

**ANÁLISE DOS FATORES INFLUENTES NA TENSÃO ÚLTIMA
DE PROTENSÃO EM CABOS NÃO ADERENTES**

Marcelo Voelcker

Porto Alegre
Dezembro de 2004

MARCELO VOELCKER

**ANÁLISE DOS FATORES INFLUENTES NA TENSÃO ÚLTIMA
DE PROTENSÃO EM CABOS NÃO ADERENTES**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia na modalidade Acadêmico

Porto Alegre
Dezembro de 2004

MARCELO VOELCKER

**ANÁLISE DOS FATORES INFLUENTES NA TENSÃO ÚLTIMA
DE PROTENSÃO EM CABOS NÃO ADERENTES**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2004

Prof. Francisco de Paula Simões Lopes Gastal
Ph.D. pela North Carolina State University
orientador

Ranier Adonis Barbieri
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
co-orientador

Prof. Américo Campos Filho
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alexandre Rodrigues Pacheco (UFRGS)
Ph.D. pela Pennsylvania State University

Prof. Mauro de Vasconcellos Real (FURG)
Dr. pela Universidade Federal
do Rio Grande do Sul

Prof. Américo Campos Filho (UFRGS)
Dr. pela Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo

Prof. Rubem Clécio Schwingel (UFRGS)
M.Sc. pela Universidade Federal
do Rio Grande do Sul

aos meus pais Iraci e Jorge

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Gastal, pela orientação, ajuda, incentivo, compreensão e ensinamentos sobre a atividade de pesquisa.

Ao Ranier, pela grande colaboração e ajuda e por abrir os caminhos para realização deste trabalho.

Ao prof. Rubem Schwingel, pela colaboração e por ter despertado, há muito, meu interesse no assunto.

Aos meus pais Iraci e Jorge, por estarem sempre ao meu lado.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo suporte ao longo do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo subsídio que tornou possível minha dedicação ao trabalho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela qualidade de ensino e estrutura que sempre proporcionou.

RESUMO

VOELCKER, M. Análise dos Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão em Cabos Não Aderentes. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

A protensão não aderente é um sistema de pós-tensão caracterizado pela liberdade de deslizamento da armadura em relação ao concreto, ao longo de todo o perfil do cabo, com exceção das ancoragens. Devido à falta de aderência entre aço e concreto, a compatibilidade de deformações dos materiais na seção transversal não existe. O que se verifica é a compatibilidade de deslocamentos, com a equivalência entre os alongamentos do cabo e das fibras de concreto adjacentes ao mesmo. Isto acarreta complexidade no projeto de tais estruturas. No que se refere ao dimensionamento no Estado Limite Último, a tensão atuante nas armaduras não aderentes, também denominada *tensão última de protensão*, não é, a princípio, conhecida. Para sua obtenção, é fundamental a precisa determinação das curvaturas ao longo do elemento, tornando o desenvolvimento analítico de uma solução, praticamente inviável. Geralmente, são utilizados critérios empíricos para a previsão da tensão última de protensão em armaduras não aderentes. Estes levam em conta na sua formulação, parâmetros considerados como de grande influência no valor da tensão última de protensão. A fim de avaliar a significância de alguns destes fatores no valor da tensão última de protensão, um estudo paramétrico foi realizado. Parâmetros como a taxa de armadura, a tensão efetiva inicial de protensão, a relação entre a altura do elemento e o seu vão e, também, o tipo de carregamento, foram investigados. Para tal, um protótipo foi idealizado por meio de um modelo numérico. Este modelo utiliza a formulação de elemento finito do tipo híbrido para pórticos planos, que é caracterizado pela precisa obtenção das curvaturas, e mostrou-se adequado para utilização na presente pesquisa. A análise dos resultados obtidos permitiu a identificação e quantificação da influência dos parâmetros estudados, no valor da tensão última de protensão. A relevância dos valores de tensão obtidos, em função dos parâmetros adotados, na capacidade portante dos elementos, foi também avaliada.

Palavras-chave: concreto protendido; protensão não aderente; previsão da tensão última de protensão.

ABSTRACT

VOELCKER, M. Análise dos Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão em Cabos Não Aderentes. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Unbonded prestressing is a post tensioning system in which bonding between concrete and prestressing tendons is eliminated or reduced to an attainable and practical minimum limit. In such a case, there is no strain compatibility between steel and concrete. Instead, displacement compatibility is verified, where the total elongation of a tendon and the adjacent concrete are the same. Thus, designing for such structures is a cumbersome task. The tendon stress at ultimate load, also called *ultimate stress*, cannot be easily predicted. For that, precise curvature distribution along the element needs to be determined. Usually, empirical methods are used for the prediction of the ultimate stress in unbonded prestressed tendons. These methods take into account parameters considered of high influence on the ultimate stress. In order to evaluate the influence of such parameters on the ultimate stress of unbonded prestressed tendons, a parametrical study was performed. Parameters like the reinforcing index, initial effective tendon stress, the relation between the length of the span and the height of the element section, and, also, the type of the applied loading, have been also investigated. A prototype was conceived by means of a numerical model using a hybrid type finite element formulation. This formulation allows for high accuracy on curvature determination, and the model has shown to be adequate for this research. The obtained results have permitted to identify the most influencing parameters on the ultimate stress. The importance of the ultimate stress values, as a function of the adopted parameters, in the resisting capacity of the elements, is also evaluated.

Key words: prestressed concrete; unbonded tendons; ultimate stress prediction.

SUMÁRIO

| | |
|--|----------|
| 1 Introdução | 1 |
| 1.1 Sistemas de Protensão Não Aderente | 1 |
| 1.2 Características Inerentes ao Projeto de Estruturas Protendidas Não Aderentes | 3 |
| 1.3 Motivação e Objetivos da Dissertação | 5 |
| 1.4 Estratégia de Pesquisa | 5 |
| 1.5 Organização do Trabalho | 6 |
| 2 Previsão da Tensão Última de Protensão | 8 |
| 2.1 Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão | 9 |
| 2.1.1 Índice de Protensão Parcial (<i>PPR</i>) | 10 |
| 2.1.2 Taxa Mecânica Total de Armadura | 13 |
| 2.1.3 Tipo de Carregamento | 17 |
| 2.1.4 Índice de Esbeltez à Flexão (l/d_p) | 22 |
| 2.1.5 Continuidade da Estrutura | 26 |
| 2.2 Métodos para Previsão do Incremento de Tensão | 28 |
| 2.2.1 Métodos Empíricos | 29 |
| 2.2.1.1 <i>Mattock et al. (1971)</i> | 29 |
| 2.2.1.2 <i>Cooke et al. (1981)</i> | 29 |
| 2.2.1.3 <i>Tao e Du (1985)</i> | 30 |
| 2.2.1.4 <i>Kordina e Hegger (1987)</i> | 30 |
| 2.2.1.5 <i>Harajli e Kanj (1991)</i> | 32 |
| 2.2.1.6 <i>Chakrabarti (1995)</i> | 33 |
| 2.2.1.7 <i>Naaman et al. (2002)</i> | 35 |
| 2.2.1.8 <i>ACI 318-02 (ACI, 2002)</i> | 36 |
| 2.2.1.9 <i>NBR 6118 (ABNT, 2003)</i> | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.1.10 CEB-FIP (1990) | 37 |
| 2.2.2 Métodos Semi-Empíricos | 37 |
| 2.2.2.1 Tam e Pannell (1976) | 37 |
| 2.2.2.2 Harajli (1990) | 41 |
| 2.2.2.3 Lee et al. (1999) | 43 |
| 2.2.2.4 Naaman e Alkhairi (1991); Naaman et al. (2002) | 46 |
| 2.2.2.5 Código Canadense A23.3-94 (1994) | 48 |
| 2.2.3 Métodos Numéricos | 49 |
| 2.2.4 Aplicação dos Métodos de Previsão de Δf_{ps} | 50 |
| 3 Metodologia de Pesquisa | 58 |
| 3.1 Parâmetros de Estudo | 58 |
| 3.2 Protótipo Idealizado para o Estudo | 61 |
| 3.3 Metodologia de Variação dos Parâmetros | 63 |
| 3.3.1 Parâmetros Internos de ω_e | 64 |
| 3.3.2 Índice de Esbeltez à Flexão (l/d_p) | 70 |
| 3.3.3 Tipo de Carregamento | 72 |
| 3.4 Modelos Analíticos Adotados | 73 |
| 3.4.1 Carregamento nos Terços Médios | 76 |
| 3.4.2 Carregamento Concentrado | 77 |
| 3.4.3 Carregamento Distribuído | 79 |
| 3.5 Modelo Numérico Adotado | 83 |
| 3.5.1 Método de Análise do Modelo Numérico | 83 |
| 3.5.2 Idealização e Discretização da Estrutura | 84 |
| 3.5.3 Relações Constitutivas dos Materiais | 86 |
| 3.5.4 Validação do Modelo Numérico | 89 |
| 3.6 Mapa dos Parâmetros Englobados na Pesquisa | 92 |

| | |
|---|-----------|
| 4 Apresentação de Resultados e Análise Paramétrica | 95 |
| 4.1 Resultados Obtidos das Análises Numéricas | 95 |
| 4.1.1 Critério de Ruptura Adotado | 96 |
| 4.1.2 Curvas $P \times \delta$, $P \times \Delta f_{ps}$ e $\Delta f_{ps} \times \delta$ | 96 |
| 4.1.3 Tabelas de Resultados | 101 |
| 4.1.4 Protótipos Desconsiderados | 103 |
| 4.2 Gráficos de Dispersão dos Parâmetros ω_e e Δf_{ps} | 104 |
| 4.2.1 Carregamento nos Terços Médios | 105 |
| 4.2.1.1 Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$ | 105 |
| 4.2.1.2 Índices de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 38,7$ e $55,7$ | 108 |
| 4.2.2 Carregamento Concentrado | 112 |
| 4.2.2.1 Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$ | 113 |
| 4.2.2.2 Índices de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 38,7$ e $55,7$ | 115 |
| 4.2.3 Carregamento Distribuído | 117 |
| 4.2.3.1 $L_o = l/6$ e Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$ | 118 |
| 4.2.3.2 $L_o = l/6$ e Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 55,7$ | 121 |
| 4.2.3.3 $L_o = l/20$ e Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$ | 122 |
| 4.3 Influência dos Parâmetros Estudados no Valor de Δf_{ps} | 125 |
| 4.3.1 Parâmetros Internos de ω_e | 125 |
| 4.3.2 Taxa Mecânica Total de Armadura ω_e | 131 |
| 4.3.3 Tensão Efetiva de Protensão f_{pe} | 135 |
| 4.3.4 Índice de Esbeltez à Flexão l/d_p | 136 |
| 4.3.5 Tipo de Carregamento | 139 |
| 4.4 Comparação de Resultados | 140 |
| 4.4.1 Aplicação das Equações de Regressão a Dados Experimentais | 141 |
| 4.4.2 Comparação com Métodos do ACI 318 (2002) e Tao e Du (1985) | 142 |
| 4.5 Aumento de Capacidade Resistente em Função de Δf_{ps} | 144 |

