simulado para ser examinado antes da produção real. Através desta análise, os projetistas são capazes de

investigar o perfil de temperatura, a pressão na peça e do molde, o efeito do aquecimento entre outras. [26]

O arrefecimento é assegurado pelos canais de água distribuídos estrategicamente pela forma da peça na bucha e na cavidade, e a sua temperatura varia mediante o material utilizado para produzir a peça. Durante a injeção de plástico, o ar existente entre a cavidade e a bucha deve poder escapar-se facilmente pelas fugas de gases feitas previamente, caso não aconteça poderá haver “carbonização” (queima) do polímero (originando como defeito uma marca de queimado). Tal facto, deve-se à compressão que promove uma maior pressão e maior tempo de injeção causando o queimado (geralmente as fugas de gases dão-se principalmente nas zonas de fim de enchimento).

Um molde de injeção deverá ser definido para produzir peças de qualidade, durante um ciclo o mais curto possível, ter o mínimo de manutenção durante o tempo de serviço e desempenhar corretamente as suas funções como: definir a forma da peça a ser produzida, assegurando a sua dimensão de ciclo para ciclo; permitir o enchimento com o polímero fundido; facilitar o seu arrefecimento e por fim promover a boa extração da peça plástica.[21]

Assim um molde pode ser definido como um conjunto de placas (estrutura) que são montadas e onde são maquinados os sistemas funcionais que irá cumprir os requisitos falados acima. De forma mais simples temos: a impressão na zona moldante, isto é o espaço entre a bucha e a cavidade que dará forma à peça plástica; Centragem e o guiamento - sistema que permite a correta montagem do molde na máquina de injeção e o ajustamento das duas partes do molde; Alimentação - sistema que permite a passagem do polímero até à zona moldante dando origem ao seu enchimento; Fugas de gases - sistema que permite que o ar existente na zona moldante se escape possibilitando o bom enchimento do polímero fundido; Temperatura - sistema de controlo de aquecimento ou do arrefecimento, o que contribui para um mais rápido arrefecimento das peças; Extração- como o nome indica permite a boa extração das peças.

A estrutura de um molde é um conjunto de placas e de calços. É constituído por uma parte fixa, placa de aperto da injeção (lado da cavidade) e por uma parte móvel placa de aperto da extração (lado da bucha), e vice-versa. Onde a placa da cavidade (fêmea) é o lado que define a forma exterior da peça, o lado visível, a placa da bucha (macho) define a forma interior da peça. [21]

Os calços definem o espaço necessário aos movimentos do sistema de extração da peça e permitem regular a altura mínima do molde, dependendo da máquina. Para dar consistência ao molde as placas têm de ser aparafusadas e encavilhadas, ou seja, os parafusos não deixam que as placas se separem, mas devido às folgas e tolerâncias dos furos, existe sempre um pequeno movimento das placas, assim para impedir esses movimentos são usadas as cavilhas que se ajustam nos furos, mas como as cavilhas fazem esta função existem também outros componentes que executam a mesma função como são as “guias” ou os “casquilhos” que têm um respigado por trás. Os parafusos a usar nas estruturas dos moldes devem ser parafusos de

cabeça cilíndrica para complementar se forem usadas anilhas nos parafusos, estas devem obedecer as dimensões da profundidade do furo de forma a garantir que o parafuso fique completamente na placa. [21]

2.3.2 Processo de desenvolvimento de um molde

O processo de moldação por injeção utiliza normalmente moldes fabricados em aço e alumínio. O molde tem muitos componentes, mas, como já se descreveu, pode ser dividido genericamente em duas partes, bucha e a cavidade (figura 9). A parte da cavidade (onde se dá a injeção) é geralmente fixa à máquina e a parte da bucha (responsável pela extração) é a parte móvel e ao deslizar o molde pode ser aberto e fechado durante a fase da produção. Quando o molde é fechado a parte oca que fica entre a bucha e a cavidade é atestada de material plástico dando origem ao perfil da peça desejada como se ilustra na figura seguinte.[27]

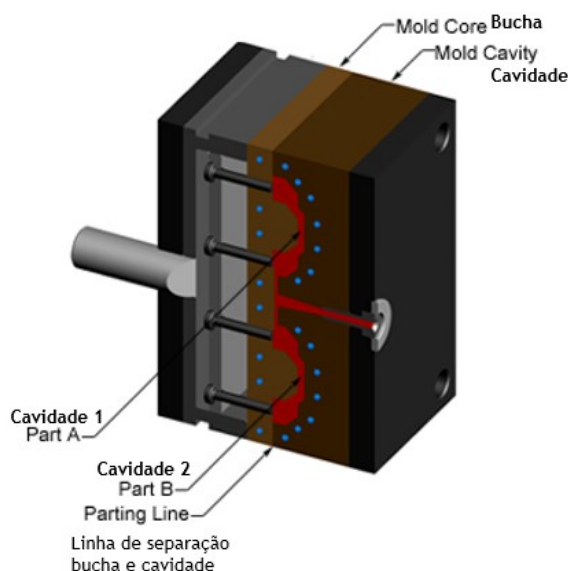


Figura 9. Molde e os seus componentes gerais. [27]

Estas partes do molde são fixas aos pratos da máquina. A metade fixa, da base do molde inclui uma placa de suporte à qual a cavidade do molde está presa. A bucha de entrada, na qual o material polimérico fluirá a partir da entrada do fuso e um anel de fixação, para alinhar a base do molde com o do fuso. A metade móvel inclui o sistema de extração à qual o núcleo do molde é fixo e uma placa de suporte. Quando a unidade de fixação separa as duas metades, a barra extratora aciona o sistema de extração, ou seja, esta barra empurra a placa extratora para dentro da “caixa da extração” que por sua vez empurra os pinos extratores para fora dando-se assim a extração da peça (figura 10). [27]

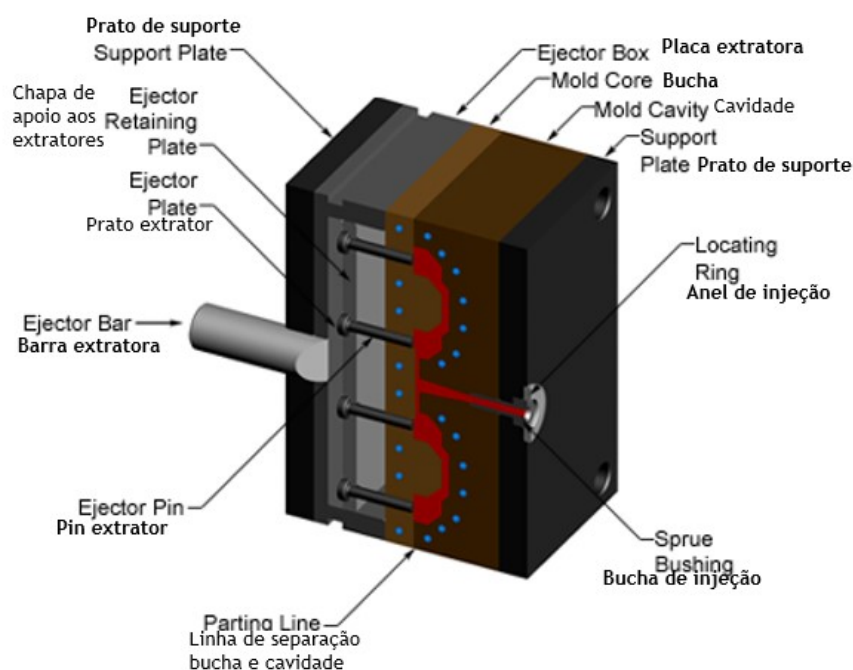


Figura 10. Molde com o sistema de extração. [27]

Outro ponto a ser considerado é a fluidez do material polimérico nas cavidades do molde. Para que o material plástico escoe, são integrados no molde vários canais, o canal do carburador e o canal de refrigeração. Primeiro o material polimérico fundido entra no molde através do canal do carburador, e é distribuído por outros canais secundários que levam o material até as cavidades a serem preenchidas (figura 11). O polímero que atestou a cavidade solidifica e fica presa ao gito (canal secundário), mas que deve ser separado após a peça ser extraída do molde. [27]

Os canais de refrigeração são outro ponto crucial do molde. Estes canais permitem que a água escoe pelos canais das paredes do molde o que permite arrefecer o termoplástico derretido. A otimização destes canais tem algumas vantagens como a redução do tempo do ciclo da peça na máquina injetora, a melhoria do acabamento estético da peça e a redução da deformação. [28]

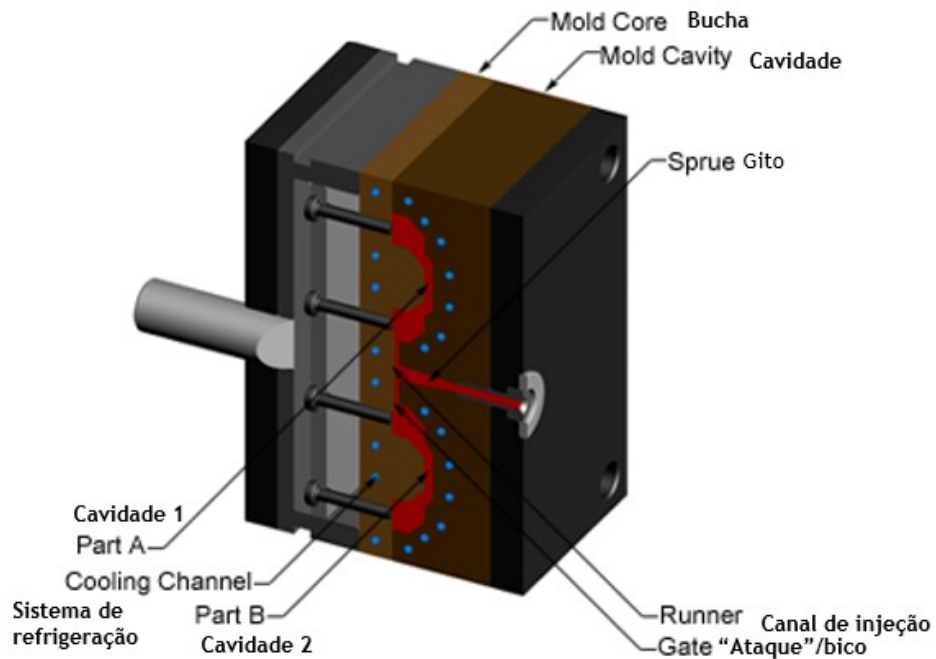


Figura 11. Molde com os canais de injeção e de refrigeração. [27]

Considerando os pontos acima, o molde deve permitir que o termoplástico derretido escoe facilmente por toda a cavidade promovendo que este alcance todos os recantos e extremidades, também deve proporcionar a boa extração da peça, portanto deve ser aplicado às paredes das zonas “moldantes” um ângulo de inclinação (figura12). O *design* do molde também deve acomodar características complexas da peça, como peças adicionais do molde (elementos móveis e postigos). O tipo mais comum desta ação é um “núcleo” lateral que permite que um rebaixo externo seja moldado. [27]

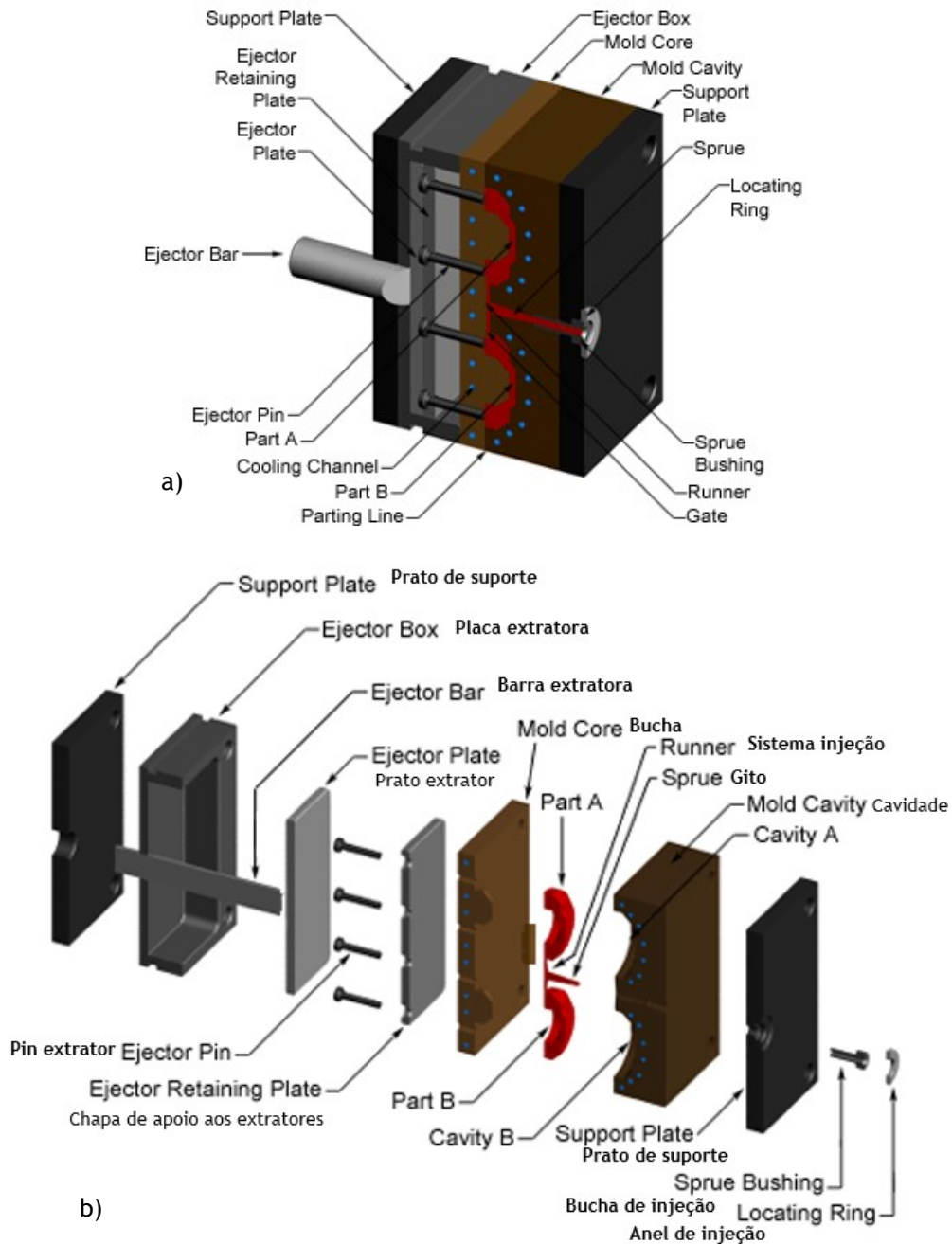


Figura 12. Constituição de um molde de duas cavidades. a) Molde fechado com todos os seus componentes. b) Componentes do molde em vista explodida. [27]

2.3.3 Moldação por injeção de termoplásticos

A moldação por injeção pode ser definida como um processo cíclico ao qual um material plástico em forma de grãos (partículas granuladas no estado sólido) é colocado no “funil” alimentador da máquina injetora onde é aquecido no sem-fim (fuso) por forma a amolecer, e forçado sob pressão (tonelagem da máquina, “ton.”), a entrar no molde. Após ser injetado no espaço vazio e arrefecido recupera a sua rigidez dando origem a produto final (peça). [21]

2.3.3.1 O processo

A moldação por injeção de termoplásticos obedece à rotina típica de transformação destes materiais, incluindo algumas etapas como o aquecimento do material até a viscosidade deste ser baixa, enformação sobre pressão e arrefecimento com a consequente recuperação de rigidez. Este processo pode ser sintetizado no esquema da imagem seguinte:

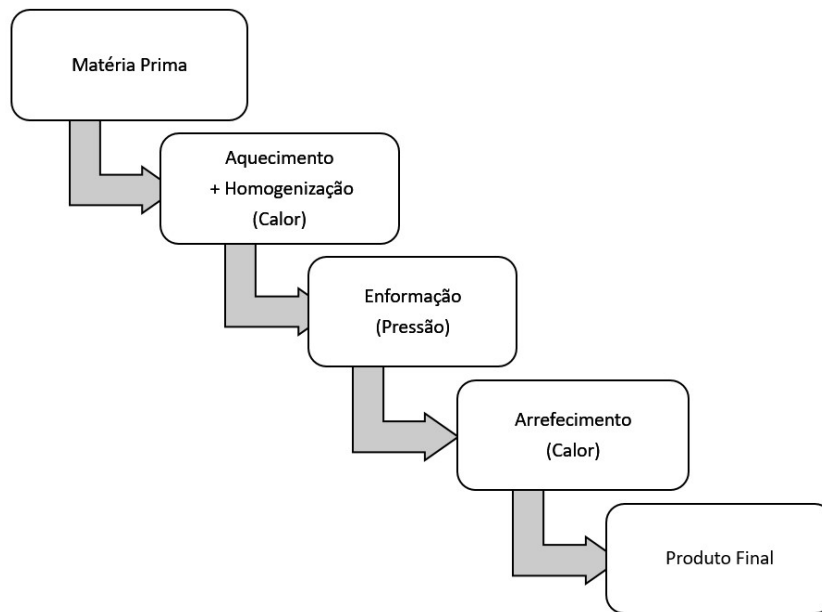


Figura 13. Sequência do processo de transformação de termoplásticos. [adaptado de 21]

Este processo tem ainda características que são importantes realçar como a baixa difusividade térmica, pois como os plásticos são maus condutores de calor dificultam as trocas térmicas necessárias à sua transformação; Comportamento reológico - pois no estado fundido (massa fluida), a sua viscosidade é função da deformação imposta no material, podendo ser de baixa velocidade para deformações elevadas, pois normalmente o enchimento é realizado com velocidades de enchimento elevadas; Dependência térmica da densidade, isto é, a temperatura de organização (reticulação) das cadeias moleculares.

Este processo assenta em dois equipamentos essenciais: o molde e a máquina injetora. Contudo pode ser ainda adicionado componentes extra como robôs, dispositivos de transporte e alimentação da matéria-prima, tapete transportador, moinho granulador para reciclagem de desperdícios, e ainda controlo de temperatura. [21]

2.3.3.2 O ciclo de moldação

Designa-se ciclo de moldação, as operações necessárias para a produção de uma peça por injeção. A otimização constante deste ciclo é fundamental para assegurar a competitividade económica do processo. As fases do ciclo de moldação são praticamente independentes do tipo de máquina injetora. O ciclo de moldação poderá desenvolver-se segundo os seguintes modos:

Modo Manual: as operações são comandadas pelo operador da máquina, utilizado normalmente durante a fase de ajuste do processo;

Modo Semi-Automático: quando as operações se fazem de forma automática, mas o início de um novo ciclo precisa do “ok” do operador;

Modo Automático: é realizado sobre um programa, uma sequência pré-definida e sem a intervenção do operador. É neste modo que a maximização da produtividade é conseguida, comum na produção de grandes quantidades de peças onde é necessária uma boa exatidão dimensional. [21]

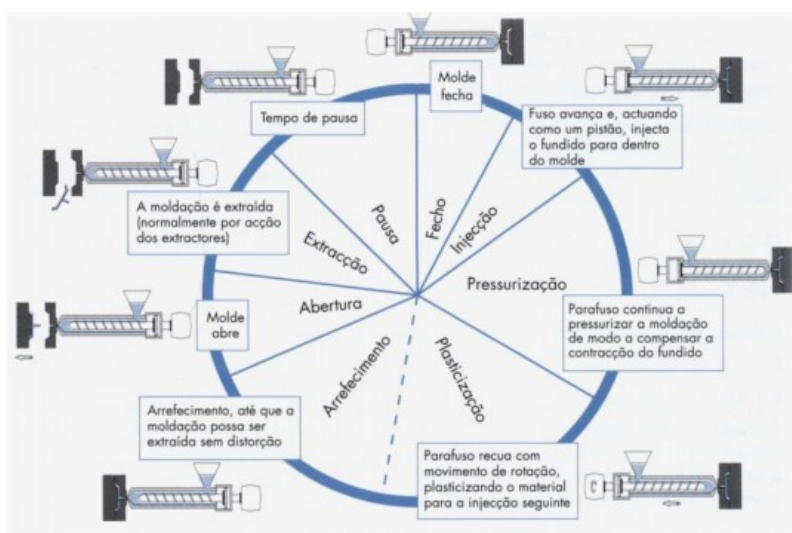
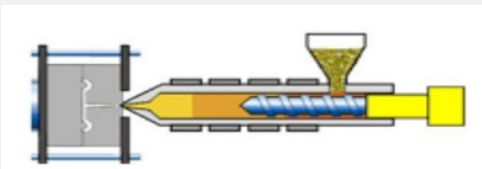
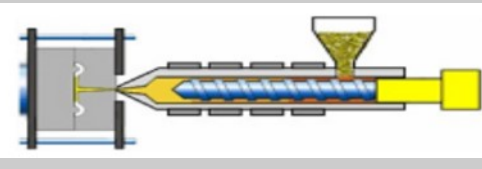
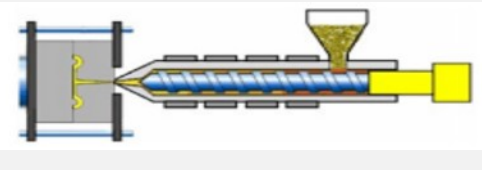
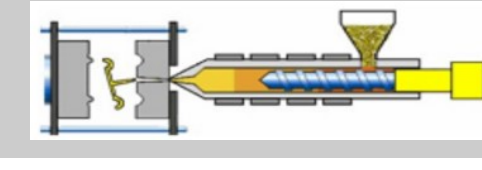


Figura 14. Ciclo de moldação por injeção. [29]

Podemos compreender melhor estas fases mediante o resumo na seguinte tabela:

Tabela 2- Fases do ciclo de moldação. [adaptado de 30]

	Fases	Explicação da fase
	Fecho do molde e injeção do plástico	O fuso (sem fim) empurra sem rodar o material fundido para o molde arrefecido. O ar é expelido por um sistema de fuga de gases.
	Pressurização	As cavidades estão cheias, mas o fuso continua a pressionar (2ª pressão), para compensar as contrações do material.
	Plastificação e arrefecimento	Com os canais solidificados, não é possível introduzir mais material, então o fuso começa a rodar e introduz-se plástico granulado na tremonha. À medida que o fuso roda o material avança e funde plasticamente empurrando o fuso oposto.
	Abertura e extração da peça	O molde abre através de extratores para a peça sair e então fecha-se e inicia-se o novo processo.

2.3.3.3 A máquina de injetar

A máquina de injeção de plástico é uma máquina injetora de parafuso e é constituída por um mecanismo de movimentação do molde e um parafuso sem fim ou fuso onde vai fluir o polímero que é empurrado por um movimento de rotação, como ilustra a figura 15. O refluxo de material para o canal do parafuso é evitado por uma válvula anti-retorno. Embora existam outros tipos de máquinas, o princípio fundamental de funcionamento e a sua constituição é sempre similar. [21]



Figura 15. Máquina de injeção de parafuso sem fim. [31]

A constituição típica de uma máquina injetora é baseada em 4 unidades: -Unidade de potência, que é localizada na base da máquina que fornece energia aos diversos atuadores da máquina baseado em tecnologia óleo-hidráulica; -Unidade de injeção (fuso rotativo) que trata do transporte, aquecimento e homogeneização do material polimérico até ao bico de injeção; -Unidade de fecho que assegura a fixação e a correta movimentação do molde, mantendo-o fechado durante a fase de injeção (joelheira ou fecho hidráulico); -Unidade de comando, o sistema responsável pela monitorização e controlo das diversas variáveis do processo, completando a interface com o operador. [21]

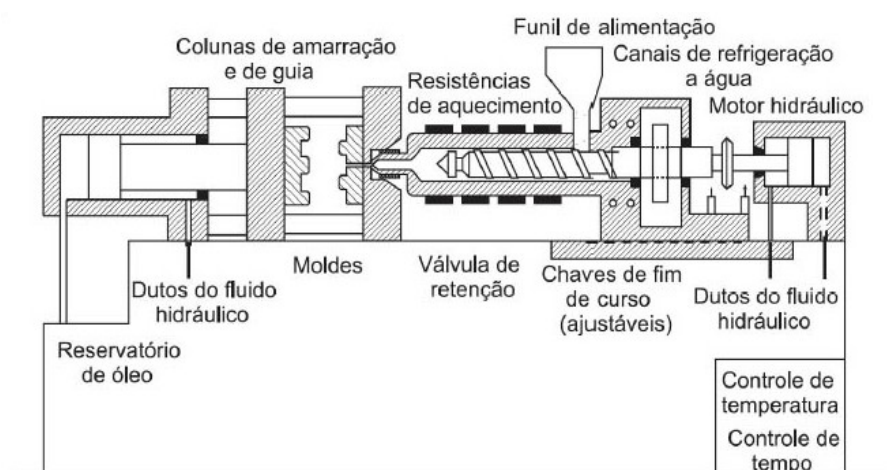


Figura 16. Principais unidades da máquina de injeção. [31]

2.3.3.4 Variáveis e parâmetros do processo

O processo de moldação por injeção tem um grande leque de variáveis e parâmetros designados por condições de processamento e podem ser classificados em três grupos como demonstra a seguinte tabela:

Tabela 3- Variáveis e parâmetros de injeção. [adaptado de 21]

Tipo de variável/parâmetro	Definição	Variáveis controladas
Variáveis Operatórias	Designam-se por variáveis operatórias aquelas que o operador pode controlar e atuar diretamente ajustando os sistemas de controlo da máquina injetora ou dos dispositivos auxiliares (robôs, dispositivos de alimentação e controladores de temperatura)	<ul style="list-style-type: none"> -Perfis de temperaturas -Temperatura do molde -Velocidade de injeção -Pressão de injeção -Pressão de manutenção (segunda pressão) -Tempo de manutenção -Velocidade de rotação do fuso -Contrapressão -Dosagem -Curso de descompressão -Almofada -Tempo de arrefecimento -Velocidade de movimentação do sistema de fecho -Força de fecho -Tempo de ciclo
Parâmetros do Processo	Estes parâmetros estão associados ao equipamento, ao molde ou à geometria da moldação dos quais o operador não tem capacidade interventiva sobre os mesmos.	<ul style="list-style-type: none"> -Geometria da moldação -Sistema de alimentação -Capacidade de injeção da máquina -Geometria do bico de injeção -Distribuição de temperaturas na superfície moldante
Propriedades do Material	Características associadas à matéria-prima.	<ul style="list-style-type: none"> -Viscosidade -Contração -Sensibilidade -Higroscopicidade

Como já foi referido anteriormente as variáveis operatórias podem ser controladas pelo operador para se conseguir obter resultados mais desejáveis e de qualidade. Estas variáveis também se podem agrupar em categorias como as pressões, velocidades, temperaturas, quantidade de material e o tempo. Por isto, dentro das variáveis temos:

Pressão de injeção (1ª pressão): Pressão necessária para encher completamente todas as cavidades do molde;

Pressão de compactação (2ª pressão): Pressão que começa a atuar quando a peça já se encontra cheia e completa, mantém o material compactado até o molde abrir para a extração da peça;

Pressão de fecho: É a pressão (usualmente em toneladas), que mantém o molde fechado, (esta pressão tem de ser maior que a pressão de injeção do material para que o molde não abra);

Velocidade de injeção: Tempo de escoamento do material fundido na cavidade no molde (tempo de enchimento);

Velocidade de rotação do fuso: Velocidade responsável pela homogeneização do material a injetar;

Temperatura do molde: Fator muito importante para controlar o tempo do ciclo e acabamento da peça;

Temperatura do bico: Temperatura a que se encontra o bico de injeção;

Temperatura do material fundido: Temperatura a que se encontra o material quando sai da máquina injetora e entra no molde;

Dosagem: Quantidade de material necessário para a injeção completa da peça;

Almofada: Quantidade de material restante no fuso após a fase de pressurização;

Tempo de abertura: É o tempo que o molde leva a abrir. Deve ser o mais reduzido possível para que extração da peça seja rápida;

Tempo de molde aberto: Tempo necessário após a abertura do molde para permitir a apropriada extração da peça moldada;

Tempo de fecho: Tempo que o molde demora a fechar (aperto da bucha com a cavidade);

Tempo de molde fechado: Tempo que o molde permanece fechado, ou seja, é a soma do tempo de injeção, do tempo de 2º pressão, do tempo de arrefecimento e do tempo de extração;

Tempo de injeção: Tempo que o material leva a preencher por completo a cavidade do molde;

Tempo de 2ª pressão: É o tempo em que é exercida uma pressão inferior à pressão de injeção, de modo a contrariar a contração do material;

Tempo de arrefecimento: É o tempo que vai desde a pressão de injeção terminar até que o molde abra;

Tempo de extração: Tempo necessário para extrair a peça do molde;

Tempo de ciclo total: Soma dos seguintes tempos: tempo de fecho, tempo de injeção, tempo de 2ª, tempo de arrefecimento, tempo de abertura do molde e tempo de molde aberto. [32]

2.3.3.5 Fase de injeção de plástico

Conhecendo os parâmetros descritos anteriormente pode-se passar à fase de injeção do termoplástico no molde. Nesta fase, o enchimento da cavidade do molde dá-se pela deslocação do fuso segundo uma velocidade definida pelo sistema de controlo da máquina injetora e termina quando passa a ser preenchido por pressão (figura 17). Posteriormente segue-se a pressurização, que tem como função acabar de encher a cavidade aquando da desaceleração do fuso, aqui também se verifica uma contração da dimensão da peça devido à redução da temperatura, durante o arrefecimento. Por último é a compensação, ou seja, é injetado outro volume de material de maneira a comprimir e a compensar a diminuição de volume da peça. Portanto a fase de pressurização e de compensação, podemos chamar de pressão de injeção e 2ª pressão, respetivamente. [33]

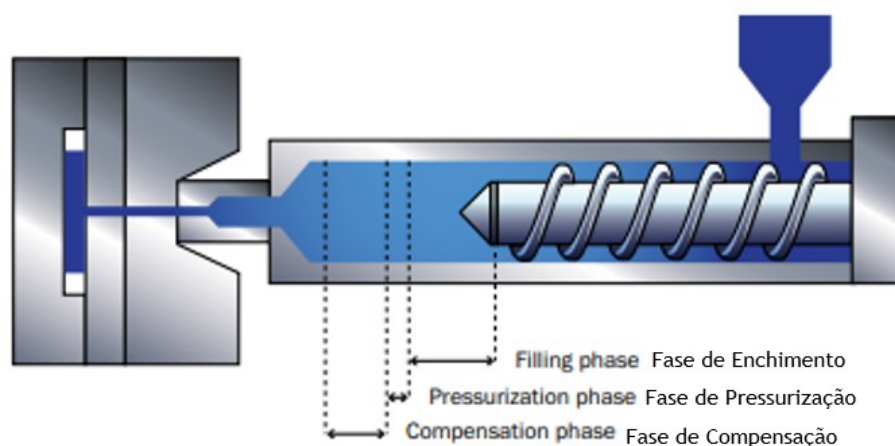


Figura 17. Fases do enchimento na cavidade do molde (enchimento, pressurização e compensação). [33]

2.3.3.6 Fluxo do polímero durante a fase de enchimento

Considere-se o molde fechado e o material polimérico fundido a iniciar o escoamento no bico de injeção. O material injetado passa pelo gito e os canais de alimentação chegando à cavidade que irá posteriormente dar origem à peça moldada. Quando o material polimérico entra em contacto com o molde, que se encontra a uma temperatura inferior, arrefece e solidifica rapidamente, enquanto o centro do fluxo permanece fundido. Quando submetemos mais material “por cima” do que já se encontra na cavidade, este é forçado a escoar e é prolongado por toda a cavidade formando a camada solidificada como demonstra a seguinte figura. [33]

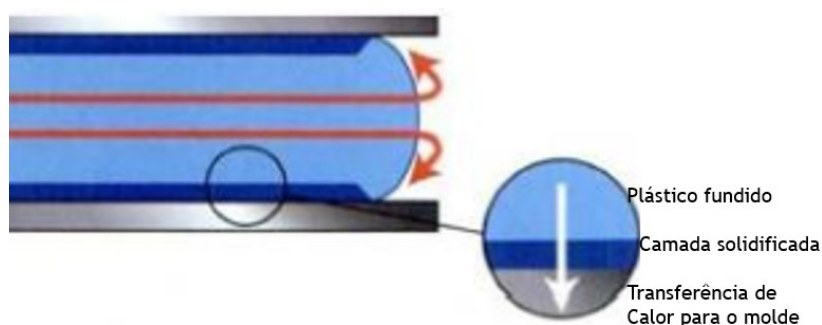


Figura 18. Solidificação das “paredes” do polímero aquando do contacto com o molde. [33]

Conforme ilustrado na figura, as setas vermelhas indicam o fluxo do material plástico fundido e a seta branca a direção do fluxo de calor para as paredes do molde. Assim o plástico fundido flui continuamente trazendo novo material e gerando um significativo aumento do calor por fricção, onde ao mesmo tempo se perde calor através da camada já solidificada no molde. [33]

2.3.4 Termoplásticos para moldação por injeção

Os termoplásticos têm um processamento rápido e são de fácil reciclagem podendo o impacto ambiental diminuir em termos de análise do ciclo de vida dos produtos. Estes apresentam um conjunto de propriedades como: baixa densidade; elevada resistência; boa rigidez; boa resistência ao impacto; transparência e brilho e resistência química e ambiental. [21]

2.3.4.1 Propriedades dos materiais

Os polímeros têm uma estrutura baseada em cadeias de macromoléculas lineares ou ramificadas. A reticulação polimérica é um processo que ocorre quando as cadeias poliméricas lineares ou ramificadas são interligadas por ligações covalentes, um processo conhecido como “ligação cruzada”. As ligações entre moléculas lineares produzem polímeros tridimensionais com alta massa molar em que com o aumento da reticulação, a estrutura torna-se mais rígida.

“As reações de reticulação induzidas pela radiação ionizante ocorrem por meio dos radicais livres formados durante a transferência de energia da radiação para o sistema eletrônico do átomo ou da molécula. A interação da radiação ionizante com a matéria promove eventos físicos-químicos, em nível atômico, os 21 quais são complexos e podem ser divididos em três etapas consecutivas e distintas.” Etapa física, físico-química e química. A reticulação depende de vários fatores como a massa molar e a sua distribuição, a temperatura e o pH. *“Dois polímeros reticulados e entrelaçados podem formar uma rede polimérica interpenetrante”.* [34]

A estrutura e as propriedades dos polímeros no seu estado sólido e no estado fundido apresentam um comportamento híbrido entre materiais sólidos de comportamento elástico e fluidos de grande viscosidade.

Materiais sólidos de comportamento elástico: são materiais rígidos, que tem forma bem definida, que por ação de uma força exterior, respondem com uma deformação contínua até um estado de equilíbrio. Estes materiais armazenam a energia e depois de a força ser retirada voltam ao seu estado inicial.

Flúidos viscosos são materiais que não têm forma definida e sob a ação de uma força externa deformam-se, isto é, não têm capacidade de armazenar energia durante o processo de deformação, pois esta na sua maioria dissipa-se na forma de calor. Neste caso, o seu índice de fluidez e comportamento (resposta mecânica, elétrica e térmica) é dependente do tempo. A massa de uma macromolécula é dada pela massa molecular da unidade repetitiva (monómero) multiplicada pelo grau de polimerização. Assim, um polímero é constituído por um grupo de macromoléculas resultantes de uma reação de polimerização. O grau de cristalinidade é outra das propriedades, um polímero semi-cristalino é formado por moléculas organizadas em estruturas (redes) tridimensionais que coexistem com outros domínios onde as

cadeias se distribuem aleatoriamente. Já as regiões cristalinas garantem a coesão do polímero influenciando positivamente as muitas propriedades. Nomeadamente, promovendo um aumento de densidade, rigidez, resistência à tração, temperatura de serviço (distorção) e resistência a solventes. No entanto, existe uma diminuição da permeabilidade a gases e da resistência ao impacto.

A densidade, ou massa volúmica, é definida como a massa do material por unidade de volume a uma determinada temperatura. A reduzida densidade dos plásticos é uma das principais vantagens em relação aos metais por exemplo. Os valores da massa são dependentes das condições de pressão e temperatura a que se encontra a amostra. Assim podemos constatar alguns valores de importantes de termoplásticos como o *POM* com uma densidade de $1,42\text{g/cm}^3$, o *PA-6* mais baixo com $1,17\text{g/cm}^3$, o *PC* com $1,20\text{g/cm}^3$ e o *SAN* mais baixo destes com $1,07\text{g/cm}^3$. Por último, a temperatura de transição vítrea (T_g) que definem os níveis energéticos a que estão associados a estrutura e mobilidade molecular. Mediante a estrutura organizacional, o polímero pode ter várias temperaturas que condicionam o comportamento (mecânico, reológico, térmico e elétrico) e a degradação do polímero fundido como são exemplos a temperatura a de transição vítrea, cristalização e a fusão. [21]

2.3.4.2 Termoplásticos mais utilizados no setor dos moldes

Os termoplásticos mais utilizados, em aplicações estruturais (tabela 4), podem dividir-se em: -Termoplásticos amorfos que tem uma grande estabilidade dimensional; -Termoplásticos semi-cristalinos, que apresentam uma boa resistência química e ambiental devido às forças de coesão intermoleculares associadas às estruturas cristalinas; -Termoplásticos de cristal líquido, que devido à sua estrutura complexa mantêm a sua rigidez estrutural acima da temperatura de fusão do material; - Elastómeros termoplásticos que são um conjunto de materiais de comportamento elastómero, isto é, com uma grande capacidade de deformação e recuperação imediata após a remoção da carga. [21]

Tabela 4- Classificação dos termoplásticos de acordo com a sua estrutura e importância comercial.
[adaptado de 21]

Grande Consumo	Engenharia	Elevado Desempenho	Especiais	
CLORADOS Upvc,Ppvc,PVCc, Copolímeros ESTIRÉNICOS PS,HIPS,SB,SAN	COP. DE ESTIRENO ABS,ASA,SMA ACRILICOS-PMMA PC PPO CELULOSICOS CA,CAB,CP	SULFONADOS PSU,PES PAR POLIAMIDAS Trans-PA	PAN PVK Inonómero EVOH PPP PPy	Amorfos
OLEFINICOS LDPE LLDPE HDPE PEx PEc HMWPE PP Copolímeros EVA POLIESTERS TERMOPLASTICOS PET	POLIAMAIDAS PA6,PA66 PA11,PA12 POM POLIESTERS TERMOPLASTICOS PBT OLEFINICOS PB-1,PIB,PMP	FLUORADOS PTFE,FEP,PTCFE PVDF,PVF,PFA PPS POLIAMIDAS PA 4.6 PA aromáticas CETONAS AROMATICAS PEK, PEEK, PEAk PERKEK POLIAMIDAS PBI,PAI,	AMIDOS PHB PEN	Semicristalinos
		OLEFINICOS ESTIRÉNICOS SBS,SEBS PUR POLIAMIDA PEBA COPOLIESTER		Elastómeros Termoplásticos
			LCP	Cristal Líquido
		PC/ABS PC/PBT PPO/PA	PSu	Misturas

O *PET* é um polímero de grande consumo usado nas embalagens de líquido (garrafas de água) devida às suas propriedades de fácil higienização e de fácil extrusão (espessuras muito finas). Já o *PBT* é especialmente adequado para aplicações de engenharia, conectores, disjuntores, interruptores, entre outros componentes, que requerem elevada estabilidade dimensional possui baixo coeficiente de expansão térmica e baixa absorção de água. O *PP* é utilizado em inúmeras aplicações, mas distingue-se pela característica de permitir a produção de articulações integrais utilizadas em tampas e *CD/DVD*, são utilizadas para embalagens de alimentação, mobiliário como cadeiras e mesas jardim, cápsulas e tampas. [35]

Tabela 6- Principais termoplásticos usados em engenharia e as suas propriedades. [adaptado de 21]

Material	Sigla	Densidade	Tg/Tm °C	Temp.Máx Serviço-°C	Módulo- GPa	Módulo específico GPa	Resistencia tração MPa	Resistencia específica MPa	Izod c/ entalhe J/m	Coef.Dil.Linear 1/°Cx E5	Rigidez Dilétrica MV/m	Nome Comercial
Acrilomiti-butadieno- estireno	ABS	1.03-1.05	100	90-110	2.1-2.7	2.3	35-50	41	130-400	7-9	15-25	Cycolac, Tertum, Novodur, SrinKal, Magnum
Estimo-acrilonitrilo	SAN	1.07	106	70	3.6	3.4	72	67	20	7	25	
Acrilonitrilo-butadieno- acrilato	ASA	1.07	100	90-100	2.5	2.3	35	33	100	10.0	22	
Acrílico Policarbonato	PMMA	1.05	95	70-80	2.8	2.7	40	38	40	8.0	20	Plexiglas, Oraglas, Perspex, Lexan, Makrolon, Xantar, Calibre, Sinvet
	PC	1.20	150	140	2.8	2.3	65	54	700	7.0	23	
	PC+30%FV	1.43	150	15	9.0	6.3	120	84	100	2.0	23	
Poli (óxido de fenileno)	PPO	1.06		130	2.5	2.4	65	61	160	6.0	21	Noryl, Luranyl
	PPO+30%FV	1.27		140	9.0	7.1	120	94	100	3.0	15	
Acetato de celulose	CA	1.28		70	1.7	1.3	30	23	100	12.0	11	Tenite, Dixel, Celidor
Poliamida6	PA6	1.17	---	120	1.1	0.9	45	38	150	9.0	15	Zytel,
	PA6+33%FV	1.50	/220	120	9.0	8.0	110	73	200	2.0	25	
Poliamida 6.6	PA6.6+33%FV	1.15	---	140	1.2	1.0	60	52	100-400	8.0	25	Ultraform, Grilon, Latamid
	V	1.47	/262	140	10.0	6.8	120	82	200	3.0	45	
Poliamida 12	PA12	1.01	---	120	0.5-1.0	0.5-1.0	25-50	25-50	60-70	11.0	45	Vestamid, Grilamid, Latamid
Poliacetal	POM	1.42	---	120-130	2.8	2.0	65	46	80	12.0	20	Delrin, Hostaform. Ultrform
	POM+30%FV	1.63	/175	130-140	9.5	5.8	135	83	80	4.0	20	
Poli (tereftalato de butileno)	PBT	1.30	---	160-170	2.1	1.6	52	40	60	12.0	20	Pocan, Valox, Orgater, Ultradur
	PBT+30%FV	1.52	/265	170-180	9.0	5.9	124	82	70	6.0	20	

Os polímeros têm baixa densidade 1 - 1,6 g/cm³ e polímeros como a poliamida 6.6 (nylon) tem uma aceitação e incorporação de fibra de vidro, pigmentos, cargas minerais e apresentam uma excelente resistência à tração (60 - 120 MPa). Desta forma, são muito usadas na injeção de peças de engenharia e possuem altos valores de absorção de água. Também pode-se ter o ABS com resistência à tração entre 35-50 MPa e uma densidade de 1,03 g/cm³ esta geralmente é mais utilizado para interiores devido à sua fraca resistência às intempéries. É um material termoplástico rígido, transparente e incolor; e pode ser considerado um dos polímeros (fibra sintética) mais modernos e com maior qualidade do mercado, pela sua facilidade de adquirir formas e pela sua leveza e alta resistência, com densidade de 1,05 g/cm³ e resistência de tração de 40 MPa.

2.4 Defeitos em peças plásticas e as suas relações de causa/efeito

Os principais defeitos e marcas encontrados nas peças plásticas depois dos ensaios/teste aos moldes obtidos durante o processo de injeção de termoplásticos são essencialmente de natureza dimensional, estrutural e da qualidade da superfície. De seguida descrevem-se os defeitos mais frequentes.

2.4.1. “Rechupes”

Podemos referir dentro de um conceito generalizado que o “rechupe” numa peça plástica, é uma marca na superfície visível causada pela falta de material, ou seja, um vazio que se pode verificar principalmente devido às diferenças de espessuras de paredes. Analisando especificamente poder-se-á apontar diversas causas além do *design* da própria peça, como sendo as condições térmicas, as pressões aquando da sua injeção e o tipo de termoplástico. [36] Na figura seguinte observam-se exemplos de rechupes, estas são marcas que aparecem na superfície da peça, principalmente por grandes diferenças de espessuras entre paredes (ribs).

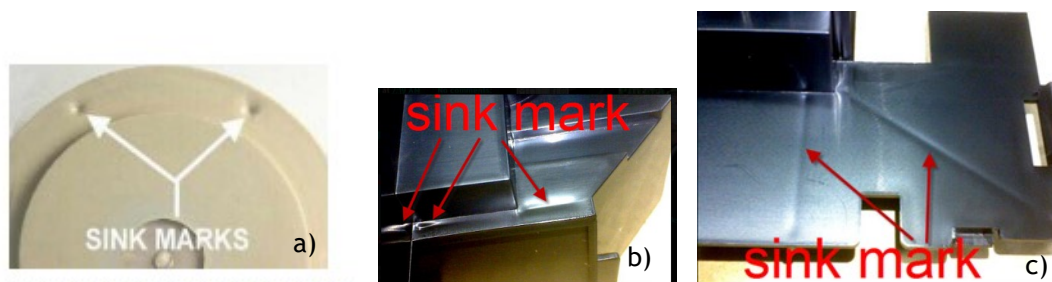


Figura 19. a), b) e c) Exemplos de peças plásticas com marcas de “Rechupes”. [37]

2.4.2. Queimados

Como o próprio nome indica este é um defeito típico no processo de injeção em que se verifica a presença de zonas de alteração de cor para preto/castanho (queimados) devido a temperaturas de fusão de material plástico muito elevadas, velocidades de injeção muito rápidas ou até mesmo pressões de injeção muito altas. Neste caso, a minimização deste tipo de defeitos é conseguida com a existência de canais de ventilação no próprio molde para que o ar preso possa escapar.

Nalguns casos também poder-se-á atribuir este tipo de defeitos ao mau acondicionamento do material plástico, nomeadamente o seu teor excessivo de humidade. Pode minimizar-se estes defeitos garantido e respeitando as especificações do fabricante/fornecedor como os tempos de secagem em estufa. [38] Na figura seguinte observam-se exemplos de marcas de queimados, este defeito aparece mais precisamente quando o ar não tem espaço para se escapar. São criados assim uns canais de ventilação por onde o ar pode passar dando lugar assim ao material na cavidade sem defeito.

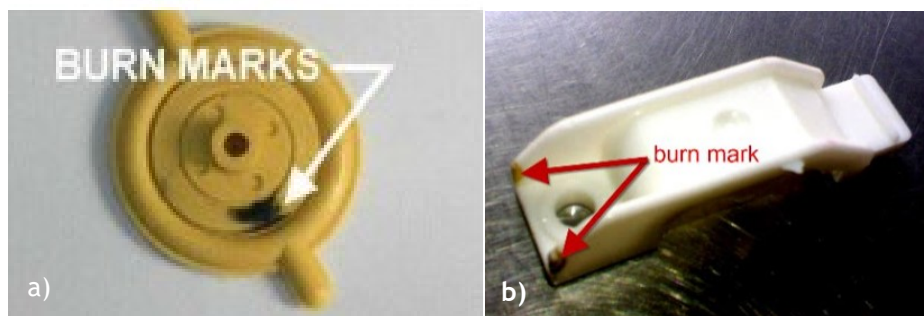


Figura 20. a) e b) Marcas de queimados nas peças plásticas. [39]

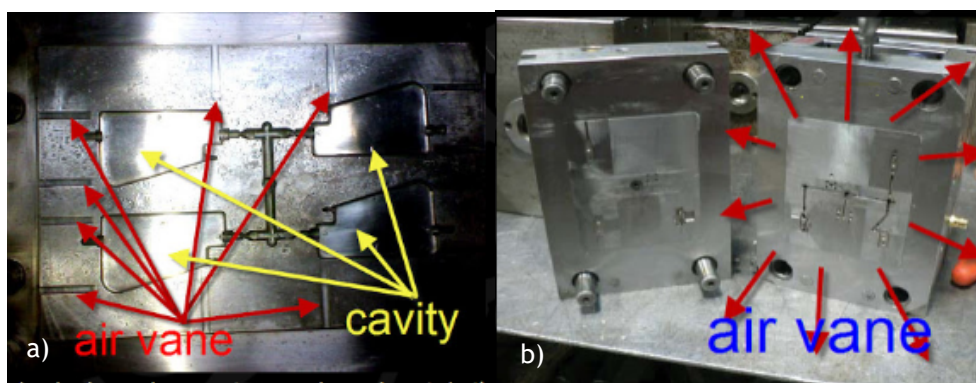


Figura 21. a) e b) Exemplos de canais de ventilação. [39]

2.4.3. Enchimento incompleto/Peças curtas

Este defeito sucede quando se verifica que uma peça não foi totalmente preenchida pela matéria-prima. Deve-se normalmente à solidificação dos canais de injeção, e escoamentos muito longos e complexos, quedas de pressão durante a injeção e inclusive a própria matéria-prima conter uma taxa de fluidez baixa. Para prevenção e minimizar este defeito é aconselhado aumentar as temperaturas do sistema quente, do molde, aumentar a velocidade e pressão de injeção, criar canais de ventilação, aumentar as dimensões dos canais de injeção e/ou ponto de injeção e ainda utilizar um material de maior fluidez. [36]

Na figura seguinte observam-se exemplos de peças incompletas, ou seja, defeito de enchimento por solidificação dos canais de injeção entre outros.

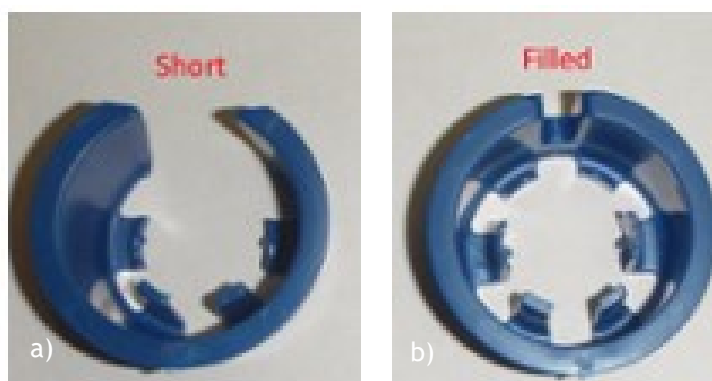


Figura 22. Diferença de enchimento entre peça completa e curta. a) Peça incompleta
b) Peça completa. [40]

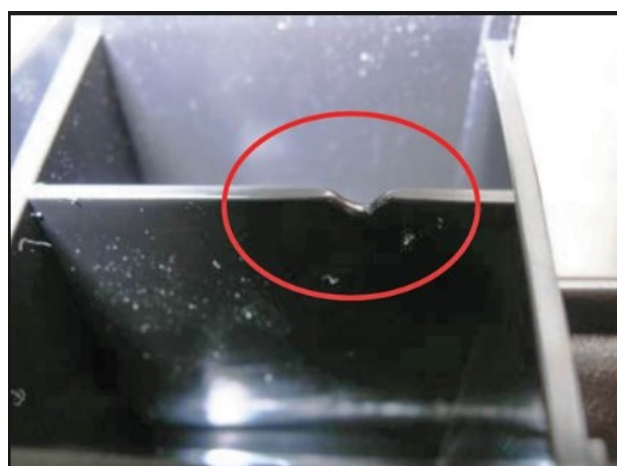


Figura 23. Peça com zona incompleta. [40]

2.4.4. Linhas União

Quando o material plástico se funde em dois ou mais escoamentos (fluxos) é criada uma linha de união ou linha de soldadura de material, esta é caracterizada por uma zona frágil e de risco. Este tipo de defeito poderá ser acautelado principalmente pela localização dos pontos de injeção segundo a geometria da peça. A minimização destes defeitos também poderá ser conseguida através do aumento da temperatura, velocidade de injeção e pressões durante o processo de injeção. [40] Na figura seguinte observam-se exemplos de linhas de união de material. Esta é causada quando existem mais de duas frentes de material, é uma zona frágil, normalmente têm-se em atenção este ponto por causa de possíveis montagens de componentes ou simplesmente por estética.

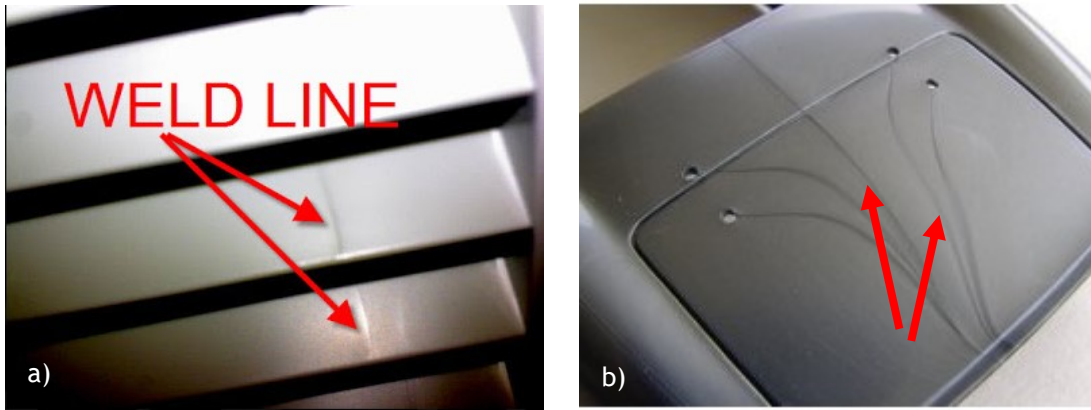


Figura 24. a) e b) linhas de união do material plástico. [41]

2.4.5. Rebarbas

É uma fina camada de plástico que flui para o exterior do molde, entre o encontro de duas metades (junções) da injeção em que o material irá solidificar. Geralmente é causado pelo desgaste do aço, desvios ou obstruções entre componentes, pressões de injeção elevadas e excesso de material, força de fecho (em toneladas) insuficiente da máquina de injeção.

Esta situação pode ser eliminada pelo ajuste entre componentes e respetiva limpeza de impurezas que prejudiquem a abertura e fecho do molde, aumentar a força de fecho da máquina de injeção, diminuição de temperaturas e pressões de processamento. [42]

Na figura seguinte observam-se exemplos de rebarbas, ou seja, plástico que se escapa por entre as junções do molde.

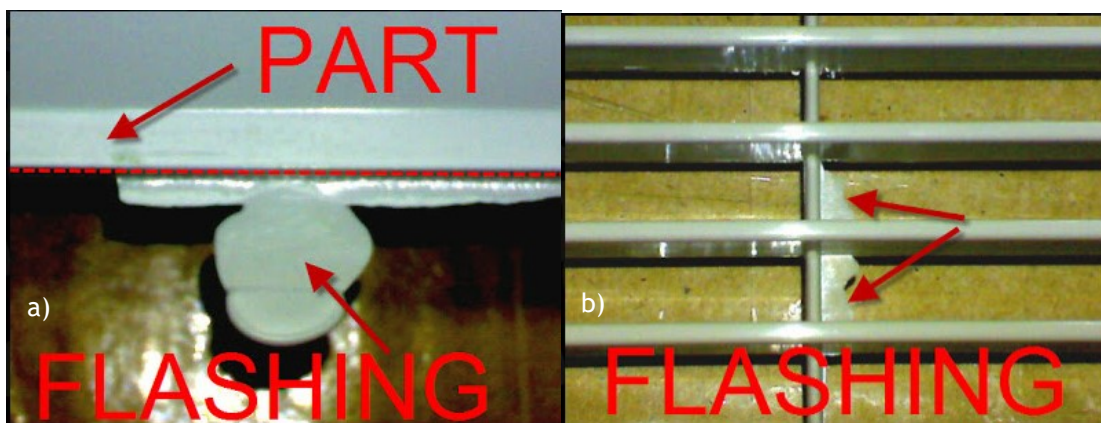


Figura 25. a) e b) zonas de rebarbas em peças plásticas. [37]

2.4.6. Bolhas de ar

Manifesta-se através de bolhas formadas no interior da peça, em que a sua superfície externa arrefece e devido à transferência de calor do material plástico para o sistema de refrigeração do molde e o próprio material contrai na direção da espessura criando um vazio no seu centro. Soluções possíveis para minimizar o aparecimento de bolhas é a localização do ponto de injeção na zona de maior espessura, escolher um tipo de material termoplástico com menos viscosidade garantido uma menor prisão de gases promovendo um escape de ar mais rápido, aconselha-se igualmente que durante o processo de injeção se aumente a pressão de retenção e o tempo de espera. [41] Na figura seguinte observam-se exemplos de bolhas de ar, que é o vazio causado pela contração do material com a superfície externa.

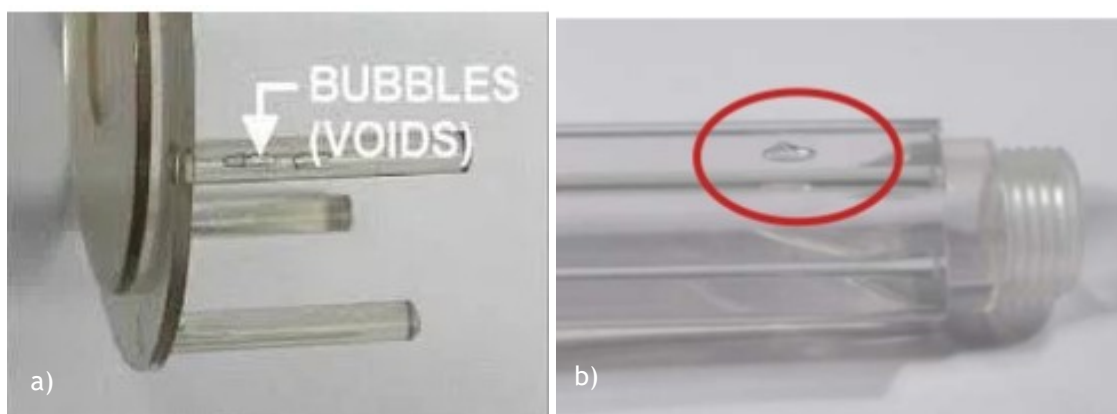


Figura 26. a) e b) zonas de aparecimento de bolhas de ar. [41]

2.4.7 Fissuras

As fissuras ou “rachas” no plástico são provocadas por tensões elevadas no interior do molde ou por uma força exterior aplicada na peça. Estes fenómenos podem também resultar do contacto com um produto químico externo incompatível aplicado nas peças acabadas. As fendas frequentemente só aparecem dias ou semanas depois de as peças terem sido moldadas. Este problema tende a ser minimizado através da redução da pressão de injeção, secagem devida do material, aumentar as temperaturas do bico injeção e do molde e pela alteração da velocidade de injeção. [39] Na figura seguinte observam-se exemplos de peças com rachas. São fissuras criadas pelas forças aplicadas na peça exteriormente.

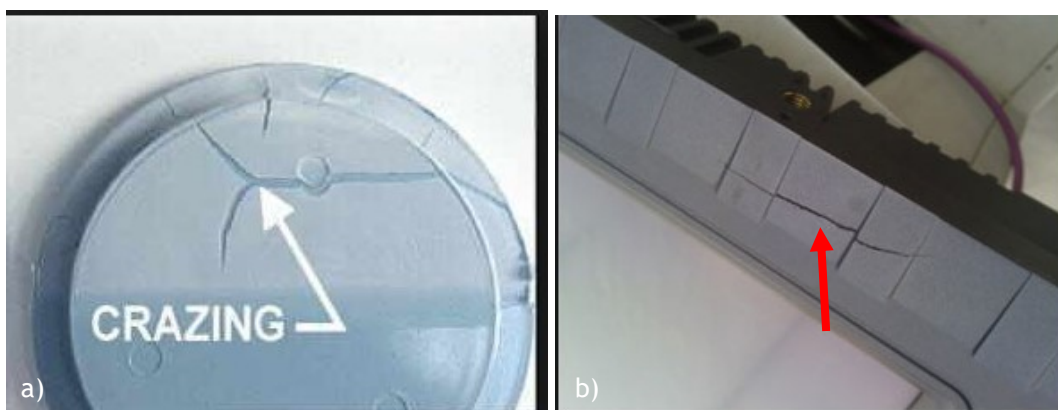


Figura 27. a) e b) zonas de aparecimento de fissuras. [37]

2.4.8 Marcas do fluxo (“Jetting”)

O “*jetting*” é causado por um fluxo frontal (escoamento) de produto fundido não desenvolvido, dentro da cavidade, ou seja, pela turbulência do escoamento do material. O plástico flui sem interrupções para dentro da cavidade e arrefece o suficiente para não se fundir de forma homogénea com o material que se lhe segue. Como prevenção deverá ser reduzida a velocidade de injeção, alterar a temperatura de fusão, aumentando-a ou reduzindo-a. Além disso, aumentar o diâmetro do ponto de injeção, deslocar o ponto de injeção, de tal forma que quando o plástico entre na cavidade, embata contra uma obstrução, por exemplo uma nervura ou parede. [39] Na figura seguinte observam-se exemplos de “*jetting*”, ou seja, a turbulência do material que não funde uniformemente, deixando a marca de fluxo.

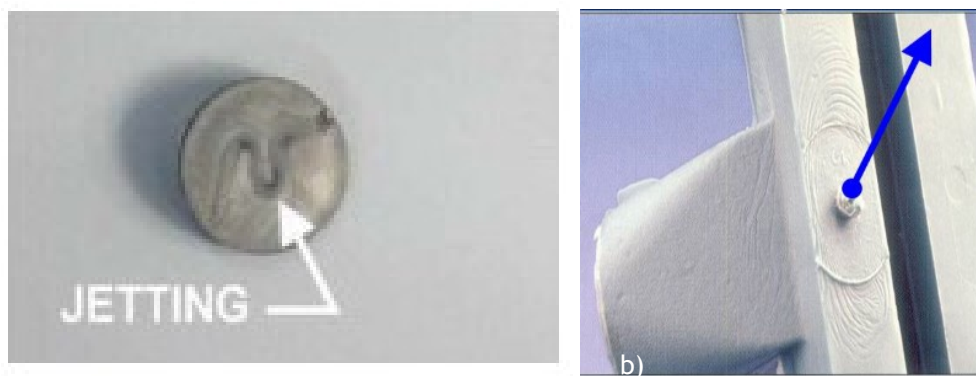


Figura 28. a) e b) zonas de turbulência de material. [39]

2.4.9 Deformação/Empenos

Este é um dos defeitos mais preocupantes no plástico que numa forma genérica explica-se pela diferença de contração em diferentes zonas da peça. Este fenómeno deve-se a características totalmente diferentes de contração que se irão tornar evidentes no caso de materiais reforçados com fibra de vidro, devido à orientação das fibras, nomeadamente à diferença entre a orientação longitudinal e transversal da fibra. Genericamente a deformação ocorre devido à distribuição das várias espessuras de parede, localização do ponto de injeção, restrições ao fluxo, assim como da rigidez inerente da peça injetada. Estas diferentes causas de deformação, independentemente de o material ser reforçado com fibra de vidro ou não, provocam um efeito de deformação em sentidos opostos na mesma peça como demonstra a figura 29 b). [43]

Para minimizar este tipo de defeito deve-se evitar grandes concentrações de material, introduzir várias entradas de material para minimizar perdas de pressão reduzindo as diferenças de contração. O sistema de calor deve ser localizado de modo a que o calor seja dissipado o mais uniforme possível, é necessário balancear o fluxo do material para que este seja uniforme. [44] Na figura seguinte observam-se exemplos de peças com deformação que por consequência vão causar o empeno nas peças.

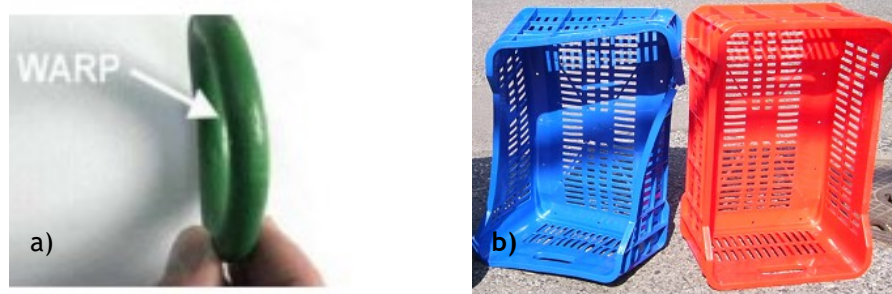


Figura 29. Deformação e empeno em peças plásticas diferentes. a) Zona deformada. b) Deformação total peça. [39]

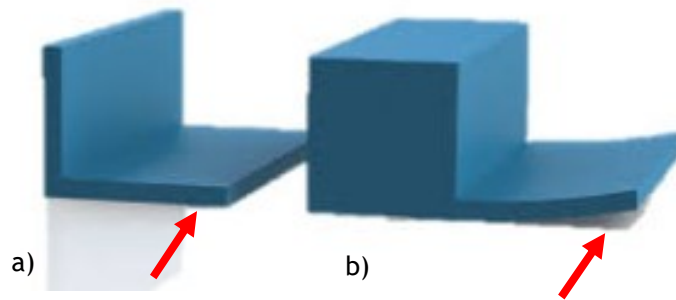


Figura 30. Diferença de espessuras causam a deformação. a) Zona com menor espessura de matéria. b) Zona com maior espessura já causa deformação. [39]

2.4.10 Delaminação

A delaminação da superfície (sucessivas camadas que podem ser removidas/separadas) ocorre quando camadas individuais de plástico começam a separar-se da peça devido principalmente à contaminação dos materiais. Causas possíveis resultam na entrada de materiais estranhos no termoplástico “derretido”, separando o produto final, porque o contaminante e o termoplástico não se podem unir. O fato de não se poderem ligar não afeta apenas a aparência, mas também a sua resistência mecânica. O material contaminante atua como um defeito localizado preso no interior do termoplástico. A dependência excessiva de agentes desmoldantes também pode causar delaminação.

Nestas situações deve ajustar-se a velocidade de injeção, assim como verificar se o material foi contaminado. Podem ter sido acidentalmente misturadas resinas ou corantes incompatíveis, provocando o aparecimento desta condição. O material deve ser bem seco conforme cada uma das especificações, sendo que o aumento da temperatura do material e do molde devem ser consideradas. [39] Na figura seguinte observam-se exemplos de peças com o efeito delaminado, ou seja, separação de camadas individuais do material.

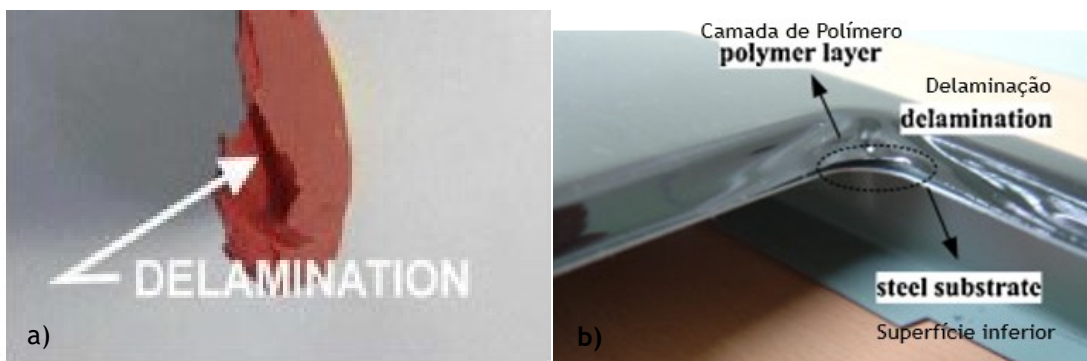


Figura 31. a) e b) separação das camadas individuais de plástico em peças diferentes. [39]

2.5 Engenharia Inversa

Como o nome indica, engenharia inversa (EI) baseia-se num estudo de um objeto, desmontando-o e analisando os seus componentes e a forma como se comportam, ou seja, tem o objetivo de para descobrir como algo funciona e/ou fabricado, para poder aperfeiçoar e analisar possíveis funções que o objeto poderia realizar. Assim mais resumidamente, engenharia inversa é um processo que pretende descobrir os princípios tecnológicos e o funcionamento de um dispositivo ou objeto, através da análise de sua estrutura e função. [45]

2.5.1 Conceito de Engenharia Inversa na indústria dos moldes

A melhor definição deste conceito “EI” passa por ser um processo de um objeto existente para sua reprodução ou aperfeiçoamento. Inicialmente este conceito começou na fabricação por meio da reprodução de cópias de produtos originais. *“Enquanto a engenharia convencional transforma conceitos e modelos em peças reais, a Engenharia Inversa transforma em engenharia modelos e conceitos”*. [45]

2.5.2 Etapas da Engenharia Inversa

Este processo pode ser dividido em 2 fases, a digitalização e a criação do modelo CAD. A primeira fase consiste em evitar estragos no modelo e na própria fabricação. Na digitalização é obtida uma nuvem de pontos. A distância entre estes pontos é muito importante para uma análise perfeita á superfície especialmente onde existem curvaturas e raios. A segunda fase é a da criação do modelo CAD, a partir dos dados digitalizados. Os dados são apresentados como uma nuvem de pontos no espaço, logo a geometria do modelo deve ser assente sobre estes pontos. Ainda pode existir uma 3ª fase intermédia entre as fases descritas: -a interpretação dos dados através de cortes e medições feitas sobre a malha triangular ou a nuvem de pontos. [45] Na figura seguinte é demonstrado a etapas que uma peça passa através da metodologia da “EI”.

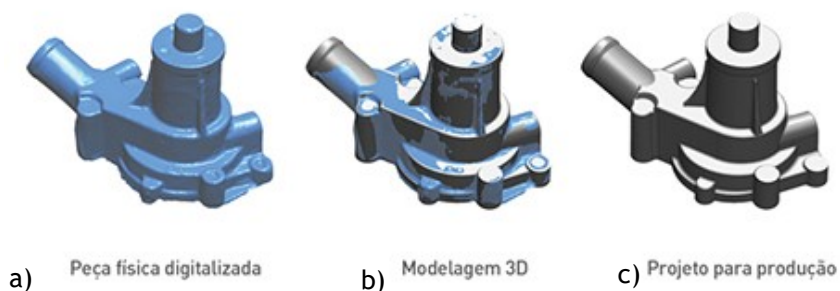


Figura 32. Etapas da engenharia inversa. a) peça física digitalizada. b) modelagem 3D. c) projeto para produção. [46]

2.5.3 Engenharia inversa aplicada à indústria

É nesta área que se encontra a maior aplicação da EI, devido a competitividade entre empresas para manter a relação de qualidade e preço significativas, através do curto ciclo do produto desde o *design* até à sua fabricação. Mais propriamente, esta disseminação da Engenharia Inversa está relacionada com a criação de novos produtos, de modelos existentes, de correções e melhorias de modelos a implementar e na documentação dos produtos. Mais precisamente o que precisa ser copiado é a ideia de aplicação.

Ao fazer a digitalização do produto ou objeto as informações incorretas também são capturadas, logo é necessário corrigir estes erros e recorrendo a recursos como a simetria, o paralelismo e a perpendicularidade. [45]

Na figura 33 apresenta-se um esquema da metodologia utilizada para descrever o processo da engenharia inversa no mundo da indústria dos moldes. Esta figura ilustra também as etapas por que passa a peça.

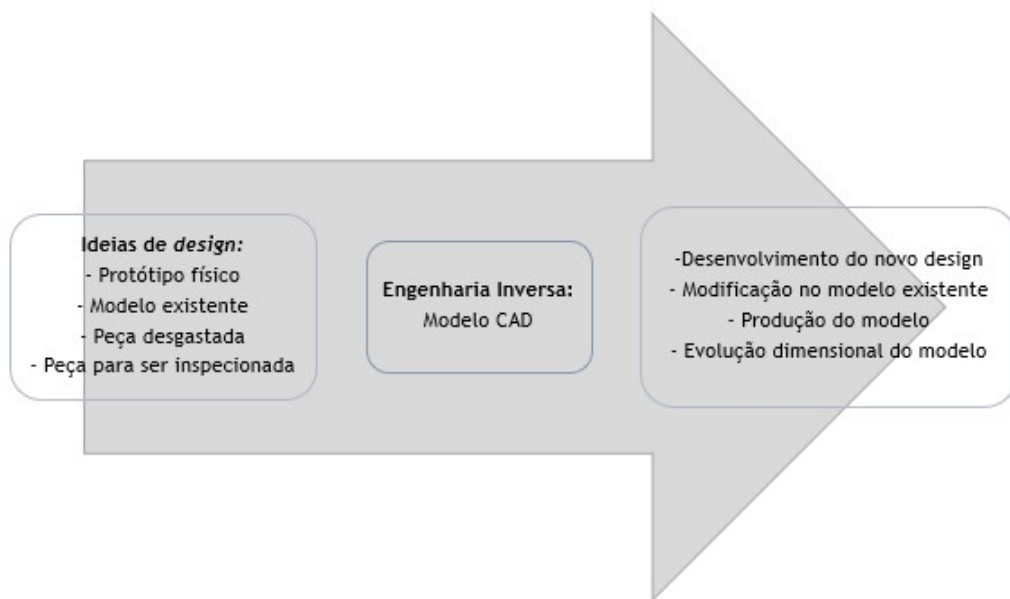


Figura 33. Metodologia da Engenharia Inversa na indústria, [adaptado de 45].

Capítulo 3- Análise de um caso de estudo

3.1 Estudo Reológico

A empresa *Frumolde Tooling* orçamentou uma peça (figura 38) de um cliente habitual (*CONTINENTAL*), ao qual já havia efetuados mais moldes. Após análise, fomos designados como fabricantes do molde/ferramenta.

Verifica-se que a peça tem altos níveis de tolerância dimensional, com objetivo de eliminar futuras falhas nos requisitos finais da peça.

A primeira fase deste processo foi efetuar um estudo reológico para detetar na sua objetividade os seus problemas e consequentemente os problemas do fabrico do molde. Esta fase foi de encontro às especificações do cliente fornecidas em orçamento: -um molde com 2 cavidades, alimentado com um sistema de injeção com 2 bicos quentes e carburador (figura 34).

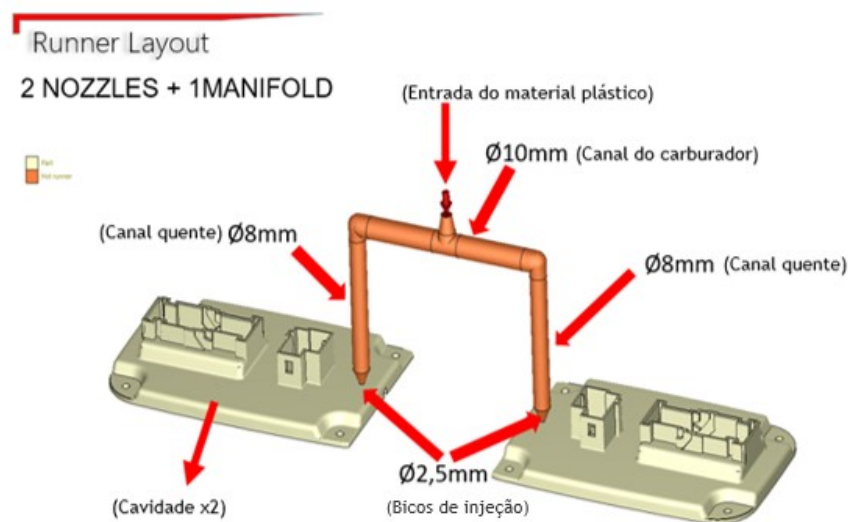


Figura 34. Primeiro estudo reológico solicitado pelo cliente com o sistema de injeção requerido.

O principal objetivo deste primeiro estudo de simulação era obter os valores finais de deformação (empeno da peça), parte fulcral por parte do cliente. O resultado obtido não foi de encontro ao requisito inicial (paralelismo), por se concluir que existiam 4 zonas de maior deformação: 1,4mm (figura 35). Foi aconselhado ao cliente que para prevenir estes problemas, a introdução de 4 “postiços” individuais nas extremidades da peça (ver fig. 35) (componentes em separado/postiços intermutáveis) na construção do molde, onde esta ação preventiva em futuras correções ao molde, traduzir-se-á na forma mais económica eficaz.

Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos

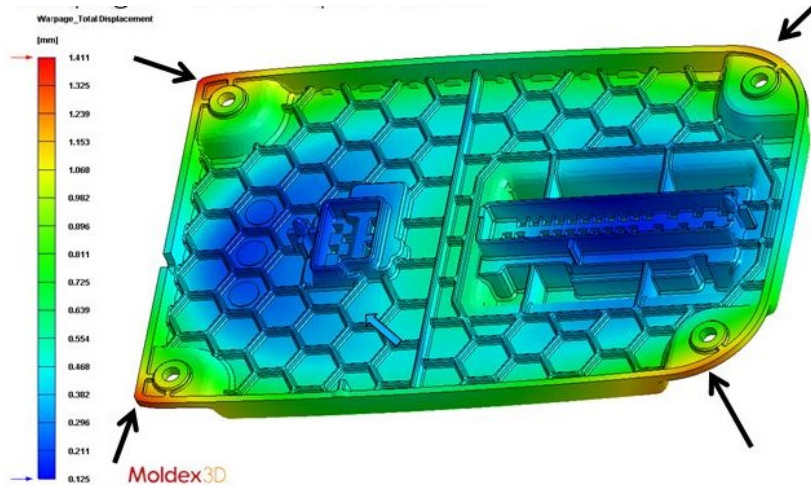


Figura 35. Zonas a vermelho corresponde ao valor de maior deformação 1,4mm.

