

## Anel de fixação MMP - Principais Características

Os anéis de fixação **MMP** oferecem as vantagens de um sistema de ajuste forçado, com uma simplificada instalação e remoção. Estão baseados no sistema de cunha: onde a força primária dos parafusos obtida durante o processo de aperto, é transferida como uma elevada força radial que trava os componentes por atrito.

As principais vantagens dos anéis de fixação **MMP** são:

- As tolerâncias do eixo, cubo e anel permitem uma fácil montagem e um posicionamento preciso;
- A alta precisão de fabricação resulta em um acoplamento com bom balanceamento, o que permite a sua aplicação em altas rotações;
- Altas pressões de contato, conferem a transmissão de elevados torques transmissíveis com grandes momentos de flexão. Nesta condição, a área de contato entre eixo, anel e cubo, ficam praticamente isentas de corrosão;
- A ausência de entalhes confere maior resistência estática e dinâmica, com projetos mais leves a um custo inferior em relação aos tradicionais métodos de fixação;
- A grande variedade de anéis, combinada com o fornecimento de peças especiais, ampliam as possibilidades de obtermos a solução adequada para a maioria das fixações eixo-cubo.

### Seleção:

Os anéis **MMP** permitem uma fixação sem chaveta, com zero folga entre eixo e cubo, como por exemplo: engrenagens, polias, cames, alavancas, rotores e outros componentes.

Estes anéis são adequados para transmitir torque, esforços axiais, momentos fletores e cargas radiais, separadamente ou simultaneamente. Os dados tabelados neste catálogo foram calculados sem fator de segurança. O usuário deverá adotar o fator de segurança específico ao seu projeto, que depende de cada aplicação.

Os critérios a seguir são utilizados para a correta seleção do anel. A seleção deverá ser baseada também em outros requisitos específicos, como: restrições dimensionais, precisão de montagem, posição axial do cubo estabelecida durante o processo de aperto dos parafusos e outros.

### Torque:

Onde  $T_{m\acute{a}x.}$  é o torque de pico, selecione  $T > T_{m\acute{a}x.}$ , sendo  $T$  = Torque transmissível do anel **MMP**

$$T_{m\acute{a}x.} = (9550 * P[\text{kW}] / \text{rpm}) * F_{\text{pico}} \quad [\text{Nm}]$$

$$T_{m\acute{a}x.} = (7162 * P[\text{CV}] / \text{rpm}) * F_{\text{pico}} \quad [\text{Nm}]$$

### Cargas combinadas:

Quando as cargas abaixo são aplicadas:

$T_{\text{máx.}}$  = Torque de pico

$B$  = Momento fletor de pico

$F$  = Força axial de pico

O torque resultante é calculado conforme a fórmula abaixo:

$$T_R =$$

Onde  $d$  = diâmetro do eixo

O anel de fixação selecionado tem que atender a ambos requisitos:

$$T > T_R$$

$M_b > B$ , onde  $M_b$  = momento fletor

$M_b$  depende de cada aplicação.

### Arranjo com vários anéis de fixação montados em série:

Em aplicações onde dois ou mais anéis são instalados em série, a capacidade de torque total  $M_{t_{\text{tot}}}$  não é uma função linear do número de unidades  $n$ . Ela é calculada conforme abaixo:

$$T_{\text{tot}} = n * T * f_{RS}$$

Onde  $f_{RS}$  = fator redução, conforme tabela 1

Tabela 1

| ANEL MMP         | Quantidade de anéis |      |     |
|------------------|---------------------|------|-----|
|                  | 2                   | 3    | 4   |
| 7012 - 7013 -130 | 0,8                 | 0,75 | --  |
| 1012             | 0,85                | --   | --  |
| 7015.1           | 0,8                 | 0,75 | --  |
| 8006             | 0,77                | 0,62 | 0,5 |

### Verificação do eixo e cubo:

Os anéis de fixação exercem uma alta pressão de contato no eixo ( $p$ ) e no cubo ( $p'$ ). O tamanho e o material do eixo e cubo podem ser selecionados no pedido para resistir a esforços gerados pelo anel de fixação e pelas cargas aplicadas.

O critério a seguir é válido se considerarmos apenas a pressão de contato exercida pelo anel de fixação.

No caso de eixos maciços, o limite de escoamento do material deve ser maior que a pressão de contato  $p$ . No caso de eixo oco, a resistência deve ser calculada considerando-se a conformação da rugosidade do eixo, pela pressão externa  $p$ .