| | |
|--|------------|
| 5 Conclusões e Sugestões para a Continuidade da Pesquisa | 152 |
| 5.1 Conclusões | 152 |
| 5.2 Sugestões para a Continuidade da Pesquisa | 155 |
| Referências Bibliográficas | 157 |
| Apêndice A: Tabelas de Dados dos Protótipos (arquivo eletrônico <i>.PDF</i> em CD) | 160 |
| Apêndice B: Tabelas de Resultados de Ruptura dos Protótipos (arquivo eletrônico <i>.PDF</i> em CD) | 178 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1: Cabo e ancoragem do sistema com cordoalhas engraxadas | 2 |
| Figura 1.2: Deformações, tensões e esforços de uma seção genérica, no Estado Limite Último | 4 |
| Figura 2.1: Deformações na seção transversal devido à protensão efetiva e devido ao carregamento até o Estado Limite Último | 8 |
| Figura 2.2: Modelo de Mojthaedi e Gamble para representar comportamento de elementos com protensão total | 11 |
| Figura 2.3: Curvas <i>carga x deslocamento central</i> de protótipos ensaiados por Cooke et al. (1981) | 11 |
| Figura 2.4: Curvas <i>carga x deslocamento central</i> de protótipos ensaiados por Tao e Du (1985) | 15 |
| Figura 2.5: Relação linear entre os valores de Δf_{ps} e q_o (Tao e Du, 1985) | 15 |
| Figura 2.6: Comparação entre resultados experimentais de Δf_{ps} de Tao e Du (1985) e Chakrabarti (1995), para protótipos com ω_e similares | 16 |
| Figura 2.7: Resultados de Δf_{ps} de protótipos de Chakrabarti (1995) com distintas tensões efetivas | 17 |
| Figura 2.8: Representação das curvaturas de elemento bi-apoiado carregado por duas cargas concentradas: <i>a)</i> devido à flexão somente; <i>b)</i> devido à flexão combinada com esforço cortante | 18 |
| Figura 2.9: Resultados da análise numérica de protótipos com distintos tipos de carregamento (Harajli, 1990; Harajli e Hijazi, 1991) | 21 |
| Figura 2.10: Resultados da análise experimental de protótipos com distintos tipos de carregamento (Harajli e Kanj, 1991) | 22 |
| Figura 2.11: Modelos de bielas atirantadas para representação do efeito de l/d_p : <i>a)</i> Mojthaedi e Gamble (1978) ; <i>b)</i> Lee et al. (1999) | 23 |
| Figura 2.12: Curvas Δf_{ps} x δ dos protótipos analisados numericamente por Naaman e Alkhairi (1993): <i>a)</i> Considerando esforço cortante; <i>b)</i> Desconsiderando esforço cortante | 25 |
| Figura 2.13: Padrões de carregamentos que ocasionaram ruptura de um dos protótipos de Burns et al. (1978), conforme comentado por Cooke et al. (1981) | 27 |
| Figura 2.14: Relação entre configuração de carregamento e o valor de l_b | 32 |
| Figura 2.15: Geometria, deformações e esforços em seção transversal submetida a Estado Limite Último de ruptura | 38 |
| Figura 2.16: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Mattock et al. (1971): <i>a)</i> Valores de Δf_{ps} ; <i>b)</i> Valores de f_{ps} | 51 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.17: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Tao e Du (1985): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 52 |
| Figura 2.18: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Kordina e Hegger (1987): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 52 |
| Figura 2.19: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Harajli e Kanj (1991): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 53 |
| Figura 2.20: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Chakrabarti (1995): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 54 |
| Figura 2.21: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Naaman et al. (2002): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 55 |
| Figura 2.22: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico do ACI 318-02 (2002): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 55 |
| Figura 2.23: Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método semi-empírico de Harajli (1990): <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 56 |
| Figura 2.24: Comparação de resultados experimentais e teóricos desconsiderando-se os valores de Δf_{ps} : <i>a</i>) Valores de Δf_{ps} ; <i>b</i>) Valores de f_{ps} | 57 |
| Figura 3.1: Parâmetros variados na análise paramétrica: <i>a</i>) Parâmetros da seção transversal; <i>b</i>) Índice de esbeltez à flexão; <i>c</i>) Tipo de carregamento | 61 |
| Figura 3.2: Perfil longitudinal do protótipo modelo idealizado para o estudo paramétrico | 62 |
| Figura 3.3: Configurações dos protótipos modelo para o estudo da esbeltez à flexão: <i>a</i>) $l/d_p = 21,7$; <i>b</i>) $l/d_p = 38,7$; <i>c</i>) $l/d_p = 55,7$ | 71 |
| Figura 3.4: Configurações de carregamento estudadas: <i>a</i>) Cargas nos terços médios; <i>b</i>) carga concentrada; <i>c</i>) carregamento distribuído | 72 |
| Figura 3.5: Formação do mecanismo de rótulas plásticas e diagrama de curvaturas no Estado Limite Último: <i>a</i>) Situação observada em análises experimentais; <i>b</i>) Análise numérica teórica, com consideração do peso próprio como carga distribuída | 75 |
| Figura 3.6: Diagrama de momentos fletores devido ao peso próprio do elemento: <i>a</i>) Devido ao carregamento distribuído real q_{pp} ; <i>b</i>) Devido às cargas P_{eq} | 76 |
| Figura 3.7: Modelagem utilizada no estudo do carregamento concentrado, por meio de cargas afastadas de $0,05l$ | 78 |
| Figura 3.8: Carregamentos e diagramas de momentos fletores: <i>a</i>) Carregamento distribuído real; <i>b</i>) Carregamento equivalente com cargas concentradas P_{dist} | 80 |
| Figura 3.9: Modelagens utilizadas para estudo de protótipos com carregamento distribuído, para $L_o = l / 6$: <i>a</i>) $l/d_p = 21,7$; <i>b</i>) $l/d_p = 55,7$ | 81 |
| Figura 3.10: Modelagem utilizada para estudo de protótipos com carregamento distribuído, para $L_o = l / 20$ e $l/d_p = 21,7$ | 82 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.11: Discretização do elemento finito adotada nos protótipos: a) Carregamento nos terços médios; b) Carregamento concentrado; c) Carregamento distribuído..... | 86 |
| Figura 3.12: Curva tensão-deformação do concreto submetido à compressão | 87 |
| Figura 3.13: Relação tensão-deformação do concreto submetido à tração | 88 |
| Figura 3.14: Relação tensão-deformação do aço da armadura passiva | 88 |
| Figura 3.15: Curva tensão-deformação do aço da armadura de protensão não aderente | 89 |
| Figura 3.16: Comparação entre curvas $P \times \delta$ numérico e experimental – Protótipos de Tao e Du (1985) | 91 |
| Figura 3.17: Organograma dos tipos de parâmetros estudados: a) Carregamento nos terços médios; b) Carregamento concentrado; c) Carregamento distribuído | 93 |
| Figura 4.1: Curvas $P \times \delta$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje 0,30-0,150-112,5-REF: a) A_s e f_y variados (sufixos 01 a 06); b) A_{ps} , A_s e d_s variados (sufixos 07 a 10); c) A_{ps} variado (sufixos 11 a 16); d) A_s variado (sufixos 17 a 22); e) f_y variado (sufixos 23 a 28); f) d_s variado (sufixos 29 a 32) | 97 |
| Figura 4.2: Curvas $P \times \Delta f_{ps}$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje 0,30-0,150-112,5-REF: a) A_s e f_y variados (sufixos 01 a 06); b) A_{ps} variado (sufixos 11 a 16) | 100 |
| Figura 4.3: Curvas $\Delta f_{ps} \times \delta$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje 0,30-0,150-112,5-REF: a) A_s e f_y variados (sufixos 01 a 06); b) A_{ps} variado (sufixos 11 a 16) | 101 |
| Figura 4.4: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² ; b) $f_{pe} = 112,5$ kN/cm ² ; c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm ² ; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm ² | 106 |
| Figura 4.5: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe} | 107 |
| Figura 4.6: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 38,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe} | 110 |
| Figura 4.7: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 55,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe} | 111 |
| Figura 4.8: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios – superposição de todos os índices de esbeltez | 112 |
| Figura 4.9: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento concentrado e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² ; b) $f_{pe} = 112,5$ kN/cm ² ; c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm ² ; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm ² | 113 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4.10: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento concentrado e $l/d_p = 21,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe} | 114 |
| Figura 4.11: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento concentrado: a) $l/d_p = 38,7$; b) $l/d_p = 55,7$ | 115 |
| Figura 4.12: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento concentrado – superposição de todos os índices de esbeltez | 116 |
| Figura 4.13: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/6$ e $l/d_p = 21,7$: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² ; b) $f_{pe} = 112,5$ kN/cm ² ; c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm ² ; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm ² | 119 |
| Figura 4.14: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/6$ e $l/d_p = 21,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe} | 120 |
| Figura 4.15: Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento distribuído e $L_o = l/6$ – superposição dos índices de esbeltez 21,7 e 55,7 | 122 |
| Figura 4.16: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/20$ e $l/d_p = 21,7$: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² ; b) $f_{pe} = 112,5$ kN/cm ² ; c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm ² ; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm ² | 123 |
| Figura 4.17: Gráfico de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios, $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² | 126 |
| Figura 4.18: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$, desconsiderando protótipos com valores de $d_s = 12,5$, 14,0 e 15,5 cm: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² ; b) $f_{pe} = 112,5$ kN/cm ² ; c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm ² ; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm ² | 128 |
| Figura 4.19: Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com $l/d_p = 21,7$, e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² , desconsiderando protótipos com valores atípicos de d_s e f_y : a) Carregamento distribuído ($L_o = l/6$); b) Carregamento concentrado | 130 |
| Figura 4.20: Curvas resultantes da análise dos protótipos da tabela 4.6: a) Curva $\Delta f_{ps} \times \omega_e$; b) Curva $\varphi \times \omega_e$ | 132 |
| Figura 4.21: Deformações da seção transversal em função do domínio de ruptura da norma NBR 6118: a) Limite entre domínios 2 e 3; b) Domínio 2; c) Domínio 3 | 133 |
| Figura 4.22: Ampliação da curva <i>tensão x deformação</i> nos níveis de tensão atuantes no aço de protensão modelado nos protótipos com carregamento nos terços médios e $\omega_e = 0,150$ | 136 |
| Figura 4.23: Comprimento da zona plastificada l_p , entre cargas | 137 |
| Figura 4.24: Superposição dos gráficos (ω_e , Δf_{ps}) de todos os tipos de carregamento, para protótipos com $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7$ kN/cm ² ; b) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm ² | 139 |
| Figura 4.25: Comparação de resultados experimentais e teóricos para equações de regressão obtidas no item 4.1: a) Valores de Δf_{ps} ; b) Valores de f_{ps} | 142 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.26: Comparação entre regressões obtidas para carregamento nos terços médios e métodos do ACI 318 (2002) e Tao e Du (1985): a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ | 143 |
| Figura 4.27: Comparação entre regressões obtidas para carregamento concentrado e método do ACI 318 (2002): a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ | 143 |
| Figura 4.28: Relação esquemática entre f_{pe}, f_{ps} e Δf_{ps} e os momentos fletores resistentes e aumento da capacidade portante | 145 |
| Figura 4.29: Gráficos de dispersão ($\omega_e, \Delta M_r/M_{ro}$) de protótipos com carregamento aplicado nos terços e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ | 147 |
| Figura 4.30: Gráficos de dispersão ($\omega_e, \Delta M_r/M_{ro}$) de protótipos com carregamento distribuído ($L_o = l/6$) e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ | 148 |
| Figura 4.31: Gráficos de dispersão ($\omega_e, \Delta M_r/M_{ro}$) de protótipos com carregamento concentrado e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ | 149 |
| Figura 4.32: Gráficos de dispersão ($PPR_e, \Delta M_r/M_{ro}$) de protótipos com carregamento aplicado nos terços e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ | 150 |
| Figura 4.33: Gráfico de dispersão ($PPR_e, \Delta f_{ps}$) de protótipos com carregamento nos terços médios, $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$ | 151 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 2.1: Médias e desvios-padrão de $(f_{ps-prev} / f_{ps-exp})$ e $(\Delta f_{ps-prev} / \Delta f_{ps-exp})$ para cada método de previsão de Δf_{ps} testado | 57 |
| Tabela 3.1: Propriedades dos materiais adotadas no protótipo modelo | 63 |
| Tabela 3.2: Exemplo de parametrização dos protótipos: valores de parâmetros internos de ω_e derivados da laje protótipo de referência <i>0,30-0,150-152,0-REF</i> | 68 |
| Tabela 3.3: Intervalos de variação dos parâmetros internos de ω_e e envoltória dos valores de ω_e e PPR_e resultantes | 70 |
| Tabela 3.4: Dados dos protótipos ensaiados por Tao e Du (1985) | 90 |
| Tabela 3.5: Comparação entre valores de Δf_{ps} numérico e experimental, na ruptura dos protótipos de Tao e Du (1985) | 92 |
| Tabela 4.1: Resultados de ruptura dos protótipos derivados do protótipo de referência <i>0,30-0,150-112,5-REF</i> , com $l/d_p = 38,7$ e carregamento aplicado nos terços médios | 102 |
| Tabela 4.2: Comparação de resultados, entre os vários índices l/d_p analisados, de δ e Δf_{ps} na ruptura de protótipos com carregamento nos terços, derivados do protótipo de referência <i>0,30-0,150-112,5-REF</i> [kN ; cm] | 109 |
| Tabela 4.3: Médias e desvios-padrão dos valores de Δf_{ps} dos grupos de protótipos com mesmo f_{pe} e carregamento concentrado [kN ; cm] | 117 |
| Tabela 4.4: Valores obtidos de Δf_{ps} para diferentes tipos de carregamento aplicado [kN ; cm] | 124 |
| Tabela 4.5: Valores de ruptura na zona plastificada de protótipos com carregamento nos terços, $l/d_p = 21,7$, $f_{pe} = 92,7$ kN/cm^2 e $\omega_e = 0,150$ | 127 |
| Tabela 4.6: Valores de ruptura de protótipos com carregamento nos terços, $l/d_p = 21,7$, $f_{pe} = 92,7$ kN/cm^2 , $PPR_e = 0,50$ e ω_e variados | 131 |
| Tabela 4.7: Comparação de resultados numéricos dos protótipos da tabela 4.6, com os obtidos por meio da utilização das equações (2.17) e (4.13) | 134 |
| Tabela 4.8: Comparação de resultados de Δf_{ps} do protótipo <i>0,30-0,150-92,7-REF</i> com deformações ocorrendo ao longo de todo o elemento, e apenas na zona plastificada [kN ; cm] | 140 |
| Tabela 4.9: Comparação de valores de Δf_{ps} , f_{ps} e M_{res} de protótipos de referência com $l/d_p = 21,7$, para carregamento nos terços e concentrado [kN ; cm] | 151 |

