

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Engenharia Electromecânica

***Nockenwelle-Verbindung Brasil com base na
experiência da Europa***

Bruno Alberto Afonso de Almeida

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Covilhã, 2008

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Engenharia Electromecânica

***Nockenwelle-Verbindung* Brasil com base na
experiência da Europa**

Bruno Alberto Afonso de Almeida

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor Paulo Fael



**Universidade da Beira Interior
Thyssenkrupp Presta AG**



„Nockenwelle-Verbindung Brasil com base na experiência da Europa“



**Universidade da Beira Interior
Thyssenkrupp Presta AG**



„Nockenwelle-Verbindung Brasil com base na experiência da Europa“



Resumo

Esta tese de Mestrado serve para tentar descobrir quais os factores que mais peso têm no processo de junção de garfos e Tubos / Eixos (este processo é denominado internamente na TKT Presta como processo de Nockenwelle Verbindung). Os testes foram realizados na nossa empresa filha no Brasil (TKT Presta Brasil), pois é o local onde estão a ocorrer os problemas com o processo. O processo foi iniciado com a escolha do tipo de componentes que iramos usar para o estudo. Os garfos e tubos / eixo escolhidos, são os componentes mais montados em todos os nossos produtos, daí que são de extrema importância para a empresa e consequentemente para o estudo.

O estudo começou com uma reunião, onde pessoas ligadas a área de Eng. de Processo, Eng. de Desenvolvimento e os Técnicos de Laboratório tomaram parte, para se poder tentar descobrir quais seriam os factores que mais peso e relevância teriam para o estudo que se queria realizar. Após a reunião, foram então definidos os critérios de escolha dos componentes e foram seleccionados os mesmo.

Os testes foram todos realizados no Brasil, usando o mesmo equipamento que é utilizado para fazer todos os testes de rotina (liberação da produção, testes de requalificação).

Após os testes realizados, foram então analisados os resultados usando uma ferramenta já bastante conhecido pelo nosso departamento de qualidade, (DOE, Design of Experiments), e daí se pode chegar a conclusão que a camada de fosfato que é usada como tratamento de superfície para proteger os garfos e tubos / eixos da corrosão, é o que mais influencia nos valores achados no processo.



Summar

The intuit of this Master Thesis is to try to find out which factors have more weight in the joining process between forks and axes (this process is internal in TKT Presa define as Nockenwelle Verbindung). The test were realized in the daughter factory in Brazil (TKT Presta Brazil), because is the factory that more history of problem with the process mentioned above. The process started with the choosing of the components that should be used in the study. The forks and axes chosen are the components most used in our products, meaning that the study will be more relevant and of extreme importance for the company.

The study started with a meeting, where Process Engineers, Development Engineers and technical persons from our Laboratory took part, to try to define witch factors are more preponderant for the complete process, and witch ones would be relevant for our study. After that meeting whore defined the components to be used and witch criteria was used to choose them.

The test where completely realized in Brazil, using the same equipment that is used to do all the normal tests (production release, requalification's tests).

After the test realized, the results where analyzed using a very well known tool used by our quality department (DOE, Design of Experiments). From that analyze was reached to the conclusion that the Surface handling with Phosphate that is used to protect the axes and the forks from corrosion is the factor that more influence has on the values found for the process.



Agradecimentos

Thomas Heitz (TKT Presta)

Paul Schwarzhans (TKT Presta)

Alcemir Barbarini (TKT Presta)

Edmund Narobe (TKT Presta)

Rainer Soinegg (TKT Presta Brasil)

Cesar Bandeira (TKT Presta Brasil)

Por toda a ajuda e suporte prestados durante todo o projeto.

Pr. Dr. Paulo Fael (UBI)

Pr. Dr. João Matias (UBI)

Para além de toda a ajuda que me foi facilitada, também a grande compreensão e tolerância durante toda a realização da dissertação.



1. Introdução.....	3
2. Enquadramento Teórico	4
2.1 Identificação dos Componentes.....	4
2.2 Definição do Processo de NVW	5
2.3 Esquematização do Processo de NVW.....	7
2.4 Medição Força / Posição no processo de NVW	10
2.5 Definição da Curva Força / Posição	11
2.6 Listagem dos Parametros.....	12
2.7 Valores a serem Medidos	15
2.8 Termino do Processo de NVW	17
2.9 Reconhecimento dos Picos	18
2.10 Parametros / Tipo de Dados	19
3. Método de Investigação.....	20
3.1 Definição de DOE	20
3.2 Importancia do DOE.....	20
3.3 Modo de uso do DOE.....	21
4. Montagem dos Testes	22
4.1 Montagem do Gardo no Eixo / Tubo.....	22
5. Resultados.....	25
6. Discussão e Conclusão	48
7. Referencias Bibliográfica	50
8. Anexos.....	51



1. Introdução

O intuito desta tese de mestrado é encontrar o fator ou conjunto de fatores mais preponderantes para a existência de tão grande diferença de valores obtidos no processo de “*Nockenwelleverbindung*” (NWV) quando comparamos os resultados obtidos na TKT PF (ThyssenKrupp Technologies Presta France) e os obtidos na TKT PB (ThyssenKrupp Presta Brasil), sendo que os processos são teoricamente idênticos, assim como a maquinaria usada em ambos os países.

Sendo este um processo que é utilizado em todos os nossos produtos da área *Steering*, torna-se ainda mais preponderante esta análise para um melhor conhecimento e compreensão do peso de cada fator no processo e a melhor forma de otimização e uniformização do processo no mundo inteiro.



2. Enquadramento Teórico

Para o meu estudo usarei diferentes tipos de garfos e de tubos, nos quais os garfos só variarão no tratamento de superfície, mas os tubos iram variar na espessura, tratamento de superfície e no tipo de rolagem feita.

2.1 - Identificação dos Componentes

Garfos:

Com camada de Fosfato completa (Numero Interno TKT Presta: 12938)

Sem camada de Fosfato (Numero Interno TKT Presta: 12447)

Desenhos técnicos dos garfos e da dentagem dos mesmos (Vide Anexos)

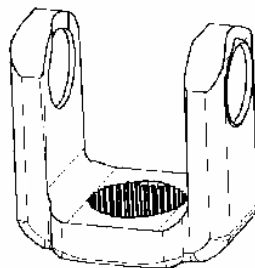


Fig. 1 – Garfo a ser usado nos testes.

Tubos:

Espessura de parede de 2.5 e Fosfatizado (Numero Interno TKT Presta: 562337)

Espessura de parede de 3.0 e Fosfatizado (Numero Interno TKT Presta: 14311)

Desenhos técnicos do Tubo e Rolagem (Vide Anexos)

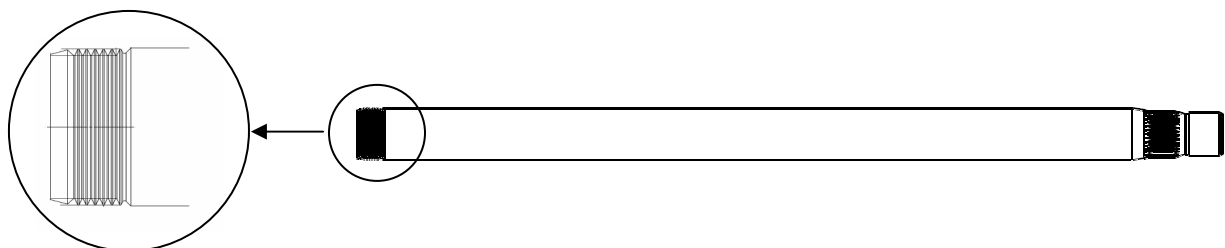


Fig. 2 – Exemplo de um dos tubos usados no processo de NVW, com ampliação da Rolagem

2.2 Definição do Processo NWV

O processo de NWV serve para unir os eixo inferior de uma coluna de direção (a parte que vai ligar a caixa de direção) à parte superior da coluna (a parte que contém todos os sistemas de retração, mobilidade e que faz a interface com o volante e com a chave de setas).

Sendo este um processo completamente controlado, tanto a nível de qualidade como de processo, vamos verificar os parâmetros de processo, para poder melhor compreender os valores a ser analisados.

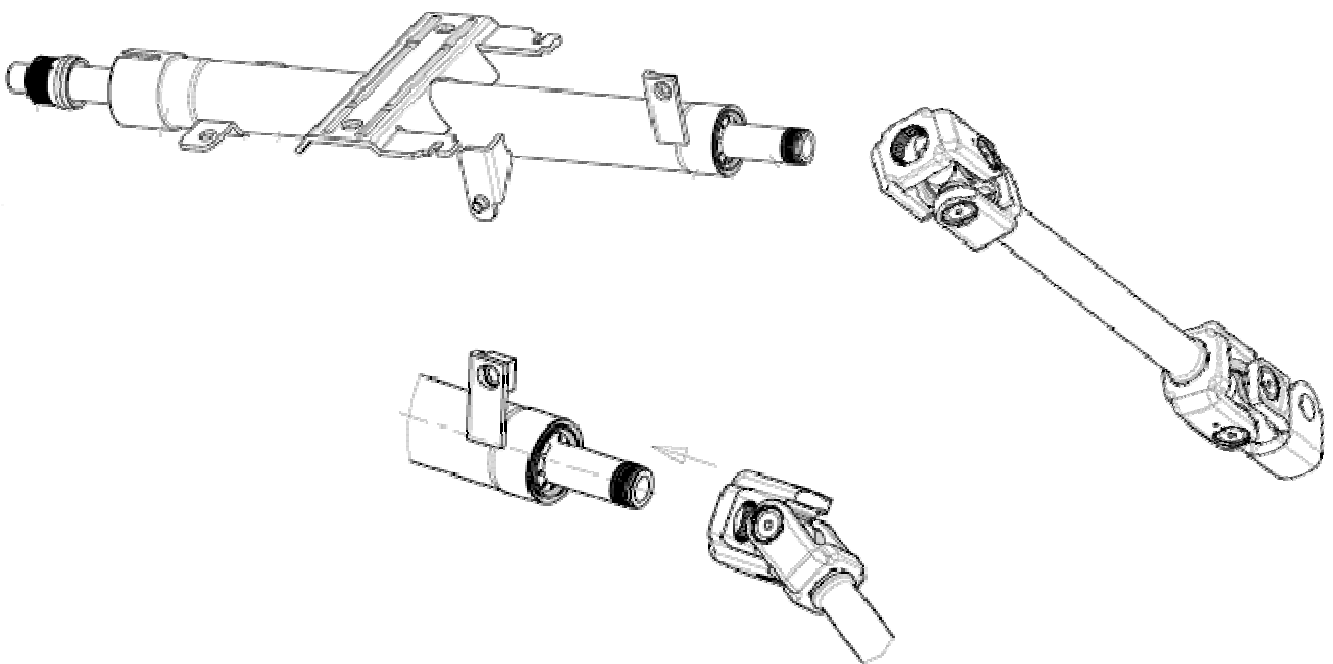


Fig. 3 - Parte Superior de uma coluna de direção, Eixo Inferior e a junção entre os mesmos.

A nível de processo, existem duas formas de controlo:

- Junção através da diferença de forças
- Caminho e posição.



O controlo de junção através da diferença de forças esta definido da seguinte forma:

- Força através do caminho percorrido (onde é medida a força e o caminho percorrido pelo tubo durante a inserção)
- Força através da posição (onde a força é medida em cada posição da inserção; sendo esta a que se tera em conta para o meu estudo)
- Diferença de posição das forças do eixo hidráulico (onde é medida a diferença de forças entre dois pontos pré-definidos do gráfico Força / Posição)

Nestes processos de controlo encontram se também mais dois módulos de medição agregados que servem também para o controlo do processo:

- Gráfico dos picos de força (onde os picos de força são controlados tendo em vista o seu número e a sua posição)
- Valor dos picos de força (onde os picos de força são controlados de acordo com o seu valor)

Para a fase de cravamento final o controlo é feito da mesma forma que para todo o processo, só que terá só em consideração o intervalo em que o mesmo é efetuado.

- Força através do caminho percorrido (onde é medida a força e o caminho percorrido pelo sistema de cravamento)
- Força através da posição (onde a força é medida em cada posição do sistema de cravamento)
- Diferença de posição das forças do eixo hidráulico (onde e medida a diferença de forças entre dois pontos pré-definidos do gráfico Força / Posição durante o cravamento)

2.3 Esquemática do processo de NWV

Passo 1: Fixação do Garfo

O Garfo é posicionado na máquina, preso de forma a não se poder movimentar durante o processo de inserção do tubo.

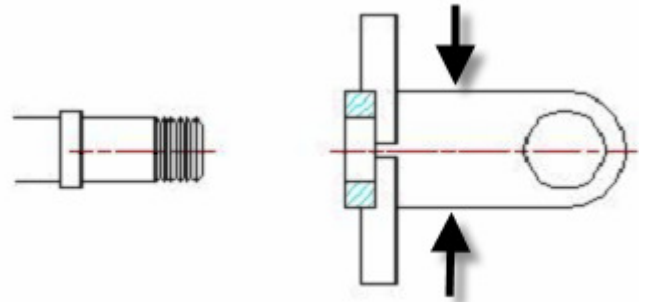


Fig. 4 – Fixação do Garfo

Passo 2: Posicionamento do Garfo no Tubo

O tubo é colocado na posição de inserção, na parte inferior do garfo de forma a que não colida com as paredes laterais.

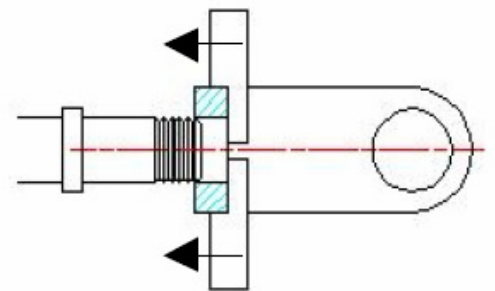


Fig. 5 Posicionamento do Garfo no Tubo

Passo 3: Cravamento na posição aberta de montagem

A ferramenta de cravamento final, abre para poder haver uma livre inserção do tubo.

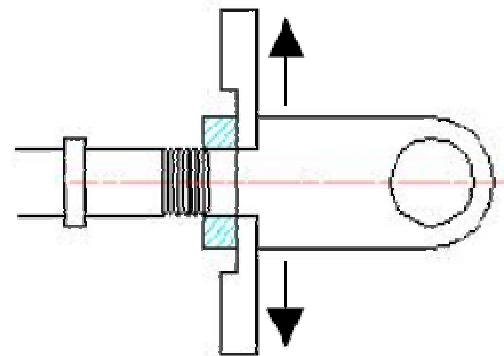


Fig. 6- Cravamento na Posição aberta de montagem

Passo 4: Montagem no Garfo

O tubo é inserido no garfo.

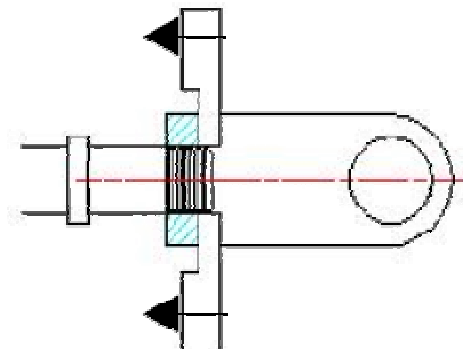


Fig. 7 – Montagem do Garfo



Passo 5: Recuo do Sistema

O sistema de cravamento recua.

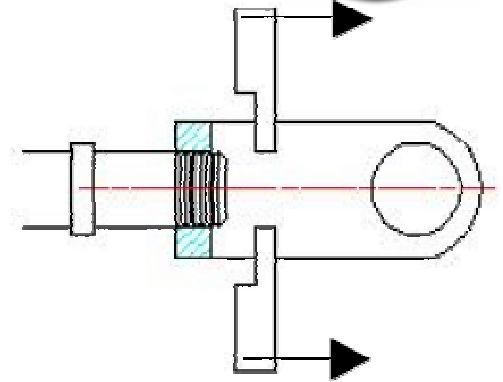


Fig.8 – Recuo no Sistema

Passo 6: Fecho da cravação

O sistema de cravamento final, fecha-se e coloca-se de forma a ficar em posição para o cravamento final.

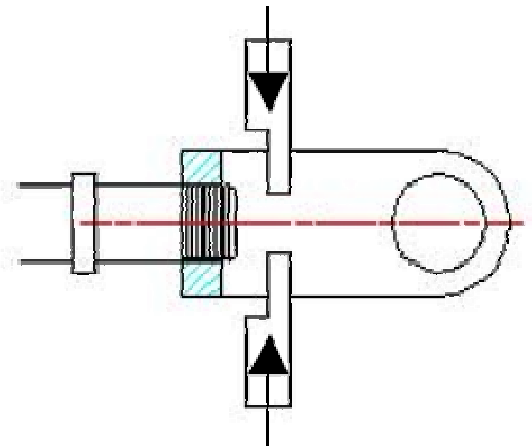


Fig. 9 – Fechamento da Cravação

Passo 7: Cravamento do Tubo

O sistema de cravamento sofre um avanço de forma a retornar a posição inicial, efetuando assim o cravamento de segurança no tubo.

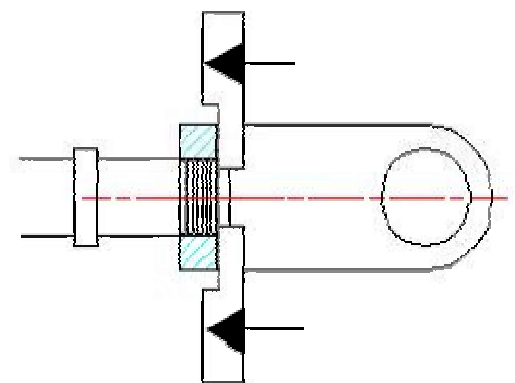


Fig.10 - Cravamento do Tubo



Passo 8: Recuo do cravamento

Após o cravamento, o sistema de cravamento sofre um novo recuo e abertura para permitir que o conjunto (garfo e tubo) possam ficar libertos.

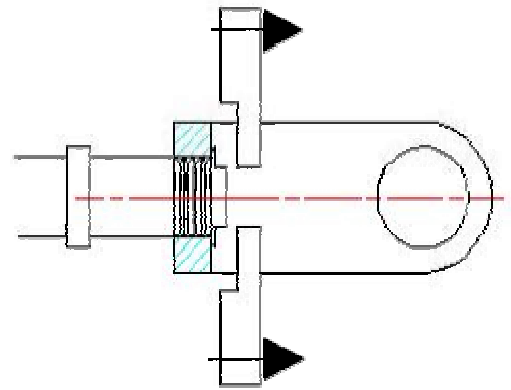


Fig. 11 – Recuo no Sistema de Cravamento



2.4 Medição Força / Posição no processo NWW

Para a medição da Força / Posição os eixos foram estabelecido da seguinte forma:

- Força medida no Eixo dos YY
- Posição é medida no Eixo dos XX

Para o eixo dos XX (Posição), foram definidas 3 zonas que designaremos de

- Zona 0
- Zona 1
- Zona 2

A definição das zonas está diretamente relacionada com a normalização do processo. As zonas foram criadas para melhor poder controlar os valores intermédios do processo e garantir que as força de prensagem esteja dentro de parâmetros bem definidos (Tolerância Inferior, UTG's e Tolerância Superior, OTG's que estão pré definidos para todas as 3 zonas e para todos os tipos de prensagem). As zonas serão definidas de acordo com o gráfico obtido e variam de gráfico para gráfico.

A medição tem como fim a busca dos Máximos e Mínimos das 3 Zonas.