A verificação do cubo é baseada na tensão máxima tangencial, aplicada no furo do cubo. O diâmetro externo mínimo do cubo  $D_N$  é calculado através da fórmula:

$D_N =$

$$D \cdot \sqrt{\frac{Rp_{0,2} + (p' \cdot C)}{Rp_{0,2} - (p' \cdot C)}}$$

Onde:

$D$  = Diâmetro externo do anel de fixação

$Rp_{0,2}$  = Limite de escoamento do material do cubo

$C$  = Fator de redução de tensão (veja fig. 1)

Tabela 2

| EQUIVALÊNCIA DE MATERIAL EM FUNÇÃO DO LIMITE DE ESCOAMENTO               |           |           |                 |           |           |           |                 |           |
|--|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|
| Limite de escoamento do material do cubo $Rp_{0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] |           |           |                 |           |           |           |                 |           |
| 150  | 180       | 200       | 220             | 250       | 270       | 300       | 350             | 400       |
| <b>Material</b>  |           |           |                 |           |           |           |                 |           |
|  | GG-26     | GG-30     | GS-45           | GS-52     | C35       | GS-60     | GS-62           | GS-70     |
| GG-22  | GS-38     | V4A-S     | St 35           | GS-C25    | St 50-2   | St 60-2   | St 70-2         | 25CrMo4   |
| ABNT FC22  | V2A-S     | GTS-35    | St 37-3         | GGG-40    | X8CrTi17  | C10       | St 52           | SAE 4130  |
|  | V2A-E     | ABNT FC30 | V4A-E           | St 45     | ALCUNIC   | GTS-45    | ABNT6656/LNE 50 | ABNT 4130 |
|  | ABNT FC26 |           | ASTM A-570Gr.36 | SAE 1020  | SAE 1035  | SAE 1045  |                 |           |
|  |           |           | ABNT6656-LNE 26 | ASTM A-36 | ABNT 1035 | ABNT 1045 |                 |           |
|  |           |           |                 | ABNT 1020 |           |           |                 |           |

## Fator C - Forma de cubo:

O fator C deve ser selecionado em função do tipo de aplicação:

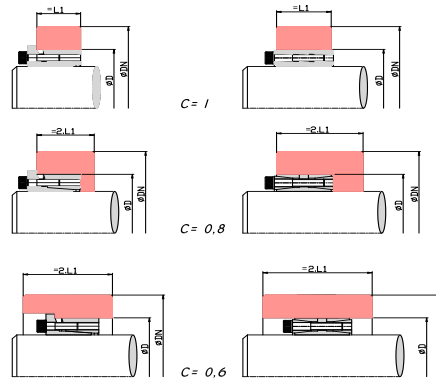


Fig. 1

### IMPORTANTE:

Se o cubo possui uma configuração diferente, considere a forma mais similar ou a pior condição.

### **Anéis auto centrantes e não-centrantes:**

Os anéis autocentrantes possibilitam uma excelente centragem de fixação. Oferecem concentricidade e perpendicularidade na faixa de 0,02mm a 0,05mm. As características de autocentragem dependem da largura e disposição dos furos, processo de fabricação e uma adequada montagem.

Se o anel de fixação não é autocentrante (MMP 7012), a pré-centragem do cubo é necessária para se obter uma correta fixação. A falta da área de centragem, sem o devido controle do momento fletor máximo, poderá comprometer o anel MMP e provocar sérios acidentes.

### **Material:**

Os anéis de fixação MMP são produzidos de aço carbono tratados termicamente. Sob encomenda podemos fornecer anéis MMP em diferentes tipos de aço inoxidável (redução de desempenho de aproximadamente 70%), bem como com diferentes tratamentos superficiais.

### **Lubrificação:**

Os anéis de fixação MMP são lubrificados com óleo mineral comum (leve filme). Em aplicações em aço inox destinadas à indústria alimentícia, pode-se empregar um óleo qualidade H1, conforme classificação da FDA-EUA. O eixo e cubo devem ser oleados. Nunca utilize lubrificantes a base de bissulfeto de molibdênio nos anéis de fixação. Este tipo de lubrificante somente poderá ser utilizado na montagem das flanges de fixação.