SÍMBOLOS

LETRAS ROMANAS MAIÚSCULAS

A_c : área da seção transversal de concreto

A_s : área da armadura passiva

A_{ps} : área da armadura de protensão

E_c : módulo de elasticidade do concreto

E_p : módulo de elasticidade do aço de protensão

L_o : afastamento entre cargas concentradas aplicadas no elemento

L_p : aumento do comprimento de plastificação adotado na determinação de l_p^{eq}

M_r : momento fletor resistente da seção fissurada

M_{res} : momento fletor resistente da seção central no Estado Limite Último

M_{ro} : momento fletor resistente efetivo da seção central

PPR : índice de protensão parcial

PPR_e : índice de protensão parcial, referido à tensão efetiva de protensão

R_{cc} : esforço resultante de compressão do concreto no Estado Limite Último

R_{pt} : esforço resultante de tração da armadura ativa no Estado Limite Último

R_{st} : esforço resultante de tração da armadura passiva no Estado Limite Último

LETRAS ROMANAS MINÚSCULAS

a : aumento do comprimento de plastificação, devido à influência do esforço cortante

b : largura da seção transversal

b_f : largura da mesa da seção transversal

b_w : largura da alma da seção transversal

c : profundidade da fissura

d_p : altura útil da armadura de protensão
 d_s : altura útil da armadura passiva
 e_p : excentricidade da força de protensão
 f : razão entre o comprimento do vão l e o valor de L_o
 f_c : tensão resistente do concreto à compressão
 f_{cf} : tensão resistente final do concreto à compressão
 f_{ct} : tensão resistente do concreto à tração
 f_{pe} : tensão efetiva de protensão
 f_{ps} : tensão última de protensão
 f_{py} : tensão convencional de escoamento do aço de protensão
 f_y : tensão de escoamento da armadura passiva
 f_{pu} : tensão de ruptura da armadura de protensão
 h : altura da seção transversal
 l : comprimento do vão
 l_p : comprimento de plastificação
 l_p^{eq} : comprimento de plastificação equivalente
 x : profundidade da linha neutra
 z : distância do ponto de aplicação da carga até o apoio extremo

LETRAS GREGAS MAIÚSCULAS

ΔM_r : incremento de momento fletor resistente, devido à Δf_{ps}
 Δf_{ps} : incremento de tensão na armadura não aderente
 Δl_{ps} : incremento de alongamento do cabo de protensão, entre as ancoragens
 $\Delta \epsilon_{ps}$: incremento de deformação na armadura de protensão, correspondente à Δf_{ps}

LETRAS GREGAS MINÚSCULAS

β : parâmetro de *tension stiffening* do concreto

β_p : resistência prismática à compressão do concreto

β_σ : parâmetro de *tension stiffening* do concreto

δ : deslocamento do centro do vão do elemento

ϵ_c : deformação do concreto comprimido no Estado Limite Último

ϵ_{ce} : deformação pré-existente na fibra de concreto na altura do cabo de protensão

ϵ_{cf} : deformação de ruptura do concreto à compressão

ϵ_{co} : deformação de pico de resistência à compressão do concreto

ϵ_{cp} : deformação da fibra de concreto adjacente à armadura de protensão no Estado Limite Último

ϵ_{cs} : deformação da fibra de concreto adjacente à armadura passiva no Estado Limite Último

ϵ_{ct} : deformação de fissuração do concreto

ϵ_{cu} : deformação limite de compressão do concreto, na ruptura

ϵ_p : deformação na armadura de protensão no Estado Limite Último

ϵ_{pe} : deformação efetiva na armadura de protensão não aderente

ϵ_{po} : deformação pré-existente da armadura de protensão no estado de descompressão

ϵ_{ps} : deformação última na armadura de protensão não aderente

ϵ_{py} : deformação convencional de escoamento da armadura de protensão

ϵ_s : deformação da armadura passiva no Estado Limite Último

ϵ_y : deformação de escoamento da armadura passiva

φ : curvatura da seção transversal

ω_e : taxa mecânica total de armadura, referida à tensão efetiva de protensão

ω : taxa mecânica total de armadura

1 Introdução

A protensão não aderente é um sistema de pós-tensão que caracteriza-se pela liberdade de movimento da armadura em relação ao concreto, ao longo de todo o perfil do cabo, com exceção das seções extremas, onde é efetivada a ancoragem. A facilidade de montagem dos cabos e a dispensa da etapa de realização da aderência, tornam este processo mais simples, em comparação com a pós-tensão aderente.

Devido a suas vantagens construtivas, este sistema está em crescente utilização no Brasil. A norma brasileira para projeto de estruturas de concreto, no entanto, recomenda para as estruturas com protensão não aderente, a utilização critérios oriundos de diferentes normas internacionais, que não são totalmente compatíveis entre si. Tais fatos levaram ao desenvolvimento desta dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEC/UFRGS), como continuação de pesquisa iniciada por Barbieri (2003) em sua tese de doutorado, também realizada no PPGEC/UFRGS.

Neste capítulo inicial, são apresentados os objetivos da dissertação, a estratégia de pesquisa adotada e a organização do trabalho. Inicialmente, porém, são descritos alguns dos sistemas de protensão não aderente mais utilizados e as características inerentes ao seu projeto, características que são peculiares, e que constituem o principal fator motivador desta pesquisa.

1.1 Sistemas de Protensão Não Aderente

A primeira obra protendida no Brasil foi a ponte do aeroporto do Galeão, executada em 1949. Foi uma das primeiras aplicações da patente Freyssinet em todo o mundo, que se constituía de cabos de 12 fios lisos de diâmetro 5 mm, envolvidos em camadas de papel resistente. Os fios e o papel eram pintados com tinta betuminosa para que fossem tensionados após o endurecimento do concreto. O betume evitava a penetração de nata de cimento no interior do cabo, funcionando como lubrificante por ocasião da protensão. Tratava-se, portanto, de protensão não aderente, apesar de posterior injeção de nata de cimento no cabo para proteção

à corrosão. Em 1956, surgiram as bainhas, produzidas com fitas plásticas enroladas helicoidalmente sobre os fios, que eram ainda pintados com tinta betuminosa.