Após várias análises internas das condições de processamento dos parâmetros de injeção de plástico da máquina e da própria peça, e inclusive à mudança da conceção inicial do molde, foi equacionada a possibilidade da mudança do tipo de material plástico a injetar (simulação com 3 tipos de materiais com índices de fluidez diferentes). Foi ponderada a hipótese da alteração ao *design* da peça, criando “*ribs*” de reforço para minimizar o valor da deformação (figura. 36 a)). Esta solução continuava a não ir de encontro ao exigido por parte do cliente. Ainda foi simulada e analisada a hipótese de injetar uma peça sem “*honeycombs*”, ou seja, sem os favos de mel/*ribs* (figura 36 b)), mas verificou-se que os resultados pioraram e a peça continuava a não estar estável.

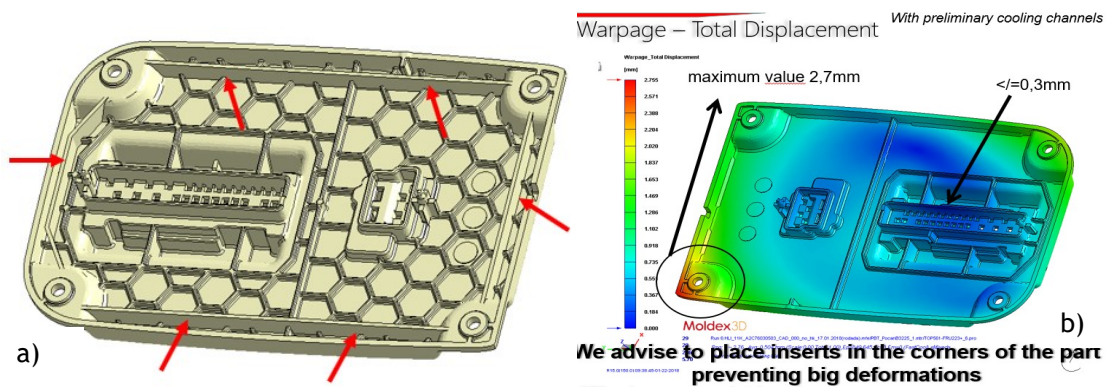


Figura 36. Análise e simulação da peça com *ribs* de reforço e sem os *ribs* “*honeycombs*”; a) Artigo com *ribs* de reforço à volta da peça. b) Simulação do artigo sem *honeycombs*.

Posteriormente foi revelado um novo requisito de exigência por parte do cliente: o enchimento do material plástico deveria terminar numa das extremidades da peça (linhas de união do material plástico) (figura 37 a)). Esta razão deve-se ao facto de o cliente não permitir que o enchimento termine no meio do conector (encaixe da ficha elétrica), criando uma linha de soldadura que resultaria na diminuição da resistência do plástico nesta zona, correndo o risco de aparecimento de fissuras.

Para ir ao encontro desse objetivo, deslocou-se o bico de injeção para a única zona permitida pelo cliente (ver figura 37 b)).

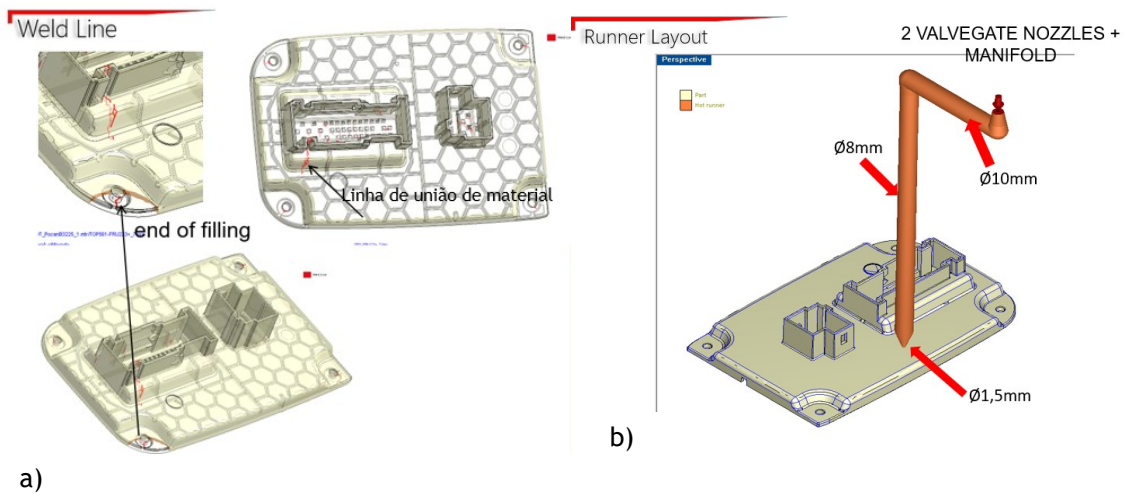


Figura 37. Fim do enchimento e localização do bico de injeção conforme as exigências do cliente. a) Linhas de união de material e fim de enchimento. b) Localização atual do bico de injeção.

Após este ponto resolvido só haveria ainda um problema que não estava conforme as condições dimensionais do cliente, o paralelismo da peça.

Para solucionar este problema foi analisado internamente, a hipótese de aplicar na construção do molde, o método de ER- Engenharia Reversa, ou seja, a contra deformação no aço utilizando o mesmo *software* de simulação *Moldex3D*.

O *Moldex3D* permite gerar ficheiros contra deformados que neste caso ira servir de base para a construção do molde.

3.1.1 Enquadramento e aplicabilidade do artigo/ peça plástica

(Ver anexos 2/12/14/15/16)

O artigo tem de nome “HLI4 11K Plastic Cover” e é direcionado para a indústria automóvel, da marca Mercedes-Benz. Esta marca Mercedes, implica um produto de luxo, sofisticação, eficiência e acima de tudo qualidade acima da média. A exigência do cliente para com o projeto advém da necessidade de respeitar os requisitos de “assemblagem” do componente, as respetivas tolerâncias geométricas e a necessidade de garantir os requisitos de qualidade do produto final (figura 38. a) e b)).

Foi solicitado por parte da CONTINENTAL a construção de um molde de injeção de uma peça plástica para encaixe de fichas elétricas. Esta é localizada num outro conjunto de peças da parte elétrica do automóvel, á qual obedece a um requisito dimensional bastante exigente.

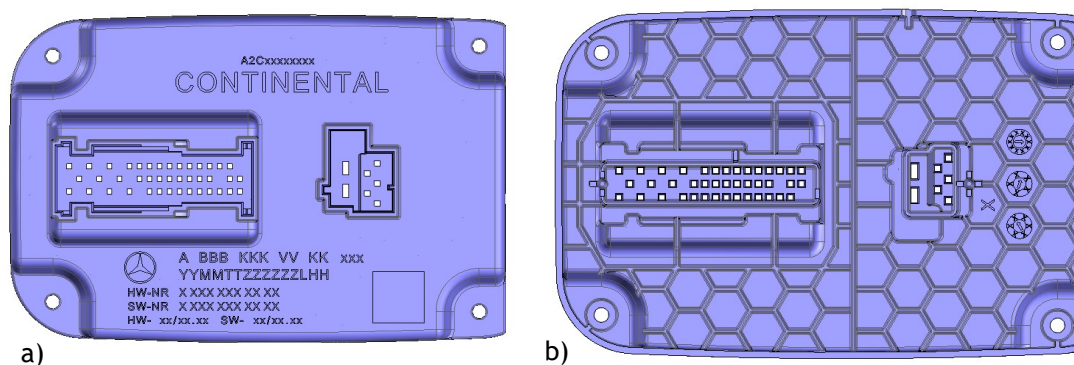


Figura 38. Fichero de artigo “HLI4 11K Plastic Cover” original do cliente. a) Vista superior. b) Vista inferior.

Assim este estudo baseia-se na fabricação de um molde de injeção de plástico para uma peça que tem grandes exigências relativas a: tipo de superfície/textura exterior e interior, gravações a laser, empenos (máximo permitido de 0,3mm), e ainda outros requisitos de tolerâncias dimensionais como paralelismos, conforme indicado no desenho 2D de artigo do cliente (figura 39). Todos estes parâmetros contribuem para uma boa qualidade e montagem final da peça no próprio automóvel, para que o consumidor final obtenha satisfação total do produto.

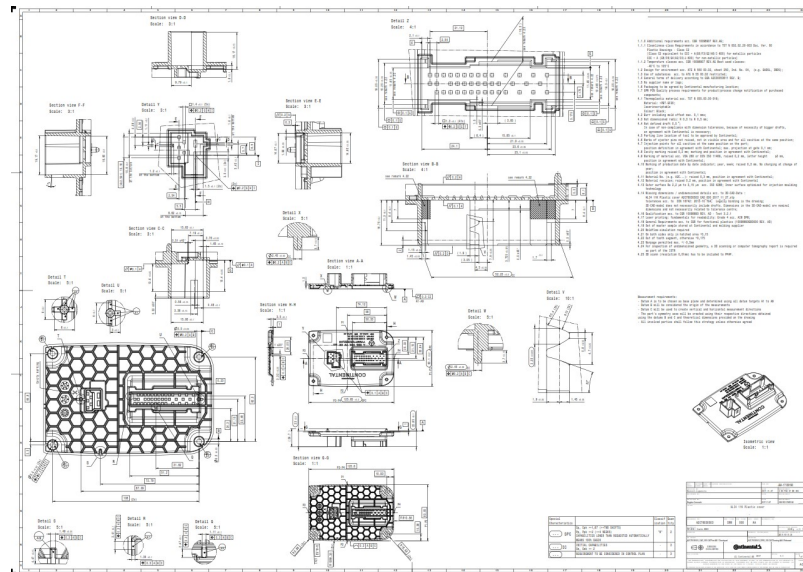


Figura 39. Ficheiro 2D de artigo do cliente com várias vistas e detalhes de cortes da peça, com as dimensões e tolerâncias - no canto superior direito estão as exigências normativas (anexo 2).

3.1.2 Estudo reológico com o software *Moldex3D*

(ver anexos 9 e 17)

O *Moldex3D* é um *software* CAE- *Computer-Aided-Engineering*, para simulação de injeção de termoplásticos e termoendurecíveis.

A tecnologia utilizada neste *software* é baseada em malhas sólidas híbridas com o intuito de ajudar a simular processos de análise de injeção de plástico e otimizar projetos de produtos e a sua fabricação. [47]

Mediante este programa foram elaborados vários estudos para obter as melhores condições a nível de parâmetros de injeção como: variações de temperaturas entre o lado da injeção em relação ao lado da extração, o tempo de arrefecimento, a velocidade de injeção e a viscosidade do material, com o objetivo de chegar ao menor valor de deformação possível. O processo foi iniciado no programa *Moldex3D* com a ajuda de outros dois *softwares* de apoio: - *Moldex3D Designer* e *Moldex3D CADdoctor*.

Iniciou-se a preparação da peça a nível de erros de construção de superfícies/sólidos (figura 40) do artigo original do cliente (*Moldex3DCadector*) prosseguindo com a construção dos canais interiores (ver figura 41 a) e b)) por onde irá circular o plástico no sistema de injeção; e canais de circulação de águas que irá permitir refrigerar o aço (figura 42 a) e b)) do molde (*Moldex3D Designer*). Finalizou-se gerando a malha na cavidade e no sistema de injeção (fig.43 a)), em que para confirmar se a malha está conforme podemos fazer vários cortes no local desejado como indica a figura 43 b) e c). Esta malha é o que vai dar origem ao ficheiro de trabalho no *software* principal de simulação do *Moldex3D*.

Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos

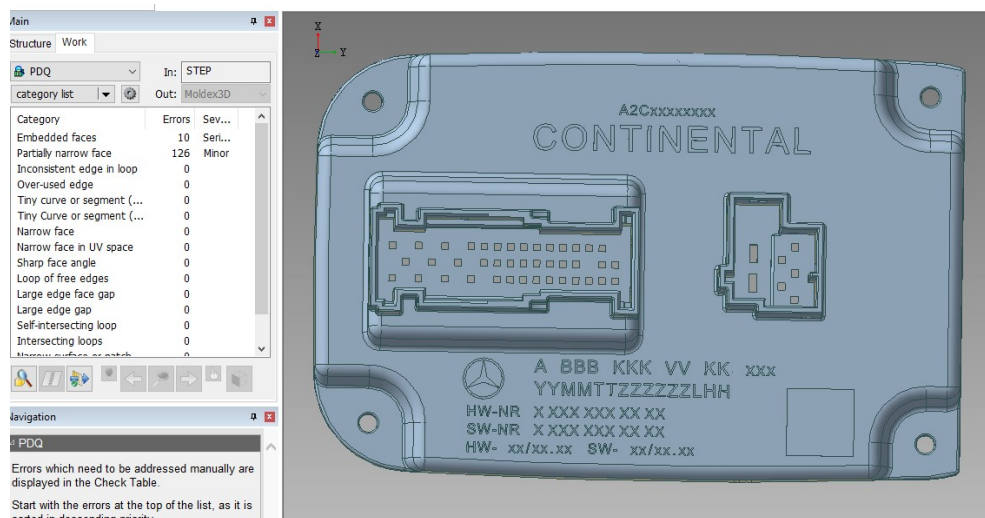


Figura 40. Preparação do artigo a nível de correção de erros (Moldex3D CADdoctor).

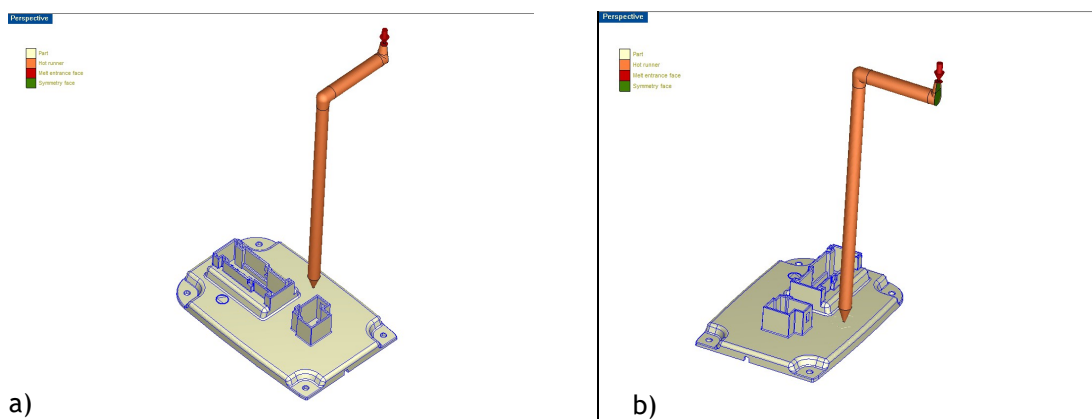


Figura 41. Artigo com o sistema de injeção construído na cavidade (Moldex3D Designer). a) Artigo com sistema de injeção vista de frente. b) Artigo com sistema de injeção vista de trás.

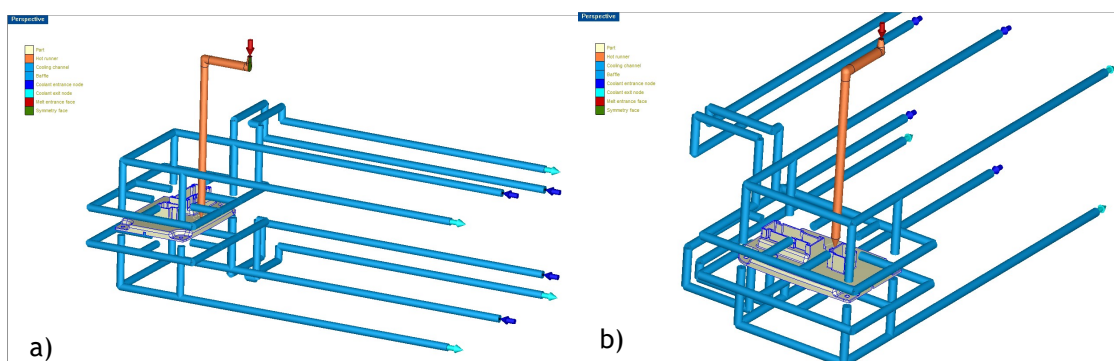


Figura 42. Artigo com os circuitos de água construídos em perspetiva ((simetria do layout de simulação) Moldex3D Designer). a) Vista de lado. b) Vista em perspetiva.

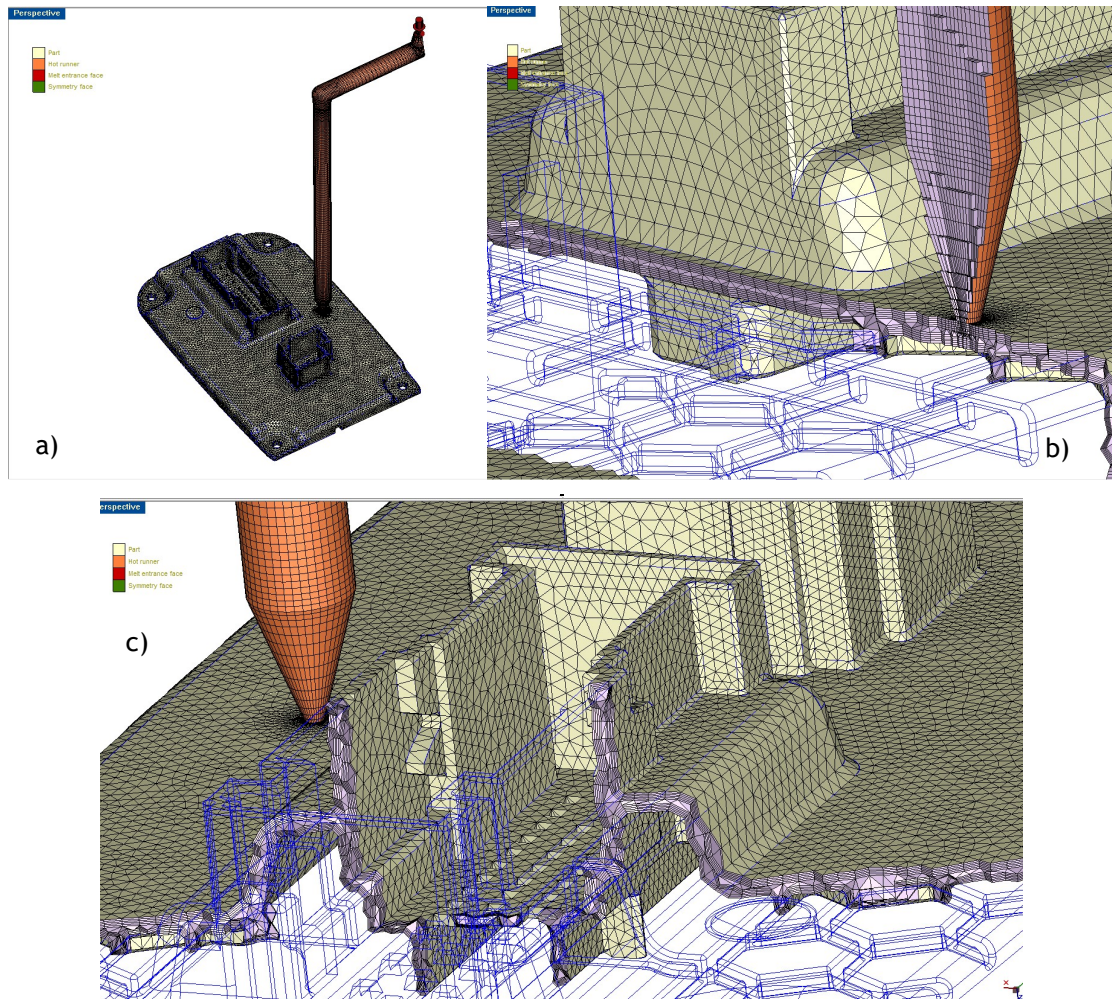


Figura 43. Malha do artigo gerada na cavidade e no sistema de injeção (*Moldex3D Designer*). a) Malha criada na cavidade com sistema de injeção. b) Corte na malha, da cavidade com o sistema de injeção. c) Corte na malha do artigo no local do conector.

De seguida o ficheiro do *layout* esboçado anteriormente é importado (*Moldex3D*) para dar início á programação da simulação como mostra a figura 44 a) e b), com o foco de obter resultados a nível de: fugas de gases, tempo de enchimento, tempo de ciclo, compactação da peça, linhas de união e sobretudo do empeno.

Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos

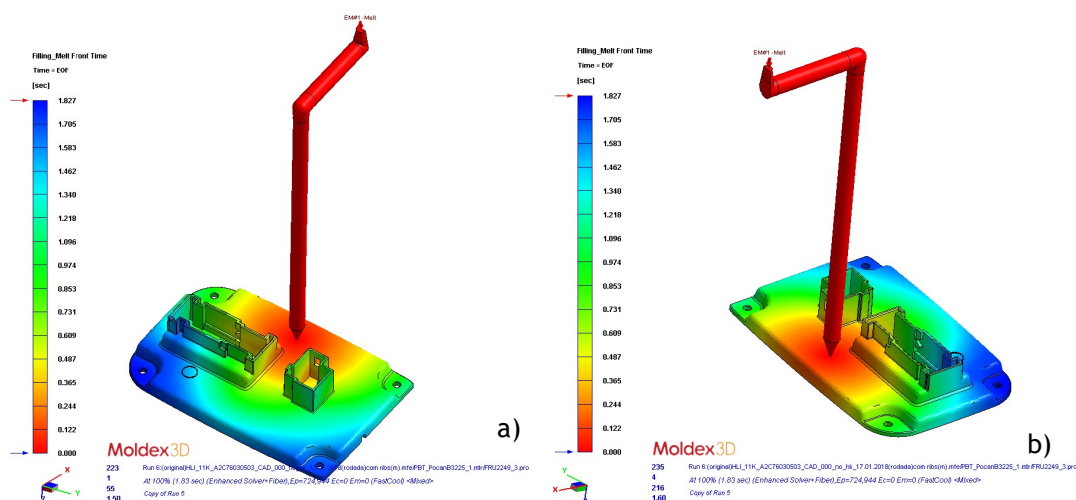


Figura 44. *Layout* da cavidade para início da simulação de enchimento no *Moldex3D*. a) *Layout* vista de frente. b) *Layout* vista de trás.

No fim deste processo, foi gerado um ficheiro 3D em linguagem STL- esteriolitografia, ou seja, o ficheiro da malha triangular da peça resultante da contra deformação que o *software* apurou, com o fim de servir de base de comparação para reconstrução do ficheiro 3D sólido original (base de trabalho para construção do molde).

Após esta fase de alteração do ficheiro, voltou-se a simular com os mesmos parâmetros de injeção utilizados até então, com a finalidade da sobreposição entre artigo original do cliente e o artigo contra deformado de forma a estes serem totalmente coincidentes (figura 45 a) e b)).

Depois de analisada, concluiu-se que a maior parte das zonas do artigo eram coincidentes, sendo que este ficheiro será a base principal do inicio da construção do molde.

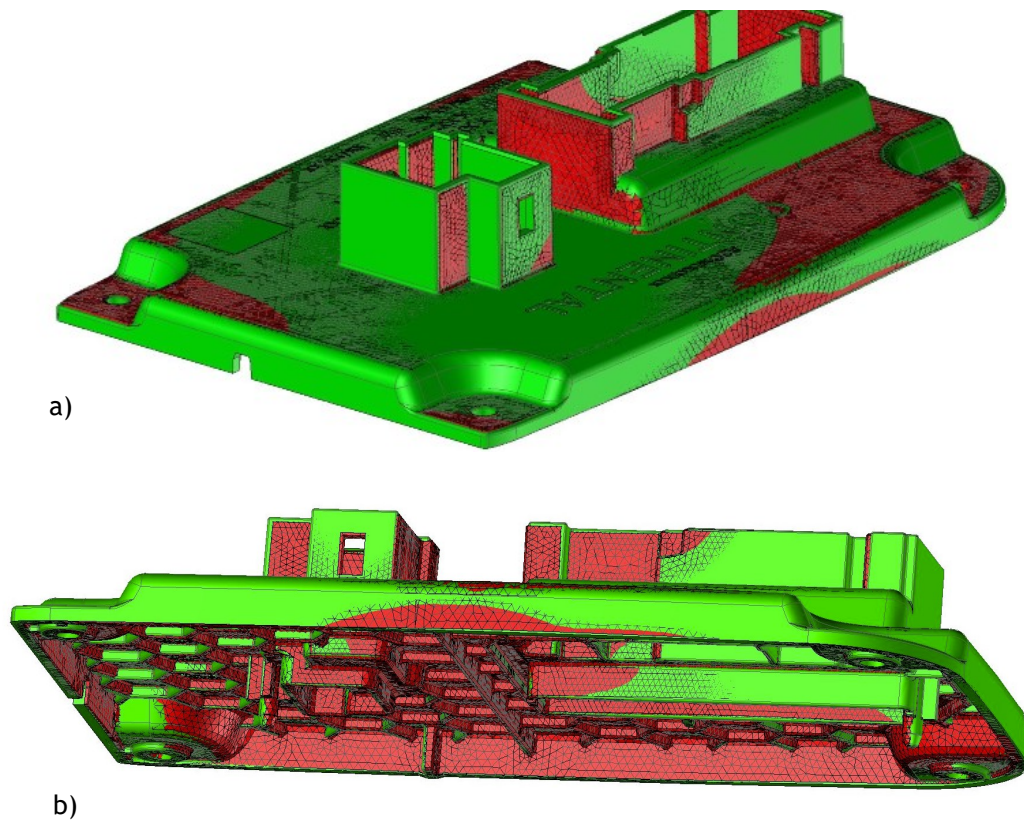


Figura 45. Sobreposição do artigo original (cor verde) do cliente e do artigo deformado (cor vermelha), ficheiro resultante e final do *Moldflow* dando origem ao desenvolvimento e conceção do molde. a) Vista superior. b) Vista inferior.

3.1.3 Fase de desenvolvimento do molde e a sua conceção

(ver anexo 1)

Desenvolvimento

Para este caso e estudo, era exigência contratual do cliente todas as semanas, até sexta-feira às 14H, um *PR- Progress Report*, ou seja, a evolução semanal da fabricação do molde nas suas diferentes fases de construção.

Todos os moldes são constituídos, desenhados e concebidos em conformidade com normas e regras tanto de clientes como da nossa empresa (ver normas em anexo 14/15/16), e possui de um caderno de encargos com toda a informação necessária conforme a seguinte tabela:

Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos

Tabela nº6- Especificações do cliente.

Matéria-prima					
Matéria a moldar PBT GF20 com referência de cor POCAN B3225 900867					Contração 0,9%
Tipo de Molde					
Molde injeção	Molde de duas cavidades	Tempo de ciclo previsto 35seg.	Garantia 1.000.000 peças/ano	Dimensões do molde previstas 396mm x 446mm x 580mm	
Tipo de injeção					
Canal quente + Carburador 2 bicos quentes VALVEGATE (Marca SYNVENTIVE)			Ficha elétrica HARTING HAN E 09330162601		
Tipo de Extração					
Extratores redondos	Extratores tubulares	Extratores laminados	Funcionamento extração KO M16	Acessórios extração casquilhos esfera	Quantidade de guias de extração: 4
Observações:					
tapar o vão de extração e colocar conta ciclos (lado do operador) Ver normas do cliente.					
Movimentos/ Elementos Móveis					
Balancés lado cavidade			Pré-abertura (movimento dos balancés)		
Máquina de Injeção					
ARBURG_Allrounder 470 C 1500-400 c/ força de fecho 150ton		Ø anel de centragem injeção/extração Ø 100mm		Curso de abertura 750mm	Bico plano Peças retiradas por robot
Aços					
Estrutura 1.1730	Chapas A e B 1.2312	Postiços da Bucha AMPCO	Cavidade 1.2343 Temperado 48-52HRC	Bucha 1.2343 Temperado 48-52HRC	Movimentos Balancés 1.2343 Temperado e Nitruado 60-62
Chapas isolantes: lado injeção e extração c/ furações					
Refrigeração					
Cavidade e Bucha		Chapas Cavidade e Bucha		Postiços	

Sistema de Segurança: Micros/ Sensores								
1 <i>Microswitch</i> STRACK Z7600 (na extração, por cima, no topo do molde)					Ficha Elétrica			
<i>Interlocks</i> : retangulares								
Gravações								
Exterior do molde				Interior do molde (ver 2D de artigo)				
Esquemas refrigeração	Esquema elétrico	Chapa Frumolde	Topo do molde	Datador Mês/Ano	Ref. Peça	Nº cavidade	Símbolo reciclagem	Logótipo
Acabamento de superfície								
Cavidade e Bucha SPI/SPE Nr.3								
Notas gerais								
Fazer canais fugas gases	Colocar barra de transporte	Fazer rasgos de aperto á máquina	Verificar se as águas interferem com o aperto do molde á máquina			Lista do molde em inglês 2D (pdf; dxf) 3D(step)		

O desenho do molde foi concebido mediante as especificações acima descritas e assegurando o seu perfeito funcionamento a nível mecânico respeitando a qualidade exigida pelo cliente. Todos os moldes desenvolvidos no seu final têm as colunas da máquina respetiva, sendo esta uma forma de garantir que o molde ocupa o espaço cerdo da máquina de injeção (ver figura 46 a) e b)).

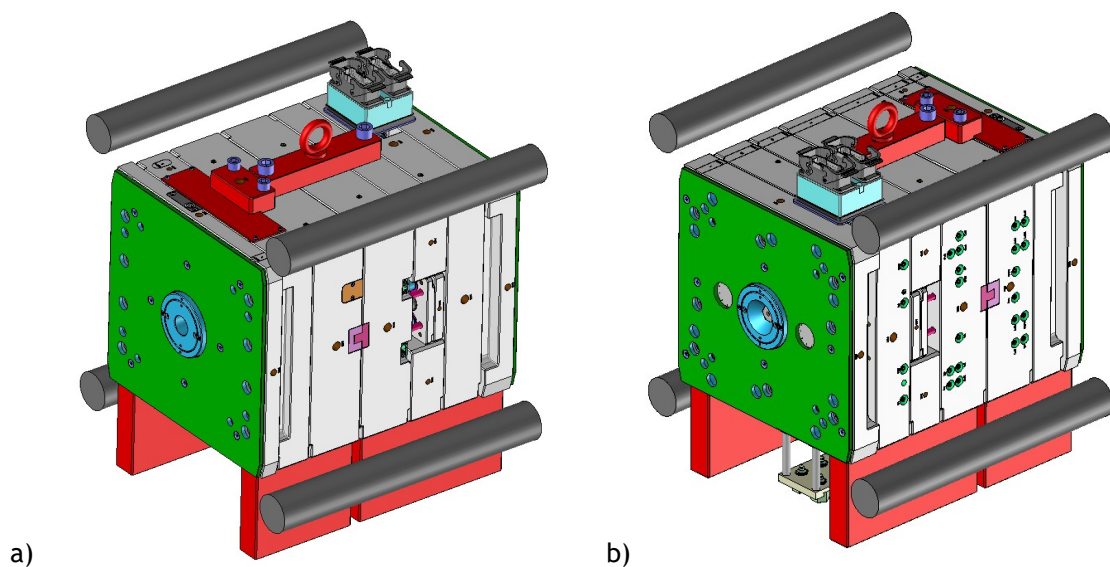


Figura 46. 3D final com simulação do molde nas colunas da máquina de injeção. a) Vista do molde do lado do operador. b) Vista do molde do lado oposto ao operador.

Conceção do molde: PR- Progress Report

(ver anexo 10)

A empresa *Frumolde Tooling* utiliza um fluxograma específico para produção de moldes. Após a definição/construção dos desenhos 2D/3D do molde e respetiva lista de componentes integrantes, dá-se lugar ao planeamento da sua produção. A lista dos vários componentes é entregue no departamento de compras e é efetuada a compra, com base na lista de materiais. Após a receção dos aços e de outros materiais e acessórios, as operações de fabrico decorrem de acordo com o planeado e segundo as metodologias definidas nas respetivas Instruções de Trabalho: Fresagem, Retificação, Erosão e bancada na qual no decorrer do processo, o responsável pelo DP-Departamento da Produção poderá recorrer a algum subcontrato específico. Após o ajustamento e montagem do molde, procede-se ao teste para obter amostras que serão enviadas ao cliente para respetiva análise se estas tiverem “conformes”. Para cada teste, é elaborado um documento de comentários (RT-Relatório de Testes), que evidencia o comportamento da peça injetada durante o teste. Como saída deste ensaio, resulta ainda um relatório com os parâmetros da máquina de injeção, disponibilizado pelo fornecedor do teste.

Depois do envio das amostras ao cliente, aguardam-se os respetivos comentários. O cliente pode aprovar, não aprovar e/ou fazer um pedido de alteração. Quando aprovadas as amostras, o cliente comunica o que pretende que seja feito antes do embarque do molde: podem ser acabamentos (textura, tratamento térmico) e/o produção de peças plásticas. Depois destes acabamentos, cliente poderá requerer novo teste e nova aprovação. Quando o Cliente não aprova as amostras, são analisados os comentários e verificado se existem ou não correções a implementar. Se necessário, procede-se à abertura de uma não conformidade. Quando são solicitadas alterações, estas são encaminhadas para o DP, dando-se início ao processo de fabrico. Quando o cliente solicita a produção de peças plásticas, estas são produzidas e controladas. Quando o molde não sofre alterações e o Cliente o aprova para expedição, é sujeito a uma última verificação, de acordo com as especificações do cliente, onde são confirmados todos os acessórios, através de um *check-list*.

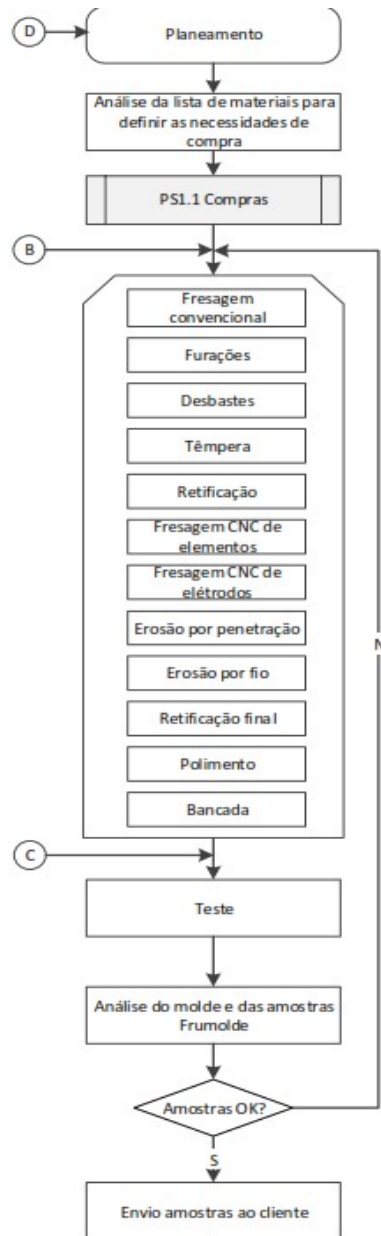


Figura 47. Fluxograma de produção do molde (*Frumolde Tooling*).

FRU2249 TOP561- *Progress Report*- Semana11- 12/03/2018

Após a aprovação da parte do cliente do preliminar/conceção do molde procedeu-se à encomenda do aço (figura 48 a)). O tipo de aço é escolhido pelo cliente e por vezes aconselhado pela *Frumolde* de acordo com a sua análise técnica e experiência. O tempo de entrega do aço requisitado é de aproximadamente uma semana. De referir que os aços em que são construídas as zonas “moldantes” (buchas e cavidades) são temperados, ou seja, com propriedades elevadas ao nível da tenacidade e ductilidade, sendo que a sua principal vantagem é a maior facilidade em realizar correções.

Após a receção do aço e respetivo controlo, os diferentes componentes foram distribuídos pelos diversos departamentos de transformação. A estrutura exterior do molde foi subcontratada a um fornecedor devidamente qualificado para a realização de todas as furações e fixações (figura 48 c)). Simultaneamente foi iniciado o trabalho de subtração por maquinação do aço das chapas de encastramento (figura 48 d) e f)), em que para se proceder á maquinação é necessário desempenar a peça na máquina (figura 48 e)). A maquinação das chapas prossegue nas CNC- *Computer Numeric Control* (figura 48 b)) assim como de vários componentes e peças constituintes do molde, fornecidas pelos programas elaborados pelo Departamento CAM - *Computer-Aided Manufacturing*.

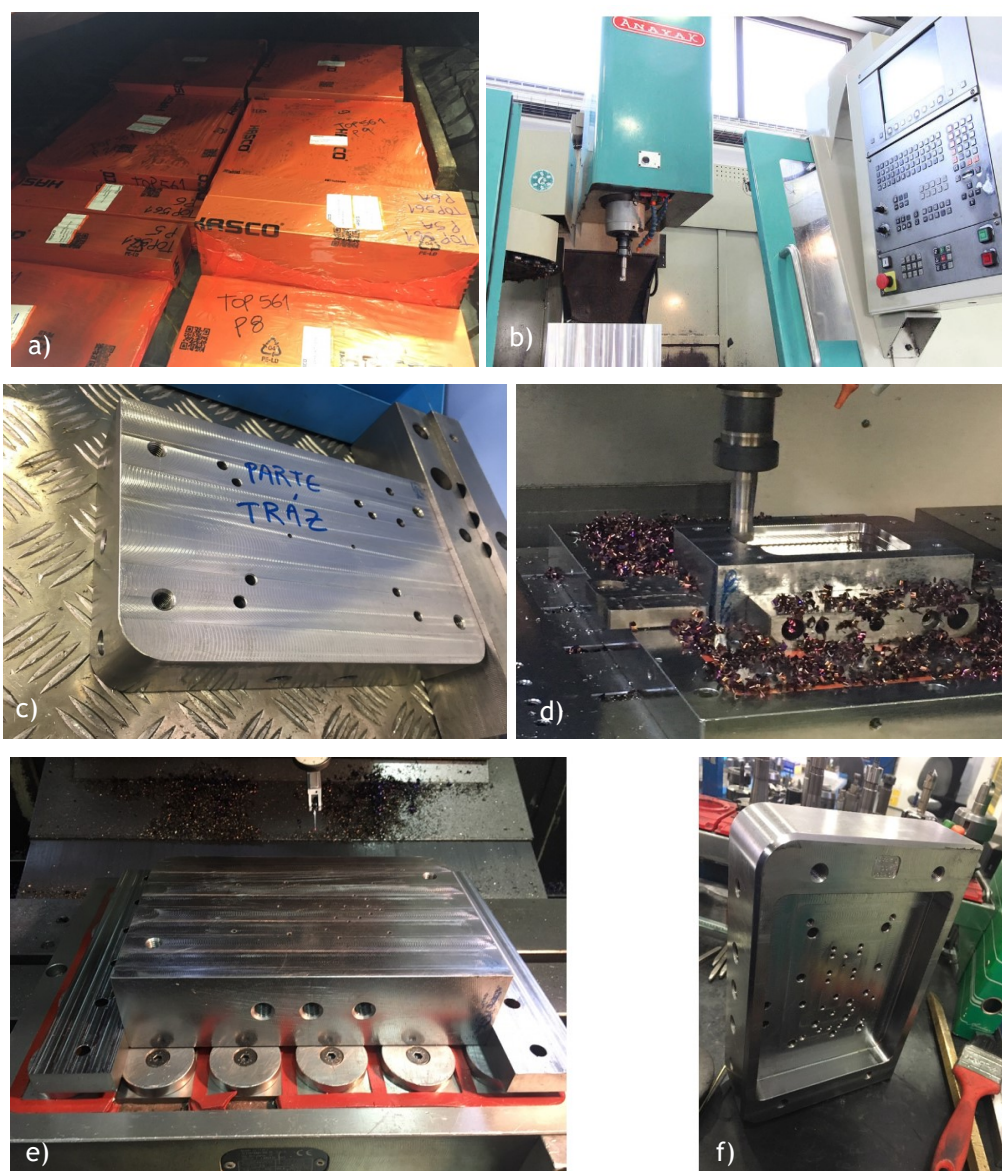


Figura 48. Maquinação das chapas de encastramento das buchas e cavidade na CNC. a) Receção do aço *Hasco standard*. b) CNC de 3 eixos - desbastes. c) Estrutura do molde com furações e fixações. d) Desbaste da chapa de encastramento na CNC. e) Calibração da chapa de encastramento com um comparador. f) Chapa de encastramento com furações e desbaste maquinaados.

FRU2249 TOP561- *Progress Report*- Semana11- 16/03/2018

Nesta semana procedeu-se à fase 1 do trabalho de debaste na CNC de 5 eixos (figura 49), das zonas “moldantes” -buchas e cavidades- que correspondem ao perfil da peça plástica (figura 50), através da programação no *software POWERMILL* (*software* CAM especializado na fabricação de moldes, matrizes e componentes de baixa e alta complexidade).



Figura 49. CNC 5 eixos HSC (30000 rpm's).

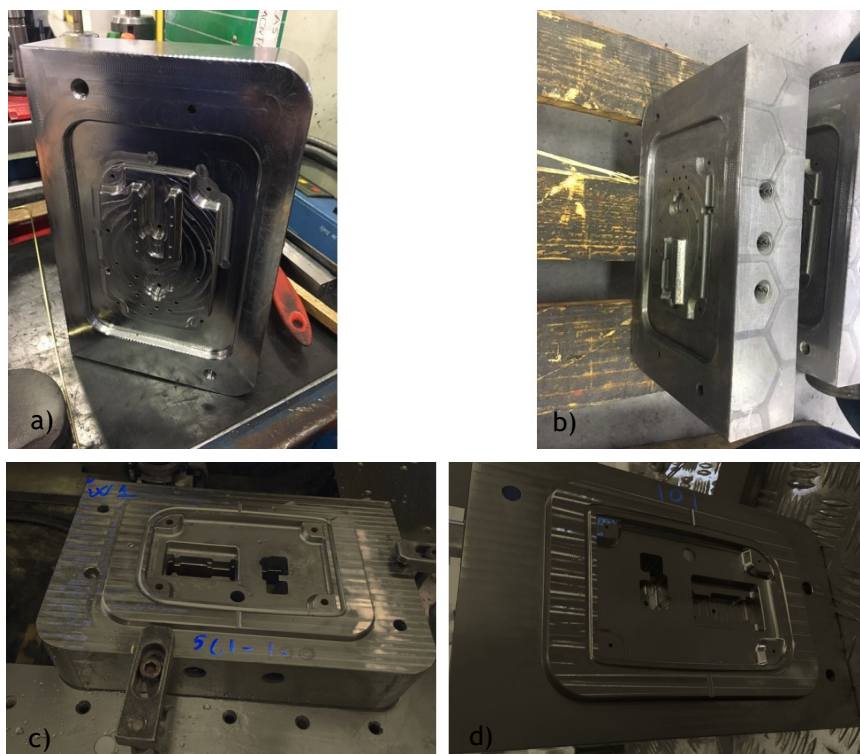


Figura 50. Cavidades e Buchas maquinadas na máquina CNC. a) Bucha maquinada (frente). b) Bucha maquinada (lado). c) Cavidade maquinada (frente). d) Cavidade maquinada (lado).

FRU2249 TOP561- Progress Report- Semana12- 23/03/2018

Esta semana, fase 2, direcionamos o trabalho para as zonas “moldantes”, buchas e cavidades, e foi dado tratamento fosco de superfície ao aço (figura 54 a) e b)). A bucha e a cavidade passaram pelo DE- Departamento Erosão para a realização de perfis que as CNC não conseguiam realizar, como por exemplo, os “*honeycomms*”, estes só podem ser realizados com o processo de EDM-*Electrical Discharge Machining*, que passa pela utilização de grafite para desgaste do aço via descarga elétrica, ou seja, a máquina mantém o eletrodo (peça de grafite) que vai encaixar na zona a ser erodida (figura 51) dando origem à zona “moldante”. Aquando o eletrodo entra em contacto com a peça (submersa em água com óleo (dielétrico-isolante elétrico que tem como função: isolar, ionizar, resfriar e ajudar na remoção do material [48])) e que produz uma faísca que advém de uma fonte de alimentação, produzindo uma serie de alta frequência de descargas elétricas entre o eletrodo e a peça que remove o metal da peça de trabalho pela erosão térmica ou vaporização. [49]

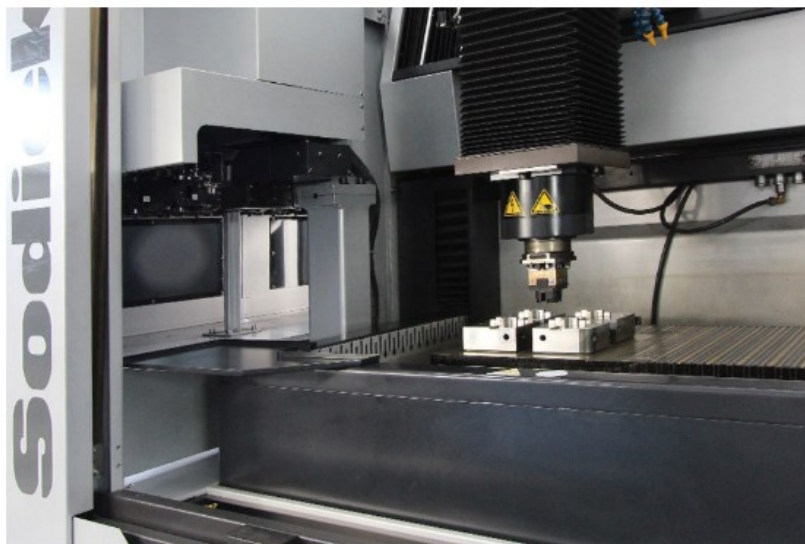


Figura 51. Erosão de penetração (com troca automática de 36 eletrodos).

Este processo aplicado na indústria dos moldes é uma mais-valia para dar forma a geometrias complexas tridimensionais, tendo como “chave” a condutividade térmica, elétrica, a temperatura ambiente, a temperatura de fusão e ebulição (figura 52), que influenciam o desempenho do processo em termos da quantidade de remoção do aço, o desgaste do eletrodo e a integridade da superfície da peça de trabalho. [50]

Simultaneamente realizaram-se outros trabalhos nas EDM de erosão fio e erosão por penetração dos componentes do molde, os postigos das zonas “moldantes” da buchas e das cavidades. Estes postigos fazem-se acompanhar com o respetivo desenho 2D para que o operador trabalhe e programe de acordo com as dimensões e tolerâncias indicadas no desenho (figura 55 a) e b)).

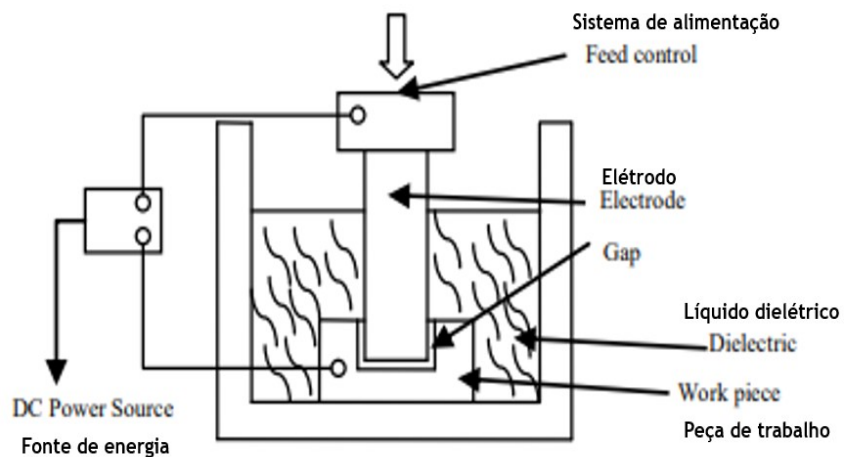


Figura 52. Processo simplificado de electro erosão. [48]

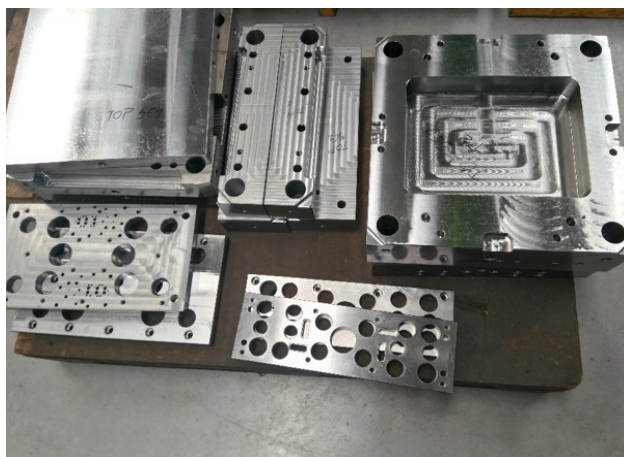


Figura 53. Estrutura do molde final com todas as furações realizadas.



Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos

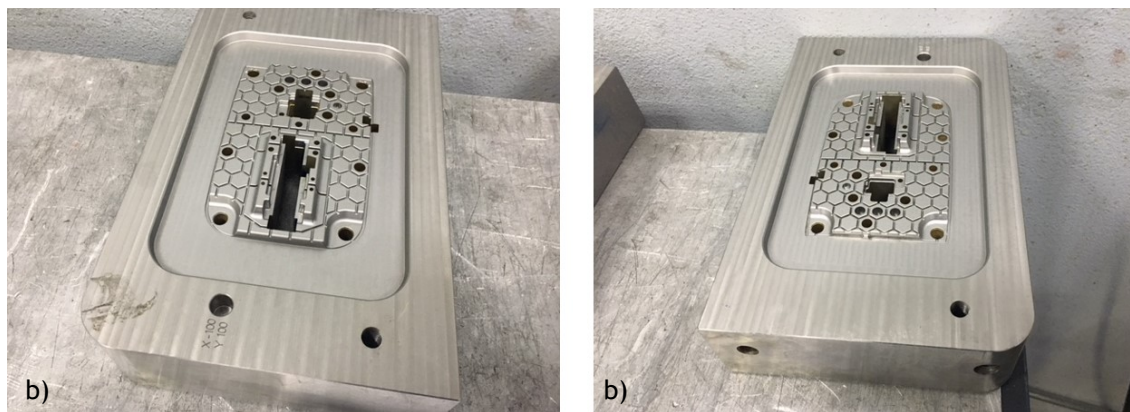


Figura 54. Buchas e Cavidades após fase 2 do tratamento de superfície. a) Cavidades após o tratamento de superfície. b) Buchas após tratamento de superfície.

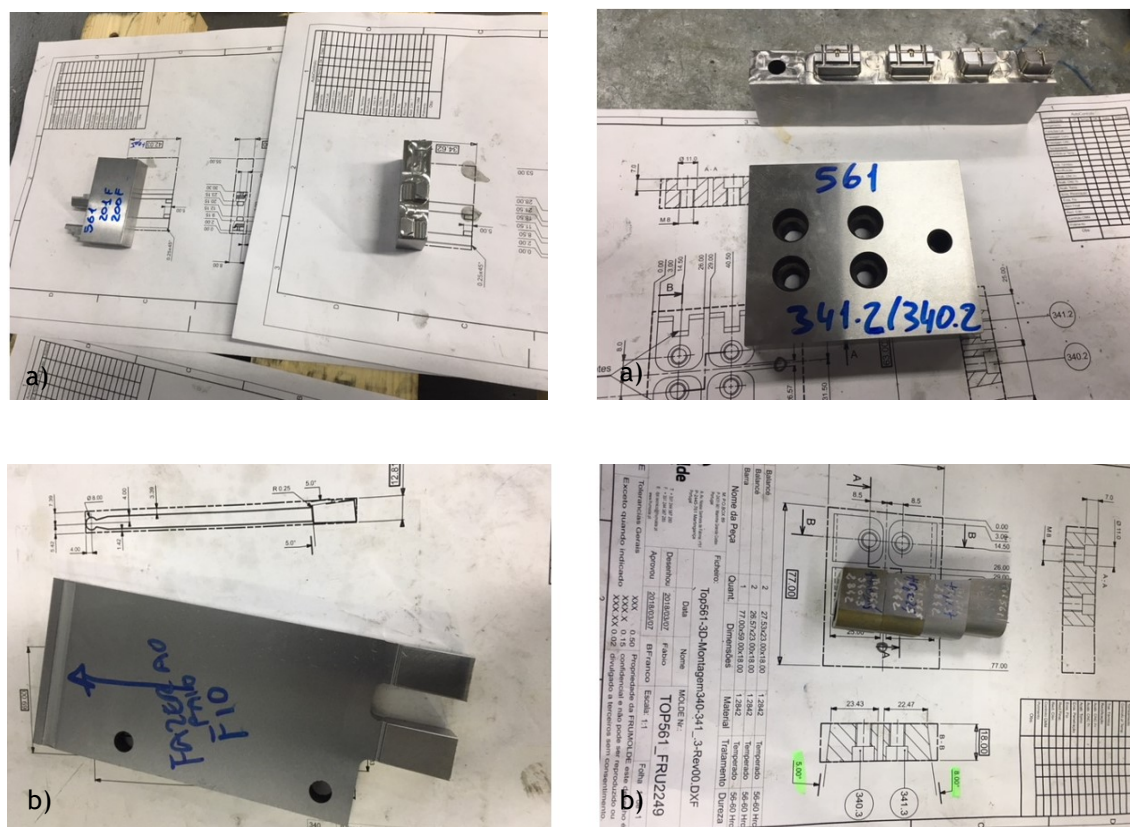


Figura 55. Postiços das zonas “moldantes” junto com desenhos 2D respetivos, para maquinação e erosão. a) Postiços das zonas “moldantes”, cada postição com a sua respetiva folha de desenho 2D. b) Outros postiços das zonas “moldantes”, cada postição com a sua respetiva folha de desenho 2D.

FRU2249 TOP561- *Progress Report*- Semana13- 29/03/2018

Foram ultimadas as operações em falta quer ao nível de acabamento de furações na estrutura (figura 58 e e f)) quer na fase de maquinação CNC e EDM, electro erosão do aço da buchas e cavidades, originando o perfil desejado (figura 58 a) a c)).

Neste caso é utilizado o processo EDM de erosão a fio, sendo que o princípio básico se trata de um fio de latão ionizado que atravessa a peça submersa em água desionizada, em movimentos constantes, provocando descargas elétricas entre o fio e a peça cortando o material. O corte a fio é programado por computador e permite o corte de perfis complexos com exatidão. [51] De acordo com esta fase, em que foram terminados e retocados pormenores, está tudo organizado e preparado para na semana seguinte se dar a fase de iniciação da montagem do molde, a etapa final.

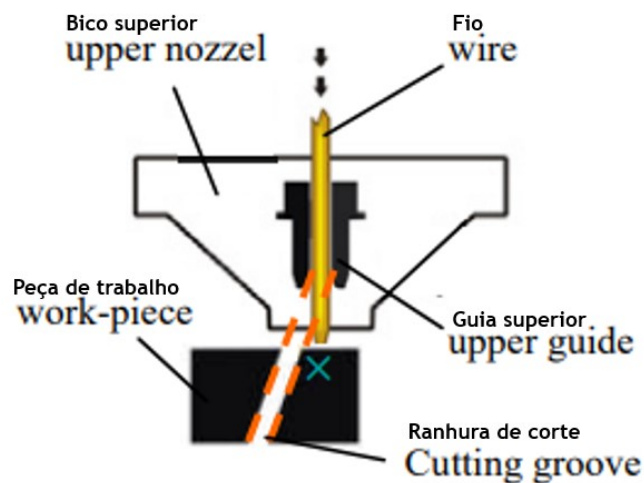


Figura 56. Alimentação automática do fio de erosão. [51]



Figura 57. Máquina de erosão a fio EDM.



Figura 58. Componentes finais do molde para procedimento de “assemblagem”. a) CNC - Maquinações finais. b) EDM - erosão a fio acabamentos finais. c) Bucha para acabamento final por erosão a fio fixa por grampos. d) Componentes para acabamentos a erosão a fio. e) Estrutura final - após furações finais. f) Estrutura completa final após furações finais.

FRU2249 TOP561- *Progress Report*- Semana14- 06/04/2018

Nesta última fase procede-se à montagem de todos os componentes do molde no Departamento da Bancada onde se efetua todas as operações de ajuste, montagem e acabamento geral. Todos os componentes do molde provenientes dos diversos Departamentos são reunidos para serem todos montados, respeitando a data do 1º teste e data limite de execução do molde. Realiza-se um conjunto de operações para montagem do molde como o ajustamento de movimentos e posições e o polimento, desta forma inicia-se a montagem propriamente dita, ou seja, o acoplamento de todos os componentes (figura 59). Os componentes que se movimentam são lubrificados para garantir a sua função. Como é notório nas imagens abaixo todos os componentes têm de ser bem justos e em concordância com as tolerâncias gerais de folgas/apertos, furos e veios dos aços conforme norma interna da *Frumolde* (ver anexo 16), sendo que todos os movimentos de deslize das peças têm de ser testados previamente para que não haja falhas futuras no funcionamento do molde de acordo com a sua cinemática, isto é, a mecânica do molde na máquina de injeção, isto no fim do molde todo montado (figura 60).



Figura 59. Componentes do molde reunidos no departamento da bancada, para a devida montagem e “assemblagem”. a) Montagem do lado da extração. b) Montagem dos posições em AMPCO nas buchas. c) Montagem dos movimentos-balancés. d) Estrutura para montagem.



Figura 60. Molde montado pronto para 1º teste (vista de frente).

A cinemática do molde traduz-se nos seguintes movimentos onde estes serão colocados numa chapa (figura 61) que mais tarde irá ser colocada no molde final: o molde está totalmente fechado na máquina de injeção, ou seja com todos os seus componentes encastrados/montados, seguidamente a máquina de injeção fornece o material plástico (PBT) através do seu próprio bico de injeção diretamente para o sistema de injeção do molde, logo após o molde abre, a extração do lado da injeção efetua um movimento de avanço para que a peça plástica seja extraída. Posteriormente a extração recua o molde fecha em simultâneo com o recuo da extração do lado da injeção.

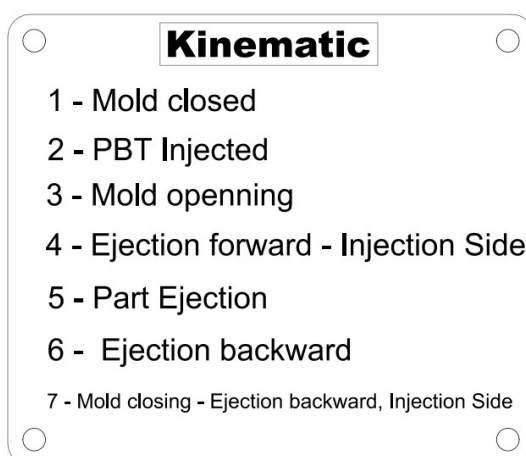


Figura 61. Chapa da cinemática do molde.

Estas operações mecânicas são repetidas dezenas de milhares de vezes, a uma velocidade muito rápida, respeitando a vida/garantia do molde.

3.2 Fabrico da Peça

3.2.1 Fase de injeção de plástico - Teste ao molde

(ver anexos 1/3/13)

Esta fase ocorre quando a montagem inicial do molde na bancada já está terminada. É marcado um teste com a empresa vocacionada para o ensaio de moldes e é fornecida a informação necessária (especificações do molde: máquina de 150 ton e material a injetar: PBT GF20), para receber o molde e proceder à sua montagem. Normalmente o molde é transportado um dia antes do ensaio juntamente com o material termoplástico. É conveniente que este seja seco em estufa no mínimo 4 h dependendo do tipo de material e das suas características (*datasheet* do material). No caso de estudo, definiu-se que a máquina mais apropriada para este molde é a *Negri Bossi* de 210 ton, ilustrada na figura 62 que ia de encontro à máquina do cliente (ver anexo 13).

Estas empresas têm a particularidade de fazerem pré-séries (muitas vezes exigidas aos fabricantes de moldes), em que todos os testes possuem garantia de qualidade por parte da empresa de ensaio. No final deste processo a empresa fornece um relatório com todos os detalhes e condições de moldação utilizados durante o teste.

Posteriormente, e no fim de ser dada a informação relativa do molde e do material a injetar, são introduzidos os parâmetros de injeção, tendo em consideração o fator principal de empeno e a planeza exigida pelo cliente.

Com o molde devidamente montado na máquina de injeção, a parte móvel (extração) e a parte fixa (injeção) (figura 63 c) e d)) e com a ligação de água ativa, o sistema está pronto para ser injetado. Numa primeira fase há o avanço do fuso, que posteriormente opera como um pistão e injeta o termoplástico fundido (neste caso o PBT) para o interior do molde. A compensação da contração do material (PBT) é garantida pela contínua pressurização do molde. Depois dá-se o arrefecimento que se inicia no fim da injeção e termina assim que a peça atinja a temperatura ideal que permita a desmoldagem sem distorção. Após o arrefecimento, faz-se a abertura do molde e a extração da peça.

Uma vez terminado o teste, o molde é desmontado da máquina de injeção e transportado novamente para a fabricação (empresa), passando para a análise dos pontos a corrigir.

A análise assenta na estrutura mecânica do molde e das amostras plásticas, é analisada uma moldação, ou seja, cavidade 1 + cavidade 2 e com um marcador branco são marcados os defeitos como está exemplificado no relatório de teste na figura 65. São elaborados os relatórios das peças produzidas (relatórios de teste) para dar a conhecer aos “bancadeiros” (operários) os defeitos, estes por sua vez esperam indicações por parte do chefe de produção, que após análise dos relatórios distribui as tarefas a implementar para a melhoria da ferramenta.

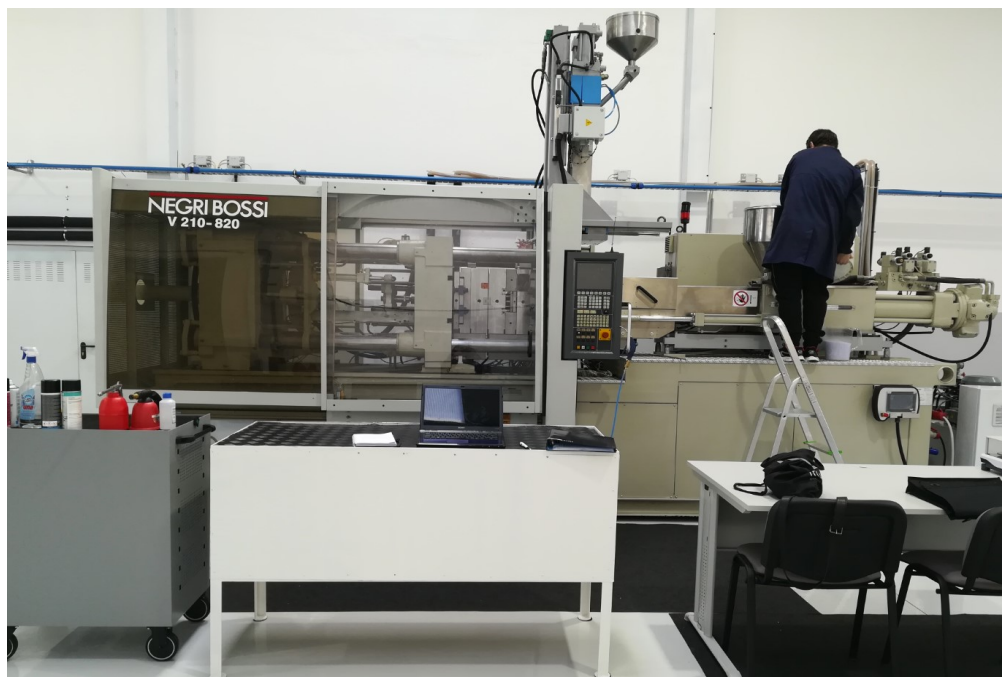


Figura 62. Máquina de injeção *Negri Bossi* de 210 ton.

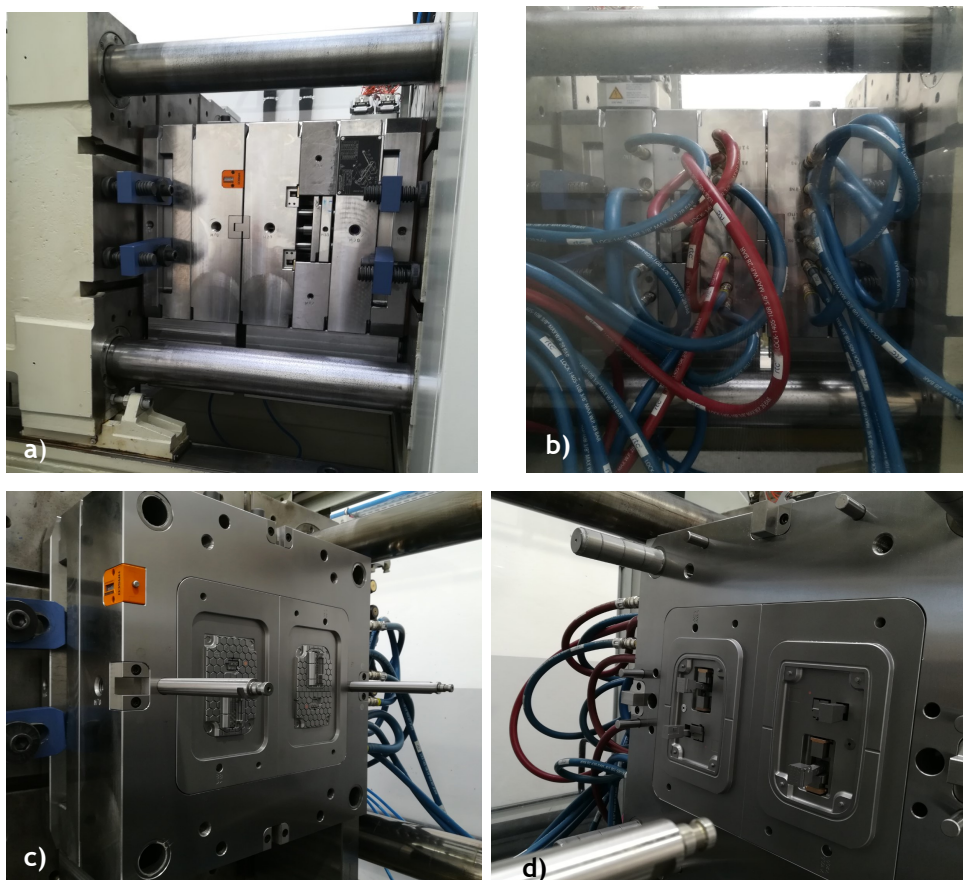


Figura 63. Molde montado na máquina de injeção de plástico. a) Molde visto do lado do operador. b) Molde visto do lado oposto ao operador. c) Lado da extração (bucha). d) Lado da injeção (cavidade).

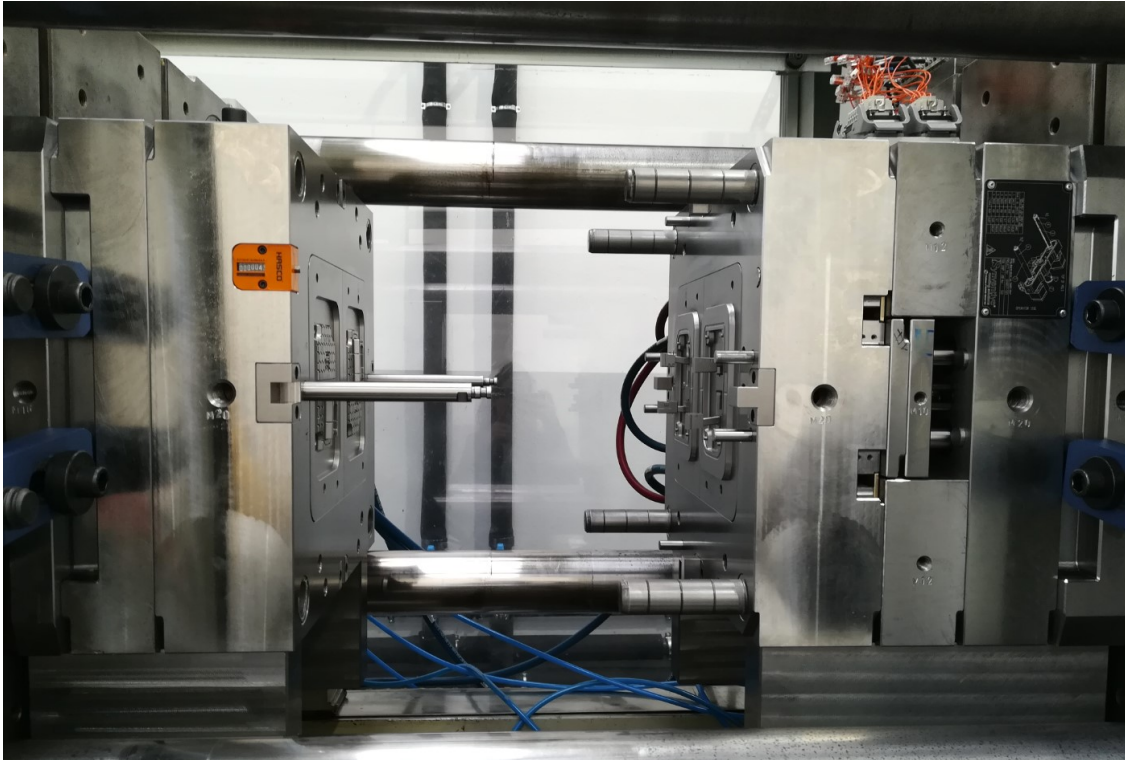


Figura 64. Molde na máquina de injeção prestes a realizar o teste (vista do lado do operador).

3.2.2 Análise da peça plástica- Relatórios de teste

Relatório de Teste nº 1

É neste primeiro teste que se deve constatar os problemas do molde e os defeitos verificados na peça final. Assim temos o primeiro relatório em que podemos verificar os seguintes problemas, como ilustra a figura 65: -o bico de injeção (*valve gate*) está muito cravado na peça; -o datador não está posicionado corretamente; -há desencontro entre superfícies; -há marcas de queimados; -há empeno da peça (já previsto) entre outros. (ver anexo 5)

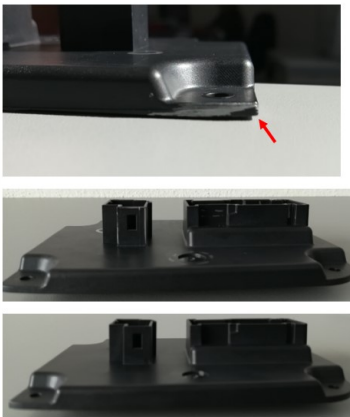
Relativamente ao empeno foram testadas diversas soluções com vários parâmetros de teste como: Cuidade e Bucha: 80°; Cuidade: 60° e Bucha: 80°; Cuidade: 80° e Bucha: 60°; em que se verificou que o parâmetro que teve melhores resultados (apesar que pouco significativos em relação aos outros) foi Cuidade: 80° e Bucha: 60°. Concluiu-se que o objetivo de eliminar os empenos na zona, onde é exigida a planeza, não será conseguido apenas com a otimização dos parâmetros de injeção. Assim, a melhoria do empeno terá de passar por ajustes no aço. (ver anexo 4)

Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos


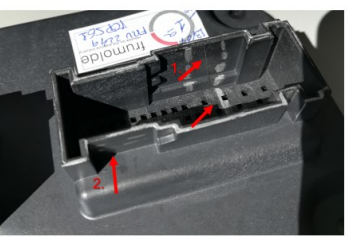
frumolde FT.13 RELATÓRIO DE TESTES	
Nº Molde: FRU2249 TOP561 Nome da peça: HL14 11K PLASTIC COVER Data das amostras: 13-04-2018	
Fazer chapa com esquema de ligações elétricas.	
Identificar circuitos das águas das chapas do ampo, "cold".	
Ponto / Defeito	Imagem
Injeções desequilibradas. A CAV.2 está mais atrasada que a CAV.1.	
Ação / Correção Situação já reclamada á Symventive. Eles vão estar presentes no próximo teste.	
1. Bico de injeção muito saliente. 2. Marca. 3. Linha de junta saliente.	
Ação / Correção 1. Ajustar bico ao plano da superfície. Medir na peça e retificar de forma a ficar cravado apenas umas 0.05mm 2. Marca da Sonda de pressão ok. 3. Acertar estas linhas de junta existe uma diferenças consideráveis.	

a)

Página 1 de 4

frumolde FT.13 RELATÓRIO DE TESTES	
Ponto / Defeito	Imagem
Empenos.	
Ação / Correção Vamos aguardar as medições de forma a saber quanto se tem de corrigir.	

b)

frumolde FT.13 RELATÓRIO DE TESTES	
Marcas de queimados.	
Ação / Correção Fazer fugas de gases nesta área.	
1. Marca da linha de junta dos movimentos. 2. Marcas de arrastamento.	
Ação / Correção 1. Melhorar e distançar a linha de junta dos movimentos. 2. Dar o foscio fino em todas as peças moldantes.	

c)

frumolde FT.13 RELATÓRIO DE TESTES	
Datador sem relevo.	
Ação / Correção Colocar datador com relevo conforme os outros.	
Data: 13/04/2018	O responsável: Mónica Pereira

d)

FT.13_R1

Página 4 de 4

Figura 65. a), b), c) e d) relatório de teste nº1, com todos os pontos e defeitos analisados na peça.

Relatório de Teste Complementar- 2º teste

Neste 2º teste (ver anexo 6) a alteração, em relação ao teste inicial, de maior importância foi do bico de injeção “*valve gate*”. Este é um tipo de bico que não deixa vestígio e fica mais à superfície, minimizando as possíveis marcas. Como o nome indica este bico é atuado através de uma ação mecânica, a haste da válvula move-se para a frente e veda o orifício e permanece na posição fechada durante a abertura do molde e a extração da peça evitando o seu vestígio na peça final como demonstra a figura 66, por este motivo é um sistema caro, e é mais utilizado em peças onde os pontos de alimentação sejam visíveis.

Também foram alterados experimentalmente vários parâmetros com temperaturas diferentes, através do uso de água, na tentativa de diminuir o empeno da peça. Foi ainda subido o sistema de injeção em 0,05 mm. No entanto, verificou-se que este valor não foi o suficiente, e que o desencontro entre superfícies se mantém, como se observa no relatório na figura 67.

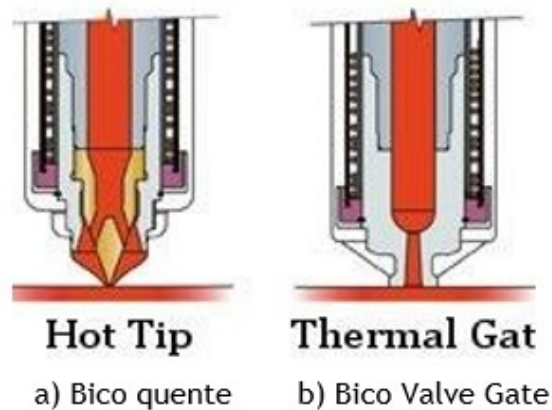




Figura 66. a) Bico “tradicional” (quente) b) Bico “*Valve Gate*”. [52]

Nº Molde: FRU2249 TOP561
 Nome da peça: HLI4 11K PLASTIC COVER
 Data das amostras: 18-04-2018

<p>O molde trabalhou na produção com as condições: CAV 80° e BUCHA 60°. Relatório complementar. (Ver relatório de 1º teste) A única correção efetuada foi o ajuste do bico.</p>	
Ponto / Defeito	Imagem
Mancha á volta do bico.	
O ajuste do bico ao plano da superfície nao foi suficiente.	
<p>Ação / Correção</p> <p>Tentar diminuir a mancha com os parâmetros de injeção. Ajustar o bico ao plano da superfície e retificar.</p>	

Data: 18-04-2018

O responsável: Mónica Pereira

Figura 67. Relatório nº2 (complementar).

Capítulo 4- Discussão de Resultados

4.1 Apresentação de resultados

Análise interna- Após 1ºteste e 2ºteste

Seguindo os procedimentos da empresa iniciou-se a análise dos resultados obtidos no processo injeção (nos ensaios do sistema de moldação). Foi efetuada uma inspeção visual e um prévio controlo dimensional da amostra plástica concluindo-se que a forma das extremidades não estava completamente paralela á base, ou seja, verificou-se ainda uma ligeira deformação. Ao analisar esta situação e comparando com os ficheiros 3D resultantes respetivamente da simulação e da reconstrução destas mesmas zonas (contradeformação no aço), concluiu-se que houve uma falha no processo de construção do artigo 3D. A diferença obtida na comparação entre ficheiros (figura 69), foi a verificada na amostra plástica real, sendo que não se acautelou aquando da reconstrução do artigo o valor total de deformação obtido, como ilustra a figura 68. Este fato não ocorreu porque houve à necessidade de cumprir o prazo estipulado de fabricação do molde e entrega das primeiras amostras acordado com o cliente.

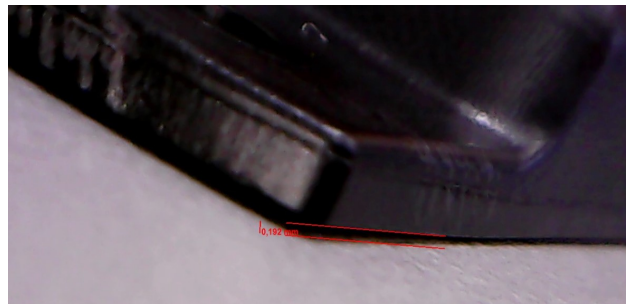


Figura 68. Amostra plástica real com valor aproximado de deformação de 0,19mm.

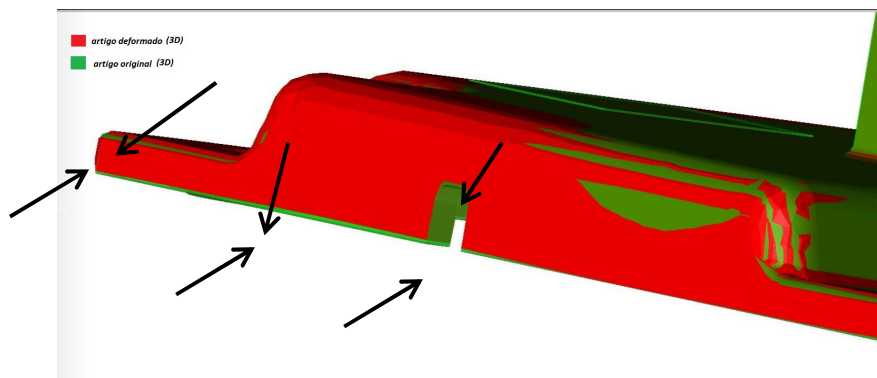


Figura 69. Comparação entre ficheiros 3D original (cor verde) e deformado resultante da simulação (cor vermelho).