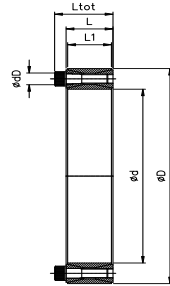
### **Temperatura:**

Os anéis de fixação MMP operam sem restrições em temperaturas na faixa de -20°C a +150°C. Não há perda de performance quando as alterações de temperatura ocorrem por igual no eixo e no cubo. Diferentes materiais podem ser empregados para aplicações fora da faixa acima mencionada.

### **Anéis e Flanges Especiais:**

Para toda a linha de produtos é possível executarmos peças com dimensões diferentes do padrão de catálogo ou com dimensional em polegadas. Outros tipos de materiais também podem ser fornecidos. As peças especiais estão sujeitas a consulta e conforme o modelo, podem estar sujeitas a lotes de fabricação.

# MMP 7012



Exemplo de pedido: Anel de fixação MMP 7012-20X47

| d x D       | L tot | L   | L1 | T       | Fax  | p                 | p'                | Quantidade | Parafuso DIN 912-12.9 |   | Ta          | dD   | Peso |      |
|-------------|-------|-----|----|---------|------|-------------------|-------------------|------------|-----------------------|---|-------------|------|------|------|
| mm          | mm    | mm  | mm | Nm      | kN   | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |            | diâmetro              | x | comprimento | Nm   |      | ~    |
| 19 x 47     | 27,5  | 20  | 17 | 270     | 27   | 210               | 90                | 8          | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,24 |
| 20 x 47     | 27,5  | 20  | 17 | 270     | 27   | 210               | 90                | 8          | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,24 |
| 22 x 47     | 27,5  | 20  | 17 | 300     | 27   | 195               | 90                | 8          | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,23 |
| 24 x 50     | 27,5  | 20  | 17 | 360     | 30   | 195               | 95                | 8          | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,26 |
| 25 x 50     | 27,5  | 20  | 17 | 380     | 30   | 190               | 95                | 9          | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,25 |
| 28 x 55     | 27,5  | 20  | 17 | 470     | 33   | 185               | 95                | 10         | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,3  |
| 30 x 55     | 27,5  | 20  | 17 | 500     | 33   | 175               | 95                | 10         | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,29 |
| 32 x 60     | 27,5  | 20  | 17 | 700     | 40   | 180               | 105               | 12         | M 6                   |   | 18          | 14   | M 8  | 0,32 |
| 35 x 60     | 27,5  | 20  | 17 | 700     | 40   | 180               | 105               | 12         | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,32 |
| 38 x 65     | 27,5  | 20  | 17 | 920     | 46   | 180               | 110               | 14         | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,34 |
| 40 x 65     | 27,5  | 20  | 17 | 920     | 46   | 180               | 110               | 14         | M 6                   | x | 18          | 14   | M 8  | 0,34 |
| 42 x 75     | 33,5  | 24  | 20 | 1610    | 72   | 210               | 125               | 12         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,57 |
| 45 x 75     | 33,5  | 24  | 20 | 1610    | 72   | 210               | 125               | 12         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,57 |
| 48 x 80     | 33,5  | 24  | 20 | 1770    | 71   | 190               | 115               | 12         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,6  |
| 50 x 80     | 33,5  | 24  | 20 | 1770    | 71   | 180               | 115               | 12         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,6  |
| 55 x 85     | 33,5  | 24  | 20 | 2270    | 83   | 200               | 130               | 14         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,63 |
| 60 x 90     | 33,5  | 24  | 20 | 2470    | 83   | 180               | 120               | 14         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,69 |
| 65 x 95     | 33,5  | 24  | 20 | 3040    | 83   | 190               | 130               | 16         | M 8                   | x | 22          | 35   | M 10 | 0,73 |
| 70 x 110    | 39,5  | 28  | 24 | 4600    | 132  | 210               | 130               | 14         | M 10                  | x | 25          | 70   | M 12 | 1,26 |
| 75 x 115    | 39,5  | 28  | 24 | 4900    | 131  | 195               | 125               | 14         | M 10                  | x | 25          | 70   | M 12 | 1,33 |