Atualmente, o principal sistema de protensão não aderente em utilização no país é o de monocordoalhas engraxadas, que teve sua fabricação nacional iniciada somente em 1997. Em aplicação nos Estados Unidos desde 1956, este sistema foi pioneiramente utilizado no projeto das obras da garagem subterrânea do Hospital de Clínicas, em São Paulo. O sistema de monocordoalhas engraxadas consiste em uma única cordoalha de 12,7 ou 15,2 mm de diâmetro, como as utilizadas em concreto protendido aderente, revestida externamente por uma bainha plástica (PEAD) extrudada diretamente sobre a cordoalha, já engraxada (figura 1.1). A graxa tem a função de minimizar o atrito entre a cordoalha e a bainha, permitindo, dessa forma, o livre deslocamento e reduzindo perdas iniciais da força de protensão, bem como também proteger a armadura contra corrosão. A bainha plástica isola a armadura do concreto, permitindo que o processo de protensão seja executado corretamente. As ancoragens são individuais e realizadas por meio de cunhas de aço que, por atrito, travam a cordoalha após a execução da protensão. As ancoragens passivas são posicionadas na forma já travadas, cabendo ao executor alguns cuidados em relação à montagem e posterior proteção das ancoragens ativas. Como os cabos são constituídos por uma única cordoalha, o seu transporte, posicionamento e montagem, são bastante facilitados. A etapa de realização da aderência, que demanda a limpeza das bainhas e injeção de nata de cimento ou processo semelhante, é, desta forma, dispensada.

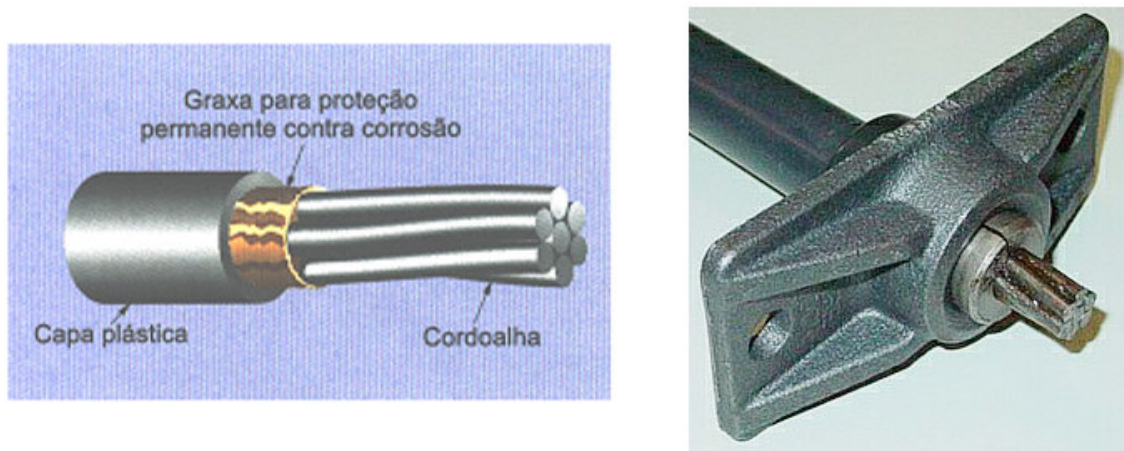


Figura 1.1 – Cabo e ancoragem do sistema com cordoalhas engraxadas

Com o sistema de monocordoalhas engraxadas, grandes excentricidades de protensão podem ser introduzidas, de forma precisa. Por isso, sua utilização é indicada, principalmente, em substituição à protensão aderente de elementos esbeltos, como lajes sem vigas (planas ou nervuradas) de edificações. A maior flexibilidade dos cabos permite ainda, no caso das lajes, grandes curvaturas dos cabos também no plano horizontal, resultando em maior liberdade de projeto. As monocordoalhas engraxadas estão, dessa maneira, em uso crescente no Brasil.

Além da aplicação em lajes sem vigas, podem ser citados outros exemplos do uso da protensão não aderente. Pisos industriais e grandes *radiers* podem ter sua espessura reduzida em função da compressão introduzida pela protensão, bem como ampliadas as dimensões em planta sem juntas. O reforço estrutural por meio de protensão externa ou estruturas onde a protensão deva ser executada em etapas posteriores de construção são outros exemplos.

1.2 Características Inerentes ao Projeto de Estruturas Protendidas Não Aderentes

A falta de aderência entre aço e concreto faz com que não haja mais compatibilidade de deformações entre estes dois materiais. A deformação do aço não é a mesma da fibra de concreto adjacente. A análise com equações baseadas nestas hipóteses, como as utilizadas em concreto armado e concreto protendido aderente, não é mais possível. O deslizamento entre armadura não aderente e concreto traz, portanto, complicações para a análise e o dimensionamento das estruturas. No que se refere ao dimensionamento no Estado Limite Último, a tensão na armadura de protensão em uma determinada seção não depende unicamente da deformação ou solicitação que ocorre nesta seção isolada. Considerando o estado de deformações, tensões e esforços em uma dada seção transversal somente, não é conhecida, *a priori*, a tensão na armadura de protensão não aderente no Estado Limite Último (figura 1.2).

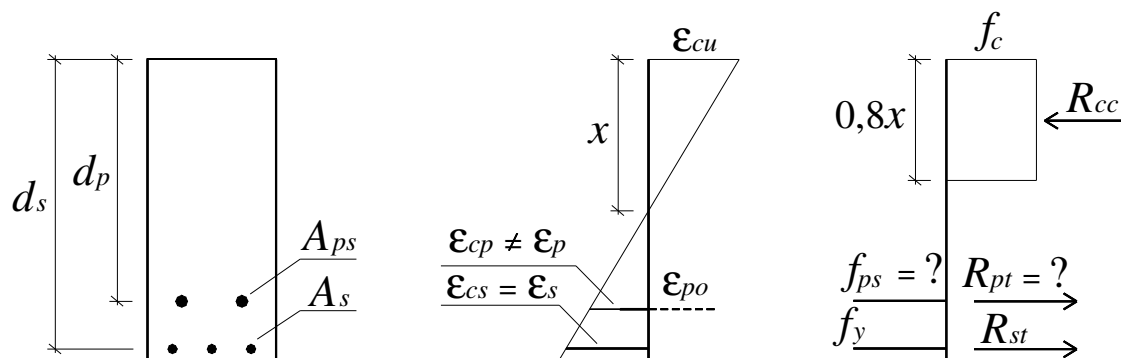


Figura 1.2 – Deformações, tensões e esforços de uma seção genérica, no Estado Limite Último

Verifica-se, no caso da protensão não aderente, a compatibilidade de deslocamentos, onde o alongamento total do cabo de protensão, entre as ancoragens, é equivalente ao alongamento total das fibras de concreto adjacentes a ele. Devido à compatibilidade de deslocamentos, a tensão na armadura não aderente, ao contrário do que ocorre na compatibilidade de deformações, é praticamente constante ao longo do comprimento do elemento. Desprezando-se o atrito, a armadura pode ser entendida como um tirante, solicitado por ocasião da deformação da estrutura, e experimentando, dessa maneira, a mesma tensão em todos os pontos do cabo. Considerando um incremento de deformações em uma única seção transversal da peça e mantendo-se as demais indeformadas, a armadura não aderente deverá deslizar até que seja estabelecido o equilíbrio de tensões, que se distribuirão por todo o cabo.

A tensão no Estado Limite Último, ou **tensão última de protensão** (f_{ps}), depende, portanto, do alongamento total do cabo, que, por sua vez, é função da soma de todas as curvaturas das seções ao longo da peça. Entretanto, estas curvaturas dependem não somente da rigidez e estado de fissuração da seção de concreto como também da própria tensão na armadura de protensão não aderente. Por este motivo, o valor de f_{ps} é usualmente obtido por métodos empíricos. Conservadoramente, costuma-se, também, considerar no Estado Limite Último a **tensão efetiva inicial de protensão** (f_{pe}), desprezando-se o acréscimo de tensão que ocorre na armadura em decorrência das deformações resultantes do carregamento.

1.3 Motivação e Objetivos da Dissertação

O projeto de estruturas com protensão não aderente é dificultado pela ausência de compatibilidade de deformações entre aço e concreto. Para que seja satisfeita a condição de segurança à ruptura no Estado Limite Último, é necessário que os esforços resultantes do concreto e das armaduras, tanto cabos não aderentes como barras passivas aderentes, equilibrem os esforços externos atuantes. Desta maneira, para realização de um projeto que garanta a segurança e que seja econômico, é fundamental a determinação precisa das tensões atuantes nas armaduras de protensão.

O valor da tensão última de protensão depende tanto do acréscimo de deformações provocado pelo carregamento, como da tensão pré-existente nas armaduras. Entretanto, a tensão pré-existente após as perdas de protensão, ou *tensão efetiva* (f_{pe}), depende, além das características dos materiais e da estrutura, da própria história de carregamento e do ambiente no qual o elemento estrutural está inserido. Já a parcela de incremento de tensão sofrida pela armadura (Δf_{ps}), a partir da tensão efetiva (f_{pe}) até que seja atingida a tensão última (f_{ps}), é considerada função de inúmeros parâmetros, tais como o tipo de carregamento, a esbeltez do elemento e a taxa de armadura.

O objetivo desta dissertação é quantificar a influência que vários destes parâmetros exercem sobre o incremento de tensão na armadura de protensão não aderente, desde a sua tensão efetiva, até que seja atingido o Estado Limite Último. Apesar de existirem na literatura inúmeros trabalhos sobre a protensão não aderente, ainda não é de completo entendimento o comportamento destas estruturas ante a variação destes parâmetros. Alguns autores, inclusive, recomendam critérios divergentes daqueles apresentados pelas normas de projeto. Este trabalho, portanto, procura contribuir para uma melhor compreensão do tema, investigando também a influência de parâmetros ainda não estudados em outros trabalhos.

1.4 Estratégia de Pesquisa

Tendo em vista o objetivo desta dissertação, inicialmente foram pesquisados na literatura os parâmetros considerados como influentes no comportamento de estruturas protendidas não aderentes. Em seqüência, foram identificados aqueles parâmetros tidos como de maior importância e adotada uma metodologia para o estudo dos mesmos.

Após a definição dos parâmetros, foi elaborada uma metodologia para realização de um estudo paramétrico. Para isto, foi definindo como seriam combinados estes parâmetros e que valores de abrangência deveriam ser atribuídos a cada um deles.