Conclui-se ainda, que este processo será uma boa aposta de futuro em casos semelhantes (tolerâncias muito rígidas), tendo a empresa muitos benefícios ao nível de cumprimento de prazos, custos de fabrico e de pós-fabrico, sendo que comparando com o processo de engenharia inversa utilizado habitualmente nestes casos que somente após a fabricação do molde e do resultado real da amostra plástica se iria concluir o que seria necessário corrigir/ajustar no molde para ir de encontro às tolerâncias exigidas pela norma.

Esta situação foi inicialmente prevista no início da conceção do molde caso o resultado não fosse de encontro ao pretendido pelo cliente. Concretizando esta ideia, as zonas em que se previu altos valores de empenos, poderão ser substituídas/alteradas/ajustadas por novos componentes em aço (postigos intermutáveis) com as dimensões exigidas.

Contraposição de Metrologias

Internamente foi subcontratado um serviço de controlo dimensional (metrologia) da peça para apurar os possíveis desvios. Após análise dos resultados verificou-se que algumas dimensões a nível funcional se encontravam fora da tolerância exigida.

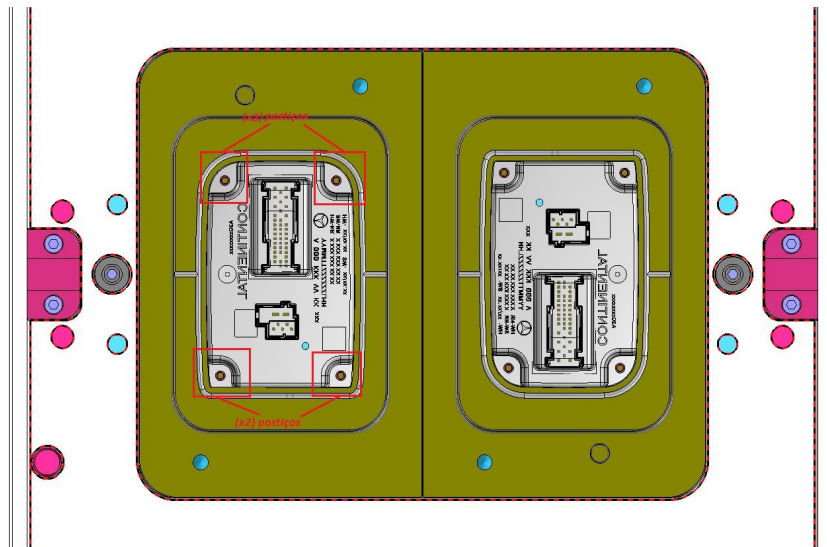


Figura 70. Zonas a vermelho, localização dos 4 postigos de correção.

O cliente disponibilizou o seu controlo dimensional, cujos resultados obtidos não foram coincidentes com os feitos internamente. Esta situação foi alvo de discussão entre a *Frumolde* e a *Bebusch* (cliente), onde se apurou que o controlo dimensional final válido para correção do molde será dado por parte da *Continental*, onde a funcionalidade da peça será testada e corretamente controlada a nível dimensional através de um gabarito construído para o efeito, de modo a permitir que a medição da peça seja feita com o máximo rigor possível, sem deformações (figura 71 e 72). (ver anexo16)

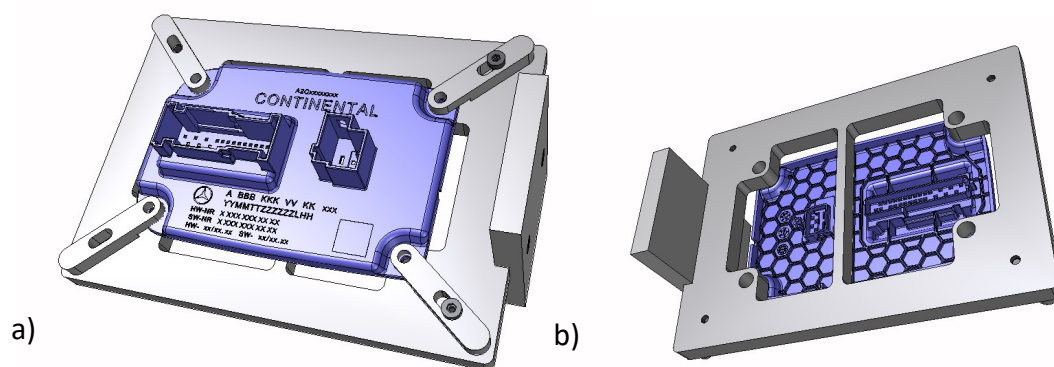


Figura 71. Peça e gabarito feito á medida para controlo dimensional. a) Artigo 3D fixado no gabarito b) 3D do gabarito de medição para controlo dimensional.

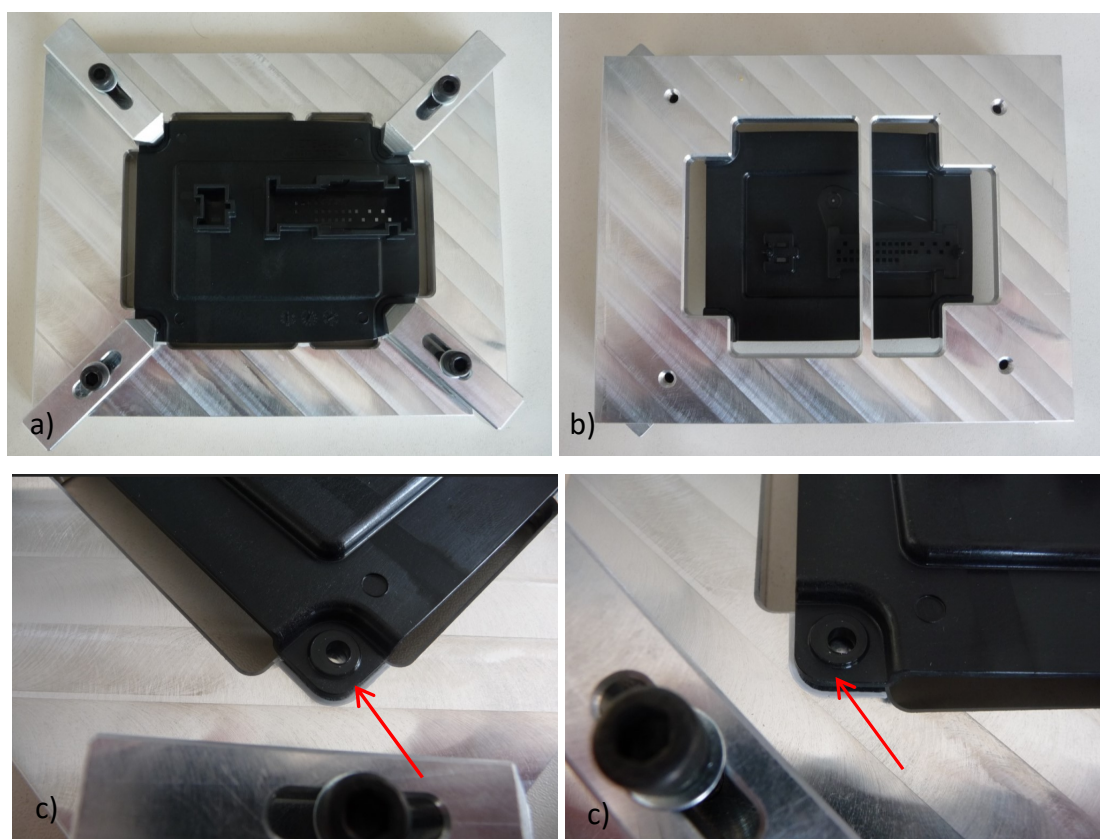


Figura 72. Exemplificação de uma peça plástica real fixada no gabarito. a) Gabarito de medição construído em alumínio; b) amostra plástica real fixada no gabarito; c) Fixação das extremidades da amostra plástica no gabarito.

4.2 Comparação com outros trabalhos

É importante considerar as seguintes características do material ao selecionar um termoplástico como: o grau de cristalização do material termoplástico, temperatura de transição vítrea, propriedades térmicas do material, a viscosidade do material e o seu coeficiente de contração.

O *Tereftalato do polibutileno*, designado por PBT apresenta elevada resistência e rigidez sendo selecionado para uma ampla aplicação em componentes nas diversas indústrias: eletrodomésticos (lâminas de processadores de alimentos, peças aspiradores, ventiladores, máquinas de café), componentes eletrónicos (interruptores, caixas de fusíveis, carcaças de motores) e componentes para o automóvel (grelhas, painéis, componente portas e janelas).[53]

Nestes casos surge a necessidade de reforçar a massa polimérica com fibra de vidro, por exemplo numa aplicação de 40% deste tipo de fibra aumenta duas vezes e meia a resistência do termoplástico ao impacto e à tensão (qual tração? ou flexão?), mas aumenta quatro vezes a sua própria deformação. Caracteriza-se por uma cristalização rápida que pode causar grandes deformações devido a um arrefecimento não uniforme, temperatura de fusão entre os 240°C e 260°C e aconselhada a aplicação de 80°C na temperatura de molde. [54]

Comparando a utilização do PBT relativamente a outros polímeros de alto desempenho como é o caso do PEEK (*PolyEtherEtherKetone*) na construção de um molde de injeção existirá grandes diferenças, apesar ter semelhanças no reforço de fibra de vidro e de ser igualmente um polímero de elevada resistência. De seguida apresenta-se um caso prático (figura 73) de construção de uma ferramenta (molde) para injeção de material PEEK e com condições de processamento totalmente diferentes deste caso de estudo (PBT). Foi utilizado o mesmo tipo de aço (1.2343, 50-52 temperado) [55], mas contrariamente ao molde apresentado no caso de estudo não será refrigerado a água, mas sim aquecido a óleo (entre 170°C a 200°C) devido às características do próprio material (PEEK) e totalmente isolado com placas térmicas para impedir a perda de calor (figura 74). As condições de processamento deste material em termos de temperatura de molde foram de 180°C/200°C e de temperatura de fusão 345°C/350°C.

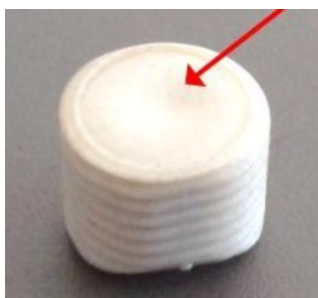


Figura 73. Peça plástica em PEEK.

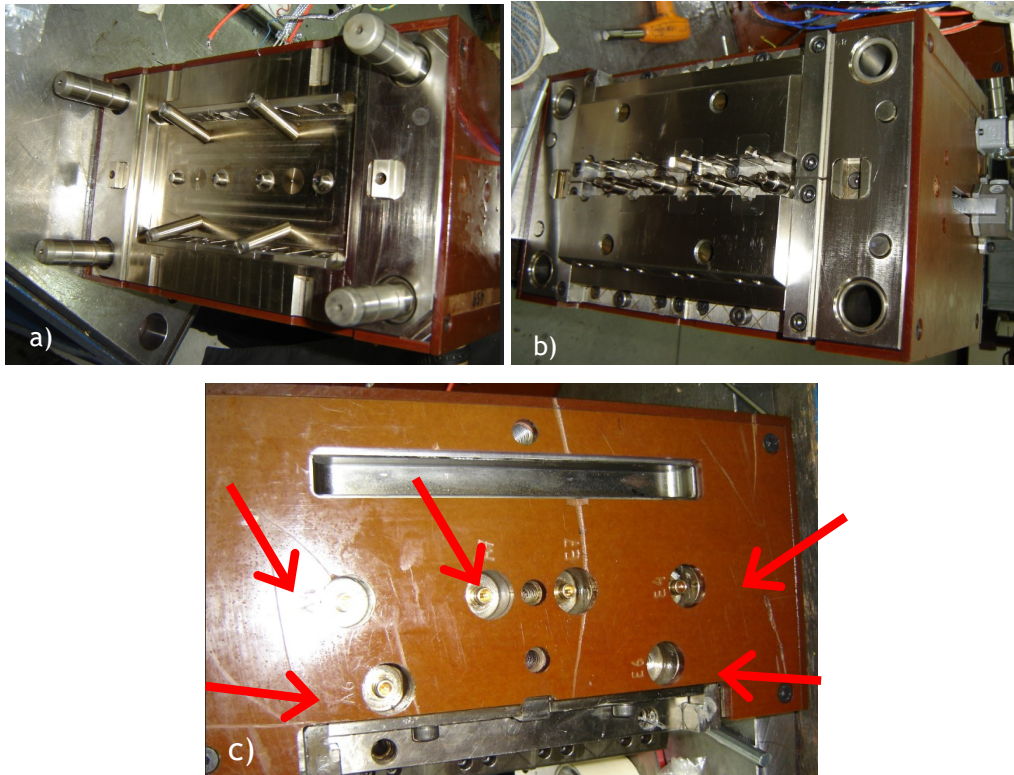


Figura 74. Molde injetado com PEEK. a) Lado Injeção molde injetado em PEEK. b) Lado Extração molde injetado em PEEK. c) Ligações a óleo á máquina injeção.

Outra das características destes materiais de alto desempenho e resistência é a sua contração versus orientação das fibras versus deformação final relacionado com o próprio *design* do artigo. [56] Verificamos no caso prático seguinte que em peças injetadas em PBT a própria forma da peça plástica permite a existência de vários fatores de risco para a rejeição e a sua não aplicabilidade (figura 75).



Figura 75. Montagem da peça no aro, rejeição com folga de 0,03 mm.

Artigo, molde, peça plástica: -análise de um caso real de injeção de termoplásticos

O seu valor de deformação e orientação de fibras foram igualmente de difícil acerto, existindo um posterior estudo e acerto nos parâmetros na máquina de injeção (figura 76).

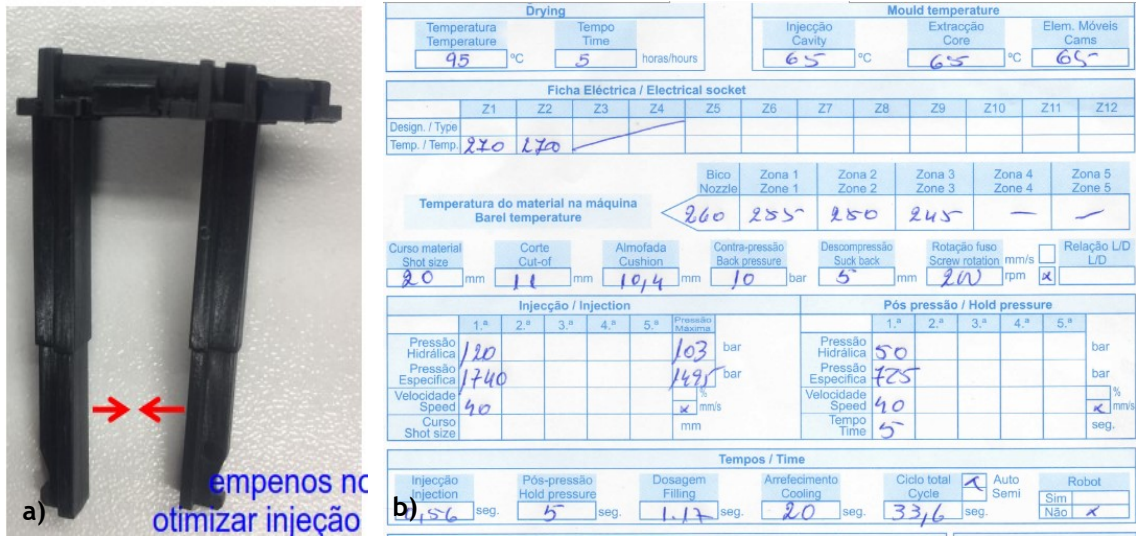


Figura 76. Peça plástica com deformação e os seus parâmetros de injeção. a) Deformação da peça. b) Parâmetros injeção utilizados.

No seu essencial as alterações incidiram na diminuição da temperatura do molde e no aumento da velocidade de injeção e maior pressão de compactação (figura 77).

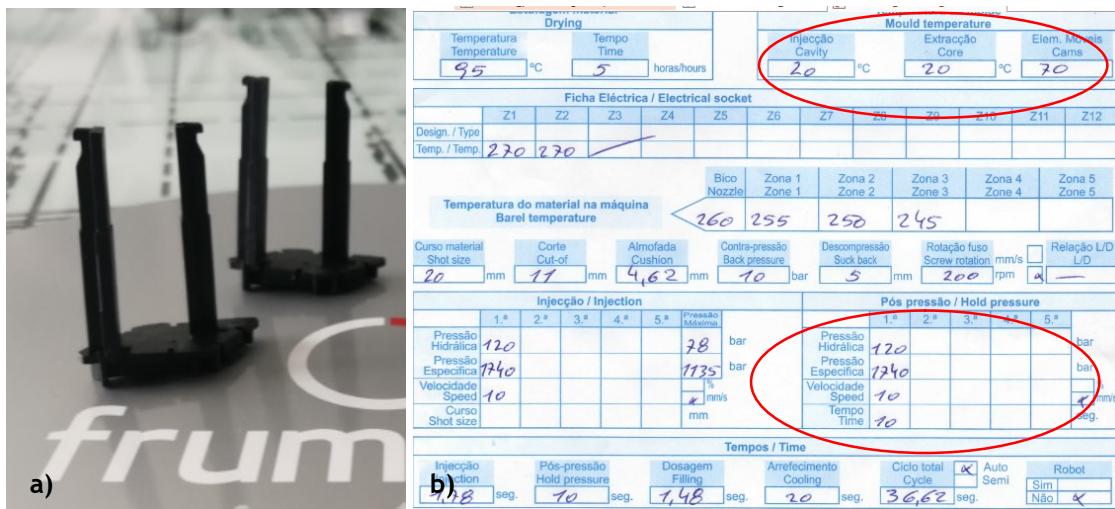


Figura 77. Peças sem empeno. a) Peça plástica aprovada. b) Parâmetros injeção utilizados.

Em contraposição á utilização do reforço de fibra de vidro apresenta-se um caso prático de material PBT não reforçado e ausência de deformações e a escolha da localização da injeção foi privilegiada para um enchimento eficaz (figura 78).



Figura 78. Peça plástica injetada em PBT Pocan DP-CF2200.

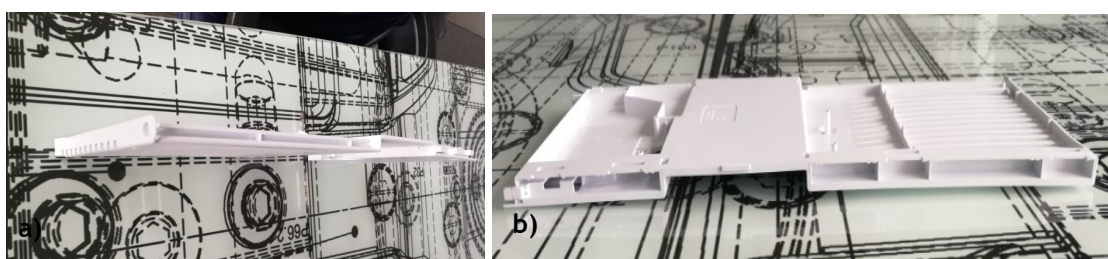


Figura 79. Peça plástica sem deformação. a) Vista lateral. b) Peça plástica sem deformação paralelismo.

Conhecimento é a capacidade de agir, é dinâmico e está em constante mutação, seja na transmissão, seja na criação, em suma existem diversas técnicas para contornar a desvantagem das propriedades adversas dos vários polímeros que se verificam no produto final.

4.3 Propostas de melhoria

A melhoria contínua é uma prática que as empresas devem considerar no seu quotidiano, o aperfeiçoamento dos seus produtos, os serviços e processos tornando-os cada vez mais eficazes. Este é um fator essencial para que uma empresa consiga aumentar o seu desempenho e reforçar a sua presença no mercado de trabalho. Novas tecnologias e tendências surgem e para acompanhá-las, as empresas necessitam de ter um sistema otimizado para responder a todas as solicitações.

Conforme descrito no ponto anterior, internamente houve lugar a uma análise e uma aprendizagem de métodos e coordenação de trabalho em que se detetaram as falhas, com o propósito de aplicar este método (contra deformação) na construção de moldes futuros foi efetuado um diagrama de processos conforme ilustra a figura seguinte.

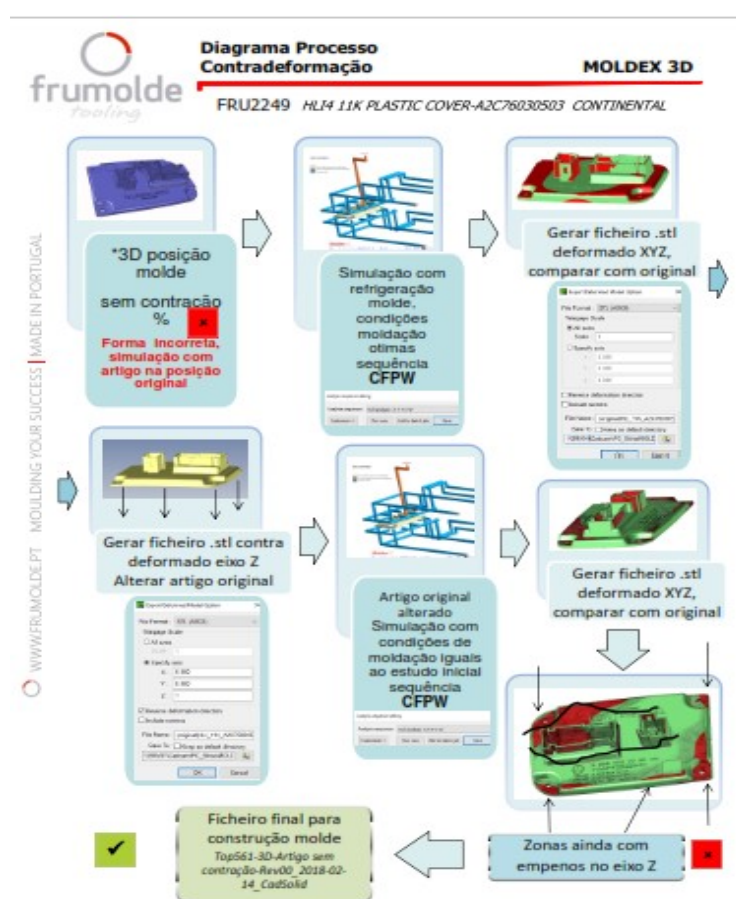


Figura 80. Diagrama de processo contradeformação - artigo “HLI4 11K PLASTIC COVER”.

Este diagrama descreve todo o processo utilizado inclusive com as falhas detetadas, sendo a mais relevante a inexistência de mais uma fase de reconstrução do artigo após serem identificadas zonas que não estavam ainda coincidentes, ou seja, com deformação. Este diagnóstico e avaliação foi aplicado para correção da mesma metodologia em trabalhos subsequentes (figura 81).

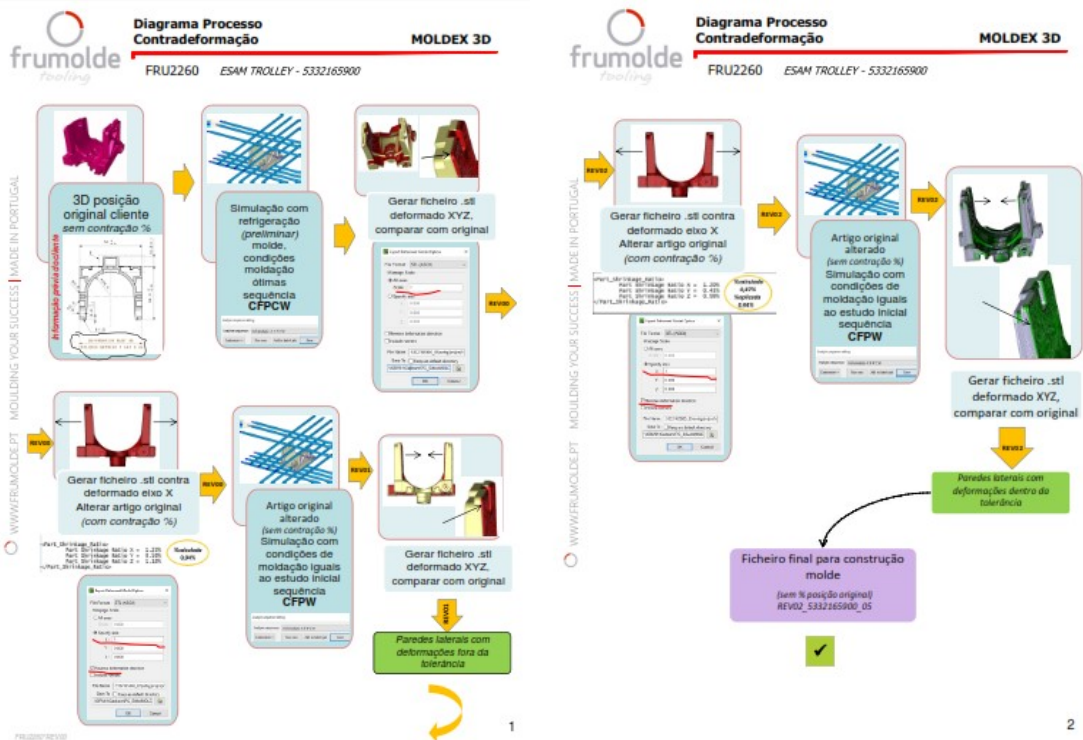


Figura 81. Diagrama de processo contradeformação - artigo “ESAM TROLLEY”.

Dentro de um outro ramo de indústria, neste caso de eletrodomésticos (figura 82 a)), aplicou-se o mesmo processo de contradeformação devido à previsão de desvios finais às tolerâncias na peça (figura 82 b)).

Sucintamente avaliou-se o valor de deformação e de acordo com as tolerâncias exigidas reconstruiu-se o artigo por diversas fases de simulação e com o cálculo de contrações que decorrem no processo de injeção do material PBT otimizou-se este método de procedimentos.

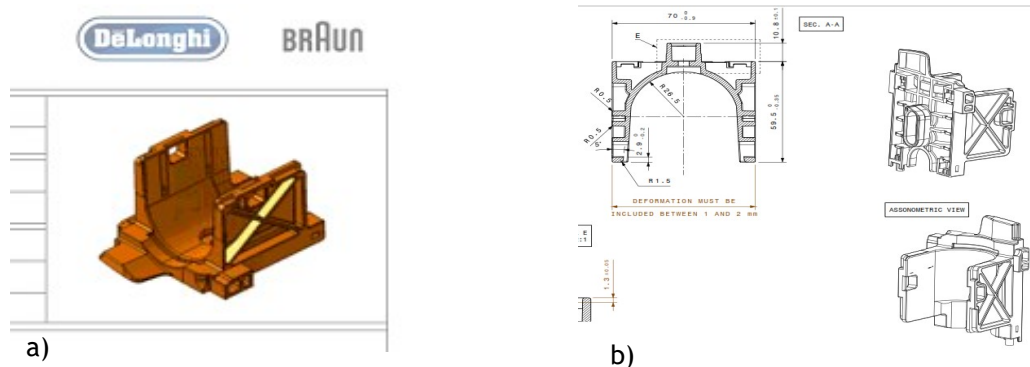


Figura 82. Peça e o 2D de artigo com as tolerâncias. a) 3D artigo, “ESAM TROLLEY”. b) Artigo 2D deformação prevista entre 1 e 2mm.

Capítulo 5- Considerações Finais

5.1 Conclusão

O presente trabalho permitiu à autora acompanhar um projeto desde a receção do conceito (artigo) do cliente, passando pela conceção do molde até à análise dos testes de injeção de uma peça final obtida pelo processo por injeção de termoplástico (amostra plástica real), resultando numa constante aprendizagem de metodologias e visualização de resultados reais. O resultado deste processo experimental de análise do caso de estudo real comprova que será a otimização da metodologia uma forma de aposta futura e de aperfeiçoamento de procedimentos de construção/conceção e injeção de moldes. A indústria de moldes e de injeção de termoplásticos está em constante mutação por forma a responder ao desenvolvimento tanto dos processos, como de novos materiais e da necessidade de melhorar a aplicabilidade e a durabilidade dos mesmos. A redução de custos e dos prazos de entrega serão cada vez mais exigentes a reivindicação pela qualidade final será mais elevada, assim o controlo de fatores dos processos de fabrico e uma correta metodologia terão de ser continuamente exigidos.

Considerando como sistematização final deste processo envolvendo todas as etapas de produção de uma peça de plástico por injeção, desde o artigo, seu estudo reológico, desenho e fabrico do molde e ensaio real, e tendo em consideração as exigências no produto final e a utilização de um material termoplástico de grande complexidade, conclui-se que a etapa do estudo da reologia do polímero é essencial. É nesta etapa que a análise do comportamento da deformação e da taxa de escoamento (fluxo) do material e as posteriores tensões em condições termodinâmicas durante o processo de injeção deve ser definida com grande cuidado.

Analisando os objetivos iniciais podemos concluir que estudar a reologia do artigo (através de simulação) e identificar pontos de deformação fora dos parâmetros de controlo). A base desta dissertação, decorreu essencialmente a partir da análise reológica de construção de um molde e o seu processo de injeção e a consequente obtenção da peça plástica de um componente da indústria automóvel com grandes exigências a nível dimensional e em que todo o estudo deste artigo, molde e peça plástica foi apoiado em simulações reológicas prévias. Foi comprovado que zonas do artigo e peça plástica iriam resultar na sua forma polimérica em deformações inaceitáveis para o cliente.

Relativamente à projeção do molde e ao acompanhamento do seu fabrico, principalmente da bucha e da cavidade, foi acautelado nas diversas fases de desenvolvimento, através do estudo de parâmetros de injeção ideais para melhorar todo o processo de enchimento da peça. A diferenciação de temperaturas de refrigeração nas zonas fulcrais para a compensação da deformação, na própria conceção do molde, bem como a inclusão de aços com boas propriedades térmicas é um exemplo da necessidade de controlo de temperatura de processamento e previsão das alterações nas zonas em que se identificaram os prováveis

problemas. A realização dos ensaios preliminares de injeção de plástico, e a análise do processo de injeção é essencial para comprovar se os resultados obtidos no estudo de simulação reológica e a consequente contradeforção no aço vão ao encontro da amostra plástica real. Em concreto se os valores de deformação obtidos na simulação teórica são semelhantes aos obtidos na prática. No caso de estudo foram identificados defeitos na peça plástica, como seja a marca vincada do bico de injeção e uma ligeira mancha na superfície. Assim, o artigo (conceito proposto pelo cliente) deste trabalho e sua respetiva reologia foram alvos de estudos exaustivos sendo concretizado através da engenharia inversa. Tal, não resultou num processo perfeito, pois após o seu processo de injeção verificou-se pequenas deformações nas extremidades. A ação de correção, para minimizar este tipo de defeito, foi o de colocar “postiços” em aço proporcionalmente dimensionados ao valor da deformação (defeito) em falta. Desta forma, cumpre-se o objetivo de respeitar o paralelismo exigido.

5.2 Propostas de trabalhos futuros

A análise deste estudo e do exaustivo processo de acompanhamento de todo o projeto, teve como consequência a aplicação e apuramento de uma metodologia evolutiva. A análise de outro artigo com analogias semelhantes, quer ao nível do tipo de polímero, como do processo de fabrico e da própria configuração, permitiu criticar a melhorar os procedimentos adotados. Neste caso foram analisados cálculos teóricos de contração (figura 83) em diferentes zonas do artigo durante a simulação reológica e a contradeforção no aço em dois eixos x e z (figura 84). O processo de conceção dos elementos constituintes do molde teve a mesma premissa na possibilidade de alterações correcionais aos elementos de aço.

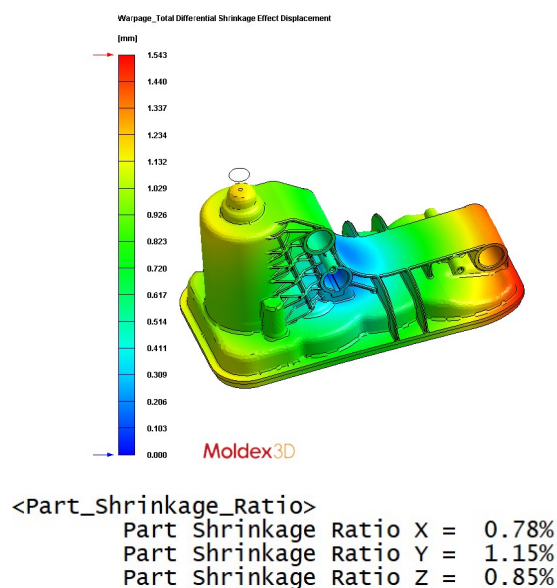


Figura 83. Valores de contração obtidos durante a simulação reológica (escala em mm de cores identificando as diferentes zonas de contração).



Figura 84. Simulação reológica-deformação nos eixos x e Z.

O desenvolvimento de novas tecnologias como as ferramentas de simulação, permitem o uso de práticas orientadoras para aperfeiçoamento de técnicas para transformação de um produto final mais exequível e rigoroso que a indústria poderá conceber na construção de uma ferramenta de precisão como é o molde. Nesta fase, a escolha dos materiais e as cotas e tolerâncias dimensionais, tendo em consideração as temperaturas do processo e os requisitos específicos do fabrico do artigo (canais de saída de gases, deformações, etc), são decisões fundamentais.

Por outro lado, a análise numérica da simulação da reologia do termoplástico é uma aliança perfeita para a otimização de processos, pois simula o comportamento dos polímeros durante o processo de injeção (neste caso com o *software Moldex3D*) que determina as condições ideais durante o processo de processamento dos polímeros. Esta fase do projeto deve ser analisada com especial atenção por forma a respeitar os requisitos do projeto e evitar alterações posteriores com os consequentes custos adicionais.

Referências Bibliográficas

- [1] *Indústria de Moldes*. (07 de 02 de 2018). Obtido de Cefamol: <https://www.cefamol.pt/index.php?id=30>
- [2] Castro, A. L., & al, e. (2011). *Reologia de concretos de alto desempenho aplicados na construção civil - Revisão*.
- [3] Janmey, P. A., & al, e. (2008). *Rheology*.
- [4] Méndez, A. R. (2008). *Comportamiento reológico de un fluido*.
- [5] Guimarães, M. J., & al, e. (2003). *Reologia de Polietileno de Alta Densidade Tenacificado com Polietileno Elastomérico*.
- [6] Ahmari, H., & al, e. (2015). *On the relationship between surface tension and viscosity of fluids*.
- [7] *How Does Surface Tension Relate to Viscosity?* (18 de 03 de 2018). Obtido de CSC Scientific Company, inc: <http://www.cscscientific.com/csc-cientific-blog/how-does-surface-tension-relate-to-viscosity>
- [8] Saraiva, P. A. (2016). *Projeto de um molde de injeção*.
- [9] *Polímeros*. (12 de 03 de 2018). Obtido de https://cejarj.cecierj.edu.br/pdf_mod4/CN/Unidade05_Quimica_Modulo4.pdf
- [10] BARRA, G. (2002). *APOSTILA DE PROCESSOS 4 EMC 5744 Parte1: Fundamentos de Reologia de materiais Poliméricos*.
- [11] *Copolímeros*. (22 de 04 de 2018). Obtido de Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/copolimeros.htm>
- [12] Han, C. D. (2007). *Rheology and Processing of Polymeric Materials: Volume 1: Polymer Rheology*.
- [13] *Biblioteca digital*. (22 de 05 de 2018). Obtido de Cefamol: <https://www.cefamol.pt/index.php?id=46&idn=100>
- [14] Marques, L. (2005). *O que são polímeros e porque são interessantes?* .
- [15] *Indústria Portuguesa de Moldes*. (22 de 05 de 2018). Obtido de Cefamol: <https://www.cefamol.pt/index.php?id=30>
- [16] Neto, C. M., & al, e. (2015). *A UTILIZAÇÃO DOS POLÍMEROS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA*.
- [17] Hemais, C. A. (2003). *Polímeros e a indústria automobilística*.
- [18] *Absolutamente TUDO sobre Injeção de Termoplásticos*. (23 de 05 de 2018). Obtido de Zurich termoplásticos: <http://injecaoeplasticos.com.br/blog/industria-do-plastico-3/>
- [19] *Plásticos - Tendências e Perspetivas*. (24 de 05 de 2018). Obtido de Reviplast- Revista da indústria de plásticos: <https://reviplast.wordpress.com/2016/07/04/plsticos-tendncias-e-perspetivas/>

- [20] *Plastics - the Facts 2017* . (28 de 05 de 2018). Obtido de PlasticsEurope: https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf
- [21] Cunha, A., & al, e. (s.d.). *Moldação por injeção e materiais plásticos*. Em *Manual do Projetista para moldes de injeção de plástico*.
- [22] *A importância e os conceitos dos Moldes de Injeção para Termoplástico*. (26 de 04 de 2018). Obtido de CADguru: <http://cad.cursosguru.com.br/novidades/a-importancia-e-os-conceitos-dos-moldes-de-injecao-para-termoplastico/>
- [23] *Details of Mold Design*. (25 de 04 de 2018). Obtido de PIM Plastic Molding Company: <http://www.custom-injection-molding.net/details-of-mold-design/>
- [24] *Basic types of gates for plastic injection mold*. (27 de 04 de 2018). Obtido de Grace plastic injection mold: <http://grace-plastic-injection-mold.blogspot.com/2013/08/basic-types-of-gates-for-plastic.html>
- [25] *Injection system*. (06 de 05 de 2018). Obtido de Machine components : http://www.dc.engr.scu.edu/cmdoc/dg_doc/develop/process/control/b1000002.htm
- [26] Chen, T.-C., & al, e. (2012). *Material Saving and Product Quality Improvement with the Visualization of Hot Runner Design in Injection Molding*.
- [27] *Injection Molding*. (30 de 05 de 2018). Obtido de CustomPart: <http://www.custompartnet.com/wu/InjectionMolding>
- [28] Mota, R. A. (2017). *Assegurar a Preparação de Máquinas e Moldes para Processos de Alta Qualidade*.
- [29] Garcia, P. M. (2011). *CEFET-RS - Fundamentos de projetos de ferramentas*. Obtido de Apostila de Moldes CEFET-RS: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAe1RMAK/apostila-moldes-cefet-rs#>
- [30] Almeida, T. F. (2016). *Definição de metodologias projetuais conducentes à aquisição de valências internas no que concerne o fabrico de moldes*.
- [31] *Soluções*. (23 de 05 de 2018). Obtido de Engeplas: <http://www.engeplas.com.br/>
- [32] *Injection Moulding Resins- Technical manual*. (24 de 05 de 2018). Obtido de Altuglas: https://www.altuglas.com/export/sites/altuglas/.content/medias/downloads/literature/altuglas_injection_-moulding_resins.pdf
- [33] Shoemaker, J. (2016). *Moldflow Design Guide A Resource for Plastics Engineers*.
- [34] LOPERGOLO, L. C. (2002). *ESTUDO DA ESTRUTURA E DOS PARÂMETROS DE RETICULAÇÃO DE MEMBRANAS HIDRÓFILAS Á BASE DE POLI(N-VINIL-2-PIRROLIDONA) INDUZIDAS POR RADIAÇÃO*.
- [35] *Produtos*. (03 de 06 de 2018). Obtido de RESINEX: <http://www.resinex.pt/tipos-de-polimeros/pp.html>
- [36] Wesley Novaes Mascarenhas, M. E., & al, E. (2000). *DEFEITOS DE COMPONENTES DE PLÁSTICO MOLDADOS POR INJEÇÃO: ANÁLISE DE CAUSAS E SOLUÇÕES ATRAVÉS DE UM SISTEMA CAE* .

- [37] *Injection Moulding*. (03 de 06 de 2018). Obtido de Techmoulding: <http://techmoulding.blogspot.com/>
- [38] *Injection Molding- machine*. (21 de 04 de 2018). Obtido de Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation: <https://www.m-ep.co.jp/>
- [39] *Molding Defects, Causes, & Corrective Actions*. (22 de 05 de 2018). Obtido de Decaturmold: <https://www.decaturmold.com/wp-content/uploads/Molding-Defects-Causes-Corrective-Actions-Glossary.pdf>
- [40] *Top-10 Injection Molding Defects And How To Fix Them*. (27 de 05 de 2018). Obtido de Creative Mechanisms: <https://www.creativemechanisms.com/blog/what-cause-injection-molding-defects-and-how-to-fix-them>
- [41] *Injection Molding defects And How To Control Them - SMLease Design*. (28 de 05 de 2018). Obtido de SMLease Design: <http://smlease.com/entries/plastic-design/defects-in-injection-molding>
- [42] *Injeção Plástica*. (25 de 04 de 2018). Obtido de Blog da injeção plástica: <https://blogdainjecao plastica.blogspot.com/2015/07/guia-de-solucao-de-problemas-em-pecas.html>
- [43] Harada, J. (1994). *Peças com Defeitos de Injeção do Tipo Empenamento Sob Contração Irregular*.
- [44] *MANUAL DE INJEÇÃO*. (23 de 04 de 2018). Obtido de innova: <http://www.innova.com.br/arquivos/documentos/relatorio/artigo/56785d1a2586a.pdf>
- [45] Jardini, A. L., & al, e. (2011). *INTEGRAÇÃO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA E ENGENHARIA REVERSA NO DESENVOLVIMENTO RÁPIDO DO PRODUTO*.
- [46] *SERVIÇOS DIGITALIZAÇÃO 3D*. (04 de 06 de 2018). Obtido de TRYBER: <http://www.tryber.com.br/pt/portfolio/digitalizacao-3d>
- [47] *Moldex3D Products Overview*. (28 de 04 de 2018). Obtido de Moldex3d: <http://www.moldex3d.com/en/products/software/moldex3d/>
- [48] *Important facts about*. (05 de 06 de 2018). Obtido de oelhheld: http://www.oelhheld.com/fileadmin/content/pages/Prospekte_pdf/Prospekte_en/oh_Important_facts_about_spark_erosion_en.pdf
- [49] Equbal, A., & al, e. (2014). *Electrical Discharge Machining: An Overview on Various Areas of Research*.
- [50] Amorim, F. L., & al, e. (2007). *The Behavior of Graphite and Copper Electrodes on the Finish Die-Sinking Electrical Discharge Machining (EDM) of AISI P20 Tool Steel* .
- [51] TAKAYAMA, Y., & al, e. (2016). *The latest technology of Wire-cut EDM*.
- [52] *Why Choose a Valve-Gated Hot Runner?* (06 de 06 de 2018). Obtido de Moldmaking Technology: <https://www.moldmakingtechnology.com/articles/why-choose-a-valve-gated-hot-runner>
- [53] Jeng, M.-C., & al, e. (2002). *The study on the tribological properties of fiber-reinforced PBT composites for various injection molding process parameters*.

[54] Koronis, G., & al, e. (2012). *Green composites: A review of adequate materials for automotive applications.*

[55] Martínez-Mateo, & al, e. (2010). *Surface damage of mold steel and its influence on surface roughness of injection molded plastic parts.*

[56] JANSEN, K. M., & al, e. (1998). *Effect of Processing Conditions on Shrinkage in Injection Molding .*

Anexos

Índice de Anexos

- Anexo 1 - Especificações do molde
- Anexo 2 - 2D de artigo
- Anexo 3- Ficha de material
- Anexo 4- Relatório de teste nº1
- Anexo 5- Relatório de empenos
- Anexo 6- Relatório de teste nº2
- Anexo 7- Relatório empresa teste nº1
- Anexo 8- Relatório empresa teste nº2
- Anexo 9- *DFM-Moldflow* da peça
- Anexo 10- Lista de materiais do molde
- Anexo 11- DIN ISO4288
- Anexo 12- Planta da máquina de injeção do cliente
- Anexo 13- Normas do cliente (*CONTINENTAL*)
- Anexo 14- Normas do cliente (*BEBUSCH*)
- Anexo 15- Normas *Frumolde Tooling*
- Anexo 16- Relatório dimensional do cliente
- Anexo 17- Manual de utilização do software *Moldex3D*

Anexo 1 - Especificações do molde

Anexo 1



FT.14 ESPECIFICAÇÕES GERAIS DO MOLDE

Nº Revisão: 0 Data: 06-02-2018 Molde nº: 2249

Nome da Peça: HLI4 11K PLASTIC COVER - A2C76030503 Ref.: A2C76030503

Fabricante: _____ Orç. Nº 0193/2017R2

Responsável do Projeto _____ Responsável da Produção Ricardo Domingues

Prazos

Des. Preliminar 19-02-2018 Desenha: _____
 Des. Final 27-03-2018 Desenha: _____
 Fab. Molde 20-04-2018

Matéria Prima

Matéria moldar PBT GF20
 Ref. Cor POCAN B3225 900867
 Fornecedor _____
 Contração 0,9%

ver norma cliente "BEBUSCH Hungária Kft. Tool Construction Requirements BDE_m_20170105"

1. Tipo de Molde

- | | | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Injeção | <input type="checkbox"/> Sopro | <input type="checkbox"/> Inj. Zamac | <input type="checkbox"/> Fundição |
| <input type="checkbox"/> 2 Chapas | <input type="checkbox"/> 3 Chapas | <input type="checkbox"/> Desenrosc. | <input type="checkbox"/> Sandwich |
| <input type="checkbox"/> 2 Componentes | <input type="checkbox"/> Protótipo | | |

1.1 Nº de cavidades 2 1.2 Tempo de ciclo previsto 35seg.

1.3 Garantia 1.000.000

1.4 Dim. molde (previstas orçam.) 396 (mm) X 446 (mm) X 580 (mm) (espessura)

2. Tipo de Injeção

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> 2.1 Canal frio | <input type="checkbox"/> Filme espessura _____ mm | <input type="checkbox"/> Largura _____ mm |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2.2 Canal quente | <input type="checkbox"/> Ponto Ø _____ mm | <input type="checkbox"/> Cone _____ mm |
| | <input type="checkbox"/> Submarina Ø _____ mm | |
| | <input type="checkbox"/> Injeção corno | |
| | <input type="checkbox"/> Injeção Submarina em extratores (quant.) | |
| | <input type="checkbox"/> Injeção fria direta Ø furo _____ (mm) + saída _____ mm | |
| | <input type="checkbox"/> Injeção quente direta | Marca _____ |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Injeção quente + Carburador | Marca <u>SYNVENTIVE</u> |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Ficha elétrica. Marca+ Modelo * | |

2.3 Observações

2 BICOS QUENTES VALVEGATE

ver DFM/Estudo Moldflow "17_0193_Design For Manufacturing SAMPLE_with RIBS version-REV02"

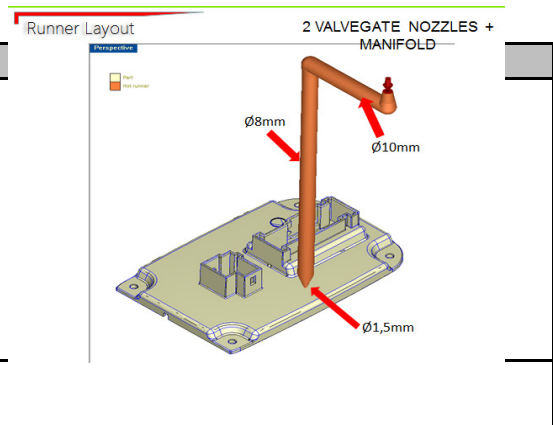
* HARTING house 16 poles 09 30 016 0301 - inside 16 poles 09 33 016 2601

		16 pólusú					
1. Zona	Sensor1 -	1	9	Sensor3 -		3. Zona	
	Sensor1 +	2	10	Sensor3 +			
	L1	3	11	L3			
2. Zona	N1	4	12	N3		4. Zona	
	Sensor2 -	5	13	Sensor4 -			
	Sensor2 +	6	14	Sensor4 +			
	L2	7	15	L4			
	N2	8	16	N4			



TYCO 1-1103638-1 HE.16.SII.S.B.1-16

HARTING HAN E 09 33 016 2601



3. Tipo de Extração

Extr. Redondos	<input checked="" type="checkbox"/>	Extr. Laminados	<input checked="" type="checkbox"/>	Extr. Tubulares	<input checked="" type="checkbox"/>
Aro extrator	<input type="checkbox"/>	Chapa extratora	<input type="checkbox"/>	Barra extratora	<input type="checkbox"/>
Válvula de ar	<input type="checkbox"/>	Válvula ar + mec.	<input type="checkbox"/>		

3.1 Funcionamento da Extração:

<input checked="" type="checkbox"/> KO quantidade	Rosca: <u> M16* </u>	<input type="checkbox"/> Hidráulicos. Marca _____
<input type="checkbox"/> Tirantes p/puxar extração		<input type="checkbox"/> p/puxar extração _____
<input type="checkbox"/> Barras a puxar extração		<input type="checkbox"/> Dupla extração _____

3.2 Acessórios Extração:

Casquilhos: <input type="checkbox"/> Normais	Qnt. Guias Extração: <u> 4 </u>
<input type="checkbox"/> Grafitados	Marca: _____
<input checked="" type="checkbox"/> Esfera	Marca: _____
<input type="checkbox"/> Trincos	Marca: _____

3.3 Observações

Tapar o vão de extração

Colocar conta ciclos (lado do operador)

***ver normas cliente "\\SRV01\Projecto\TOP561-FRU2249\Especificações do molde\Connection in the ejector**

4. Movimentos

Mecânicos	<input type="checkbox"/>	Hidráulicos	<input type="checkbox"/>	Marca _____
Balancés	<input checked="" type="checkbox"/>	Pneumáticos	<input type="checkbox"/>	Marca _____
Pré-abertura	<input checked="" type="checkbox"/>	Retenção dos elementos móveis	<input type="checkbox"/>	

4.1 Observações

Dimensões Funcionais


Functional items:

- Connectors' areas shapes and dimensional tolerances
- PCB support areas and positioning pins dimensions and position tolerances
- other critical items according to part' 2D drawing given requirements
- especially have to pay high attention to the drawing marked Special Characteristics (these requirements see in the below table) and concerned of the flatness and warpage requirement (see on the 2D drawing).

No.	Drawing Pos.	Specification/ Tolerance	SC-Classification	SC Requestor	PPAP	SLC	Applicable for Series Production	Requalification	Description of Item
1	M10	125,65 ± 0,2 SPC	W	Conti	X	X	X	X	Length of the part
2	K13	83,1 ± 0,2 SPC	W	Conti	X	X	X	X	Width of the part
3	H9	∅ 2,45 ± 0,03 IC		Conti	X	X	X	X	Pin diameter
4	H5	52,23 ± 0,2 IC		Conti	X	X	X	X	Distance
5	L14	∅ 2,45 ± 0,03 IC		Conti	X	X	X	X	Pin diameter
6	M9	23 ± 0,1		Conti	X	X	X	X	Distance
7	M13	22,85 ± 0,1		Conti	X	X	X	X	Distance
8	K16	2,35 ± 0,025		Conti	X	X	X	X	Distance
9	J12	Flatness 0,3 CZ A1 - AB		Conti	X	X		X	Flatness
10	H19	Warpage permitted +/-0,3 mm		Conti	X	X		X	Warpage

Material shrinkage values and product specifications to be considered upon construction and manufacturing of the tool.
The SPC dimensions provided by the Customer must be in the middle of the tolerance interval. The SPC values are as indicated in the files / drawings listed in the table above.

5. Máquina de injeção prevista

Marca: ARBURG_Allrounder 470 C 1500 - 400 Força de fecho: 150 Ton.
 Ø anel centragem injeção 100 Ø anel centragem extração 100 (mm)
 Dimensões dos pratos da máquina _____ (mm)
 Distância entre colunas 470x470 (mm)
 Espessura do molde 250 (mm) (máximo) _____ (mm)
 Curso de abertura 750 (mm) Curso de extração _____ (mm)
 Bico: Raio _____ (mm) Cone _____ Plano
 Penetração máxima do bico da Máquina _____ (mm)

5.1 Observações

Prevêr montagem do molde em 2 máquinas:

Máquina Injeção-Prioridade 1-ARBURG_Allrounder 470 C 1500 - 400

Máquina Injeção-Prioridade 2- FANUC ROBOSHOTS_2000i 150A (ver planta servidor "FANUC ROBOSHOTS_2000i 150A type moulding machine")

6. Aços a utilizar

Designação	Material	Empresa	Tratamento térmico	Revestimento
Estrutura	1,1730		Construção	
Ch. à junta	1,2312		30-32 Pré-Tratado	
Ch. Extradoras	1,1730		Construção	
Cavidades	1,2343		48-52 Temp.	
Buchas	1,2343		48-52 Temp.	
Post. Cavidade				
Post. Bucha				
El. Móveis/Balancés	1,2343		60-62 Temp./Nitru.	
Barras e corrediças				

6.1 Chapas isolantes Sim Esp. Inj./Extr. Não
 (com furações)

7. Acessórios

HASCO DME RABOURDIN ORIGINAIS
 OUTROS _____

8. Refrigeração

Cavidade Bucha Postiços Elementos móveis
 Chapa cavidade Chapa das buchas Outros

Nota: Salvo informação em contrário, considerar entradas e saídas no lado oposto ao operador e em baixo

8.1 Tipo de ligações

Marca: Meusburger(ou equivalente Hasco)
 Ref.: E2000/9/10 Rosca: M10x1
 Obs.: Considerar ligações para baixo

8.2 Tipo de O 'rings

 Marca: Viton Normais (nitrite)
9. Circuito ar:
9.1 Tipo de ligações

 Marca: _____
 Ref.: _____ Rosca: _____

10. Circuito óleo
10.1 Tipo de ligações

 Marca: _____
 Ref.: _____ Rosca _____

 Distribuidor Tubos aço Tubo flexível Direto ao aço c/ 2 entradas

Gravar: À frente _____ Atrás _____

11. Sistemas de segurança: Micros/Sensores

1	<input checked="" type="checkbox"/> Na extração	Quantidade	1	Posição	por cima, no lado de fora molde
	Marca	STRACK		Ref.:	Z 7600
2	<input type="checkbox"/> Nos movimentos	Quantidade	_____	Posição	_____
	Marca	_____		Ref.:	_____
3	<input type="checkbox"/> Nos hidráulicos	Quantidade	_____	Posição	_____
	Marca	_____		Ref.:	_____
4	Sensores de pressão	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
	Marca	_____		Ref.:	_____
5	Sensores de temperatura	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
	Marca	_____		Ref.:	_____
6	Ficha elétrica	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
	Marca	_____		Ref.:	_____

12. Interlocks
 Redondos
 Retangulares
 Direto no aço
 Outros

Marca	_____
Marca	_____
Travamentos	_____

13.Gravações

13.1 Exterior do molde

- Refrigeração
- Ar
- Topo do molde
- Olhais
- Numeração do molde só aceite a do cliente
- Nome das peças
- Colocar chapas

Entrada: IN1,...* Saída: OUT1,...*
 Entrada: _____ Saída: _____

TOP

4. Fix a data plate on the tool with the following information:

- a. tool weight _____
- b. tool dimension _____
- c. type of the heating system (if any) _____
- d. year of manufacture _____
- e. name of tool owner: Continental Automotive _____

- Frumolde tooling Cliente Funcionamento
- Esquema refrig. Outras

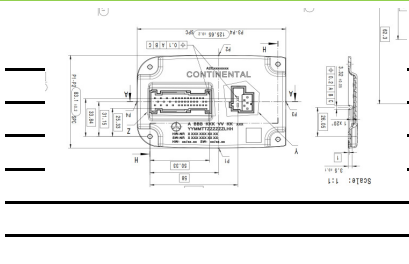
* **No lado da extração gravar CORE IN... / CORE OUT...**

13.2 Interior do molde (ver 2D artigo no servidor)

- Datador Ø
- Ref. peça
- Nº de cavidades
- Símbolo de reciclagem
- Símbolo alimentar
- Logotipo
- Outras

(mm) Marca e ref.:

- 4.1 Thermoplastic material acc. TST N 005.00.00-016; Material: HPS-SP30; Laserinscriptible; Colour: Black;
- 4.2 Burr including mold offset max. 0,1 mm;
- 4.3 Not dimensioned radii: R 0,3 to R 0,5 mm;
- 4.4 Not defined draft (D.S.); In case of non-compliance with dimension tolerances, because of necessity of bigger drafts, an agreement with Continental is necessary;
- 4.5 Marking line location of tool to be approved by Continental;
- 4.6 Marks of ejector pins not raised, not in visible area and for all cavities at the same position;
- 4.7 Injection points for all cavities at the same position on the part; position definition in agreement with Continental; max. projection at gate 0,1 mm;
- 4.8 Cavity marking raised 0,2 mm; marking and position in agreement with Continental;
- 4.9 Marking of material: acc. DIN 460 or DIN ISO 11469; raised 0,2 mm, letter height :0 mm, position in agreement with Continental;
- 4.10 Marking of production date by date indicator; year, week; raised 0,3 mm. No changing at change of year; position in agreement with Continental;
- 4.11 Material No. (e.g. AD2...); raised 0,3 mm; position in agreement with Continental;
- 4.12 Material revision; raised 0,2 mm; position in agreement with Continental;
- 4.13 Outer surface Ra 2,2 µm to 3,15 µm acc. ISO 4288; Inner surface optimized for injection moulding technology



14.Acabamentos Superfície

	VDI	Química	Lixa	Brilho
Cavidade			SPI/SPE Nr.3	
Bucha			SPI/SPE Nr.3	
Postiços cav.				
Postiços bucha				
Outras				

Notas gerais:

- A) Lista do molde em: Português Inglês Alemão Francês
- B) Legenda do molde Frumolde tooling Cliente
- C) Colocar barra de transporte e /ou fecho (ver se existem normas)
- D) Colocar olhais em todas as peças com mais de 15 kg
- E) Fazer em todas as chapas rasgos para abertura
- F) Não esquecer fazer fugas de gases inclusive nas guias
- G) Verificar se as aguas não interferem com o aperto do molde à máquina
- H) Fornecer o desenho de molde em 2D e 3D (em sólidos)

9. Delivery of the tool:

Independently from the physical location of the tool the present contract is considered performed on the date when Customer gives his final approval in writing.

Upon delivery of the tool the following items are handed over too:

- 9.1. 5 shots samples coming from the latest status of the tool
- 9.2. Electrodes
- 9.3. Location ring
- 9.4. One copy of a complete tool documentation:

- list of accessories, tool part list
- 2D and 3D files of the tool in stp format (original and modified final) and DVD/CD
- drawing, place of purchase of the date stamp

Anexo 2 - 2D de artigo

Anexo 3- Ficha de material

CAMPUS® Datasheet

Pocan B3225 000000 - PBT-GF20
LANXESS Deutschland GmbH



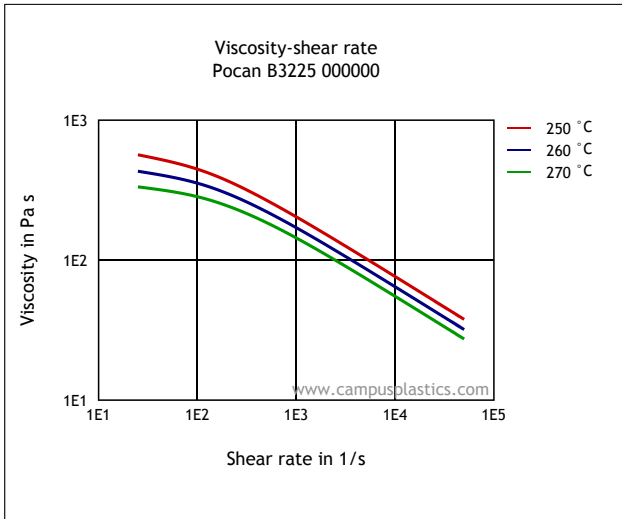
Product Texts			
PBT, 20 % glass fibers, injection molding			
Rheological properties	Value	Unit	Test Standard
Melt volume-flow rate, MVR	20	cm ³ /10min	ISO 1133
Temperature	260	°C	ISO 1133
Load	2.16	kg	ISO 1133
Molding shrinkage, parallel	0.5	%	ISO 294-4, 2577
Molding shrinkage, normal	1.4	%	ISO 294-4, 2577
Mechanical properties	Value	Unit	Test Standard
Tensile modulus	7100	MPa	ISO 527-1/-2
Stress at break	120	MPa	ISO 527-1/-2
Strain at break	3.4	%	ISO 527-1/-2
Tensile creep modulus, 1h	6900	MPa	ISO 899-1
Tensile creep modulus, 1000h	6300	MPa	ISO 899-1
Charpy impact strength, +23°C	50	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Charpy impact strength, -30°C	45	kJ/m ²	ISO 179/1eU
Puncture - maximum force, +23°C	635	N	ISO 6603-2
Puncture - maximum force, -30°C	626	N	ISO 6603-2
Puncture energy, +23°C	10.6	J	ISO 6603-2
Puncture energy, -30°C	1.8	J	ISO 6603-2
Thermal properties	Value	Unit	Test Standard
Melting temperature, 10°C/min	225	°C	ISO 11357-1/-3
Temp. of deflection under load, 1.80 MPa	205	°C	ISO 75-1/-2
Temp. of deflection under load, 0.45 MPa	220	°C	ISO 75-1/-2
Coeff. of linear therm. expansion, parallel	30	E-6/K	ISO 11359-1/-2
Coeff. of linear therm. expansion, normal	110	E-6/K	ISO 11359-1/-2
Burning Behav. at 1.5 mm nom. thickn.	HB	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested (1.5)	1.5	mm	IEC 60695-11-10
Burning Behav. at thickness h	HB	class	IEC 60695-11-10
Thickness tested (h)	0.8	mm	IEC 60695-11-10
Oxygen index	20	%	ISO 4589-1/-2
Electrical properties	Value	Unit	Test Standard
Relative permittivity, 100Hz	3.8	-	IEC 60250
Relative permittivity, 1MHz	3.6	-	IEC 60250
Dissipation factor, 100Hz	15	E-4	IEC 60250
Dissipation factor, 1MHz	200	E-4	IEC 60250
Volume resistivity	>1E13	Ohm*m	IEC 60093
Surface resistivity	>1E15	Ohm	IEC 60093
Electric strength	30	kV/mm	IEC 60243-1
Comparative tracking index	350	-	IEC 60112
Other properties	Value	Unit	Test Standard
Water absorption	0.4	%	Sim. to ISO 62
Humidity absorption	0.2	%	Sim. to ISO 62
Density	1460	kg/m ³	ISO 1183

Pocan B3225 000000 - PBT-GF20
LANXESS Deutschland GmbH

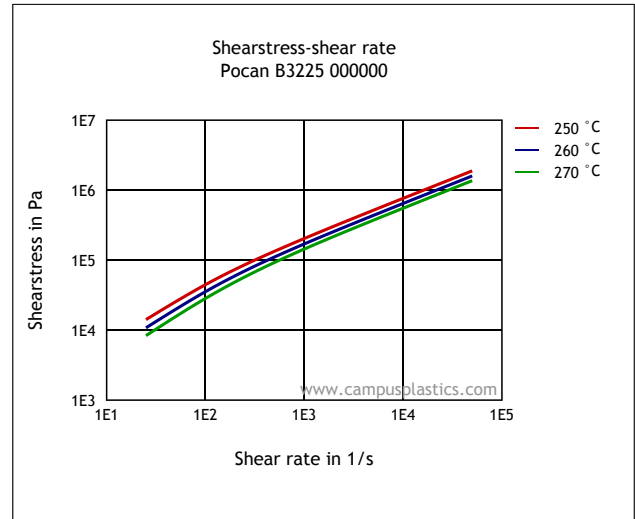
Material specific properties	Value	Unit	Test Standard
Viscosity number	100	cm ³ /g	ISO 307, 1157, 1628
Test specimen production	Value	Unit	Test Standard
Injection Molding, melt temperature	260	°C	ISO 294
Injection Molding, mold temperature	80	°C	ISO 10724

Diagrams

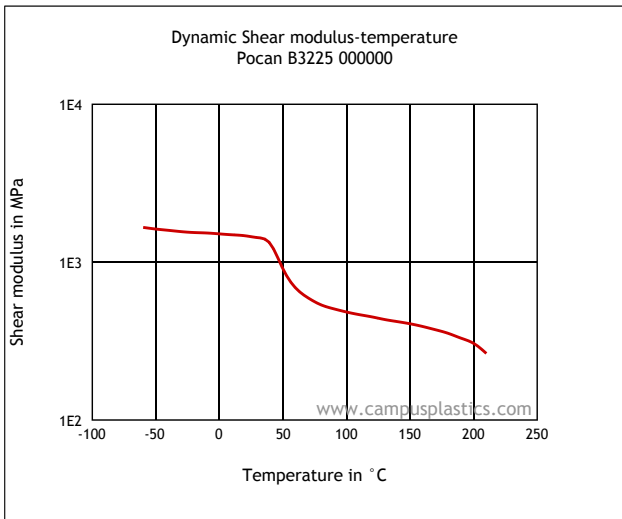
Viscosity-shear rate



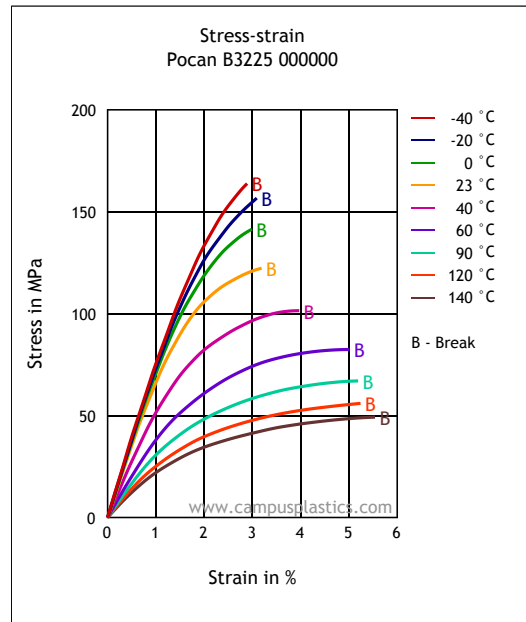
Shearstress-shear rate



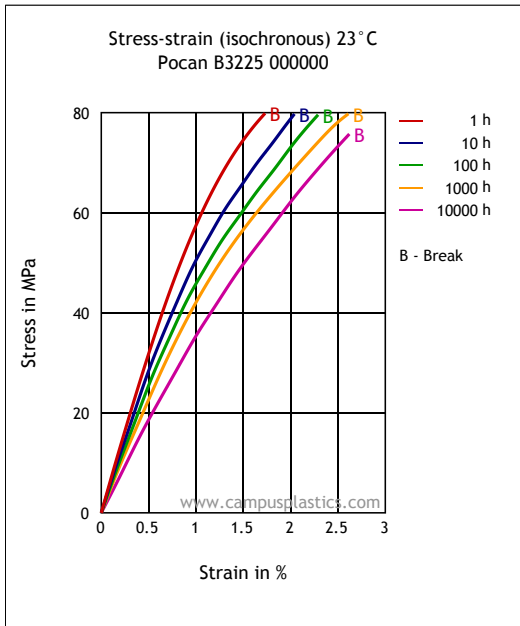
Dynamic Shear modulus-temperature



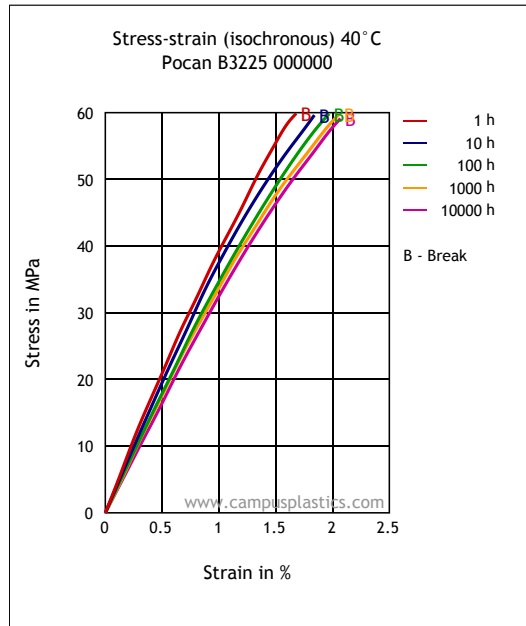
Stress-strain



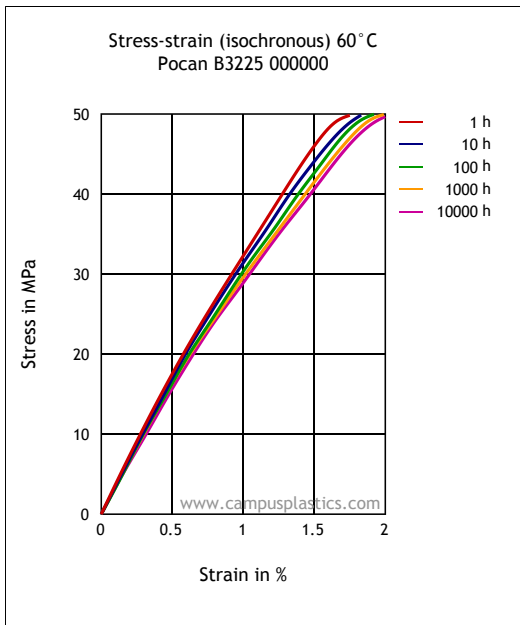
Stress-strain (isochronous) 23 °C



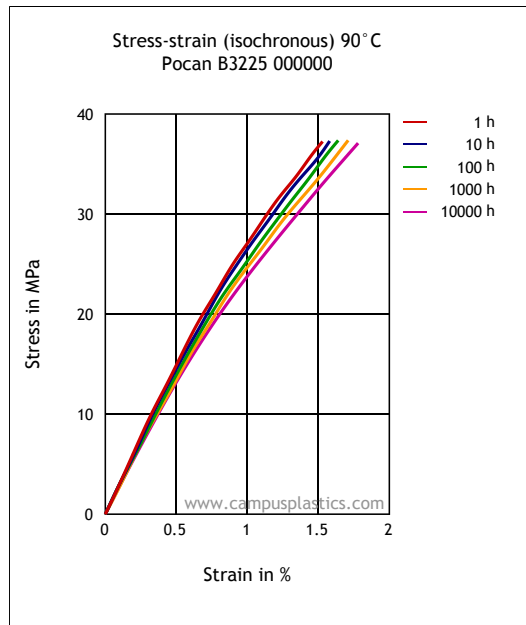
Stress-strain (isochronous) 40 °C



Stress-strain (isochronous) 60 °C

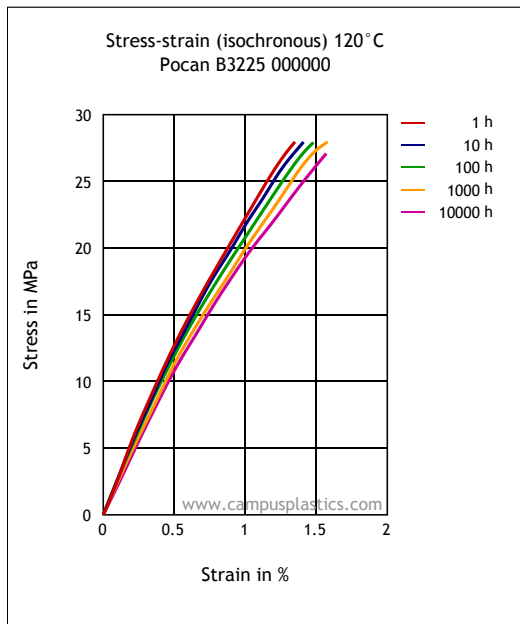


Stress-strain (isochronous) 90 °C



Pocan B3225 000000 - PBT-GF20
LANXESS Deutschland GmbH

Stress-strain (isochronous) 120 °C



Characteristics

Processing

Injection Molding

Special Characteristics

Heat stabilized or stable to heat

Delivery form

Pellets

Regional Availability

North America, Europe, Asia Pacific, South and Central America, Near East/Africa

Other text information

Injection molding

PREPROCESSING

Max. water content: 0-0.02 %

Drying temperature 120 °C

Drying time: Circulating air dryer 4-8 h

PROCESSING

Melt temperature: 250-270 °C

Mold temperature: 80-100 °C

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to verify the information currently provided - especially that contained in our safety data and technical information sheets - and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with the current version of our General Conditions of Sale and Delivery.


techcenter.lanxess.com

Anexo 4- Relatório de teste nº1

Nº Molde: FRU2249 TOP561
 HLI4 11K PLASTIC
 COVER
 Nome da peça:
 Data das amostras: 13-04-2018

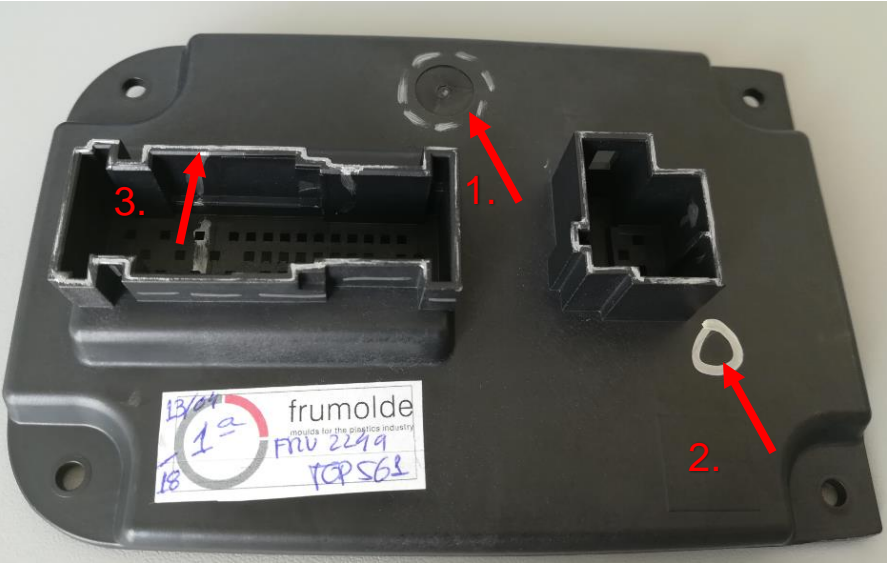
Fazer chapa com esquema de ligações elétricas.

Identificar circuitos das águas das chapas do ampco, "cold".

Ponto / Defeito	Imagem
<p>Injecções desequilibradas.</p> <p>A CAV.2 está mais atrasada que a CAV.1.</p>	

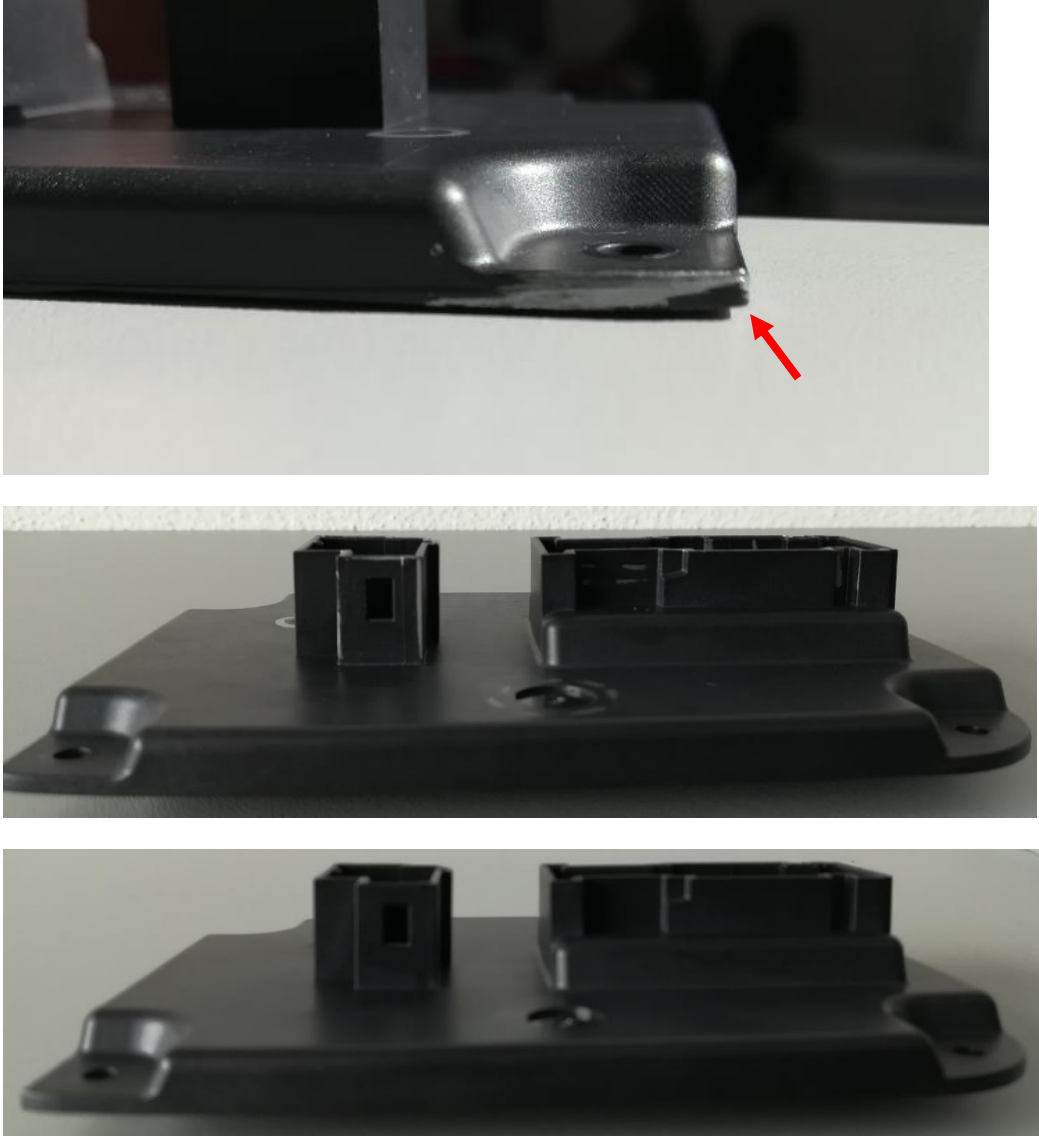
Ação / Correção

Situação já reclamada á Synventive. Eles vão estar presentes no próximo teste.