2.5 Definição da curva Força / Posição

A curva Força / Posição fica então assim definida :

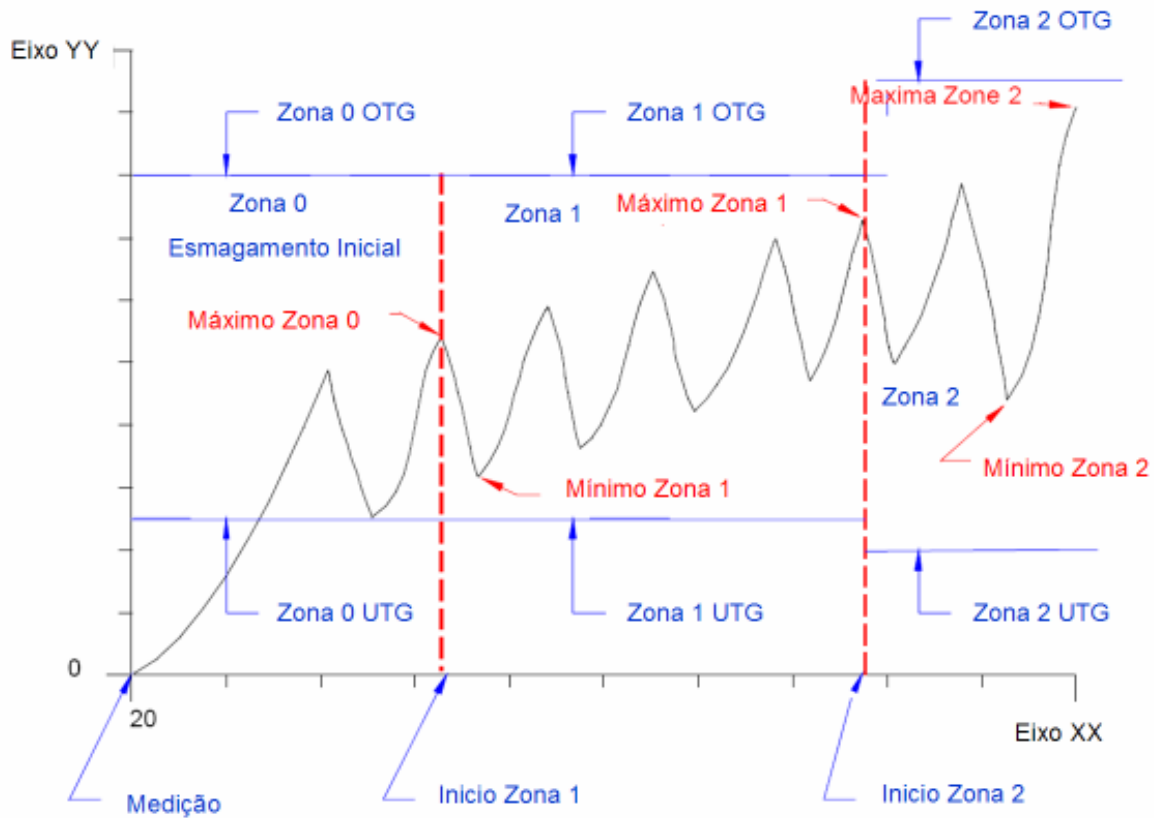


Fig. 12- Gráfico Força / Posição do processo de NWV, com as devidas zonas e UTG's e OTG's .

Depois do processo terminado , a cura será de novo analisada e as zonas serão definida de acordo com as posições dos picos. Os valores das OTG's e das UTG's são valores pré-definidos.



2.6 Definição e listagem de Parâmetros

Listagem e definição dos parâmetros

Nr.	Nome do Parâmetro	Unidade	Casa Decimais
1	PP_vJuncao	mm/s	3
2	PP_Inicio Medicao	mm	3
3	PP_Inicio Zona 1	Valor	0
4	PP_Inicio Zona 2	Valor	0
5	PP_Final Medicao	mm	3
6	PP_Zona 0 Valor Teórico	N	3
7	PP_Zona 0 OTG	N	3
8	PP_Zona 0 UTG	N	3
9	PP_Zona 1 Valor Teórico	N	3
10	PQ_Zona 1 OTG	N	3
11	PP_Zona 1 UTG	N	3
12	PP_Zona 2 Valor Teórico	N	3
13	PP_Zona 2 OTG	N	3
14	PQ_Zona 2 UTG	N	3
15	PP_Intervalo Plotavel	mm	3

Tabela 1 - Listagem e definição dos parâmetros

PP_vJuncao

Parâmetro utilizado para controlar a velocidade com que o tubo é inserido no garfo.

PP_Inicio Medicao

Parâmetro utilizado para definir o ponto a partir do qual será iniciada a leitura dos valores para o gráfico.

PP_Inicio Zona 1

Parâmetro utilizado para definir a fronteira entre a Zona 0 e a Zona 1. Esta fronteira é definida na pós análise do gráfico, pois depende diretamente da posição dos picos.



PP_Inicio Zona 2

Parâmetro utilizado para definir a fronteira entre a Zona 1 e a Zona 2. Esta fronteira é definida na pós análise do gráfico, pois depende diretamente da posição dos picos

PP_Final Medicao

Parâmetro utilizado para limitar o intervalo de medição. Quando este parâmetro assume o valor 0 a medição termina.

PP_Zona 0 Valor Teórico

Parâmetro utilizado para guardar os valores teórico da Zona 0. Este parâmetro só é utilizado para o tratamento de dados estatísticos.

PP_Zona 0 OTG

Parâmetro utilizado para definir a OTG da zona 0.

PP_Zona 0 UTG

Parâmetro utilizado para definir a UTG da zona 0.

PP_Zona 1 Valor Teórico

Parâmetro utilizado para guardar os valores teórico da Zona 1. Este parâmetro só é utilizado para o tratamento de dados estatísticos.

PQ_Zona 1 OTG

Parâmetro utilizado para definir a OTG da zona 1.

PP_Zona 1 UTG

Parâmetro utilizado para definir a UTG da zona 1.

PP_Zona 2 Valor Teórico

Parâmetro utilizado para guardar os valores teórico da Zona 2. Este parâmetro só é utilizado para o tratamento de dados estatísticos.



PP_Zona 2 OTG

Parâmetro utilizado para definir a OTG da zona 2.

PP_Zona 2 UTG

Parâmetro utilizado para definir a UTG da zona 2.

PP_Intervalo Plotavel

Parâmetro usado para definir o intervalo (no eixo do XX) onde os valores da força serão medidos (eixo dos YY) e plotáveis.

Os valores **PP_Inicio Medicao** e **PP_Final Medicao** não são valores absolutos e dependem da posição em que a inserção está a ser iniciada devido ao fato de termos diversos componentes a serem montados com este processo.

Os parâmetros **PP_Inicio Zona 1** e **PP_Inicio Zona 2** definem claramente a Zona 1 e a Zona 2 de acordo com a posição dos picos no gráfico.



2.7 Listagem de valores a serem medidos

(Valores guardados do processo)

Nr.	Nome do Valor	Casas decimais
1	P_XX F-Max Zona 0	3
2	Q_XX F-Max Zona 1	3
3	P_XX F-Min Zona 1	3
4	P_XX F-Valor Medio Zona 1	3
5	P_XX F-Max Zona 2	3
6	Q_XX F-Min Zona 2	3
7	P_XX F-Valor Medio Zona 2	3

Tabela 2 – Listagem dos valores a serem medidos no processo

XX - Refere-se ao Módulo onde a força e medida.

P_XX F-Max Zona 0

Valor correspondente ao maximo medido na Zona 0

Q_XX F-Max Zona 1

Valor correspondente ao maximo medido na Zona 1

P_XX F-Min Zona 1

Valor correspondente ao mínimo medido na Zona 1

P_XX F-Valor Medio Zona 1

Valor correspondente ao valor médio da Zona 1. Este valor será calculado de forma aritmética de acordo com a leitura feita no gráfico.

P_XX F-Max Zona 2

Valor correspondente ao maximo medido na Zona 2

Q_XX F-Min Zona 2

Valor correspondente ao mínimo medido na Zona 2

„Nockenwelle-Verbindung Brasil com base na experiência da Europa“



P_XX F-Valor Medio Zona 2

Valor correspondente ao valor médio da Zona 2. Este valor será calculado de forma aritmética de acordo com a leitura feita no gráfico.

2.8 Termino do Processo de NWV

Para terminar o processo de NWV, utiliza-se um critério que calcula a diferença de forças a partir de um ponto pré determinado da posição de prensagem, calculando então o mínimo (que se vai encontrar na Zona 2) e partindo do mínimo desse cria um critério para termino do processo por diferença de forças. O controlo do termino do processo desta forma é bastante importante, pois alem de definir muito claramente quando acaba a prensagem, evita que uma prensagem excessiva crie deformação plástica nos componentes envolvidos.

O mínimo calculado na Zona 2 está diretamente ligado com a força de extração do garfo (critério também importante para a segurança veicular).

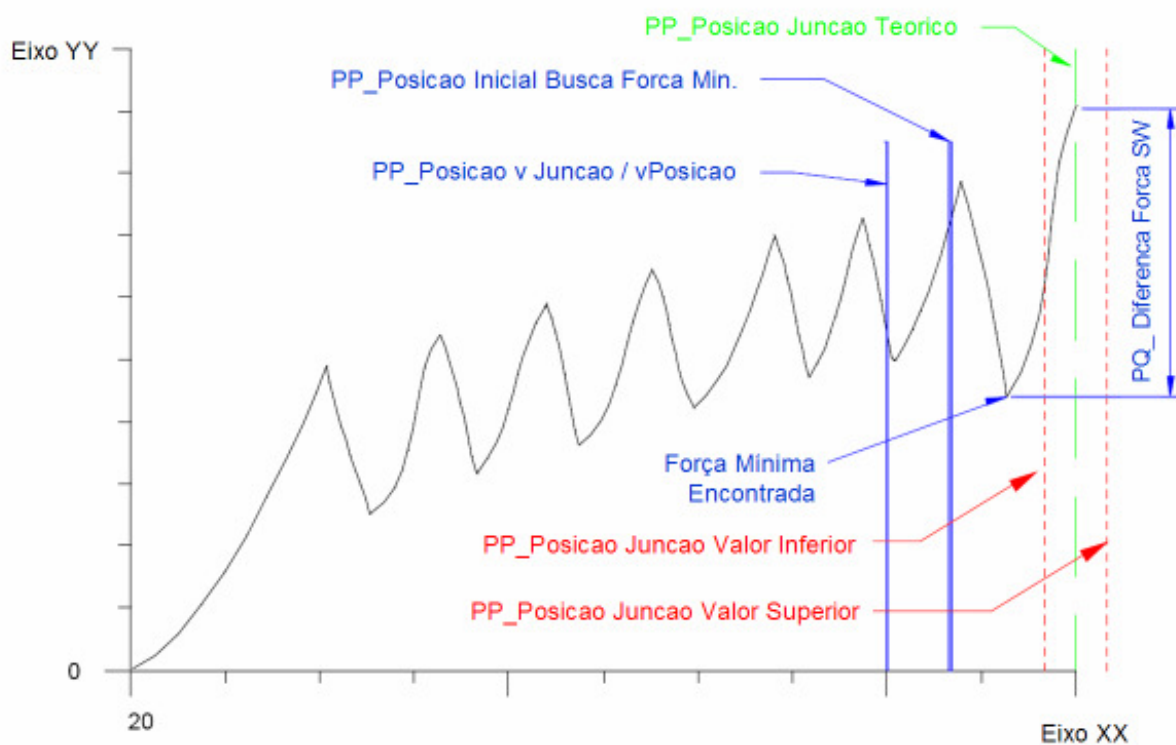


Fig. 13 - Gráfico exemplificativo da diferença de forças que serve como critério para termino da prensagem

2.9 Reconhecimento dos Picos

Os máximos e mínimos locais são definidos como *picos do processo*. Será com o calculo destes picos que as zonas serão definidas.

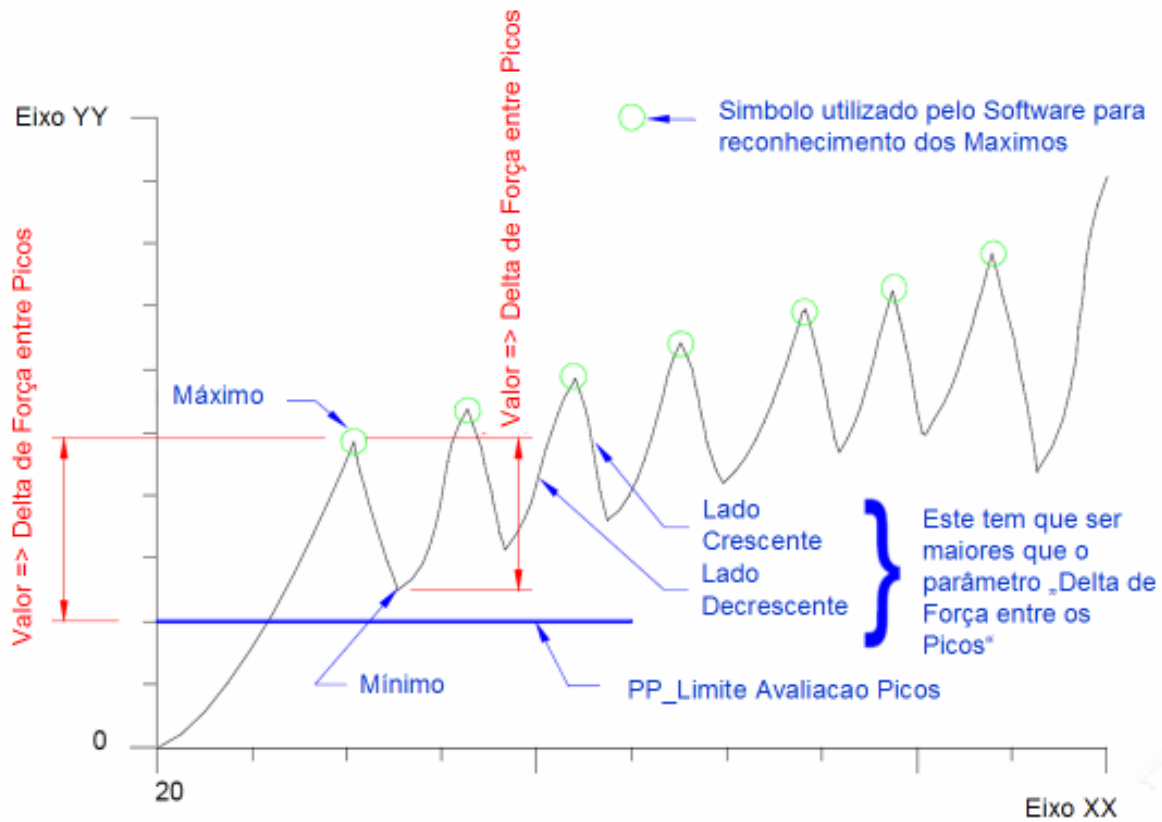


Fig.14 - Gráfico onde se mostram os picos do processo calculados

Depois da prensagem terminada, será feita uma pós análise do gráfico por um algoritmo próprio, que calculará os máximos e mínimos locais de forma a identificar os picos do processo.



Parâmetros / Tipos de Dados

Os parâmetros e os valores medidos

Parâmetros:

Nr.	Nome do Valor	Casas decimais
1	PP_Definicao Forca Picos	3
2	PQ_Delta Forca Picos	3

Tabela 3 – Parâmetros e valores medidos no reconhecimento dos picos

PP_Definicao Forca Picos

Com este parâmetros serão procurados os Máximos (Picos),

PQ_Delta Forca Picos

Valor fronteira para o Delta entre um Maximo e um Mínimo para identificação claro de pico.

Valores medidos:

Depois do reconhecimento dos picos, serão os valores das suas coordenadas (XX em mm e YY em N) guardados no programa e posteriormente numerados.

Pico Nr.	Nome do Valor	Valor em XX	Valor em YY
1	Posicao Pico 1	mm	N
2	Posicao Pico 2	mm	N
3	Posicao Pico 3	mm	N
4	Posicao Pico 4	mm	N
5	Posicao Pico 5	mm	N
6	Posicao Pico 6	mm	N
n	Posicao Pico n	mm	N

Tabela 4 – Parâmetros que guardam o valor da posição dos picos do processo de NVW

Onde N significa o número de picos encontrados.



3. Método de Investigação

DOE – *Design of Experiments*

“Para descobrir o que acontece a um sistema quando você interfere nele, você tem que interferir nele... e não ficar passivamente observando-o”

George E. P. Box

3.1 Definição de DOE

DOE é um aproximação sistemática a um sistema ou processo. Uma série de testes estruturados são desenhados onde modificações planeadas são feitas nas variáveis de entrada no processo ou sistema. Os efeitos dessa modificações num resultado predefinido são então analisados.

3.2 Importância do DOE

O DOE é importante pois maximiza a informação obtida em relação aos recursos utilizados. O DOE tem mais a oferecer do que os experimentos de *“uma modificação de cada vez”* e porque oferece a possibilidade da análise da importância das variáveis na entrada para o resultado obtido na saída, quando elas atuam sózinhas ou de forma conjunta.

Os testes de *“uma modificação de cada vez”* contem sempre o risco de acontecer que uma das variáveis tem muito peso no resultado final, descartando assim por completo o peso que as outras variáveis teriam quando trabalhando em conjunto com a variável com mais peso. Isto deve-se ao fato de o mais comum para o estudo ser encontrar uma variável cujo peso no resultado final é bastante significativo. De forma a evitar este lapso e revelar esta interação ou dependência entre as variáveis, testar *“uma modificação de cada vez”* baseia-se exclusivamente na direção que os testes tomarem.



No entanto, o DOE planeia em primeiro lugar, todas as dependências possíveis entre as variáveis de entrada e depois calcula qual o peso que cada uma tem no resultado final, agindo tanto de forma isolado assim como de forma conjunta, i.e., quando a variáveis de entrada modificam o resultado de uma forma isolada ou de forma conjunta, ou não modificam. Em todos os casos de pesquisa o exato comprimento e tamanho do experimento é sempre definido pela pessoa que efetua a pesquisa.

3.3 Modo de uso do DOE

Na ordem de tarefas para usar esta ferramenta, começa-se com identificar as variáveis de entrada e os resultados que serão medidos. Para cada variável de entrada, serão definidos níveis que representam a amplitude dos efeitos que queremos conhecer da variável. Um plano experimental é então produzido de forma a dizer ao experimentador onde deve definir cada parâmetro do teste e quais os testes a fazer. A resposta serão medidas para cada teste. O método de análise será o de interpretar as diferenças entre os resultados obtidos em cada teste, tendo em conta as diferenças nos valores de entrada. Essas diferenças serão então atribuídas às variáveis de forma singular (designado por efeito simples) ou em grupo (designado por interação).

DOE é um sistema voltado para a equipa e tem uma variedade muito grande de aplicações (ex. design, produção, estatísticas, etc.) e deve ser usado a quando da identificação de fatores e de níveis de influência. Ainda mais, esta ferramenta é usada para responder a questões específicas, e a equipa deve ter bem ciente a diferença entre fatores e ruídos.

Em ordem para recolher o máximo de informação possível, é necessário construir uma matriz de forma a que todas as combinações de fatores a todos os níveis estejam presentes. Se dessa mesma matriz advêm demasiadas combinações, pode ser usada apenas uma parte da matriz onde a combinação de fatores nos seja particularmente interessante. A quantidade de informação recolhida é diretamente proporcional ao número de testes que nós realizamos.

4. Montagem dos testes

4.1 Montagem do garfo no eixo/tubo

- Parâmetros de Montagem: Ensaio realizado na parte inferior da máquina universal de ensaio (Especificações em Anexo). A montagem deverá ser executada na parte inferior do equipamento. A célula de carga irá funcionar em modo compressão.

- Parâmetros de Fixação: ao colocar o tubo de posicionamento na mesa da máquina, não é necessária fixá-lo. A massa e a posição vertical garantem a correta realização do ensaio. Após a montagem do tubo, é necessário realizar o procedimento para alinhar o tubo de posicionamento e o dispositivo que irá aplicar a carga sobre a peça.

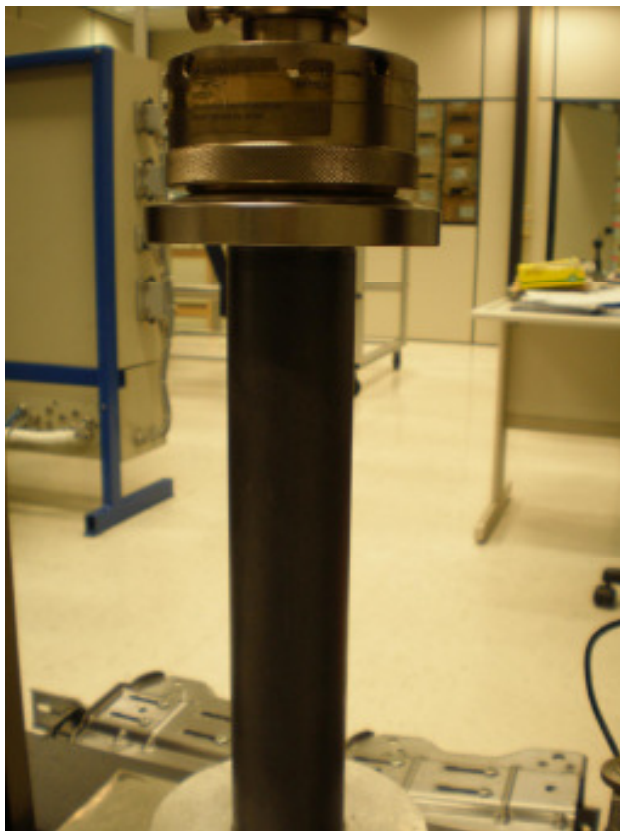


Fig. 15 – Tubo de Alinhamento na Prensa.