Definiu-se também um protótipo modelo capaz de permitir, de forma simples, a ampla variação de características geométricas e de armadura, necessárias para a execução do estudo paramétrico.

Várias configurações estruturais foram adotadas, a fim de simular os diversos tipos de carregamentos e relações de esbeltez desejadas, fatores considerados de extrema influência no valor da tensão última de protensão.

Por fim, foi utilizado o modelo numérico de Barbieri (2003) para análise do protótipo modelo durante o estudo paramétrico. Trata-se de um programa destinado à análise à flexão de estruturas de pórtico utilizando o método dos elementos finitos. A formulação do elemento finito do tipo híbrido adotada no programa, mostra-se adequada ao propósito da pesquisa. Ela proporciona grande precisão na determinação das curvaturas do elemento, o que é essencial para o cálculo adequado da tensão última de protensão.

1.5 Organização do Trabalho

No Capítulo 2, são detalhados os principais parâmetros de influência no valor da tensão última de protensão. Apresenta-se também, uma revisão da bibliografia dos métodos atualmente disponíveis para previsão de f_{ps} .

No Capítulo 3, apresenta-se a metodologia adotada para o estudo paramétrico. São definidos e caracterizados os parâmetros em estudo, e indicado como foram arbitrados seus intervalos de variação. Detalham-se as configurações estruturais adotadas e as propriedades mais relevantes do modelo numérico, pertinentes à pesquisa. Por fim, um organograma geral dos parâmetros envolvidos é apresentado, visando uma melhor compreensão da abrangência da pesquisa.

Os resultados obtidos no trabalho são relatados no Capítulo 4. Resultados dos parâmetros considerados influentes no valor da tensão última de protensão são expostos e mais detalhadamente analisados, na busca de uma explicação para os comportamentos

apresentados. É avaliada, ainda, a representatividade de cada parâmetro, no que se refere ao dimensionamento no Estado Limite Último.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais, sintetizando as conclusões extraídas das análises de cada parâmetro. São feitas, por fim, sugestões para a continuidade da pesquisa, abordando outros fatores relevantes a este tema, mas que não foram aqui estudados.

2 Previsão da Tensão Última de Protensão

Conforme já mencionado no Capítulo 1, a falta de aderência entre aço e concreto em elementos com protensão não aderente faz com que a deformação da armadura protendida não dependa, unicamente, da deformação da fibra de concreto adjacente, mas, sim, da soma de todas as deformações que ocorrem no concreto à altura do perfil da armadura ao longo do cabo. Desta forma, para que seja conhecida a tensão da armadura não aderente no Estado Limite Último, é necessária a determinação precisa de todas as curvaturas ao longo do comprimento do elemento. Estas curvaturas dependem não apenas das rigidezes das seções transversais, mas também da própria tensão no cabo de protensão. Este complexo processo torna o cálculo de uma solução analítica fechada uma tarefa praticamente inviável para a aplicação em projeto.

Deve-se compreender, inicialmente, como evoluem as deformações da armadura de protensão com o decorrer do carregamento. A figura 2.1 apresenta um croqui das deformações em uma seção transversal submetida inicialmente apenas à força de protensão, e as deformações resultantes após a aplicação do carregamento, no Estado Limite Último.

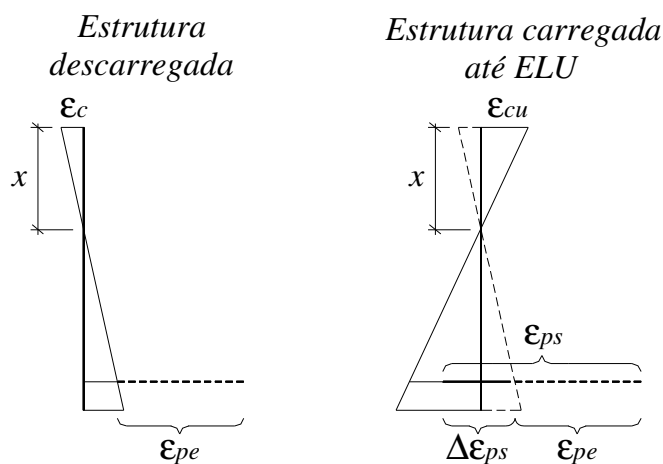


Figura 2.1 – Deformações na seção transversal devido à protensão efetiva e devido ao carregamento até o Estado Limite Último

A deformação ε_{pe} existente na armadura de protensão na estrutura descarregada corresponde à tensão efetiva de protensão f_{pe} , resultante do pré-alongamento dado à armadura no ato da protensão e das perdas de protensão. Com o decorrer da aplicação do carregamento externo, as deformações devidas ao esforço de flexão evoluem no sentido da descompressão da borda de concreto pré-comprimida, até que seja alcançada a ruptura da seção, no Estado Limite Último. A armadura de protensão sofre, portanto, desde o início do carregamento até a ruptura, um acréscimo de deformação $\Delta\varepsilon_{ps}$. Denomina-se **incremento de tensão da armadura não aderente** (Δf_{ps}), o acréscimo de tensão na armadura de protensão, desde a tensão efetiva f_{pe} até a tensão última de protensão f_{ps} . As variáveis f_{ps} , f_{pe} e Δf_{ps} são relacionadas, portanto, conforme a equação (2.1).

$$f_{ps} = f_{pe} + \Delta f_{ps} \quad (2.1)$$

onde:

f_{ps} : tensão última de protensão, no Estado Limite Último

f_{pe} : tensão efetiva de protensão

Δf_{ps} : incremento de tensão na armadura não aderente

Tendo em vista a complexidade inerente à previsão do incremento de tensão das armaduras não aderentes, inúmeros métodos aproximados de cálculo foram desenvolvidos. Algumas destas formulações são descritas ao longo deste capítulo. Antes, porém, discutem-se os principais parâmetros considerados como determinantes do comportamento das estruturas com protensão não aderente.

2.1 Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão

São considerados como principais fatores influentes no valor da tensão última de protensão, o índice de protensão parcial, a taxa mecânica total de armadura, o tipo de carregamento, a esbeltez à flexão e a continuidade da estrutura. Estes parâmetros são apresentados a seguir.

2.1.1 Índice de Protensão Parcial (*PPR*)

O *índice de protensão parcial* (*PPR*) é definido, conforme equação (2.2), pela razão entre a resultante de tração da armadura protendida e a resultante de tração da armadura total, no Estado Limite Último. Este índice é um indicativo do grau de protensão da estrutura, tendo o valor unitário para elementos somente com armaduras ativas (protensão total) e zero para elementos somente com armaduras passivas.

$$PPR = \frac{A_{ps}f_{ps}}{A_{ps}f_{ps} + A_s f_y} \quad (2.2)$$

onde:

PPR: índice de protensão parcial
A_{ps}: área da armadura de protensão
f_{ps}: tensão última de protensão
A_s: área da armadura passiva
f_y: tensão de escoamento da armadura passiva

Em vista do não conhecimento prévio da tensão última de protensão, o índice de protensão parcial pode ser referido ainda à tensão efetiva de protensão (*f_{pe}*), sendo denominado *PPR_e*, e definido pela equação (2.3).

$$PPR_e = \frac{A_{ps}f_{pe}}{A_{ps}f_{pe} + A_s f_y} \quad (2.3)$$

Elementos com protensão total se comportam de forma distinta daqueles com armaduras passivas complementares. Eles tendem a desenvolver, com a aplicação progressiva do carregamento, uma fissura principal na seção em que as tensões resistentes de tração do concreto são ultrapassadas. Iniciada a primeira fissura, o elemento passa a se comportar não como um elemento submetido à flexão, mas como um arco abatido atirantado em suas extremidades, e a fissura principal torna-se cada vez mais profunda (Mattock et al. 1971). Mojtahedi e Gamble (1978) desenvolveram um modelo de bielas atirantadas como representação de elementos protendidos não aderentes após a fissuração, para estudo da

Análise dos Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão em Cabos Não Aderentes

influência da esbeltez à flexão. A figura 2.2 ilustra este modelo, que serve como exemplo do comportamento pós-fissuração de elementos com protensão total.

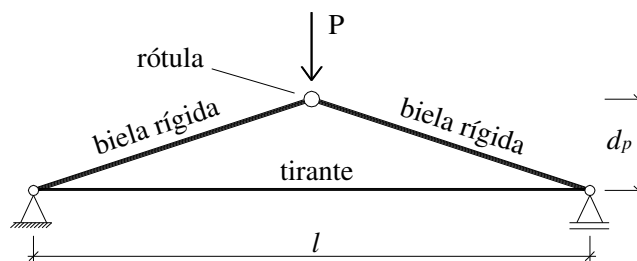


Figura 2.2 – Modelo de Mojthaedi e Gamble para representar o comportamento de elementos com protensão total

Cooke et al. (1981) realizaram um estudo experimental em nove protótipos de laje com protensão não aderente total. As lajes foram submetidas a cargas concentradas nos terços médios de vão, e foram divididas em três grupos, conforme os índices de esbeltez (relação l/d_p , onde d_p é a altura útil da armadura de protensão) característicos (20, 30 e 40). Dentro de cada grupo, cada um dos três protótipos caracterizaram-se por possuir taxas de armadura baixa, média e alta. A figura 2.3 retrata as curvas **carga x deslocamento central do vão** resultantes do ensaio do grupo de protótipos com $l/d_p = 40$.

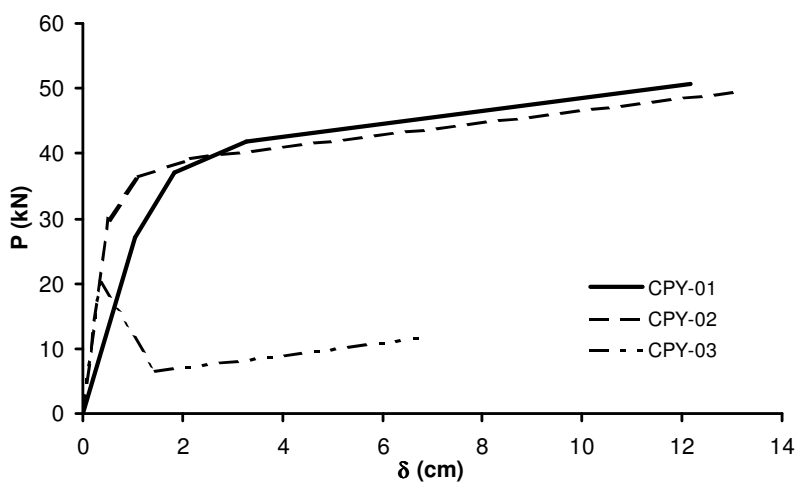


Figura 2.3 – Curvas **carga x deslocamento central** de protótipos ensaiados por Cooke et al. (1981)

Os protótipos CPY-01, CPY-02 e CPY-03 têm taxas de armadura alta, média e baixa, respectivamente. Cooke et al. (1981) destacaram que nos protótipos com as taxas de armadura mais elevadas, fissuras ocorreram em maior número e com aberturas menores, até a ruptura. Observa-se que no protótipo CPY-03, com reduzida taxa de armadura, quando ocorre a formação da primeira fissura, no pico de carga, há uma queda brusca de resistência, não mais recuperada com o desenvolvimento dos deslocamentos. Este fenômeno denomina-se **instabilidade à flexão**, e ocorre em elementos com armadura deficitária, onde o momento fletor resistente da seção bruta de concreto é maior que o da seção após a fissuração (Cooke et al., 1981).