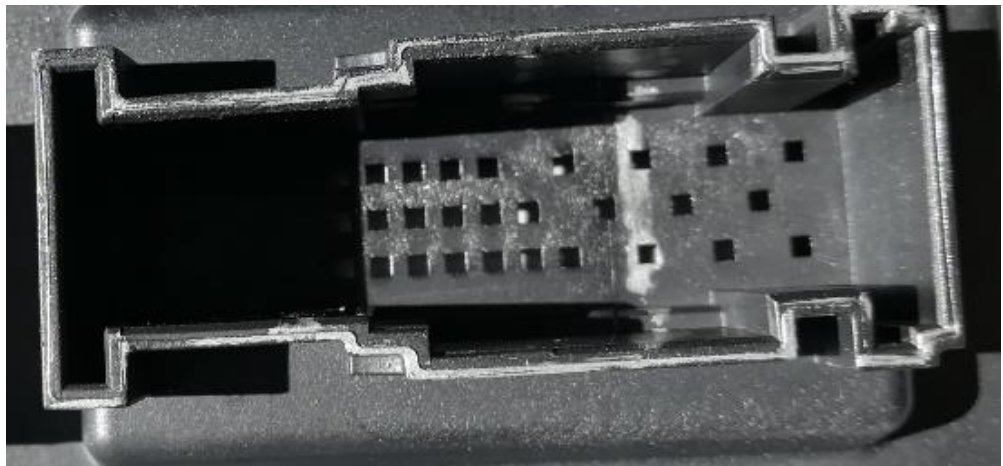
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bico de injeção muito saliente. 2. Marca. 3. Linha de junta saliente. 	
--	--

Ação / Correção

1. Ajustar bico ao plano da superfície. Medir na peça e rectificar de forma a ficar cravado apenas umas 0.05mm
2. Marca da Sonda de pressão ok.
3. Acertar estas linhas de junta existe uma diferenças consideráveis.

Ponto / Defeito	Imagem
<p>Empenos.</p>	
<p style="text-align: center;">Ação / Correção</p> <p>Vamos aguardar as medições de forma a saber quanto se tem de corrigir.</p>	

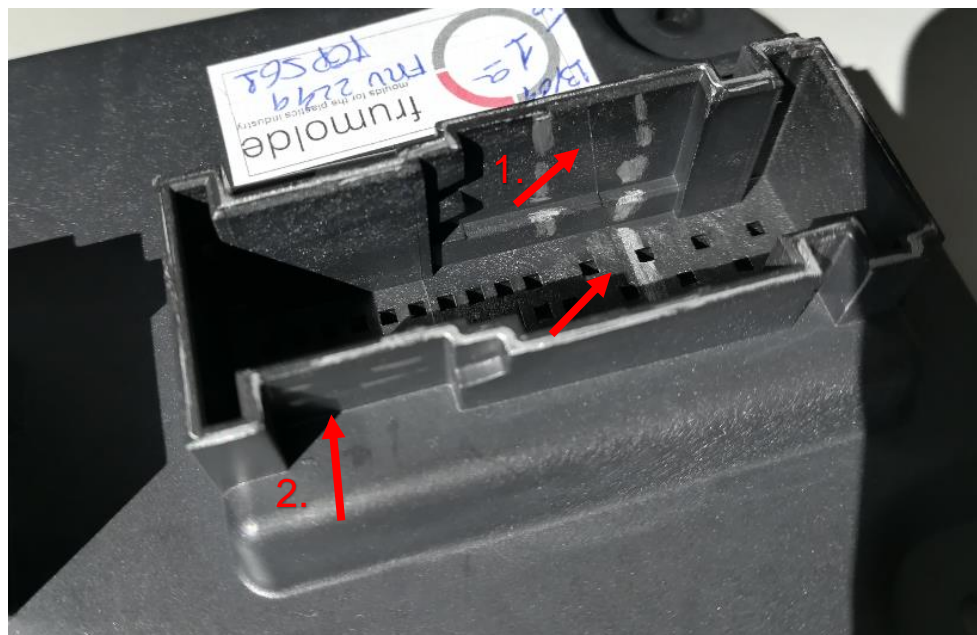
Marcas de queimados.



Ação / Correção

Fazer fugas de gases nesta área.

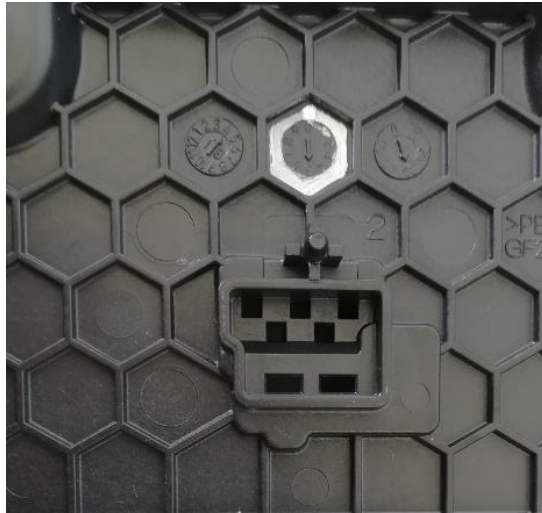
1. Marca da linha de junta dos movimentos.
2. Marcas de arrastamento.



Ação / Correção

1. Melhorar e disfarçar a linha de junta dos movimentos.
2. Dar o fosco fino em todas as peças moldantes.

Datador sem relevo.



Ação / Correção

Colocar datador com relevo conforme os outros.

Data: 13/04/2018

O responsável: Mónica Pereira

Anexo 5- Relatório de empenos

Nº Molde: FRU2249 TOP561
 HLI4 11K PLASTIC
 COVER
 Nome da peça:
 Data das amostras: 16-04-2018

Mediante estudos visuais e dimensões meramente aproximadas, é apresentado um relatório do estudo dos 3 parâmetros de injeção realizados no último teste, com vista a reduzir o valor dos empenos.

Ponto / Defeito	Imagem
	 <p data-bbox="651 1879 940 1912">CAV: 80° / BUCHA: 60°</p>




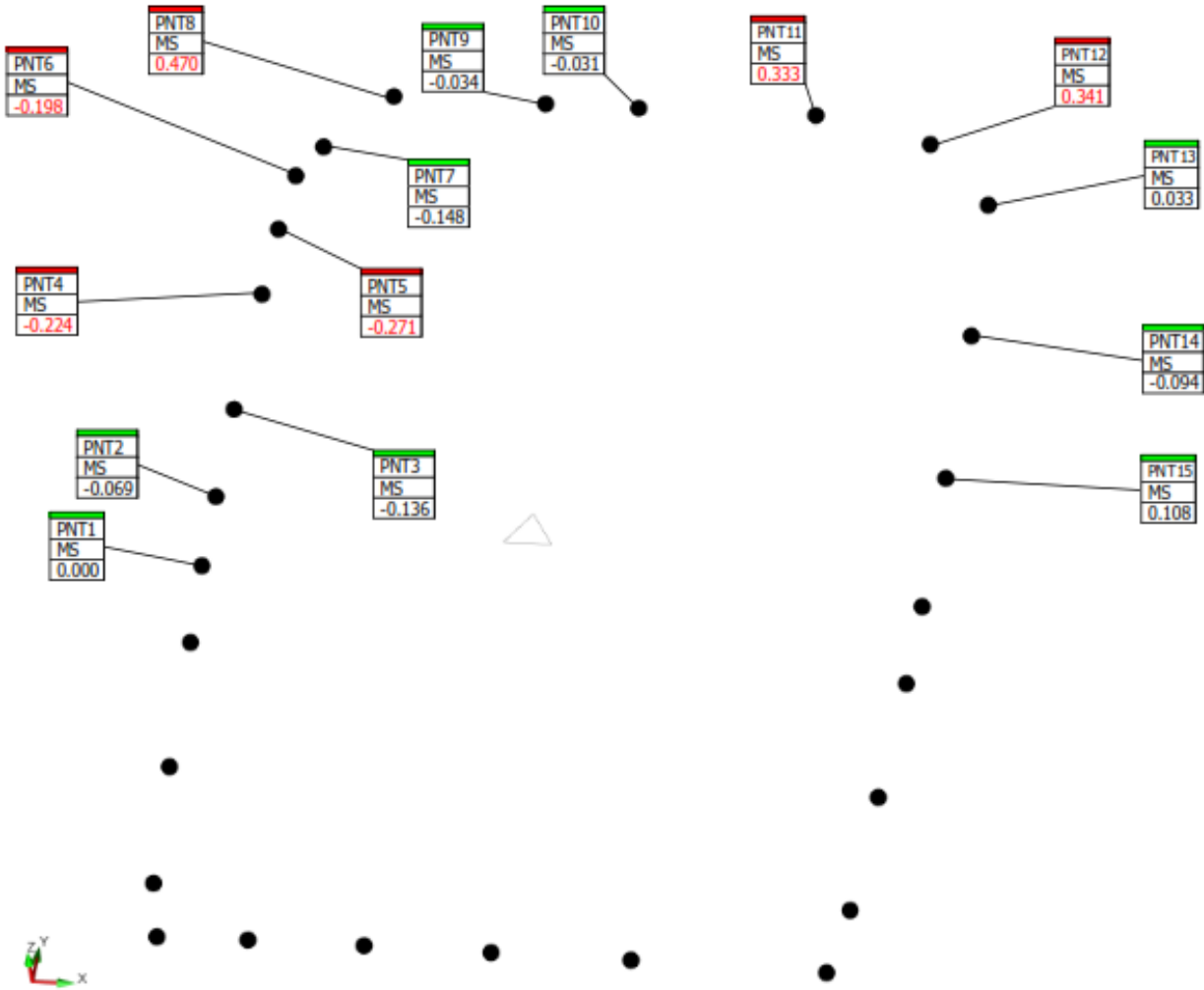
BUCHA: 80° /CAV: 60°



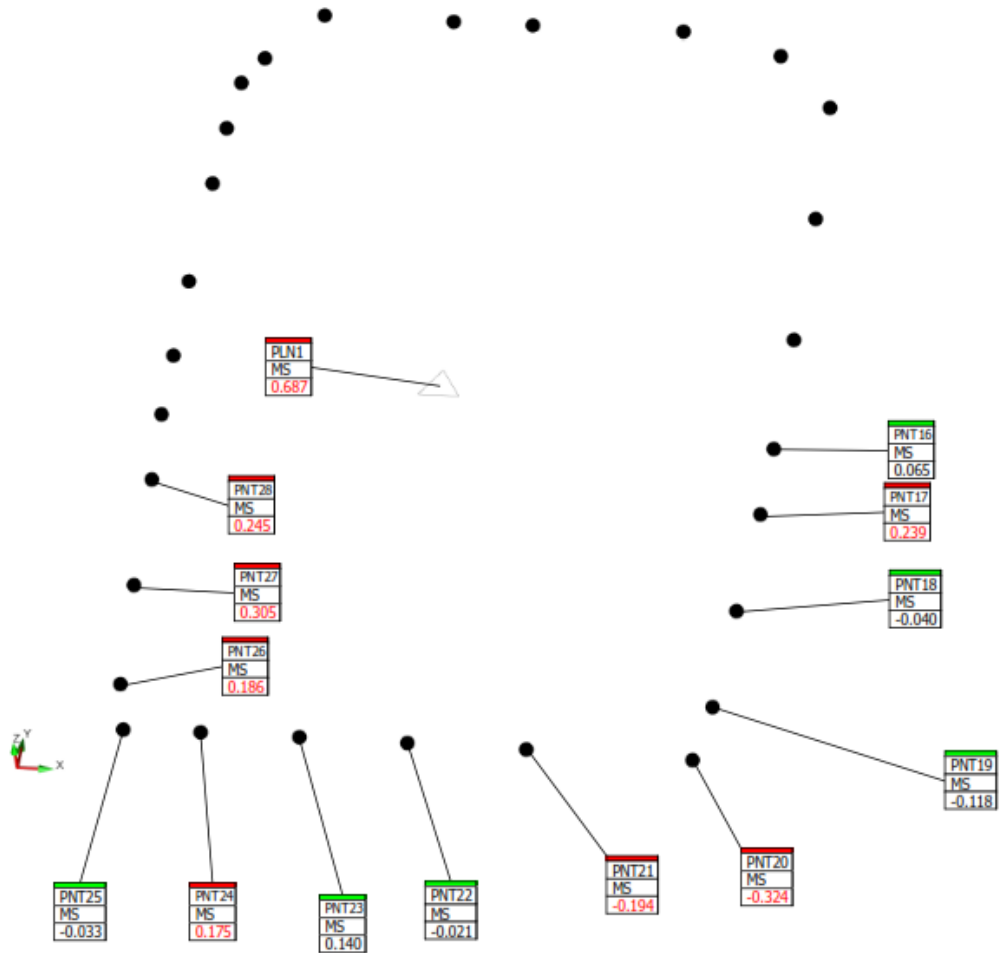
CAV+BUCHA: 80°

Contolo Dimensional-CMM (valores aproximados)

	Part Name: Molde 561	Date: 16-04-2018
	Mold Number: Bucha 80°, Cavidade 60°	Cav Number: Cav.2



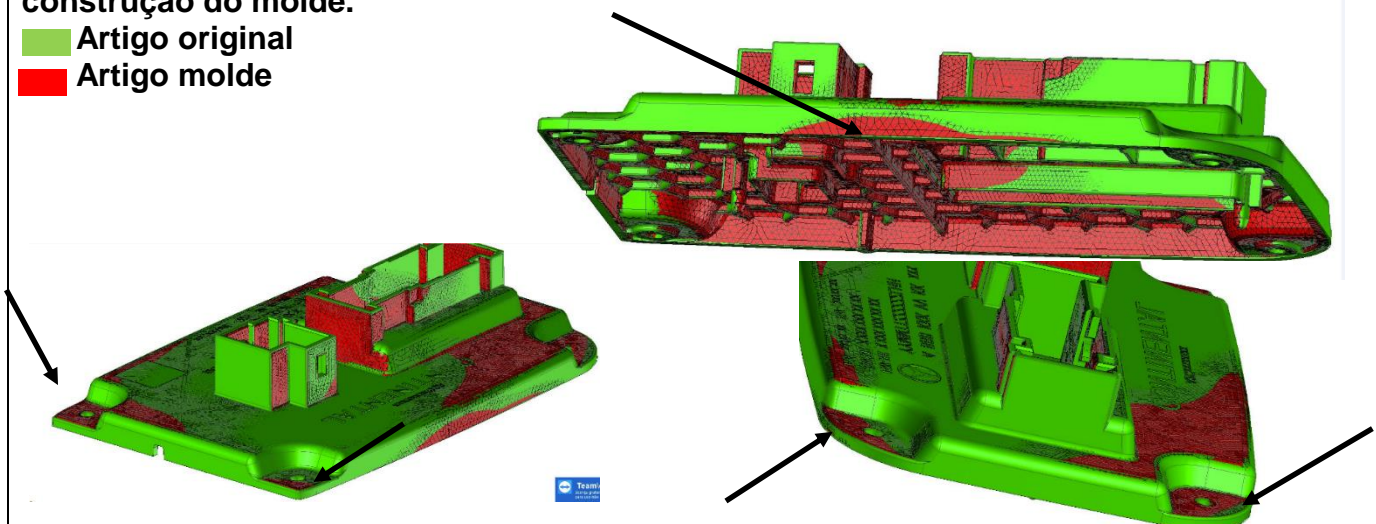
Part Name:	0	Date:	0
Mold Number:	0	Cav Number:	0

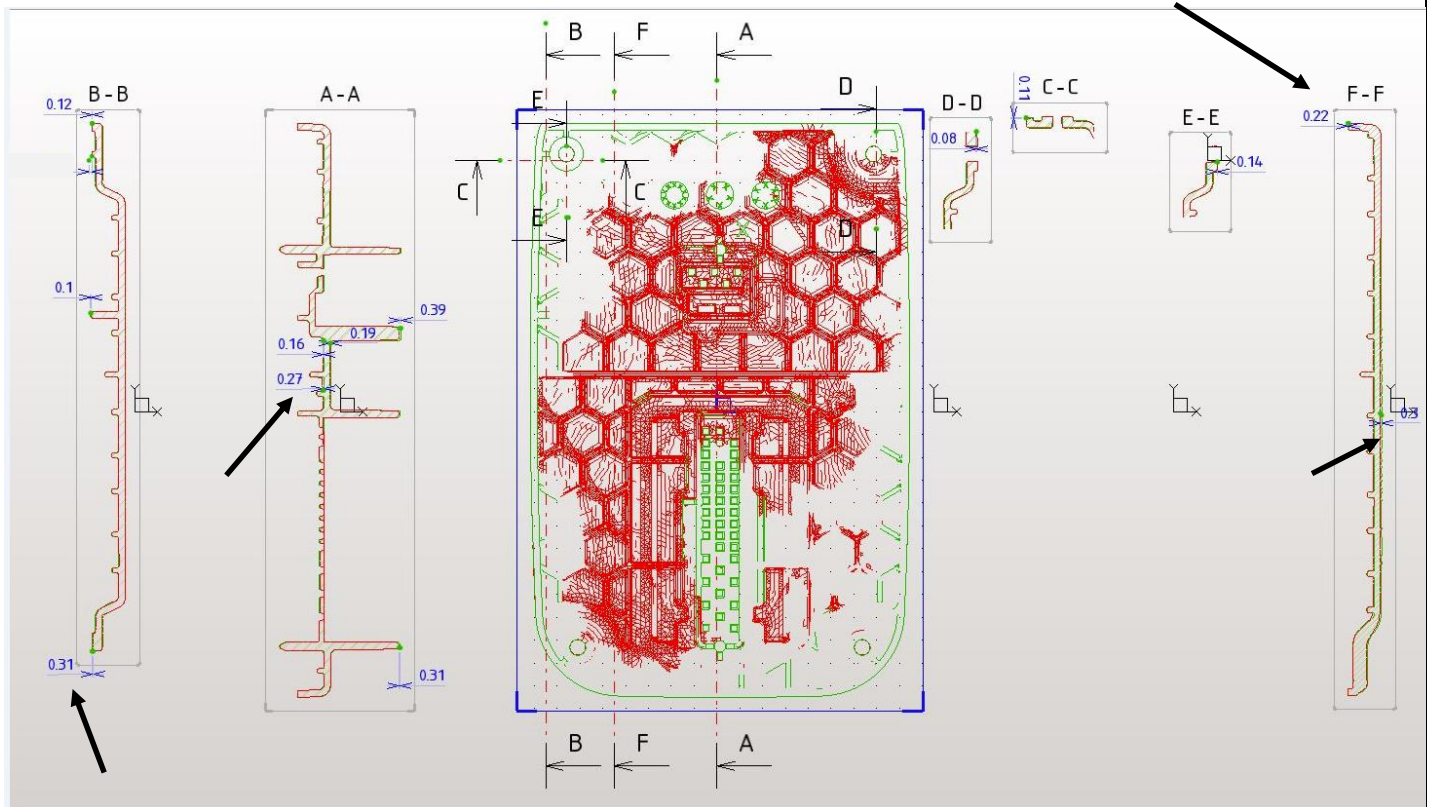


Confirma-se que o maior empeno se encontra nos cantos da peça.

Sobreposição sobre artigo original do cliente e artigo contra deformado e utilizado na construção do molde.

- Artigo original
- Artigo molde





Conclusão

Dos 3 parâmetros utilizados (Cav+Bucha:80°/ Cav:60° Bucha:80°/ Cav.80° Bucha:60°), verificou-se que o parâmetro que teve melhores resultados apesar que ligeiros(em relação ao outros) foi **Cav: 80° Bucha: 60°**.

Conclui-se que o objetivo de eliminar os empenos na zona que e exigida a planicidade nao sera conseguida com pãmetros de injeção mas sim a nível de ajuste no aço.

Previamente ja estudado a grande maioria da peça esta fora da tolerância, considerando que foi so a deformação no eixo Z poderá existir (existe na realidade) dimensões fora da tolerância exigida pelo cliente.

Nota: Aguardar pelo controlo dimensional definitivo.

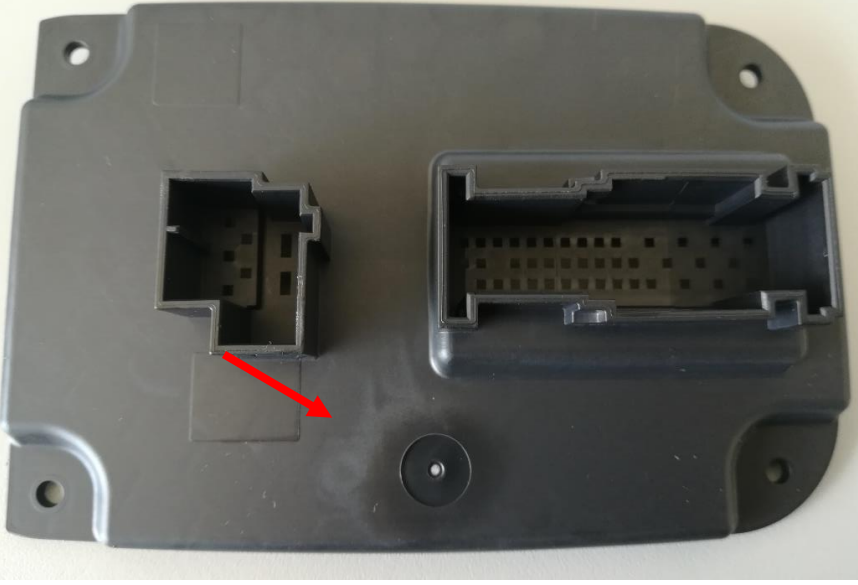

Data: 16/04/2018

O responsável:

Anexo 6- Relatório de teste nº2

Nº Molde: FRU2249 TOP561
 Nome da peça: HLI4 11K PLASTIC COVER
 Data das amostras: 18-04-2018

**O molde trabalhou na produção com as condições: CAV 80° e BUCHA 60°.
 Relatório complementar. (Ver relatório de 1º teste)
 A única correção efetuada foi o ajuste do bico.**

Ponto / Defeito	Imagem
<p>Mancha á volta do bico.</p>	
<p>O ajuste do bico ao plano da superfície nao foi suficiente.</p>	
<p>Ação / Correção</p>	
<p>Tentar diminuir a mancha com os parâmetros de injeção. Ajustar o bico ao plano da superfície e retificar.</p>	

Anexo 7- Relatório empresa teste nº1

RELATÓRIO DE ENSAIO

0ÜWGG JÄP ŠÖÄ FFSÄÚŠEUVÖÖÜXÜÖEÖÖÏ ÈHÉ ÈHÄÖP VÖÖPÖVÖŠ

Código Relatório
FRUM561_1

Cliente	Molde	Teste n.º	Nº Cavidades	Data
FRUMOLDE	561	1	1+1	13/04/2018
Máquina	Tonelagem	Pressão fecho	Fuso (mm)	
NB 210 Ton	2100	210	52	

Injecção

	Pressão bar	Press. Esp. bar	Velocidade %	Curso mm	Tempo seg
1	110	1038,888889	45	10	1,67
2		0			
3		0			
4		0			

2ª Pressão

	Pressão bar	Press. Esp. bar	Tempo seg	Almofada mm
1	45	425	5	8,2
2		0		
3		0		
4		0		

Dosagem Material

Corte mm	Posição mm	RPM	Tempo seg	Descompressão mm	Contra-Pressão bar	Pico pressão bar	Arrefecimento seg	Tempo Ciclo seg	Abertura do molde (mm)
10	40	80	4	5	5	100	25	36	400

Robot	Matéria-Prima	Corante	Tempertura / Hora Estufa	N.º Moldações	Peso Moldação gr	Material Limpeza Kg
	PBT		110 / 4	70	78,77	4

Temperaturas Fuso

Bico	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
250	260	250	245	235			

Temperaturas do Molde

Bucha	Cavidade	Molde	Observações
60	80	20	

Sistema de Injecção

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9	Zona 10	Zona 11	Zona 12
250	250	250	250	250	250						

Imagem da Peça



Check - List

- 1 - O molde foi oleado após ensaio?
- 2 - O molde trabalha em automático?
- 3 - As entradas e saídas de águas estão assinaladas?
- 4 - O molde tem fugas de gases suficientes?
- 5 - Existem fugas de óleo, água ou ar?
- 6 - Os elementos móveis funcionam bem?
- 7 - O curso de extração é suficiente?
- 8 - Foi utilizado desmoldante?
- 9 - As peças têm zona de enchimento difícil?
- 10 - As peças apresentam chupados?

S	N	NA
X		
X		
X		
X		
	X	
		X
X		
	X	
	X	
X		

Dados do cliente

Responsável
Mónica Pereira
Contacto @ ou tlm
r.domingues@frumolde.pt

Observações:	Circuitos 4 e 6 água normal
	cavidade - circuitos 10 e 12 da bucha água normal

Tecnico de injecção
Ivan Nunes

Inicio Ensaio		Fim do ensaio		Total de Horas
Data	Hora	Data	Hora	
13/04/2018	---	13/04/2018		
Modalidade de horário	<input type="checkbox"/> Semana	<input type="checkbox"/> Sábado	<input type="checkbox"/> Domingo	<input type="checkbox"/> Urgência

Anexo 8- Relatório empresa teste nº2

RELATÓRIO DE ENSAIO

Código Relatório				
FRUM561_2				
Cliente	Molde	Teste n.º	Nº Cavidades	Data
FRUMOLDE	561	2	1+1	18/04/2018
Máquina	Tonelagem	Pressão fecho	Fuso (mm)	
NB 210 Ton	2100	210	52	

Injeção					2ª Pressão					
	Pressão bar	Press. Esp. bar	Velocidade %	Curso mm	Tempo seg	Pressão bar	Press. Esp. bar	Tempo seg	Almofada mm	
1	110	1038,888889	65	11	1,14	1	70	661,1111111	6	8,8
2		0				2		0		
3		0				3		0		
4		0				4		0		

Dosagem Material									
Corte mm	Posição mm	RPM	Tempo seg	Descompressão mm	Contra-Pressão bar	Pico pressão bar	Arrefecimento seg	Tempo Ciclo seg	Abertura do molde (mm)
11	40	80	4	5	5	110	25	42	400

Robot	Matéria-Prima	Corante	Tempertura / Hora Estufa	N.º Moldações	Peso Moldação gr	Material Limpeza Kg
	PBT		110 / 4	180	78,77	4

Temperaturas Fuso								Temperaturas do Molde				
Bico	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Bucha	Cavidade	Molde	Observações	
250	260	250	245	235				60	80	20		

Sistema de Injeção

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9	Zona 10	Zona 11	Zona 12
255	255	255	255	255	255						

Imagem da Peça



Check - List

- O molde foi oleado após ensaio?
- O molde trabalha em automático?
- As entradas e saídas de águas estão assinaladas?
- O molde tem fugas de gases suficientes?
- Existem fugas de óleo, água ou ar?
- Os elementos móveis funcionam bem?
- O curso de extração é suficiente?
- Foi utilizado desmoldante?
- As peças têm zona de enchimento difícil?
- As peças apresentam chupados?

S	N	NA
X		
X		
X		
X		
	X	
x		
X		
	X	
	X	
	X	

Dados do cliente

Responsável
Mónica Pereira
Contacto @ ou tlm
monica.pereira@frumolde.pt

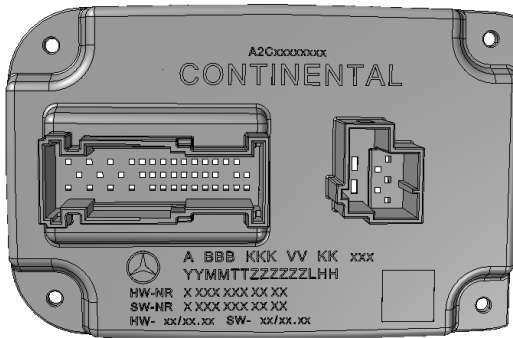
Observações:	Circuitos 4 e 6 água normal
	cavidade - circuitos 10 e 12 da bucha água normal

Tecnico de injeção
Ivan Nunes

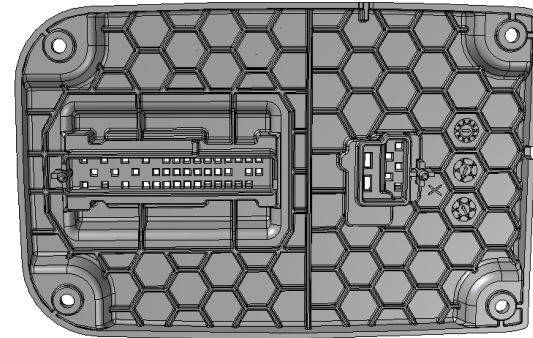
Inicio Ensaio		Fim do ensaio		Total de Horas
Data	Hora	Data	Hora	
18/04/2018	09:00	18/04/2018	13:30:00	04:30:00
Modalidade de horário	<input type="checkbox"/> Semana	<input type="checkbox"/> Sábado	<input type="checkbox"/> Domingo	<input type="checkbox"/> Urgência

Anexo 9- DFM-*Moldflow* da peça

MOLDFLOW SIMULATION REPORT-FRU2249: TOP: Nome peça

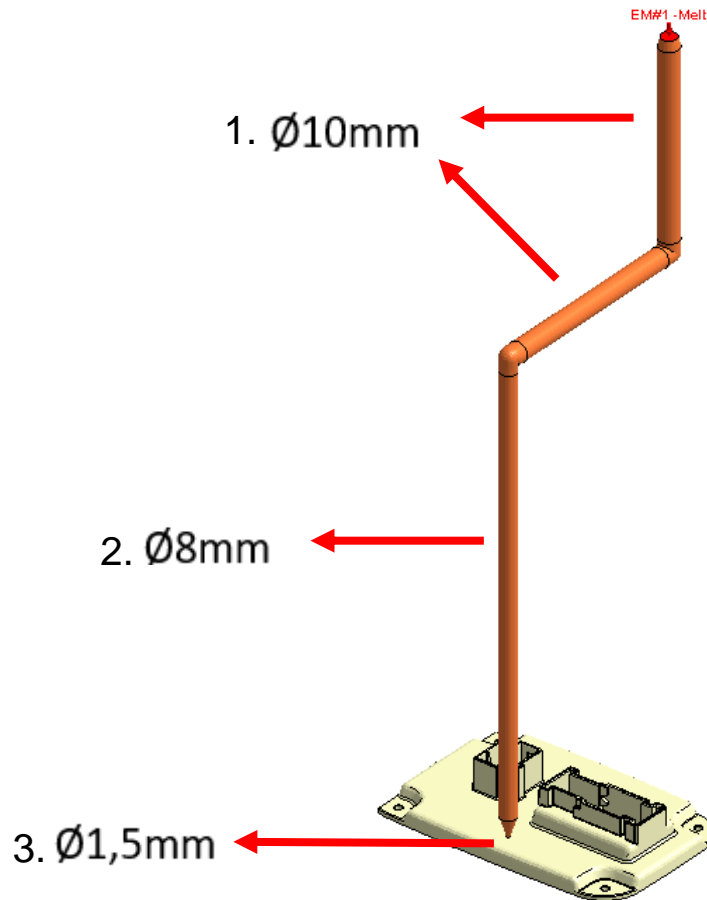


Moldex3D



All calculations are performed with the best of our knowledge, using hardware and software tools.
 We cannot be held responsible for the possible discrepancies that may occur between the calculated values and the possibly detected experimentally

1. Runner Layout



- *comments*

Dimensões consideradas do sistema de injeção:

1. Canal do carburador
2. Canal secundário
3. Entrada do bico na máquina

Moldex3D

2.Process Condition and material content

[Filling]		Polymer	PBT
Filling time (sec)	1.77	Grade Name	Pocan B 3225
Melt Temperature (oC)	260	Producer	Lanxess
Mold Temperature (oC)	90	Comment	20%GF
Injection volume (cm^3)	56.6356	Last modified date	2009/07/17
[Packing]			
Packing Time (sec)	4.71	Process condition	Process condition
[Cooling]		Melt temperature (minimum)	240 oC
Cooling Time (sec)	15	Melt temperature (normal)	260 oC
Mold-Open Time (sec)	5	Melt temperature (maximum)	280 oC
Eject Temperature (oC)	170	Mold temperature (minimum)	80 oC
Air Temperature (oC)	25	Mold temperature (normal)	90 oC
[Miscellaneous]		Mold temperature (maximum)	100 oC
Cycle time (sec)	26.48	Ejection temperature	170 oC
		Freeze temperature	198 oC

- *comments*

Objetivo de ciclo: 35 seg.

Simulação:

Tempo de injeção: 1,77 seg.

Tempo de compactação: 4,71 seg.

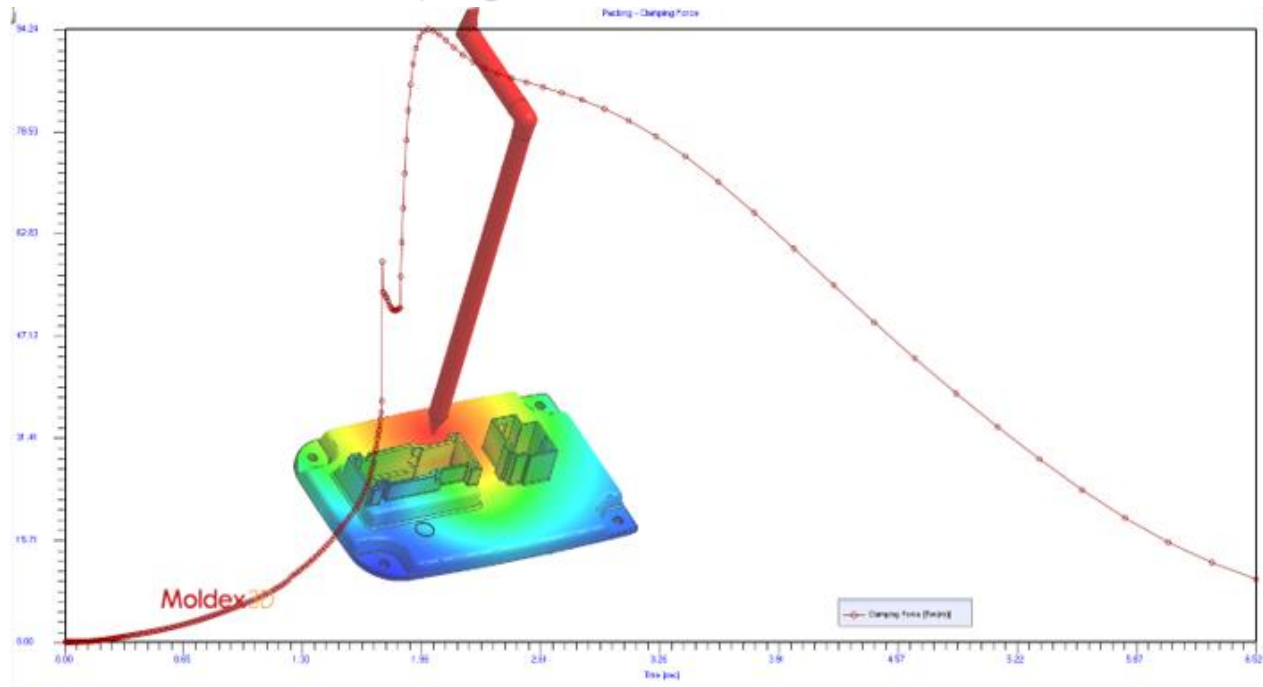
Tempo de arrefecimento: 15 seg.

Material do cliente: PBT
POCAN B3225 20% GF

Material da simulação: PBT
POCAN B3225 20% GF

Moldex3D

3.Process Clamping force



Summary>

CPU Time for Pack Analysis =	3256 sec
Mold-Opening Direction =	Z-axis
Clamping Force at EOP =	0.0 Ton
Max Clamping Force during packing phase =	94.2 Ton

Part weight of Cavity #1 =	37.838 g
Total weight(Cold runner + Parts) =	75.676 g

- *comments*

Máquina do cliente:150ton.

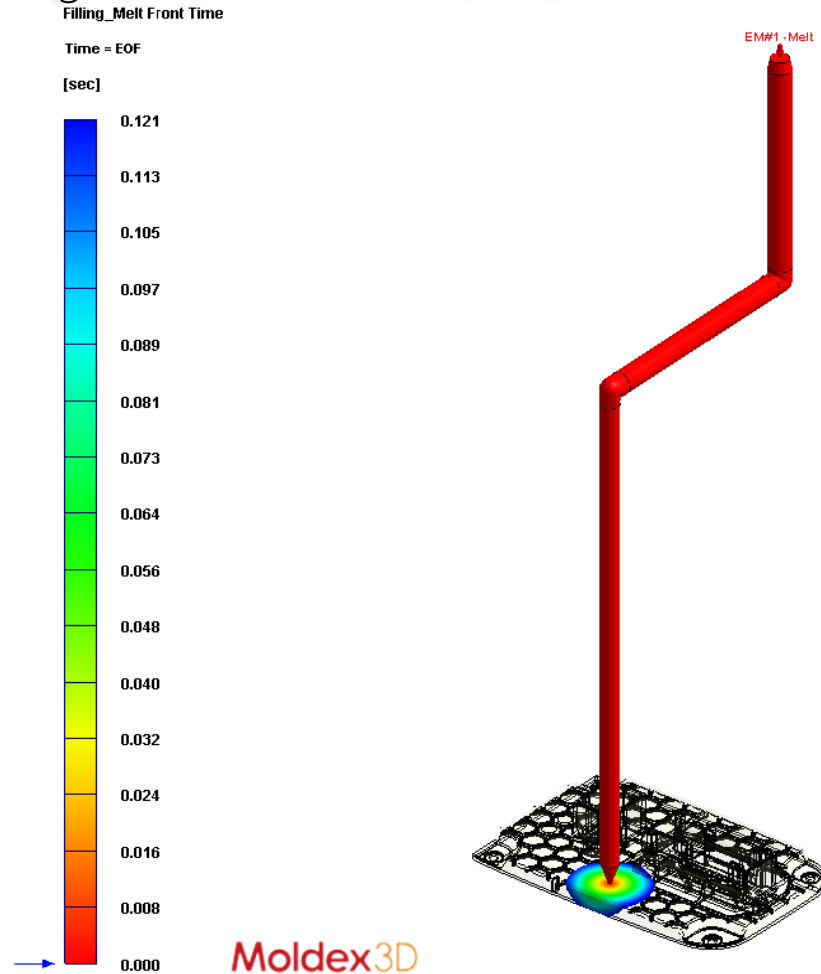
Simulação:

Força de fecho necessária para enchimento: aprox. 95 toneladas;

Peso por moldação: aprox.76 gr.



4. Filling – Melt Front Time (10%)



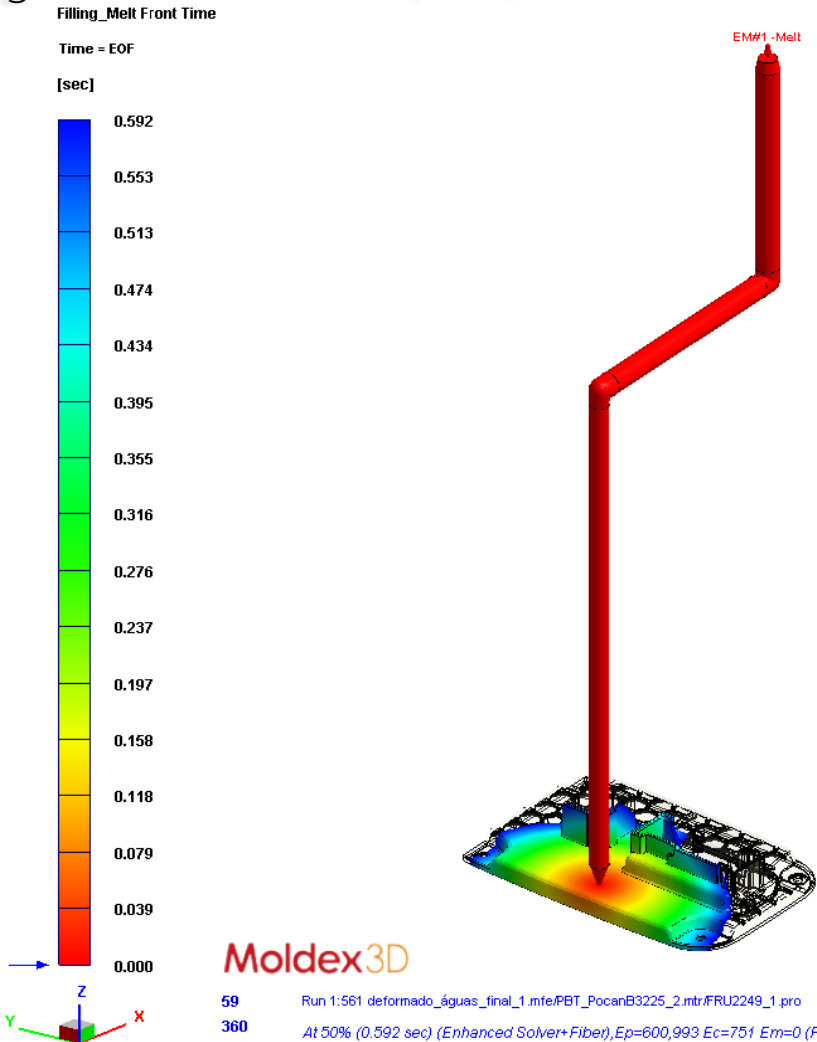
Moldex3D

59 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe/PBT_PocanB3225_2.mtr/FRU2249_1.pro
 360 At 10% (0.121 sec) (Enhanced Solver+Fiber),Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) <Mixed>
 308 New run for virtual molding trial
 1.40

- *comments*

Moldex3D

4. Filling – Melt Front Time (50%)



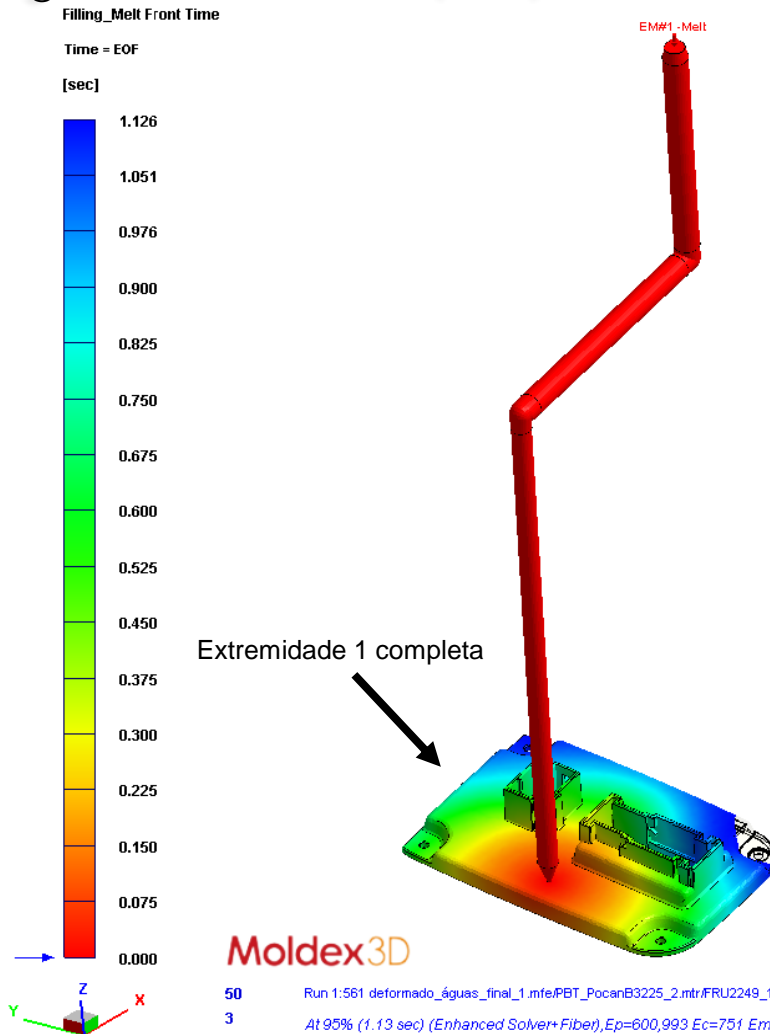
Moldex3D

59 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe\PBT_PocanB3225_2.mtr#FRU2249_1.pro
 360 At 50% (0.592 sec) (Enhanced Solver+Fiber),Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) <Mixed>
 308
 1.40 New run for virtual molding trial

- *comments*

Moldex3D

4. Filling – Melt Front Time (95%)



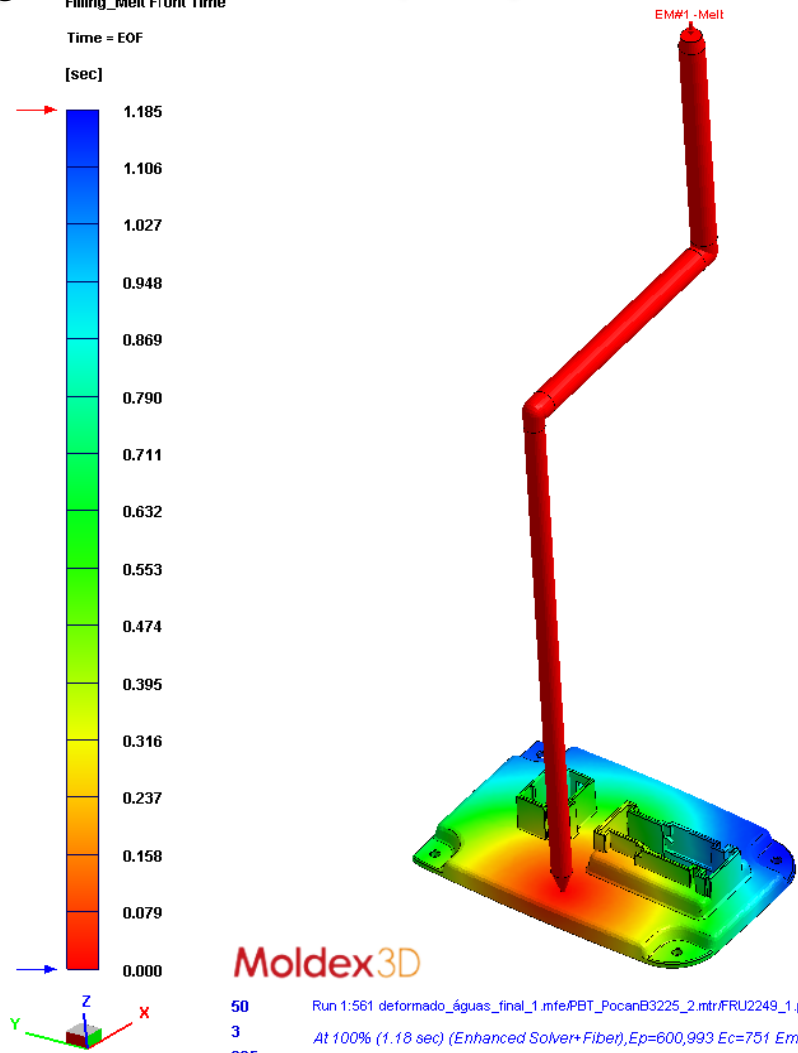
Moldex3D

50 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe/PBT_PocanB3225_2.mtr/FRU2249_1.pro
3 At 95% (1.13 sec) (Enhanced Solver+Fiber),Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) <Mixed>
305 New run for virtual molding trial
1.50

- comments

Moldex3D

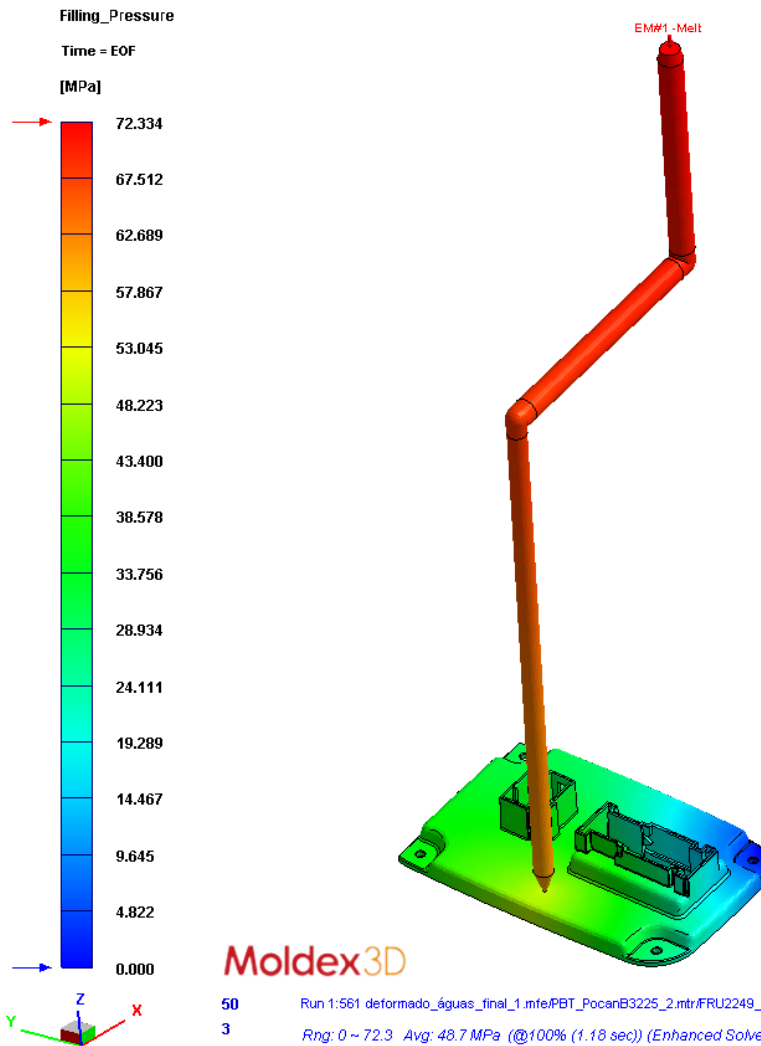
4. Filling – Melt Front Time (100%)



- comments

Moldex3D

5. Filling – Pressure



• *comments*

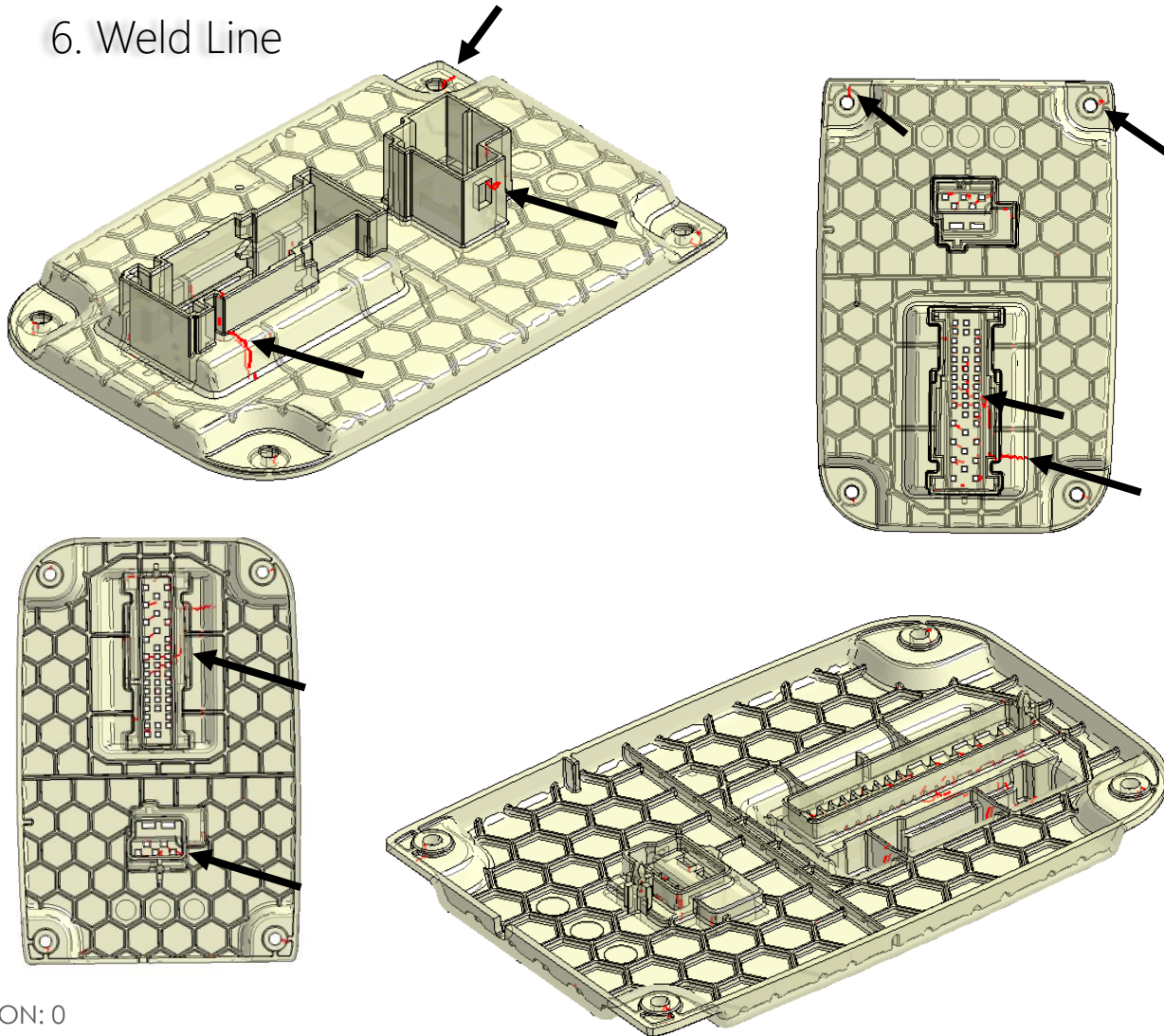
Pressão específica máxima no bico: aprox. 72 bars;

Pressão específica máxima na peça: aprox. 55 bars.

Moldex3D

50 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mte/PBT_PocanB3225_2.mtr:FRU2249_1.pro
3 Rng: 0 ~ 72.3 Avg: 48.7 MPa (@100% (1.18 sec)) (Enhanced Solver+Fiber),Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) <Mixed>
305 New run for virtual molding trial
1.50

6. Weld Line

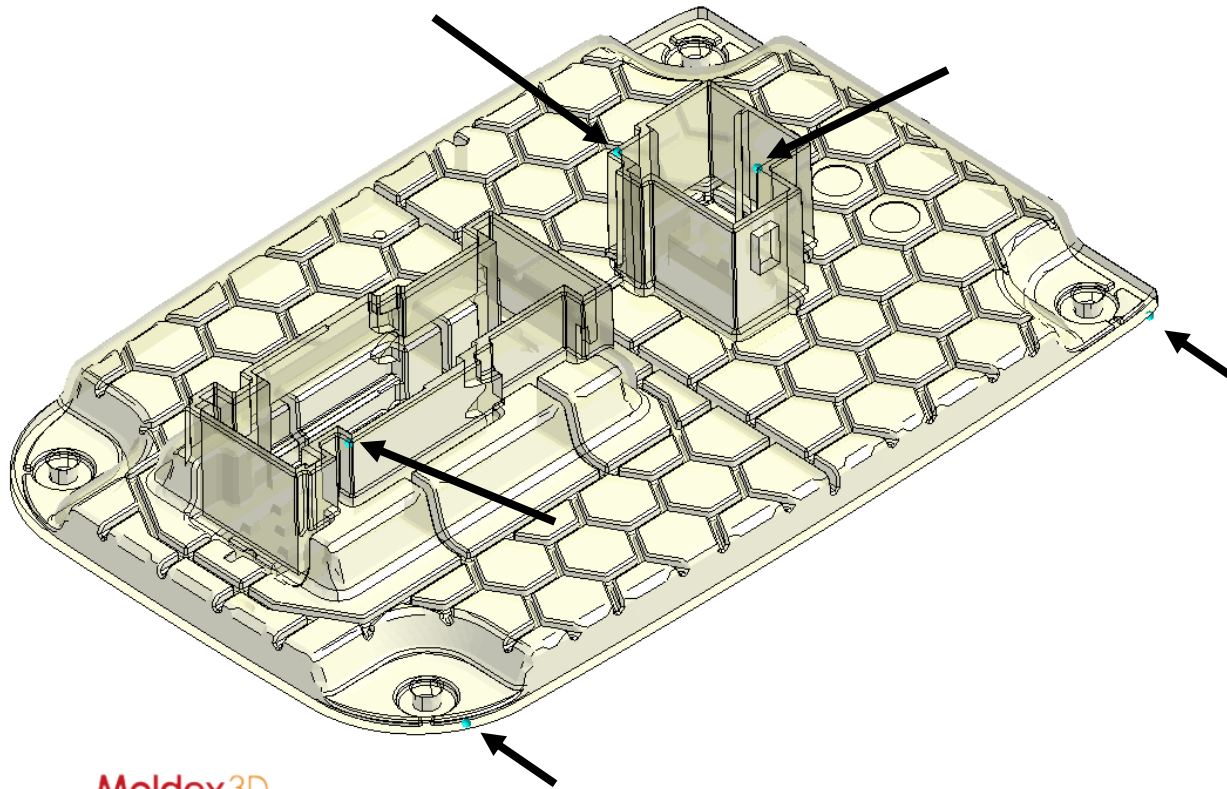


• *comments*

Linhas vermelhas: zona de união de material.

Filling_Air Trap
Time = EOF

7. Air Trap- top view



● comments

Zonas de risco de aparecimento de queimados:

Aconselhado fugas de gases em torno da peça (norma do cliente);

Fugas de gases nas zonas dos conectores e nas 4 extremidades da peça (furos).

Moldex3D

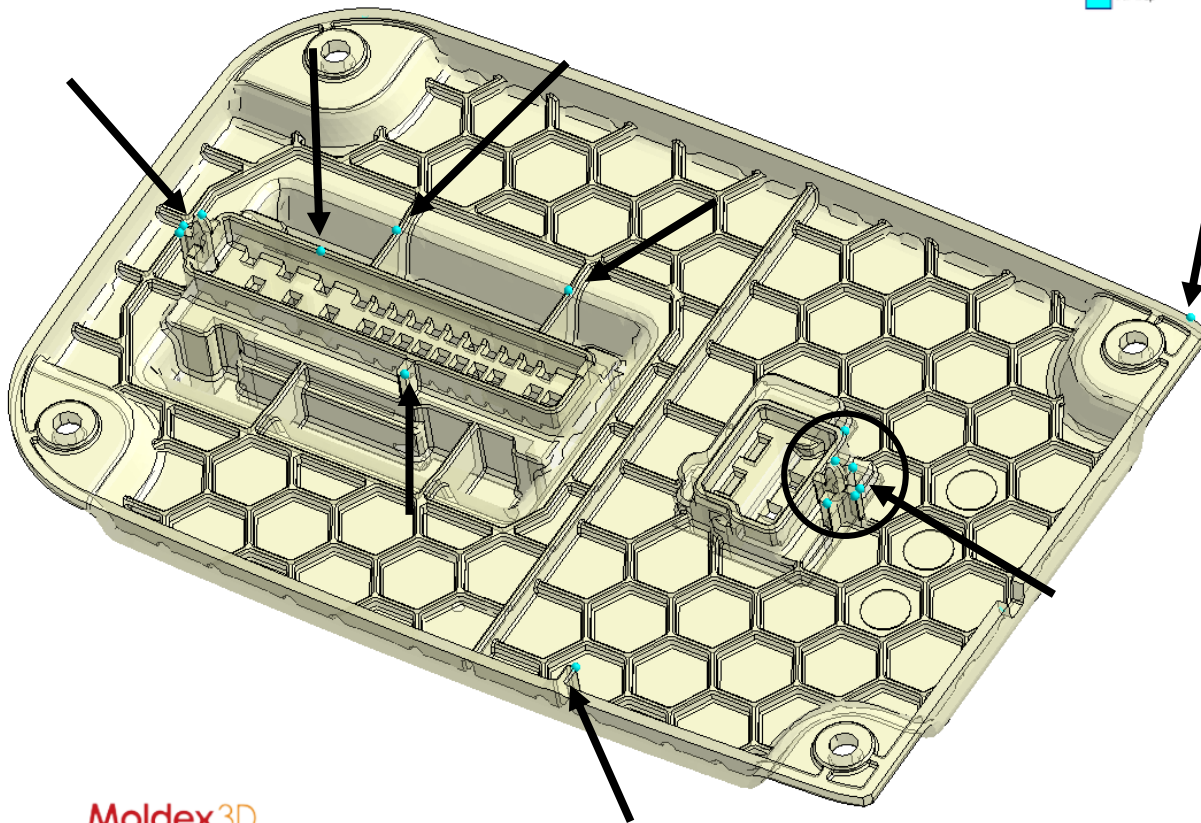
51 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe/PBT_PocanB3225_2.mtr/FRU2249_1.pro
1 No. Air Trap:21 (Interior:0, Surface:21)
45
5.00 New run for virtual molding trial

Moldex3D



7. Air Trap- bottom view

Filling_Air Trap
Time = EOF



• comments

Zonas de risco de aparecimento de queimados:

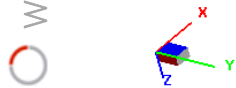
Aconselhado fugas de gases em torno da peça (norma do cliente);

Fugas de gases nas zonas dos conectores e nas 4 extremidades da peça (furos).

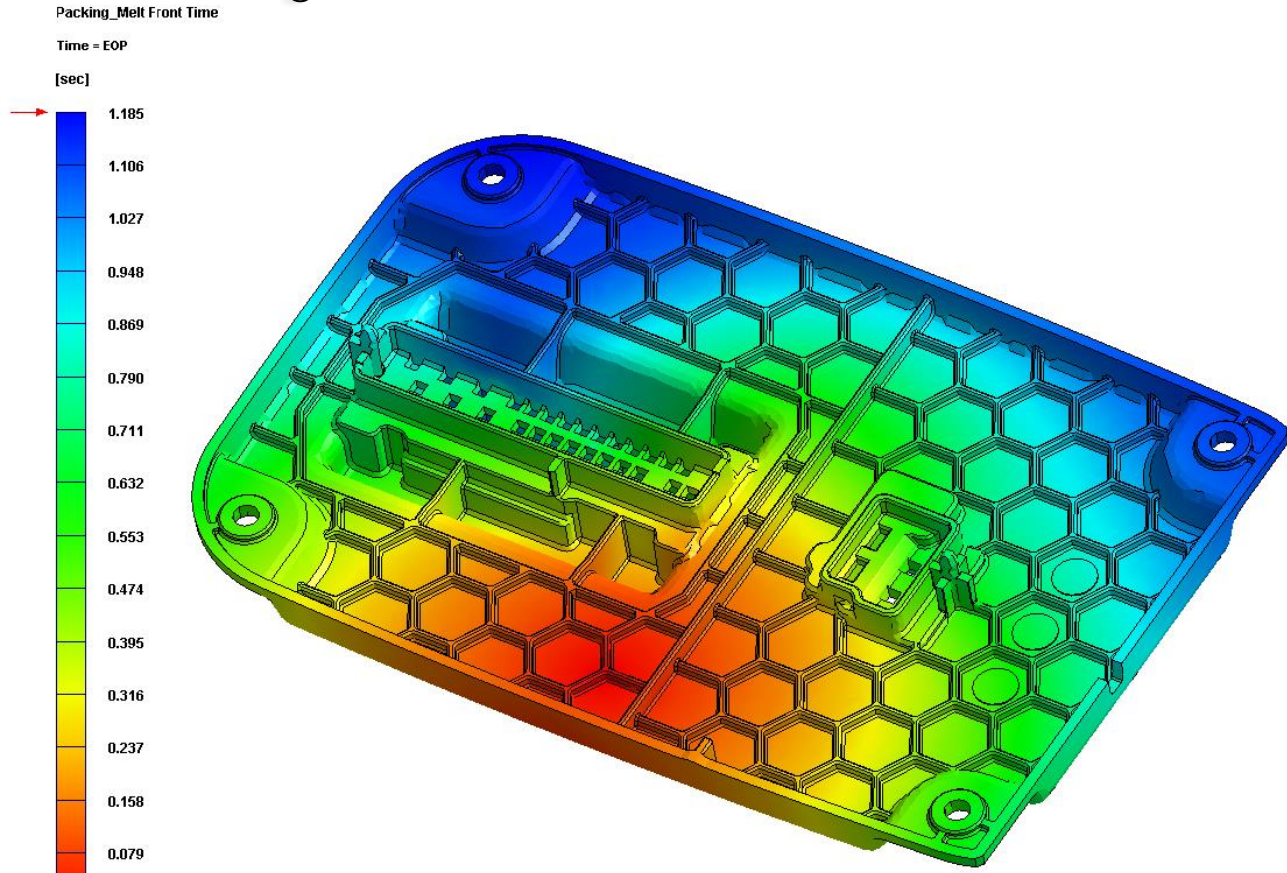
Moldex3D

219 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe:PBT_PocanB3225_2.mtr:FRU2249_1.pro
354 No. Air Trap:21 (Interior:0, Surface:21)
59 New run for virtual molding trial
5.20

Moldex3D



8. Packing – Melt Front Time



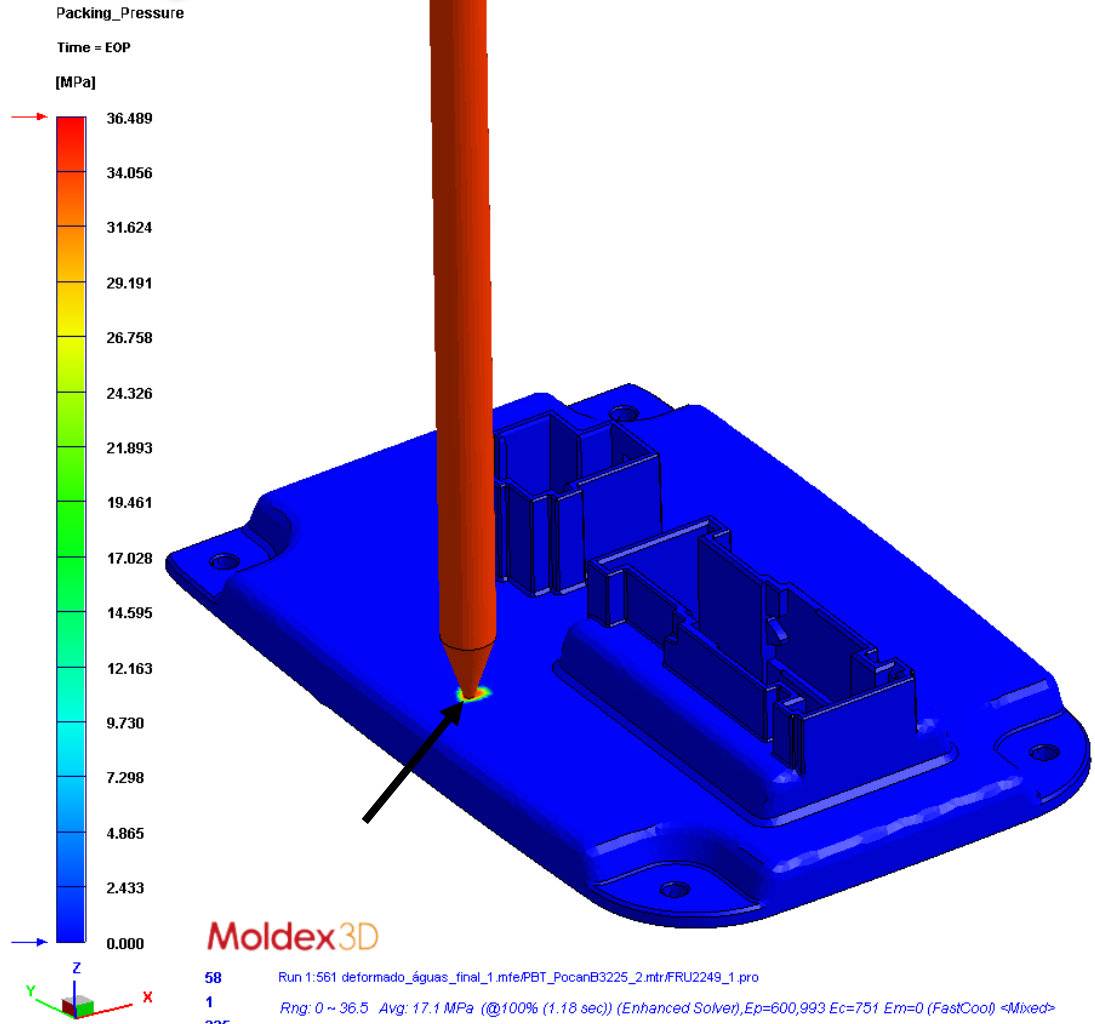
Moldex3D
 219 Run 1:561 deformado_águas_final_1_mfe/PBT_PocanB3225_2_mtr#FRU2249_1_pro
 354 At 100% (1.18 sec) (Enhanced Solver),Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) <Mixed>
 59
 4.70 New run for virtual molding trial

- comments

Moldex3D



9. Packing – Pressure

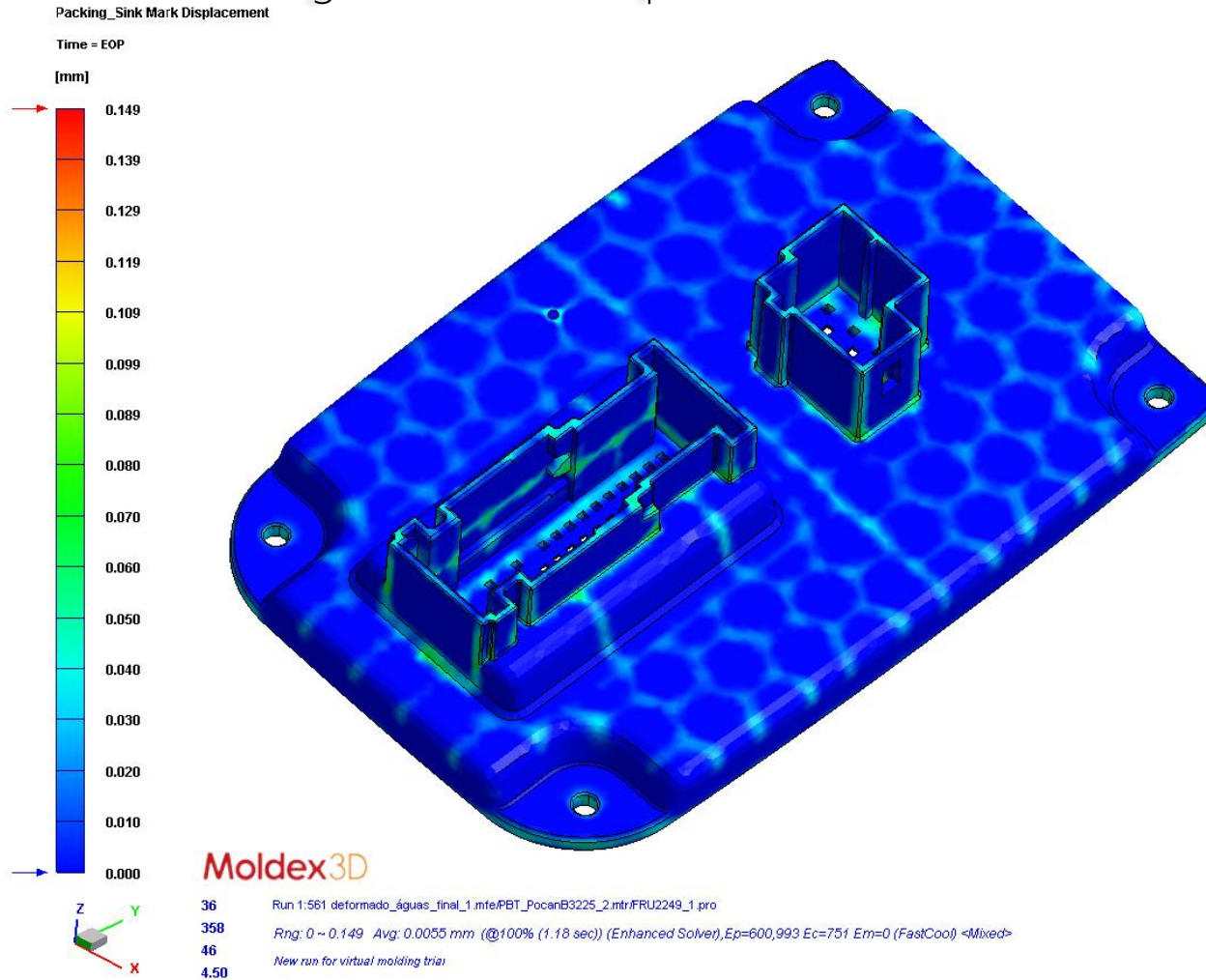


• *comments*

Pressão máxima no bico:
360 bars.

Moldex3D

10. Packing – Sink Mark Displacement



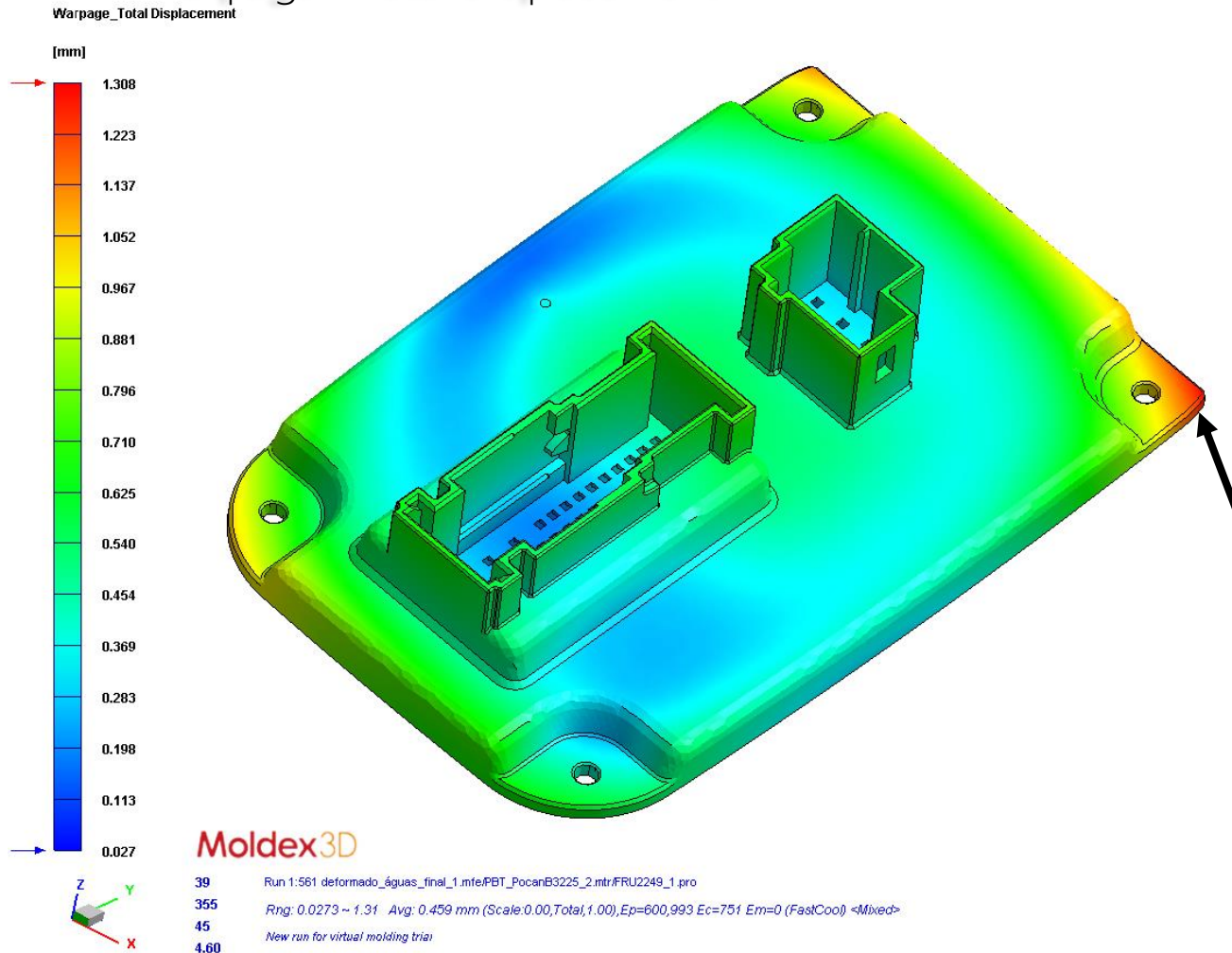
- *comments*

Zonas de aparecimento de rechupes:

Valor significativo: 0,06mm.