Para tal, é necessário primeiramente garantir que todas as superfícies que efetuaram contacto estão limpas e isentas de rebarbas / limalhas.

Após limpeza, realizar os seguintes passos:

- garantir que não há folga na base inferior (na máquina de ensaio);
- posicionar o tubo na região central da base inferior;
- montar o prato de compressão (Druckplatte) na parte superior da máquina;
- no modo de movimentação manual da máquina, aproximar o prato de compressão do tubo e aplicar uma compressão de 15 kN. Esta carga irá alinhar o prato com a superfície do tubo através do sistema de esferas existente no interior do prato.
- o tubo de fixação utilizado varia de acordo com o produto ensaiado.

Para montagem das amostras, as seguintes etapas são seguidas após o procedimento de alinhamento do tubo:

- colocar o tubo anterior onde o garfo será montado (Fig. 16);
- seleccionar os dispositivos necessários para realização da montagem do garfo e posicioná-los de maneira adequada (Fig. 17). Não esquecer de utilizar um pino na montagem, caso contrário a amostra estará comprometida.
- A figura 16 mostra o conjunto preparado para o teste.

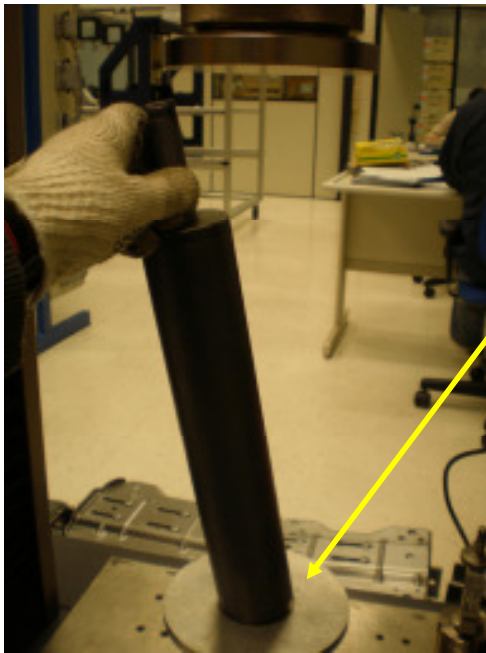


Figura 16: posicionamento do tubo
dispositivo para centralização do tubo

Figura 16: posicionamento do tubo

Figura 17: dispositivo de inserção garfo

- posicionamento do dispositivo deve ser centralizado em relação à peça;
- imprescindível a utilização do eixo para prender o garfo;
- posicionar o conjunto montado sobre o tubo / eixo.

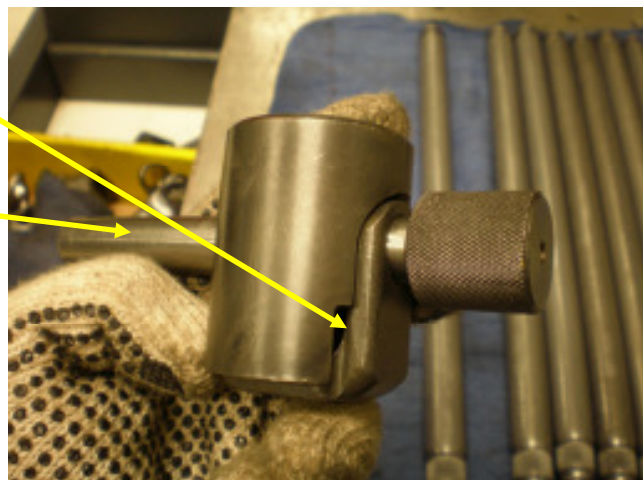


Figura 17: Dispositivo de inserção do garfo

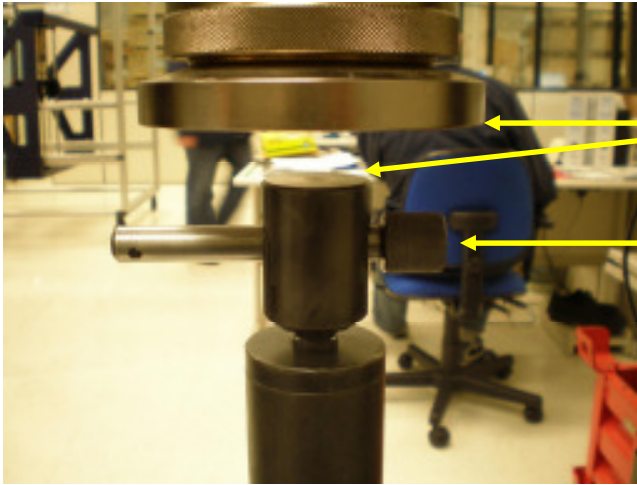


Figura 18: conjunto pronto para ensaio

- superfícies devem ficar paralelas, para melhor inserção;
- não deixar a cabeça do pino encostada no dispositivo de inserção (dano devido ao contato);
- atentar à execução do programa de ensaio carregado. Não podem haver colisões durante realização do ensaio.

Figura 18: Conjunto pronto para o ensaio

- Parâmetros de Ensaio na Máquina: Todos os parâmetros necessários para a correta execução do ensaio estão listados dentro do diretório de cada produto, dentro da Máquina Universal do Ensaio assim como nas respectivas Instruções de Trabalho (TV – Technische Vorschrift)

Sequência básica de operações:

- carregar programa na máquina de ensaio;
- solicitar o posicionamento de LE;
- montar peça;
- iniciar ensaio, através da tecla Start.

- Parâmetros de Avaliação: A avaliação dos resultados obtidos neste ensaio é feita comparando o valor medido com o valor especificado na última versão do desenho deste item.

- Parâmetros Ambientais: Temperatura de Ensaio $23 \pm 5^\circ\text{C}$, Umidade 65 – 85%.



5. Resultados

O DOE começou por ser feito um pequeno *Brain Storm* de forma a que possam ser enunciados os fatores, que de acordo com os participantes, que mais influencia tem no processo. Os resultados foram os seguintes fatores:

- Fosfatização
- Material do Tubo
- Dimensional do Rolado do Tubo
- Dimensional do estriado dos garfos
- Ferramental de montagem
- Diferença na espessura de parede dos tubos
- Velocidade de montagem

Destes, os resultados *Ferramental de montagem* e *Velocidade de montagem* foram descartados, pois a maquinaria que possuímos no Brasil e em França têm a mesma marca e modelo e são controlados pelos mesmos parâmetros que vêm descritos no *Technische Vorschrift 1890* (Descrição Técnica Nr. 1890, vide anexo) onde todas as especificações e definições de parâmetros estão claramente definidos.

Para os fatores restantes, foram escolhidos os seguintes pontos para análise:

- Fosfatização: com e sem (Garfo Nr. 12938 para com Fosfato e Garfo Nr. 12447 para sem Fosfato)
- Dimensional do Rolado do Tubo: Tolerância Superior ou Tolerância Inferior
- Diferença na espessura das paredes dos tubos: 2,5mm ou 3mm
- Dimensional do Estriado dos garfos: Tolerância Superior ou Tolerância Inferior

Para nos ajudar no cruzamento de dados e em todo o trabalho estatístico, usamos um programa chamado *Minitab*. Este programa é uma ferramenta usada para facilitar o DOE. Para tornar os resultados mais significativos, efetuaremos 5 testes para cada combinação ($2^4 \times 5 = 80$ testes) e os mesmos serão feitos de forma aleatória, isto é,



que a ordem em que os mesmos serão efetuado, é gerada também pelo próprio programa de tratamento de dados (Minitab) aleatoriamente de forma a tentar eliminar quaisquer tendências. O tamanho da amostra foi escolhido de forma a que os resultados obtidos sejam significativos e ao mesmo tempo que o tempo empregue e os custos não ultrapassem o estipulado.

Gráficos e Valores médios registrados para cada uma das combinações:



Combinação 1

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Superior

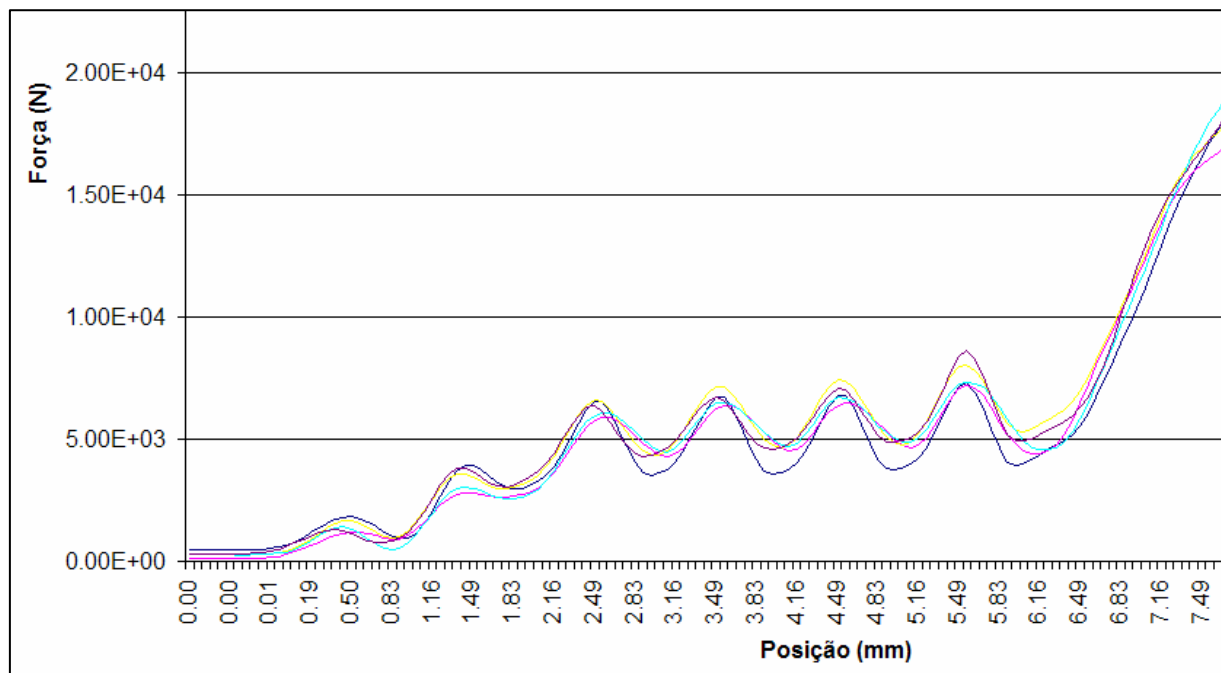


Fig. 19 – Gráfico das forças do NWV para a combinação 1

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
1	3010	2600	6700	4560	6236
17	2810	2720	6440	4440	5498
33	3950	2960	6790	3920	6338
49	3570	2980	7390	5310	5739
65	3830	3040	7000	4950	7394
Media	3434	2869	6864	4636	6241

Tabela 5 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 2

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Superior

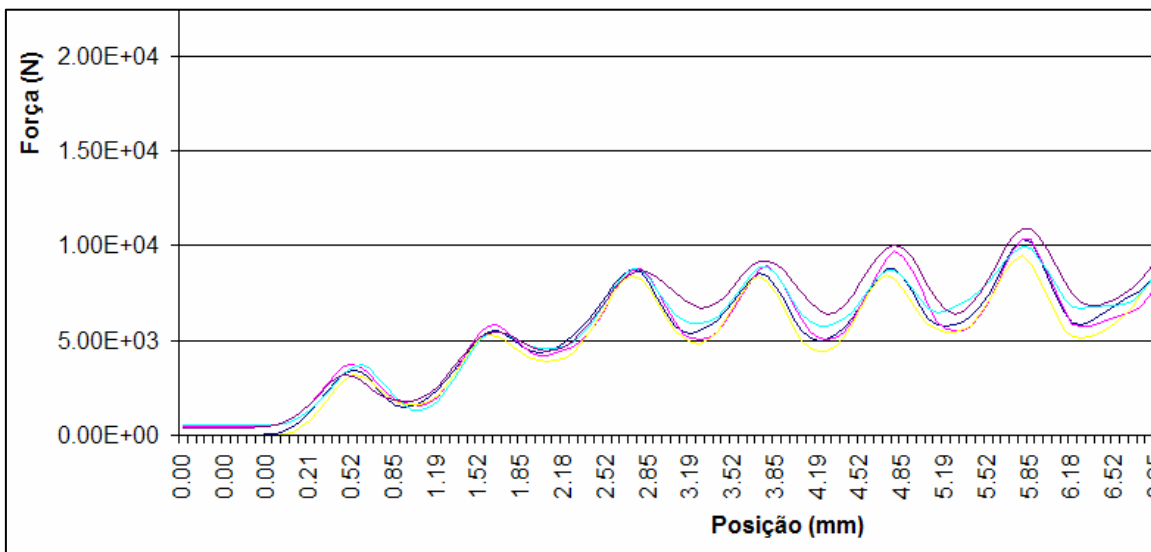


Fig. 20 – Gráfico das forças do NWV para a combinação 2

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
2	5450	4600	8700	6730	12217
18	5240	3950	8490	5140	12242
34	5860	4220	9700	5750	9454
50	5490	4400	8760	5750	10925
66	5440	4450	9860	6820	9541
Media	5496	4324	9102	6038	10875,8

Tabela 6 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 3

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

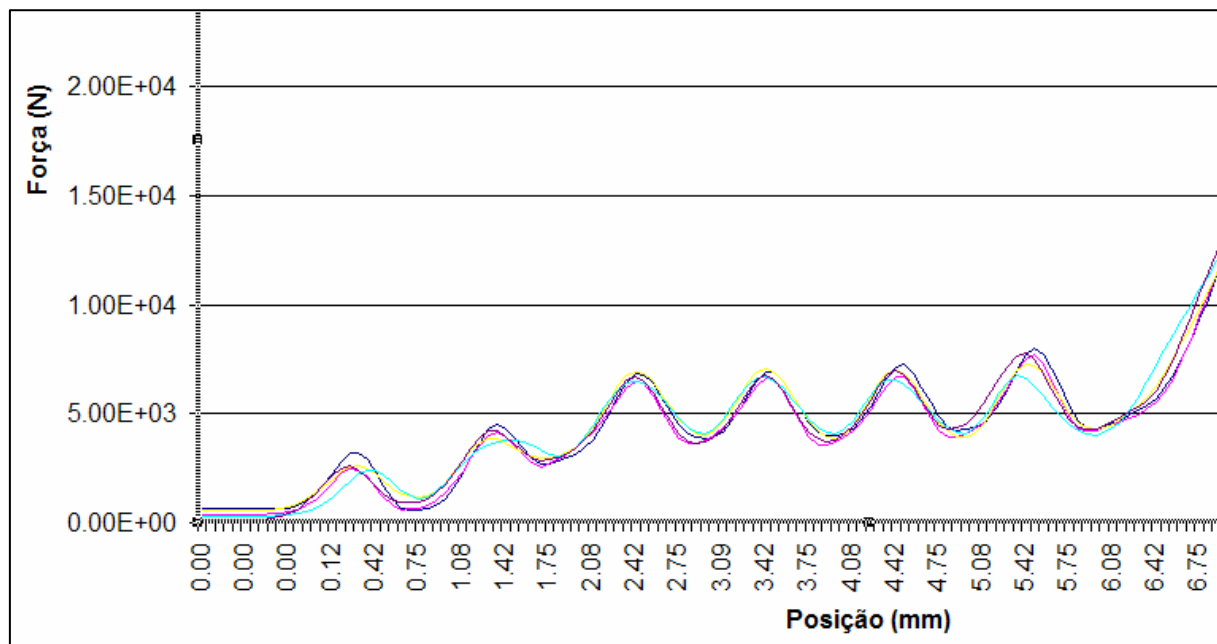


Fig. 21 – Gráfico das forças do NWV para a combinação 3

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
3	3820	3030	6570	4020	6857
19	4160	2580	6660	4210	6537
35	4500	2740	7250	4320	8298
51	5880	2970	7010	4290	7654
67	4220	2840	6980	4290	5828
Media	4516	2832	6894	4226	7034,8

Tabela 7 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 4

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

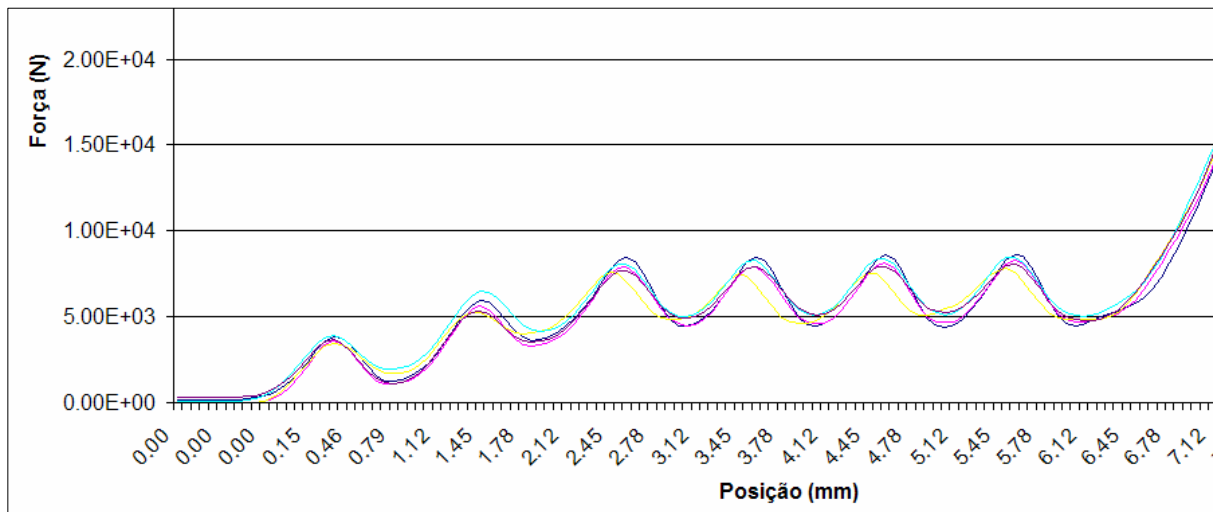


Fig. 22 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 4

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
4	5360	3560	7930	4750	7760
20	6450	4170	8420	5060	7217
36	5610	3330	8180	4730	7705
52	5230	3980	7510	4850	6773
68	5930	3640	8580	4730	8310
Media	5716	3736	8124	4824	7553

Tabela 8 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 5

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Superior

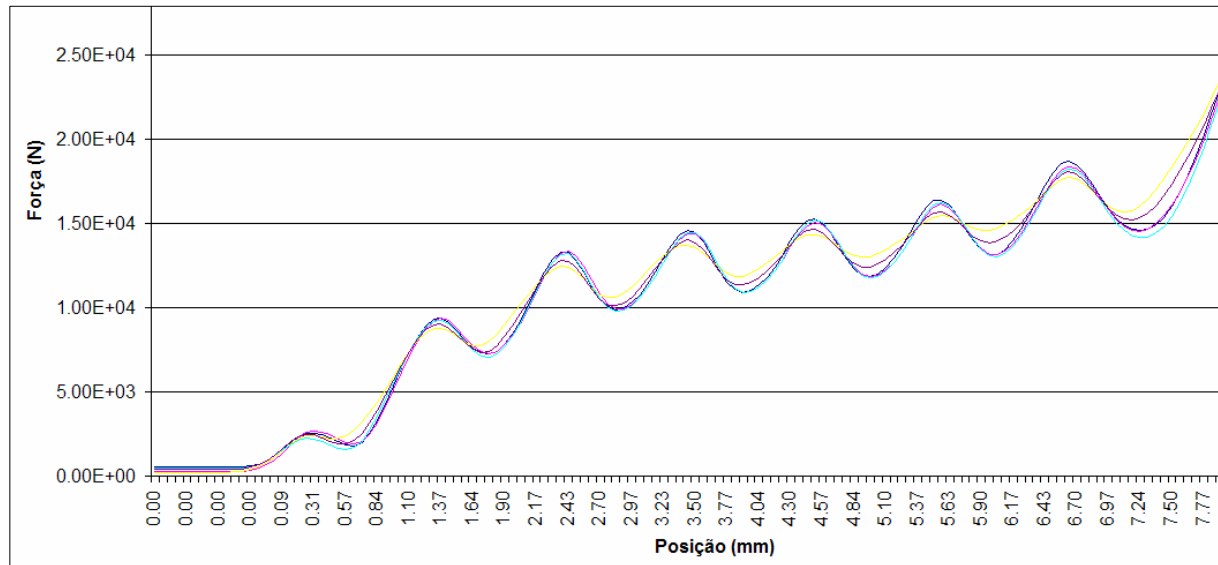


Fig.23 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 5

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
5	9370	7250	16100	14500	12365
21	9370	7250	16400	14500	12728
37	9280	7030	16300	14200	11853
53	8780	7760	15550	15580	11324
69	9030	7320	15700	15300	11547
Media	9166	7322	16010	14816	11963,4