Rozvany e Woods (1969) desenvolveram analiticamente em seu trabalho equações para previsão da queda de momento fletor resistente após a fissuração, para elementos com protensão total sujeitos a instabilidade à flexão. Suas equações foram deduzidas a partir do equilíbrio de esforços em uma seção de altura reduzida devido à presença da fissura, calculando o momento fletor resistente, em função da profundidade c da fissura. Neste caso, a tensão no topo da fissura é igual à tensão resistente de tração do concreto f_{ct} , resultando na equação (2.4).

$$f_{ct} = \frac{-P}{b(h-c)} + \frac{-P(e_p + 0,5c)}{\frac{b(h-c)^2}{6}} + \frac{M_r}{\frac{b(h-c)^2}{6}} \quad (2.4)$$

onde:

- f_{ct} : tensão resistente do concreto à tração
- b : largura da seção transversal
- h : altura da seção transversal
- c : profundidade da fissura
- P : força de protensão
- e_p : excentricidade da força de protensão
- M_r : momento fletor resistente da seção fissurada

Isolando-se M_r , e fazendo $\partial M_r / \partial c = 0$, encontra-se a profundidade da fissura na qual o momento resistente novamente começa a aumentar, exemplificado pelo valor mínimo da carga no protótipo CPY-03, na figura 2.3. Conseqüentemente, pode ser calculada a queda no momento resistente após a fissuração.

Rozvany e Woods (1969) deduziram também que quando a tensão média de protensão P/bh for superior à tensão f_{ct} , o fenômeno de instabilidade à flexão não ocorre, pois, neste caso, a condição do momento fletor M_r ser crescente com relação à profundidade da fissura ($\partial M_r / \partial c \geq 0$), para $c = 0$, é satisfeita. Cooke et al. (1981) retratam, porém, que seus três protótipos com taxas médias de armadura possuíam uma tensão média de protensão variando entre 0,75 e 0,80 f_{ct} , e nenhum deles sofreu instabilidade à flexão.

Chakrabarti (1995) ensaiou experimentalmente inúmeros protótipos com protensão total e parcial, propondo uma redução de 35 % no valor da tensão estimada com o uso de suas equações para previsão de Δf_{ps} , em elementos com $PPR = 1$ e $l/d_p > 33$.

Inúmeros autores de experimentos destacam que a adição de mínimas quantidades de armadura passiva complementar melhora de forma substancial o comportamento à flexão de elementos com armadura não aderente, resultando em boa distribuição da fissuração (Mattock et al., 1971; Cooke et al., 1981; Tao e Du, 1985; Chakrabarti, 1995). Chakrabarti (1995) observou que, entretanto, com a adição de maiores quantidades de armadura, os valores de Δf_{ps} resultantes diminuíram, sofrendo neste caso influência de outro fator – a taxa de armadura, analisada no item 2.1.2. Embora Tao e Du (1985) sugiram que a influência de PPR no valor de Δf_{ps} de elementos com protensão parcial possa ser desprezada, Chakrabarti (1995) recomenda protótipos com valores entre 0,25 e 0,7 para que sejam atingidas as maiores tensões últimas de protensão.

2.1.2 Taxa Mecânica Total de Armadura

A taxa mecânica total de armadura, dada pela equação (2.5), é definida como a soma das razões entre as resultantes de tração das armaduras e resultantes de compressão da seção útil de concreto.

$$\omega_t = \frac{A_{ps} f_{ps}}{b d_p f_c} + \frac{A_s f_y}{b d_s f_c} \quad (2.5)$$

onde:

ω : taxa mecânica total de armadura
 b : largura da seção transversal
 d_p : altura útil da armadura de protensão
 d_s : altura útil da armadura passiva
 f_c : resistência à compressão do concreto

Também pelo não conhecimento prévio da tensão última de protensão (f_{ps}), a taxa mecânica total de armadura pode ser referida ainda à tensão efetiva da armadura de protensão (f_{pe}), sendo denominada ω_e , e definida pela equação (2.6).

$$\omega_e = \frac{A_{ps} f_{pe}}{b d_p f_c} + \frac{A_s f_y}{b d_s f_c} \quad (2.6)$$

O parâmetro ω_e é de extrema influência no valor da tensão última de protensão. Tao e Du (1985) citaram em seu trabalho, que “o índice ω_e reflete a profundidade da linha neutra, da qual o incremento de tensão Δf_{ps} depende fortemente. Assim, quando a linha neutra se move em direção à borda extrema comprimida, a capacidade de rotação das vigas e o valor de Δf_{ps} crescem.”. Os autores apontam, como exemplo, que um aumento das áreas de armadura A_{ps} e A_s podem induzir à diminuição do valor de Δf_{ps} , já que elas provocam aumento de ω_e .

Na figura 2.4 são apresentadas curvas **carga x deslocamento central** de algumas vigas com distintos valores de ω_e , ensaiadas por Tao e Du (1985). É possível observar a maior ductilidade das vigas com taxas de armadura menores, estas desenvolvendo, até a ruptura, deslocamentos bem maiores. Fenômenos de instabilidade à flexão e ruptura brusca por compressão no concreto também podem ser relacionados à taxa mecânica total de armadura. Na figura 2.3 apresentada no item 2.1.1, o protótipo CPY-03 de Cooke et al. (1981), com taxa $\omega_e = 0,033$, sofreu instabilidade à flexão devido à armadura deficitária.

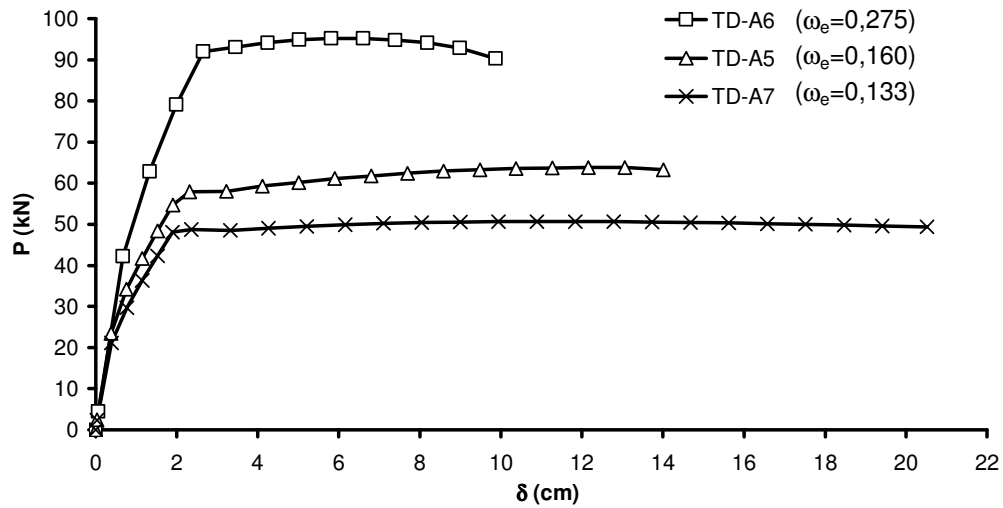


Figura 2.4 – Curvas **carga x deslocamento central** de protótipos ensaiados por Tao e Du (1985)

Tao e Du (1985) estabeleceram uma correlação linear entre o valor experimental de Δf_{ps} e ω_e . A figura 2.5 apresenta o gráfico de dispersão dos pontos (q_o , Δf_{ps}) resultantes dos ensaios, onde q_o , parâmetro similar à taxa mecânica total de armadura (ω_e), é definido pela equação (2.7). Os protótipos tinham índice de esbelteza à flexão igual a 19,1 e tensões efetivas próximas da média de $92,6 \text{ kN/cm}^2$.

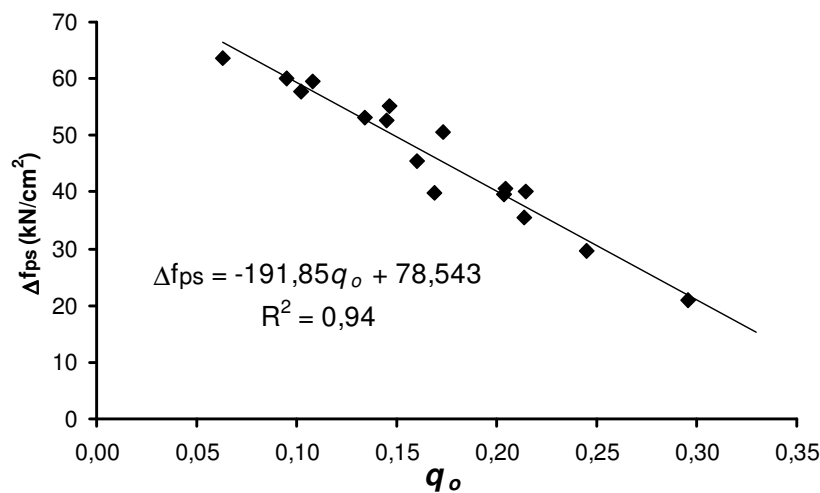


Figura 2.5 – Relação linear entre os valores de Δf_{ps} e q_o (Tao e Du, 1985)

$$q_o = \frac{A_{ps} f_{pe}}{bd_p f_c} + \frac{A_s f_y}{bd_p f_c} \quad (2.7)$$

Conforme já citado em 2.1.1, Chakrabarti (1995) já observara em seus ensaios que o valor de Δf_{ps} era, em elementos com PPR menores do que 1, tanto menor quanto maior o valor de ω_e . A figura 2.6 apresenta, comparativamente, os resultados de incremento de tensão dos elementos ensaiados por Tao e Du (1985) e Chakrabarti (1995), com taxas de armadura semelhantes entre eles. Os índices de esbeltez à flexão de todos os protótipos são similares, com valor de aproximadamente 20. São indicados os valores de taxa de armadura e tensão efetiva correspondentes a cada protótipo. Pode ser observada a queda no valor de Δf_{ps} para taxas maiores de armadura.