Moldex3D

11. Warpage – Total Displacement



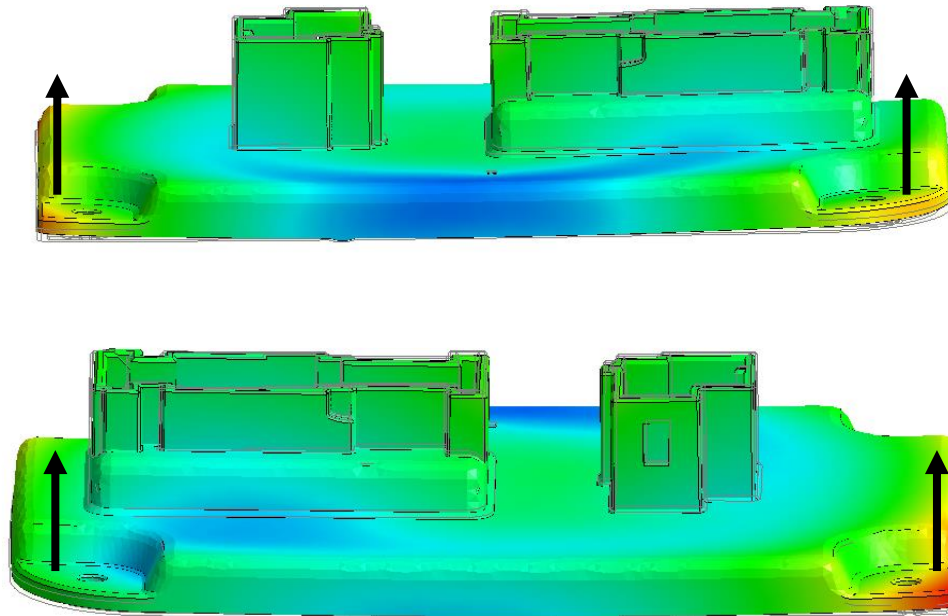
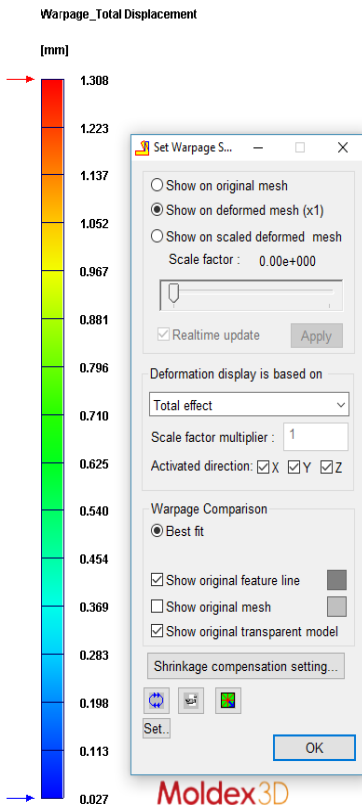
• *comments*

Estudo com refrigeração conforme desenho do molde;

Valor máximo empenos: 1,308mm, numa das extremidades da peça;

(com a refrigeração do molde, o valor tende a aumentar)

11. Warpage – Total Displacement



- *comments*

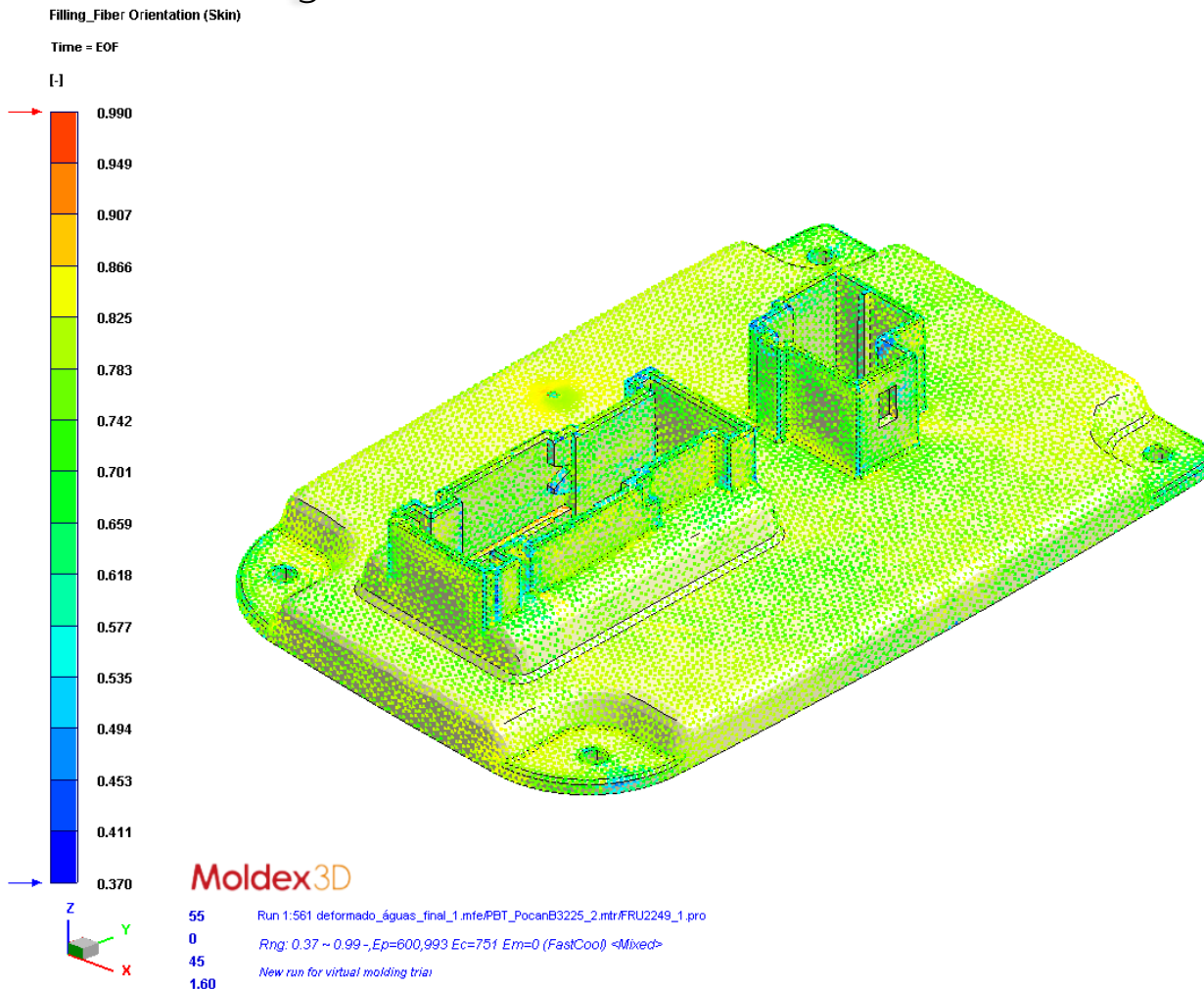
Estudo com refrigeração conforme desenho do molde;

Valor máximo empenos: 1,308mm, numa das extremidades da peça;

(com a refrigeração do molde, o valor tende a aumentar)

Podemos verificar que a peça empena sobretudo num dos eixos, o eixo Z.

12.Filling- Fiber Orientation Skin

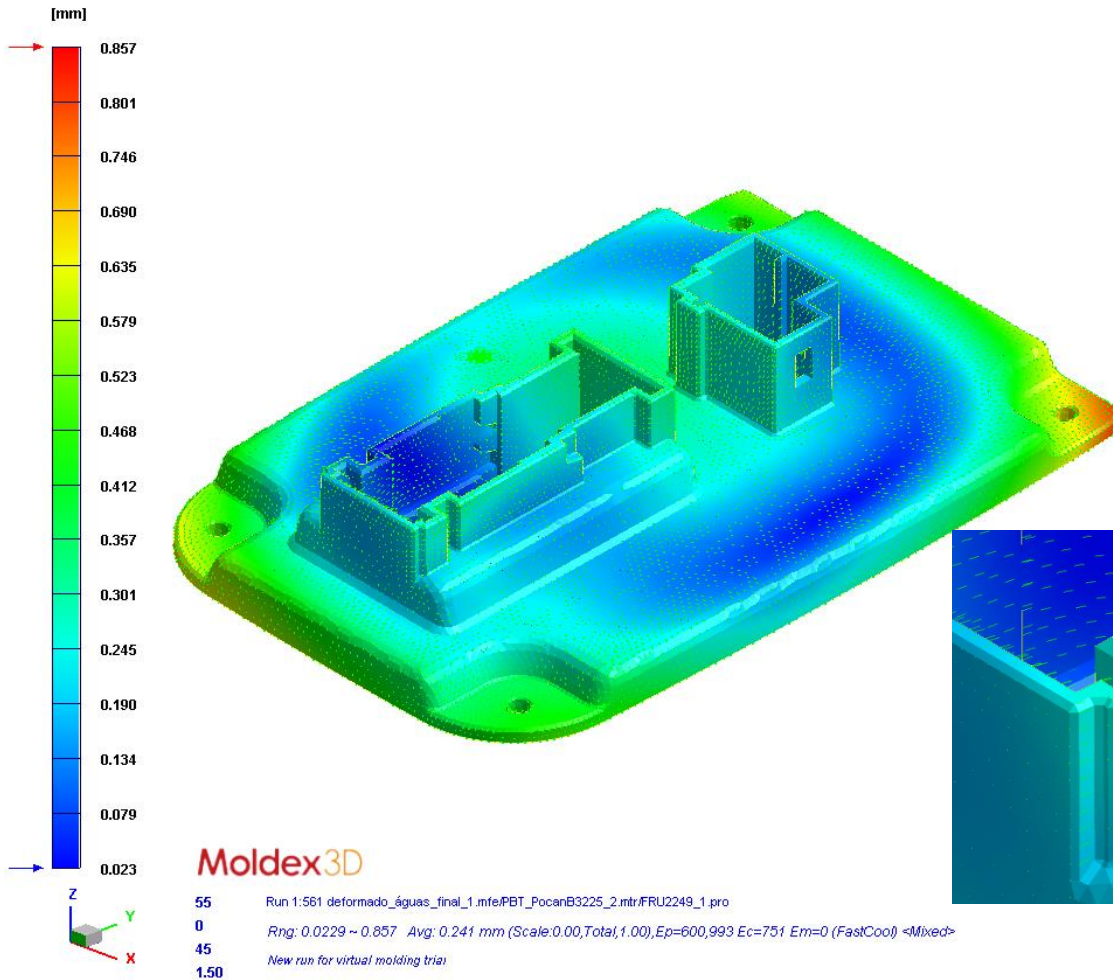


- *comments*

Distribuição das fibras nas zonas na peça.

13. Warpage – Fiber Orientation Effect

Warpage_Total Fiber Orientation Effect Displacement



• *comments*

Concentração e orientação das fibras na peça deformada.

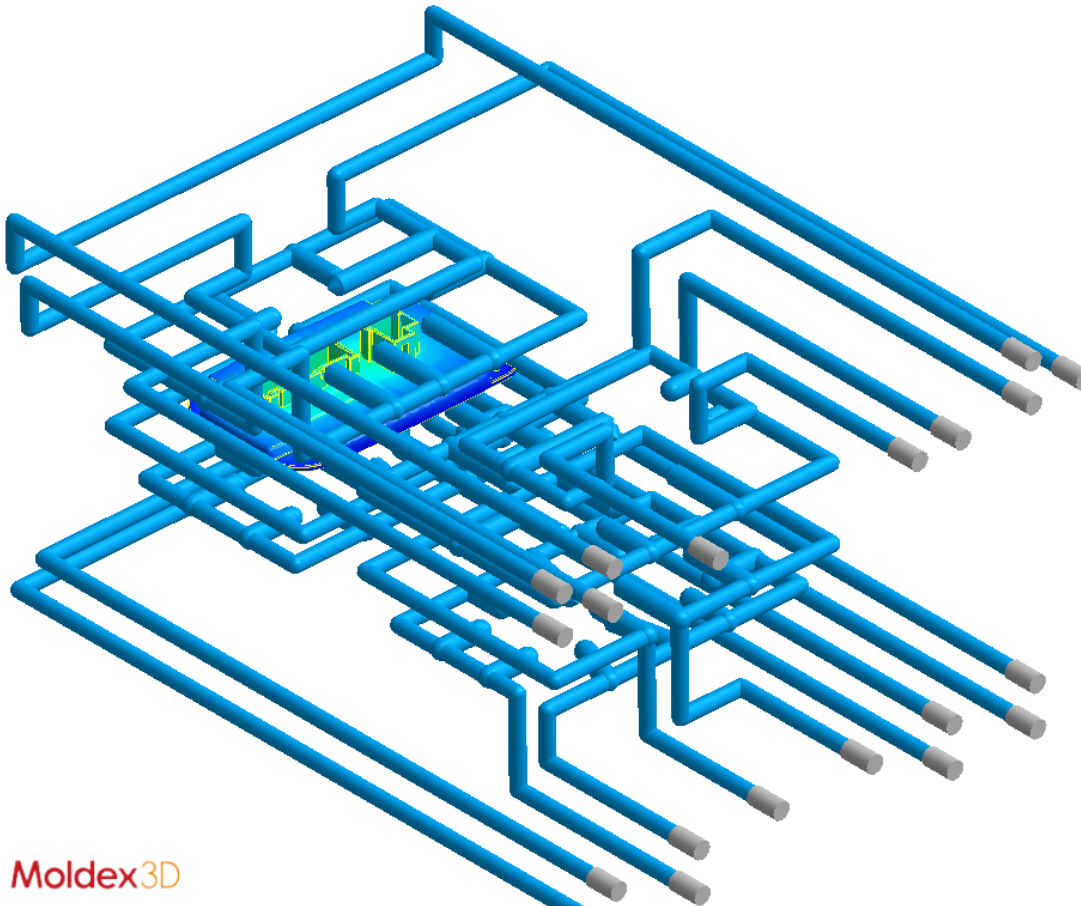
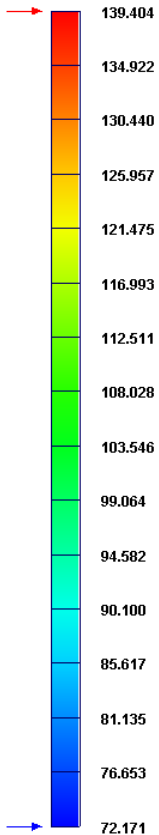
Moldex3D

14. Cooling- Average Temperature

Cooling_Average Temperature

Time = EOC

[oC]



Moldex3D

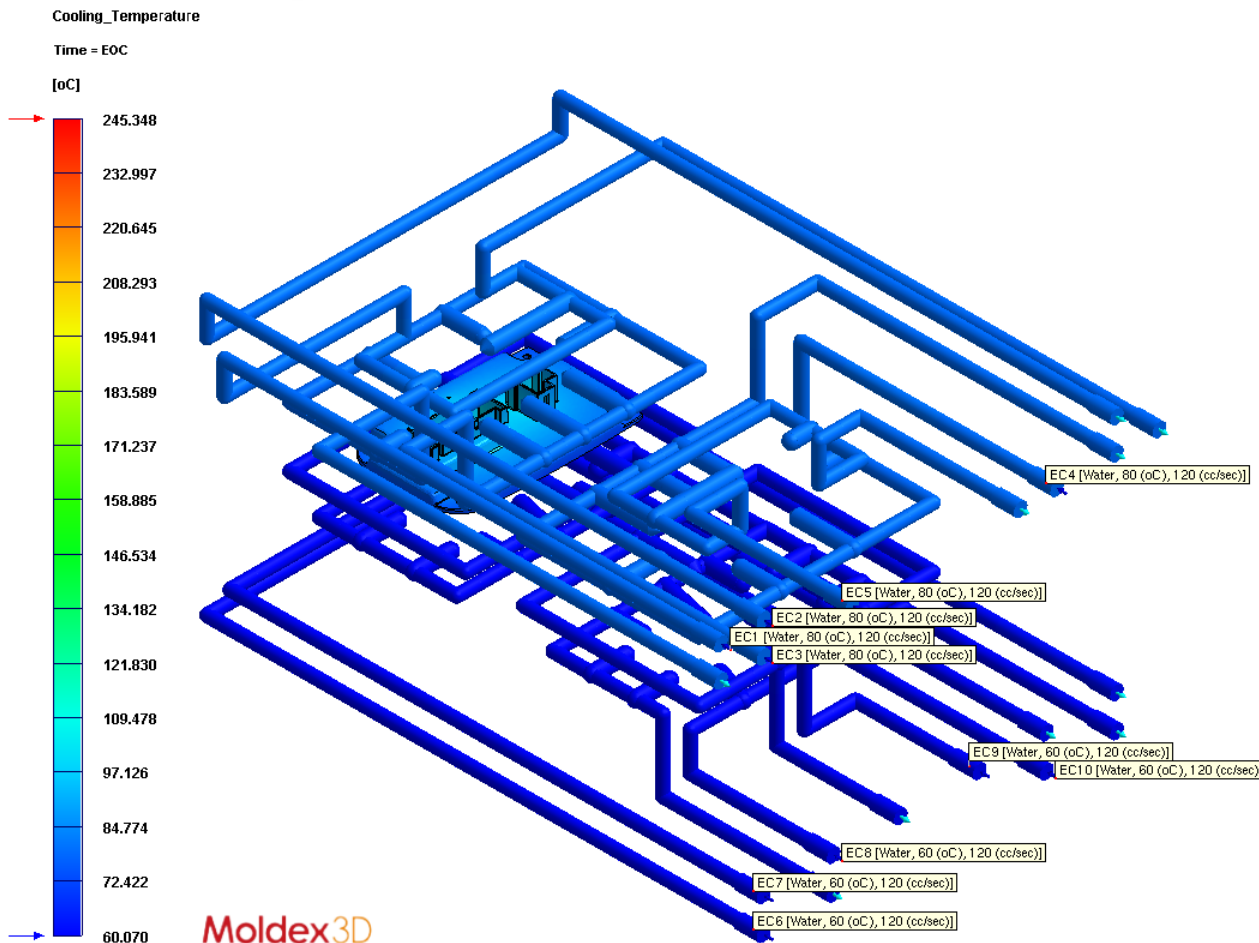
58 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe/PBT_PocanB3225_2.mtr/FRU2249_1.pro
1 Rng: 72.2 ~ 139 Avg: 85 oC (Enhanced Solver),Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) ~Mixed>
48 New run for virtual molding trial
0.50

- comments

Moldex3D



14. Cooling- Temperature



Moldex3D

55 Run 1:561 deformado_águas_final_1.mfe/PBT_PocanB3225_2.mtr/FRU2249_1.pro
0 Rng: 60.1 ~ 245 Avg: 84.8 oC (Enhanced Solver), Ep=600,993 Ec=751 Em=0 (FastCool) ~Mixed>
45 New run for virtual molding trial
1.50

- *comments*

A diferenciação das temperaturas tanto na cavidade (80°) como na bucha (60°), diminui os empenos.

Moldex3D

Anexo 10- Lista de materiais do molde

Peça nº	Designação	Quant.	Dimensões	Fornecedor	Material	Tratamento	Obs.
0	Barra Transporte	1	266.00x60.00x40.00		1.1730		
0.1	Barra Transporte	1	126.00x60.00x40.00		1.1730		
1	Chapa Aperto Injeção	1	466.00x446.00x66.00	P / 466x446x66	1.1730		
1A	Chapa Isolante (Injeção)	1	460.00x440.00x8.00		Resina / F.V		
2A	Chapa do carburador	1	446.00x446.00x86.00	P / 446x446x86	1.2312	Pré Tratado	30-32Hrc
2	Chapa das Cavidades	1	446.00x446.00x116.00	F 55 / 446x446x116	1.2312	Pré Tratado	30-32Hrc
3	Chapa das Buchas	1	446.00x446.00x116.00	F 55 / 446x446x116	1.2312	Pré Tratado	30-32Hrc
5	Calço	1	446.00x98.00x76.00	P / 446x88x76	1.1730		
5A	Calço	1	446.00x151.00x76.00	P / 446x151x76	1.1730		
6	Calço	1	446.00x98.00x76.00	P / 446x88x76	1.1730		
6A	Calço	1	446.00x151.00x76.00	P / 446x151x76	1.1730		
7	Chapa dos Extratores	1	246.00x446.00x27.00	P / 246x446x27	1.1730		
7A	Chapa dos Extratores	1	446.00x140.00x17.00	P / 446x140x17	1.1730		
8	Chapa Aperto dos Extratores	1	246.00x446.00x27.00	P / 246x446x27	1.2312	Pré Tratado	30-32Hrc
8A	Chapa Aperto dos Extratores	1	446.00x140.00x22.00	P / 446x140x22	1.2312	Pré Tratado	30-32Hrc
9	Chapa Aperto Extração	1	466.00x446.00x36.00	P / 466x446x36	1.1730		
9A	Chapa Isolante (Extração)	1	460.00x440.00x8.00		Resina / F.V		
12	Suporte	6	Ø50.00x76.00		1.1730		
12.A	Suporte	1	Ø50.00x76.00		1.1730		
13.A	Suporte	8	Ø32.00x76.00		1.1730		
16	Guia Principal	3	Z00 / 116/ 32x 115	Hasco			
16A	Guia Principal	1	Z00 / 116/ 30x 115	Hasco			
23	Guia Chapas Extratoras	4	E1040/24x120	Meusburger			
24	Guia Chapas Extratoras	4	Z01/24 * 120	Hasco			
25	Casquilho da Guia Principal	3	Z10/116/32	Hasco			
25A	Casquilho da Guia Principal	1	Z10/116/30	Hasco			
26	Casquilho Centragem	12	Z20/42 * 100	Hasco			
28	Casquilho Esferas	4	E 1144/24-17/27	Meusburger			
29	Casquilho Esferas	4	Z13/24x27x17	Hasco			
30	Perno Retorno	4	Z40/12*200	Hasco			L=167.00
31	Perno Retorno	4	Z40/16*160	Hasco			L=133.00
31.1	Perno Retorno	4	Z40/12*160	Hasco			L=145.00
32	Anel Centragem Injeção	1	Ø124.80x26.00		1.1730		
32.1	Anel Centragem Injeção	1	Ø124.80x18.00		1.1730		
32A	Anel Centragem Extração	1	Ø124.80x26.00		1.1730		
32A.1	Anel Centragem Extração	1	Ø124.80x18.00		1.1730		
48/49	Interlock	4	Z1304/50	Meusburger			
70	Sistema Injeção	1	104857-521-GA-00	synventive			
75	Adaptador do KO	1	Ø35.00x61.10		1.2312	Pré Tratado	30-32Hrc
100	Cavidade	1	250.00x160.00x65.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
100A	Postiço da Cavidade	1	20.00x8.18x33.60		1.2343	Temperado	48-52Hrc
100B	Postiço da Cavidade	1	42.32x24.25x33.48		1.2343	Temperado	48-52Hrc
100C	Postiço da Cavidade	1	20.00x7.25x32.86		1.2343	Temperado	48-52Hrc
100D	Postiço da Cavidade	1	22.50x22.25x34.96		1.2343	Temperado	48-52Hrc
100E	Postiço da Cavidade	1	160.00x110.00x22.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
100F	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 40.09
100G	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 40.59
100H	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 40.45
100I	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 39.78
101	Cavidade	1	250.00x160.00x65.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
101A	Postiço da Cavidade	1	20.00x8.18x33.60		1.2343	Temperado	48-52Hrc
101B	Postiço da Cavidade	1	42.32x24.25x33.48		1.2343	Temperado	48-52Hrc
101C	Postiço da Cavidade	1	20.00x7.25x32.86		1.2343	Temperado	48-52Hrc
101D	Postiço da Cavidade	1	22.50x22.25x34.96		1.2343	Temperado	48-52Hrc
101E	Postiço da Cavidade	1	160.00x110.00x22.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
101F	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 40.09
101G	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 40.59
101H	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 40.45
101I	Perno da Cavidade	1	Z40/5.5*100				L= 39.78

200	Bucha	1	250.00x160.00x75.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200A	Postiço da Bucha	1	10.00x11.50x34.73		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200B	Postiço da Bucha	1	16.75x14.85x34.91		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200C	Postiço da Bucha	1	10.00x9.50x34.62		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200D	Postiço da Bucha	1	7.00x8.50x35.16		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200E	Postiço da Bucha	1	49.25x13.20x35.15		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200F	Postiço da Bucha	1	8.00x10.15x42.03		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200G	Postiço da Bucha	1	14.00x10.75x34.35		1.2343	Temperado	48-52Hrc
200H	Postiço da Bucha	1	185.00x140.00x22.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201	Bucha	1	250.00x160.00x75.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201A	Postiço da Bucha	1	10.00x11.50x34.73		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201B	Postiço da Bucha	1	16.75x14.85x34.91		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201C	Postiço da Bucha	1	10.00x9.50x34.62		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201D	Postiço da Bucha	1	7.00x8.50x35.16		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201E	Postiço da Bucha	1	49.25x13.20x35.15		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201F	Postiço da Bucha	1	8.00x10.15x42.03		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201G	Postiço da Bucha	1	14.00x10.75x34.35		1.2343	Temperado	48-52Hrc
201H	Postiço da Bucha	1	185.00x140.00x22.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
330	Record	24	Z81/9/10*1	Hasco			40 HRC
340	Balancé	2	164.47X15.33X12.80		1.2343	Temperado/Nitrurado	60-62Hrc
340.1	Carrinho do Balancé	2	30.00X20.00X22.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
340.2	Barra Deslize Balancé	2	26.57X23.00X18.00		1.2842	Temperado	56-60 HRC
340.3	Barra Deslize Balancé	2	25.00X23.00X18.00		1.2842	Temperado	56-60 HRC
341	Balancé	2	166.92X16.45X16.86		1.2343	Temperado/Nitrurado	60-62Hrc
341.1	Carrinho do Balancé	2	30.00X20.00X22.00		1.2343	Temperado	48-52Hrc
341.2	Barra Deslize Balancé	2	27.53X23.00X18.00		1.2842	Temperado	56-60 HRC
341.3	Barra Deslize Balancé	2	25.00X23.00X18.00		1.2842	Temperado	56-60 HRC
342	Microswitch	1	Ref. Z7600	Stracknorma			
342.1	Perno Afinador do Microswitch	1	Ref. Z7608	Stracknorma			
343	Contador de Ciclos	1	A5730 47-5x38x24-5	Hasco			
344	Tampa da Extração	1	280.00x76.00			Rede	
345	Mola Elastomero	4	Z630/16x20	Hasco			
346	Datador	2	A/1306 Jahr (18)	Opitz			
347	Datador	2	I/1306	Opitz			
348	Datador	2	D/1306	Opitz			
349	Trinco	2	E 1840/28x102/220/26	Meusbürger			
350	Sensor Pressão	2	Ref.6182CA	Kistler			Forn. p/ Cliente
351	Espaçador do Sensor Pressão	2	Ø4.25x15.44		1.2311		
352	Contacto (colocar na cavidade)	2	1712A2	Kistler			
353	Contacto (colocar na estrutura)	2	1712A1	Kistler			
354	Olhal	1	Z710/20	Hasco			
355	Chapa tapa-fios	1	146.00x25.00x4.00			Latão	
356	Chapa tapa-fios	1	278.00x25.00x4.00			Latão	
357	Casquilho do bico	2	Ø35.00x82.00		1.2312	Pré-Tratado	30-32HRC
358	Pé do Molde	2	328.00x180.00x50.00		1.1730		
359	Pé do Molde	2	220.00x180.00x50.00		1.1730		

P0	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M20x70	STD			
P0.1	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M16x65	STD			
P1	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M16x70	STD			
P1A	Parafuso Cabeça Cônica	8	M8x20	STD			
P2A	Parafuso Cabeça Cilíndrica	10	M16x170	STD			
P5	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M12x40	STD			
P5A	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M12x90	STD			
P8	Parafuso Cabeça Cilíndrica	16	M10x30	STD			
P8A	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M8x80	STD			
P9	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M16x120	STD			
P9A	Parafuso Cabeça Cônica	8	M8x20	STD			
P12	Parafuso Cabeça Cilíndrica	6	M8x40	STD			
P12.A	Parafuso Cabeça Cilíndrica	1	M8x80	STD			
P13.A	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M8x80	STD			
P32	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M6x25	STD			
P32.1	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M5x20	STD			
P32A	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M6x25	STD			
P32A.1	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M5x20	STD			
P48	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M6x18	STD			
P49	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M6x35	STD			
P100	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M10x65	STD			
P100E	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M5x25	STD			
P101E	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M5x25	STD			
P200	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M10x60	STD			
P200H	Parafuso Cabeça Cilíndrica	8	M5x25	STD			
P340.2	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M6x20	STD			
P340.3	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M6x20	STD			
P341.2	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M6x20	STD			
P341.3	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M6x20	STD			
P342	Parafuso Cabeça Cônica	2	M5x16	STD			
P343	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M4x25	STD			
P344	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M4x10	STD			
P349	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M5x16	STD			
P349.1	Parafuso Cabeça Cilíndrica	2	M8x80	STD			
P350	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M4x8	STD			
P355	Parafuso Cabeça Cônica	2	M4x10	STD			
P356	Parafuso Cabeça Cônica	3	M4x10	STD			
P358	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M16x140	STD			
P359	Parafuso Cabeça Cilíndrica	4	M16x140	STD			
BE	Botão Encosto	31	608-20x4	Rabourdin			
TP	Tampão	50	R1/4	STD			
TP1	Tampão	54	R1/8	STD			
VD	O'Ring	20	2-111	Parker			
E1	Extrator	2	Z41/7*200	Hasco			L= 154.18
E1.1	Extrator	2	Z41/7*200	Hasco			L= 154.50
E1.2	Extrator	2	Z41/7*200	Hasco			L= 154.80
E1.3	Extrator	2	Z41/7*200	Hasco			L= 154.36
E2	Extrator	2	Z41/6*200	Hasco			L= 160.77
E2.1	Extrator	2	Z41/6*200	Hasco			L= 161.18
E2.2	Extrator	2	Z41/6*200	Hasco			L= 161.18
E2.3	Extrator	2	Z41/6*200	Hasco			L= 161.48
E2.4	Extrator	2	Z41/6*200	Hasco			L= 161.25
E2.5	Extrator	2	Z41/6*200	Hasco			L= 161.26
E3	Extrator	2	Z41/5*200	Hasco			L= 161.33
E3.1	Extrator	2	Z41/5*200	Hasco			L= 161.33
E4	Extrator	2	Z41/4*200	Hasco			L= 161.62
E5	Extrator	2	Z41/3*200	Hasco			L= 158.33
E5.1	Extrator	2	Z41/3*200	Hasco			L= 168.57
E5.2	Extrator	2	Z41/3*200	Hasco			L= 168.57
E5.3	Extrator	2	Z41/3*200	Hasco			L= 168.53
E5.4	Extrator	2	Z41/3*200	Hasco			L= 168.54
E6	Extrator Respigado	2	Z441/2*200	Hasco			L= 168.33
E6.1	Extrator Respigado	2	Z441/2*200	Hasco			L= 168.33
E6.2	Extrator Respigado	2	Z441/2*200	Hasco			L= 168.21
E6.3	Extrator Respigado	2	Z441/2*200	Hasco			L= 168.21
E7	Extrator Respigado	2	Z441/1x160	Hasco			L= 151.38
E7.1	Extrator Respigado	2	Z441/1x160	Hasco			L= 151.02
E8	Extrator lamina	2	E1725/5,5/0.8x160	Meusburger			L= 155.79
E8.1	Extrator lamina	2	E1725/5,5/0.8x160	Meusburger			L= 155.79
E8.2	Extrator lamina	2	E1725/5,5/0.8x160	Meusburger			L= 155.63
E8.3	Extrator lamina	2	E1725/5,5/0.8x160	Meusburger			L= 155.63
E8.4	Extrator lamina	2	E1725/5,5/0.8x160	Meusburger			L= 155.30
E8.5	Extrator lamina	2	E1725/5,5/0.8x160	Meusburger			L= 155.30

Anexo 11- DIN ISO4288

GPS – Surface texture: Profile method
 Rules and procedures for the assessment of surface texture
 (ISO 4288 : 1996)
 English version of DIN EN ISO 4288

DIN
EN ISO 4288

ICS 17.040.20

Supersedes DIN 4775,
June 1982 edition.

Descriptors: GPS, surface texture, assessment.

Geometrische Produktspezifikationen (GPS) –
 Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Regeln und
 Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit
 (ISO 4288 : 1996)

European Standard EN ISO 4288 : 1997 has the status of a DIN Standard.

A comma is used as the decimal marker.

National foreword

This standard has been published in accordance with a decision taken by CEN/TC 290 to adopt, without alteration, International Standard ISO 4288 as a European Standard.

The responsible German body involved in its preparation was the *Normenausschuß Technische Grundlagen* (Fundamentals in Technology Standards Committee), Technical Committee *Geometrische Produktspezifikation und -prüfung*.

The DIN Standards corresponding to the International Standards referred to in clause 2 of the EN are as follows:

ISO Standard	DIN Standard
ISO 1302	DIN ISO 1302
ISO 3274	DIN EN ISO 3274
ISO 12085	DIN EN ISO 12085
ISO 13565-1	DIN EN ISO 13565-1
ISO 13565-2	DIN EN ISO 13565-2

Amendments

DIN 4775, June 1982 edition, has been superseded by the specifications of EN ISO 4288, which is identical to ISO 4288.

Previous edition

DIN 4775: 1982-06.

Continued overleaf.
 EN comprises 11 pages.

National Annex NA

Standards referred to

(and not included in **Normative references** and **Annex ZA**)

- | | |
|--------------------|--|
| DIN EN ISO 3274 | GPS – Surface texture: Profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments (ISO 3274 : 1996) |
| DIN EN ISO 12085 | GPS – Surface texture: Profile method – Motif parameters (ISO 12085 : 1996) |
| DIN EN ISO 13565-1 | GPS – Surface texture: Profile method – Surface having stratified functional properties – Part 1: Filtering and general measurement conditions (ISO 13565-1 : 1996) |
| DIN EN ISO 13565-2 | GPS – Surface texture: Profile method – Surface having stratified functional properties – Part 2: Height characterization using the linear material ratio (ISO 13565-2 : 1996) |

ICS 17.040.20

Descriptors: GPS, surface texture, assessment.

English version

Geometrical Product Specifications (GPS)
Surface texture: Profile method
Rules and procedures for the assessment of surface texture
(ISO 4288 : 1996)

Spécification géométrique des
produits (GPS) – État de surface:
Méthode du profil – Règles et procé-
dures pour l'évaluation de l'état de
surface (ISO 4288 : 1996)

Geometrische Produktspezifikationen
(GPS) – Oberflächenbeschaffenheit:
Tastschnittverfahren – Regeln und
Verfahren für die Beurteilung der
Oberflächenbeschaffenheit
(ISO 4288 : 1996)

This European Standard was approved by CEN on 1997-11-02.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

The European Standards exist in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom.

CEN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Foreword

International Standard

ISO 4288 : 1996 Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Rules and procedures for the assessment of surface texture,

which was prepared by ISO/TC 57 'Metrology and properties of surfaces' of the International Organization for Standardization, has been adopted by Technical Committee CEN/TC 290 'Dimensional and geometrical product specification and verification', the Secretariat of which is held by DIN, as a European Standard.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, and conflicting national standards withdrawn, by May 1998 at the latest.

In accordance with the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard:

Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, and the United Kingdom.

Endorsement notice

The text of the International Standard ISO 4288 : 1996 was approved by CEN as a European Standard without any modification.

NOTE: Normative references to international publications are listed in Annex ZA (normative).

Contents	Page
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Definitions	4
4 Parameter estimation	5
4.1 Parameters defined over the sampling length	5
4.2 Parameters defined over the evaluation length	5
4.3 Curves and related parameters	5
4.4 Default evaluation lengths	5
5 Rules for comparison of the measured values with the tolerance limits	5
5.1 Areas on the feature to be inspected	5
5.2 The 16 % rule	5
5.3 The max.-rule	6
5.4 Uncertainty of measurement	6
6 Parameter evaluation	6
6.1 General	6
6.2 Roughness profile parameters	6
7 Rules and procedures for inspection using stylus instruments ..	7
7.1 Basic rules for the determination of cut-off wavelength for the measurement of roughness profile parameters	7
7.2 Measurement of roughness profile parameters	7
Annexes	
A Simplified procedure for roughness inspection	9
B Relation to the GPS matrix model	10
C Bibliography	11

Introduction

This International Standard is a geometrical product specification (GPS) standard and is to be regarded as a general GSP standard (see ISO/TR 14638). It influences the chain links 3 and 4 of the chains of standards for roughness profile and primary profile.

For more detailed information of the relation of this International Standard to other standards and the GPS matrix model see annex B.

The discrimination between periodic and non-periodic profiles is subjective and left to the discretion of the user.

1 Scope

This International Standard specifies the rules for comparison of the measured values with the tolerance limits for surface texture parameters defined in ISO 4287, ISO 12085, ISO 13565-2 and ISO 13565-3.

It also specifies the default rules for selection of cut-off wavelength, λ_c , for measuring roughness profile parameters according to ISO 4287 by using stylus instruments according to ISO 3274.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 1302:1992, *Technical drawings — Method of indicating surface texture*.

ISO 3274:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Nominal characteristics of contact (stylus) instruments*.

ISO 4287:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and parameters of surface texture*.

ISO 12085:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Motif parameters*.

ISO 13565-1:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method; surfaces having stratified functional properties — Part 1: Filtering and general measurement conditions*.

ISO 13565-2:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method; surfaces having stratified functional properties — Part 2: Height characterization using the linear material ratio curve*.

ISO 13565-3:—¹⁾, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method; surfaces having stratified functional properties — Part 3: Height characterization using the material probability curve*.

ISO 14253-1:—¹⁾, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Inspection by measurement of workpieces and measuring instruments — Part 1: Decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications*.

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the definitions given in ISO 3274, ISO 4287, ISO 12085, ISO 13565-2 and ISO 13565-3 apply.

1) To be published.

4 Parameter estimation

4.1 Parameters defined over the sampling length

4.1.1 Parameter estimate

An estimate of the parameter's value is calculated using the measured data from only one sampling length.

4.1.2. Average parameter estimate

An average parameter estimate is calculated by taking the arithmetic mean of the parameter estimates from all the individual sampling lengths.

When the standard number of five sampling lengths is used for roughness profile parameters, no suffix needs to be added to the symbol. For a parameter evaluated over a number of sampling lengths other than five, that number shall be added as a suffix to the parameter symbol (eg. $Rz1$, $Rz3$).

4.2 Parameters defined over the evaluation length

For parameters defined over the evaluation length (Pt , Rt and Wt), an estimate of a parameter's value is calculated by using measurement data from an evaluation length equal to the standardized number of sampling lengths.

4.3 Curves and related parameters

For curves and related parameters, an estimate of a parameter's value is calculated by using measurement data from one curve, which has been computed based on the evaluation length.

4.4 Default evaluation lengths

If not otherwise indicated on the drawing or in the technical product documentation, the evaluation length is as follows:

- R -parameters: the evaluation length is defined in clause 7;
- P -parameters: the evaluation length is equal to the length of the feature being measured;
- motif-parameters: the evaluation length is defined in clause 5 of ISO 12085:1996;
- parameters defined in ISO 13565-2 and ISO 13565-3: the evaluation length is defined in clause 7 of ISO 13565-1:1996.

5 Rules for comparison of the measured values with the tolerance limits

5.1 Areas on the feature to be inspected

The surface texture of the workpiece under inspection can appear homogeneous or be quite different over various areas. This can be seen by visual examination of the surface. In cases where the surface texture appears homogeneous, parameter values determined over the entire surface shall be used for comparison with the requirements specified on the drawings or in the technical product documentation.

If there are separate areas with obviously different surface texture, the parameter values which are determined on each area shall be used separately for comparison with the requirements specified on the drawings or in the technical product documentation.

For requirements specified by the upper limit of the parameter, those separate areas of the surface shall be used which appear to have the maximum parameter value.

5.2 The 16 %-rule

For requirements specified by the upper limit (see ISO 1302:1992, 6.2.3) of a parameter, the surface is considered acceptable if not more than 16 % of all the measured values (see notes 1 and 2) of the selected parameter, based upon an evaluation length, exceed the value specified on the drawings or in the technical product documentation.

For requirements specified by the lower limit of the surface parameter, the surface is considered acceptable if not more than 16 % of all the measured values (see notes 1 and 2) of the selected parameter, based upon an evaluation length, are less than the value specified on the drawings or in the technical product documentation.

To designate the upper and the lower limits of the parameter, the symbol of the parameter shall be used without the "max." index.

NOTES

1 Annex A provides simplified practical guidance for comparing measured values with upper and lower limits.

2 In cases where the values of the roughness profile parameter of the surface being inspected follow a normal distribution, the determination of the upper limit as a limit which may be exceeded by 16 % of the measured values of the roughness profile parameter conforms with the limit determined by the value $\mu + \sigma$, where μ is the arithmetic mean value of the roughness profile parameter and σ is the standard deviation of the values. The greater the value of σ , the further from the specified limit (the upper value) the mean value of the roughness profile parameter needs to be. (See figure 1.)

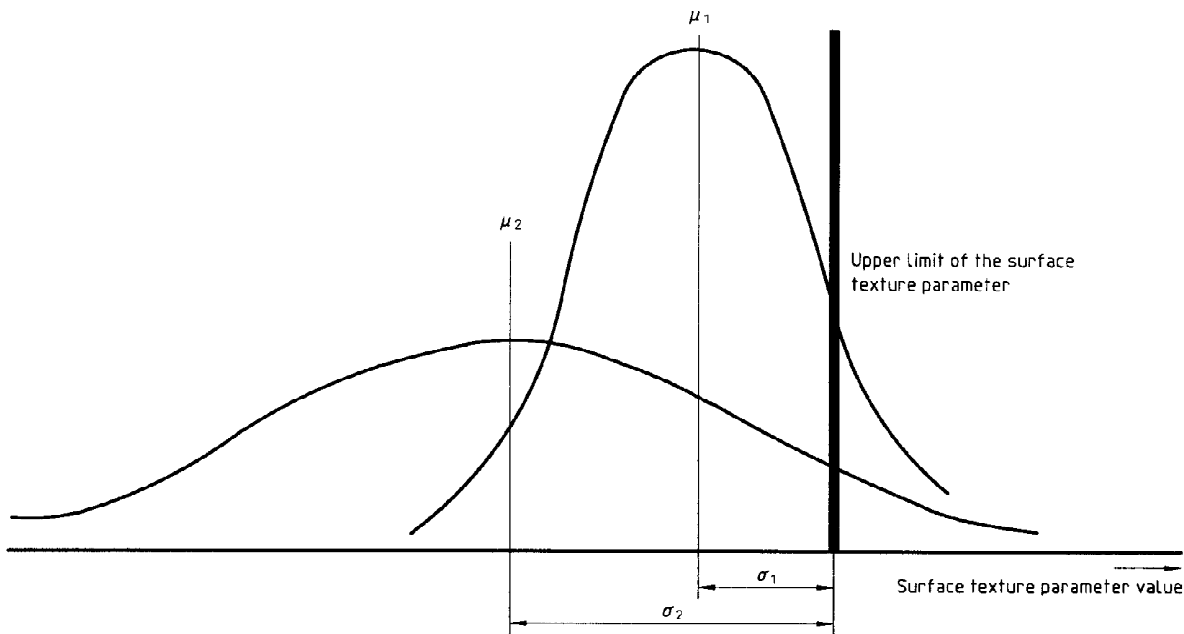


Figure 1

5.3 The max.-rule

For requirements specified by the maximum value (see ISO 1302:1992, 6.2.2) of the parameter during inspection, none of the measured values of the parameter over the entire surface under inspection shall exceed the value specified on the drawings or in the technical product documentation.

To designate the maximum permissible value of the parameter, the "max." index has to be added to the symbol of the parameter (for example $R_z1\text{max.}$).

5.4 Uncertainty of measurement

For proving conformance or non-conformance with specification, measured values of parameters shall be compared with the specified limiting values taking into account the uncertainty of measurement according to the rules given in ISO 14253-1. In case of comparing results of measurement with upper and lower limits, the uncertainty of measurement shall be estimated without taking into account the inhomogeneity in the surface which is already accounted for in the 16 % allowance.

6 Parameter evaluation

6.1 General

Surface texture parameters are not useful for the description of surface defects. Therefore, surface de-

fects, e.g. scratches and pores, shall not be considered during inspection of surface texture.

To decide whether or not a workpiece surface is in accordance with specification, a set of single values of the surface texture parameter, each determined from an evaluation length, shall be used.

The reliability of the decision as to whether or not the surface being inspected meets the specification, and the precision of the mean value obtained for the surface texture parameter of the same surface, depend on the number of sampling lengths within the evaluation lengths with which the single value of the surface texture parameter is obtained and also on the number of evaluation lengths, i.e. the number of measurements along the surface.

6.2 Roughness profile parameters

For R -parameters according to ISO 4287, if the evaluation length does not equal five sampling lengths, their upper and lower limits shall be recalculated and related to an evaluation length equal to five sampling lengths. In figure 1 each σ shown is equal to the individual σ_5 .

The relation of σ_n to σ_5 is given by the following equation:

$$\sigma_5 = \sigma_n \sqrt{n/5}$$

where n is the number (less than 5) of sampling lengths used.

The greater the number of measurements and the longer the evaluation length, the greater is the reliability of the decision as to whether the surface being inspected meets the specification, and the lower is the uncertainty of the parameter mean value.

However, an increase in the number of measurements leads to an increase in both the time and the cost of measurement. Therefore, the inspection procedure shall necessarily reflect a compromise between reliability and cost. (See annex A).

7 Rules and procedures for inspection using stylus instruments

7.1 Basic rules for the determination of cut-off wavelength for the measurement of roughness profile parameters

When the sampling length is specified in the requirement on the drawing or in the technical product documentation, the cut-off wavelength, λ_c , shall be chosen equal to this sampling length. When no roughness specification exists (on a drawing or in technical product documentation) or the sampling length is not specified in a given roughness specification, the cut-off wavelength is chosen by procedures given in 7.2.

7.2 Measurement of roughness profile parameters

When the direction of measurement is not specified, the workpiece shall be positioned so that the direction of the section corresponds to the maximum values of height of the roughness parameters (R_a , R_z). This direction will be normal to the lay of the surface being measured. For isotropic surfaces, the direction of the section can be arbitrary.

Measurements shall be carried out on that part of the surface on which critical values can be expected; this can be assessed by visual examination. Separate measurements shall be distributed equally over this part of the surface to obtain independent measurement results.

To determine roughness profile parameter values, first view the surface and decide whether the roughness profile is periodic or non-periodic. Based on this determination, one of the procedures specified in 7.2.1 and 7.2.2 shall be followed unless otherwise indicated. If special measurement procedures are used, they shall be described in the specifications and in the measurement protocol.

7.2.1 Procedure for non-periodic roughness profile

For surfaces with a non-periodic roughness profile, the following procedure shall be followed.

- a) Estimate the unknown roughness profile parameter R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm by any means preferred, for example visual inspection, roughness comparison specimens, graphical analysis of a total profile trace, etc.
- b) Estimate the sampling length from table 1, 2 or 3, using the R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm estimated in step a).
- c) With a measuring instrument, obtain a representative measurement of R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm , using the sampling length estimated in step b).
- d) Compare the measured value of R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm , with the range of values of R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm in table 1, 2 or 3 corresponding to the estimated sampling length. If the measured value is outside the range of values for the estimated sampling length, then adjust the instrument to the respective higher or lower sampling length setting indicated by the measured value. Then measure a representative value using this adjusted sampling length and compare again with the values in table 1, 2 or 3. At this point the combination suggested by table 1, 2 or 3 of the measured value and the sampling length should have been reached.
- e) Obtain a representative value of R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm , for one sampling length setting shorter if this shorter sampling length setting has not previously been evaluated in step d). Check to see if the resulting combination of R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm and sampling length is also that specified by table 1, 2 or 3.
- f) If only the final setting of step d) corresponds to table 1, 2 or 3, then both the sampling length setting and the R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm value are correct. If step e) also produces a combination specified by table 1, 2 or 3, then this shorter sampling length setting and corresponding R_a , R_z , $R_z1max.$ or RSm value are correct.
- g) Obtain a representative measurement of the desired parameter(s) using the cut-off wavelength value (sampling length) estimated in the preceding steps.

7.2.2 Procedure for periodic roughness profile

For surfaces with a periodic roughness profile, the following procedure shall be used.

- a) Estimate graphically the parameter RSm of the surface of unknown roughness.

- b) Determine the recommended cut-off wavelength value for the estimated parameter RSm using table 3.
- c) If necessary e.g. in cases of disputes, measure the RSm value using the cut-off wavelength value determined according to b).
- d) If the RSm value from step c) relates, according to table 3, to a smaller or greater cut-off wavelength value than in step b), use the smaller or greater cut-off wavelength value.
- e) Obtain a representative measurement of the desired parameter(s) using the cut-off wavelength value (sampling length) estimated in the preceding steps.

Table 1 — Roughness sampling lengths for the measurement of Ra , Rq , Rsk , Rku , $R\Delta q$ and curves and related parameters for non-periodic profiles (for example ground profiles)

Ra μm	Roughness sampling length	Roughness evaluation length
	lr mm	ln mm
$(0,006) < Ra \leq 0,02$	0,08	0,4
$0,02 < Ra \leq 0,1$	0,25	1,25
$0,1 < Ra \leq 2$	0,8	4
$2 < Ra \leq 10$	2,5	12,5
$10 < Ra \leq 80$	8	40

Table 2 — Roughness sampling lengths for the measurement of Rz , Rv , Rp , Rc and Rt of non-periodic profiles (for example ground profiles)

$Rz^{1)}$ $Rz1\text{max.}^{2)}$ μm	Roughness sampling length	Roughness evaluation length
	lr mm	ln mm
$(0,025) < Rz, Rz1\text{max.} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < Rz, Rz1\text{max.} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < Rz, Rz1\text{max.} \leq 10$	0,8	4
$10 < Rz, Rz1\text{max.} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < Rz, Rz1\text{max.} \leq 200$	8	40

1) Rz is used when measuring Rz , Rv , Rp , Rc and Rt .
2) $Rz1\text{max.}$ is used only when measuring $Rz1\text{max.}$, $Rv1\text{max.}$, $Rp1\text{max.}$ and $Rc1\text{max.}$

Table 3 — Roughness sampling length for the measurement of R -parameters of periodic profiles, and RSm of periodic and non-periodic profiles

RSm μm	Roughness sampling length	Roughness evaluation length
	lr mm	ln mm
$0,013 < RSm \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < RSm \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < RSm \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < RSm \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < RSm \leq 4$	8	40

Annex A (informative)

Simplified procedure for roughness inspection

A.1 General

The following example illustrates one of a number of methods of roughness inspection.

It shall be recognized that this procedure is only an approximation to the full procedure defined in the main body of this International Standard.

A.2 Visual test

Visually inspect workpiece surfaces to select those where it is obvious that inspection by more precise methods is unnecessary, for example because the roughness is obviously better or obviously worse than that specified, or because a defect which substantially influences the function of the surface is present.

If the visual test does not allow a decision to be taken, tactile and visual comparisons with roughness comparison specimens may be carried out.

A.3 Measurement test

If the comparison test does not allow a decision to be taken, measurements should be carried out on that part of the surface on which critical values can be expected, according to visual examination.

A.3.1 Where the indicated parameter symbol does not contain the suffix "max" initially, the surface will be accepted and the test procedure stopped if

- the first measured value does not exceed 70 % of the specified value (indicated on the drawing);
- the first three measured values do not exceed the specified value;
- not more than one of the first six measured values exceeds the specified value;
- not more than two of the first twelve measured values exceed the specified value;

otherwise the workpiece is to be rejected.

Sometimes, for example before rejecting high-value workpieces, more than 12 measurements may be taken, for example 25 measurements with up to four exceeding the specified value.

A.3.2 Where the indicated parameter symbol does contain the suffix "max", usually at least three measurements are taken, either from that part of the surface from which the highest values are expected (for example where a particularly deep groove is visible), or equally spaced if the surface gives the impression of homogeneity.

A.3.3 The most reliable results of roughness inspection are achieved using measuring instruments. Therefore, the inspection of critical details should be performed using measuring instruments from the very beginning.

Annex B (informative)

Relation to the GPS matrix model

For full details about the GPS matrix model, see ISO/TR 14638.

B.1 Information about the International Standard and its use

This International Standard gives rules for

- comparison of the measured values with the tolerance limits for surface texture parameters;
- default selection of λ_c for measuring roughness profile parameters using stylus instruments;
- roughness profile and primary profile parameters and comparison of measured motif parameter-values with given specifications.

In this International Standard,

- filter cut-off values are chosen based on the workpiece texture rather than the drawing indication;
- rules for the determination of parameters other than R_u and R_z are included.

B.2 Position in the GPS matrix model

This International Standard is a general GPS standard, which influences chain links 3 and 4 of the chain of standards on roughness profile and primary profile in the general GPS matrix, as graphically illustrated in figure B.1.

B.3 Related International Standards

The related International Standards are those of the chains of standards indicated in figure B.1.

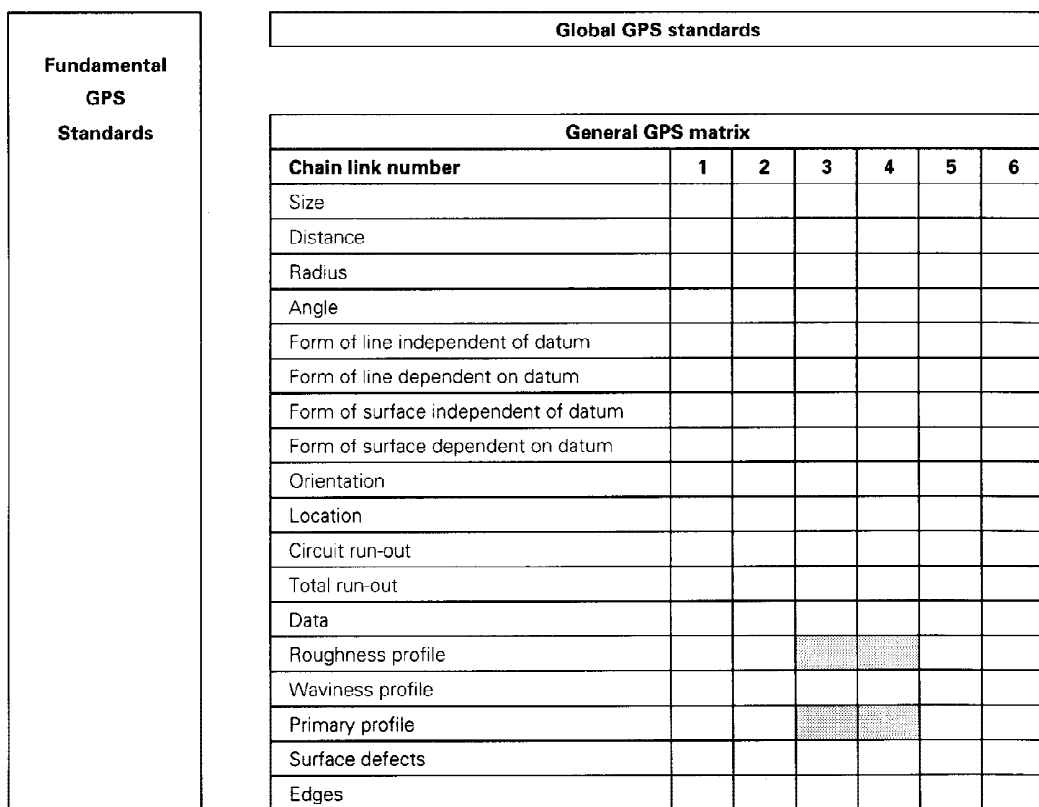


Figure B.1

Annex C (informative)

Bibliography

- [1] ISO/TR 14638:1995, *Geometrical Product Specification (GPS) — Masterplan*.
- [2] *VIM — International vocabulary of basic and general terms in metrology*. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 2nd edition, 1993.

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their relevant European publications

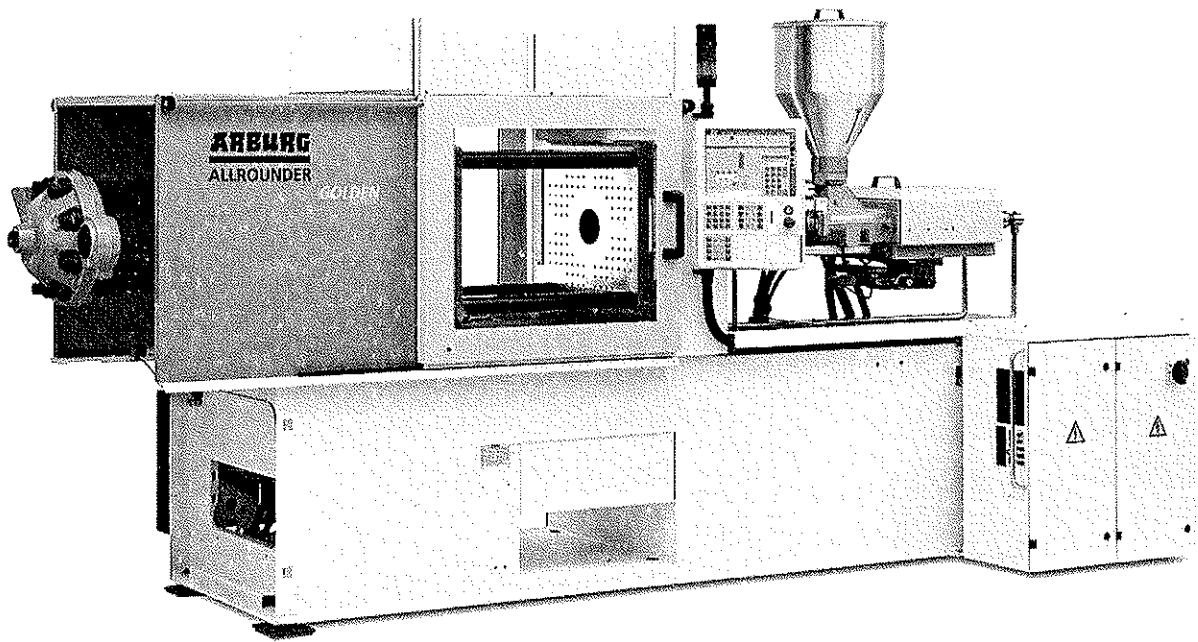
This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN</u>	<u>Year</u>
ISO 3274	1996	Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Nominal characteristics of contact (stylus) instruments	EN ISO 3274	1997

Anexo 12- Planta da máquina de injeção
do cliente

Betriebsanleitung für Maschinennr. 201590

Káloplast Kft.



470 C 1500 - 400

ARBURG GmbH + Co KG
Postfach 11 09
72286 Lossburg
Tel.: +49 (0) 74 46 33-0
Fax: +49 (0) 74 46 33 33 65
<http://www.arburg.com>
e-mail: contact@arburg.com

28.07.2006

1.1 Lernen Sie Ihren ALLROUNDER kennen

1.1.1 Technische Daten ALLROUNDER 470 C

Technische Daten 470 C	
Maschinentyp	470 C
EUROMAP Größenangabe ¹⁾	1500-400
Schließeinheit	
Schließkraft	max. kN 1500
Zufahrkraft	max. kN 50
Öffnungskraft / erhöht	max. kN 35 / 350
Öffnungsweg	max. mm 500
Werkzeugeinbauhöhe	min. mm 250
Abstand zwischen den Aufspannplatten	max. mm 750
Lichter Säulenabstand	mm 470 x 470
Werkzeugaufspannplatten (b x h)	mm 650 x 650
Gewicht bewegl. Wkz-Hälfte / mit Abstützung	max. kg 800
Auswerferkraft	max. kN 40
Auswerferweg	max. mm 175
Hydraulik, Antrieb, Sonstiges	
Antriebsleistung der Hydraulikpumpe	kW 18,5
Installierte Gesamtleistung ²⁾	kW 30,4
Farbe: Kunststoffbeschichtung Struktur lichtgrau / mintgrün / rapsgelb	
Schaltschrank	
Sicherheitsvorschrift	DIN EN 60204
Steckdosenkombination (1 Schuko, 1 Cekon)	1 x 16 A
Spritzeinheit	
400	
Schneckendurchmesser	mm 35 / 40 / 45
Wirksame Schneckenlänge	L/D 23 / 20 / 18
Schneckenweg	max. mm 160
Rechnerisches Hubvolumen	max. cm ³ 154 / 201 / 254
Spritzteilmgewicht	max. g/PS 141 / 184 / 232
Materialdurchsatz ⁴⁾	max. kg/h PS 25 / 29 / 35
	max. kg/h PA 6.6 12,5 / 15 / 17,5
Spritzdruck ³⁾	max. bar 2500 / 2000 / 1580
Einspritzstrom ³⁾	max. cm ³ /s 128 / 168 / 212
Staudruck positiv / negativ	max. bar 350 / 160
Schneckenumfangsgeschwindigkeit	max. m/min. 47 / 53 / 60
Schneckendrehmoment	max. Nm 560 / 700 / 700
Düsenanlagekraft	max. kN 70
Düsenabhebeweg	max. mm 300
Installierte Zylinderheizung	W 4 x 2200
Installierte Düsenheizung	W 600
Inhalt des Granulatbehälters	l 50
Maße und Gewichte der Basismaschine	
Ölfüllung	l 235
Nettogewicht	ca. kg 4450
Elektrischer Anschluss (Vorsicherung) ²⁾	A 80

1) 1. Zahl: Schließkraft (kN)

2. Zahl: max. Hubvolumen (cm³) x max. Spritzdruck (kbar)

2) Werte beziehen sich auf 400 V/50 Hz. Die Last ist weitgehend symmetrisch auf die 3 Phasen verteilt (Maschinenausbaustufen beachten).

3) Kombination aus max. Spritzdruck und max. Einspritzstrom (max. Einspritzleistung) können sich gegenseitig ausschließen.

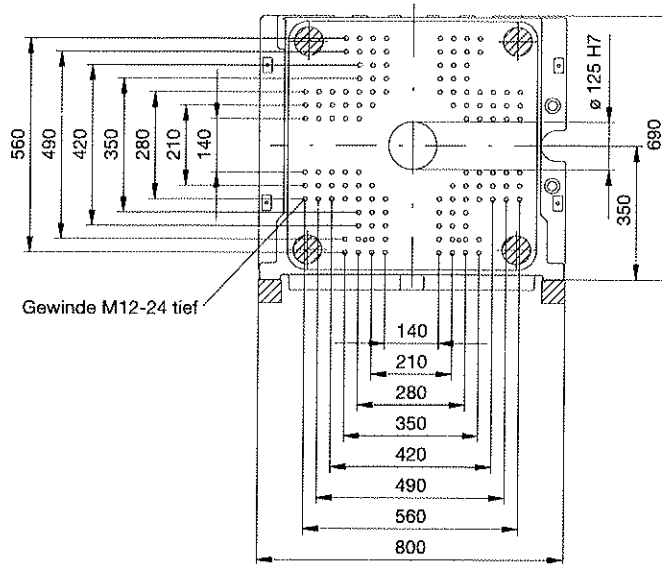
4) Abweichungen je nach Prozesseinstellungen und Materialtyp sind möglich

Die Angaben der technischen Daten entsprechen dem Stand bei Drucklegung. Im Interesse ständiger Weiterentwicklung behalten wir uns Änderungen vor.

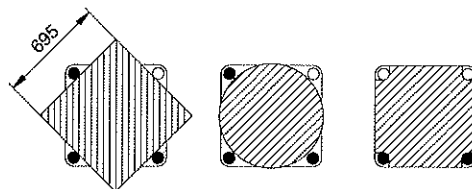
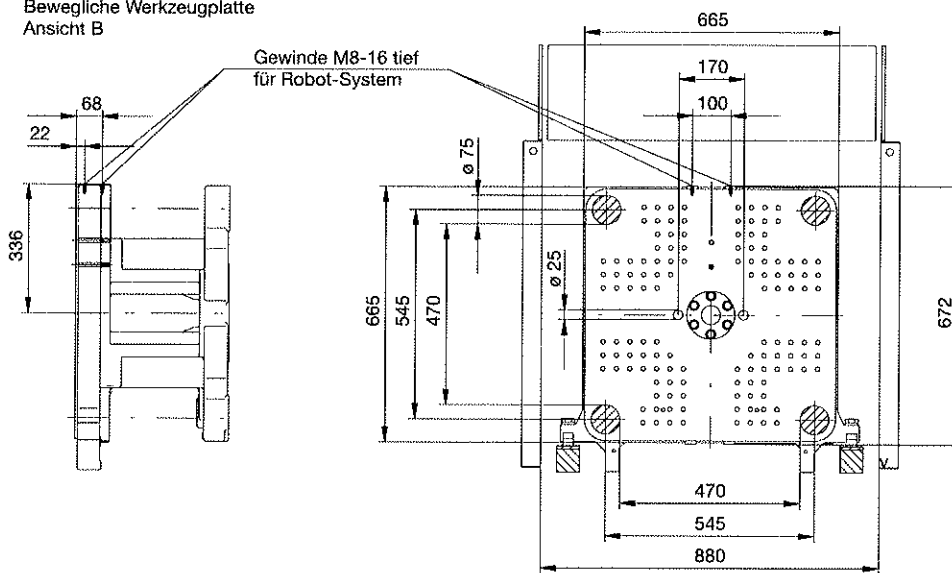
Werkzeugeinbaumaße
470 C 1500
Teil 2

Die Angaben der technischen Daten entsprechen dem Stand bei Drucklegung. Im Interesse ständiger Weiterentwicklung behalten wir uns Änderungen vor.

Feste Werkzeugplatte
 Ansicht A



Bewegliche Werkzeugplatte
 Ansicht B



Nutzbare Aufspannfläche beim Ziehen der Säulen

BAM_201590_000_DE_15

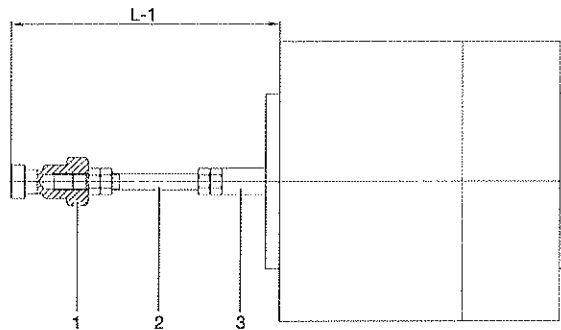
(GH1712D)

..TECH-DAT\CG470\DE01AB_27_5404_000.FM 01 2006.03.27

Auswerferkupplung

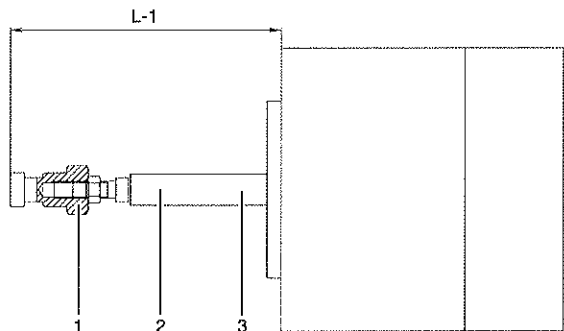
Die beiden folgenden Bilder zeigen zwei verschiedene Arten den Auswerfer anzukuppeln:

- ◆ mit Zwangsrückholung des Auswerfers.
Die Bolzen des hydraulischen Auswerfers und des Werkzeugs sind fest miteinander verbunden.



- 1 Kupplungsstück
- 2 feste Verbindung
- 3 Auswerferbolzen des Werkzeugs

- ◆ mit Druckstück.
Zwischen dem Bolzen des hydraulischen Auswerfers und des Werkzeugs besteht keine feste Verbindung. Die Auswerferstifte werden nur beim Vorfahren hydraulisch betätigt. Federn im Werkzeug stellen sie wieder zurück.



- 1 Kupplungsstück
- 2 keine Verbindung
- 3 Auswerferbolzen des Werkzeugs

Auswerferlänge

- ◆ bei 470 C 1500 max. 273 mm

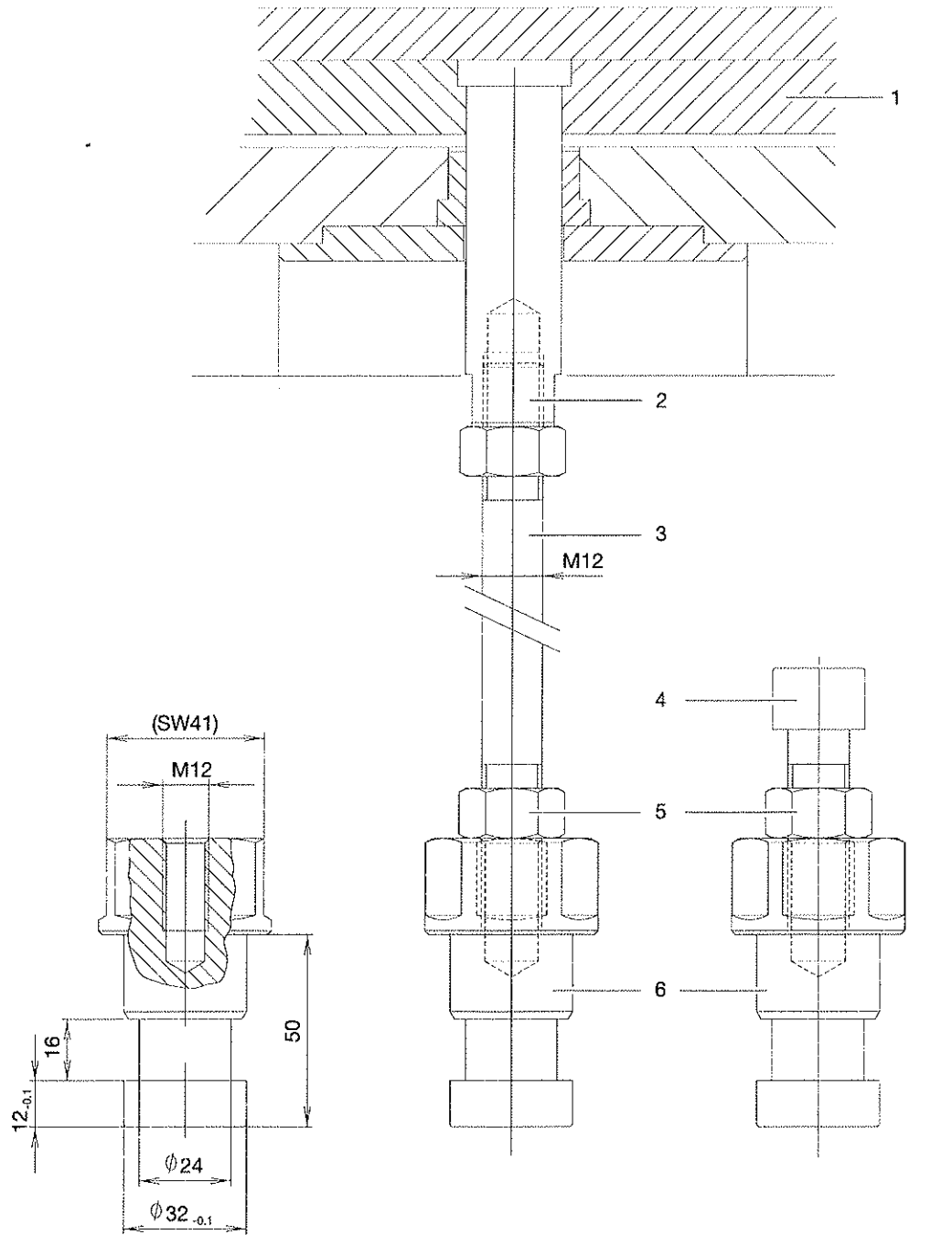
BEACHTEN



Wählen Sie die Auswerferlänge mindestens 1-2 mm kürzer als das Maximalmaß, damit das Auswerfersystem auch bei geschlossenem Werkzeug nicht unter Druck steht.

Maße des Kupplungsstücks

◆ 470 C 1500 = Sach-Nummer 110837.



Zwangsrückholung

Stumpfes Auswerfen

Kupplungsstück mit
Verbindungsstück als
einstellbarer
Auswerferbolzen

Kupplungsstück mit
Stellschraube als
einstellbares
Druckstück

- 1 Werkzeug
- 2 Auswerferbolzen des Werkzeugs
- 3 Verbindungsstück
- 4 Stellschraube
- 5 Kontermutter
- 6 Kupplungsstück

1.1.3 Werkzeuggewichte

Maximal zulässige Werkzeuggewichte (Werkzeugmasse)

Aus der folgenden Tabelle können Sie die maximal zulässigen Werkzeuggewichte für die bewegte Werkzeughälfte ersehen.

Überschreiten Sie diese Werte auf keinen Fall. Produktionsprobleme und vorzeitiger Verschleiß wären die Folge.

Maschinentyp	maximale Masse der bewegten Werkzeughälfte (kg)	maximale Masse des Werkzeugs (kg)
320 A	320	480
420 A	600	900
520 A	1100	1600
570 A	1300	2000

270/320 C	270 ¹	400
370/420 C	600	900
420 C 1300	650	1000
470 C 1500	800	1200
520 C 1500	1000	1500
470/520 C	1250	1800
570 C	1500	2200

221 K	75	150
320 K	250	450

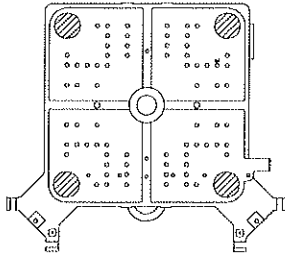
220/270 S	170	250
270/320 S	280	420
370/420 S	600	900
420/470 S	900	1300
630 S	2500	3800
720 S	3600	5300
820 S	5000	7500

170 U	55 ¹	85
270 U	180 ¹	270
370 U	380	570
470 U	760	1140

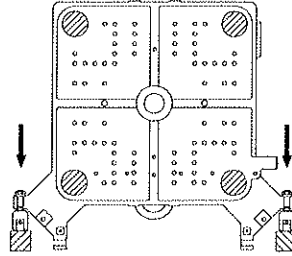
175 V	18 ²	54
-------	-----------------	----

- 1 Die maximale zulässige Werkzeugmasse für die bewegte Werkzeughälfte kann ohne die optional erhältliche Abstützung ausgenutzt werden.
- 2 Obere Werkzeughälfte

ohne

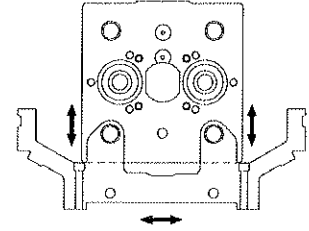


Abstützung der beweglichen Werkzeugplatte vertikal



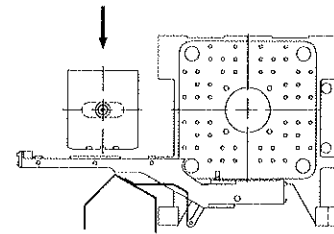
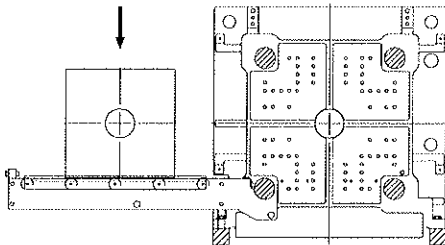
Aufnahme vertikaler Kräfte, wie z.B. Werkzeuggewicht

Abstützung der Schließsäulen



Aufnahme horizontaler und vertikaler Kräfte

Werkzeugträger



Anexo 13- Normas do cliente
(*CONTINENTAL*)



Category Quality Requirements (CQR) for Tooling

Dec.14th.2016

40379262_QDO_000_AB


Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

Designed by	Date	Department	Signature
Holger Graef	2009-06-08	SQM-M	
Released by	2017-02-06	PA SQM – CoE	Agreed by eSign Id: 5545956
	Designation		
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling		
	Document key		Pages
40379262_QDO_000_AB		1 of 29	
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012	

Table of Contents


1	Scope	4
1.1	General	4
1.2	Abbreviations / Characters	4
2	Tool Design	5
2.1	Special demands on technology level	5
2.1.1	Injection molding, Over molding and Extrusion	5
2.1.2	Stamping	6
2.1.3	Casting	6
3	Tool design FMEA	7
3.1	General	7
3.1.1	Injection molding, Over molding, Extrusion and Casting	7
4	Tool Preventive Maintenance	8
4.1	General Instructions	8
4.2	Planning of Preventive Maintenance	8
4.2.1	Tooling Life Cycle Management	8
4.2.1.1	Life time tracking	8
4.2.1.2	Frequency definition *	8
4.2.2	Schedule	8
4.2.3	Record Analysis	9
4.2.3.1	Corrective Maintenance Data	9
4.2.3.2	Autonomous Maintenance *	9
4.2.3.3	Key Performance Indicators (KPI) *	9
4.3	Execution of Preventive Maintenance *	9
4.3.1	Maintenance Log	10
4.3.1.1	Tool Transfer	10
4.3.2	Preventive Maintenance Check List *	11
4.3.3	Risk Mitigation	12
4.4	Check of Preventive Maintenance	12
4.4.1	KPI's Tracking	12
4.4.2	Validation and tryout	12
4.5	Additional Preventive Maintenance Instructions	12
4.5.1	Spare part list management *	12
4.5.2	Supplier Responsibility	12
4.5.3	Recourses Expectation	12
4.5.4	Tooling Storage & Rules	13
4.5.5	Document archiving	13
5	Process flows and tables	14
5.1	Process flow repair *	14
5.1.1	Table process flow repair *	15
5.2	Process flow preventive maintenance *	16
5.2.1	Table process flow preventive maintenance *	16
5.3	Process flow inspection *	17
5.3.1	Table process flow inspection *	17
5.4	Process Flow Change Management	18
5.4.1	Table Process Flow Change Management	19
5.5	Process flow introduction new tool	20
5.5.1	Table process flow introduction new tool	21
6	Tool material	22
6.1	Tool materials *	22

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	2 of 29
Continental Corporation		
Copyright (C) Continental AG 2012		

6.2	Methods to improve tools surface hardness *	25
6.3	Tool surface	25
6.4	Factors affecting service life	26
7	Tool marking	27
7.1	External marking	27
7.2	Internal marking	27
8	Reference	28
8.1	Record of Changes	28
8.2	Team	28
8.3	e-Sign Approval	29

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	3 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

1 Scope

This CQR describes the minimum requirements of Continental Automotive regarding to the design, build up phase and maintenance of tools. It applies to all punching & bending, deep drawing, injection, compression, blow molding, extrusion, casting, sintering and forging tools used by suppliers of serials production parts for use in Continental Automotive plants. This includes tools owned by Continental Automotive as well as tools specially designed for Continental Automotive.