Tabela 9 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 6

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Superior

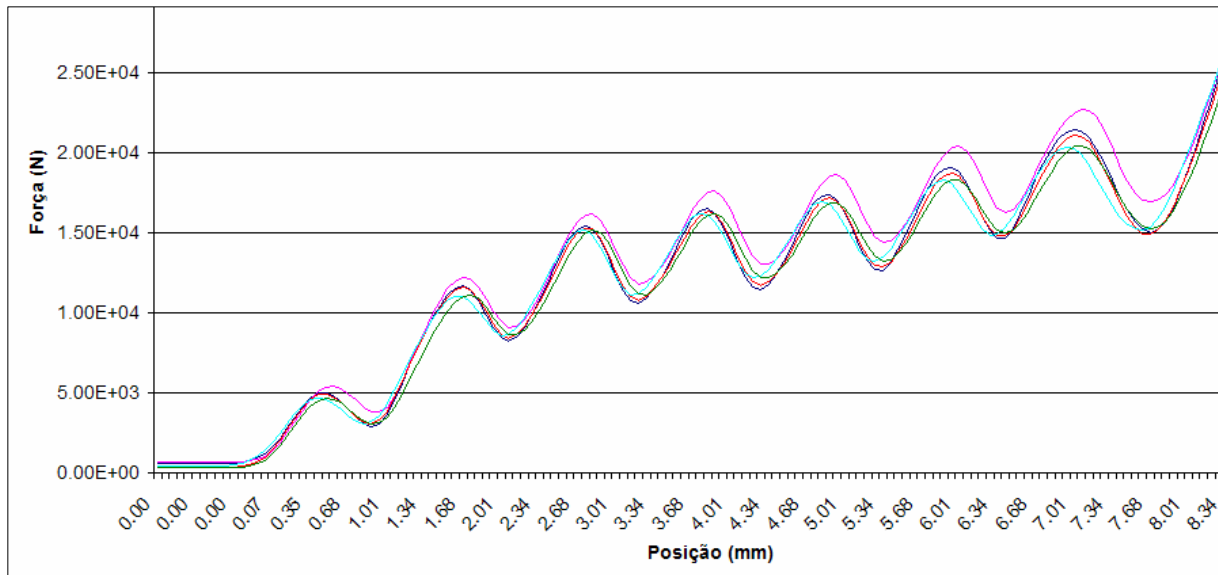


Fig.24 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 6

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
6	11100	8619	18300	15200	9633
22	11600	8410	18700	14900	10710
38	11100	8600	18300	15300	9878
54	12200	9060	20000	17000	11165
70	11700	8180	19100	15000	10175
Media	11540	8573,8	18880	15480	10312,2

Tabela 10 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 7

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

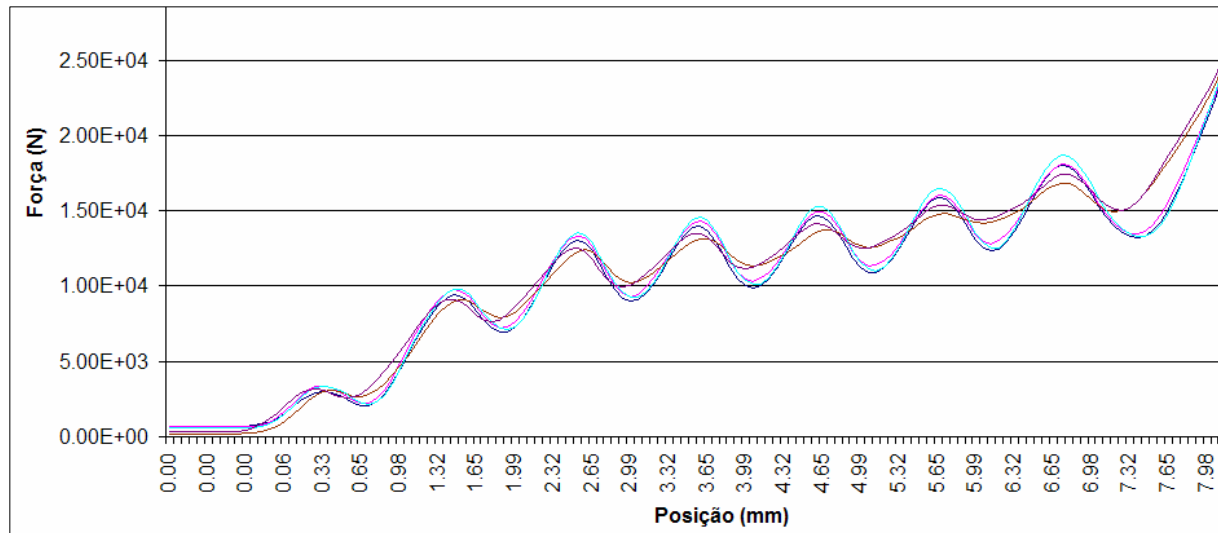


Fig.25 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 7

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
7	9780	7080	16400	13300	11148
23	9090	7980	14800	15000	10647
39	9740	7100	16000	13400	11651
55	9130	7610	15300	15100	11287
71	9400	6940	15800	13200	11723
Media	9428	7342	15660	14000	11291,2

Tabela 11 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 8

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

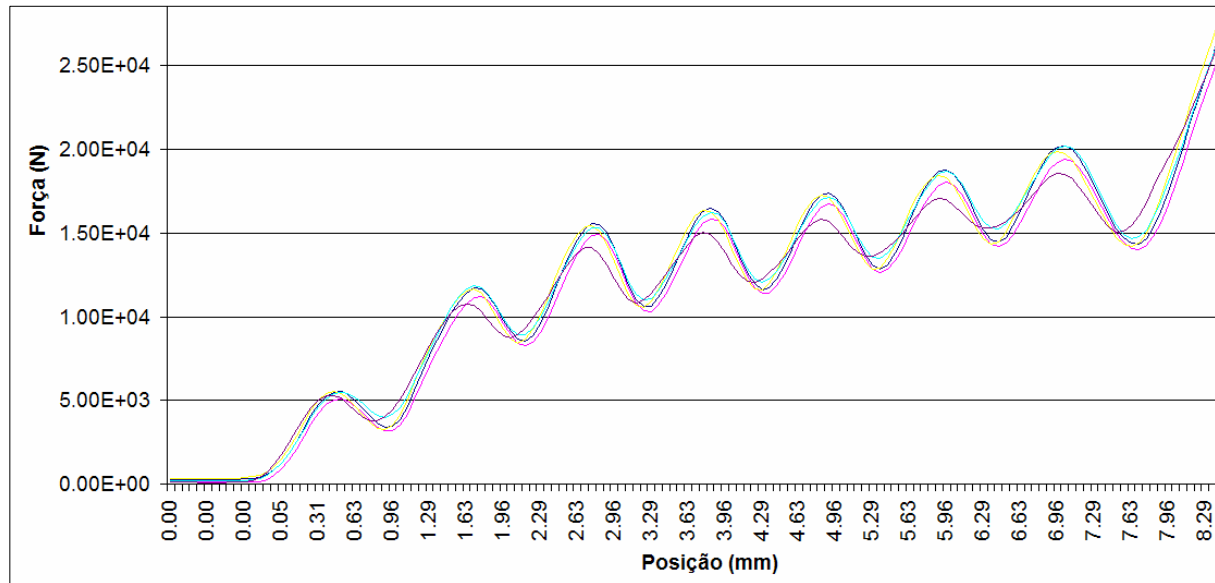


Fig.26 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 8

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
8	11200	8250	18000	14300	10318
24	11080	8710	17000	15100	10092
40	11190	8940	18700	14800	10446
56	11700	8530	18800	14400	10911
72	11700	8430	18500	14200	10235
Media	11374	8572	18200	14560	10400,4

Tabela 12 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 9

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Superior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Superior

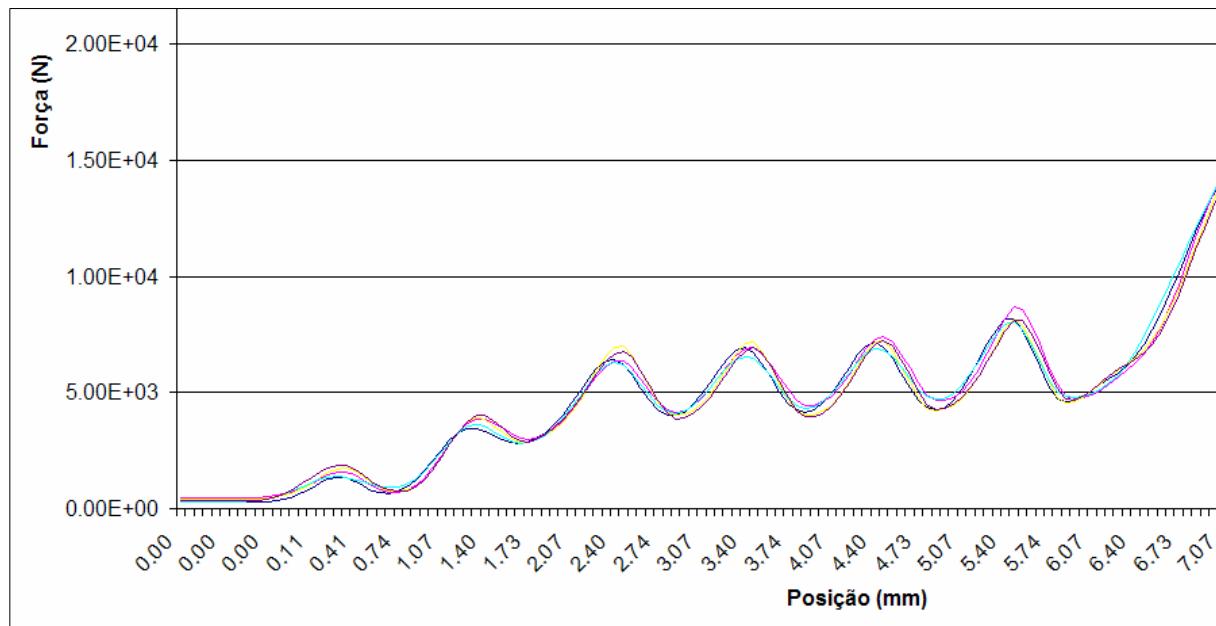


Fig.24 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 9

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
9	3540	2850	6850	4810	5805
25	3840	2870	7250	4530	8963
41	4000	3000	7250	4690	5567
57	3860	3010	7430	4730	5634
73	3430	2820	7270	4580	6841
Media	3734	2910	7210	4668	6562

Tabela 13 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 10

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Superior

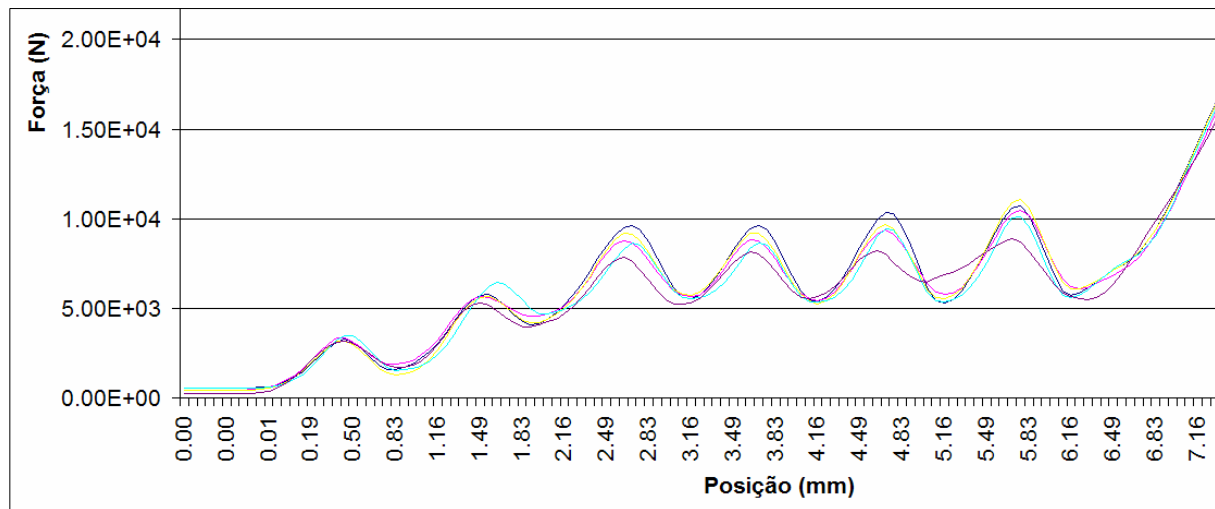


Fig.25 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 10

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
10	5710	4180	9700	6110	11592
26	5320	3960	8200	5460	8363
42	5710	4550	9460	6110	11743
58	5560	4180	10400	5720	12296
74	6480	4680	9460	5590	9240
Media	5756	4310	9444	5798	10646,8

Tabela 14 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 11

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

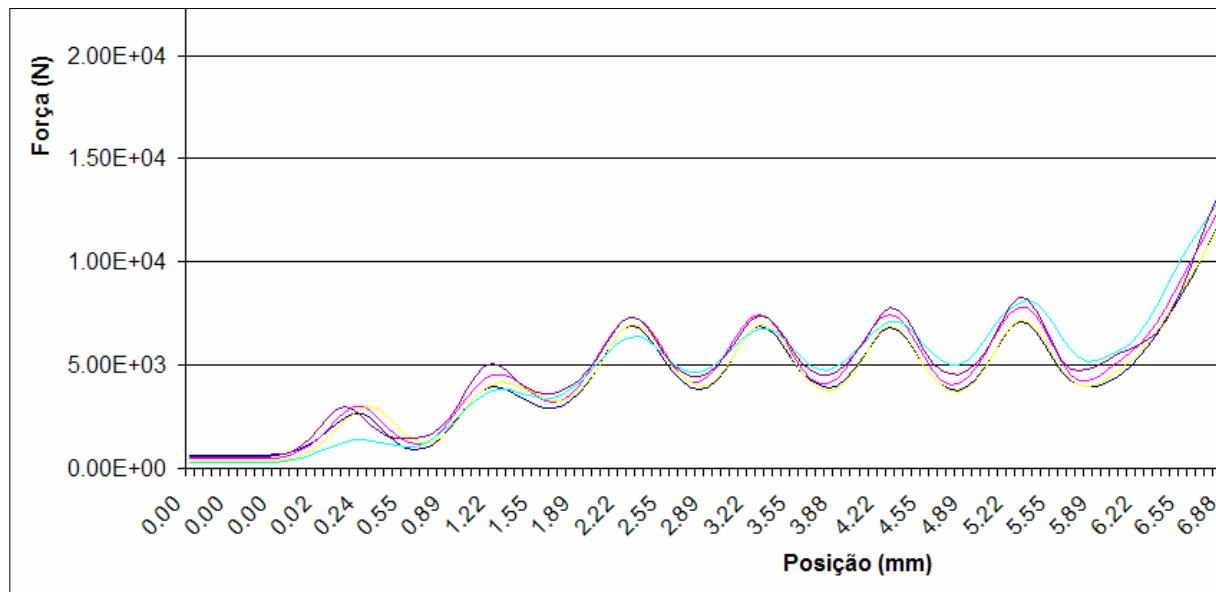


Fig.26 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 11

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
11	3830	3390	7070	5220	4801
27	4530	3290	7480	4220	6229
43	3900	2910	6920	3950	7687
59	4150	3290	6920	3950	7880
75	4960	3610	7670	4780	6795
Media	4274	3298	7212	4424	6678,4

Tabela 15 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 12

- Garfo com Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

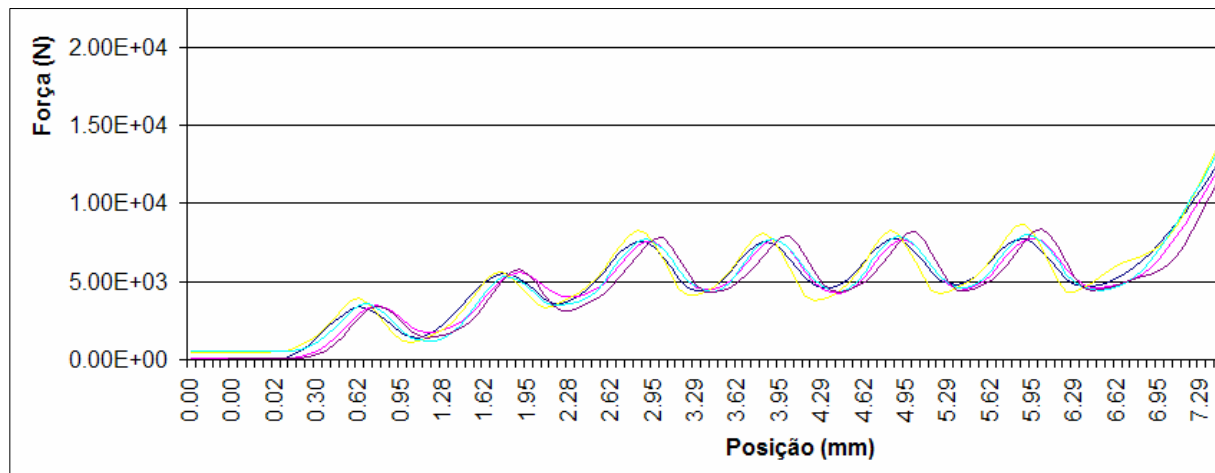


Fig.27 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 12

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
12	5280	3490	7740	4470	8130
28	5630	3310	8000	4320	10793
44	5590	4080	7630	4640	7099
60	5510	3620	7770	4680	6707
76	5840	3110	8180	4480	6771
Media	5570	3522	7864	4518	7900

Tabela 16 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 13

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Superior

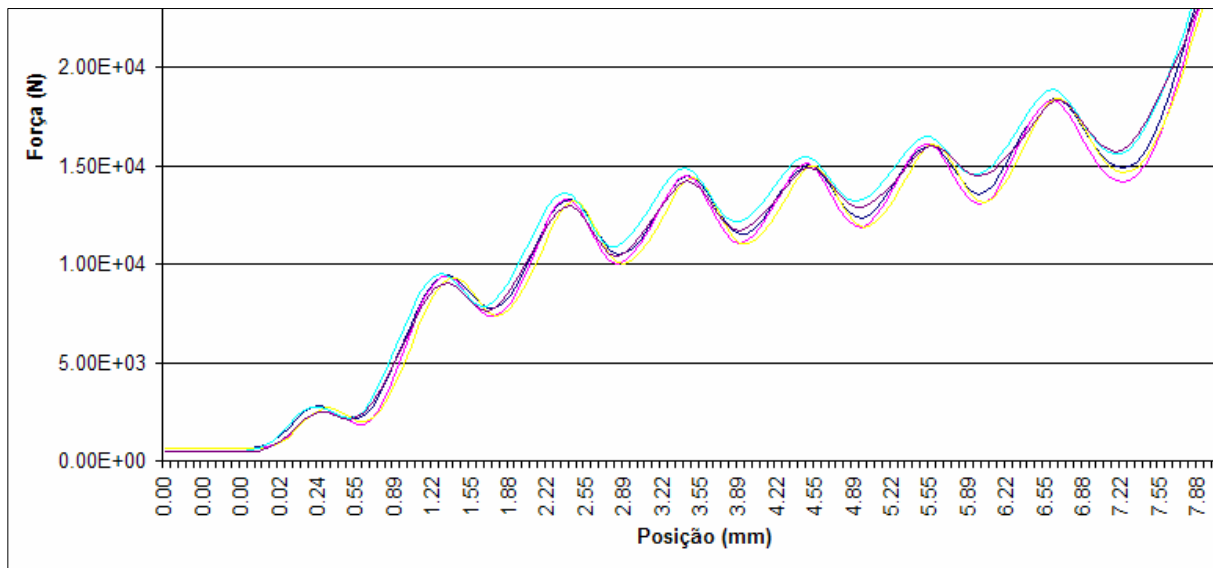


Fig.28 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 13

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
13	9360	7860	16500	15600	11640
29	9320	7470	16000	14600	12635
45	9030	7580	16000	15700	12275
61	9350	7360	16100	14200	12098
77	9320	7780	15800	14900	12108
Media	9276	7610	16080	15000	12151,2