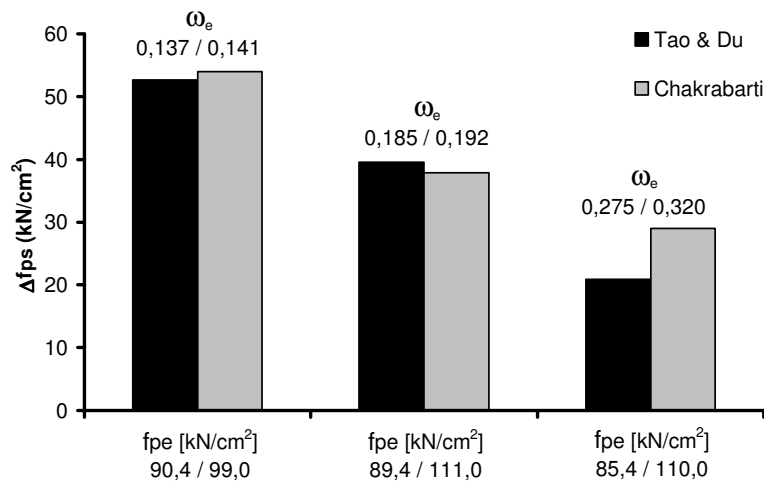


Figura 2.6 – Comparação entre resultados experimentais de Δf_{ps} de Tao e Du (1985) e Chakrabarti (1995), para protótipos com ω_e similares

Tao e Du (1985) observaram, ainda, que o valor do incremento de tensão aumenta em função do aumento da resistência à compressão do concreto, f_c , já que ela provoca uma diminuição de ω_e . Chakrabarti (1995) fez constatação semelhante para vigas retangulares.

Poucos experimentos permitiram conclusões a respeito da influência da tensão efetiva f_{pe} no valor final de Δf_{ps} , pois a maioria era realizada com valores de f_{pe} praticamente constantes para todos os protótipos. Chakrabarti (1995), entretanto, procurou estudar mais especificamente este parâmetro. Para isso, ele variou f_{pe} em um grupo de protótipos, desde 40 até 70 % da tensão de ruptura f_{pu} da armadura de protensão. Chakrabarti (1995) destaca que, conforme a tensão efetiva foi aumentada, o valor de Δf_{ps} foi diminuído.

Resultados deste tipo são apresentados na figura 2.7. Os quatro protótipos têm índice l/d_p próximos de 20, carregamento nos terços médios, com taxas de armadura ω_e e índices PPR_e próximos das médias 0,120 e 0,44, respectivamente.

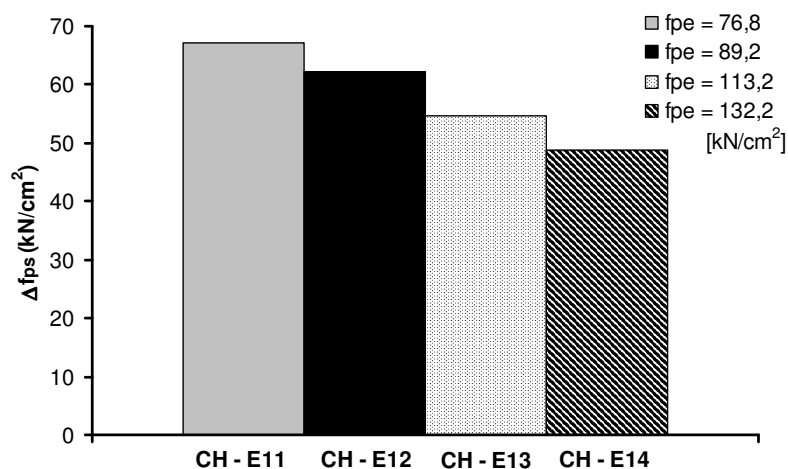


Figura 2.7 – Resultados de Δf_{ps} de protótipos de Chakrabarti (1995) com distintas tensões efetivas

2.1.3 Tipo de Carregamento

Considerando que o incremento de tensão na armadura não aderente é proporcional à soma de curvaturas ao longo do elemento, pode-se admitir que as zonas plastificadas, constituídas pelas seções de máximas curvaturas, exercem maior influência no valor de Δf_{ps} . Admitindo-se que diferentes disposições de carregamento teoricamente afetam o comprimento da zona plastificada, pode-se afirmar, portanto, que o tipo de carregamento aplicado influencia no valor de Δf_{ps} .

Na figura 2.8(a), são ilustradas as curvaturas de um elemento bi-apoiado, no Estado Limite Último, submetido a duas cargas concentradas afastadas de uma distância L_o . Considerando apenas esforços de flexão, observa-se que as máximas curvaturas situam-se entre as cargas, onde as seções submetidas ao momento fletor constante máximo, atingiram a plastificação. O comprimento da zona plastificada l_p é, portanto, equivalente à L_o . Entretanto, vários autores destacam que a influência das fissuras inclinadas devidas ao esforço cortante, nas zonas adjacentes às cargas, provoca um aumento no comprimento da zona plastificada (Corley, 1966; Dilger, 1966; Mattock et al., 1971; Park e Paulay, 1975; Leonhardt, 1979; Harajli, 1990). Isto ocorre porque o esforço de tração na armadura passiva – responsável pela distribuição das fissuras – não diminui a partir do ponto em que os momentos fletores diminuem, mas sim, a partir do ponto onde ocorre a primeira fissura inclinada principal, externa à zona de momentos fletores constantes. Esta fissura tende, com o aumento do carregamento, a invadir a zona de momentos constantes, fazendo com que o esforço nesta seção seja governado pelo momento fletor da zona plastificada (Harajli e Hijazi, 1991). A figura 2.8(b) representa a distribuição das curvaturas devido à influência do esforço cortante, com comprimento l_p da zona plastificada de $L_o + 2a$. Alguns autores (Dilger, 1966; Mattock, 1967) sugerem que o valor de a é aproximadamente igual a $0,5d_p$.

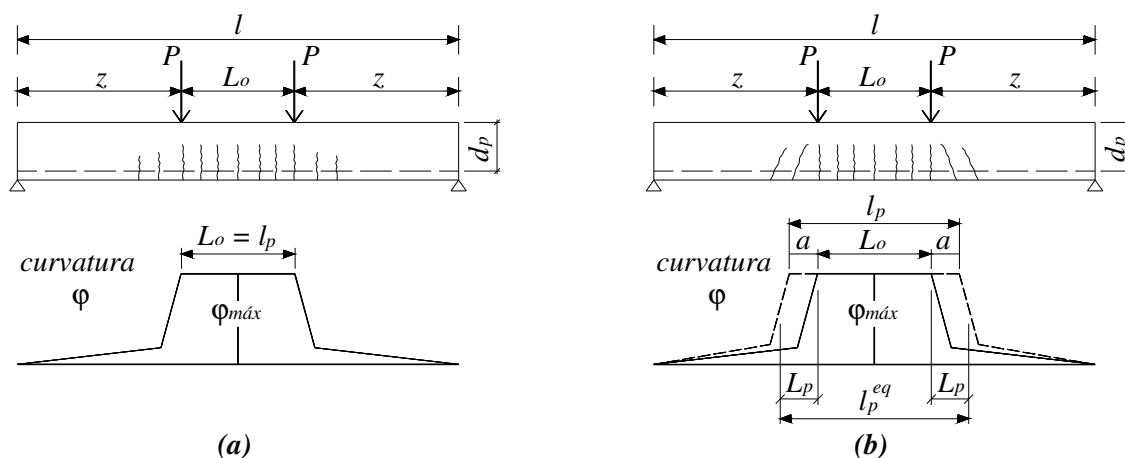


Figura 2.8 – Representação das curvaturas de elemento bi-apoiado carregado por duas cargas concentradas: a) devido à flexão somente; b) devido à flexão combinada com esforço cortante

Diversos pesquisadores sugeriram expressões empíricas para a determinação do comprimento da zona plastificada, utilizando o conceito de *comprimento de plastificação equivalente* (l_p^{eq}),

dado por $L_o + 2L_p$, conforme figura 2.8(b). Algumas das expressões propostas para o cálculo de L_p e L_o são apresentadas a seguir.

A equação (2.8) foi proposta por Corley (1966), a partir de resultados experimentais de vigas simplesmente apoiadas, para cálculo de L_p .

$$L_p = 0,5d_p + 0,2\sqrt{d_p} \left(\frac{z}{d_p} \right) \quad (2.8)$$

onde:

z : distância do ponto de aplicação da carga até o apoio extremo, conforme figura 2.8

Em discussão do trabalho de Corley (1966), Mattock (1967) sugeriu a equação (2.9) modificada para L_p , ajustada conforme a tendência de resultados experimentais.

$$L_p = 0,5d_p + 0,05z \quad (2.9)$$

Harajli e Hijazi (1991) adotaram a expressão de Mattock (1967) para o valor de L_p . Para o valor de L_o , eles sugerem os valores da equação (2.10), conforme o tipo de carregamento. O valor $f = 6$ da equação (2.10) foi, segundo os autores, baseada em extensiva análise de regressão para determinar o melhor ajuste de L_o para carregamento distribuído, em correlação com um carregamento composto por duas cargas concentradas dispostas simetricamente.

$$L_o = \frac{l}{f} \quad (2.10)$$

onde:

l : comprimento do vão
 $f = 3$; para carregamento nos terços médios
 $f = 6$; para carregamento distribuído
 $f = \infty$; para carregamento concentrado

Dilger (1966) destacou que o comprimento de plastificação é, além do tipo de carregamento, fortemente influenciado pelo tipo de aço utilizado – de dureza natural (aço CA-50) ou deformados a frio (aço CA-60) – e pela taxa de armadura do elemento. Mediante minuciosa pesquisa, Dilger (1966) sugere para L_p , no caso de estribos verticais, o valor aproximado de $0,5d_p$ – este comprovado experimentalmente apenas para aços deformados a frio. Já para estribos inclinados à 45° , foi sugerido $0,125d_p$ para o valor de L_p . Dilger também indica para valores de L_o , conforme o tipo de carregamento, a equação (2.11). Esta refere-se à elementos com taxa de armadura $\rho = A_s/bh = 1,5 \%$, concreto com resistência à compressão $f_c = 30$ MPa e aço de dureza normal.

$$L_o = \frac{l}{f} \quad (2.11)$$

onde:

$f = 3$; para carregamento nos terços médios

$f \approx 11$; para carregamento distribuído

$f \approx 80$; para carregamento concentrado

Park e Paulay (1975), em sua revisão dos métodos empíricos para determinação de L_p , apresentam ainda as equações (2.12) e (2.13), de Baker (1956) e Sawyer (1964), respectivamente.

$$L_p = k_1 k_2 k_3 \left(\frac{z}{d_p} \right)^{\frac{1}{4}} d_p \quad (2.12)$$

onde:

$k_1 = 0,7$ e $0,9$; para aços de dureza natural e deformados a frio, respectivamente

$k_2 = 1 + 0,5P_u/P_o$; P_u = força atuante de compressão e P_o = esforço resistente de compressão sem consideração de momento fletor

$k_3 = 0,6$ a $0,9$; variando linearmente para $f_c = 35,2$ a $11,7$ MPa

$$L_p = 0,25d_p + 0,075z \quad (2.13)$$

Harajli (1990) e Harajli e Hijazi (1991) analisaram numericamente diversos protótipos com carregamento aplicado nos terços médios, distribuído e concentrado. Eles simularam o comprimento l_p em seu modelo analítico através de um afastamento adicional $a = d_p/2$ entre as cargas, e adotando os valores de L_o conforme a equação (2.10). Na figura 2.9 são ilustrados os resultados desta análise, ficando claro a influência do tipo de carregamento no valor do incremento de tensão da armadura não aderente.