Chapters containing specific requirements to be decided and agreed on at the project level are identified with an “**”. In case only certain clauses of a chapter are concerned requirements are marked dashed underlined. Respective project specific requirements will be documented and agreed with a checklist.

Chapters and clauses without identification are mandatory and valid without exception or additional agreement.

1.1 General

If there is a difference between these requirements and the component specification the explicitly stated requirements in the component specification or the drawing, tooling agreement and agreements within SCR, take precedence over same requirements as stated in this document.

The requirements described in this document do not relieve the supplier from applying their experience and knowledge of process- and product quality as well, in order to reach the zero defects and zero PPM at Continental Automotive and Continental Automotive customer.

Tool design-, release-, life cycle- (including maintenance/repair) and scrap-documents have to be stored at least 15 years after last production.

Continental Automotive proprietary Tooling:

Suppliers are responsible for selecting tool makers (for Division Interior, tool maker must be approved by Continental PCC group) that will ensure that all production parts conform to all specifications and tolerances contained in or referenced by the engineering drawings or purchase order. If more than one tooling option exists, it should be chosen based on all the affecting factors (after assuring that the tooling is capable of producing the part to the requirements).

Those factors affecting this choice are the estimated shots, piece price, tool cost, and guarantee tool life.

Continental Automotive will purchase and own tools directly related to the production of Continental Automotive proprietary parts. All tooling purchased remains the property of Continental Automotive and is not to be used on any non-Continental Automotive parts unless by written approval. Parts made from Continental Automotive owned tooling are not to be sold to other parties without the written approval.

Along with the quotation the following information must be submitted:


- A description of the proposed tooling or tooling repair
- The guarantee tool life, in number of parts
- Tool transfer conditions
- If tool design and maintenance is outsourced then at minimum a ISO 9001-2000 certification of tool maker is required

Upfront business award the supplier has to forward the filled “tooling checklist”. Deviations and actions have to be discussed and agreed with Continental upfront business award.

1.2 Abbreviations / Characters

- CAD Computer Aided Design
- SCR Supplier Component Review
- FMEA Failure Mode Effect Analysis
- PPM Parts Per Million
- 8D Eight Disciplines
- PCC Plastics Competence Center
- KPI Key Performance Indicator
- SQM-SP Supplier Quality Management – Serial Production
- Under Line Text/“**” Project Specific requirement (can be negotiate in the project level)
- Not under line text Project Mandatory requirement (No exception)

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	4 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

2 Tool Design

Tool design is one of the most important processes during tools life cycle. On one hand, tools must be well designed in order to meet different requirements of customers; on the other hand, the quality of design will greatly affect the performance of tools and their service lives.

Tools have to be developed according to the product requirements. Consequently, dimension, shape, surface characteristics (smoothness, hardness) and mechanical properties are basic factors which designers have to take into consideration.

The supplier has to perform a detailed analysis of the component CAD data and other specification documents as basis for his feasibility commitment and tool design.

Tool concept and tool maker have to be reviewed during the feasibility study within the SCR.

The supplier has to assure resources for tool and gauge design, fabrication and verification activities.

Further the supplier has to implement a system for production tooling management including:

- Design FMEA (tool)
- Maintenance and repair facilities and personnel
- Spare part management
- Storage and recovery
- Tool change programmes for perishable tools
- Tool design modification documentation, including engineering change level
- Tool modification and revision to documentation
- Tool identification, defining the status, such as production, repair or disposal
- Tool marking
- Tool book including tool lifetime and maintenance schedule

A detailed timetable including milestones has to be prepared.

Any changes of the released tool design have **to be released by Continental Automotive**.

For each changes and revision status of tooling the CAD data have to be stored and available.

The supplier has to implement a system to monitor these activities if any work is outsourced,

Inspection of Continental Automotive tooling may be required at any time during the life of the tooling.

If a change of a tool leads to an improvement than this has to be transferred to future design (lessons learned).

2.1 Special demands on technology level

2.1.1 Injection molding, Over molding and Extrusion

Continental Automotive demands that final design engineering of all tools is based on moldflow analysis in responsibility of the supplier. Mould flow analysis is requested within early involvement.

The tool design concept has to consider the balance forces distribution, (i.e. 2 cavities). On the other hand in case 1 cavity is really a MUST, then it is necessary to make on the opposite side of tool a quite massive with some locking wedges.

Position of injection point has to be discussed and released by Continental Automotive design/development (e.g.: effect on flatness, visual aspects).

Tool design to avoid burrs and flitters on finished parts.

Prepare loading aid to find the right position to avoid loading not ok inserts.

Avoid deformation of inserts during moulding.

Anti twist have to be assured during moulding process (e.g. insert, adjustable tool insert).


Avoid temperature conflicts (e.g.: temperature of plastic material to high for plating material at connector PIN).

Avoid confusion tool inserts similar in design (e.g. family tool, different connector codes, assembly and constantly adjustment during moulding process).

Correct design of draft angle / undercut angle (e.g. snap fit, special request to eject).

Abrasion (e.g. replacement partial, special material, special hardness, special surface).

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	5 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

Adjustability tool areas (e.g. flatness mandatory for PCB dome, reaction to abrasion, integral hinge).
 Arrangement of the cavities (e.g. point/axial symmetric, gate system, shrinkage, different shrinkage across/along the fibre material, avoid fibre turning back on the end of flow, adjustable bypass, flow barrier, avoid open jet of material, avoid tear sheeting).
 Design to get a homogenous structure in the parts (e.g. for parts to be after moulding coated or galvanised, special sprue).
 In case of machine change a moldflow analyse has to be performed and made available upon request.
 The material shrinkage rate for tool calculation has to be fixed/defined by supplier.

Tool protection:

- Sensors to verify availability and correct position of inserts
- Sensors protecting the tool of damages (e.g. last shot still in tool)
- Predetermined breaking point to avoid big damage (e.g. according to costs or time to restore)
- Protection against damage of connection (e.g. interface, port, adapter)
- Deaeration, no rest material in mould after part ejection (e.g. combined with ejector)
- Balanced cooling to avoid distortion (e.g. special heat conductor at partial area in cavity)

2.1.2 Stamping

Sensors have to be implemented for die observation.
 Critical spare die steels has to be determined at die design.
 Tool design to avoid burrs and flitters on finished parts

2.1.3 Casting

Continental Automotive demands that final design engineering of all tools is based on **mould flow analysis and solidification analysis in responsibility of the supplier**. This analysis is requested within early involvement.


Tool design to avoid/minimize burrs and flitters on finished parts.
 Correct design of draft angle (e.g.: avoid scratches) to be reviewed during SCR / APQP.
 Abrasion (e.g.: replacement partial, special material, special hardness, special surface).
 Adjustability tool areas (e.g.: flatness mandatory for PCB dome, reaction to abrasion, integral hinge).
 Arrangement of the cavities (e.g.: point/axial symmetric, gate system, shrinkage, different shrinkage).
 In case of machine change (e.g.: different casting pressure level, different casting process) a mould flow analyse has to be performed and made available upon request.
 Avoid confusion tool inserts similar in design (e.g.: family tool, different connector codes, assembly and constantly adjustment during moulding process).
 The material shrinkage rate for tool calculation has to be fixed / defined by supplier.

If inserts need to be put into a tool to produce a compound casting:

- Prepare loading aid to find the right position to avoid loading not ok inserts
- Avoid deformation of inserts during moulding
- Anti twist have to be assured during moulding process (e.g. insert, adjustable tool insert)

Tool design has to guarantee that tool temperature will be measured during production inside the tool or on the tool surface for every production cycle.

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	6 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

3 Tool design FMEA

For each tool the supplier has to create a design FMEA which covers at least the following topics:

3.1 General

- tool life
- tool material / hardness
- guiding system
- use of standard parts
- production material
- cooling concept (including marking of cooling cycle)
- lubrication
- moveable parts
- quantity monitoring system
- sensor system
- SPC
- special characteristics
- flashing
- damage protection (tool)
- modularity
- serviceable tool design
- set up time
- handling
- position / rotary protection
- safety requirements
- material loading and fixing
- conservation and storage
- spare parts
- no sharp edges

3.1.1 Injection molding, Over molding, Extrusion and Casting


- shrinkage rate of production material
- gate system
- ejection system
- deaeration
- draft angle / undercut / snap fit
- marking of connectors/adapters (e.g.: pneumatic, hydraulic, electric)
- hot channel configuration

Additional technology specific requirements see also chapter 2.

On product/project base the supplier has to enlarge and detail/break down the design FMEA according to his knowledge and his experiences.

Tool design has also to consider the required cleanliness class of produced products.

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
40379262_QDO_000_AB	7 of 29	
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

4 Tool Preventive Maintenance

4.1 General Instructions

The term “tooling” in the chapter “Preventive Maintenance” is including production tools (e.g. mould tool) as well as test equipment (e.g. masks and test adapters).

The Supplier is responsible to have a maintenance system in place to maintain and repair all tools used for production of parts to ensure conformity of parts and guarantee tool life is achieved. The Supplier is responsible to achieve the guaranteed life of the tooling including, but not limited to, sharpening, locating pin replacement, clamps, springs, mold surface repairs and router guides of trim fixtures. The Supplier is responsible for any damages of the tooling due to circumstances other than normal wear anticipated in the expected tool life cycle. Conditions for guaranteed tooling output are described within the Tooling Agreement (TA).

Supplier shall continually improve preventive maintenance system based on lessons learnt (from project phase, customer input, maintenance history from similar running tools etc.).

Continental Automotive Logistics and SQM-SP must be notified immediately, any time a tools is out of service and or production deliveries are going to be affected.

4.2 Planning of Preventive Maintenance

4.2.1 Tooling Life Cycle Management

4.2.1.1 Life time tracking

The Supplier shall permanently add a non- resettable counter to keep real-time tracking of the number of cycles (e.g. shots, strokes) during the complete life of the tools. The counter system should be used as an input to track tool life time and a trigger to plan, start or execute preventive maintenance plan.

For tool life tracking, the Supplier shall keep the counter system updated and inform Continental before reaching end of tool life. As standard rules, the time plan for a new tool shall be agreed between Continental and Supplier. For more details see Tooling Agreement (TA). For preventive maintenance overdue see risk mitigation on section 4.3.3.

4.2.1.2 Frequency definition *

To establish the life time and/or the preventive maintenance frequency for a tooling, the Supplier should consider below criterias but not limited to:


- Number of cavities
- Number of slides, cams, locks, hydraulic or mechanical core pulls
- Type of steel used to build the tooling
- Residue (off-gas) type - powdery, flaky, gummy (tar-like), or oily consistency
- Material type, additives, required temperature, corrosiveness, abrasiveness, and flashing tendency
- Steel hardness and surface treatment
- Number of interventions due to parts wear out or tool breaks
- Vent locations, depth, and finish
- Hot or cold chambers/runner
- Sensor installed in the cavity
- How corrosive is the cooling water
- Tolerances used to build the tooling
- Automatic, semi automatic or manual operation - (parts introduced manually/automatically during tooling open cycle)
- The tooling subject to deflection (undersized platen thickness) during the molding / stamping or casting process

Low running tools shall be included in Preventive Maintenance system. The Supplier should consider as reference to define the frequency, the number of shots and time frame. (e.g. 20000 shots or 3 months, whichever is earlier).

4.2.2 Schedule

The Supplier maintenance system must include a schedule for all tools describing the preventive maintenance including a structured set of activities, procedures, resources and the work load required to carry out this activities. Minimum requirements are:

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	8 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

- Date
- Document Version
- Tooling Identification
- Frequency, (e.g. shots, time schedule (daily, weekly, etc...))
- Tooling Life Time
- Status
- Priority
- Resources

The Supplier should have a robust system that ensures tool maintenance is done on time, according to planned, or lead to escalation if maintenance is overdue or partial. In case of it happens a risk assessment is mandatory". (See topic 4.3.3).

4.2.3 Record Analysis

All maintenance data must be analyzed systematically to check if the initial plan defined needs additional updates. To ensure maintenance effectiveness, the Supplier shall update the maintenance plans according to their internal procedure. (e.g. 8D report actions, new lessons learned and FMEA updates).

4.2.3.1 Corrective Maintenance Data

The corrective maintenance is established to repair equipment, usually, in an emergency situation. All records collected during corrective maintenance execution have to be used as an input for the update of Preventive Maintenance. (e.g. MTBF, MTTR).

4.2.3.2 Autonomous Maintenance *

Autonomous maintenance develops operators to be able to take care of small maintenance tasks (e.g. routine checks, oiling and greasing, replacing parts, doing repairs, spotting problems at an early stage). The operators are responsible for keep up of their tooling to prevent it from deteriorating. All records needs to be used to update the preventive maintenance plans if necessary. Trained operators have to be in-place of any operating time.

4.2.3.3 Key Performance Indicators (KPI) *

The Supplier shall implement KPIs and the respective targets to track the preventive maintenance performance. This should lead to continuous improvement of the effectiveness and efficiency of the tooling.

Examples of KPIs that can be used (reference only):

- MTBF (mean time between failures)
- MTTR (mean time to repair)
- MTBR (mean time between repairs) equals MTBF minus MTTR
- OEE (overall equipment effectiveness)
- Un-planned downtime
- Planned downtime

See additional instruction to track the KPIs in the topic 4.4.1.

4.3 Execution of Preventive Maintenance *


The Supplier shall identify and implement activities based on their process data aimed at the avoidance of maintenance problems by prediction of likely failure modes. The Supplier shall utilize these predictive maintenance methods to continually improve the effectiveness and the efficiency of production equipment.

The organization (Supplier) shall implement contracts and a system to monitor maintenance performance if any work is outsourced. For critical tooling repair, Continental need to be informed up front sending the mold to the tool maker.

The organization shall carry out maintenance activities under safety and environmental procedures and work plans. Clean working surroundings and work-places are integral to an overall care for the facilities.

Any welding processes on the tool for maintenance repair and changes **have to be released by Continental Automotive** before welding.

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	9 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

4.3.1 Maintenance Log

For any product/project base, the Supplier has to enlarge and detail/break down the maintenance plan according to his knowledge, experiences and recommendations from tool maker.

The Supplier shall establish for each Continental tool a system to register and save tooling and maintenance records. The Supplier is responsible to keep it always available and update. (e.g. software, book, data base, etc). Additional statement, see Tooling Agreement (TA).

As a minimum (based on the technology) this system shall include the following:

- Maintenance schedule (defined, planned and periodic maintenance activities, comply with specified intervals and tool life)
- Procedures for tool preventive and predictive maintenance according to tool characteristics
- Number of parts produced from each tool (projected lifetime)
- Tool maintenance priorities (to ensure customer quality and production requirements)
- Records and traceability of tool maintenance and changes
- Tool identification should contain (where applicable): Description, Tool number, customer P/N, level, type, number of cavity, project name, Supplier name, tool maker, ok, not ok, under repair, obsolete, date tooling was last used, etc
- Documenting, evaluating and improving maintenance objectives
- Spare part list and inventory tracking
- Procedures for tool handling, location, storage, packaging and preservation of equipment
- Resources to carry out essential maintenance work are available
- Qualification of employees involved
- Critical Point Map - Map of the critical points (areas that affect the quality if a failure happen) to be focused during the preventive maintenance
- Machine Parameters approved in the PPAP
- Tool Set Up records
- Tool Set Up checklist
- Material Specification
- 2D Drawing of the Produced Part (last version)
- CD of the CAD Tooling / Part Files (last version)
- Electric Diagram for Hot Runner Systems (when is applicable)
- Water/Oil Cooling/Oil heating Diagram for proper hoses connection
- Mask and adaptors specification for test equipment
- Tooling Agreement (TA)
- Tool History card
- Tool validation
- Approval reports when applicable


4.3.1.1 Tool Transfer

In case of a tool needs to be transferred from one source to another one, the tool history records should be available to be provide by original source. The new Supplier is responsible to request the data.

Supplier must get Continental approval prior to any tool transfer.

If tool transfer is initiated by the Supplier the QPR for Product/Process Change Notification (PCN) of Purchased Components – A2C00052905 latest version- must be followed.

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
40379262_QDO_000_AB	10 of 29	
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

4.3.2 Preventive Maintenance Check List *

The following points have to be considered by the Supplier, to create individual tool checklists.



Tooling Preventive Maintenance CheckList

Legend	
PLF	Functional Plastic
STA	Stamped Parts
FBF	Forgings, Bearing and Fasteners
AEM	Aluminum Extrusion Molding
TUR	Turned Parts
CAS	Casting Parts
IRC	Iron Casting Parts

#	General Items (Reference Only)	PLF	STA	FBF	AEM	TUR	CAS	IRC
1	Check the last piece / shot (last piece) including production records/feedback	X	X	X	X	X	X	X
2	Check the total cycle life and maintenance Interval defined	X	X	X	X	X	X	X
3	Check the tool Identification with part number outside	X	X	X	X	X	X	X
4	Disassemble and clean-up the tool (remove the burrs and shaving metal)	X	X	X	X	X	X	X
5	Check & Cleaning up the pattern / tool (move the sand, sticking)	X	X	X	X	X	X	X
6	Check shot meter	X	X	X	X	X	X	
7	Verify tool general condition (shape wear out, cracks, sealing surfaces, etc)	X	X	X	X	X	X	X
8	Check if date codes and index level are correct and fixed tight	X	X	X	X	X	X	X
9	Pressure test all water, hydraulic, and oil lines (verify no leaking)	X					X	
10	Check the pattern (no dimensional wearing, damage)	X	X	X	X	X	X	X
11	Check pins, guide pins (for correct alignment), core pins and ejector pins	X	X	X	X	X	X	X
12	Check bushing, mounting threads, tightness of all fasteners and ball cages	X	X	X	X	X	X	X
13	Check condition and tightness of all fasteners	X	X	X	X	X	X	X
14	Check hydraulic, air or electrical connections, Switches & function (timed with slide movement)	X	X	X			X	X
15	Check manifold connection compatibility and thermocouple function	X	X	X	X	X	X	X
16	Check holder blocks, ejectors plates for flatness, pins in strippers, free movement	X	X				X	
17	Check sliders condition (No damage, corrosion, length, adhesion)	X					X	
18	Check slides movement and ejector plates checking the limit switches at ends of travel	X					X	
19	Check the springs	X	X					
20	Check Strip lifter, springs/Nitrogen (Cushion)		X					
21	Bearing lengths / squareness inspection				X			
22	Check & clean punches die height (shims)		X					
23	Check ejection knock out pattern in housing	X						
24	Check radius of the sprue bushing	X						
25	Check temperature sensor	X						
26	Check Die sensors (working, not damaged);		X	X			X	
27	Check Probes		X					
28	Inspect gates for erosion. correct and re-qualify as required						X	
29	Check & clean the vents (no plug vents) & circuit points						X	
30	Check & Cleaning up the tool boxes for the cores (washing, ultrasonic or manual)							X
31	Remove any fluid from the oil lines (water, solvent)						X	
32	Check the tool boxes for the cores (no dimensional wearing, damage)							X
33	Check adequate lubricant / oil / agent supply (Apply Oil and to posts and bushings)	X	X	X	X	X		
34	Check condition of the die rings (for aluminum build up, flatness and cracking. Replacement if necessary)				X			
35	For cold chamber check the cylinder and piston for damages and the hole/sprue post & bushing for the correct size						X	
36	Check the support of thin tongues inspection				X			
37	Check eye bolt size and stamp accordingly	X						
38	Demagnetize		X					
39	Check the "large deep drawn" (the transfer system)		X					
40	Check die Block sharp		X					
41	Check the trim punches sharp		X					
42	Check cut-off punch enter die blocks		X					
43	Check trim punch length (entering die blocks?)		X					
44	Check the cut-off inserts sharp (die side)		X					
45	Check the cut-off Punch sharp (Top side)		X					
46	Check pilot punches sharp		X					
47	Check pilot Punch length		X					
48	Final form station polished (drawing)		X					
49	Final form pad nitrogen checked		X					
50	Marking tool as released for production		X	X	X	X	X	X
51	Tool dimensional check before production					X		
52	Assembly & lubricate Tool	X	X	X	X	X	X	X
53	Protect tool for storage period			X		X	X	

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	11 of 29

4.3.3 Risk Mitigation

Supplier shall put in place a clear guideline and escalation plan to avoid tool breakdowns, a procedure to assess them and inform Continental immediately when applicable.

In case of tool damaged, partial or overdue maintenance, the Supplier shall perform a risk assessment and a mitigation plan with root cause analysis to assure Continental production and parts conformance. If a high risk is identified, Continental shall be informed.

Tool or cavity modification is not allowed without an official Continental approval, such as blocking cavities.

4.4 Check of Preventive Maintenance

4.4.1 KPI's Tracking

The Supplier shall monitor the KPI's established to track the preventive maintenance efficiency. In case the target is not achieved, the organization shall proceed with an action plan, root cause analysis, corrective actions implementation and escalation if necessary.

4.4.2 Validation and tryout

The organization shall release each tooling once preventive maintenance was performed. Following procedures can be used: visual / dimensional comparison between last and first shot, gage checking.

In case the preventive maintenance affects the finishing / texture (surface) of tooling, the Supplier must have an official appearance approval / PPAP (Production Part Approval Process) to customer in order to release the tooling to the production.

All interferences within the tool which could affect the fitting, dimensional accuracy, stability and optical impression have to be communicated to Continental Automotive Supplier Quality Management. Supplier Quality Management will define if a re-qualification process is required.

4.5 Additional Preventive Maintenance Instructions

4.5.1 Spare part list management *

To ensure uninterrupted production the Supplier shall establish an effective spare parts management. The organization shall establish a list or a system to manage the main spare parts defined as critical (e.g. lead time, high demand, tool maker recommendation) for the tooling. The input from tool designer, manufacturer and process experts are essential.

The safety stock should be defined and validated by Supplier in order to ensure the supply of parts. The spare part list and inventory are really dynamic and the Supplier needs to be adapting it according to the preventive maintenance plan. Supplier shall ensure sufficient stock all the time as defined. Identification and traceability system must be taken care in the spare parts store management.

Supplier shall establish a trigger mechanism to store optimum inventory of critical spares.

To have a good handling of the parts, output/input easily it is necessary to have a special area with the material located and addressed.


4.5.2 Supplier Responsibility

Details are described within Tooling Agreement (TA);

4.5.3 Recourses Expectation

The Supplier shall provide enough resources for an effective preventive maintenance system. The competence matrix of the team shall be available with all trainings evidences by the organization and submit them to Continental upon request,

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	12 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

The maintenance area must have enough space to move the toolings without damages and risks. In addition the Supplier needs to have the adequate equipment to open and close the tools in a safe condition. The area must be clean to avoid contamination issues.

In case of electronic system is established between Continental and Supplier to exchange official an electronic docs, the Supplier shall be able to read (at the Tool Shop) the tooling CAD data files and part as well. Establish a control system to manage the changes needs to be in-place. Otherwise if a manual system was established the Supplier shall manage the last document version by alternative methods.

4.5.4 Tooling Storage & Rules

The Supplier shall have storage location(s) with sufficient space (e.g. shelves) to hold all tools. The storage must be located, safe of any damages risk.(e.g in the photo below). The shelves of the tools need to be identified, addressed (e.g. tool position and level) with inventory for easy research and management.



Picture - Illustrative Only

The direct contact of the tool with the floor is forbidden. In case of need, the Supplier can install a rubber protection below of the tooling (similar protection is accepted).

Note: Woods pallets are not allowed. Stack tools is forbidden at all times.

The tools must have individual identification in the store. As minimum requirement the Supplier need to describe:

- Owner of the tool
- Part number
- Manufacturing date
- Manufacturer
- Customer

The Supplier shall implement for each tools a clear visual status identification (e.g. Tooling OK, Tooling NOK, Tooling Under Validation, etc.) in order to easily identify them for the production / maintenances team members.

Quarantined tools shall be effectively controlled and identified. Tools can be scrapped only after obtaining prior documented permission from respective owner of the tool. Same shall follow the Product/Process Termination Notification (PTN) of Purchased Components –A2C00052905 latest version- must be followed, where applicable.

4.5.5 Document archiving

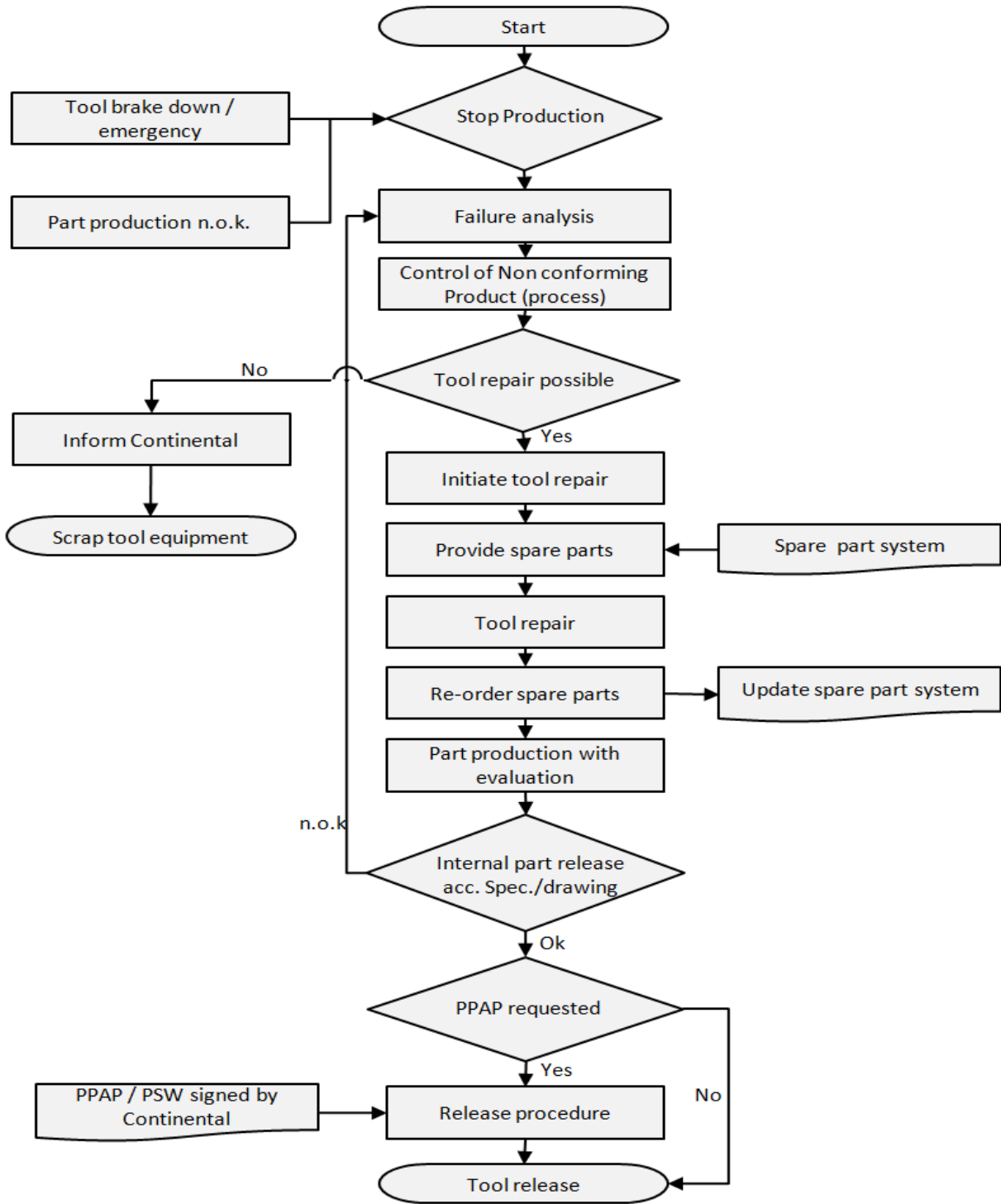
The Supplier shall have a data log about all maintenances process and is responsible to manage all records and backups as well.

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	13 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

5 Process flows and tables

5.1 Process flow repair *




Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	14 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

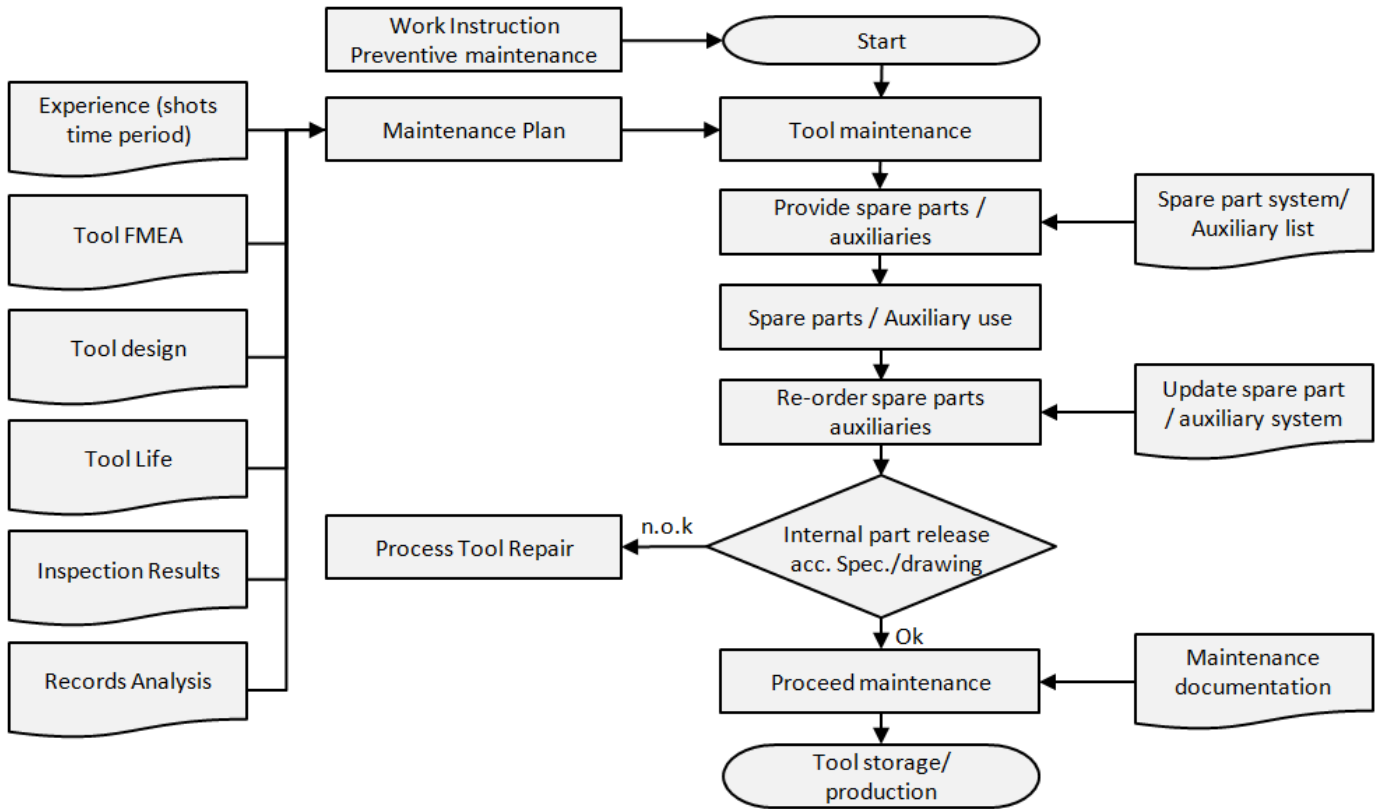
5.1.1 Table process flow repair *

Process Step	Input	Activities	Output
<u>Stop production</u>	<u>Defected parts</u>	<u>Stop production, blocking of tool</u>	<u>Tool file, blocked tool, defect parts</u>
<u>Failure analysis</u>	<u>Tool file, blocked tool, defect parts</u>	<u>Failure analysis – part and tool</u>	<u>Results failure analysis</u>
<u>Control of nonconforming product (process)</u>	<u>Non conforming product</u>	<u>According fixed process</u>	<u>According fixed process</u>
<u>Tool repair possible</u>	<u>Result failure analysis</u>	<u>Decision of tool repair</u> <u>Continental need to be informed up front sending the mold to the tool maker (For critical tooling repair)</u>	<u>Tool not able to repair – Inform Continental</u> <u>Tool able to repair – Initiate tool repair</u>
<u>Inform Continental</u>	<u>Tool not able to repair</u>	<u>Customer information -> customer decision needed</u>	<u>Part deviation approval</u> <u>Scrap tool</u>
<u>Initiate tool repair</u>	<u>Tool able to repair</u>	<u>Decision to inform customer Yes/ No?</u> <u>Preparation tool repair</u> <u>Order tool repair internal / external</u> <u>order spare parts</u> <u>Capacity and time schedule verification</u> <u>Transfer tool to tool shop / external tool maker</u>	<u>Customer information</u> <u>Order tool repair</u> <u>Order spare parts</u> <u>Transfer tool</u>
<u>Tool repair</u>	<u>Receiving Spare parts</u>	<u>Tool repair</u>	<u>Repaired tool</u>
<u>Part production with evaluation</u>	<u>Repaired tool in test production with needed raw material</u>	<u>Sample production</u> <u>Tool adjustment</u> <u>Evaluation of samples parts</u> <u>Fitting Check (e.g. the function test, torque check, haptic check, noise check)</u>	<u>Evaluation results NOK – 5</u> <u>Evaluation results OK – 8</u>
<u>Internal part release according spec/drawing</u>	<u>Evaluation results OK</u>	<u>Performing of internal approval</u> <u>In case of customer requirement: PPAP / PSW documentation</u>	<u>Measurement report or PPAP / PSW</u>
<u>Inform Continental</u>	<u>Inform Continental PPAP / PSW</u>	<u>PPAP evaluation and release by Customer</u>	<u>Release PPAP / PSW</u>

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	15 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

5.2 Process flow preventive maintenance *



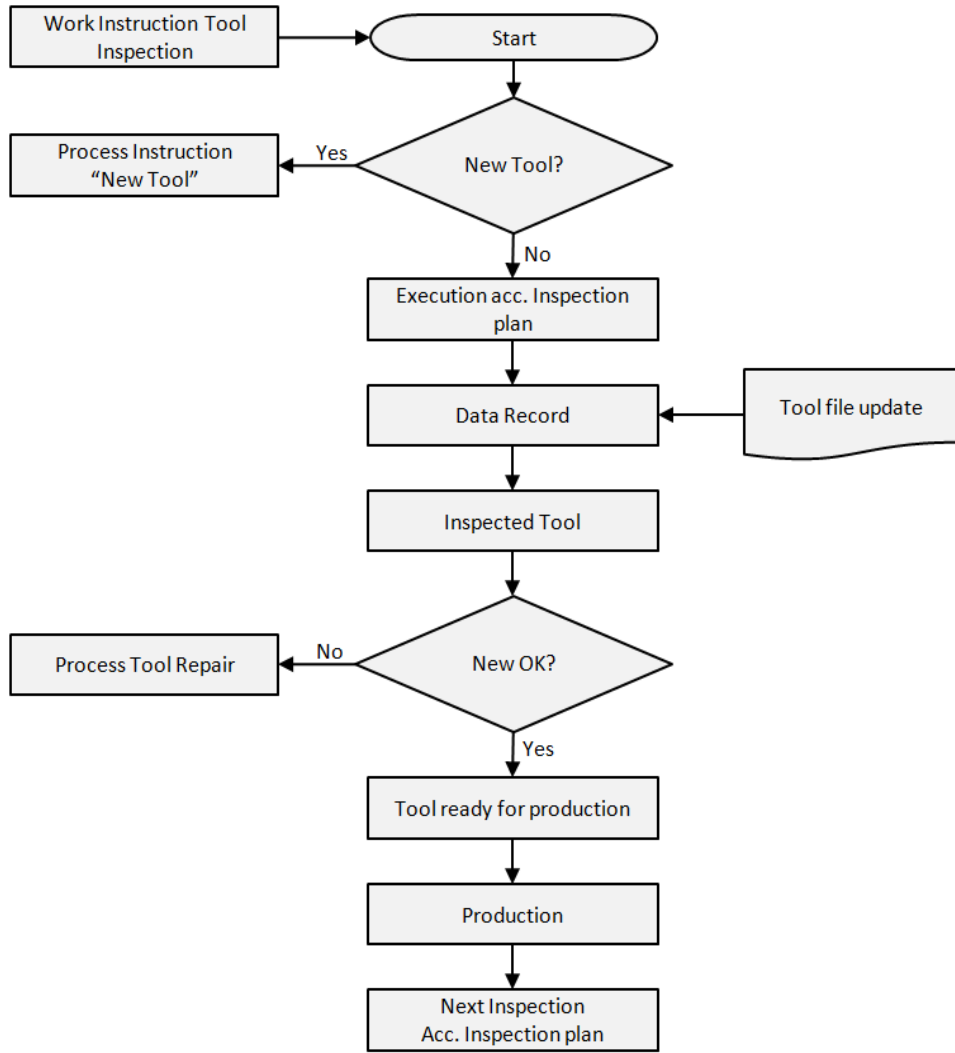
5.2.1 Table process flow preventive maintenance *

Process Step	Input	Activities	Output
Tool maintenance	Maintenance plan	Tool maintenance	Provide spare part / auxiliaries
Tool Status	Maintained tool	Decision if tool is o.k.	Tool n.o.k. -> Tool repair procedure Tool o.k. -> proceed maintenance
Proceed maintenance	Tool status o.k.	Proceed maintenance / documentation	Maintenance documentation / tool ready for production

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	16 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

5.3 Process flow inspection *



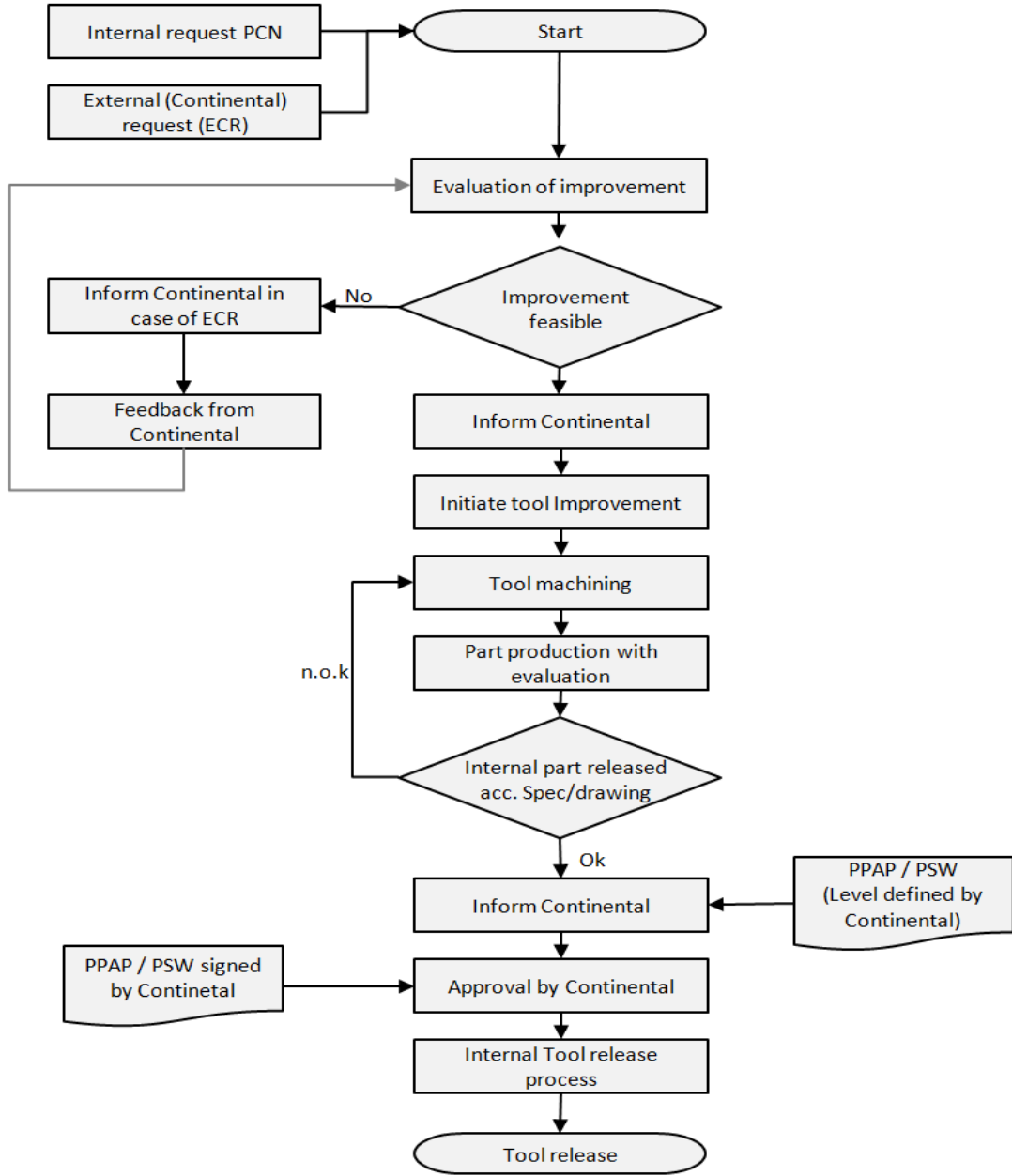
Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

5.3.1 Table process flow inspection *

Process Step	Input	Activities	Output
<u>New Tool?</u>		<u>Evaluation if new or still existing tool</u>	<u>New tool -> creation of tool records / inspection plan</u> <u>Existing tool -> Execution according inspection plan</u>
<u>Execution according inspection plan</u>	<u>Inspection plan</u>	<u>Execution according inspection plan</u>	<u>Data Recording / inspected tool</u>
<u>Tool o.k.?</u>	<u>Inspected tool</u>	<u>Tool o.k.?</u>	<u>Tool n.o.k -> process repair</u> <u>Tool o.k -> tool ready for production</u>
<u>Production</u>	<u>Tool ready for production</u>	<u>Production</u>	<u>New Inspection according inspection plan</u>

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
40379262_QDO_000_AB	17 of 29	
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

5.4 Process Flow Change Management




Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	18 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

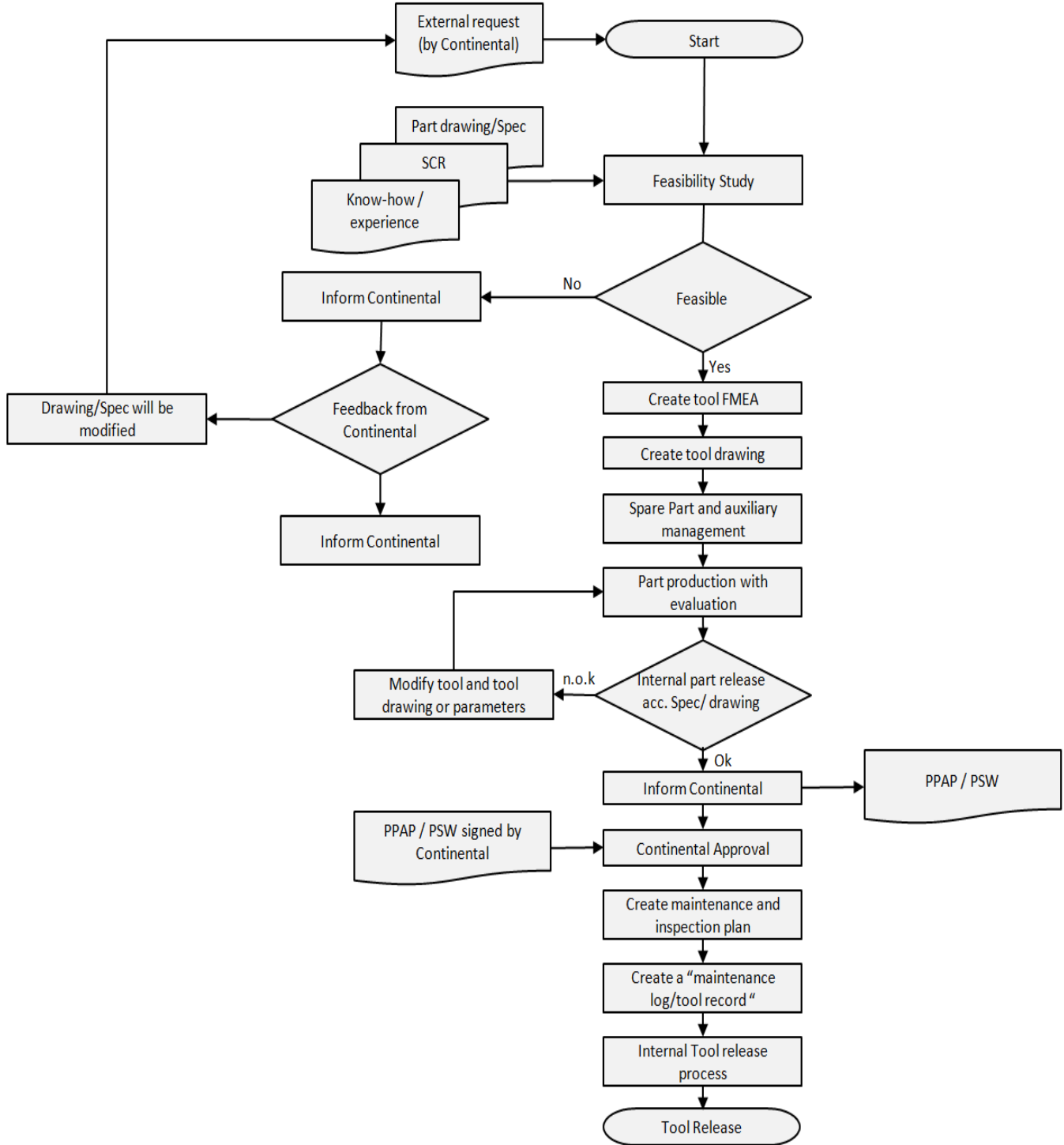
5.4.1 Table Process Flow Change Management

Process Step	Input	Activities	Output
Evaluation of improvement	Internal / external requesting	Evaluation of improvement	Improvement possible yes/no
Improvement not feasible	Evaluation results	Inform Continental in case of ECR	New evaluation
Improvement feasible	Evaluation Results	Inform Continental	Initiate tool improvement after Continental release
Initiate tool improvement	Continental release	Initiate tool improvement	Start tool machining
Part production with evaluation	Modified tool	Part production with evaluation	Part for measurement / release
Internal part release acc. Spec/drawing	Produced parts	Internal part release according to spec/drawing	Measurements report / Test results
Inform Continental	Measurement report/Test Results	Inform Continental	PPAP/PSW
Continental approval	PPAP / PSW	Receive Continental Approval	Tool / part release

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	19 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

5.5 Process flow introduction new tool




Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	20 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

5.5.1 Table process flow introduction new tool

Process Step	Input	Activities	Output
Start	External request	Start introduction	Feasibility study
Feasibility Study	Drawing/ Spec	Clarify feasibility	Feasible yes or no
Not feasible	Feasibility study	Inform Continental	Modified Drawing/ Spec or order canceled
Feasible	Feasibility	Create tool FMEA, tool drawing, spare part and auxiliary management, tool machining, part production with evaluation	Internal part release according to spec. / drawing
Internal part release according to spec./drawing	Part production with evaluation	Internal part release according to spec./drawing	Part according to spec. Yes or No
Part not according to spec.	Internal part release according to spec./drawing	Modify tool, tool drawing or parameters	Part production with evaluation
Parts according to spec.	Internal part release according spec. /drawing	Inform Continental	PPAP / PSW
Customer (Continental) Approval	PPAP/PSW	Create maintenance and inspection plan, maintenance log, tool record, internal tool release process	Tool / part release

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	21 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

6 Tool material

The design and manufacture of tools and the selection of tool materials are very important in the production of discrete parts by use of metal forming processes. The tools must be made by state of the art manufacturing methods from appropriate tool material in order to provide acceptable tool life at a reasonable cost. Often the economic success of a forming process depends on tool life and tool costs per piece produced.

For a given application, selection of the appropriate tool material depends on three types of variables:

- Variable related to the process itself, including factors such as size of the tool cavity, type of machine used and deformation speed, initial stock size and temperature, tool temperature to be used, lubrication, production rate and number of parts to be produced.
- Variable related to the type of tool loading, including speed of loading, i.e., impact or gradual contact time between tools and deforming metal (this contact time is especially important in hot forming), maximum load and pressure on the tools, maximum and minimum tool temperatures, and number of loading cycles to which the tools will be subjected.
- Mechanical properties of the tool material, including harden ability, impact strength, hot strength (if hot forming is considered) and resistance to thermal and mechanical fatigue.

6.1 Tool materials *

The supplier must select an appropriate steel type suitable for the specified part material and the guaranteed tool lifetime. Attached some examples of often used materials:

Table 1 Specifications of Sweden ASSAB

Type	Sweden ASSAB	Application Hardness	CHARACTERISTICS	APPLICATIONS
Plastic molding steel	618HH	HB330-370	Prehardened plastic mold steel. Good polishability and good machinability	Injection molds for thermo- plastics, extrusion dies for thermo- plastics, blow molds, forming tools, machine components.
	718HH	HB330-370	Modified prehardened plastic mold steel. Very good polishability.	Injection molds for thermo-plastics, extrusion dies for thermo-plastics, blow molds, forming tools, press-brake dies, structural components, shafts.
	Polmax	HRC52	Excellent polishability. Good resistance to corrosion and wear. Good machinability.	Recommended where extreme surface finishes are required, such as lens molds and CD molds.
	STAVAX ESR	HRC52	Stainless plastic mold steel with excellent polishability and corrosion resistance.	Corrosion/staining resistance, wear resistance, high surface finish.
	STAVAX Supreme	HRC52	Stainless mold steel with a unique combination of toughness, corrosion resistance and through-hardening properties.	For all type of molds, especially suited for larger tools where corrosion in production is unacceptable and where high surface finish is required.
	ELMAX	HRC58	Powder tool steel. Stainless plastic mold steel with high wear resistance.	Electronics industry: connectors, plugs, switches, resistors, integrated circuits. Food processing industry: corrosion resistance and wear resistance.
	CALMAX	HRC58	High toughness, good wear resistance and good polishability steel for plastic molds.	Typical blanking die where it could be used because of the high demands on toughness. Mold for the production of electrical components.
	CORRAX	HRC46	Age hardening stainless steel with superior corrosion resistance.	Injection molds for corrosive plastics, rubber, medical and food industry; Extrusion dies; Plastic processing (screws, nozzles); Engineering parts.
Cold Work Steel	DF2 (DF3)	HRC60	General purpose tool steel, good surface hardness, wear resistance, easy to harden.	Cutting: blanking, punching, piercing, cropping, shearing, trimming, clipping. Forming: punching, raising, drawing, rim rolling, spinning, flow forming.
	SLEIPNER	HRC64	Mixed-abrasive profile and good resistance to chipping. Good machining and WEDM properties.	Blanking and fine blanking, shearing, forming, coining, cold forging, cold extrusion, thread rolling, drawing and deep drawing, powder pressing.
	XW-5	HRC62	High performance tool steel. Excellent abrasive wear resistance.	Blanking, punching, cropping, shearing, trimming, clipping.
	XW-10	HRC60	Good hardenability and wear resistance. Excellent size stability. For medium runs.	Blanking, punching, piercing, cropping, shearing, trimming, clipping.
	XW-41	HRC60	High performance tool steel. High	Blanking, fine-blanking, punching, cropping,




Designation	
Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
Document key	Pages
40379262_QDO_000_AB	22 of 29

	(XW42)		wear resistance and toughness.	shearing, trimming, clipping.
	VANADIS 4	HRC60	Powder tool steel. Excellent wear resistance and toughness.	Blanking and forming, fine-blanking, cold extrusion tooling, powder pressing, deep drawing, knives.
	VANADIS 10	HRC62	Powder tool steel. Supreme wear resistance.	Blanking and forming, fine-blanking, blanking for electrical sheet, deep drawing, cold forging, slitting knives, powder pressing.
Hot Work Steel	ORVAR S (8407)	HRC52	Good resistance to thermal fatigue. The steel is produced by a special melting and refining technique in order to give mechanical properties with maximum isotropy and is certified to meet a minimum average Charpy V-notch test result of 11 J.	Suitable for a wide variety of hot work applications, including tools for high pressure die casting, hot extrusion and press forging, 8407 SUPREME also meets or exceeds NADCA 207-97 specifications.
	Dievar	HRC52	High performance hot work tool steel with very good resistance to heat checking, gross cracking, hot wear and plastic deformation.	Excellent choice for die casting, forging and extrusion
	QRO 90 SUPREME	HRC48	Very good high temperature strength and very good thermal fatigue resistance.	Die casting dies and associated tooling, extrusion dies and extrusion tooling, forging dies.
	HOTVAR	HRC58	Very good high temperature properties and high hot wear resistance steel for warm forging and extrusion.	Warm forging, die and punches, Roll forging, rolling segments; Rock orbital forging punches and dies; Hot bending, tools; Hot calibration, tools; Zinc die casting, dies.

Table 2. Steels for Tool Making

Steels for Tool Making							
Type	China	Germany	Russia	U.S.A	U.K.	Japan	France
	GB	DIN	Г O C T	ASTM	BS	JIS	NF
High Quality Carbon Structure Steel	08F	C10	08 K П	1006	040A04	S09CK	
	08	C10	08	1008	045M10	S9CK	
	10F			1010	040A10		XC10
	10	C10,CK10	10	1010,1012	045M10	S10C	XC10
	20	C22,CK22	20	1020	050A20	S20C	XC18
	15Mn	14Mn4	15 Г	1016,1115	080A17	SB46	XC12
	20Mn		20 Г	1021,1022	080A20		XC18
	45Mn		45 Г	1043,1045	080A47	S45C	
Alloy Structural Steel	20Mn2	20Mn5	20 Г 2	1320,1321	150M19	SMn420	
	35Mn2	36Mn5	35 Г 2	1335	150M36	SMn438(H)	35M5
	45Mn2	46Mn7	45 Г 2	1345		SMn443	
	45B			50B46H			
	40MnB			50B40			
	35Cr	34Cr4	35X	5132	530A36	SCr430(H)	32C4
	40Cr	41Cr4	40X	5140	520M40	SCr440	42C4
	45Cr		45X	5145,5147	534A99	SCr445	45C4
	38CrSi		38XC				
	15CrMo	16CrMo44	15XM	A-387Cr · B	1653	STC42	12CD4
	30CrNi3A	28NiCr10	30XH3A	3325	653M31	SNC631H	
	20MnMoB			80B20			

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	23 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

	38CrMoA1A	41CrAlMo07	38XM10A		905M39	SACM645	40CAD6.12
Roller Bearing Steel	GCr9	105Cr4	III X9	E51100		SUJ1	100C5
	GCr9SiMn					SUJ3	
	GCr15	100Cr6	III X15	E52100	534A99	SUJ2	100C6
	GCr15SiMn	100CrMn6	III X15C Γ				

Steels for Tool Making

Free Cutting Steel	Y12		A12	C1109		SUM12	
	Y15	10S20		B1113	220M07	SUM22	
	Y20	22S20	A20	C1120		SUM32	20F2
	Y30	35S20	A30	C1130		SUM42	
	Y40Mn	40S20	A40 Γ	C1144	225M36		45MF2

Wear Resistant Steel	ZGMn13	X120Mn12	116 Γ 13IO			SCMnH11	Z120M12
----------------------	--------	----------	------------	--	--	---------	---------


Carbon Tool Steel	T7	C70W1	y7	W1-7		SK7,SK6	
	T8		y8			SK6,SK5	
	T8A	C80W1	y8A	W1-0.8C			1104Y,75
	T8Mn		y8 Γ			SK5	
	T10		y10	W1-1.0C	D1	SK3	
	T12	C125W	y12	W1-1.2C	D1	SK2	Y2 120
	T12A	C125W2	y12A	W1-1.2C			XC 120
	T13	C135W	y13			SK1	Y2 140

Alloy Tool Steel	8MnSi	C75W3					
	9SiCr	90CrSi5	9XC		BH21		
	Cr2	100Cr6	X	L3			
	Cr06	140Cr3	13X	W5		SKS8	
	Cr12	X210Cr12	X12	D3	BD3	SKD1	Z200C12
	Cr12MoV	X165CrMoV46	X12M	D2	BD2	SKD11	Z200C12
	9Mn2V	90MnV8	9 Γ 2 Φ	02			80M80
	9CrWMn		9XB Γ	01		SKS3	80M8
	CrWMn	105WCr6	XB Γ	07		SKS31	105WC13
	3Cr2W8V	X30WCrV93	3X2B8 Φ	H21	BH21	SKD5	X30WC9V

Steels for Tool Making

High Speed Tool Steel	W18Cr4V	S18-0-1	P18	T1	BT1	SKH2	Z80WCV
							18-04-01
	W6Mo5Cr4V2	S6-5-2	P6M3	N2	BM2	SKH9	Z85WDCV
							06-05-04-02
	W18Cr4VCo5	S18-1-2-5	P18K5 Φ 2	T4	BT4	SKH3	Z80WKCV

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	24 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

							18-05-04-01
	W2Mo9Cr4VCo8	S2-10-1-8		M42	BM42		Z110DKCWV
							09-08-04-02-01
Stainless Steel	1Cr18Ni9	X12CrNi188	12X18H9	302	302S25	SUS302	Z10CN18.09
	Y1Cr18Ni9	X12CrNiS188		303	303S21	SUS303	Z10CNF18.09
	0Cr19Ni9	X5CrNi189	08X18H10	304	304S15	SUS304	Z6CN18.09
	00Cr19Ni11	X2CrNi189	03X18H11	304L	304S12	SUS304L	Z2CN18.09
				S30403			
	0Cr18Ni11Ti	X10CrNiTi189	08X18H10T	321	321S12	SUS321	Z6CNT18.10
	0Cr13Al	X7CrAl13		405	405S17	SUS405	Z6CA13
	1Cr17	X8Cr17	12X17	430	430S15	SUS430	Z8C17

6.2 Methods to improve tools surface hardness *

Table 4 Methods to improve tools performance

Name	Effect	Application example
Carbonizing	Improve hardness (62—68HRC), abrasion resistance and fatigue resistance.	Extrusion tools and shafts
Nitriding	Improve hardness(950HV), abrasion resistance, adhesion resistance, thermoharding	Cold extrusion tools
Ion carburizing	Eliminate the white shortness layer on material surface. Its fatigue resistance and deformation are better than those of Nitriding.	Punching and extrusion tools
Boronizing	Has excellent surface hardness, abrasion resistance, adhesion resistance, anti-oxidation thermoharding as well as good erosion resistance	Deep drawing tools and extrusion tools
Carbonitriding	Has better hardness and abrasion resistance and fatigue resistance than single Carbonizing or Nitriding	For punching tools, deep drawing tools and extrusion tools
TD treatment	Improve hardness, abrasion resistance and thermal-fatigue resistance	For extrusion tools
Electrical-discharge Strengthened Layer	Improve hardness, strengthens, abrasion resistance and erosion resistance	For stamping tools
Shot blast	Improve hardness, strengthens, abrasion resistance and erosion resistance	For stamping and tools


6.3 Tool surface

Different kinds of surface finishing:

- polish
- sand blasting
- etching
- erode a.s.o.

Surface finishing only allowed by released/approved suppliers.

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	25 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

6.4 Factors affecting service life

Proper selection of the die material and of the die manufacturing technique determines, to a large extent, the useful life of forming dies. Tools may have to be replaced for a number of reasons, such as changes in dimensions due to wear or plastic deformation, deterioration of the surface finish, breakdown of lubrication and cracking or breakage. In hot impression die forging, the principal modes of die failure are erosion, thermal fatigue, mechanical fatigue and permanent (plastic) deformation.

The following graphics illustrate the importance of each factors :

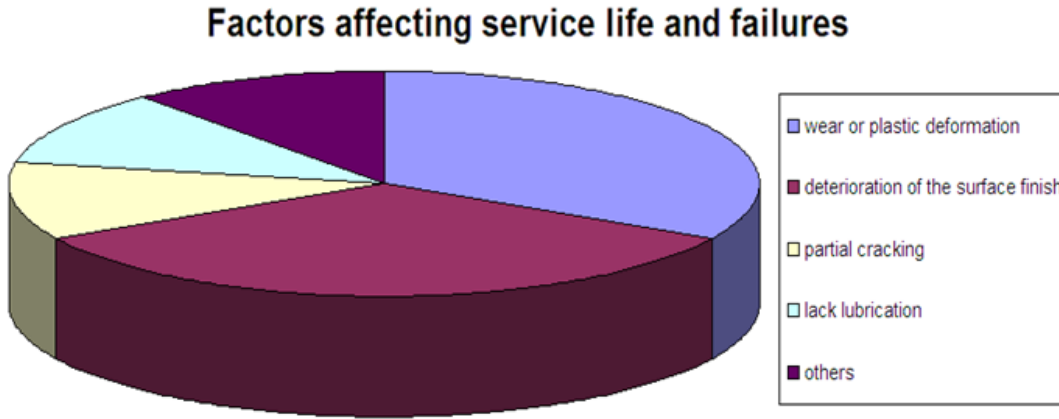


Fig.5. Factors affecting Service Life

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	26 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

7 Tool marking

Tool marking is the necessary step in the process of tool design and making. It explicitly tells us about the information of tools, such as tool's name, owner's name, current status as well as useful parameters for tracing or later use. There are two types of tool marking, namely external marking and internal marking. Each of them has different purposes and criteria.

7.1 External marking

External marking usually appear on the surface or noticeable places of tools

If not otherwise fixed within drawing/specification, tooling agreement or SCR, the following are the minimum items that have to be appeared in External marking.(See Fig.3)

- Name of tool owner e.g. Continental or customer name
- Tool number
- Customer part number



Fig.3 Example of External marking

Marking can additionally include:

Internal part number, internal project name/number, weight, material name/number, tonnage required a.s.o

7.2 Internal marking

In addition to external marking, internal marking also tells us the basic information of product and its manufacturing status.

Internal marking should include the following items (if not otherwise stated within specification/drawing or fixed within SCR):

- Logo
- Part number
- Cavity number
- Material code
- Recycle symbol
- Supplier code
- Date code

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	27 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012



Fig.4 Internal Marking Example

8 Reference

8.1 Record of Changes

Revision	Date	Authors	Reasons of the changes	Paragraph and Chapter modified
AA	15.05.2009	H.Graef	Creation	
AB	14.12.2016	M.Kopelvski	CCP Project - Preventive Maintenance CCP Project –New Structure “Expectations towards Suppliers”	Chapter 4 (All) All


8.2 Team

Name	Department	Email	Phone
H.Graef	PA SQM Plastic and Ruber (PLF)	Holger.graef@continental-corporation.com	+49 69 7603 6704
M.Kopelvski	PA - SQM – CoE (SQM-Cat)	marillon.kopelvski@continental-corporation.com	+55 (11) 2423 7588
Y.Cibrian	PA SQM Metals (CAS)	yansy.cibrian-uribe@continental-corporation.com	+52 (33) 3055 8413
M.Skapka	PA SQM Plastic and Ruber (CON)	mojmir.skapka@continental-corporation.com	+420 556 88 1235
S.Vintila	PA SQM Plastic and Ruber (PMT)	sergiu.vintila@continental-corporation.com	+40 (369) 433-843
A.Flesch	PA SQM Metals (CAS)	andreas.flesch@continental-corporation.com	+49 69 7603 8367
T.Spitzenberg	PA SQM – BU Specific Parts (FEM)	thomas.spitzenberg@continental-corporation.com	+49-941-790-61 034
B.Dettbarn	PA SQM – DIV I (PLD)	bjoern.dettbarn@continental-corporation.com	+49 69 7603 9625
S.Bartus	PA SQM Plastic and Ruber (PLF)	stefan.bartus@continental-corporation.com	+49 941 790-92296
H.Siegl	PA SQM Plastic and Ruber (CON)	Hans-Juergen.Siegl@continental-corporation.com	+49 941 790-4922
P.Bauer	PA SQM – CoE	Peter.4.Bauer@continental-corporation.com	+49 941 790 4313

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility, model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	28 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

8.3 e-Sign Approval

S-list Id: 5545956
 S-list file: [CQR Tooling_SCR Checklist_40379262QDO000AB.zip](#) 
 Status: Approved
 Group: None


Creation date: 19 Dec 2016 13:02:20
 Last action date: 06 Feb 2017 23:18:40
 Duration: 49 day(s)
 Category: Other

Initiator name: Kopelwski Marllon
 Initiator department: SQM M

Initiator email: marllon.kopelwski@continental-corporation.com
 Initiator login name: uidw2328

Signers	Function	Set type/name	Decision
Bauer Peter(PA SQMM2) uid02227 - peter.4.bauer@continental-corporation.com		Individual signer	Accept 06 Feb 2017 23:18:37 via eSign

Transmittal, reproduction, dissemination and/or editing of this document as well as utilization of its contents and communication thereof to others without express authorization are prohibited. Offenders will be held liable for payment of damages. All rights created by patent grant or registration of a utility model or design patent are reserved.

	Designation	
	Category Quality Requirements (CQR) for Tooling	
	Document key	Pages
	40379262_QDO_000_AB	29 of 29
Continental Corporation		Copyright (C) Continental AG 2012

Anexo 14- Normas do cliente (*BEBUSCH*)

BEBUSCH HUNGÁRIA KFT.

TOOL CONSTRUCTION REQUIREMENTS

The requirements listed below are to be considered when manufacturing a new tool for Bebusch Hungária Kft. Any deviance from them must agreed upon by the parties.

1	Tool fixing with flanged fixing plates.
2	Insulation plates required on both sides of the fixing plates of the tool.
3	Make 25 mm deep M16 treaded drill holes need to be crated in the tool plates (bottom-top-medium) to be provided the lifting possibility of these plates
4	Make dismantle slots at the corners of each tool plates
5	Make lift-in bridges and holes for big-sized tools
6	Injection bush point radius (see drawing) will be R16 in case of cold runner tools, and have to be flat surfaced in case of hot runner tools
7	Location ring will be with an outer diameter of 100 mm only on the fixed side of the tool
8	Electric connections on the top of the tool (if possible) Type : HARTING house 16 poles 09 30 016 0301 - inside 16 poles 09 33 016 2601
9	Point of safety reason to be avoided the ejector plate "bending)", please create M16 tread based on the attached sketch and drawings. The length of the M16 tread can be changed from 17 mm to 36 mm pending on the ejector plate thickness.
10	Microswitch for the ejector plate position control on the upper part and always on the outside of the tool Type: Strack Z 7600

11	Heating/cooling connections at the bottom of the tool – if not possible then on the side which looks at the backside of the machine
12	Heating/cooling connections must always be recessed into the even plain of the tool surface – if not possible then tool must have "legs": Connector types : Meusburger (or a corresponding Hasco) Type: E2000 /9 /10 (M 10 x 1)
13	Any repair/adjustment by welding during toolmaking – only with written pre-approval of Bebusch Hungary and at toolmaker's costs
14	In the cooling circle any built in separators etc. only from brass – NO plastic
15	Each tool must come with a nozzle – drawing and + 3D will be provided by Bebusch Hungária kft
16	Specification of planned date stamp to be agreed with Bebusch beforehand
17	In case of the injection gating areas have to be think about steel safe solution or replaceable construction – if possible
18	Mold Flow Study have to part of the tool design
19	Indicate water connection directions "IN/OUT"; in case of core cooling indicate separately "CORE OUT" AND "CORE IN"
20	At the busing of the guiding bars make 4 x 6 mm drill holes into the side of the fixing plate to avoid vacuum due to " piston effect" during movements
21	Put shot counter on the operator's side of the tool - type to be agreed with Bebusch Hungária Kft
22	Data plate on the operator's side of the tool if possible – data to be agreed with Bebusch Hungary
23	Tool inserts must be at the same surface level as the form plate

Anexo 15- Normas *Frumolde Tooling*

OBJETIVO

Definir as Instruções de Trabalho de Projeto.

INDICE

1. Introdução
2. Gestão de Informação
3. Lista de Componentes / Materiais
4. Olhais
5. Rasgos de Aperto à Máquina / Abertura de Chapas
6. Caixas de Elementos
7. Cavilhas de Referência nos Elementos
8. Guiamento do Molde
9. Blocos de Travamento
10. Canais de Injeção
11. Escape de Gases
12. Refrigeração
13. Pernos de Retorno
14. Botões de Encosto
15. Hastes de Extração
16. Extratores
17. Suportes
18. Agrupamento de Peças para Erosão por fio
19. Elementos Móveis
20. Rasgo para Fios Elétricos

1. Introdução

Para a concepção de cada molde será elaborado um projeto que deverá compreender:

- **Desenho preliminar do molde (3D e 2D)** com dimensões máximas dos aços e mecânica de funcionamento do molde, para aprovação do cliente.
- **Desenho final do molde (3D e 2D)** conjunto para montagem, mostrando claramente as suas funções principais, as suas dimensões globais e a relação do molde com a máquina em que irá trabalhar.
- **Desenhos individuais de todas as peças do molde (3D e ou 2D)** não normalizadas e ou que seja necessário maquinar (zonas moldantes, movimentos, postigos, chapas da estrutura, acessórios, etc.)
- **Lista de materiais** de todas as peças que compõem o molde, com número de referência, quantidades, descrição, material, tratamento térmico e dureza requerida. Para as peças normalizadas, fabricante e referencia comercial.
- **Legendas “Frumolde tooling”** devidamente preenchidas e notas sobre revisão do artigo utilizado e acabamentos superficiais das zonas moldantes.
- **Esquemas** dos circuitos elétricos, hidráulicos, pneumáticos e de refrigeração.
- Deve ser impressa pelo menos 1 cópia em papel de todos os desenhos efetuados.