Tabela17 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 14

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Superior

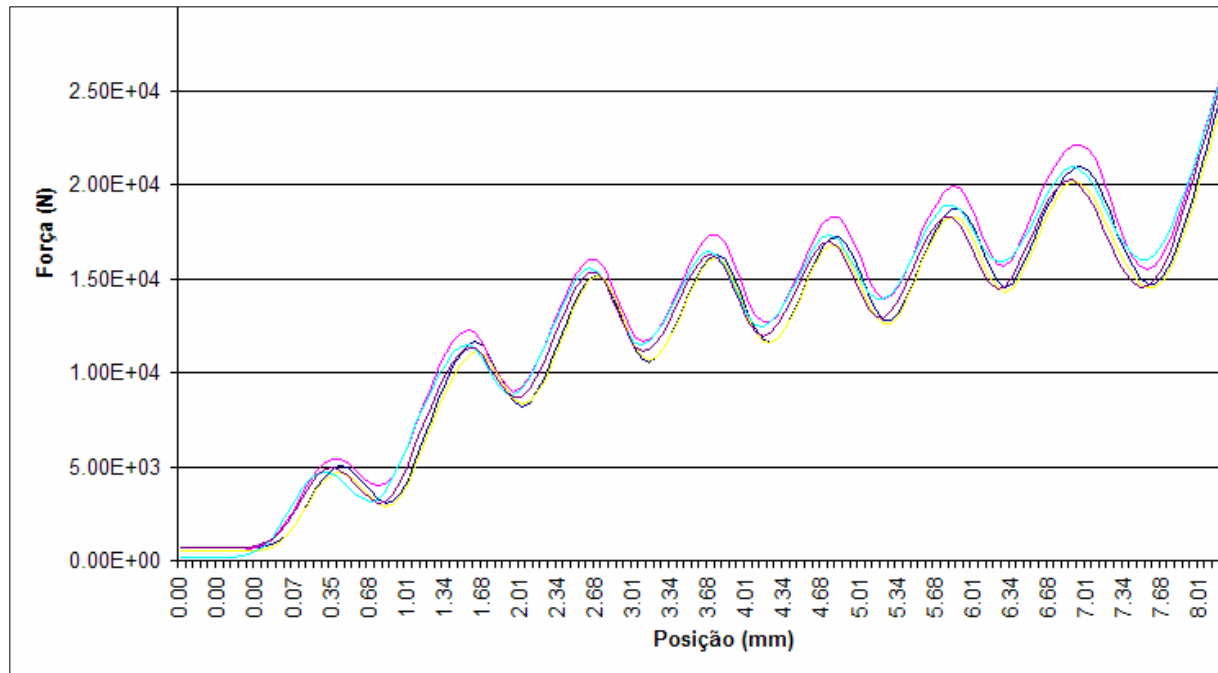


Fig.29 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 14

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
14	11100	8320	18300	14500	10108
30	12300	9000	19900	15500	10660
46	11600	8320	18700	14700	9831
62	11500	8840	18900	16000	9717
78	11300	8720	18300	14600	10216
Media	11560	8640	18820	15060	10106,4

Tabela 18 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 15

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 2,5mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

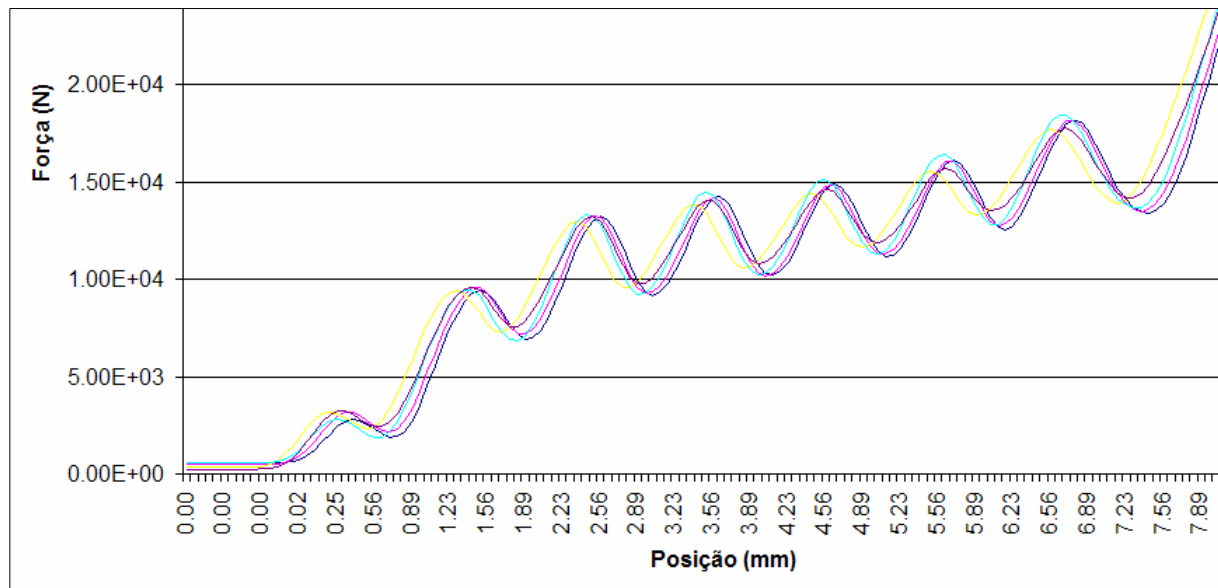


Fig.30 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 15

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
15	9600	7550	15700	14200	10791
31	9440	7300	15600	14200	11345
47	9320	7300	15600	13900	11632
63	9550	7180	16000	13640	11885
79	9440	6960	16100	13400	12456
Media	9470	7258	15800	13868	11621,8

Tabela 19 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Combinação 16

- Garfo sem Fosfato
- Dentagem do Garfo na Tolerância Inferior
- Tubo de 3mm
- Rolagem na Tolerância Inferior

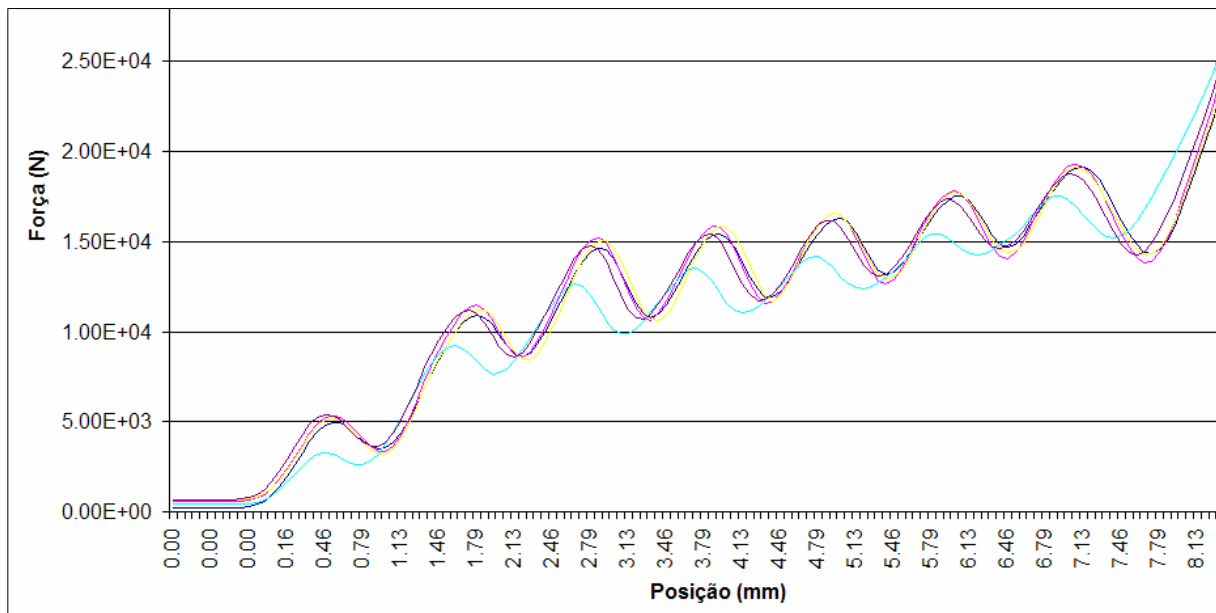


Fig.31 – Gráfico das forças de NVW para a combinação 16

Valores Medidos (em N):

Medição	Max. Zona 0	Min. Zona 1	Max Zona 1	Min Zona 2	Força Extração
16	9220	7690	15400	15200	11765
32	11400	8570	17800	13800	11151
48	11200	8430	17800	14300	9226
64	11500	8570	17500	14300	10208
80	11200	8580	17400	14300	9748
Media	10904	8368	17180	14380	10419,6

Tabela 20 – Valores medidos no processo de NVW nos pontos especificados e forças de extração



Análise Gráfica de Resultados para o Parâmetro “Força Máxima da Zona 0”

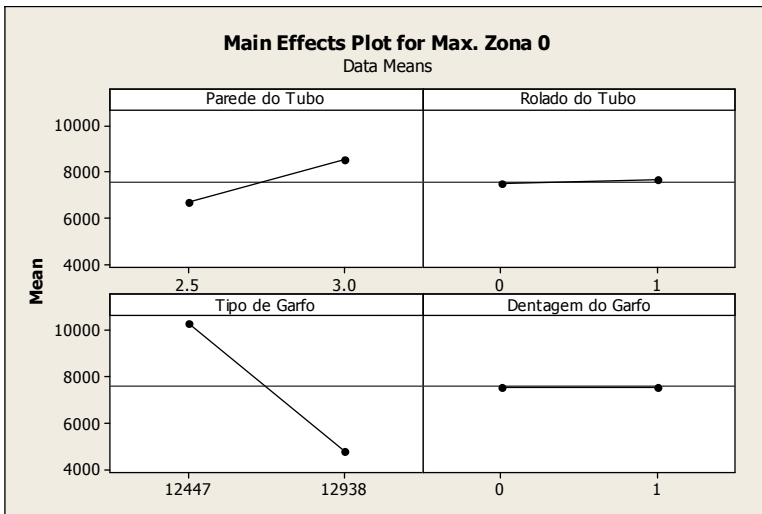


Figura 32: Gráfico “Main effects” que representa o efeito que cada um dos parâmetros por si só representa no processo de NVW.

Fig.32 – Gráfico “Main Effects” para os parâmetros na “Max. Zona 0”

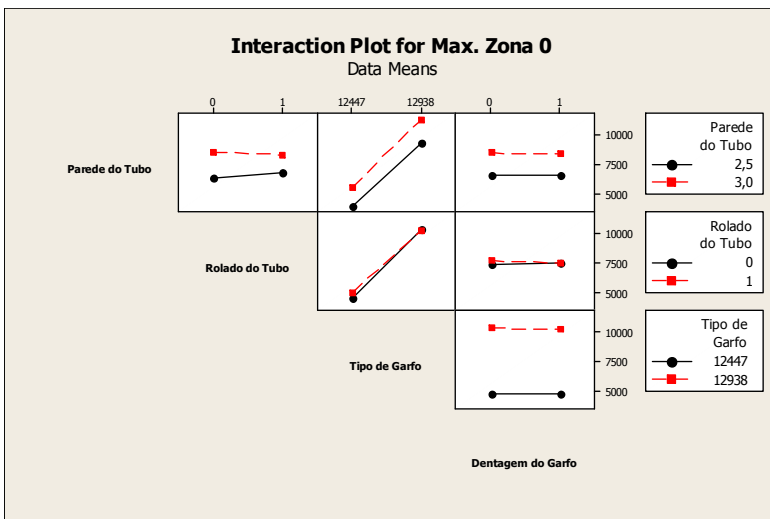


Figura 33: Gráfico “Interaction” que representa o efeito que cada parâmetro tem quando conjugado com um outro.

Fig.33 – Gráfico “Interaction” para os parâmetros na “Max. Zona 0”

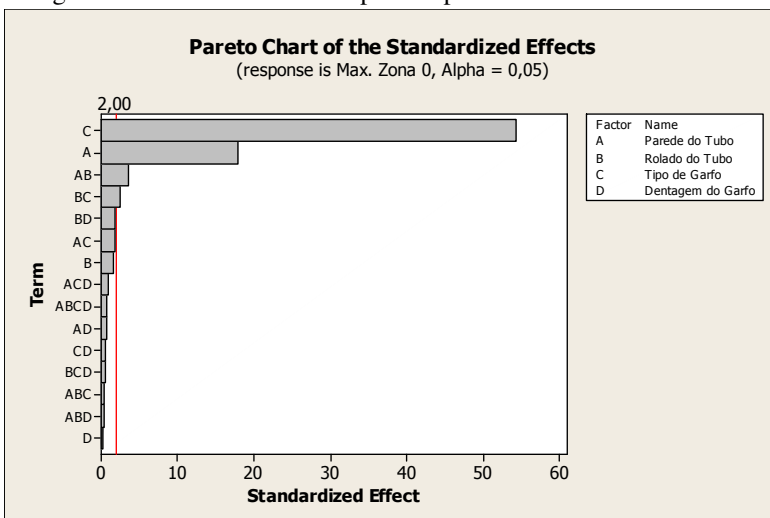


Figura 34: Gráfico “Pareto” que nos mostra todos os efeitos que os parâmetros tem no processo, quer por si só, quer de forma conjugada com um ou mais outros parâmetros.

Fig.34 – Gráfico “Pareto” para os parâmetros na “Max. Zona 0”



Análise Gráfica de Resultados para o Parâmetro “Força Mínima Zona 1”

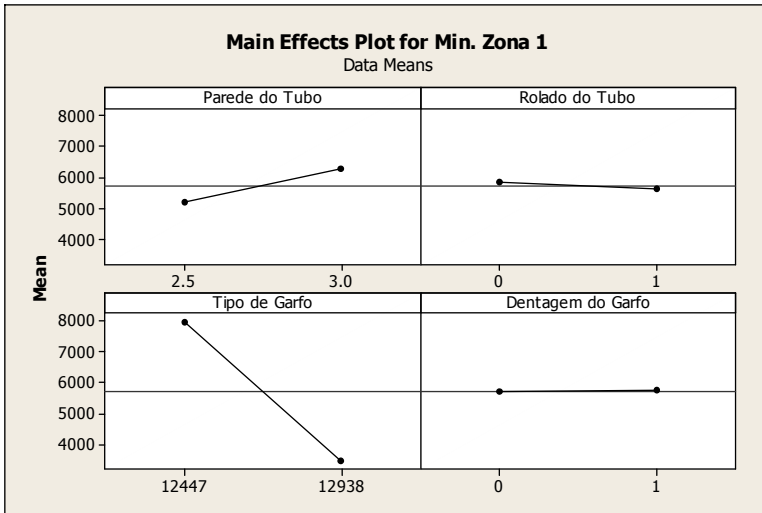


Fig.35 – Gráfico “Main Effects” para os parâmetros na “Min. Zona 1”

Figura 35: Gráfico “Main effects” que representa o efeito que cada um dos parâmetros por si só representa no processo de NVW.

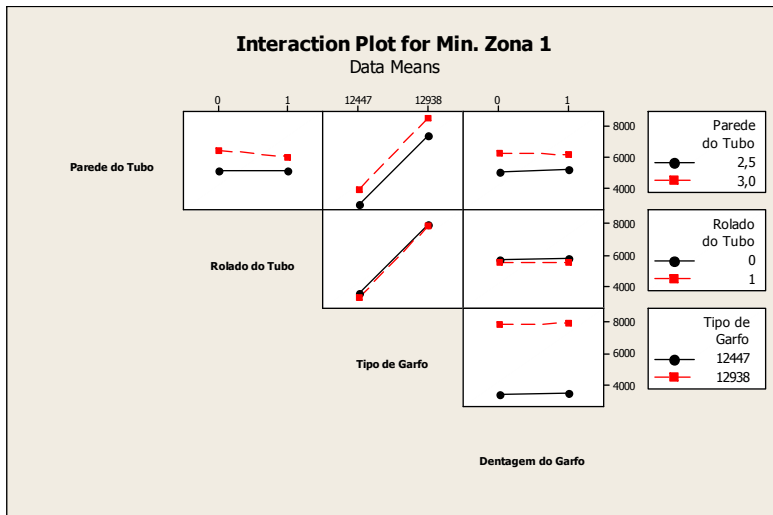


Fig.36 – Gráfico “Interaction” para os parâmetros na “Min. Zona 1”

Figura 36: Gráfico “Interaction” que representa o efeito que cada parâmetro tem quando conjugado com um outro.

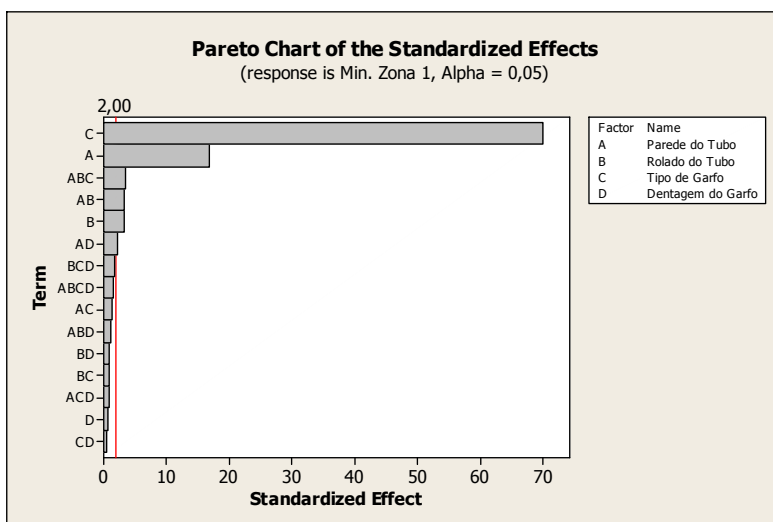


Fig.37 – Gráfico “Pareto” para os parâmetros na “Min. Zona 1”

Figura 37: Gráfico “Pareto” que nos mostra todos os efeitos que os parâmetros tem no processo, quer por si só, quer de forma conjugada com um ou mais outros parâmetros.



Análise Gráfica de Resultados para o Parâmetro “Força Máxima da Zona 1”

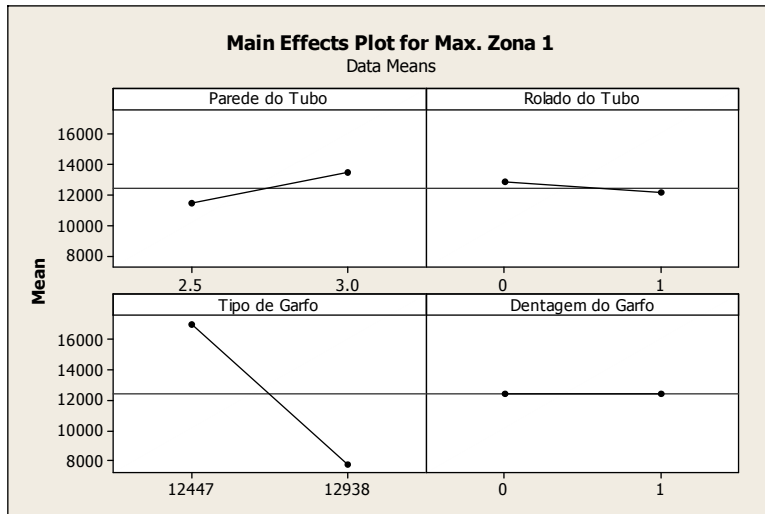


Figura 38: Gráfico “Main effects” que representa o efeito que cada um dos parâmetros por si só representa no processo de NVW.