| 80 x 120    | 39,5  | 28  | 24 | 5200    | 131  | 180               | 120               | 14         | M 10                  | x | 25          | 70   | M 12 | 1,4  |
| 85 x 125    | 39,5  | 28  | 24 | 6300    | 148  | 195               | 130               | 16         | M 10                  | x | 25          | 70   | M 12 | 1,49 |
| 90 x 130    | 39,5  | 28  | 24 | 6900    | 147  | 180               | 125               | 16         | M 10                  | x | 25          | 70   | M 12 | 1,53 |
| 95 x 135    | 39,5  | 28  | 24 | 7900    | 167  | 195               | 135               | 18         | M 10                  | x | 25          | 70   | M 12 | 1,62 |
| 100 x 145   | 47    | 33  | 26 | 9600    | 192  | 195               | 135               | 14         | M 12                  | x | 30          | 125  | M 16 | 2,01 |
| 110 x 155   | 47    | 33  | 26 | 10500   | 191  | 180               | 125               | 14         | M 12                  | x | 30          | 125  | M 16 | 2,15 |
| 120 x 165   | 47    | 33  | 26 | 13100   | 218  | 185               | 135               | 16         | M 12                  | x | 30          | 125  | M 16 | 2,35 |
| 130 x 180   | 52    | 38  | 34 | 17600   | 272  | 165               | 115               | 20         | M 12                  | x | 35          | 125  | M 16 | 3,51 |
| 140 x 190   | 52    | 38  | 34 | 20900   | 298  | 165               | 125               | 22         | M 12                  | x | 35          | 125  | M 16 | 3,85 |
| 150 x 200   | 52    | 38  | 34 | 24200   | 324  | 170               | 125               | 24         | M 12                  | x | 35          | 125  | M 16 | 4,07 |
| 160 x 210   | 52    | 38  | 34 | 28000   | 350  | 170               | 130               | 26         | M 12                  | x | 35          | 125  | M 16 | 4,3  |
| 170 x 225   | 60    | 44  | 38 | 32800   | 386  | 160               | 120               | 22         | M 14                  | x | 40          | 190  | M 18 | 5,78 |
| 180 x 235   | 60    | 44  | 38 | 37800   | 420  | 165               | 125               | 24         | M 14                  | x | 40          | 190  | M 18 | 6,05 |
| 190 x 250   | 68    | 52  | 46 | 46500   | 490  | 150               | 115               | 28         | M 14                  | x | 45          | 190  | M 18 | 8,25 |
| 200 x 260   | 68    | 52  | 46 | 52500   | 525  | 150               | 115               | 30         | M 14                  | x | 45          | 190  | M 18 | 8,65 |
| 220 x 285   | 74    | 56  | 50 | 68000   | 620  | 150               | 115               | 26         | M16                   | x | 50          | 295  | M 18 | 11,2 |
| 240 x 305   | 74    | 56  | 50 | 85500   | 715  | 160               | 125               | 30         | M 16                  | x | 50          | 295  | M 20 | 12,2 |
| 260 x 325   | 74    | 56  | 50 | 104000  | 800  | 165               | 130               | 34         | M 16                  | x | 50          | 295  | M 20 | 13,2 |
| 280 x 355   | 86,5  | 66  | 60 | 128000  | 915  | 145               | 115               | 32         | M 18                  | x | 60          | 405  | M 22 | 19,2 |
| 300 x 375   | 86,5  | 66  | 60 | 153000  | 1020 | 150               | 120               | 36         | M 18                  | x | 60          | 405  | M 22 | 20,5 |
| 320 x 405   | 100,5 | 78  | 72 | 210000  | 1310 | 150               | 120               | 36         | M 20                  | x | 70          | 580  | M 24 | 29,6 |
| 340 x 425   | 100,5 | 78  | 72 | 224000  | 1310 | 145               | 115               | 36         | M 20                  | x | 70          | 580  | M 24 | 31,1 |
| 360 x 455   | 116   | 90  | 84 | 294000  | 1630 | 145               | 115               | 36         | M 22                  | x | 80          | 780  | M 27 | 42,2 |
| 380 x 475   | 116   | 90  | 84 | 308000  | 1620 | 135               | 110               | 36         | M 22                  | x | 80          | 780  | M 27 | 44   |
| 400 x 495   | 116   | 90  | 84 | 322000  | 1610 | 130               | 105               | 36         | M 22                  | x | 80          | 780  | M 27 | 46   |
| 420 x 515   | 116   | 90  | 84 | 374000  | 1780 | 135               | 110               | 40         | M 22                  | x | 80          | 780  | M 27 | 50   |
| 440 x 545   | 130   | 102 | 96 | 455000  | 2060 | 130               | 105               | 40         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 64,6 |