2. Gestão da Informação

Para uma correta gestão, classificação e utilização da informação eletrónica dos moldes, são consideradas indispensáveis as seguintes especificações:

2.1 Nomenclatura de ficheiros

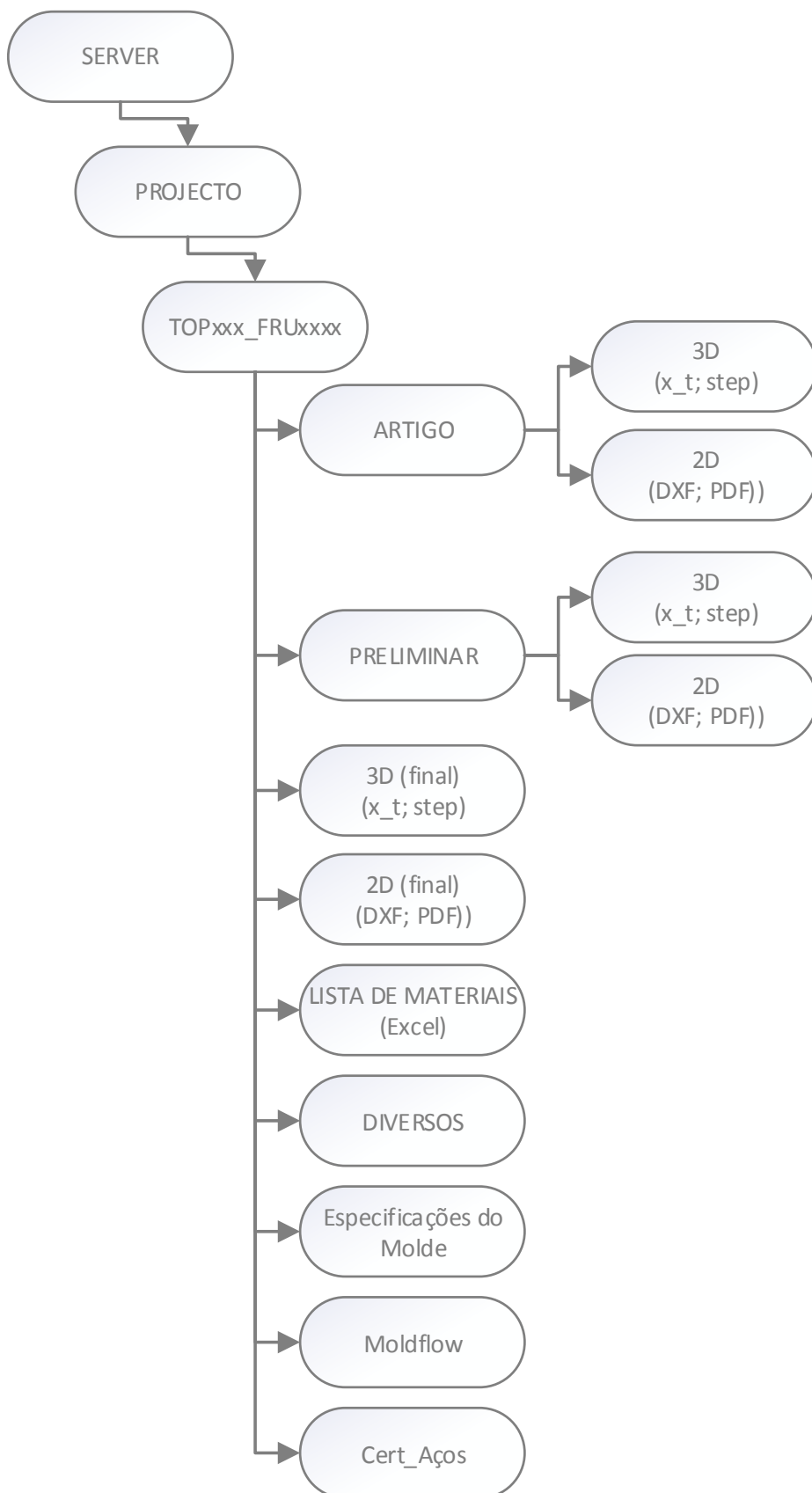
2.1.1 Desenho de Molde Conjunto

Nº Molde	Tipo Geometria	Desenho	Revisão (2 dígitos)	Formato do Ficheiro
TOPxxx_FRUxxxx	3D	PRELIMINAR	REVxx	x_t ; STEP
TOPxxx_FRUxxxx	2D	PRELIMINAR	REVxx	DXF ; PDF
TOPxxx_FRUxxxx	3D	FINAL	REVxx	x_t ; STEP
TOPxxx_FRUxxxx	2D	FINAL	REVxx	DXF ; PDF

2.1.2 Desenho de Peça

Nº Molde	Tipo Geometria	Nº da Peça	Revisão (2 dígitos)	Formato do Ficheiro
TOPxxx_FRUxxxx	3D	001	REVxx	x_t ; STEP
TOPxxx_FRUxxxx	2D	001	REVxx	DXF ; PDF

2.2 Diretório de Trabalho



2.3 Cores das superfícies nas Geometrias 3D

Como forma de uniformizar procedimentos e facilitar a comunicação entre o Projeto e a Programação, as geometrias 3D devem obedecer ao código de cores que consta na tabela seguinte:

	COR TOPSOLID	Ref. COR (RGB)
Zonas Moldantes	Light Grey	(192/192/192)
Zonas de Justamento e H7	Dark Yellow	(153/153/0)
Alteração de Zonas Moldantes	Navy	(128/128/255)
Alteração de Zonas de Justamento	Green	(0/255/0)
Furos Roscados	Dark Orange	(128/66/0)
Furos de Folga	Cyan	(51/204/255)
Caixa para Cabeças de Parafusos	Dark White	(153/204/204)
Furos de água	Spring Green	(0/255/128)

3. Lista de Componentes / Materiais

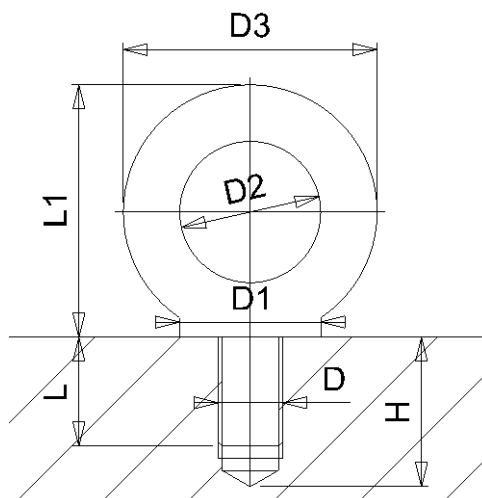
Numeração e designação dos diferentes componentes do molde e respectivos materiais (salvo indicação específica do cliente):



Nº	Designação	Material	Tipo de Aço	Dureza
0	Barra de transporte	1.1730	Aço de Construção	
1	Chapa de Aperto da injeção	1.1730	Aço de Construção	
1A	Chapa de Isolamento			
2	Chapa das Cavidades	1.2312	Pré-tratado	
2A	Chapa de Reforço Cavidades	1.1730	Aço de Construção	
3	Chapa das Buchas	1.2312	Pré-tratado	
4	Chapa de Reforço das Buchas	1.1730	Aço de Construção	
5 / 6	Calços	1.1730	Aço de Construção	
7	Chapa dos Extratores	1.1730	Aço de Construção	
8	Chapa de Aperto dos Extractores	1.2312	Pré-tratado	
9	Chapa de aperto da extracção	1.1730	Aço de Construção	
9A	Chapa de Isolamento			

Nº	Designação	Material	Tipo de Aço	Dureza
10	Chapa Móvel da Injeção	1.1730	Aço de Construção	
		1.2312	Pré-tratado	
11	Chapa Extratora	1.1730	Aço de Construção	
		1.2312	Pré-tratado	
12 a 15	Suporte	1.0726	Aço Calibrado	
16	Guia Principal	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
17 a 19	Guia	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
20 a 22	Guia Inclinada	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
23 – 24	Guia chapas Extradoras	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
25	Casquilho Guia Principal	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
26 a 28	Casquilho Guia Principal	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
29	Casquilho das chapas Extradoras	Br. Graf.		
30 – 31	Perno de Retorno	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
30A	Batente do perno de Retorno	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
32 – 32A	Anel de Centragem	1.1730	Aço de Construção	
33	Injetor	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
		1.2083	Inox	
34	Anel de Ajuste do Injetor	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
35 a 37	Injetor Secundário	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
		1.2083	Inox	
38 a 40	Torpedo			
41 a 45	Limitador de Curso	1.7225	Pré-tratado	
46	Barra de Prisão			
47	Deslizador Barra de Prisão			
48 -49	Interlocks	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
50 – 51	Barra de Fecho	1.1730	Aço de Construção	
52 a 55	Bloco de Encosto	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
		1.2312	Pré-Tratado	
56 a 60	Chapa de Ajuste	1.5919	Cementado	58 – 62 HRC
61	Barra de Deslize	1.2767	Temperado	50 – 52HRC
		Bronze		
62 a 65	Chapa de Deslize	Bronze		
		1.2767	Temperado	50 – 54 HRC
		1.5919	Cementado	58 – 60 HRC
66 a 69	Barra de Limite	1.2312	Pré – Tratado	
70	Carburador	1.2312	Pré-Tratado	
71	Perno do Carburador			
72 a 74	Espassador do Carburador	1.2767	Temperado	50 – 54 HRC

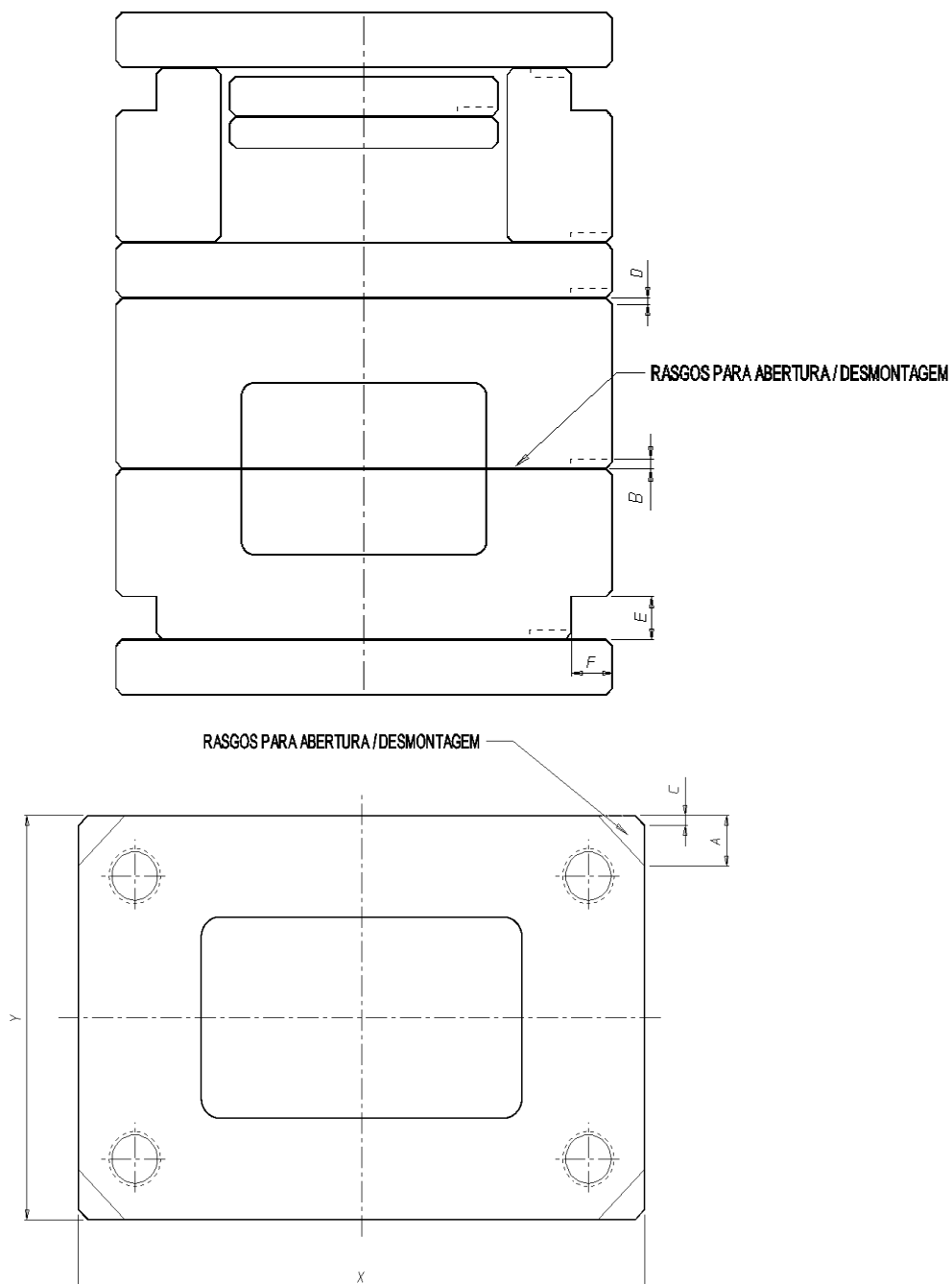
Nº	Designação	Material	Tipo de Aço	Dureza
75	Haste Extratora	1.2312	Pré-Tratado	
75A	Casquilho Haste Extratora	1.5752	Cementado	58 – 60 HRC
75B	Cabeça da Haste Extratora	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
		1.2767	Temperado	50 – 54 HRC
76 a 78	Perno de Prisão			
79	Casquilho Perno de Prisão			
80 a 85	Elemento móvel			
80A, ... 85A	Postiço do Elemento Móvel			
86 a 89	Aro Extrator	1.2767	Temperado	50 – 54 HRC
90 – 91	Separador Injetor	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
		1.2767	Temperado	50 – 54 HRC
92 a 99	Separador Extração	1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
100 a 199	Cavidade			
100A	Postiço da Cavidade			
100B, ...	Postiço da Cavidade			
200 a 299	Bucha			
200A	Postiço da Bucha			
200B, ...	Postiço da Bucha			
300 a 309	Extrator Fixo			
310 a 319	Extrator Tubular			
320 a 329	Extrator Balancé	1.2312	Pré-Tratado	
		1.2344	Temperado	48 – 52 HRC
		1.2767	Temperado	50 – 54 HRC
330 a 339	Ligação de Refrigeração			
340 a ...	Outras Peças Necessárias			

4. Olhais



ROSCA MÉTRICA								
D	L	L1	D1	D2	D3	H	Max. kg	Max. kg
M6	13	36	20	20	36	18	70	50
M8	13	36	20	20	36	18	140	95
M10	17	45	25	25	45	22	230	170
M12	20.5	53	30	30	54	25.5	340	240
M16	27	62	35	35	63	32	700	500
M20	30	71	40	40	72	35	1200	830
M24	36	90	50	50	90	41	1800	1270
M30	45	109	65	60	108	50	3600	2600
M36	54	128	75	70	126	59	5100	3700
M42	63	147	85	80	144	68	7000	5000
M48	68	168	100	90	166	73	8600	6100
M52	78	187	110	100	184	83	9500	7000
M56	78	187	110	100	184	83	11500	8300
M64	90	208	120	110	206	95	16000	11000
ROSCA WHITWORTH E ANC								
D	L	L1	D1	D2	D3	H	Max. kg	Max. kg
1/2"	19	53	25	-	-	24	567	-
5/8"	28	58	36	24	52	33	918	233
3/4"	35	73	45	30	66	40	1428	363
1"	46	94.5	58	39	85	51	2806	700
1 1/4"	56	117	72	48	106	61	4592	1140
1 1/2"	67	137.5	86	57	123	72	6633	1659
1 3/4"	79	164	101	68	148	80	9183	2280
2"	89	186	115	76	168	94	12245	3110

5. Rasgos de Aperto a máquina / Abertura de chapas



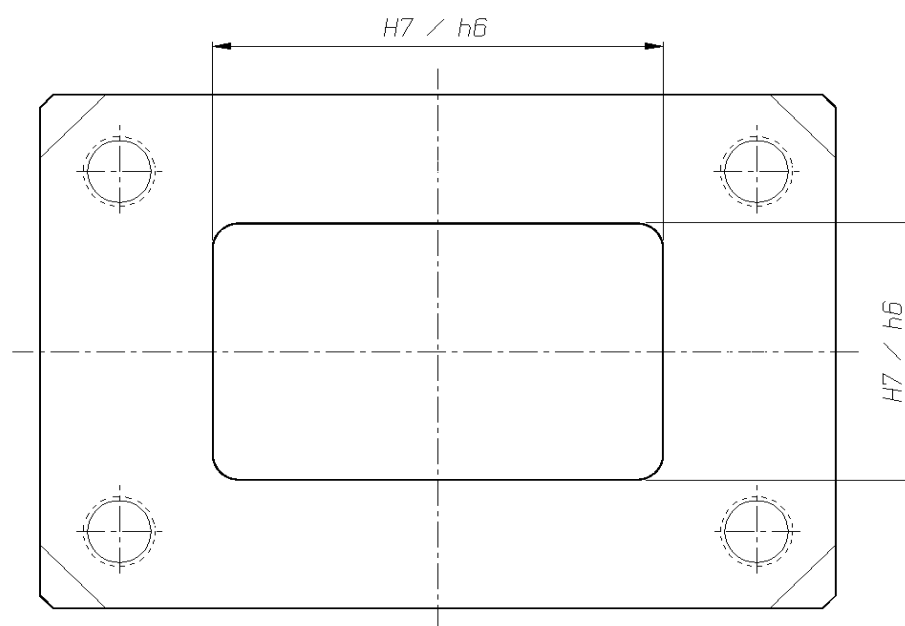
	Dimensões [mm]					
	A	B	C	D	E	F
Estruturas Pequenas ($X \leq 300$ ou $Y \leq 300$)	21	3	4	2	21	16
Estruturas Grandes ($X > 300$ ou $Y > 300$)	26	4	6	3	26	20

6. Caixas de Elementos

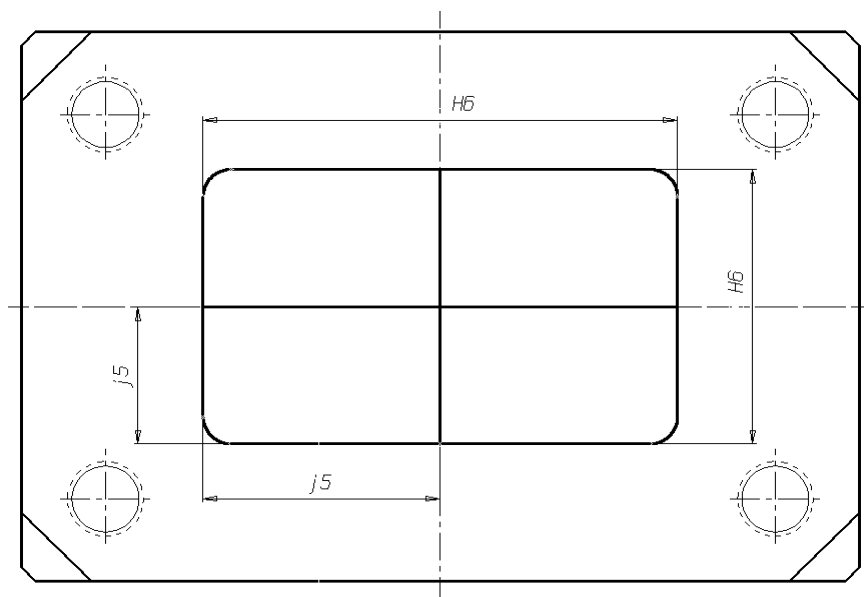
6.1 Raios de canto e de fundo

CAIXA			ELEMENTO	
Profundidade	Raio de canto	Raio de fundo	Raio de canto	Chamfre de fundo
Até 40	10.5	1.5	12	2
de 40 a 80	16.5	2.5	18	3
mais de 80	20.5	3.5	22	4

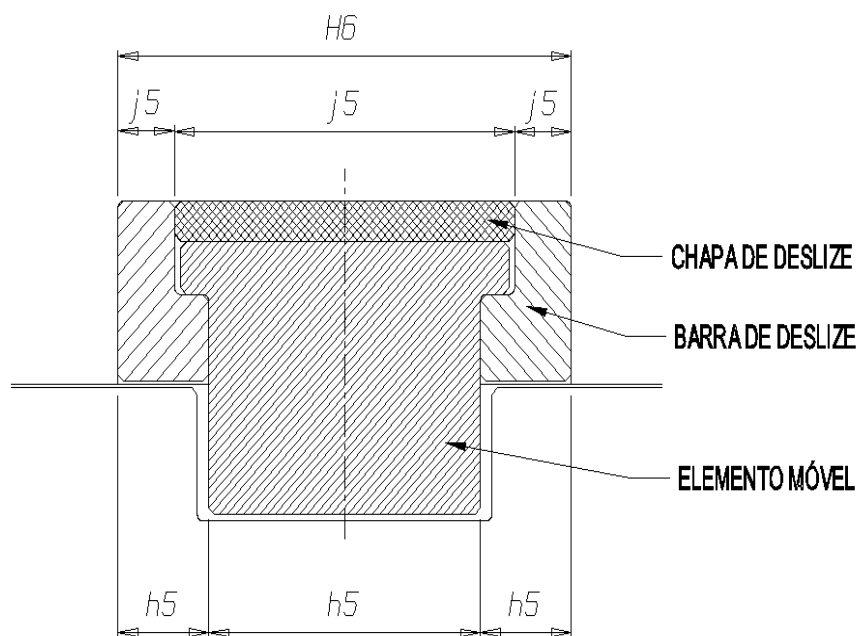
6.2 Tolerâncias



Qualquer zona de justamento em que não haja deslize nem movimento, existe apenas uma peça para uma caixa, considerar na caixa a tolerância **H7** e na peça **h6**.



Quando existem várias peças para entrar numa só caixa, deve considerar-se na caixa **H7** e nas peças **j5**.

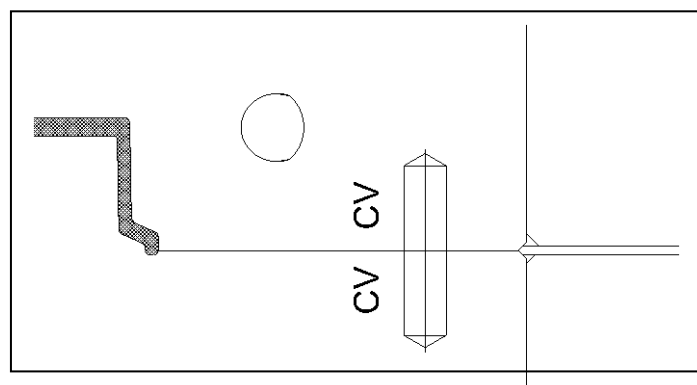
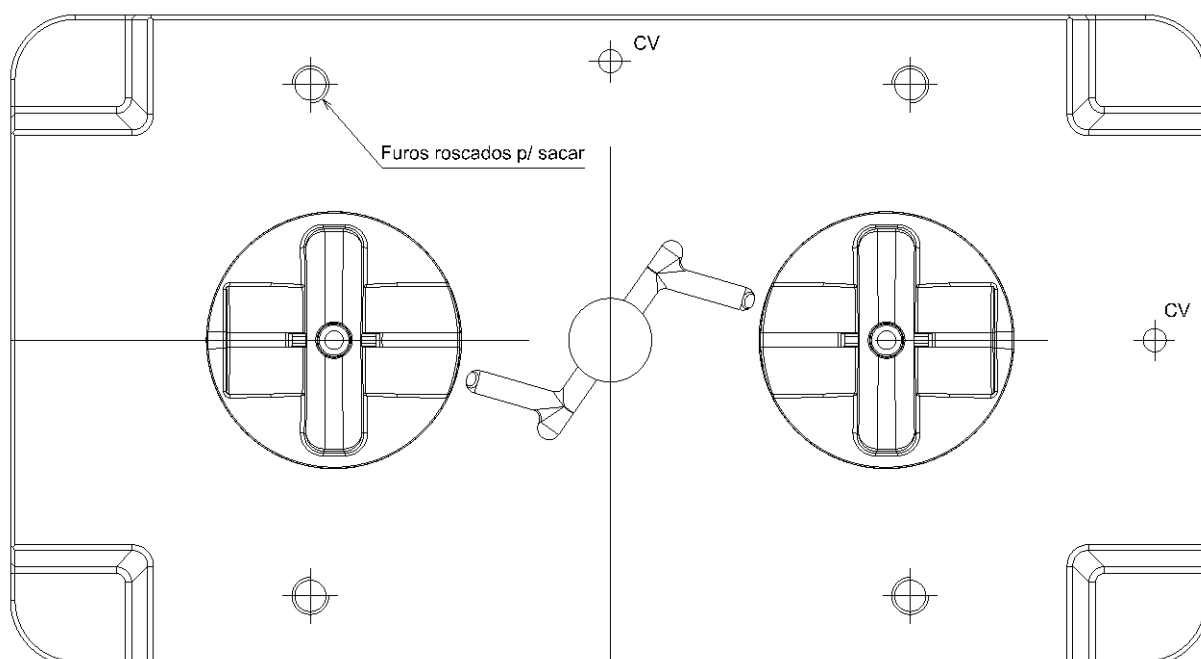


A figura anterior em que o ajustamento utilizado $H6 / j5$ garante-nos o posicionamento das barras de deslize através da chapa, e assim evitamos a colocação de cavilhas.

7. Cavilhas de Referência nos Elementos

Nas zonas moldantes em posições, devem ser efetuados furos para colocar cavilhas de referência nos eixos de simetria (X, Y).

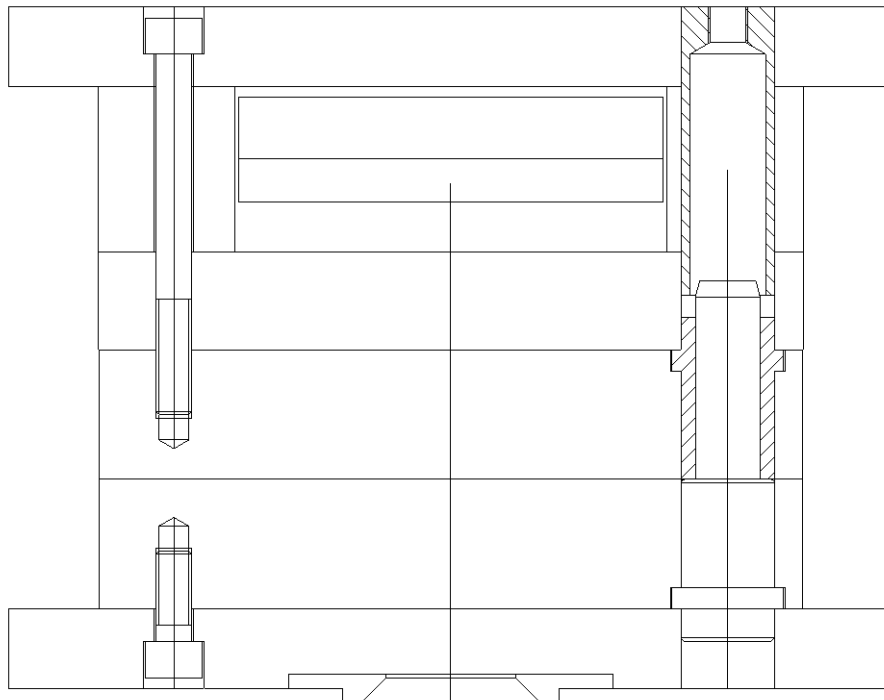
Zonas moldantes até 200x200	Ø5 H7
Zonas moldantes acima 200x200	Ø8 H7



8. Guiamento do Molde

8.1 Guiamento Principal Tipo Alemão

O guiamento principal tem como função fundamental guiar as duas partes do molde, este deve ser feito (sempre que possível) através de guias respigadas e respectivos casquilhos, além do guiamento permitem o encavilhamento e alinhamento das chapas de trás.

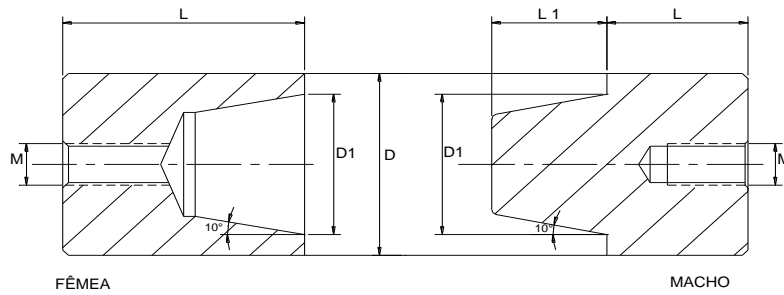


8.2 Guia deslocada Tipo Alemão

Nos moldes são normalmente montadas 4 guias e os correspondentes casquilhos. Para facilitar a sua montagem e garantir que o molde é sempre corretamente montado, **a guia colocada no topo e do lado do operador deve ter diâmetro diferente das restantes.**

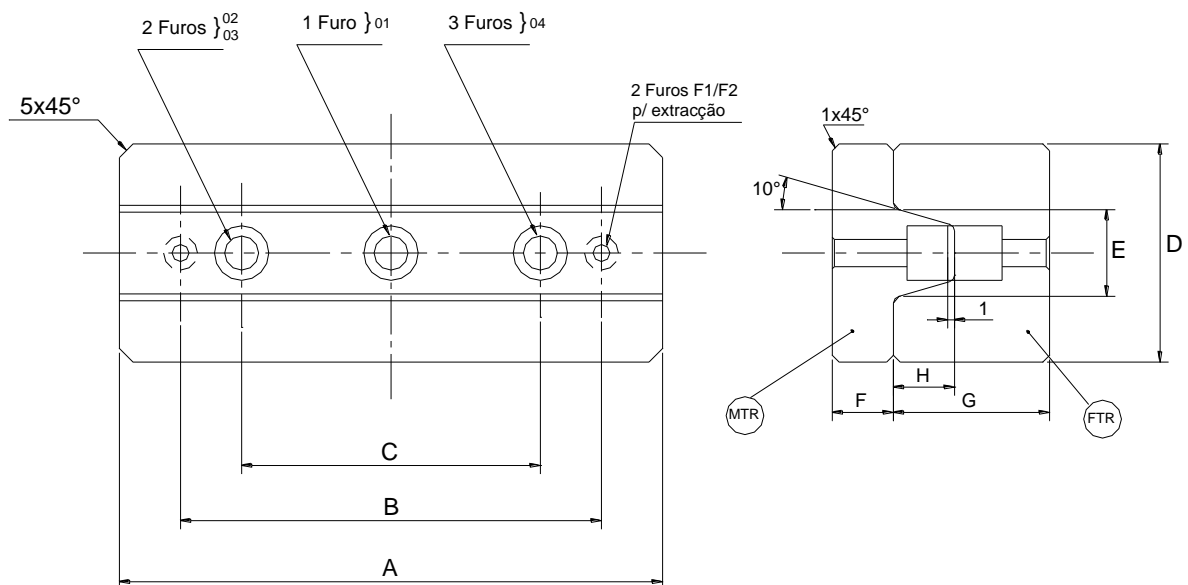
9. Blocos de Travamento

9.1 Moldes sem esforços laterais



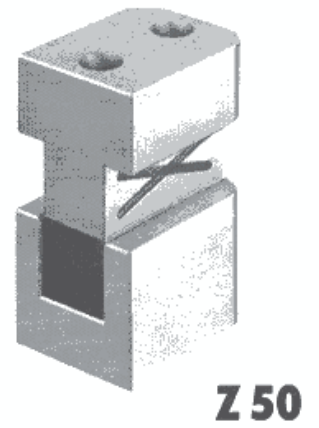
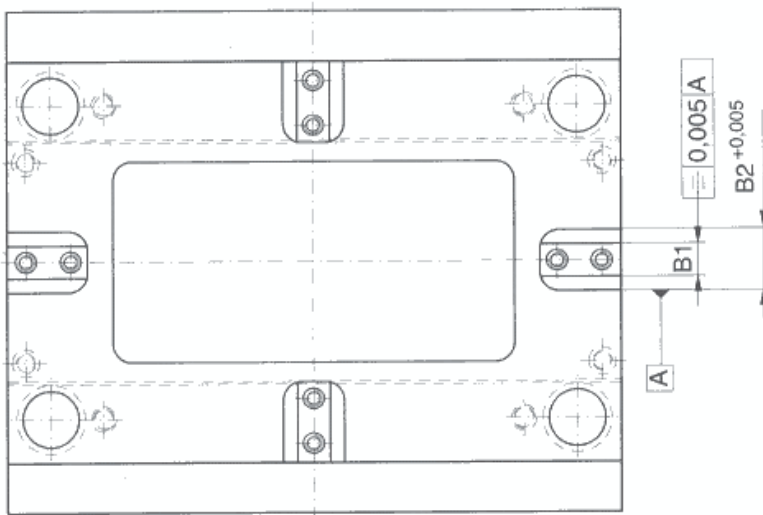
9.2 Moldes sujeitos a pequenos esforços laterais

9.2.1 Justamentos com ângulos superiores a 5°

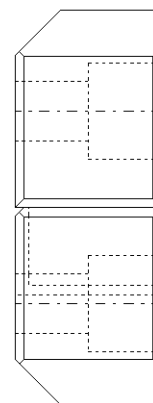
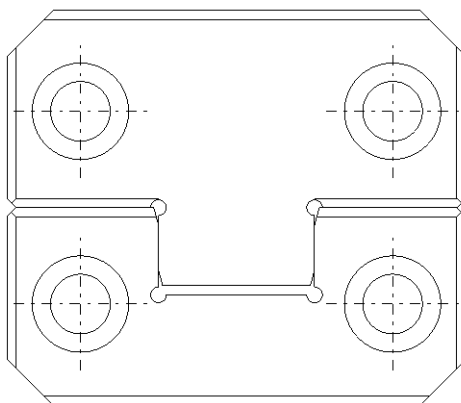


9.2.2 Justamentos com ângulos inferiores a 5°

9.2.2.1 Blocos de Travamento tipo Z50 (Strack Norma)



9.2.2.2 Blocos de Travamento tipo SSI (DME)



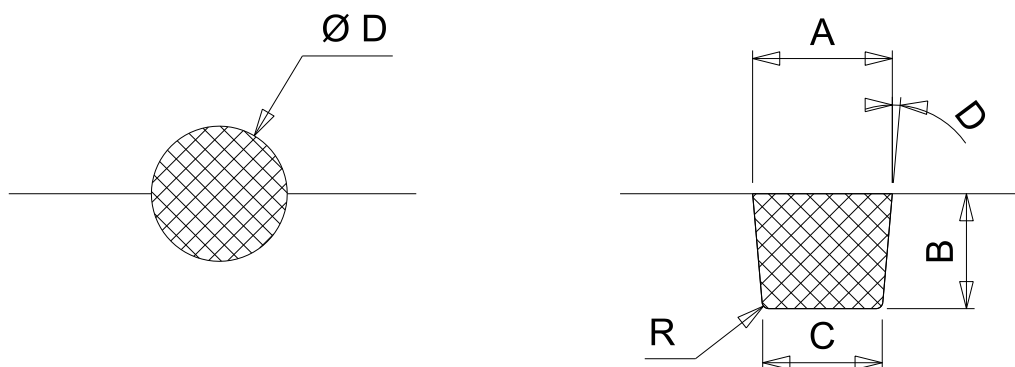
10. Canais de Injeção

10.1 Canal de Secção Trapezoidal

Sempre que possível deve-se utilizar o canal trapezoidal pois apresenta a melhor relação custo /benefício, isto é, custos de maquinação e propriedades de fluxo.

10.2 Canal de Secção Circular

O canal de secção transversal circular é o mais eficiente, a resistência ao fluxo é menor e a queda de temperatura do fundido também, no entanto a necessidade de ser maquinado nas duas metades do molde é uma grande desvantagem.



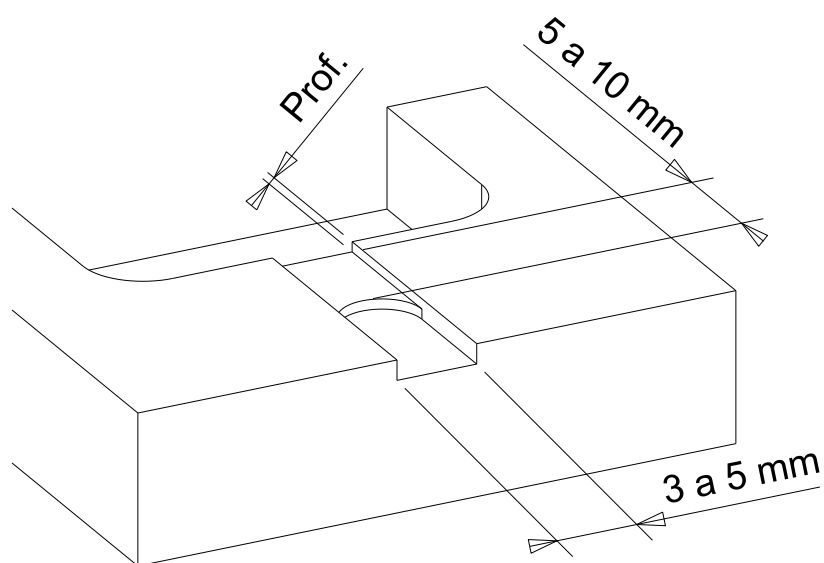
10.3 Equivalência Dimensional

DIMENSÕES					
D	A	B	C	D	R
2	2.2	1.7	1.6	10°	0.5
3	3.2	2.6	2.3	10°	0.5
4	4.2	3.4	3.0	10°	0.5
5	5.2	4.0	3.8	10°	0.5
6	6.3	5.1	4.6	10°	0.5
8	8.3	7.0	7.1	5°	0.5
10	10.3	8.5	8.8	5°	0.5

11. Escape de Gases

O sistema de escape de gases é fundamental para um funcionamento correto do molde. Recomenda-se a sua colocação ao longo de toda a peça mas particularmente em:

- Zonas onde se dá o fim do enchimento
- Linhas de união das frentes de fluxo do material
- Extremidade de paredes de pequena espessura
- Locais onde a peça enche dificilmente



Material	Prof. (mm)
ABS, SAN	0.05 – 0.07
POM	0.01 – 0.03
PMMA	0.03 – 0.07
PA	0.01 – 0.02
PA (reforçado)	0.01 – 0.06
PC	0.02 – 0.07
PE	0.02 – 0.05
PP	0.02 – 0.05
PPO	0.02 – 0.05
PPS	0.01 – 0.02
PS	0.02 – 0.07
PVC (rígido)	0.02 – 0.07
PVC (flexível)	0.01 – 0.05

12. Refrigeração

12.1 Normalização para furacões

Como boa prática, recomenda-se o diâmetro de 10mm para circuitos de refrigeração em moldes de pequena e média dimensão, no entanto podemos utilizar outros diâmetros apresentados na tabela seguinte:

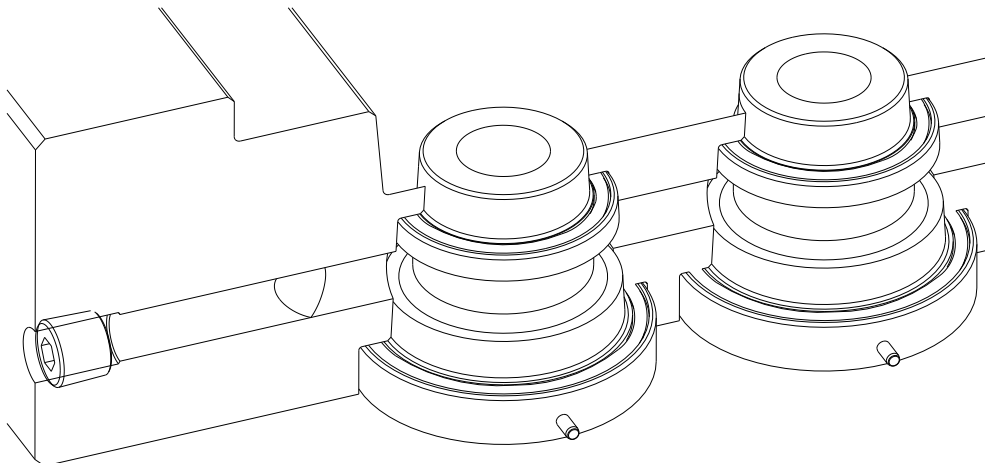
Diâmetro do Furo	Vedante (PARKER Série 2)
Ø6	Ref. 2-110
Ø8	Ref. 2-112
Ø10	Ref. 2-113
Ø14	Ref. 2-116
Ø16	Ref. 2-117
Ø18	Ref. 2-118

Algumas recomendações genéricas sobre a construção de circuitos de refrigeração:

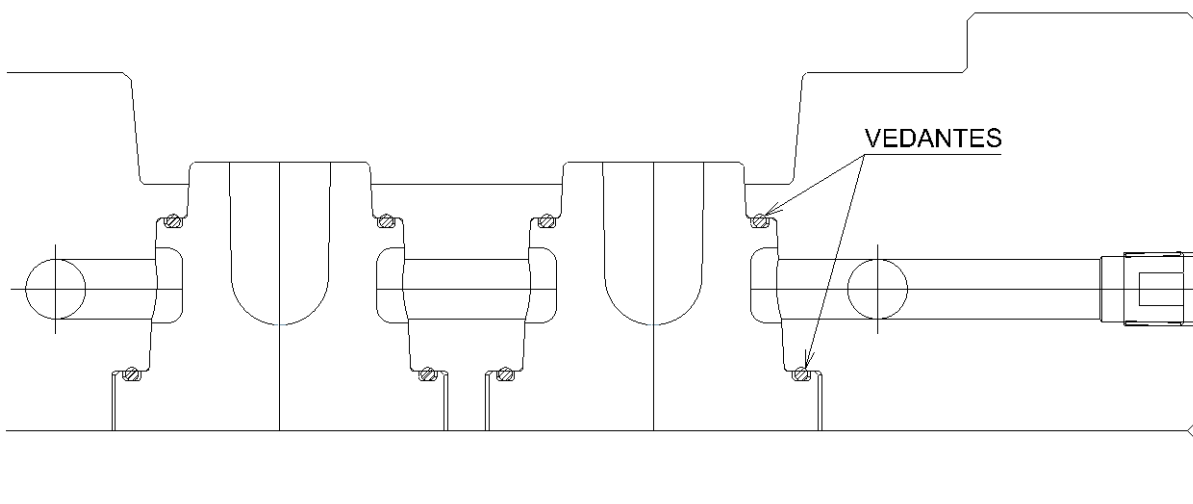
- A distância mínima dos furos de refrigeração para outros furos existentes no molde (extratores, parafusos, guias, postigos, etc.) depende da profundidade da furação e deve ser:
 - Furos até 150mm de profundidade \Rightarrow 3mm de proximidade
 - Furos superiores a 150mm \Rightarrow 5mm de proximidade
- Recomenda-se que os furos de refrigeração em relação a zonas moldantes e faces do molde estejam a uma distância mínima de 15mm.

12.2 Refrigeração de Postiços Circulares

No caso de peças circulares para se obter um arrefecimento uniforme deve-se optar por maquinar as cavidades em postiços circulares, sendo os canais de refrigeração maquinados na sua superfície, permitindo assim, que estes acompanhem a forma da peça.



Neste tipo de circuito há sempre a necessidade de se usarem vedantes para fazer a vedação do fluido de refrigeração. Estes devem ser montados de topo, evitando assim que durante a montagem vão roçando nas paredes laterais. Assim o risco de danificar os vedantes é mínimo.

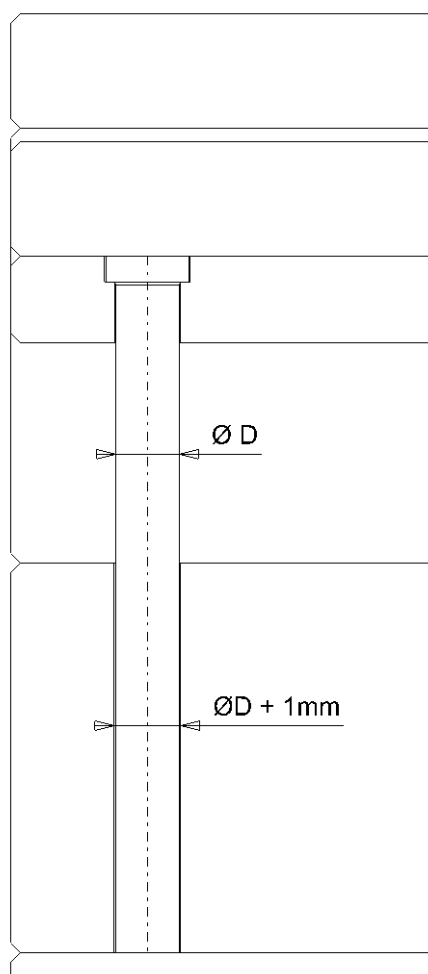


13. Pernos de Retorno

A função dos pernos de retorno é garantir que as chapas da extração (chapas 7 e 8) fiquem encostadas à chapa de aperto do lado da extração (chapa 9).

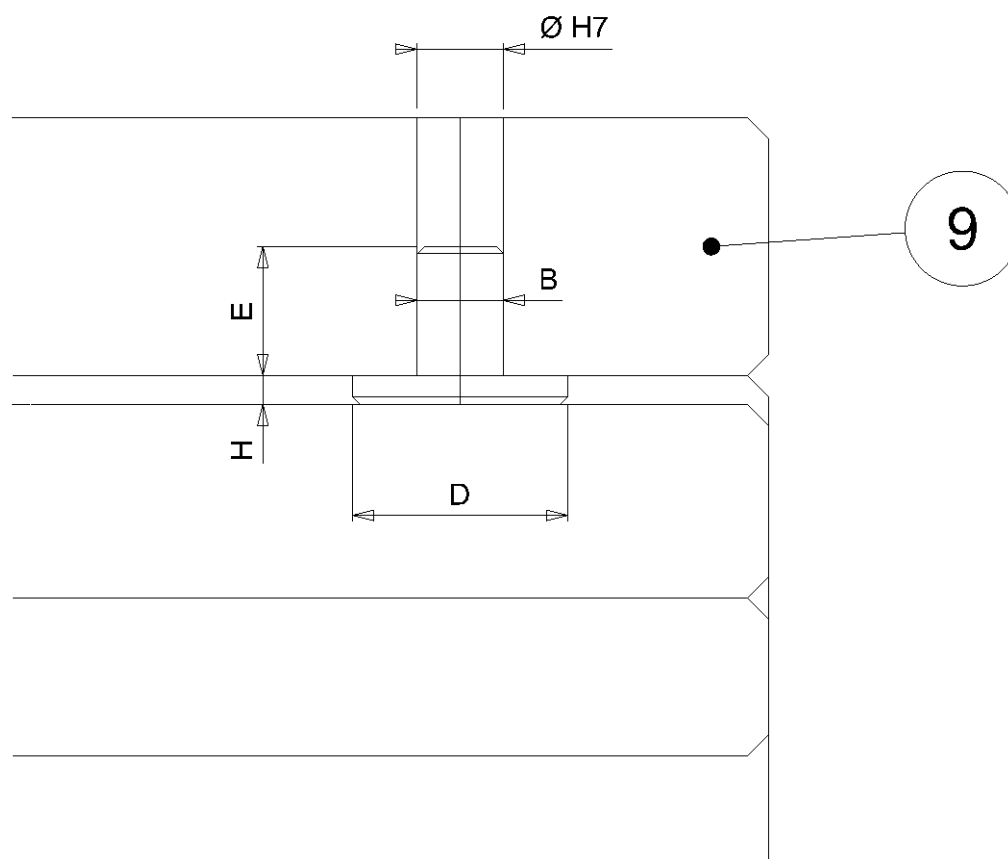
Esta função é garantida pela face de encosto da cabeça do perno de retorno quando atua contra a chapa de aperto dos extratores(chapa 8). Como não existe nenhum esforço radial sobre o perno mas apenas um esforço axial, não se justifica continuar a fazer, na chapa 3, furos mandrilados para guiamento dos pernos de retorno.

Assim, os furos de passagem dos pernos de retorno devem ser executados com uma folga de 1mm na sua totalidade.



14. Botões de Encosto

Os botões de encosto utilizados devem ser do tipo “Rabourdin” e devem ser colocados na chapa 9.

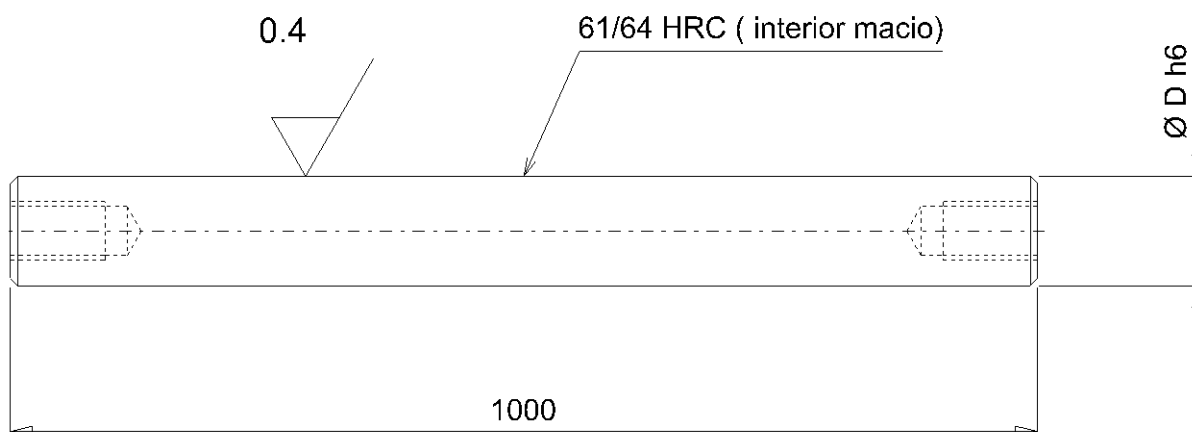


Ref. 608 (RABOURDIN)			
ØD	H	E	ØB
16	4	12	8
20	4	12	8
25	4	15	10
30	4	18	12

15. Hastes de Extração

Sempre que possível executar as hastes a partir de varão temperado e retificado com interior macio, permitindo assim abertura de roscas e outras maquinações necessárias.

Material 1.1213

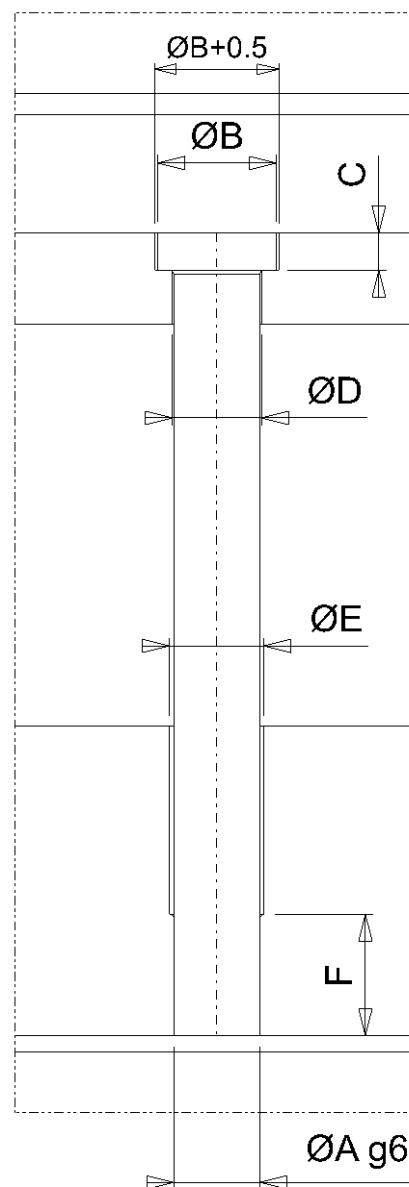


Diâmetro	Ref. SOREP
8	BTR – 1 / 8
10	BTR – 1 / 10
12	BTR – 1 / 12
14	BTR – 1 / 14
16	BTR – 1 / 16
20	BTR – 1 / 20
25	BTR – 1 / 25
30	BTR – 1 / 30
32	BTR – 1 / 32
40	BTR – 1 / 40
50	BTR – 1 / 50

16. Extratores

Normalização de furações para extratores (Sistema Europeu)

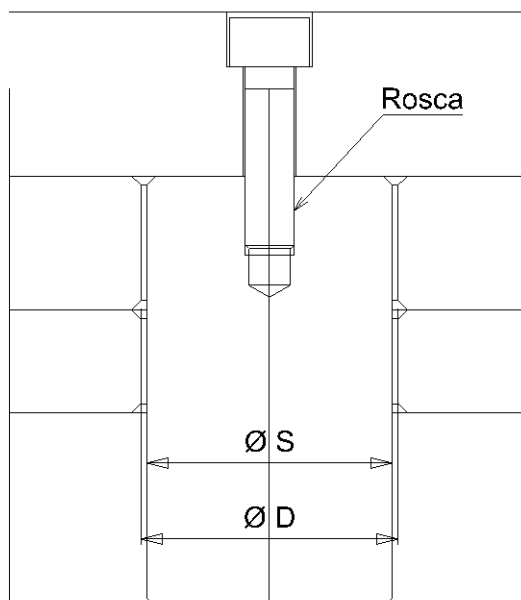
ØA	ØB	C	ØD	ØE	F
2	4	2	2.5	3.5	10
2.2	4	2	2.75	3.75	10
2.5	5	2	3	4	10
2.7	5	2	3.25	4.25	10
3	6	3	3.5	4.5	10
3.2	6	3	3.75	5	10
3.5	7	3	4	5	10
3.7	7	3	4.25	5.5	10
4	8	3	4.5	5.5	12
4.2	8	3	4.75	6	12
4.5	8	3	5	6	12
5	10	3	5.5	6.5	12
5.2	10	3	5.75	7	12
5.5	10	3	6	7	12
6	12	5	6.5	7.5	15
6.2	12	5	6.75	8	15
6.5	12	5	7	8	15
7	12	5	7.5	8.5	15
8	14	5	8.5	9.5	15
8.2	14	5	9	10	15
8.5	14	5	9	10	15
9	14	5	9.5	10.5	15
10	16	5	10.5	11.5	15
10.2	16	5	11	12	17
10.5	16	5	11	12	17
11	16	5	11.5	12.5	17
12	20	7	12.5	13.5	17
12.2	20	7	13	14	17
12.5	20	7	13	14	17
14	22	7	14.5	15.5	20
16	22	7	16.5	17.5	20
18	26	7	18.5	19.5	20
20	26	8	20.5	21.5	20
25	32	10	25.5	26.5	20
32	40	10	32.5	33.5	20



Utilizar estes diâmetros sempre que possível, de modo a reduzir a variedade de extratores utilizados.

17. Suportes

Na construção de suportes deve ser utilizado varão de aço calibrado Werkstoff **1.0726**, de forma a eliminar a operação de torneamento lateral.



Tipo de Rosca	Ø S	Ø D
M8 – 5/16"	20	23
M8 – 5/16"	25	28
M8 – 5/16"	28	31
M8 – 5/16"	30	33
M8 – 5/16"	35	38
M8 – 5/16"	40	43
M10 – 3/8"	45	48
M10 – 3/8"	50	53
M10 – 3/8"	55	58
M10 – 3/8"	60	63
M10 – 3/8"	65	68
M10 – 3/8"	70	73
M12 – 1/2"	75	78
M12 – 1/2"	80	83
M12 – 1/2"	85	88
M12 – 1/2"	90	93
M12 – 1/2"	100	103

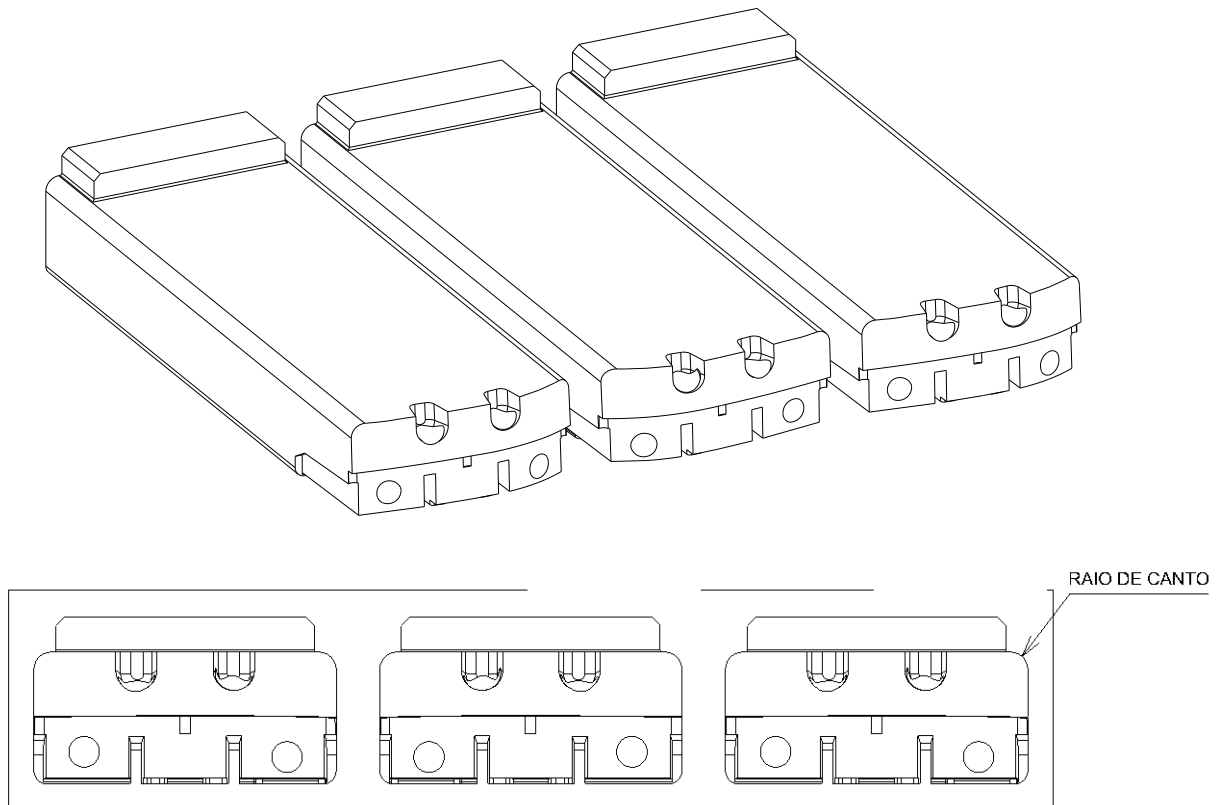
18. Agrupamento de Peças para Erosão por fio

18.1 Agrupamento de Postiços, Balancés, Movimentos, ...

Quando existir a necessidade de colocar vários postiços semelhantes num molde, as caixas desses postiços devem sempre que possível ser feitas a varar, de modo que sejam executadas por erosão de fio. Os respetivos postiços devem ser agrupados para maquinação. Isto é, a partir de apenas uma barra de aço, efetuar as maquinações comuns em todos os postiços e de seguida temperar o conjunto. Após a têmpera da barra vamos retificar esta para as medidas finais, efetuar o seu acabamento e por fim através de erosão por fio separar os vários postiços.

Desta forma é possível reduzir o nº de operações a efetuar, os tempos de execução das mesmas e consequentemente os custos.

Este procedimento deve ser seguido sempre que exista uma série de peças semelhantes para produzir (elementos móveis, balancés)



Nota:

- A barra de aço a considerar para a execução dos postiços deverá ter um excedente de aço para fixação na erosão por fio.
- A orelha deve ser feita de modo a permitir que o raio de canto seja definido pelo fio

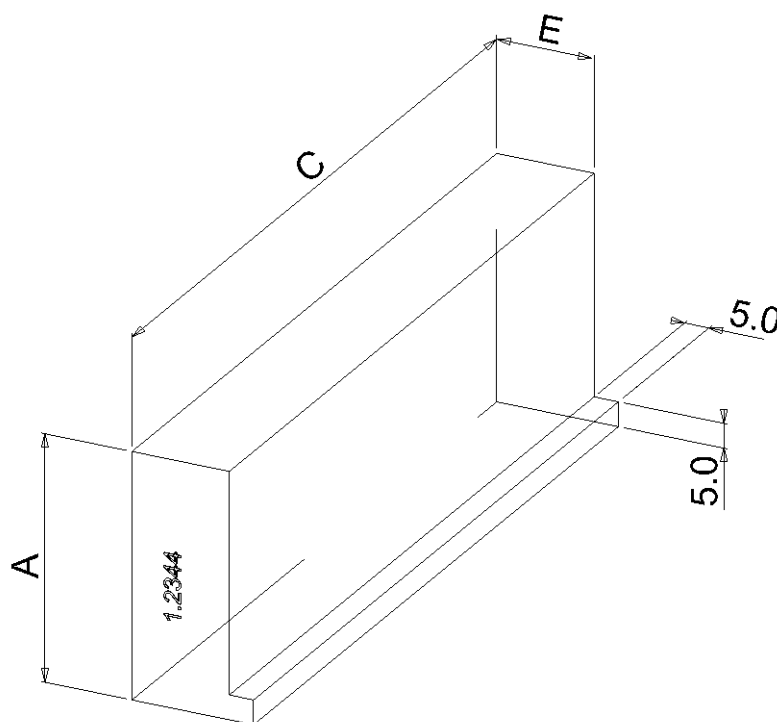
18.2 Barras Pré-Maquinadas para Postiços

Muitos dos moldes que produzimos, requerem que seja efetuada uma grande quantidade de postiços, que em geral são temperados.

Para reduzir o tempo gasto na sua produção, é aconselhável ter antecipadamente algumas barras já pré-maquinadas e temperadas nos diferentes tipos de aços mais utilizados, que depois facilmente são adaptados às dimensões e formas finais.

Assim para este tipo de postiços, as suas cabeças devem ter a dimensão de 5mm na largura e na altura, salvo imposição do cliente ou constrangimento físico. Numa das extremidades de cada barra deverá ser gravado o tipo de aço, de forma que esse aço esteja identificado até que seja retirado o último postiço.

A (mm)	C (mm)	E (mm)
150	50	10
150	100	10
150	150	10
150	50	20
150	100	20
150	150	20
150	50	30
150	100	30
150	150	30

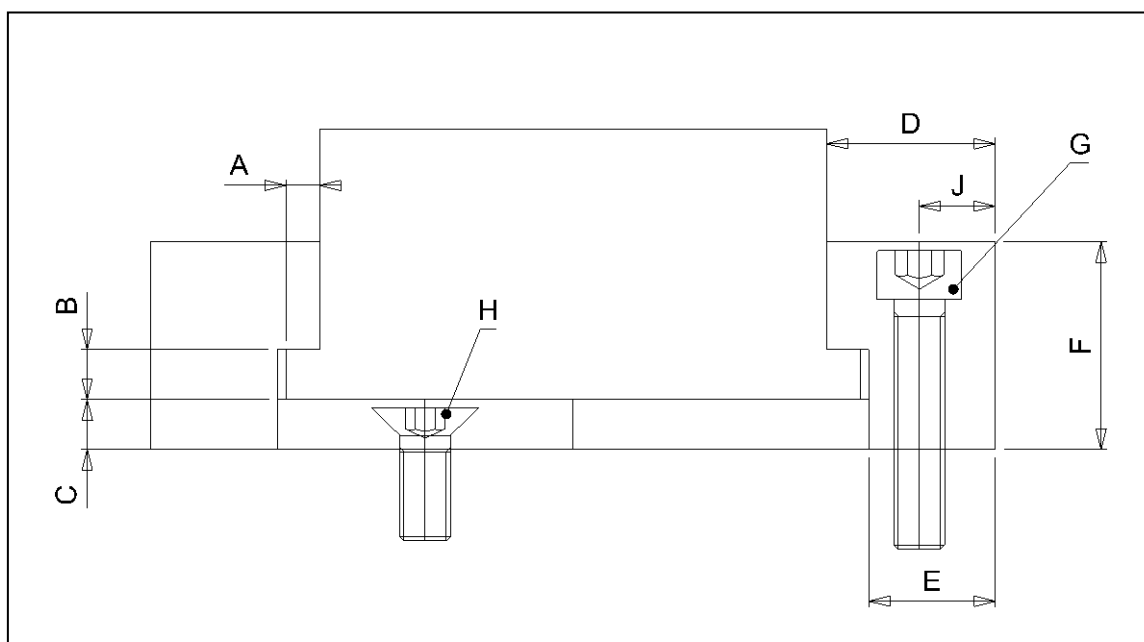


Os aços mais utilizados neste tipo de postiços são: **1.2344**, **1.2083**, e **1.2767**

19. Elementos Móveis

Com o objetivo de reduzir o tempo e os custos de produção dos elementos móveis, é aconselhável utilizar barras limite e chapas de deslize com dimensões standard e pré-maquinadas, que depois são facilmente adaptadas às dimensões finais.

Como tal, sempre que possível devem ser seguidas as dimensões apresentadas na tabela seguinte:

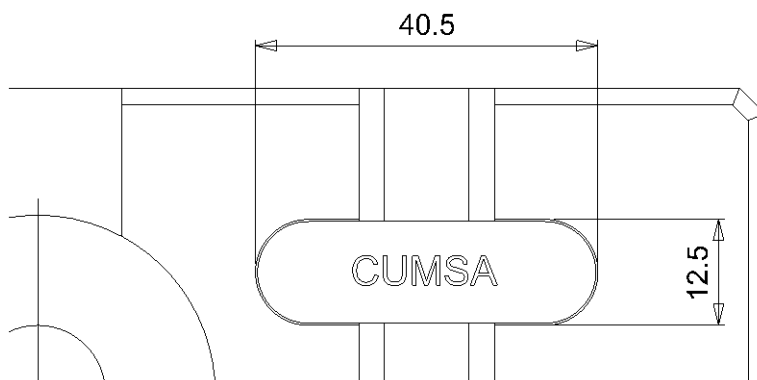
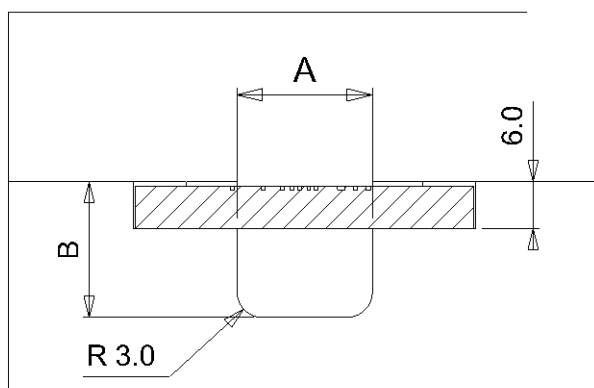


A	B	C	D	E	F	G	H	J
3	4	4	16	12	20	M4	M4	6
4	6	6	20	15	25	M6	M6	9
5	8	6	25	19	32	M8	M6	11
9	12	8	29	19	40	M8	M8	11
13	16	10	40	26	50	M10	M10	14

20. Rasgo para Fios Elétricos

20.1 – Rasgo para Cabos Semi-Protegidos

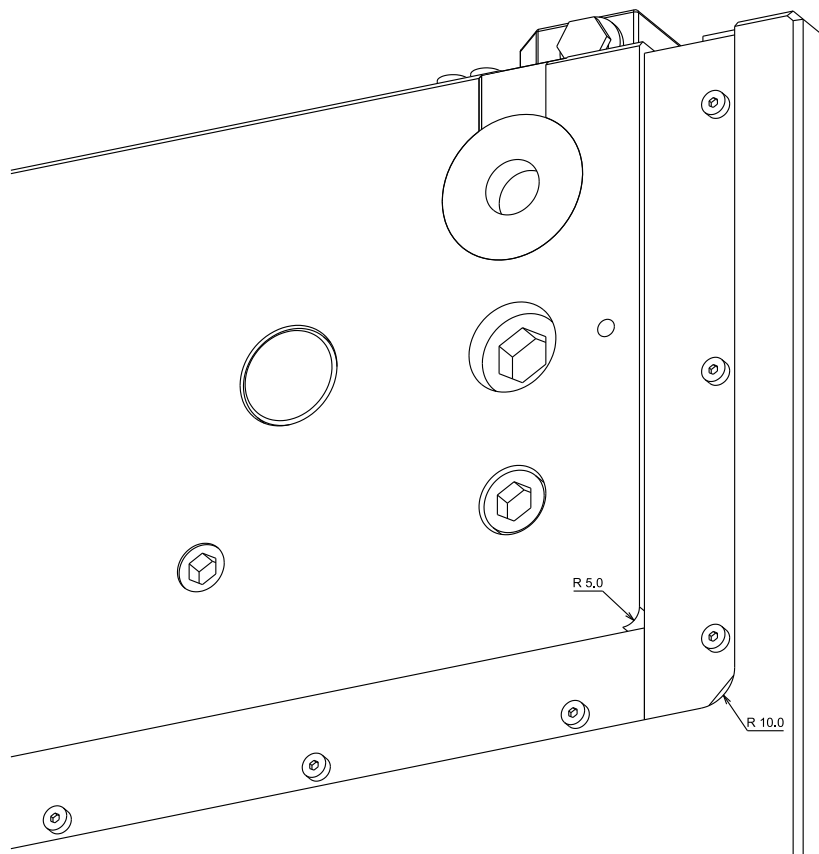
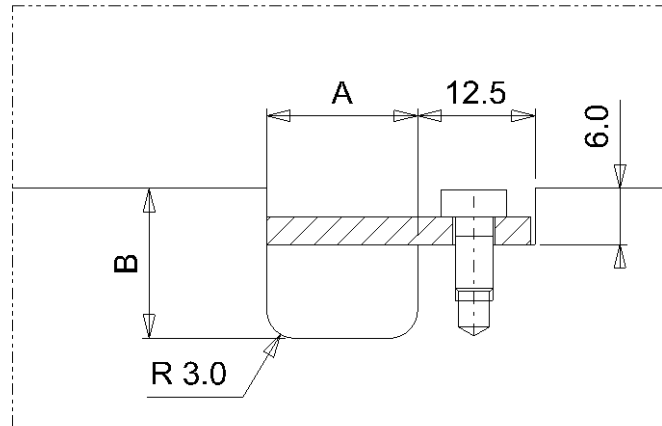
Quando os rasgos ficam localizados entre duas chapas, não se torna necessário protegê-los totalmente bastando que seja colocado, a espaços, um retensor de cabos (**Ref. SC.401245 – Cumsa**), que impeça os cabos de sair do rasgo e se possam deteriorar durante a montagem e desmontagem das chapas.



Nº Cabos	A	B
Até 8	20	20
8 a 12	20	25
12 a 16	20	30
16 a 20	20	35

20.2 – Rasgo para Cabos Totalmente Protegidos

Quando os rasgos ficam em locais onde estão sempre desprotegidos como, por exemplo, quando são feitos na Chapa 1, virados para o prato da máquina de injeção, ou ficam ao longo duma chapa da estrutura, torna-se necessário protegê-los totalmente.



NOTA:

- Utilizar chapa de latão de 2 mm ou chapa zincada de 3 mm
- As chapas devem ter um máximo de 250 mm de comprimento

Anexo 16- Relatório dimensional do cliente

Facilities:

- | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---|
| () 1.Functional test | () 8.Feel | (x) VDA initial sample | () Prolonged exposure to the manufacturing |
| (x) 2.Dimensional test | () 11.Acoustics | () Initial sampling | () New subcontractor |
| () 3.Material test | () 13.Odor | () Re-sampling | () Product DwSpA |
| () 4.Reliability test | () 14.Apperance | () New parts | () Manufacturing / test plan made |
| () 5.Process capability | () 15.Certificates | () Produkt change | () Test report, other samples |
| () 6.Process flow diagram | () 15.Design release | () Relocation | |
| () 7.Measurment and test equip. | () 16.Ingredients in purchased parts | () Conversion of production | |
| () 8.Inspection and test equip. | () 17.Other | | |
| () 9.EC-Material Safety Data Sheet | | | |

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	OK	NOK	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
1		9,790	0,100	-0,100	9,762	9,748	9,761	9,747		9	✓			---##-----
2		18,170	0,150	-0,150										
3		1,800	0,100	-0,100	1,730	1,735	1,729	1,735		9	✓			-#-----
4		18,050	0,050	-0,050	18,215	18,220	18,217	18,219		9		X	+ 0,120	
5		15,250	0,050	-0,050	15,317	15,318	15,314	15,322		9		X	+ 0,022	
6	on top	11,650	0,175	-0,050	11,759	11,734	11,761	11,741		9	✓			-----###--
8,1		2,100	0,100	-0,100	2,342	2,289	2,335	2,285		9		X	+ 0,142	
8,2		2,100	0,100	-0,100	2,196	2,222	2,189	2,220		9		X	+ 0,022	
9,1		11,650	0,050	-0,050	11,817	11,799	11,806	11,802		9		X	+ 0,117	
9,2	on top	11,650	0,175	-0,050	11,867	11,872	11,863	11,873		9		X	+ 0,048	
10,1		13,405	0,075	-0,075	13,479	13,452	13,476	13,458		9	✓			-----##
10,2		13,405	0,075	-0,075	13,661	13,640	13,664	13,650		9		X	+ 0,184	
10,3		13,405	0,075	-0,075	13,832	13,819	13,840	13,826		9		X	+ 0,360	
11		16,300	0,100	-0,100	16,458	16,448	16,459	16,449		9		X	+ 0,059	
12		18,050	0,050	-0,050	18,227	18,211	18,229	18,213		9		X	+ 0,129	
13		25,100	0,050	-0,050	25,384	25,403	25,385	25,408		9		X	+ 0,258	
14,1		23,600	0,050	-0,050	23,803	23,765	23,804	23,766		9		X	+ 0,154	
14,2		23,600	0,050	-0,050	23,645	23,707	23,643	23,711		9		X	+ 0,061	
15,1		21,900	0,050	-0,050	22,277	22,258	22,278	22,258		9		X	+ 0,328	
15,2		21,900	0,050	-0,050	22,192	22,260	22,190	22,269		9		X	+ 0,319	

Supplier Confirmation:			Customer decision:		
List of measuring dev.:			Accepted: <input type="checkbox"/>		
1. 3D meas. mach. (man.) 6. Meter 11. Roughness met.			Conditionally accepted: <input type="checkbox"/>		
2. Projektor 7. Micrometer 12. Dynamometer			Rejected, repair necessary: <input type="checkbox"/>		
3. Mikroskope 8. Altimeter 13.					
4. Caliper 9. 3D meas. mach. (CNC) 14.					
5. Libra 10. Meas. mach. (optical) 15.					
Name:	Üllei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:		
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:		
Phone:			Phone:		
Fax:			Fax:		
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:		
2018.05.07					
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:	

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: Li. Av. Ul.
16,1		15,850	0,100	-0,100	15,995	15,979	16,001	15,993		9		X	+ 0,051	
16,2		15,850	0,100	-0,100	15,947	15,934	15,950	15,930		9	✓		0,000	-----#
17,1		0,300	0,030	-0,030										
17,2		45,000°	0,500	-0,500										
18		1,500	0,030	-0,030										
19,01		⌀ 0,200DEF	0,000	-0,200	0,316	0,309	0,314	0,284		9		X	+ 0,116	
19,011		ref. 3,175			3,174	3,174	3,174	3,175		9				
19,012		ref. 21,120			20,962	20,965	20,963	20,978		9				
19,02		⌀ 0,200DEF			0,326	0,323	0,332	0,312		9		X	+ 0,132	
19,021		ref. 3,175			3,174	3,174	3,174	3,175		9				
19,022		ref. 18,580			18,417	18,419	18,414	18,424		9				
19,03		⌀ 0,200DEF			0,341	0,328	0,337	0,303		9		X	+ 0,141	
19,031		ref. 3,175			3,174	3,174	3,174	3,175		9				
19,032		ref. 16,040			15,869	15,876	15,872	15,889		9				
19,04		⌀ 0,200DEF			0,355	0,354	0,379	0,340		9		X	+ 0,179	
19,041		ref. 3,175			3,174	3,175	3,174	3,175		9				
19,042		ref. 13,500			13,323	13,323	13,311	13,330		9				
19,05		⌀ 0,200DEF			0,385	0,376	0,393	0,358		9		X	+ 0,193	
19,051		ref. 3,175			3,169	3,139	3,189	3,139		9			!	
19,052		ref. 10,960			10,767	10,775	10,764	10,785		9				
19,06		⌀ 0,200DEF			0,400	0,350	0,401	0,380		9		X	+ 0,201	
19,061		ref. 3,175			3,152	3,153	3,164	3,138		9				
19,062		ref. 8,420			8,221	8,246	8,220	8,234		9				
19,07		⌀ 0,200DEF			0,471	0,421	0,413	0,420		9		X	+ 0,271	
19,071		ref. 3,175			3,128	3,159	3,160	3,154		9				
19,072		ref. 5,880			5,649	5,670	5,674	5,671		9				
19,08		⌀ 0,200DEF			0,486	0,492	0,474	0,427		9		X	+ 0,292	
19,081		ref. 3,175			3,120	3,150	3,133	3,146		9				
19,082		ref. 3,340			3,103	3,095	3,107	3,128		9				
19,09		⌀ 0,200DEF			0,527	0,454	0,536	0,495		9		X	+ 0,336	
19,091		ref. 3,175			3,103	3,146	3,125	3,152		9				
19,092		ref. 0,800			0,546	0,575	0,537	0,554		9				
19,1		⌀ 0,200DEF			0,576	0,523	0,595	0,554		9		X	+ 0,395	
19,101		ref. 3,175			3,084	3,146	3,100	3,152		9				
19,102		ref. 1,740			2,014	2,000	2,028	2,016		9				
19,11		0,200			0,641	0,573	0,607	0,566		9		X	+ 0,441	
19,111		ref. 3,175			3,067	3,143	3,069	3,137		9				

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				

Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:
-------	------------	------------	-------	------------

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
19,112		ref. 6,820			7,122	7,105	7,105	7,101		9				
19,12		⊕ 0,200DEF			0,691	0,606	0,688	0,608		9		X	+ 0,491	
19,121		ref. 3,175			3,048	3,138	3,054	3,151		9				
19,122		ref. 11,900			12,222	12,201	12,223	12,203		9				
19,13		⊕ 0,200DEF			0,745	0,625	0,765	0,657		9		X	+ 0,565	
19,131		ref. 3,175			3,039	3,158	3,041	3,170		9				
19,132		ref. 16,980			17,327	17,292	17,339	17,308		9				
19,14		⊕ 0,200DEF			0,772	0,648	0,796	0,666		9		X	+ 0,596	
19,141		ref. 3,175			3,024	3,176	3,027	3,189		9			!	
19,142		ref. 22,060			22,416	22,384	22,430	22,393		9				
19,15		⊕ 0,200DEF			0,313	0,333	0,329	0,341		9		X	+ 0,141	
19,151		ref. 0,000			0,035	0,064	0,048	0,074		9				
19,152		ref. 21,120			20,967	20,966	20,963	20,966		9				
19,16		⊕ 0,200DEF			0,330	0,349	0,334	0,352		9		X	+ 0,152	
19,161		ref. 0,000			0,017	0,065	0,035	0,070		9				
19,162		ref. 18,580			18,416	18,418	18,417	18,418		9				
19,17		⊕ 0,200DEF			0,342	0,354	0,349	0,357		9		X	+ 0,157	
19,171		ref. 0,000			0,006	0,055	0,015	0,053		9				
19,172		ref. 13,500			13,329	13,332	13,326	13,330		9				
19,18		⊕ 0,200DEF			0,354	0,354	0,354	0,363		9		X	+ 0,163	
19,181		ref. 0,000			0,017	0,054	0,002	0,057		9				
19,182		ref. 10,960			10,784	10,791	10,783	10,788		9				
19,19		⊕ 0,200DEF			0,364	0,388	0,363	0,396		9		X	+ 0,196	
19,191		ref. 0,000			0,036	0,050	0,021	0,055		9				
19,192		ref. 8,420			8,242	8,233	8,240	8,230		9				
19,2		⊕ 0,200DEF			0,395	0,408	0,391	0,396		9		X	+ 0,208	
19,201		ref. 0,000			0,051	0,042	0,045	0,044		9				
19,202		ref. 5,880			5,689	5,680	5,690	5,687		9				
19,21		⊕ 0,200DEF			0,436	0,443	0,408	0,438		9		X	+ 0,243	
19,211		ref. 0,000			0,068	0,043	0,053	0,044		9				
19,212		ref. 3,340			3,133	3,123	3,143	3,125		9				
19,22		⊕ 0,200DEF			0,472	0,484	0,437	0,484		9		X	+ 0,284	
19,221		ref. 0,000			0,083	0,042	0,055	0,046		9				
19,222		ref. 0,800			0,579	0,562	0,589	0,562		9				
19,23		⊕ 0,200DEF			0,513	0,496	0,521	0,490		9		X	+ 0,321	

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
19,231		ref. 0,000			0,094	0,036	0,079	0,036		9				
19,232		ref. 1,740			1,978	1,985	1,988	1,983		9				
19,24		⌀ 0,200DEF			0,545	0,555	0,546	0,527		9		X	+ 0,355	
19,241		ref. 0,000			0,103	0,038	0,092	0,036		9				
19,242		ref. 4,280			4,532	4,555	4,537	4,541		9				
19,25		⌀ 0,200DEF			0,631	0,599	0,626	0,600		9		X	+ 0,431	
19,251		ref. 0,000			0,120	0,040	0,111	0,028		9				
19,252		ref. 9,360			9,652	9,657	9,652	9,659		9				
19,26		⌀ 0,200DEF			0,666	0,609	0,663	0,616		9		X	+ 0,466	
19,261		ref. 0,000			0,145	0,030	0,138	0,019		9				
19,262		ref. 14,440			14,740	14,743	14,741	14,748		9				
19,27		⌀ 0,200DEF			0,729	0,669	0,736	0,672		9		X	+ 0,536	
19,271		ref. 0,000			0,159	0,032	0,150	0,015		9				
19,272		ref. 19,520			19,848	19,853	19,856	19,856		9				
19,28		⌀ 0,200DEF			0,295	0,349	0,304	0,361		9		X	+ 0,161	
19,281		ref. 3,175			3,166	3,249	3,157	3,262		9			!	
19,282		ref. 18,580			18,433	18,422	18,429	18,422		9				
19,29		⌀ 0,200DEF			0,313	0,363	0,326	0,375		9		X	+ 0,175	
19,291		ref. 3,175			3,184	3,251	3,167	3,262		9			!	
19,292		ref. 16,040			15,884	15,875	15,877	15,874		9				
19,3		⌀ 0,200DEF			0,321	0,361	0,318	0,367		9		X	+ 0,167	
19,301		ref. 3,175			3,188	3,242	3,174	3,246		9			!	
19,302		ref. 13,500			13,340	13,333	13,341	13,331		9				
19,31		⌀ 0,200DEF			0,335	0,367	0,333	0,376		9		X	+ 0,176	
19,311		ref. 3,175			3,212	3,243	3,191	3,245		9				
19,312		ref. 10,960			10,797	10,789	10,794	10,785		9				
19,32		⌀ 0,200DEF			0,351	0,374	0,332	0,405		9		X	+ 0,205	
19,321		ref. 3,175			3,222	3,239	3,209	3,251		9				
19,322		ref. 8,420			8,251	8,244	8,258	8,233		9				
19,33		⌀ 0,200DEF			0,355	0,417	0,361	0,444		9		X	+ 0,244	
19,331		ref. 3,175			3,242	3,235	3,225	3,237		9				
19,332		ref. 5,880			5,716	5,680	5,707	5,667		9				
19,34		⌀ 0,200DEF			0,380	0,428	0,393	0,444		9		X	+ 0,244	
19,341		ref. 3,175			3,242	3,226	3,233	3,223		9				
19,342		ref. 3,340			3,162	3,132	3,152	3,123		9				

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
19,35		⌀ 0,200DEF			0,413	0,452	0,413	0,461		9		X	+ 0,261	
19,351		ref. 3,175			3,267	3,223	3,242	3,217		9				
19,352		ref. 0,800			0,616	0,579	0,604	0,574		9				
19,36		⌀ 0,200DEF			0,457	0,515	0,464	0,498		9		X	+ 0,315	
19,361		ref. 3,175			3,286	3,220	3,272	3,221		9				
19,362		ref. 1,740			1,940	1,993	1,951	1,985		9				
19,37		⌀ 0,200DEF			0,500	0,538	0,516	0,541		9		X	+ 0,341	
19,371		ref. 3,175			3,293	3,222	3,286	3,212		9				
19,372		ref. 4,280			4,501	4,545	4,513	4,548		9				
19,38		⌀ 0,200DEF			0,558	0,572	0,557	0,582		9		X	+ 0,382	
19,381		ref. 3,175			3,304	3,222	3,296	3,207		9				
19,382		ref. 6,820			7,068	7,102	7,071	7,109		9				
19,39		⌀ 0,200DEF			0,611	0,580	0,608	0,609		9		X	+ 0,411	
19,391		ref. 3,175			3,321	3,229	3,311	3,212		9				
19,392		ref. 11,900			12,168	12,185	12,172	12,202		9				
19,4		⌀ 0,200DEF			0,685	0,684	0,685	0,677		9		X	+ 0,485	
19,401		ref. 3,175			3,334	3,218	3,326	3,204		9				
19,402		ref. 16,980			17,284	17,319	17,287	17,317		9				
19,41		⌀ 0,200DEF			0,731	0,700	0,734	0,706		9		X	+ 0,534	
19,411		ref. 3,175			3,354	3,225	3,339	3,202		9				
19,412		ref. 22,060			22,379	22,406	22,389	22,412		9				
20,011		1,300	0,100	-0,100	1,387	1,376	1,356	1,376		9	✓			-----###
20,012		1,300	0,100	-0,100	1,473	1,448	1,471	1,444		9		X	+ 0,073	
20,021		1,300	0,100	-0,100	1,390	1,369	1,387	1,365		9	✓			-----###
20,022		1,300	0,100	-0,100	1,495	1,451	1,497	1,459		9		X	+ 0,097	
20,031		1,300	0,100	-0,100	1,396	1,368	1,386	1,370		9	✓			-----###
20,032		1,300	0,100	-0,100	1,492	1,459	1,485	1,456		9		X	+ 0,092	
20,041		1,300	0,100	-0,100	1,387	1,356	1,363	1,361		9	✓			-----###
20,042		1,300	0,100	-0,100	1,505	1,492	1,497	1,466		9		X	+ 0,105	
20,051		1,300	0,100	-0,100	1,389	1,367	1,383	1,367		9	✓			-----###
20,052		1,300	0,100	-0,100	1,499	1,469	1,483	1,470		9		X	+ 0,099	
20,061		1,300	0,100	-0,100	1,378	1,353	1,348	1,359		9	✓			-----###
20,062		1,300	0,100	-0,100	1,465	1,441	1,458	1,459		9		X	+ 0,065	
20,071		1,300	0,100	-0,100	1,351	1,347	1,378	1,339		9	✓			-----###
20,072		1,300	0,100	-0,100	1,446	1,428	1,409	1,423		9		X	+ 0,046	