Fig.38 – Gráfico “Main Effects” para os parâmetros na “Max. Zona 1”

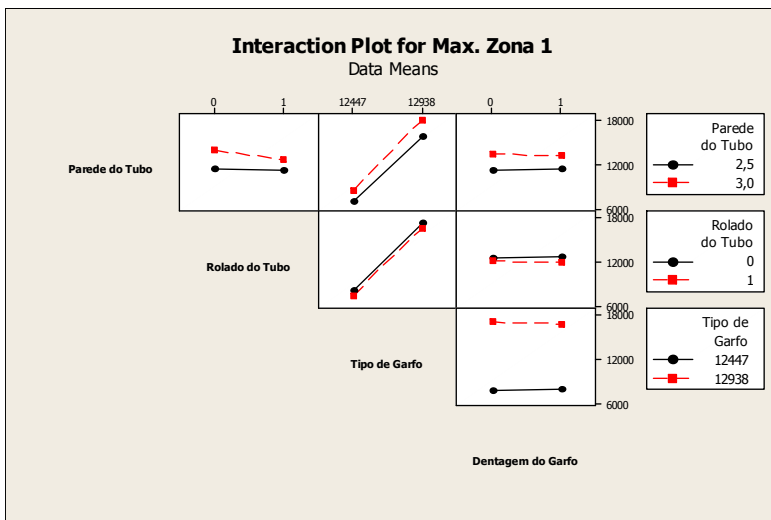


Figura 39: Gráfico “Interaction” que representa o efeito que cada parâmetro tem quando conjugado com um outro.

Fig. 39 – Gráfico “Interaction” para os parâmetros na “Max. Zona 1”

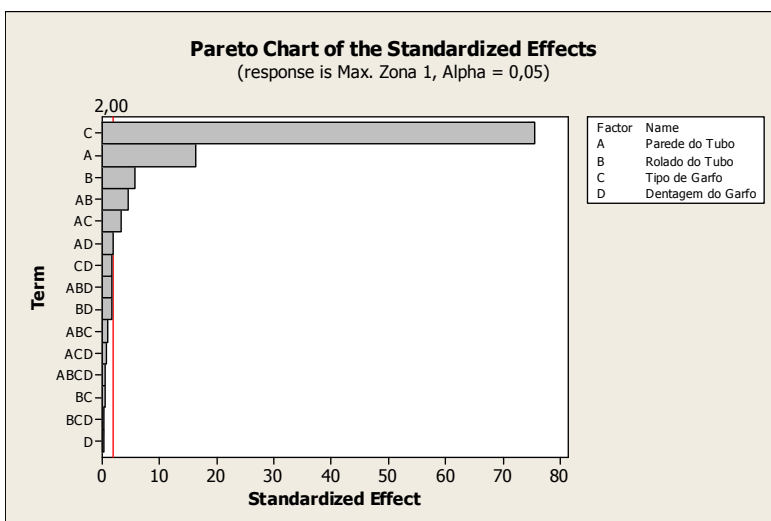


Figura 40: Gráfico “Pareto” que nos mostra todos os efeitos que os parâmetros tem no processo, quer por si só, quer de forma conjugada com um ou mais outros parâmetros.

Fig.40 – Gráfico “Pareto” para os parâmetros na “Max. Zona 1”



Análise Gráfica dos Resultados para o parâmetro “Força Mínima da Zona 2”

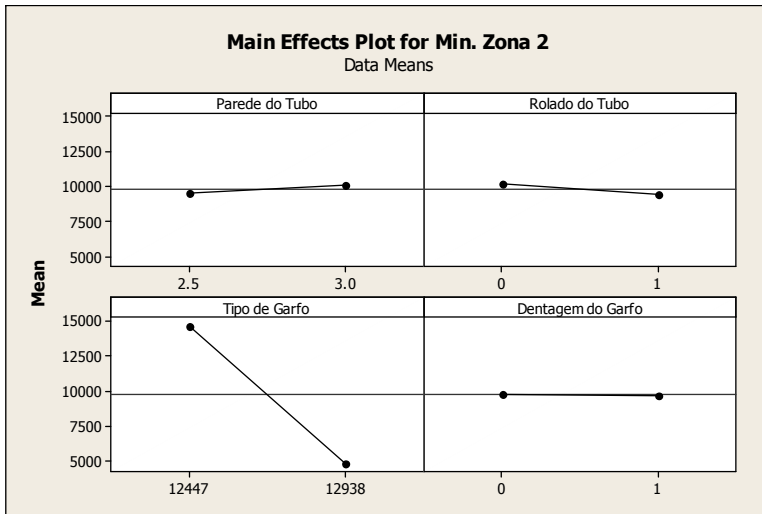


Figura 41: Gráfico “Main effects” que representa o efeito que cada um dos parâmetros por si só representa no processo de NVW.

Fig. 41 – Gráfico “Main Effects” para os parâmetros na “Min. Zona 2”

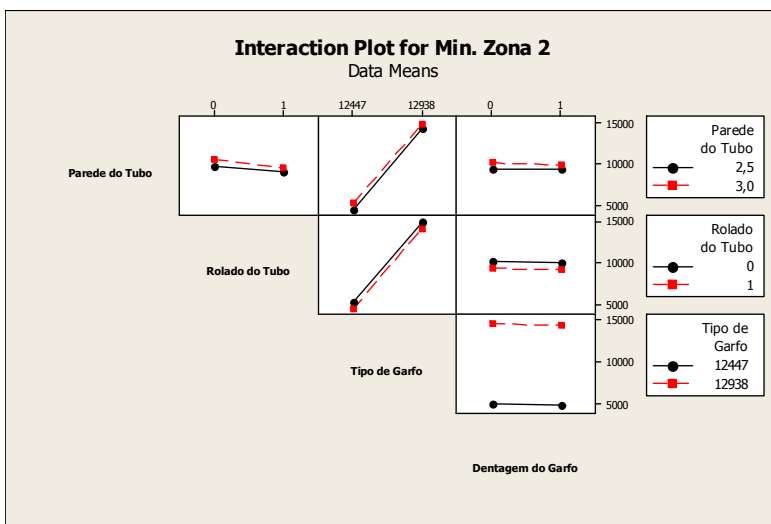


Figura 42: Gráfico “Interaction” que representa o efeito que cada parâmetro tem quando conjugado com um outro.

Fig.42 – Gráfico “Main Effects” para os para metros na “Min. Zona 2”

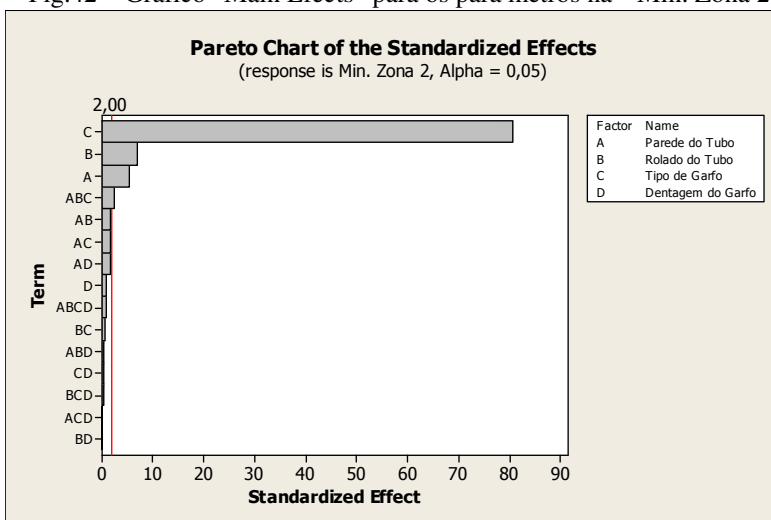


Figura 43: Gráfico “Pareto” que nos mostra todos os efeitos que os parâmetros tem no processo, quer por si só, quer de forma conjugada com um ou mais outros parâmetros.

Fig.43 – Gráfico “Pareto” para os parâmetros na “Min. Zona 2”



Análise Gráfica de Resultados para o Parâmetro “Força de Extração”

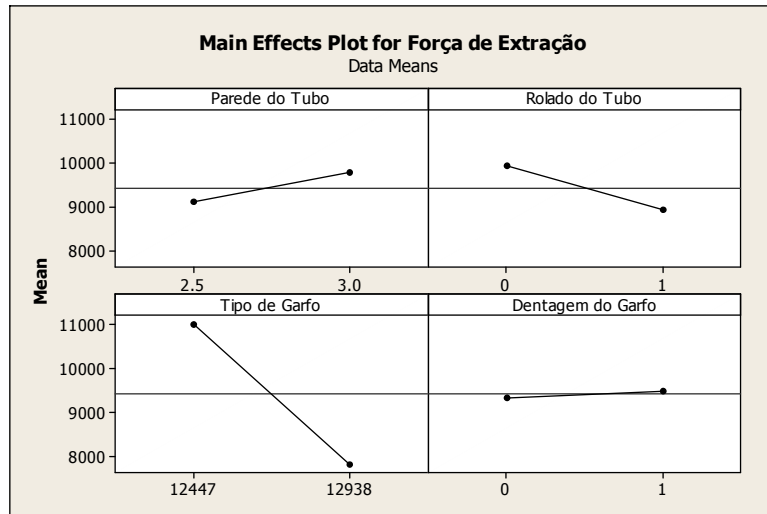


Figura 44: Gráfico “Main effects” que representa o efeito que cada um dos parâmetros por si só representa no processo de NVW.

Fig. 44 – Gráfico “Main Effects” para os parâmetros na “Força de Extração”

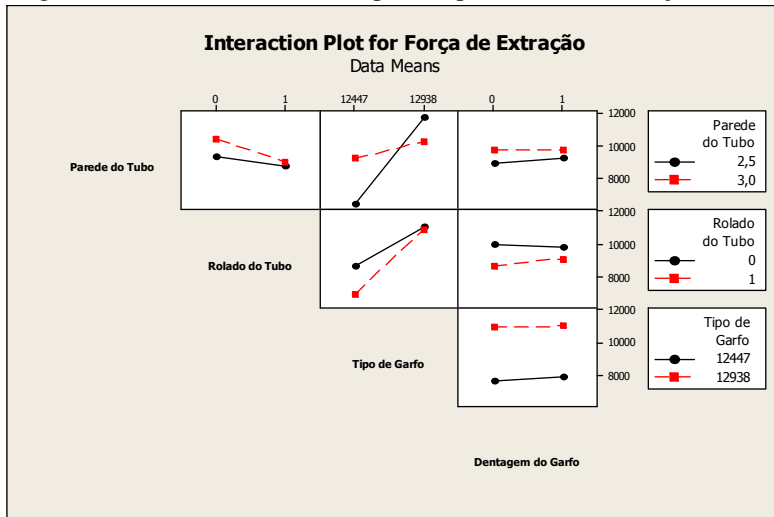


Figura 45: Gráfico “Interaction” que representa o efeito que cada parâmetro tem quando conjugado com um outro.

Fig.45 – Gráfico “Main Effects” para os parâmetros na “Força de Extração”

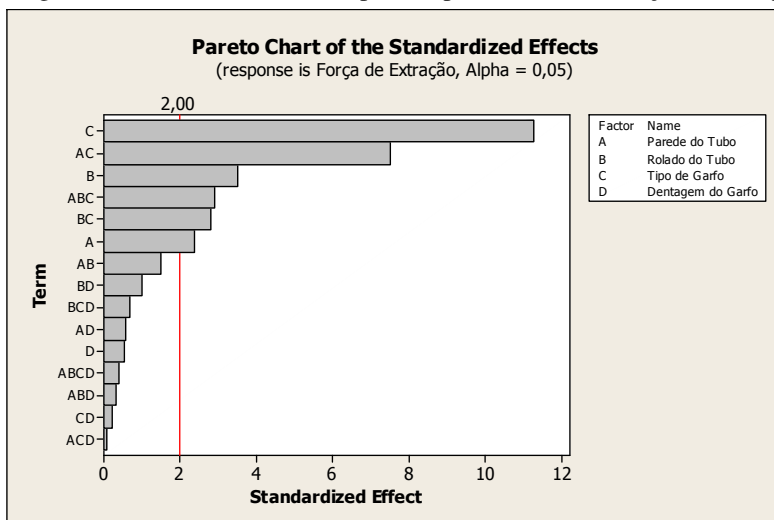


Figura 46: Gráfico “Pareto” que nos mostra todos os efeitos que os parâmetros tem no processo, quer por si só, quer de forma conjugada com um ou mais outros parâmetros.

Fig.46 – Gráfico “Pareto” para os parâmetros na “Força de Extração”



6. Discussão e Conclusão

Sendo o gráfico de Pareto, o que nos dá uma maior e mais abrangente visão sobre todos os resultados que queremos analisar, iremos tomar como exemplo para a nossa discussão, o gráfico Pareto para o “Min. Zona 2”.

A linha referente ao valor 2 que encontramos na parte superior do gráfico, é a linha indicativa se o fator tem ou não influencia no processo.

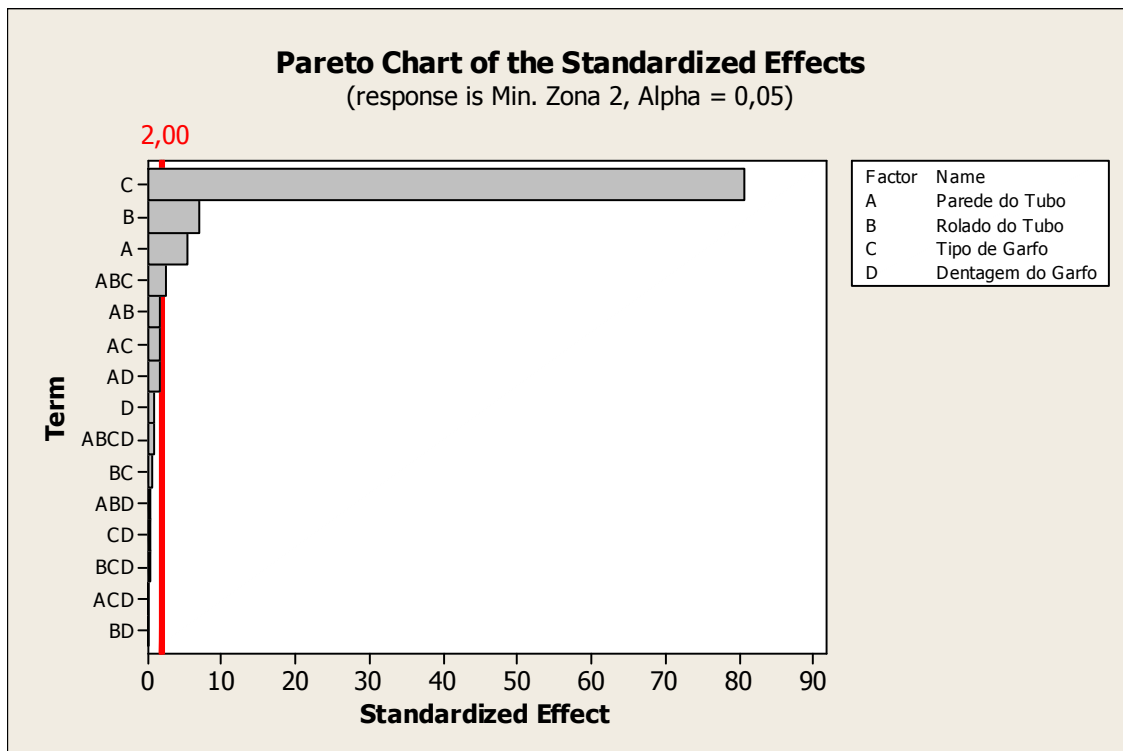


Fig. 47 - Gráfico Pareto referente ao “Min. Zona 2”

Por análise do gráfico, torna-se mais evidente que o fator que mais influencia os valores obtidos para a Força Mínima na Zona 2 é o Tipo de Garfo (se o garfo é fosfatizado ou não), e o mesmo fenômeno é encontrado em todos os gráficos Pareto que foram calculados para este estudo. De notar também que o “Rolado do Tubo”, “Espessura da parede do Tubo”, assim como todos os 3 fatores anteriores em conjunto, tem influência no processo, mas a seu peso é tão inferior ao do “Tipo de Garfo”, que se pode desconsiderar para o início das atividades que levaram a correção do processo.

Como o gráfico Pareto, é um gráfico que nos dá a influência de todos os parâmetros, quer de forma isolada, quer como interação dos outros fatores em conjunto, podemos concluir que o grande e preponderante fator que teremos que rever no processo é

„Nockenwelle-Verbindung Brasil com base na experiência da Europa“



mesmo a fosfatização, que teremos que rever e tentar encontrar uma forma alternativa para poder proteger os componentes da rápida oxidação, pois de lubrificante que ele cria na superfície, poderá causar problema na segurança da peça que montamos.



7. Referencia Bibliográficas

Seis Sigma – Treinamento Black Belt

Toda a teoria sobre o DOE

Thyssenkrupp Metalúrgica Campo Limpo – Brasil

Sites da Internet

<http://thequalityportal.com/>

<http://www.minitab.com/>



8. Anexos

Anexo A

Desenhos dos Tubos e Garfos

Anexo B

Ordem de ensaios

Nr.	Nr. Experimento	Parede do Tubo	Conformação do Tubo	Tipo de Garfo	Dentagem do Garfo
1	14	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
2	72	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
3	46	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
4	64	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
5	50	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
6	31	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
7	56	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
8	33	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
9	27	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
10	15	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
11	59	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
12	19	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
13	54	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
14	43	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
15	8	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
16	74	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
17	29	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
18	68	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
19	21	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
20	60	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
21	73	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
22	32	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
23	34	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
24	35	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
25	77	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
26	30	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
27	18	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
28	57	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
29	70	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
30	71	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
31	36	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
32	63	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
33	17	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
34	58	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
35	5	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
36	79	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
37	47	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
38	61	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
39	10	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
40	42	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
41	9	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
42	24	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
43	49	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
44	7	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
45	6	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
46	26	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
47	39	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
48	75	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
49	67	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
50	16	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
51	4	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
52	12	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
53	80	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
54	48	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Maxima
55	66	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
56	13	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
57	22	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima

58	2	3	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
59	37	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
60	23	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
61	52	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
62	41	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
63	76	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
64	20	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
65	65	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
66	3	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
67	44	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
68	28	3	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima
69	45	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
70	40	3	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
71	25	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Maxima
72	55	2,5	Tolerancia Maxima	12938	Tolerancia Minima
73	62	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
74	53	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
75	38	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
76	1	2,5	Tolerancia Minima	12447	Tolerancia Minima
77	78	3	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Maxima
78	51	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Minima
79	69	2,5	Tolerancia Minima	12938	Tolerancia Minima
80	11	2,5	Tolerancia Maxima	12447	Tolerancia Maxima

Onde:

Parede Tubo

3 Tudo do Celta

2,5 Tubo do Fiat 310

Rolado do Tubo

0 Tolerancia Superior

1 Tolerancia Inferior

Tipo de Garfo

12938 Com Fosfato

12447 Sem Fosfato

Dentagem do Garl

0 Tolerancia Superior

1 Tolerancia Inferior

Anexo C

Curvas da Inserção dos Eixos / Tubos nos Garfos



Parameter:

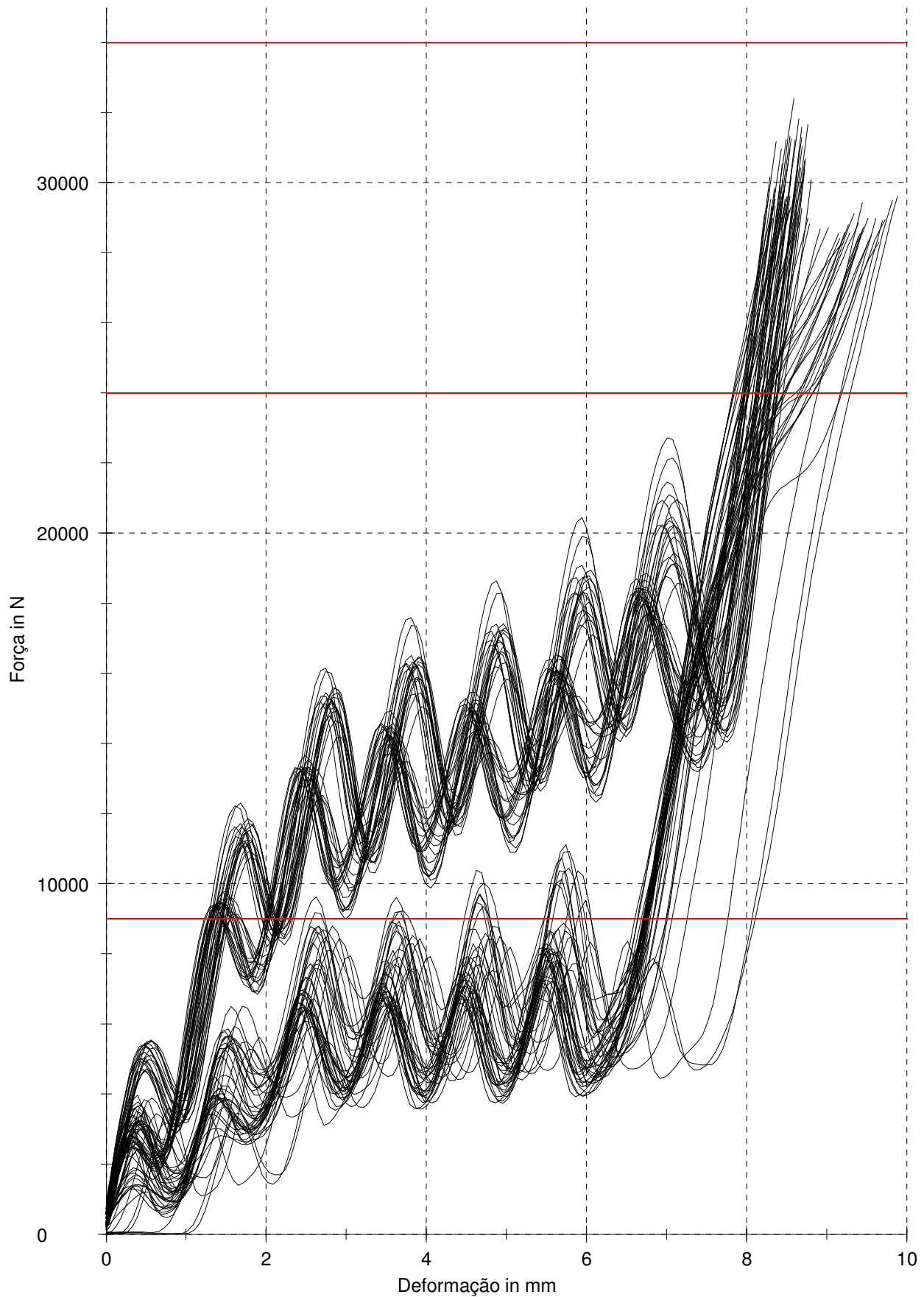
Typ : Eixos 310 & Celta
 Ordernummer : Mestrado Bruno
 Operationsnummer : julho 2008
 Bemerkung : Prensagem NW-Verb.