| 460 x 565   | 130   | 102 | 96 | 470000  | 2040 | 125               | 100               | 40         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 67,4 |
| 480 x 585   | 130   | 102 | 96 | 515000  | 2160 | 125               | 100               | 42         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 71   |
| 500 x 605   | 130   | 102 | 96 | 560000  | 2240 | 125               | 100               | 44         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 72,6 |
| 520 x 630   | 130   | 102 | 96 | 600000  | 2320 | 125               | 100               | 45         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 80   |
| 540 x 650   | 130   | 102 | 96 | 630000  | 2340 | 120               | 100               | 45         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 82   |
| 560 x 670   | 130   | 102 | 96 | 680000  | 2440 | 120               | 100               | 48         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 85   |
| 580 x 690   | 130   | 102 | 96 | 735000  | 2540 | 120               | 100               | 50         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 88   |
| 600 x 710   | 130   | 102 | 96 | 775000  | 2580 | 120               | 100               | 50         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 91   |
| 620 x 730   | 130   | 102 | 96 | 825000  | 2660 | 120               | 100               | 52         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 93   |
| 640 x 750   | 130   | 102 | 96 | 865000  | 2700 | 115               | 100               | 54         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 96   |
| 660 x 770   | 130   | 102 | 96 | 925000  | 2800 | 120               | 100               | 56         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 99   |
| 680 x 790   | 130   | 102 | 96 | 965000  | 2840 | 115               | 100               | 56         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 102  |
| 700 x 810   | 130   | 102 | 96 | 1030000 | 2960 | 115               | 100               | 60         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 104  |
| 720 x 830   | 130   | 102 | 96 | 1070000 | 2980 | 115               | 100               | 60         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 107  |
| 740 x 850   | 130   | 102 | 96 | 1140000 | 3080 | 115               | 100               | 62         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 110  |
| 760 x 870   | 130   | 102 | 96 | 1210000 | 3180 | 115               | 100               | 64         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 113  |
| 780 x 890   | 130   | 102 | 96 | 1250000 | 3220 | 115               | 100               | 65         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 116  |
| 800 x 910   | 130   | 102 | 96 | 1300000 | 3260 | 115               | 100               | 66         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 118  |
| 820 x 930   | 130   | 102 | 96 | 1370000 | 3340 | 115               | 100               | 68         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 121  |
| 840 x 950   | 130   | 102 | 96 | 1450000 | 3460 | 115               | 100               | 70         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 124  |
| 860 x 970   | 130   | 102 | 96 | 1520000 | 3540 | 115               | 100               | 72         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 127  |
| 880 x 990   | 130   | 102 | 96 | 1590000 | 3620 | 115               | 100               | 74         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 129  |
| 900 x 1010  | 130   | 102 | 96 | 1650000 | 3680 | 115               | 100               | 75         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 132  |
| 920 x 1030  | 130   | 102 | 96 | 1710000 | 3720 | 110               | 100               | 76         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 135  |
| 940 x 1050  | 130   | 102 | 96 | 1790000 | 3820 | 110               | 100               | 78         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 138  |
| 960 x 1070  | 130   | 102 | 96 | 1870000 | 3900 | 115               | 100               | 80         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 140  |
| 980 x 1090  | 130   | 102 | 96 | 1940000 | 3960 | 110               | 100               | 81         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 143  |
| 1000 x 1110 | 130   | 102 | 96 | 2000000 | 4000 | 110               | 100               | 82         | M 24                  | x | 90          | 1000 | M 30 | 146  |