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
20,081		1,300	0,100	-0,100	1,361	1,345	1,339	1,356		9	✓			-----###
20,082		1,300	0,100	-0,100	1,471	1,451	1,452	1,428		9		X	+ 0,071	
20,091		1,300	0,100	-0,100	1,352	1,313	1,358	1,325		9	✓			-----###
20,092		1,300	0,100	-0,100	1,483	1,473	1,485	1,481		9		X	+ 0,085	
20,101		1,300	0,100	-0,100	1,345	1,327	1,325	1,325		9	✓			-----###
20,102		1,300	0,100	-0,100	1,439	1,468	1,455	1,491		9		X	+ 0,091	
20,111		1,300	0,100	-0,100	1,380	1,320	1,360	1,330		9	✓			-----###
20,112		1,300	0,100	-0,100	1,495	1,477	1,472	1,490		9		X	+ 0,095	
20,121		1,300	0,100	-0,100	1,397	1,352	1,391	1,341		9	✓			-----###
20,122		1,300	0,100	-0,100	1,463	1,489	1,462	1,489		9		X	+ 0,089	
20,131		1,300	0,100	-0,100	1,430	1,358	1,418	1,350		9		X	+ 0,030	
20,132		1,300	0,100	-0,100	1,465	1,479	1,406	1,476		9		X	+ 0,079	
20,141		1,300	0,100	-0,100	1,458	1,374	1,442	1,369		9		X	+ 0,058	
20,142		1,300	0,100	-0,100	1,474	1,418	1,486	1,416		9		X	+ 0,086	
20,151		1,300	0,100	-0,100	1,382	1,361	1,382	1,369		9	✓			-----###
20,152		1,300	0,100	-0,100	1,454	1,435	1,458	1,456		9		X	+ 0,058	
20,161		1,300	0,100	-0,100	1,370	1,367	1,381	1,359		9	✓			-----###
20,162		1,300	0,100	-0,100	1,487	1,465	1,482	1,483		9		X	+ 0,087	
20,171		1,300	0,100	-0,100	1,385	1,341	1,370	1,357		9	✓			-----###
20,172		1,300	0,100	-0,100	1,489	1,466	1,492	1,488		9		X	+ 0,092	
20,181		1,300	0,100	-0,100	1,372	1,341	1,362	1,348		9	✓			-----###
20,182		1,300	0,100	-0,100	1,503	1,468	1,499	1,447		9		X	+ 0,103	
20,191		1,300	0,100	-0,100	1,358	1,349	1,349	1,339		9	✓			-----###
20,192		1,300	0,100	-0,100	1,488	1,466	1,502	1,468		9		X	+ 0,102	
20,201		1,300	0,100	-0,100	1,349	1,323	1,320	1,314		9	✓			-----###
20,202		1,300	0,100	-0,100	1,453	1,420	1,410	1,421		9		X	+ 0,053	
20,211		1,300	0,100	-0,100	1,355	1,315	1,347	1,308		9	✓			-----###
20,212		1,300	0,100	-0,100	1,461	1,450	1,453	1,425		9		X	+ 0,061	
20,221		1,300	0,100	-0,100	1,358	1,329	1,370	1,328		9	✓			-----###
20,222		1,300	0,100	-0,100	1,448	1,450	1,434	1,438		9		X	+ 0,050	
20,231		1,300	0,100	-0,100	1,361	1,338	1,350	1,335		9	✓			-----###
20,232		1,300	0,100	-0,100	1,462	1,447	1,451	1,443		9		X	+ 0,062	
20,241		1,300	0,100	-0,100	1,356	1,327	1,344	1,335		9	✓			-----###
20,242		1,300	0,100	-0,100	1,464	1,462	1,455	1,435		9		X	+ 0,064	
20,251		1,300	0,100	-0,100	1,385	1,309	1,364	1,291		9	✓			-----#####

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
20,252		1,300	0,100	-0,100	1,483	1,449	1,489	1,424		9		X	+ 0,089	
20,261		1,300	0,100	-0,100	1,422	1,346	1,403	1,362		9		X	+ 0,022	
20,262		1,300	0,100	-0,100	1,511	1,458	1,513	1,450		9		X	+ 0,113	
20,271		1,300	0,100	-0,100	1,447	1,335	1,420	1,334		9		X	+ 0,047	
20,272		1,300	0,100	-0,100	1,495	1,438	1,492	1,420		9		X	+ 0,095	
20,281		1,300	0,100	-0,100	1,383	1,364	1,371	1,366		9	✓			-----##
20,282		1,300	0,100	-0,100	1,454	1,457	1,458	1,476		9		X	+ 0,076	
20,291		1,300	0,100	-0,100	1,383	1,359	1,389	1,359		9	✓			-----###
20,292		1,300	0,100	-0,100	1,446	1,443	1,455	1,467		9		X	+ 0,067	
20,301		1,300	0,100	-0,100	1,372	1,362	1,361	1,352		9	✓			-----##-
20,302		1,300	0,100	-0,100	1,465	1,459	1,459	1,482		9		X	+ 0,082	
20,311		1,300	0,100	-0,100	1,374	1,349	1,362	1,349		9	✓			-----##-
20,312		1,300	0,100	-0,100	1,471	1,466	1,472	1,480		9		X	+ 0,080	
20,321		1,300	0,100	-0,100	1,366	1,358	1,352	1,343		9	✓			-----##-
20,322		1,300	0,100	-0,100	1,493	1,467	1,475	1,475		9		X	+ 0,093	
20,331		1,300	0,100	-0,100	1,335	1,328	1,333	1,311		9	✓			-----##-
20,332		1,300	0,100	-0,100	1,458	1,435	1,448	1,434		9		X	+ 0,058	
20,341		1,300	0,100	-0,100	1,364	1,315	1,342	1,317		9	✓			-----####-
20,342		1,300	0,100	-0,100	1,478	1,414	1,479	1,409		9		X	+ 0,079	
20,351		1,300	0,100	-0,100	1,353	1,310	1,357	1,315		9	✓			-----####-
20,352		1,300	0,100	-0,100	1,465	1,446	1,478	1,419		9		X	+ 0,078	
20,361		1,300	0,100	-0,100	1,345	1,318	1,313	1,327		9	✓			-----####-
20,362		1,300	0,100	-0,100	1,432	1,448	1,425	1,432		9		X	+ 0,048	
20,371		1,300	0,100	-0,100	1,363	1,323	1,339	1,321		9	✓			-----####-
20,372		1,300	0,100	-0,100	1,421	1,433	1,437	1,428		9		X	+ 0,037	
20,381		1,300	0,100	-0,100	1,363	1,318	1,342	1,328		9	✓			-----####-
20,382		1,300	0,100	-0,100	1,438	1,429	1,426	1,438		9		X	+ 0,038	
20,391		1,300	0,100	-0,100	1,405	1,345	1,385	1,345		9		X	+ 0,005	
20,392		1,300	0,100	-0,100	1,500	1,437	1,496	1,426		9		X	+ 0,100	
20,401		1,300	0,100	-0,100	1,433	1,342	1,414	1,356		9		X	+ 0,033	
20,402		1,300	0,100	-0,100	1,458	1,448	1,442	1,415		9		X	+ 0,058	
20,411		1,300	0,100	-0,100	1,471	1,362	1,457	1,355		9		X	+ 0,071	
20,412		1,300	0,100	-0,100	1,478	1,417	1,465	1,419		9		X	+ 0,078	
21		19,170	0,100	-0,100	19,067	19,051	19,062	19,054		9		X	- 0,019	
22		18,850	0,100	-0,100	19,002	18,991	19,002	18,995		9		X	+ 0,052	

Név:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Név:	
Osztály:	QS/ MSA	Quality group leader	Osztály:	
Telefon:			Telefon:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Dátum:	Aláírás:	Aláírás:	Dátum:	Aláírás:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
23		4,000°	0,050	-0,050										
24		4,080	0,100	-0,100	4,157	4,157	4,156	4,156		9	✓			-----#
25		1,110	0,100	-0,100	1,113	1,115	1,116	1,114		9	✓			-----#
26,11		1,400	0,100	-0,100	1,521	1,513	1,507	1,530		9		X	+ 0,030	
26,12		1,400	0,100	-0,100	1,482	1,516	1,490	1,522		9		X	+ 0,022	
26,21		1,400	0,100	-0,100	1,498	1,493	1,497	1,508		9		X	+ 0,008	
26,22		1,400	0,100	-0,100	1,483	1,500	1,473	1,515		9		X	+ 0,015	
26,31		1,400	0,100	-0,100	1,464	1,435	1,465	1,445		9	✓			-----###
26,32		1,400	0,100	-0,100	1,466	1,498	1,464	1,495		9	✓			-----###
26,41		1,400	0,100	-0,100	1,495	1,498	1,492	1,511		9		X	+ 0,011	
26,42		1,400	0,100	-0,100	1,501	1,499	1,488	1,513		9		X	+ 0,013	
26,51		1,400	0,100	-0,100	1,521	1,503	1,505	1,515		9		X	+ 0,021	
26,52		1,400	0,100	-0,100	1,489	1,506	1,490	1,511		9		X	+ 0,011	
27,1		⌀ 0,200GHI			0,029	0,023	0,047	0,020		9	✓			---#-----
27,11		ref. 1,260			1,273	1,271	1,282	1,267		9				
27,12		ref. 8,040			8,046	8,037	8,050	8,034		9			!	
27,2		⌀ 0,200GHI			0,041	0,033	0,037	0,032		9	✓			---#-----
27,21		ref. 3,820			3,835	3,836	3,833	3,834		9				
27,22		ref. 8,040			8,055	8,043	8,054	8,048		9				
27,3		⌀ 0,200GHI			0,073	0,024	0,078	0,054		9	✓			---#-----
27,31		ref. 8,900			8,934	8,912	8,936	8,927		9				
27,32		ref. 8,040			8,055	8,041	8,057	8,041		9				
27,4		⌀ 0,200GHI			0,022	0,029	0,011	0,021		9	✓			##-----
27,41		ref. 1,280			1,289	1,285	1,285	1,286		9				
27,42		ref. 5,500			5,508	5,488	5,502	5,493		9			!	
27,5		⌀ 0,200GHI			0,058	0,044	0,055	0,050		9	✓			--#-----
27,51		ref. 6,360			6,387	6,382	6,384	6,385		9				
27,52		ref. 5,500			5,511	5,504	5,513	5,503		9				
28	bottom	1,600	0,100	-0,100	1,349	1,286	1,341	1,289		9		X	- 0,214	
29		5,450	0,100	-0,100	5,423	5,420	5,420	5,422		9	✓			---#-----
30,1		3,500	0,100	-0,100	3,544	3,571	3,542	3,571		9	✓			-----##
30,2		3,500	0,100	-0,100	3,541	3,561	3,540	3,560		9	✓			-----###
31,1		⌀ 0,200GHI			na	na	na	na						
31,11		ref.			na	na	na	na						
31,12		ref.			na	na	na	na						

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:		
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:		
Phone:			Phone:		
Fax:			Fax:		
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:		
2018.05.07 Date:		_____ Signature:		_____ Signature:	

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
31,2		⌀ 0,200GHI			0,012	0,014	0,007	0,009		9	✓			#-----#
31,21		ref. 5,700			5,706	5,707	5,704	5,705		9				
31,22		ref. 0,000			-0,004	-0,005	-0,006	-0,005		9				
32,1		1,500	0,100	-0,100	1,531	1,553	1,531	1,552		9	✓			-----##--
32,2		1,500	0,100	-0,100	1,537	1,554	1,536	1,555		9	✓			-----##--
33	bottom	8,620	0,150	-0,150	8,670	8,648	8,669	8,651		9	✓			-----##--
34	bottom	1,200	0,100	-0,100	1,199	1,199	1,197	1,199		9	✓			-----#-----
35	bottom	10,800	0,100	-0,100	10,927	10,927	10,926	10,924		9		X	+ 0,027	
36		14,670	0,100	-0,100	14,755	14,750	14,754	14,749		9	✓			-----##
36,1		1,960	0,050	-0,050	2,049	2,050	2,048	2,047		9		X	+ 0,040	
37		// 0,200A												
38		14,950	0,050	-0,050	14,920	14,888	14,913	14,899		9		X	- 0,012	
39		// 0,200A												
40,1		8,400	0,100	-0,100	8,108	8,098	8,107	8,097		9		X	- 0,203	
40,2		8,400	0,100	-0,100	8,209	8,216	8,207	8,215		9		X	- 0,093	
41		ref. 7,000												
42,11		0,500	0,030	-0,030	0,481	0,426	0,458	0,426		9		X	- 0,044	
42,12		45,000°	0,500	-0,500	48,056	46,176	47,807	46,442		9		X	+ 2,556	
42,21		0,500	0,030	-0,030	0,434	0,392	0,430	0,388		9		X	- 0,082	
42,22		45,000°	0,500	-0,500	37,794	43,788	38,211	44,201		9		X	- 6,706	
43		1,700	0,000	-0,100	1,670	1,692	1,671	1,696		9	✓			-----####
44		52,230	0,200	-0,200										
45,11		0,500	0,030	-0,030	0,480	0,472	0,473	0,472		9	✓			##-----
45,12		45,000°	0,500	-0,500	42,949	40,551	42,357	40,322		9		X	- 4,178	
45,21		0,500	0,030	-0,030	0,491	0,473	0,490	0,473		9	✓			####-----
45,22		45,000°	0,500	-0,500	38,444	40,720	38,855	40,916		9		X	- 6,056	
46,1		3,725	0,075	-0,075	3,778	3,729	3,777	3,725		9	✓			-----####
46,2		3,725	0,075	-0,075	3,768	3,761	3,770	3,757		9	✓			-----#--
47		7,900	0,050	-0,050										
48		4,500	0,050	-0,050										
49		// 0,200D												
50,1		1,450	0,050	-0,050	1,540	1,580	1,596	1,591		9		X	+ 0,096	
50,2		1,450	0,050	-0,050	1,421	1,579	1,577	1,589		9		X	+ 0,089	
51,1		1,150	0,050	-0,050	1,266	1,287	1,283	1,295		9		X	+ 0,095	
51,2		1,150	0,050	-0,050	1,157	1,286	1,309	1,295		9		X	+ 0,109	

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
52		16,750	0,100	-0,100										
53,1		11,300	0,100	-0,100	11,127	11,106	11,125	11,105		9		X	- 0,095	
53,2		11,300	0,100	-0,100	11,157	11,150	11,157	11,145		9		X	- 0,055	
54,1		8,400	0,100	-0,100	8,256	8,249	8,258	8,246		9		X	- 0,054	
54,2		8,400	0,100	-0,100	8,246	8,232	8,245	8,232		9		X	- 0,068	
55		7,000	0,080	-0,080										
56		// 0,100A												
57		// 0,100A			0,036	0,048	0,038	0,041		9	✓			---##----
57,1		13,600	0,050	-0,050										
58		15,630	0,100	-0,100	15,706	15,686	15,707	15,687		9	✓			-----##-
59,1		0,510	0,030	-0,030										
59,2		45,000°	0,500	-0,500										
60		7,190	0,100	-0,100										
61		3,760	0,050	-0,050	3,796	3,772	3,797	3,772		9	✓			-----##-
62		1,650	0,150	-0,150	1,682	1,690	1,680	1,688		9	✓			-----##-
63		// 0,100A			0,049	0,037	0,050	0,036		9	✓			---##----
64		15,400	0,050	-0,050										
65		4,480	0,100	-0,100										
66		15,930	0,100	-0,100	15,982	15,965	15,978	15,962		9	✓			-----##-
67		3,360	0,150	-0,150										
68		0,560	0,150	-0,150										
69,1		0,530	0,030	-0,030										
69,2		30,000°	0,500	-0,500										
70		3,000	0,100	-0,100	2,933	2,921	2,932	2,923		9	✓			-#-----
71		6,000	0,100	-0,100										
72		6,000	0,100	-0,100										
73		6,000	0,100	-0,100	5,912	5,920	5,914	5,923		9	✓			##-----
74,1		⊕ 0,200ABC			1,350	1,345	1,307	1,330		9		X	+ 1,150	
74,11		ref. 62,300			62,975	62,973	62,954	62,965						
75		3,500	0,030	-0,030	3,429	3,521	3,527	3,548		9		X	+ 0,041	
76,1		⊕ 0,200ABC			1,352	1,307	1,351	1,325		9		X	+ 1,152	
76,11		ref. 31,150			31,554	31,540	31,529	31,556		9				
76,12		ref. 0,230			87,632	87,614	87,649	87,614		9				
77		∅ 3,500	0,030	-0,030	3,506	3,482	3,510	3,480		9	✓			#####---
78		∅ 2,450	0,030	-0,030	2,353	2,372	2,353	2,363		9		X	- 0,067	

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:					
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.	
79		3,700	0,150	-0,150	3,653	3,654	3,654	3,659		9	✓			---#----	
80,1	⌀ 0,200ABC				0,997	1,030	1,010	1,062		9		X	+ 0,862		
80,11	ref. 108,000				2,522	2,605	2,571	2,576		9					
80,12	ref. 2,500				108,498	108,504	108,500	108,526		9					
80,2	⌀ 0,200ABC				1,596	1,686	1,605	1,637		9		X	+ 1,486		
80,21	ref. 108,000				65,245	65,189	65,203	65,212		9					
80,22	ref. 64,800				108,663	108,748	108,694	108,708		9					
81,1	∅ 3,500		0,030	-0,030	3,506	3,512	3,509	3,511		9	✓			-----##----	
81,2	∅ 3,500		0,030	-0,030	3,537	3,518	3,542	3,570		9		X	+ 0,040		
82	Additional				-	-	-								
83,1	⌀ 0,200ABC														
83,11	ref. 26,050														
84	3,320		0,050	-0,050											
85,1	1,000		0,030	-0,030											
85,2	20,000°		0,110	-0,110											
86	3,500		0,100	-0,100											
87	1,500		0,030	-0,030											
88	□ 0,300		0,000	-0,300	0,530	0,571	0,543	0,577		9		X	+ 0,277		
89	83,100		0,200	-0,200											
90,1	⌀ 0,100ABC														
90,11	ref. 50,330														
90,2	⌀ 0,100ABC														
90,21	ref. 74,120														
90,22	ref. 33,840														
91	125,650		0,200	-0,200											
92	3,700		0,150	-0,150	3,709	3,658	3,648	3,658		9	✓			---###----	
93,1	⌀ 0,200ABC				0,712	0,864	0,716	0,867		9		X	+ 0,667		
93,11	ref. 31,150				31,501	31,582	31,504	31,583		9					
93,12	ref. 87,090				0,172	0,209	0,181	0,206		9					
94	2,450		0,030	-0,030	2,457	2,443	2,458	2,442		9	✓			---###----	
95	2,350		0,025	-0,025											
96,1	0,400		0,000	-0,400											
96,2	0,400		0,000	-0,400											
96,3	0,400		0,000	-0,400											
97,1	10,000		0,080	-0,080											

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

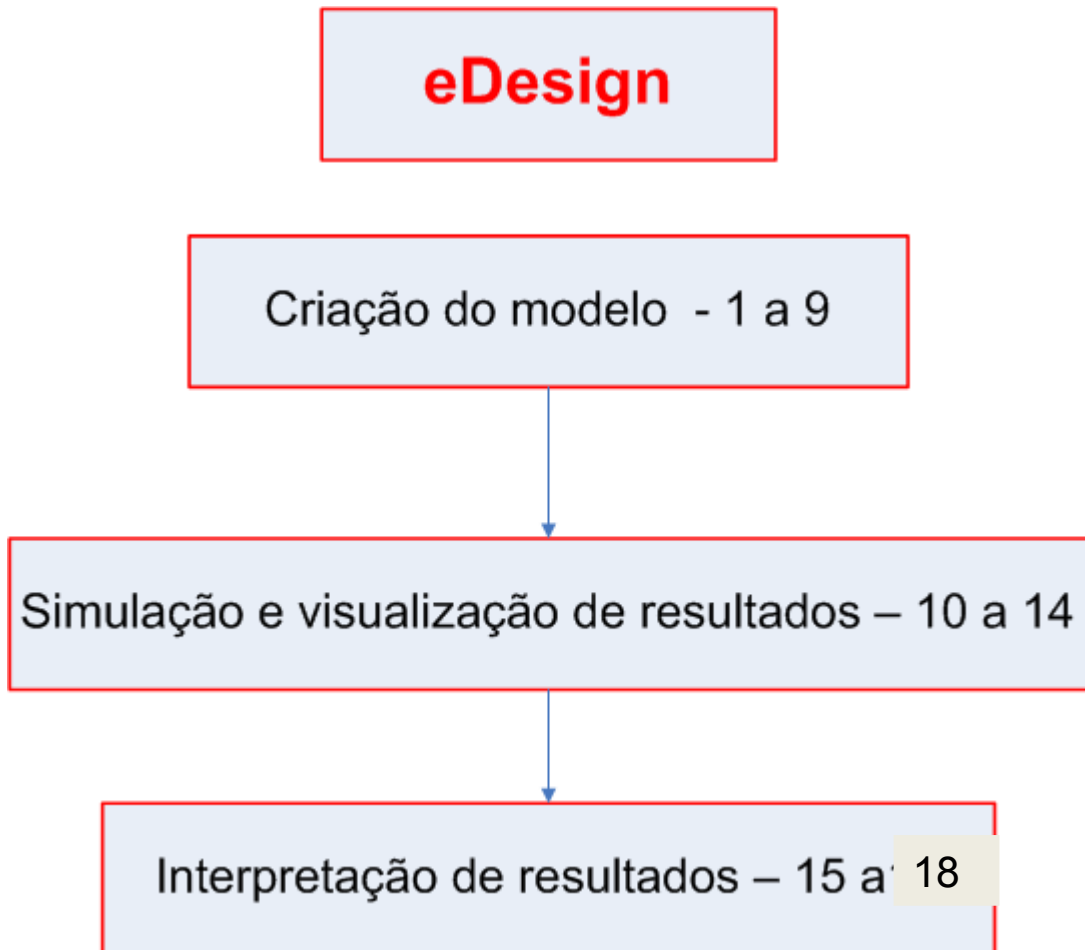
Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Specifications:					Actual values, supplier:					Rating:				
Nr.	Best spec. / Specific	Nominal:	+tol	-tol	I.	II.	III.	IV.	V.	m.t.:	IO	NIO	Deviation:	Position: LI. Av. UI.
97,2		10,000	0,080	-0,080										
97,3		10,000	0,080	-0,080										
98		0,800	0,050	-0,050										
99		4,700	0,050	-0,050										
100		20,000°	0,500	-0,500										
101		1,450	0,050	-0,050										
102		1,900	0,050	0,050										
103		22,850	0,100	-0,100										
104		23,000	0,100	-0,100										
105		1,490	0,050	-0,050	1,457	1,446	1,460	1,447		9	✓			##-----
106,1	⌀ 0,300ABC	0,000	-0,300		0,589	0,494	0,579	0,518		9		X	+ 0,289	
106,11	ref. 72,790				73,085	73,037	73,079	73,049		9				
107		4,470	0,150	-0,150	4,432	4,432	4,435	4,444		9	✓			---##-----
108		2,410	0,100	-0,100	2,103	1,970	2,029	2,160		9		X	- 0,340	
109,1	⌀ 0,300ABC				0,312	0,623	0,597	0,843		9		X	+ 0,543	
109,11	ref. 33,490				33,334	33,801	33,788	33,911		9			!	
110		1,040	0,100	-0,100	1,038	1,041	1,038	1,043		9	✓			---##-----
111,1	⌀ 0,300ABC				0,507	0,681	0,542	0,665		9		X	+ 0,381	
111,11	ref. 51,200				51,454	51,541	51,471	51,532		9				
112		2,470	0,100	-0,100	2,098	1,892	2,063	1,828		9		X	- 0,542	
113,1	⌀ 0,300ABC				0,653	0,584	0,594	0,536		9		X	+ 0,353	
113,11	ref. 24,300				24,626	24,592	24,597	24,568		9				
114,1	⌀ 0,300ABC				0,429	0,518	0,450	0,518		9		X	+ 0,218	
114,12	ref. 31,820				32,035	32,079	32,045	32,079		9				
115		1,110	0,100	-0,100	1,086	1,089	1,088	1,089		9	✓			---#-----
116	∩ 0,300ABC													
117	≡ 0,100E													
118	≡ 0,100E													
119	≡ 0,100E													
120	≡ 0,100E													
121	≡ 0,100E													
122	≡ 0,100E				0,098	0,018	0,081	0,020		9	✓			#####
123					-	-	-			atr				
124					-	-	-			atr				
125					-	-	-			atr				

Name:	Ullei-Kovács Attila	Udvardi Tibor	Name:	
Division:	QS/ MSA	Quality group leader	Division:	
Phone:			Phone:	
Fax:			Fax:	
E-Mail:	attila.u.kovacs@bebusch.hu	tibor.udvardi@bebusch.hu	E-Mail:	
2018.05.07				
Date:	Signature:	Signature:	Date:	Signature:

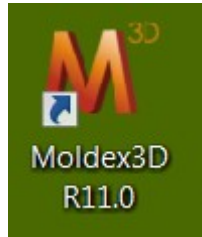
Id. number, supplier:	Bebusch Hungária Kft	Id. number, customer:	Continental Sibiu
Test report no.:	-	Test report no.:	-
Item	-	Item	-
Drawing no:	A2C760350504 N1	Drawing no:	A2C760350504 N1
Date of change:	AA	Date of change:	AA
Number of change:	28 01 18	Number of change:	28 01 18
Name:	HLI4 11K Plastic Cover	Name:	HLI4 11K Plastic Cover
Sampling date:	2018.04.xx	Ch. Nr.:	T1

Anexo 17- Manual de utilização do software M



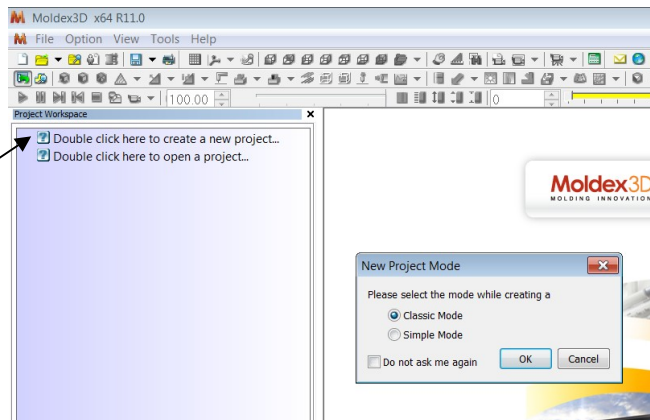
eDesign

Criação do modelo



1. Abrir Moldex 3D

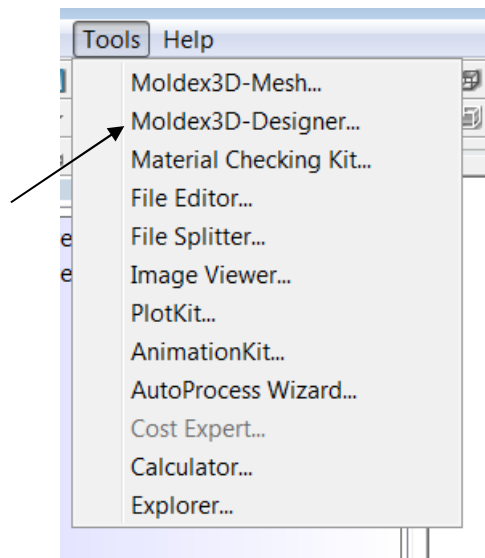
2. Criar um projecto



2.1. Seguir os passos para a criação do projecto, fazendo as alterações necessárias.

Cancelar a criação da “run” – só quando se está a criar pela 1.ª vez o projecto.

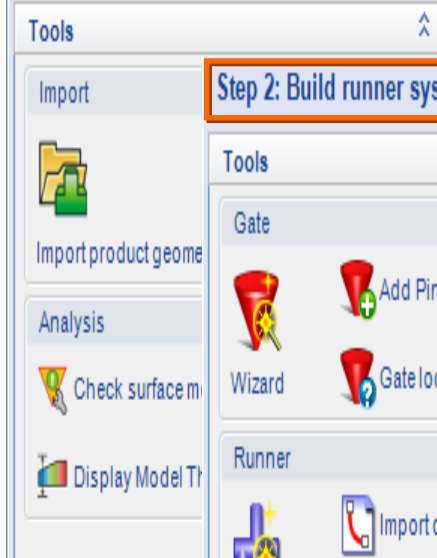
3. Clicar em “Tools” e seleccionar “Moldex3D-Designer”



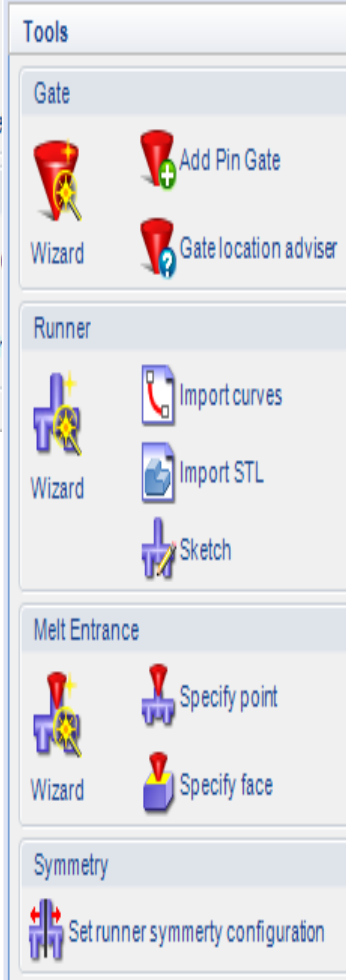
eDesign

Criação do modelo

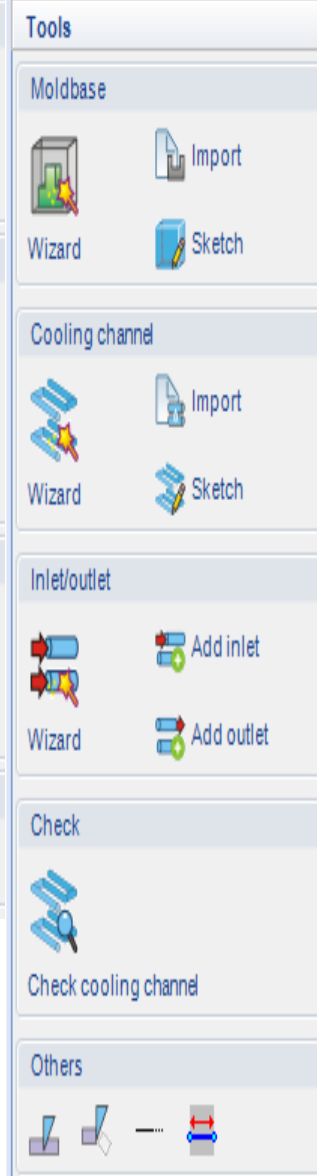
Step 1: Import model



Step 2: Build runner system



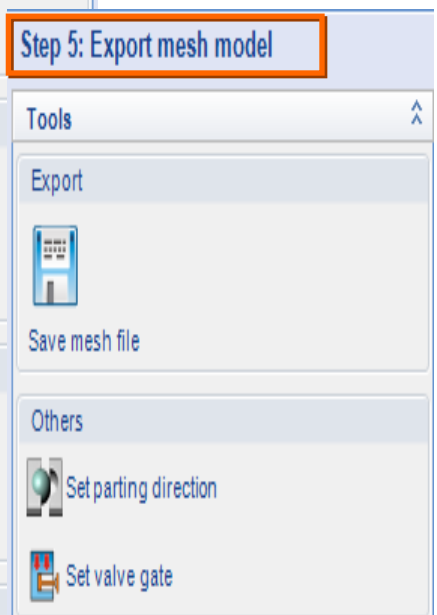
Step 3: Specify cooling system



Step 4: Generate solid mesh



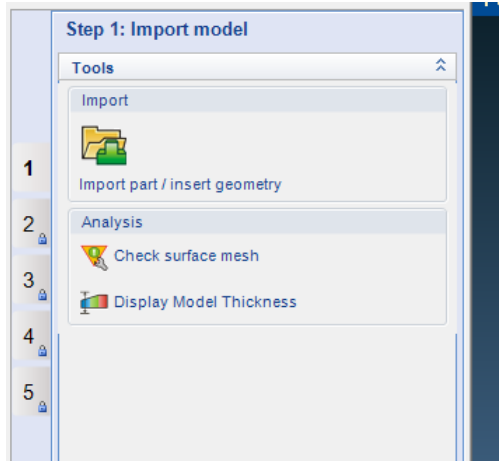
Step 5: Export mesh model



eDesign

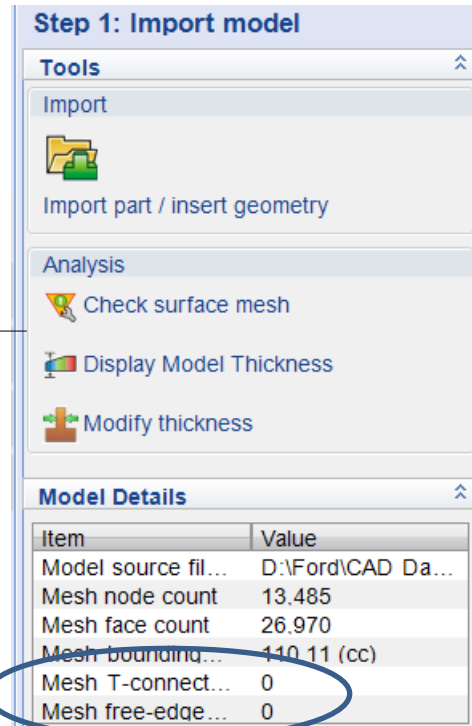
Criação do modelo

4. Importar stl



5. Reparar stl

Fazer o repair 2 ou 3 x e aceitar mesmo que existam alguns “free edges” ou “T-connected edge”



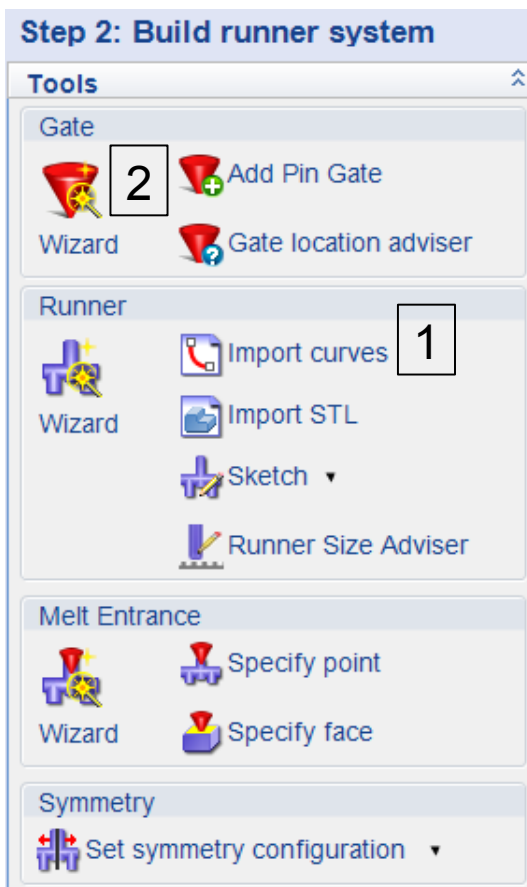
eDesign

Criação do modelo

O sistema de alimentação, canais de refrigeração e o molde podem ser contruídos de 2 maneiras:

1 – A partir da importação dos ficheiros iges onde estão definidas as linhas de centro dos canais de alimentação e dos canais de refrigeração e as superfícies que definem a dimensão da cavidade mais bucha onde estão inseridos (“moldbase”).

2 – Directamente no eDesigner



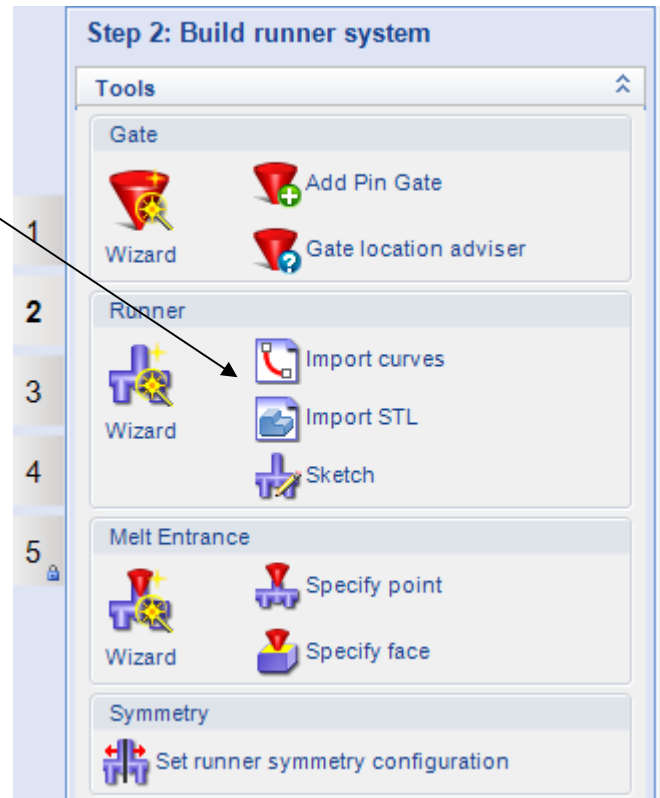
No caso da injeção em filme recomendamos a importação em stl das superfícies que definem a injeção em filme, dar o atributo de “cold runner” e depois importar as linhas de centro dos canais de alimentação. Em alternativa pode-se importar o stl do sistema de alimentação completo.

eDesign

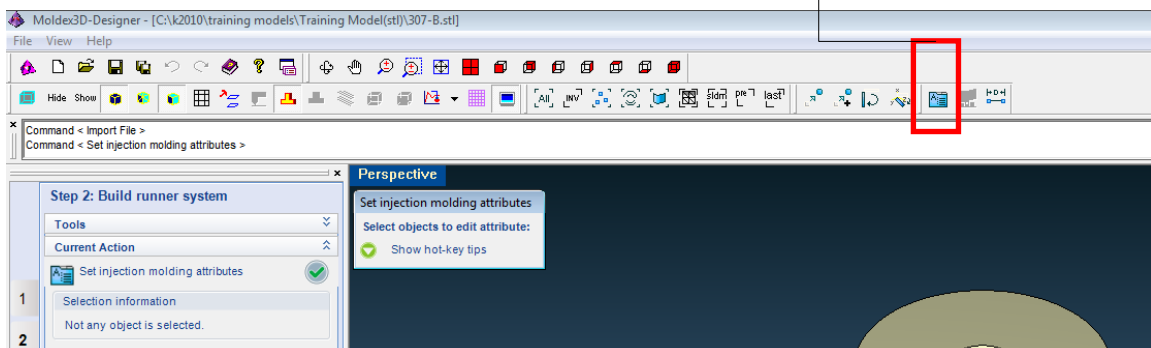
Criação do modelo

6. Importar os canais de alimentação em formato igs, bem como o ponto de entrada do material

Pode-se simular sem os canais e apenas com 1 pto. de injeção.



6.1. Dar os respectivos atributos



eDesign

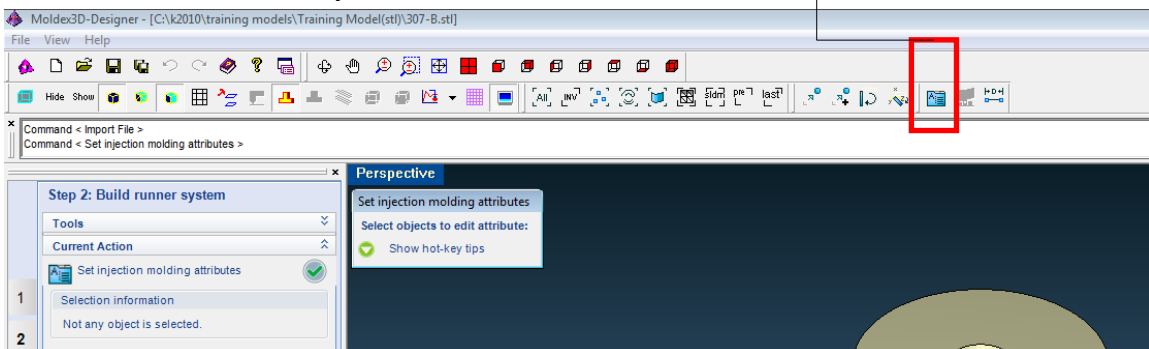
Criação do modelo

7. Criar ou importar os canais de refrigeração, os pontos de entrada e saída de água e o bloco de aço que corresponde ao “Moldbase” (*)

(*) as dimensões do “moldbase” correspondem ao bloco de aço onde estão inseridos os canais de refrigeração e de alimentação, sendo que as entradas e saídas da água devem ser coincidentes com as paredes do “moldbase”



7.1. Dar os respectivos atributos



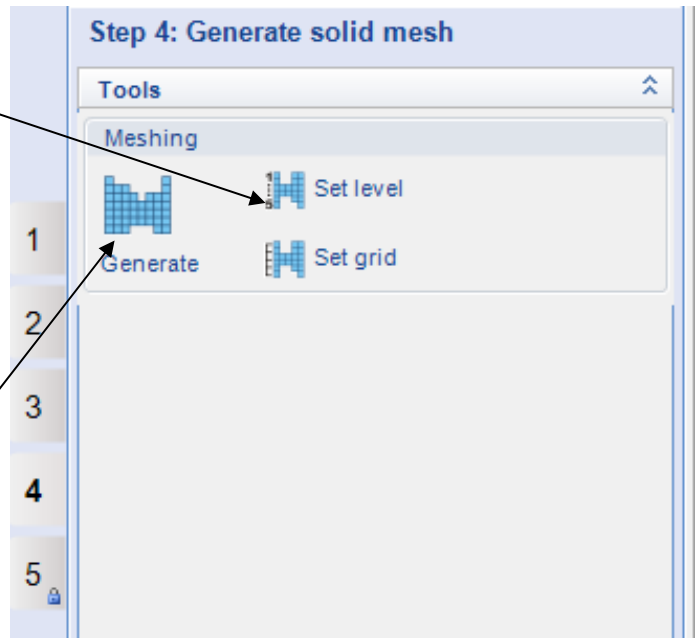
eDesign

Criação do modelo

8.1. Escolher o nível da malha a gerar.

*Utilizar regra geral nível 3.
Para empeno – recomenda-se nível 5.*

8.2. Gerar malha



eDesign


Criação do modelo

9. Exportar o modelo


Step 5: Export mesh model


Tools

Export

 Save mesh file

Others

 Set parting direction

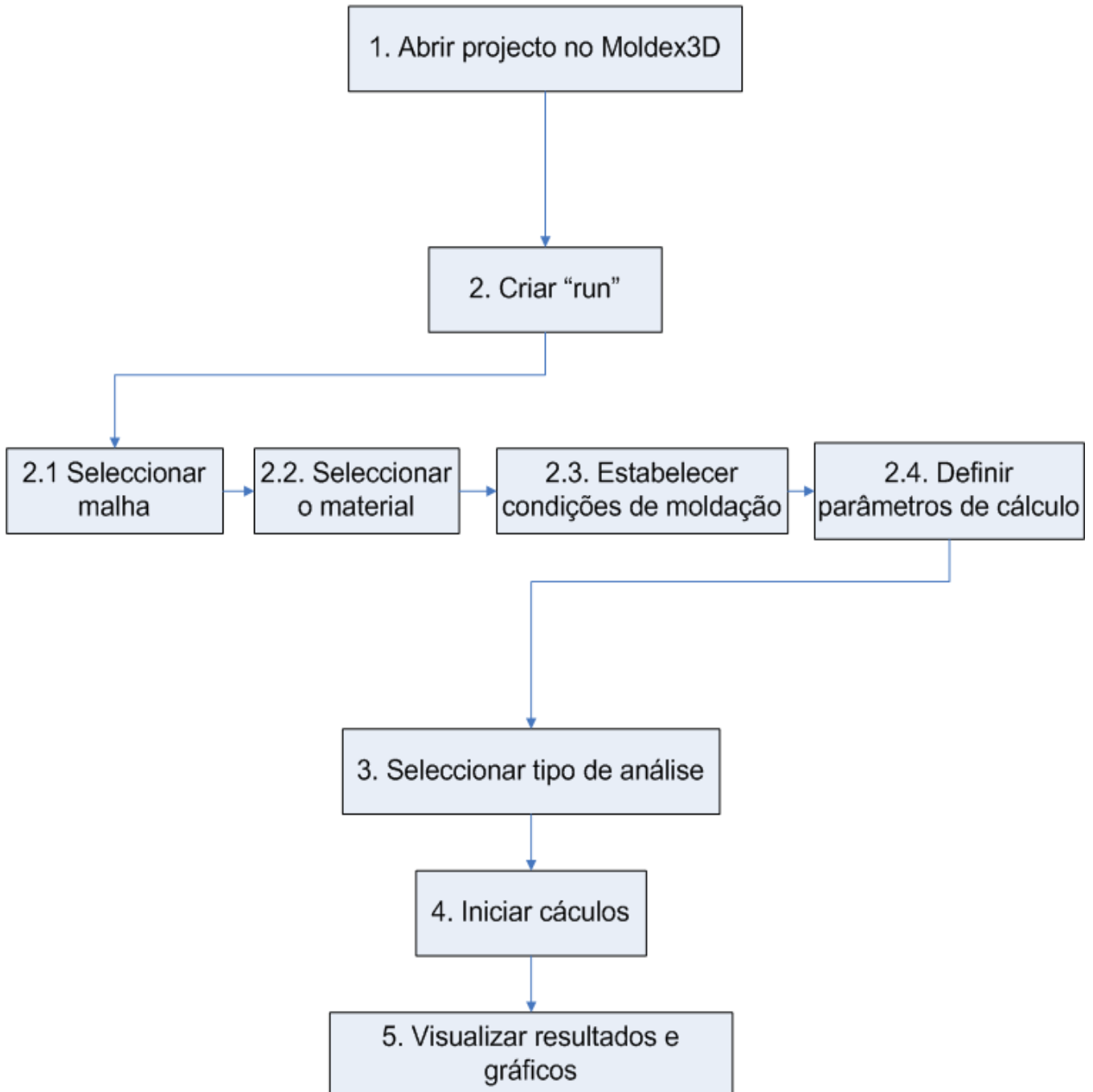
 Set valve gate

Model Details

Item	Value
Cavity mesh node...	131,309
Cavity mesh elem...	139,265
Cavity mesh volume	175.08 (cc)
Meshing level	1
Mesh reliability level	medium
Runner mesh nod...	729
Runner mesh ele...	1,024
Runner mesh volu...	0.40 (cc)

eDesign

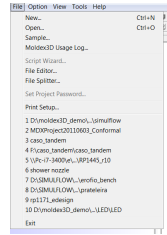
Simulação e Visualização de resultados



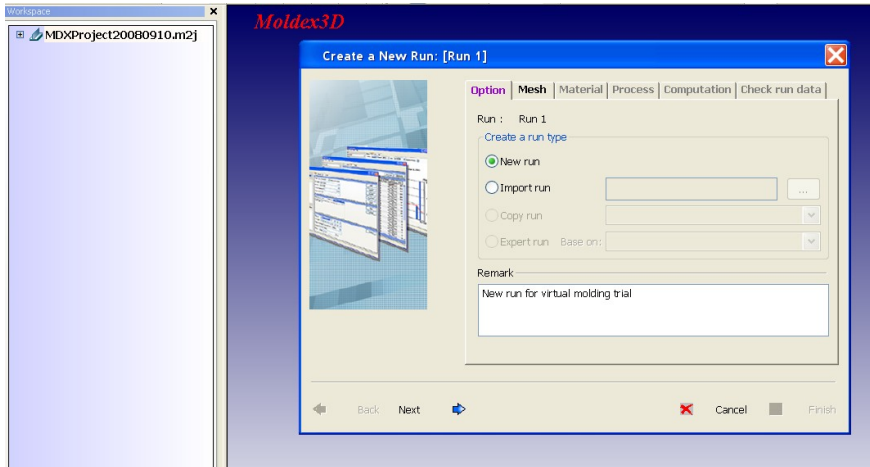
eDesign

Simulação e Visualização de resultados

1. Abrir o projecto no Moldex3D “file/open”

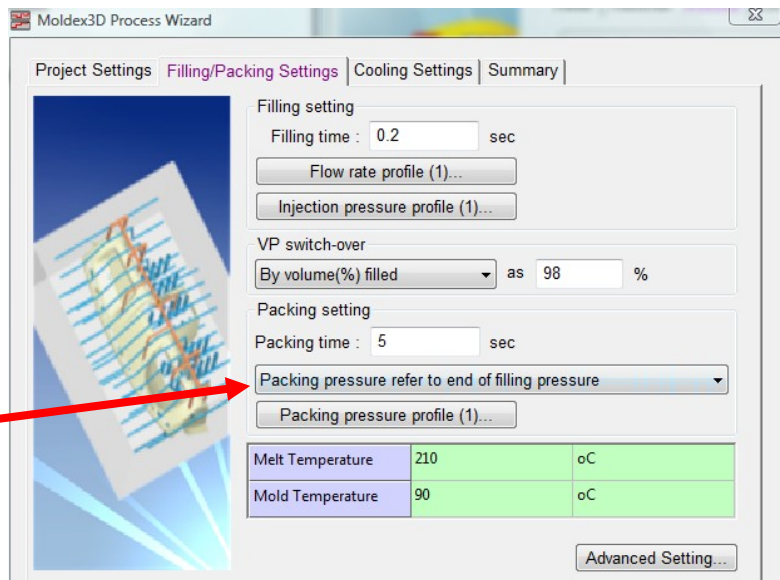


2. Criar uma “run”

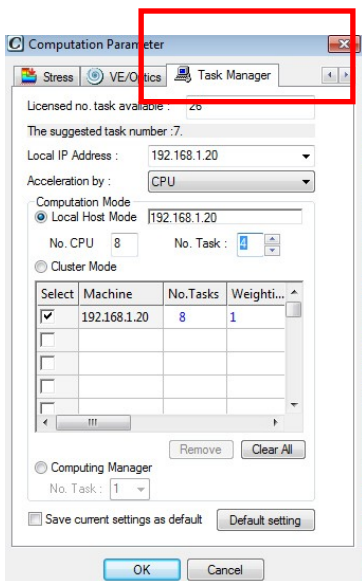
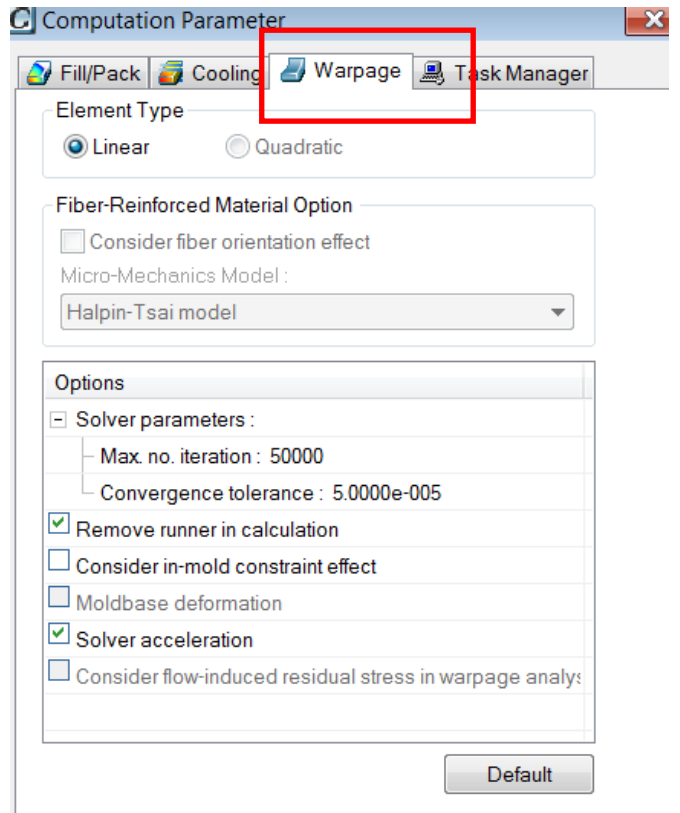
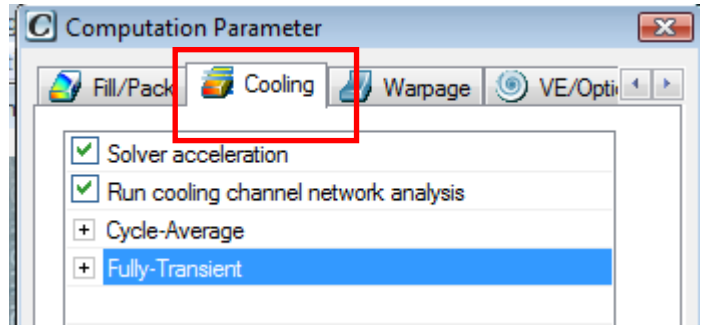
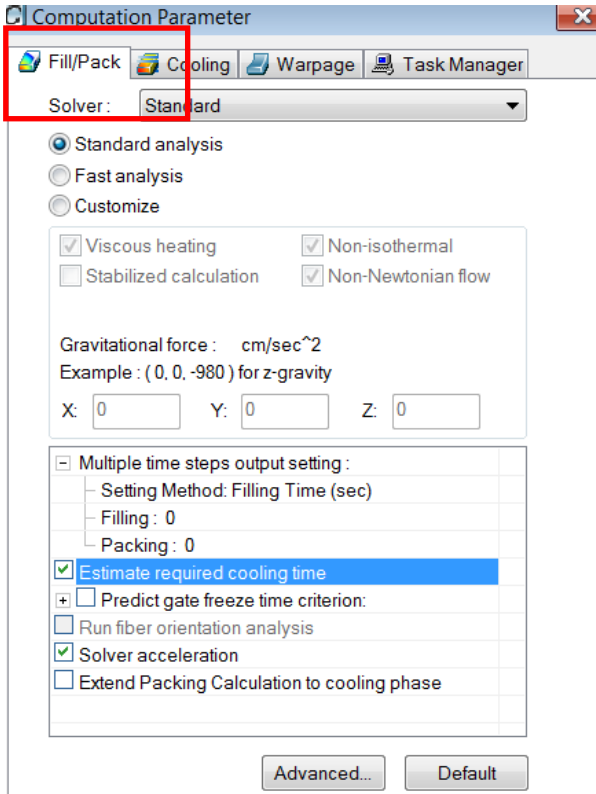


Seleccionar a malha, o material e as condições de processamento pretendidas, bem como os parâmetros de cálculo.

As condições de moldação são propostas pelo software designadamente o tempo de injeção, a temperatura no bico da máquina e a temperatura do molde. O tempo de compactação é por defeito 5s e na pressão de injeção seleccionar



3. “Computation Parameter” = parametros de cálculo



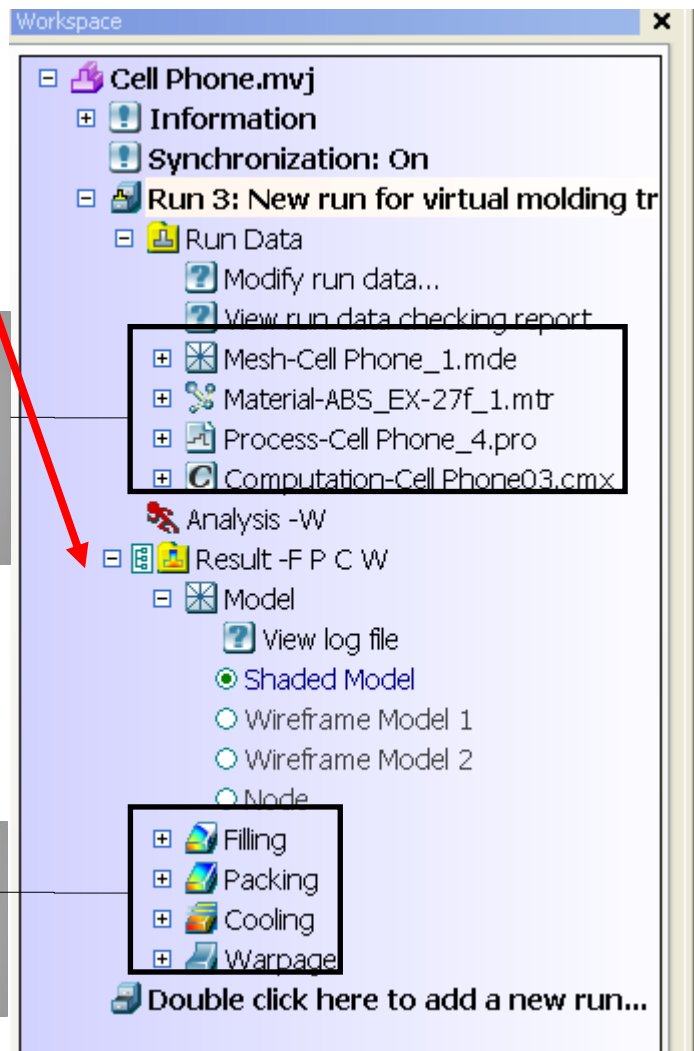
eDesign

Simulação e Visualização de resultados

5. Visualizar resultados e gráficos

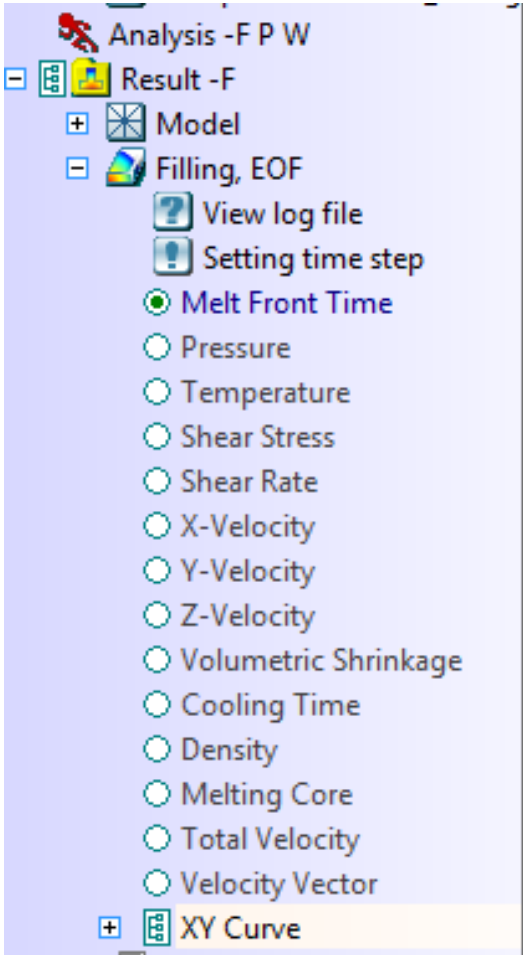
Informação sobre os dados implementados na simulação

Separadores dos diversos tipos de análise

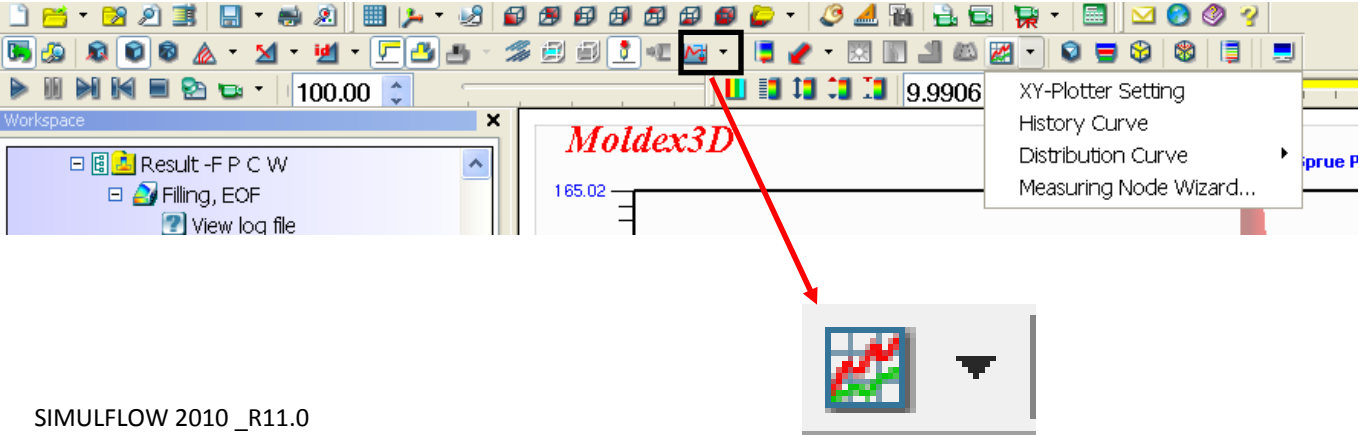


eDesign
Simulação e Visualização de resultados

5. Visualizar resultados e gráficos (XY curve)



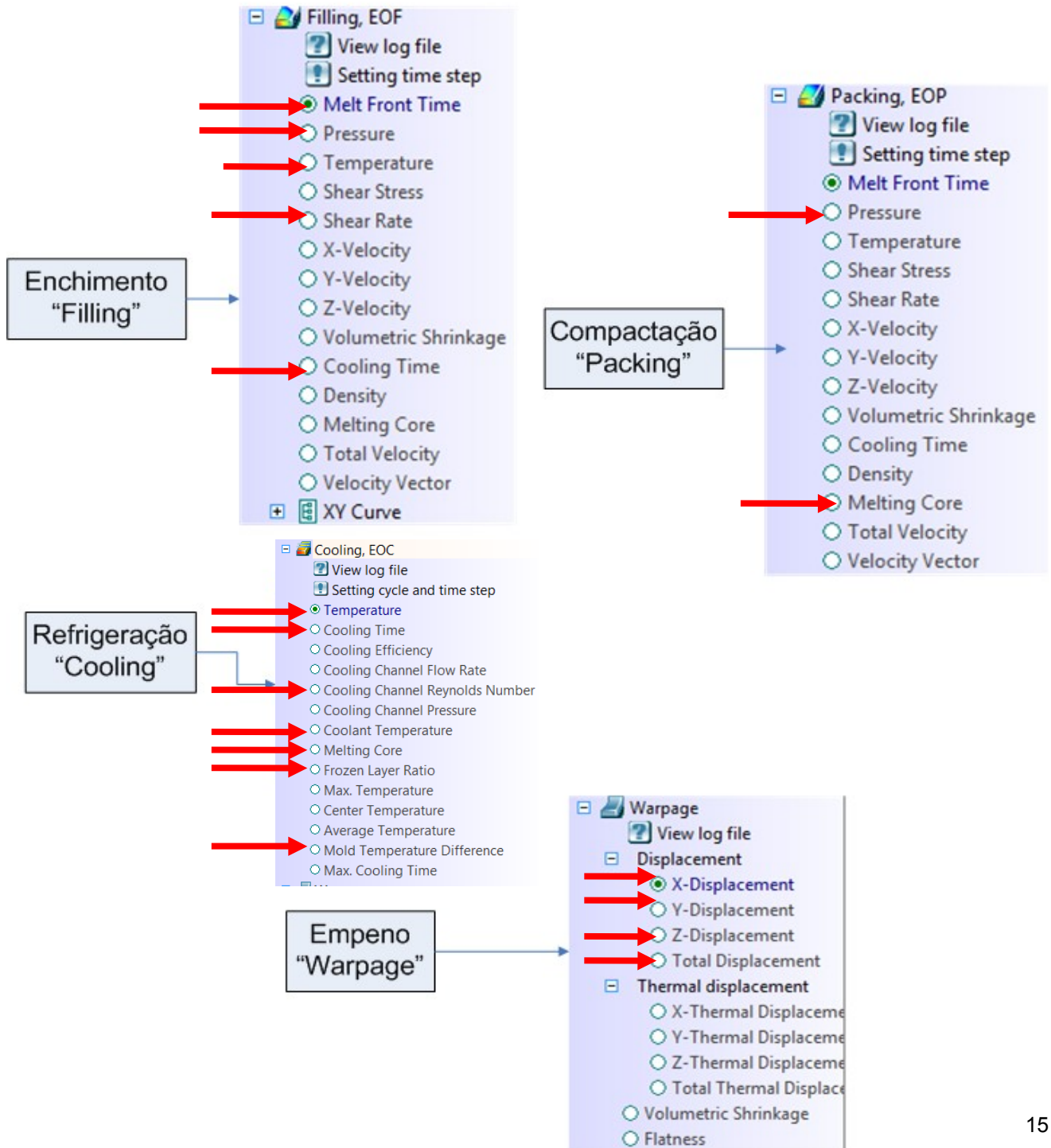
OU



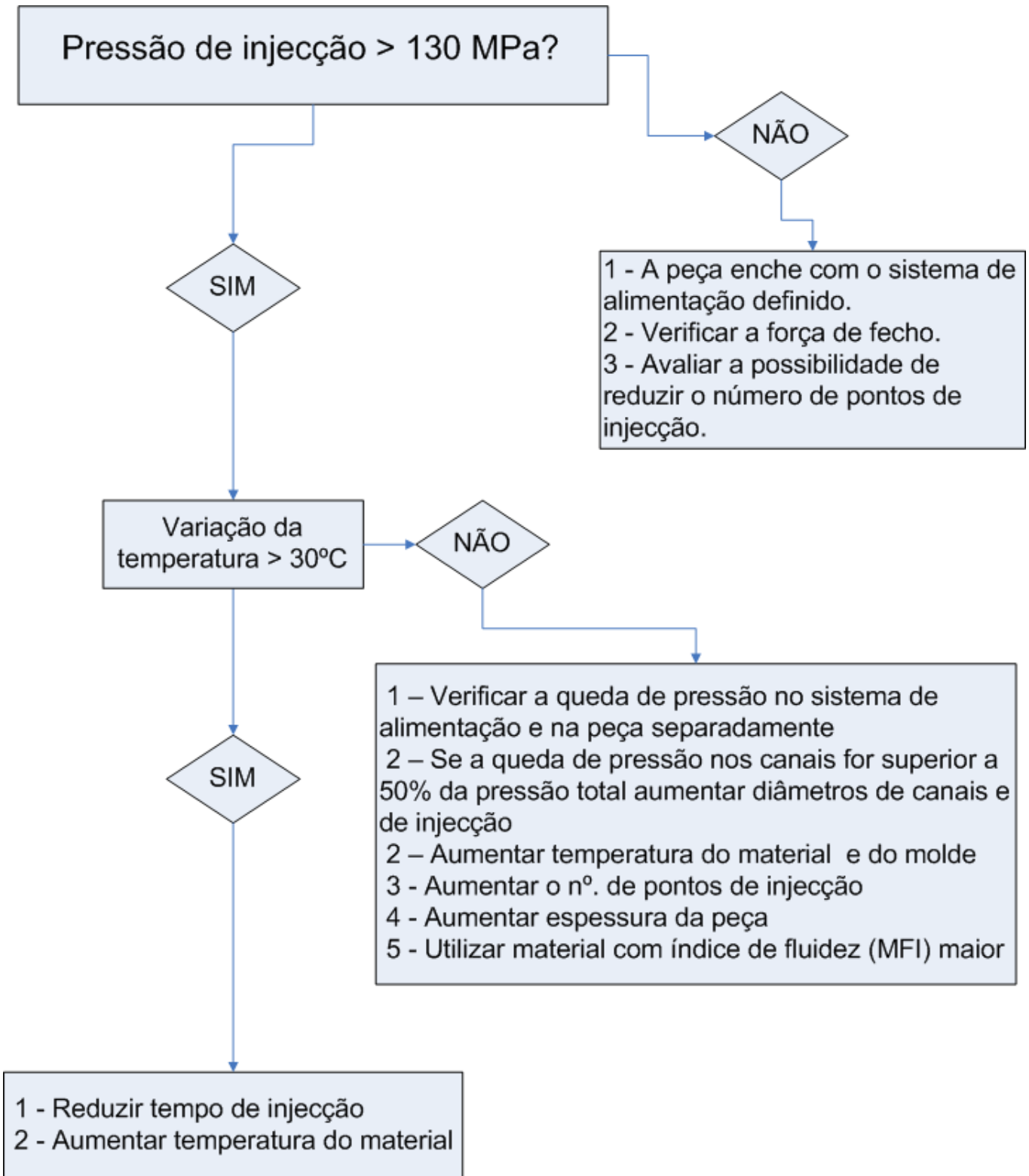
eDesign

Interpretação de resultados

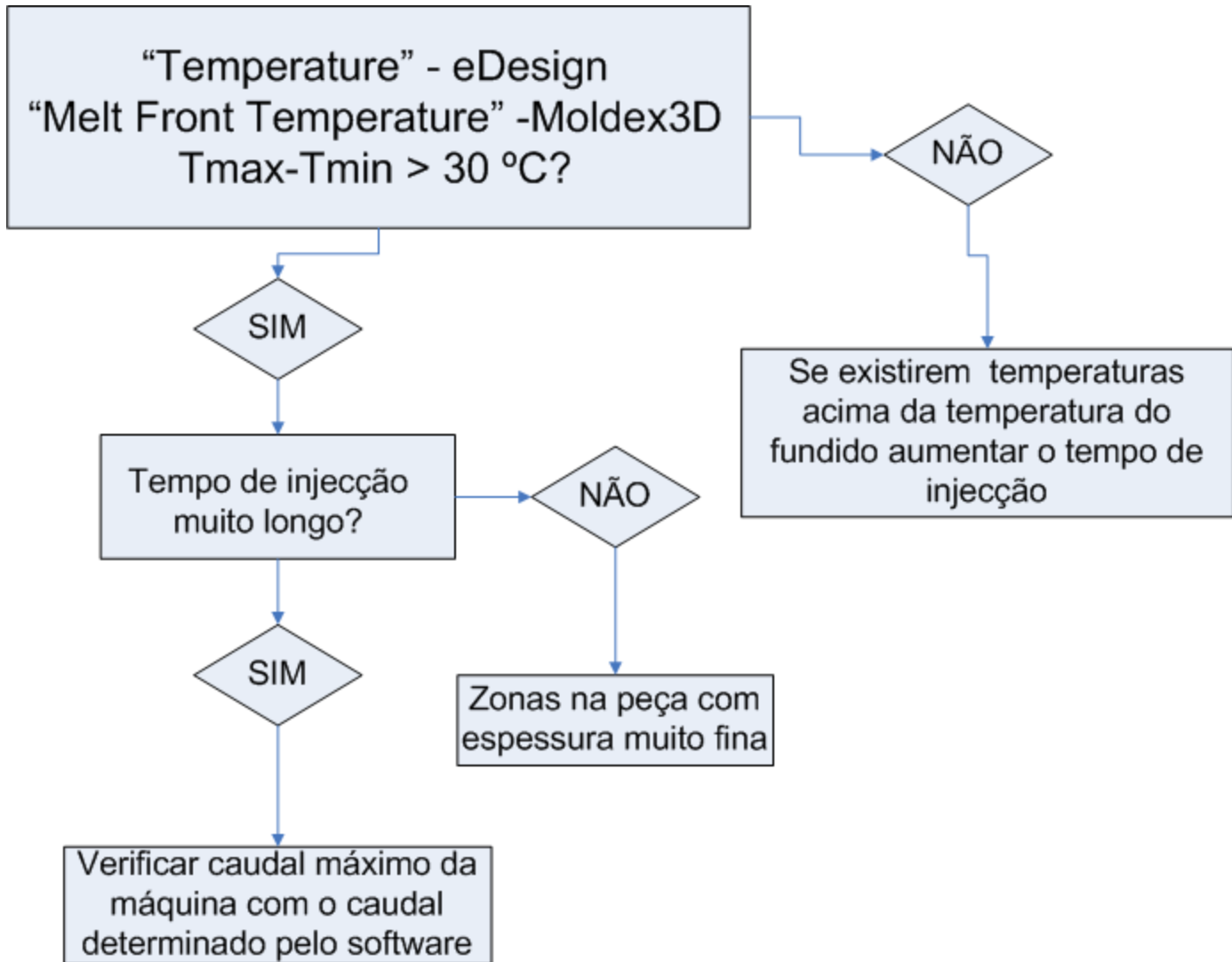
→ Principais diagramas analisar



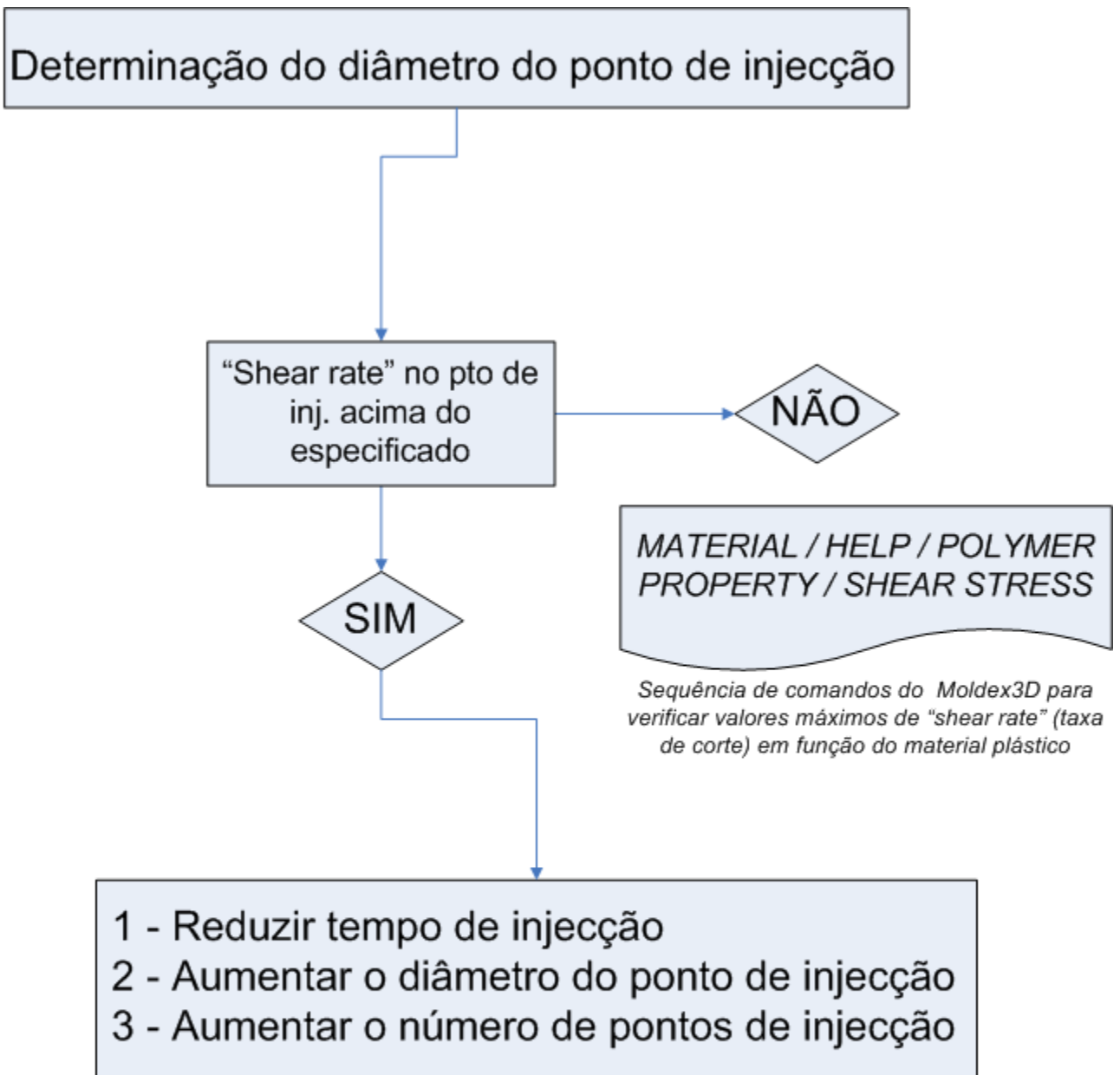
A peça enche?



As condições de moldação estão correctas? Existem efeitos de hesitação ?



Qual a dimensão para o pto. de injeção?



Dicas:

- 1 - Diâmetros dos canais frios = 1.5 x espessura da peça na zona da injeção
- 2 - Diâmetro do ponto de injeção 40% a 70 % da espessura geral