Prüfer : Cesar Bandeira
 Prüfgeschwindigkeit: 200 mm/min
 Kraftaufnehmer : 50 KN (Werknummer 131474)

Ergebnisse:

Nr	Fmax N	F min - Prüfung N
max	34000.00	---
min	24000.00	9000.00
14	31833.94	14521.67
72	29170.43	14176.68
46	30945.25	14715.51
64	30360.80	14339.99
50	30017.77	9037.34
31	31229.71	13650.81
56	29502.64	14366.88
33	28303.93	12138.48
27	28396.86	12029.37
15	29584.92	14184.40
59	28574.36	12025.54
19	28262.84	12169.24
54	31324.32	16962.41
43	29121.35	12233.84
8	29272.06	14025.27
74	28952.10	12534.86
29	29820.20	14636.43
68	28904.97	9056.69
21	30156.67	14576.52
60	29601.69	<4681.86
73	28471.32	13485.79
32	31598.04	13826.10
34	28977.57	12444.94
35	28543.03	13193.52
77	29522.79	14878.55
30	29626.81	15510.74
18	28837.87	<8210.77
57	28337.12	12738.28
70	31234.23	15030.67
71	30126.67	13185.12
36	28676.96	<6113.93
63	29869.20	13494.43
17	29502.20	12062.02
58	29527.76	12765.07
5	31160.83	14518.56
79	29329.57	13389.97
47	31266.27	13915.39
61	29101.65	14187.07
10	29838.22	11894.41
42	29598.32	11069.05

Nr	Fmax N	F min - Prüfung N
max	34000.00	---
min	24000.00	9000.00
9	28974.72	11881.35
24	30078.38	15068.08
49	28948.63	13351.23
7	30539.11	13318.02
6	31042.70	15164.74
26	28629.29	11472.73
39	32408.98	13444.14
75	28719.38	12707.85
67	28981.47	11586.64
16	30166.52	15226.60
4	29071.29	11186.67
12	29399.15	12044.33
80	30793.65	14269.56
48	30687.24	14287.13
66	29390.63	12497.65
13	29839.28	15596.70
22	31290.15	14899.09
2	29289.62	12358.33
37	29317.05	14149.21
23	29920.05	14921.81
52	28912.77	<4815.81
41	28738.02	12160.89
76	29434.91	<4508.78
20	28985.29	<8851.29
65	28562.02	12693.13
3	28618.55	12127.67
44	29235.22	10344.52
28	29739.70	10653.04
45	30961.22	15725.13
40	31663.36	14683.15
25	28547.28	12915.65
55	30396.48	15052.82
62	30617.65	15995.03
53	29433.41	15679.78
38	30417.78	15236.09
1	28492.70	12484.78
78	29537.07	14557.57
51	28800.23	12188.50
69	29777.60	15206.45
11	28852.15	12690.19



Anexo D

TV 1890 – Processo de NVW



TV – Technische Vorschrift

Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					
Erstelldatum der Datei: 30.03.07		gültig ab: 01.06.07		gültig bis: 31.12.2030	

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	1
2	Vorwort	2
3	Informative Elemente	2
3.1	Mitgeltende Normen	2
3.2	Frühere Ausgaben	2
3.3	Änderungen	2
3.3.1	Index 1.00 vom 30.03.07, erstellt durch Erne Andreas	2
4	Dokumentinhalt	3
4.1	Geltungsbereich	3
4.2	Begriffe	3
5	Konstruktionsrichtlinien	3
5.1	Vorgehensweise	3
6	Wellen	4
6.1	Welle mit Lagersitz	4
6.2	Welle mit 45° Bund	4
7	Lenkspindeln gehämmert	5
7.1	Rohr Ø 22 x 3	5
7.2	Rohr Ø 30 x 2.5	5
8	Lenkspindel / Rohr anreduziert	6
8.1	Rohr Ø 19 x 3 / Ø 24 x 2.5 / Ø 22 x 3.2	6
8.2	Rohr Ø 25 x 2	6
9	Rollierung	7
9.1	Welle mit Lagersitz (6.1)	7
9.2	Welle mit 45° Bund (6.2)	7
9.3	Lenkspindel gehämmert (7.1)	8
9.4	Lenkspindel gehämmert (7.2)	8
9.5	Lenkspindel anreduziert (8.1)	9
9.6	Rohr Ø25 x 2 anreduziert (8.2)	9
10	Fügeprozess	10
10.1	Welle / Rohr mit Rollierung (6.1, 6.2, 7.1 und 8.1)	10
10.2	Rohr mit Rollierung (7.2, 8.2)	11
11	Auszugsicherung	11
11.1	Welle / Rohr mit Rollierung (6.1, 6.2, 7.1, 7.2 und 8.1)	11
11.2	Rohr mit Rollierung (8.2)	12



Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

2 Vorwort

- Die TV stellt die Grundlage für die NW-Verbindung zwischen Gabel und Welle, Gabel und Rohr oder Gabel und Lenkspindel dar und ist zwingend einzuhalten!
- Die Aufgabe der Standardisierung besteht darin, Grunddefinitionen zu schaffen, die dem Konstrukteur bzw. Projektleiter als Basisinformation und Leitfaden für die Erstellung von Komponentezeichnungen und Montagezeichnungen dienen sollen.
- So soll eine einheitliche Darstellung von Wellen-, Rohr- und Lenkspindelenden sowie die dazu passenden Rollierungen erreicht werden.
- Jegliche Abweichung muss mit der entsprechenden Fachabteilung der Thyssen Krupp Presta AG besprochen, schriftlich in den Projektunterlagen beschrieben, begründet und archiviert werden.
- Eine schriftliche Bestätigung der Freigabe zur Abweichung durch die entsprechende Fachabteilung und den Projektleiter ist zwingend notwendig.

3 Informative Elemente

3.1 Mitgeltende Normen

TV – 1867 - Prozess
TV – 1905 - Parameter

3.2 Frühere Ausgaben

--

3.3 Änderungen

3.3.1 Index 1.00 vom 30.03.07, erstellt durch Erne Andreas



Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

4 Dokumentinhalt

Dieses Dokument beschreibt die grundsätzlichen Konstruktionsrichtlinien, deren Darstellung und Vermassung für Komponenten und Baugruppen.

Bei Neuteilentwicklung und Teiländerung von Wellen, die von dem Bereich Massivumformung durchgeführt werden, hat der Bereich Massivumformung die Zeichnung mit den entsprechenden Angaben zu erstellen.

Bei Neuteilentwicklung und Teiländerung von Rohre bzw. Lenkspindeln, die von dem Bereich Lenkungen durchgeführt werden, hat der Bereich Lenkungen die Zeichnung mit den entsprechenden Angaben zu erstellen

4.1 Geltungsbereich

Gilt für:

- NW-Verbindungen im Geschäftsbereich Lenkungen
- Komponenten die für eine NW-Verbindung benötigt werden
- Alle Anlagen die eine Rollierung erzeugen
- Alle Standorte mit Anlagen für Rollierung
- Alle Anlagen und Standorte die, die NW-Verbindung herstellen

4.2 Begriffe

NW-Verbindung: Eine Verbindungsart zwischen Gabel und Welle, Gabel und Rohr oder Gabel und Lenkspindel, dabei hat die Gabel eine Längsverzahnung und das Gegenstück eine Rollierung.

Rollierung: Eine Anzahl von umlaufenden Rillen, die mittels Rollierrollen erzeugt werden.

5 Konstruktionsrichtlinien

5.1 Vorgehensweise

- Bestimmen welche Anschlussgeometrie benötigt wird.
- Die Geometrie in die Komponentezeichnung übernehmen.
- Die passende Rollierung auswählen und in die Fertigteil - bzw. Montagezeichnung übernehmen
- Den Fügeprozess in die Montagezeichnung übernehmen.
- Die Art der Auszugsicherung definieren und in die Montagezeichnung übernehmen.

5.2 Materialauswahl

5.2.1 Welle

Ausschließlich C15 E2C – 1.1132 und C8C – 1.0213

5.2.2 Rohr

Ausschließlich E 235

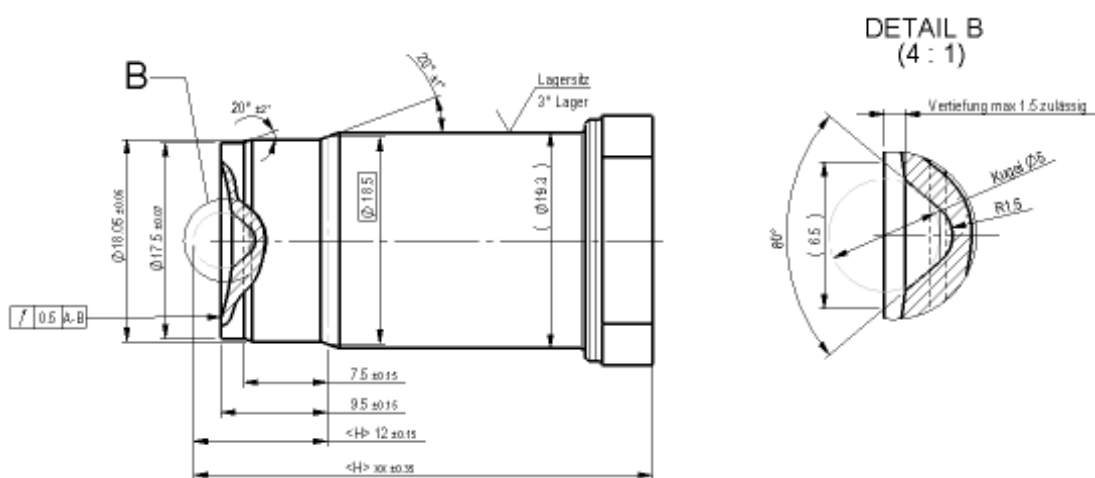


TV – Technische Vorschrift

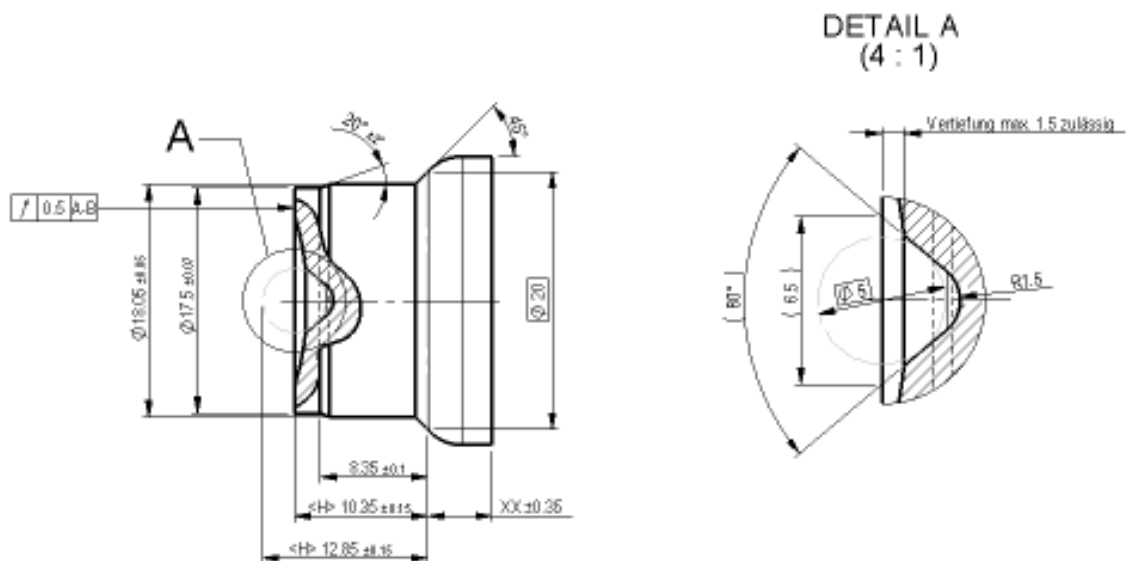
Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

6 Wellen

6.1 Welle mit Lagersitz Roller-Ø 18.05



6.2 Welle mit 45° Bund Roller Ø 18.05





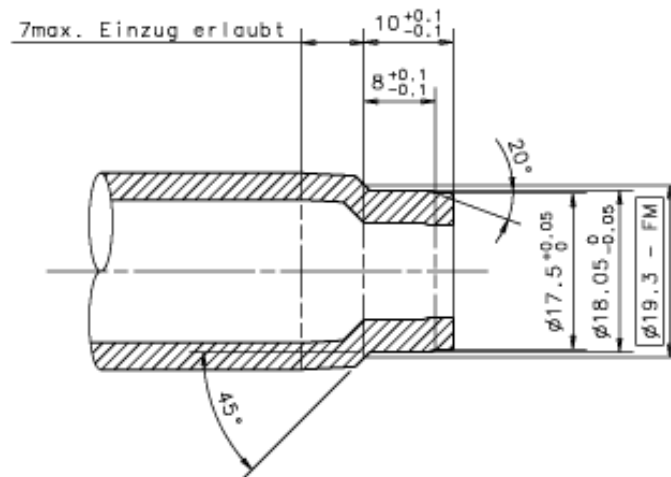
Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
--------------------	-------------------------	-----	----------------	----------------------------	-----------------------

Bezeichnung:
Standardisierung NW-Verbindung

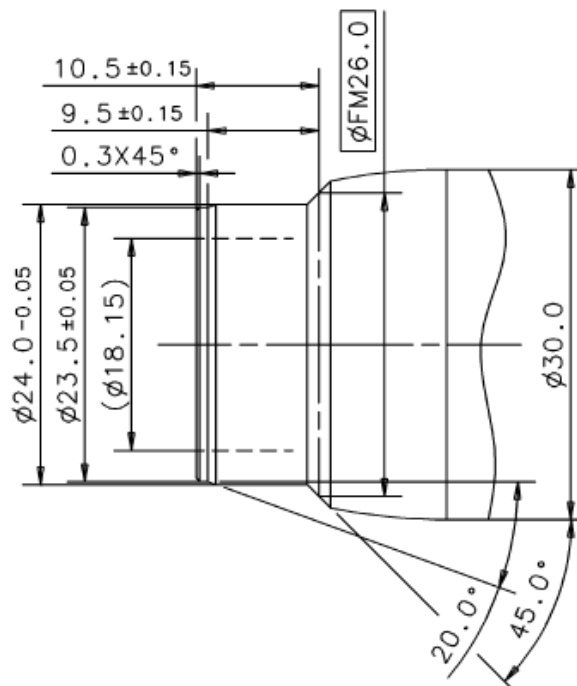
7 Lenkspindeln gehämmert

Untenstehende Angaben werden nur dann in die Fertigtezeichnung bzw. Stadienplan übernommen, wenn die Rollierung im Hause TKT-P durchgeführt wird. In allen anderen Fällen wird eine Hilfszeichnung (ZH) erstellt.

7.1 Rohr $\varnothing 22 \times 3$ Rollier $\varnothing 18.05$



7.2 Rohr $\varnothing 30 \times 2.5$ Rollier $\varnothing 24$

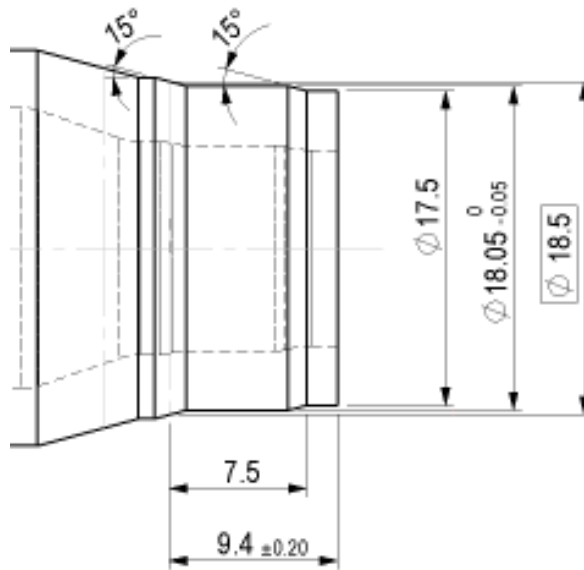




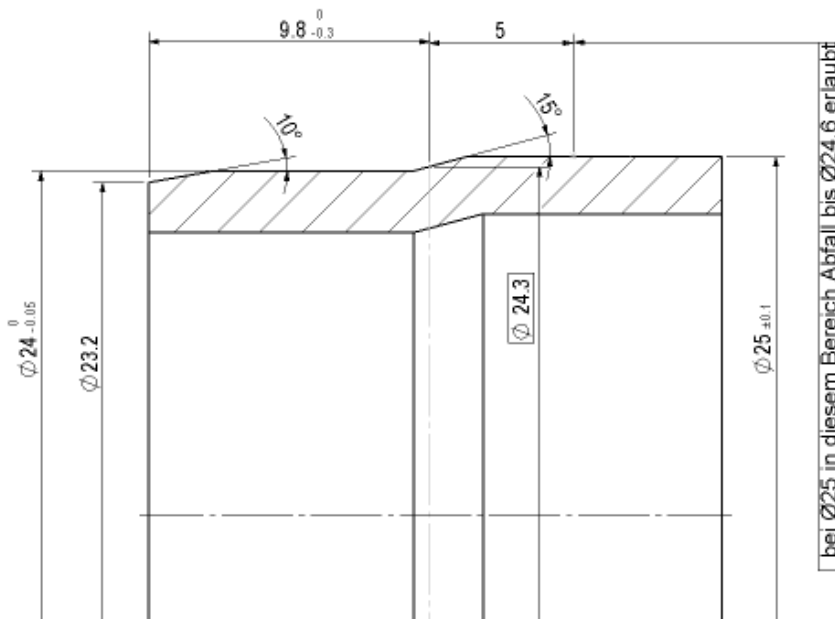
Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

8 Lenkspindel / Rohr anreduziert

8.1 Rohr $\varnothing 19 \times 3$ / $\varnothing 24 \times 2.5$ / $\varnothing 22 \times 3.2$ Rollier $\varnothing 18.05$



8.2 Rohr $\varnothing 25 \times 2$ Rollier $\varnothing 23.7$





TV – Technische Vorschrift

Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

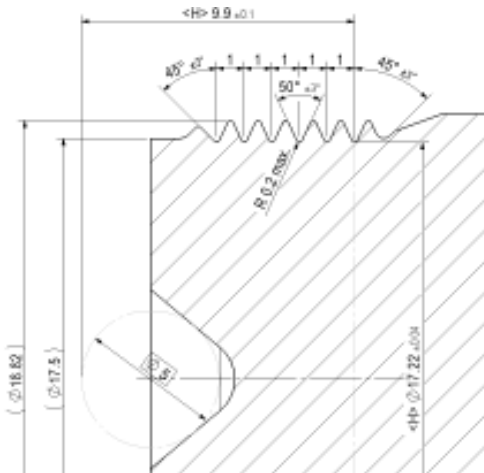
9 Rollierung

Für die Rollierprozesse im Hause TKT-P sind die Rollierrollen für die jeweilige Rolliervorrichtung vereinheitlicht und über L.I.S.P. dem jeweiligen Produkt zugeordnet.