### Diâmetro externo mínimo do cubo DN - MMP 7012:

Diâmetro externo do cubo DN requerido quando aplicando um anel MMP 7012, e variável conforme o limite de escoamento do material do cubo.

Largura do cubo  $B \geq 2 * L1$

Profundidade do furo no cubo  $b \sim Ltot$

Equivalência de materiais, conforme tópico Verificação do Eixo e do Cubo

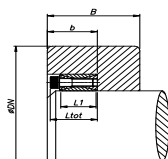


Fig. 3



| d x D     | p'                | Limite de escoamento do material do cubo Rp0,2 [ N/mm <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           |                   | 150  | 180 | 200 | 220 | 250 | 270 | 300 | 350 | 400 |
| mm        | N/mm <sup>2</sup> |  |     |     |     | DN  |     |     |     |     |
|           |                   |  |     |     |     | mm  |     |     |     |     |
| 19 x 47   | 90                | 69   | 65  | 62  | 61  | 59  | 58  | 57  | 55  | 54  |
| 20 x 47   | 90                | 69   | 65  | 62  | 61  | 59  | 58  | 57  | 55  | 54  |
| 22 x 47   | 90                | 69   | 65  | 62  | 61  | 59  | 58  | 57  | 55  | 54  |
| 24 x 50   | 95                | 75   | 70  | 67  | 66  | 63  | 62  | 61  | 59  | 58  |
| 25 x 50   | 95                | 75   | 70  | 67  | 66  | 63  | 62  | 61  | 59  | 58  |
| 28 x 55   | 95                | 82   | 77  | 74  | 72  | 69  | 68  | 67  | 65  | 64  |
| 30 x 55   | 95                | 82   | 77  | 74  | 72  | 69  | 68  | 67  | 65  | 64  |
| 32 x 60   | 105               | 96   | 87  | 84  | 81  | 78  | 76  | 74  | 72  | 71  |
| 35 x 60   | 105               | 96   | 87  | 84  | 81  | 78  | 76  | 74  | 72  | 71  |
| 38 x 65   | 110               | 105  | 96  | 92  | 89  | 85  | 84  | 81  | 79  | 77  |
| 40 x 65   | 110               | 105  | 96  | 92  | 89  | 85  | 84  | 81  | 79  | 77  |
| 42 x 75   | 125               | 130  | 117 | 111 | 107 | 103 | 100 | 97  | 93  | 91  |
| 45 x 75   | 125               | 130  | 117 | 111 | 107 | 103 | 100 | 97  | 93  | 91  |
| 48 x 80   | 115               | 132  | 120 | 114 | 111 | 106 | 104 | 101 | 98  | 95  |
| 50 x 80   | 115               | 132  | 120 | 114 | 111 | 106 | 104 | 101 | 98  | 95  |
| 55 x 85   | 130               | 151  | 136 | 128 | 123 | 118 | 115 | 111 | 107 | 104 |
| 60 x 90   | 120               | 152  | 138 | 131 | 126 | 121 | 118 | 115 | 111 | 108 |
| 65 x 95   | 130               | 169  | 152 | 143 | 138 | 132 | 128 | 124 | 120 | 116 |
| 70 x 110  | 130               | 196  | 176 | 166 | 160 | 152 | 149 | 144 | 138 | 134 |
| 75 x 115  | 125               | 200  | 180 | 171 | 165 | 157 | 153 | 148 | 143 | 139 |
| 80 x 120  | 120               | 203  | 184 | 175 | 169 | 161 | 158 | 154 | 148 | 144 |