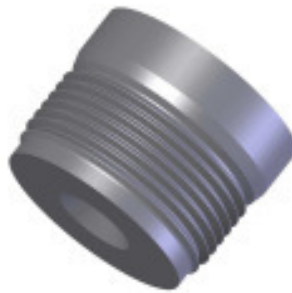
Durch den Rollierprozess entsteht bei Röhren ein Längenzuwachs von ca. 0.2 mm.

9.1 Welle mit Lagersitz (6.1)

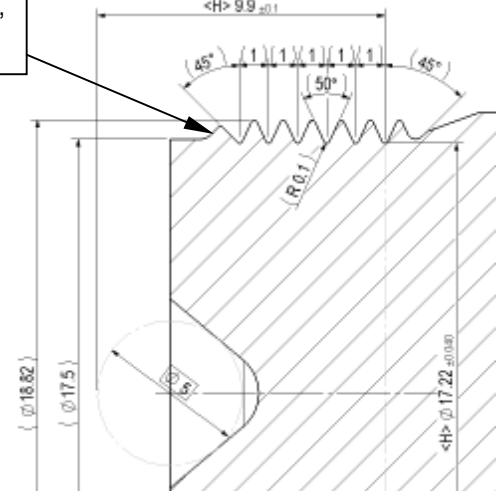
ZG- Zeichnung



Erster Zahn nicht voll ausgeformt, ergibt sich durch Rolliervorgang

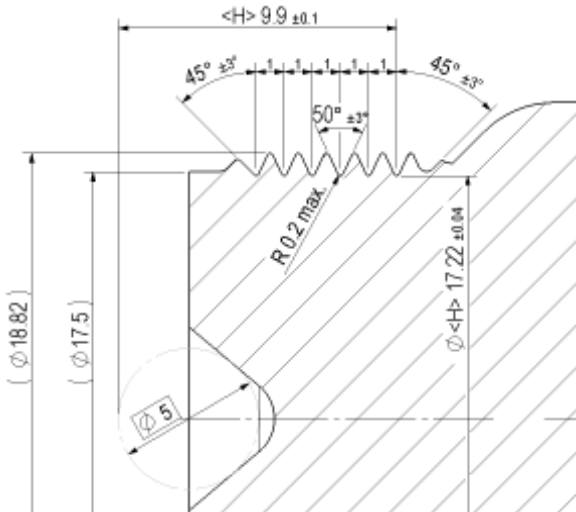


ZF - Zeichnung

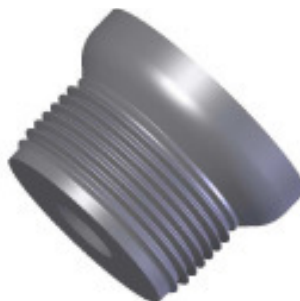


9.2 Welle mit 45° Bund (6.2)

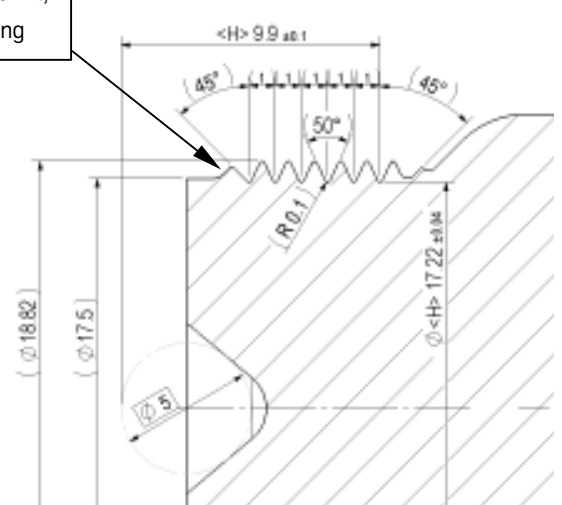
ZG- Zeichnung



Erster Zahn nicht voll ausgeformt, ergibt sich durch Rolliervorgang



ZF - Zeichnung



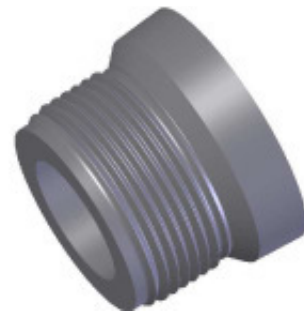
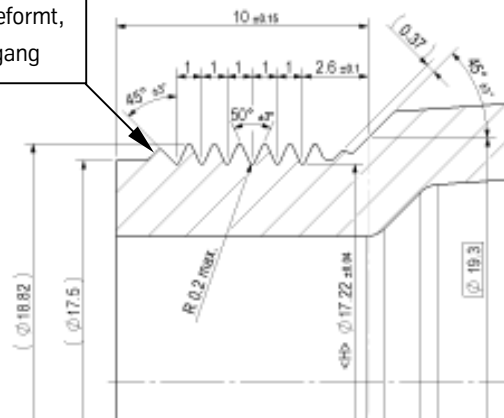


Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

9.3 Lenkspindel gehämmert (7.1)

ZG- Zeichnung

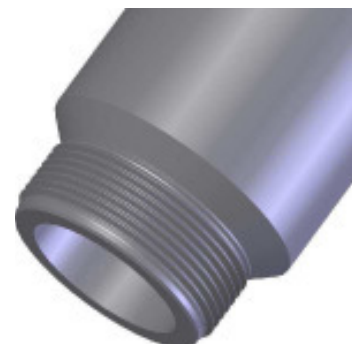
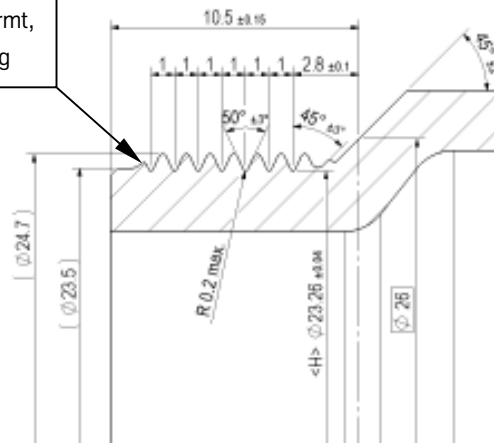
Erster Zahn nicht voll ausgeformt, ergibt sich durch Rolliervorgang



9.4 Lenkspindel gehämmert (7.2)

ZG- Zeichnung

Erster Zahn nicht voll ausgeformt, ergibt sich durch Rolliervorgang



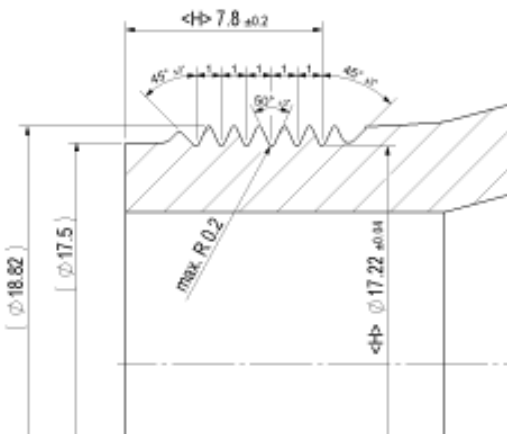


Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
--------------------	-------------------------	-----	----------------	----------------------------	-----------------------

Bezeichnung:
Standardisierung NW-Verbindung

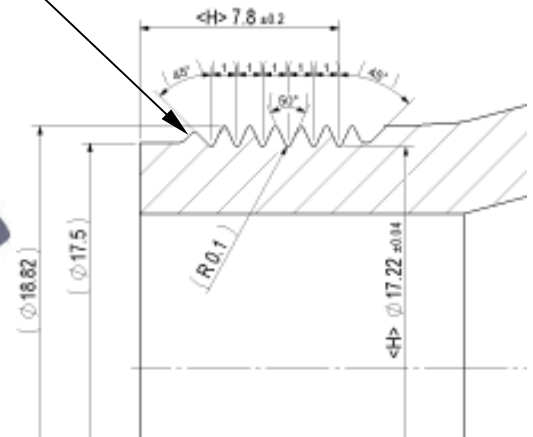
9.5 Lenkspindel anreduziert (8.1)

ZG- Zeichnung



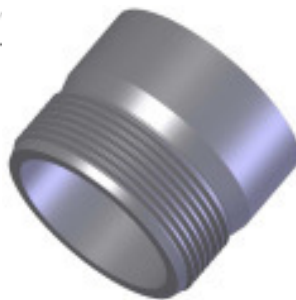
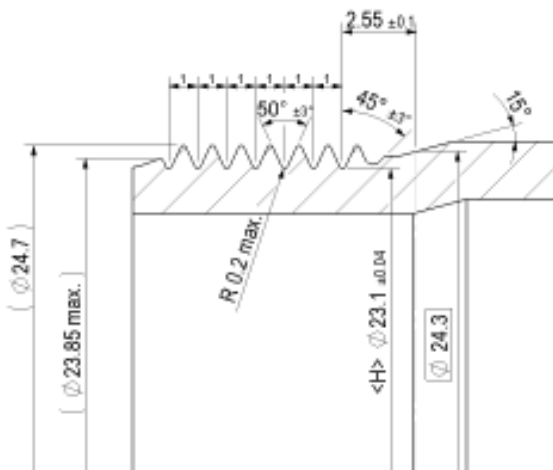
Erster Zahn nicht voll ausgeformt, ergibt sich durch Rolliervorgang

ZF - Zeichnung



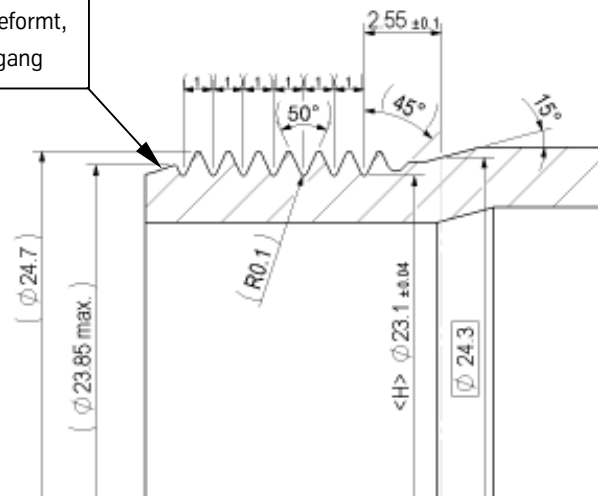
9.6 Rohr Ø25 x 2 anreduziert (8.2)

ZG- Zeichnung



Erster Zahn nicht voll ausgeformt, ergibt sich durch Rolliervorgang

ZF - Zeichnung



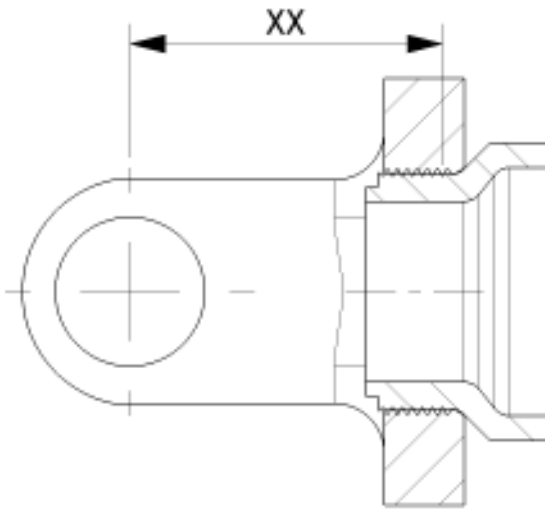


Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
--------------------	-------------------------	-----	----------------	----------------------------	-----------------------

Bezeichnung:
Standardisierung NW-Verbindung

10 Fügeprozess

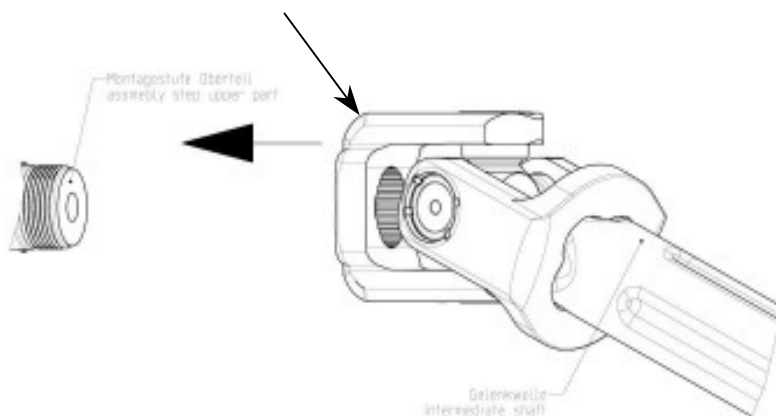
10.1 Konstruktionsmass NW-Verbindung



Gabel Art.Nr.	12447	14018	552282
Mass xx	31.190	31.140	31.310

10.2 Welle / Rohr mit Rollierung (6.1, 6.2, 7.1 und 8.1)

Hinweis: Gabel 12447, 12938, 14018



Schritt step	Bemerkung description	Einstellparameter setting parameter
1	Gelenkgabel (Gelenkwelle) mit Spindelwelle fügen assembly of yoke and shaft	TV-1905

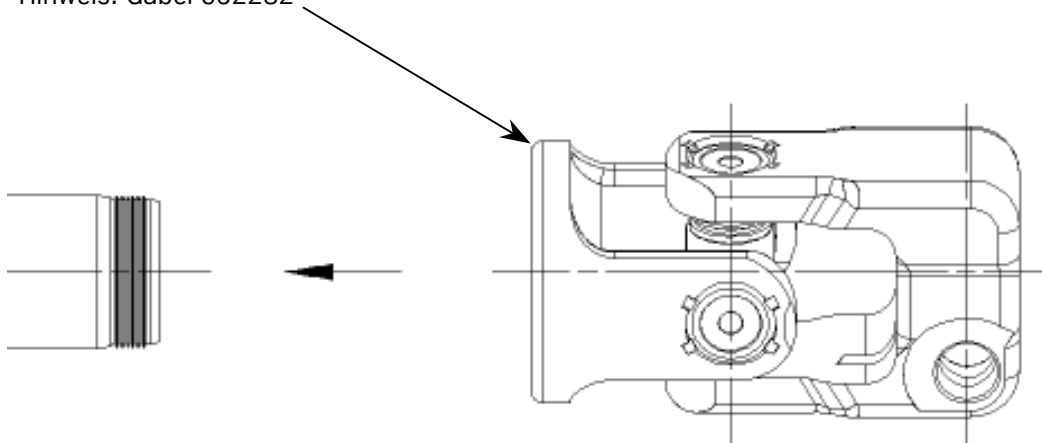


TV – Technische Vorschrift

Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

10.3 Rohr mit Rollierung (7.2, 8.2)

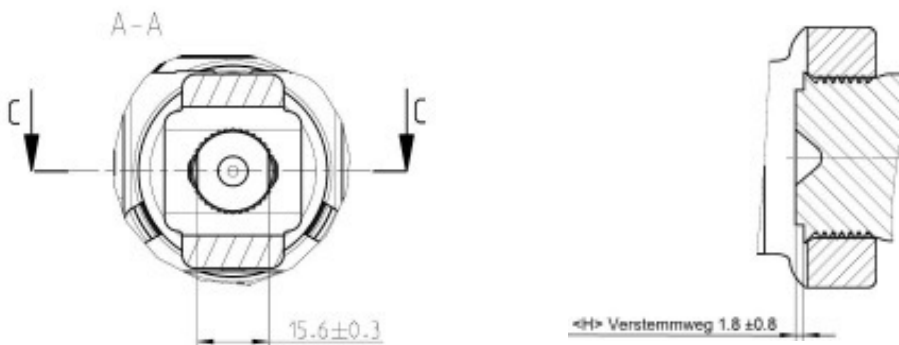
Hinweis: Gabel 552282



Schritt step	Bemerkung description	Einstellparameter setting parameter
1	Gelenkgabel (Gelenkwelle) mit Spindelwelle fügen assembly of yoke and shaft	TV-1905

11 Auszugsicherung

11.1 Welle / Rohr mit Rollierung (6.1, 6.2, 7.1 und 8.1)

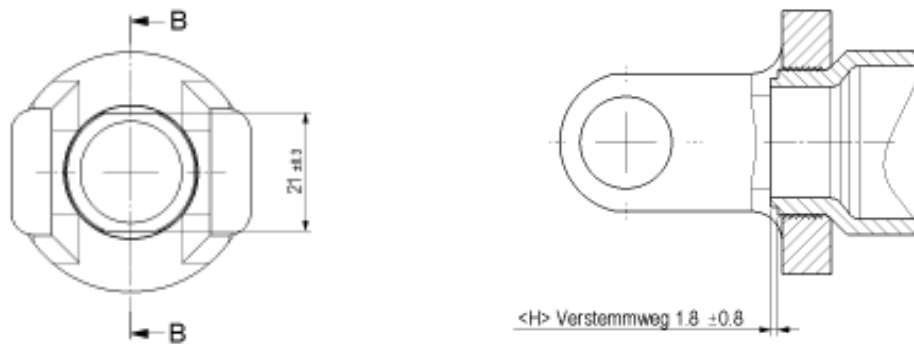


Schritt step	Bemerkung description	Einstellparameter setting parameter
2	Auszugsicherung verstemmen stake the slider pullout prevention	TV-1905



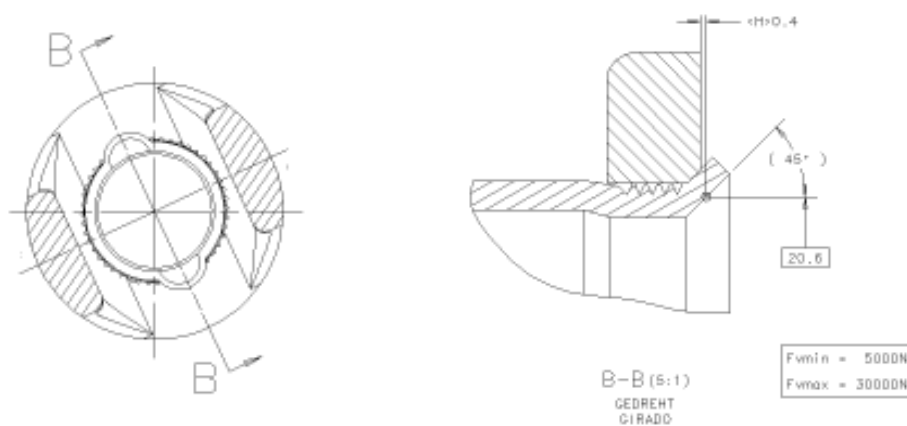
Dokumentart: TV	Dokumentnummer: 1890	---	Index: 1.00	Ersteller: Erne Andreas	Prüfer: Boersma J.
Bezeichnung: Standardisierung NW-Verbindung					

11.2 Rohr mit Rollierung (7.2)



Schritt step	Bemerkung description	Einstellparameter setting parameter
2	Auszugsicherung verstemmen stake the slider pullout prevention	TV-1905

11.3 Rohr mit Rollierung (8.2)



Schritt step	Bemerkung description	Einstellparameter setting parameter
2	Auszugsicherung verstemmen stake the slider pullout prevention	TV-1905