| 85 x 125  | 130               | 223  | 199 | 189 | 181 | 173 | 169 | 164 | 158 | 153 |
| 90 x 130  | 125               | 226  | 203 | 193 | 186 | 178 | 173 | 168 | 162 | 157 |
| 95 x 135  | 135               | 247  | 219 | 208 | 199 | 189 | 185 | 178 | 172 | 166 |
| 100 x 145 | 135               | 265  | 236 | 223 | 214 | 203 | 198 | 192 | 184 | 178 |
| 110 x 155 | 125               | 269  | 242 | 230 | 222 | 212 | 206 | 200 | 193 | 187 |
| 120 x 165 | 135               | 302  | 268 | 254 | 243 | 231 | 225 | 218 | 209 | 203 |
| 130 x 180 | 115               | 297  | 270 | 257 | 250 | 240 | 234 | 228 | 220 | 214 |
| 140 x 190 | 125               | 330  | 296 | 282 | 272 | 260 | 252 | 245 | 237 | 230 |
| 150 x 200 | 125               | 347  | 312 | 297 | 286 | 273 | 266 | 258 | 249 | 242 |
| 160 x 210 | 130               | 374  | 335 | 317 | 304 | 291 | 284 | 275 | 265 | 257 |
| 170 x 225 | 120               | 380  | 344 | 328 | 316 | 302 | 296 | 288 | 278 | 270 |
| 180 x 235 | 125               | 408  | 366 | 349 | 336 | 321 | 313 | 303 | 292 | 284 |
| 190 x 250 | 115               | 413  | 375 | 357 | 346 | 333 | 325 | 316 | 305 | 298 |
| 200 x 260 | 115               | 430  | 390 | 372 | 360 | 346 | 338 | 329 | 317 | 310 |
| 220 x 285 | 115               | 470  | 428 | 408 | 395 | 379 | 370 | 360 | 348 | 339 |
| 240 x 305 | 125               | 530  | 475 | 453 | 436 | 416 | 405 | 394 | 380 | 369 |
| 260 x 325 | 130               | 578  | 518 | 490 | 472 | 450 | 440 | 425 | 410 | 396 |
| 280 x 355 | 115               | 585  | 533 | 507 | 492 | 472 | 462 | 450 | 433 | 423 |
| 300 x 375 | 120               | 642  | 572 | 545 | 526 | 505 | 493 | 480 | 462 | 450 |
| 320 x 405 | 120               | 693  | 618 | 590 | 568 | 545 | 533 | 517 | 500 | 486 |
| 340 x 425 | 115               | 700  | 636 | 610 | 588 | 564 | 553 | 537 | 519 | 506 |
| 360 x 455 | 115               | 748  | 680 | 653 | 630 | 605 | 592 | 575 | 556 | 542 |
| 380 x 475 | 110               | 762  | 700 | 670 | 646 | 623 | 610 | 594 | 576 | 562 |
| 400 x 495 | 105               | 790  | 715 | 690 | 665 | 640 | 630 | 615 | 595 | 585 |
| 420 x 515 | 110               | 828  | 758 | 726 | 705 | 675 | 660 | 650 | 625 | 608 |
| 440 x 545 | 105               | 853  | 786 | 755 | 732 | 705 | 695 | 675 | 655 | 640 |
| 460 x 565 | 100               | 865  | 800 | 770 | 750 | 725 | 715 | 695 | 675 | 660 |
| 480 x 585 | 100               | 895  | 825 | 800 | 775 | 750 | 740 | 715 | 695 | 680 |
| 500 x 605 | 100               | 925  | 855 | 825 | 805 | 775 | 765 | 740 | 720 | 705 |

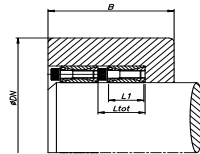
**Diâmetro externo mínimo do cubo DN - MMP 7012:**

Diâmetro externo do cubo DN requerido quando aplicando dois anéis MMP 7012, e variável conforme o limite de escoamento do material do cubo.

Largura do cubo  $B \geq L_1 \times (1 + n)$   
 $n$  = número total de anéis MMP 7012 usados

Equivalência de materiais, conforme tópico Verificação do Eixo e do Cubo

Fig. 4



| d x D     | p'                | Limite de escoamento do material do cubo [ N/mm <sup>2</sup> ] |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           |                   | 150  | 180 | 200 | 220 | 250 | 270 | 300 | 350 | 400 |
| mm        | N/mm <sup>2</sup> | DN<br>mm   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 19 x 47   | 90                | 79   | 72  | 69  | 66  | 63  | 62  | 60  | 58  | 56  |
| 20 x 47   | 90                | 79   | 72  | 69  | 66  | 63  | 62  | 60  | 58  | 56  |
| 22 x 47   | 90                | 79   | 72  | 69  | 66  | 63  | 62  | 60  | 58  | 56  |
| 24 x 50   | 95                | 87   | 78  | 75  | 72  | 68  | 67  | 65  | 62  | 61  |
| 25 x 50   | 95                | 87   | 78  | 75  | 72  | 68  | 67  | 65  | 62  | 61  |
| 28 x 55   | 95                | 96   | 86  | 82  | 79  | 75  | 73  | 71  | 69  | 67  |
| 30 x 55   | 95                | 96   | 86  | 82  | 79  | 75  | 73  | 71  | 69  | 67  |
| 32 x 60   | 105               | 113  | 99  | 94  | 90  | 85  | 83  | 80  | 77  | 74  |
| 35 x 60   | 105               | 113  | 99  | 94  | 90  | 85  | 83  | 80  | 77  | 74  |
| 38 x 65   | 110               | 127  | 111 | 104 | 99  | 94  | 91  | 88  | 84  | 81  |
| 40 x 65   | 110               | 127  | 111 | 104 | 99  | 94  | 91  | 88  | 84  | 81  |
| 42 x 75   | 125               | 168  | 140 | 130 | 122 | 115 | 111 | 106 | 101 | 97  |
| 45 x 75   | 125               | 168  | 140 | 130 | 122 | 115 | 111 | 106 | 101 | 97  |
| 48 x 80   | 115               | 173  | 141 | 132 | 125 | 118 | 114 | 110 | 105 | 101 |
| 50 x 80   | 115               | 173  | 141 | 132 | 125 | 118 | 114 | 110 | 105 | 101 |
| 55 x 85   | 130               | 200  | 164 | 151 | 142 | 132 | 128 | 122 | 115 | 111 |
| 60 x 90   | 120               | 202  | 173 | 152 | 144 | 135 | 131 | 125 | 119 | 115 |
| 65 x 95   | 130               | 223  | 184 | 169 | 159 | 148 | 143 | 136 | 129 | 124 |
| 70 x 110  | 130               | 258  | 213 | 196 | 184 | 171 | 165 | 158 | 149 | 144 |
| 75 x 115  | 125               | 267  | 215 | 199 | 188 | 176 | 170 | 163 | 154 | 148 |
| 80 x 120  | 120               | 276  | 218 | 202 | 192 | 180 | 174 | 167 | 159 | 153 |
| 85 x 125  | 130               | 294  | 242 | 222 | 209 | 195 | 188 | 179 | 170 | 163 |
| 90 x 130  | 125               | 301  | 243 | 225 | 212 | 199 | 192 | 184 | 174 | 168 |
| 95 x 135  | 135               | 335  | 270 | 247 | 231 | 214 | 206 | 197 | 186 | 178 |
| 100 x 145 | 135               | 359  | 290 | 265 | 248 | 230 | 221 | 211 | 199 | 191 |
| 110 x 155 | 125               | 367  | 290 | 268 | 253 | 237 | 229 | 219 | 208 | 200 |
| 120 x 165 | 135               | 409  | 330 | 302 | 282 | 262 | 252 | 241 | 227 | 218 |
| 130 x 180 | 115               | 418  | 316 | 316 | 291 | 265 | 257 | 247 | 236 | 227 |
| 140 x 190 | 125               | 425  | 355 | 329 | 310 | 290 | 280 | 269 | 255 | 245 |
| 150 x 200 | 125               | 447  | 374 | 346 | 327 | 306 | 295 | 283 | 268 | 258 |
| 160 x 210 | 130               | 493  | 406 | 374 | 351 | 327 | 315 | 301 | 285 | 274 |
| 170 x 225 | 120               | 503  | 408 | 380 | 359 | 337 | 326 | 313 | 298 | 287 |
| 180 x 235 | 125               | 525  | 440 | 407 | 384 | 359 | 347 | 332 | 315 | 303 |
| 190 x 250 | 115               | 526  | 440 | 411 | 390 | 368 | 357 | 343 | 327 | 316 |
| 200 x 260 | 115               | 531  | 457 | 428 | 406 | 383 | 371 | 357 | 340 | 329 |
| 220 x 285 | 115               | 582  | 501 | 469 | 445 | 419 | 406 | 391 | 373 | 360 |
| 240 x 305 | 125               | 682  | 571 | 528 | 498 | 466 | 450 | 431 | 409 | 394 |
| 260 x 325 | 130               | 764  | 628 | 578 | 543 | 506 | 488 | 467 | 442 | 424 |
| 280 x 355 | 115               | 725  | 634 | 584 | 554 | 522 | 506 | 487 | 465 | 449 |
| 300 x 375 | 120               | 800  | 680 | 633 | 599 | 562 | 544 | 522 | 497 | 479 |
| 320 x 405 | 120               | 864  | 734 | 683 | 647 | 607 | 587 | 564 | 537 | 517 |
| 340 x 425 | 115               | 868  | 747 | 699 | 664 | 625 | 606 | 583 | 556 | 537 |
| 360 x 455 | 115               | 929  | 800 | 748 | 710 | 669 | 649 | 625 | 596 | 575 |
| 380 x 475 | 110               | 931  | 811 | 762 | 726 | 686 | 666 | 643 | 614 | 594 |
| 400 x 495 | 105               | 932  | 821 | 775 | 740 | 702 | 683 | 660 | 632 | 613 |
| 420 x 515 | 110               | 1009   | 879 | 826 | 787 | 744 | 722 | 697 | 666 | 644 |
| 440 x 545 | 105               | 1026   | 904 | 853 | 815 | 773 | 752 | 727 | 696 | 674 |
| 460 x 565 | 100               | 1034   | 911 | 863 | 827 | 787 | 767 | 743 | 713 | 692 |
| 480 x 585 | 100               | 1060   | 943 | 894 | 856 | 815 | 794 | 769 | 738 | 716 |
| 500 x 605 | 100               | 1097   | 976 | 924 | 886 | 843 | 821 | 795 | 763 | 741 |