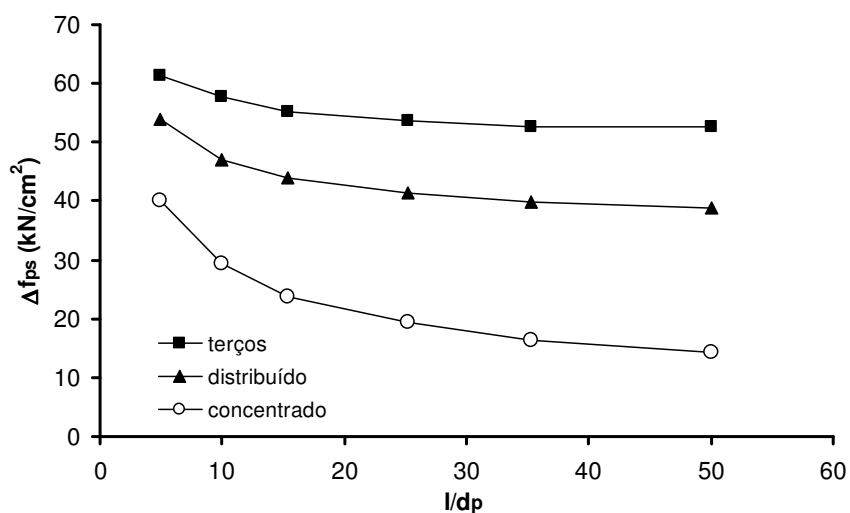


Figura 2.9 – Resultados da análise numérica de protótipos com distintos tipos de carregamento (Harajli, 1990; Harajli e Hijazi, 1991)

Entretanto, Harajli e Kanj (1991) ensaiaram experimentalmente 13 pares de vigas protótipos, a fim de estudar a influência de diversos parâmetros em seu comportamento. Cada par era constituído de vigas idênticas submetidos a carregamentos distintos – concentrado e nos terços médios. Os resultados não apontaram, em cada um deles, diferenças significativas nos resultados de incremento de tensão (Harajli e Kanj, 1991). Os protótipos com protensão parcial tiveram adequado comportamento à fissuração, com boa distribuição das fissuras, enquanto os com protensão total apresentaram uma ou, ocasionalmente, duas fissuras principais até a ruptura, tanto para carregamento concentrado quanto para distribuído. A

figura 2.10 apresenta os resultados de incremento de tensão Δf_{ps} para cada par de vigas ensaiadas. Resultados de dois pares não foram computados devido a problemas de instrumentação. As tensões efetivas utilizadas foram todas próximas da média de 90,2 kN/cm². Observa-se a proximidade nos valores de Δf_{ps} entre os protótipos de cada par de colunas.

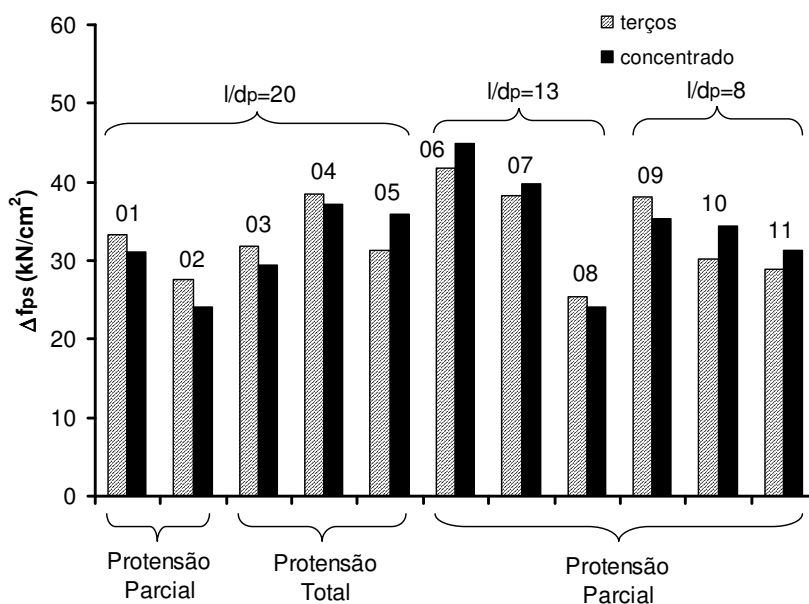


Figura 2.10 – Resultados da análise experimental de protótipos com distintos tipos de carregamento (Harajli e Kanj, 1991)

2.1.4 Índice de Esbeltez à Flexão (l/d_p)

Harajli e Kanj (1991) observaram que seus resultados experimentais indicaram uma queda de 35 % no valor do incremento de tensão, variando-se o valor do índice de esbeltez l/d_p de 8 para 20. Na figura 2.10, as colunas 01 e 06 representam protótipos com armaduras idênticas, bem como as colunas 02 e 07. O efeito da esbeltez à flexão pode ser notado, comparando-se os protótipos representados pela coluna 01 com os da coluna 06, e os protótipos representados pela coluna 02 com os da coluna 07. Cooke et al. (1981) também destacaram que os resultados de tensão última de protensão de suas lajes, com l/d_p variando de 20 à 40, foram, em geral, inversamente proporcionais ao índice de esbeltez.

Mojtahedi e Gamble (1978) apresentaram uma análise do parâmetro l/d_p a partir de resultados de diversos ensaios experimentais realizados por outros pesquisadores. Para enfatizar o efeito deste parâmetro, Mojtahedi e Gamble (1978) propuseram um modelo de bielas atirantadas, ilustrado na figura 2.11(a). Os autores calcularam a deformação no tirante, para várias relações de l/d_p , ocasionada por um deslocamento $l/200$ imposto na rótula superior. Como exemplo, Mojtahedi e Gamble (1978) obtiveram para índices de esbeltez iguais a 15, 30 e 50, valores de deformação do tirante de aproximadamente 0,013, 0,006 e 0,004 respectivamente, para o deslocamento imposto na rótula. Portanto, o alongamento no tirante – sendo traduzido como a tensão no cabo – decresceu com o aumento do índice de esbeltez.

Lee et al. (1999) contestam as conclusões baseadas no modelo de Mojtahedi e Gamble (1978). Eles afirmam que os valores de deformação foram extraídos não na carga resistente última, mas quando a máxima deflexão dos modelos era de $l/200$, apontando que não há razão para isto, já que o deslocamento do elemento na ruptura é diretamente proporcional ao seu índice de esbeltez. Lee et al. (1999) propuseram um modelo modificado, ligando a rótula superior ao centro do tirante por uma barra rígida, conforme apresentado na figura 2.11(b). Os resultados de seu modelo divergiram dos de Mojtahedi e Gamble (1978), indicando que, mesmo para valores altos de l/d_p , a tensão no cabo pode aumentar de forma considerável. Lee et al. (1999) também afirmam que muitos dos resultados experimentais apresentados por Mojtahedi e Gamble (1978) não podem ser considerados válidos, pois, nestes experimentos, a ruptura ocorreu de forma prematura – por colapso à punção, ruptura da seção onde não havia armadura passiva, etc. – não atingindo a plena capacidade resistente à flexão e, tampouco portanto, o valor máximo de Δf_{ps} .

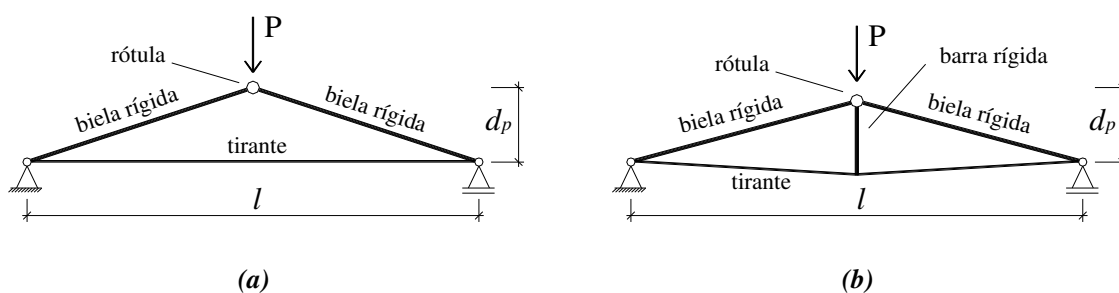
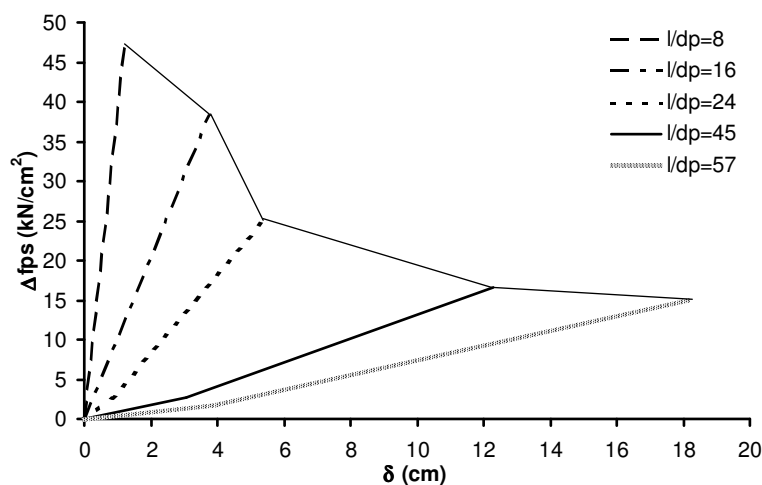


Figura 2.11 – Modelos de bielas atirantadas para representação do efeito de l/d_p : a) Mojtahedi e Gamble (1978) ; b) Lee et al. (1999)

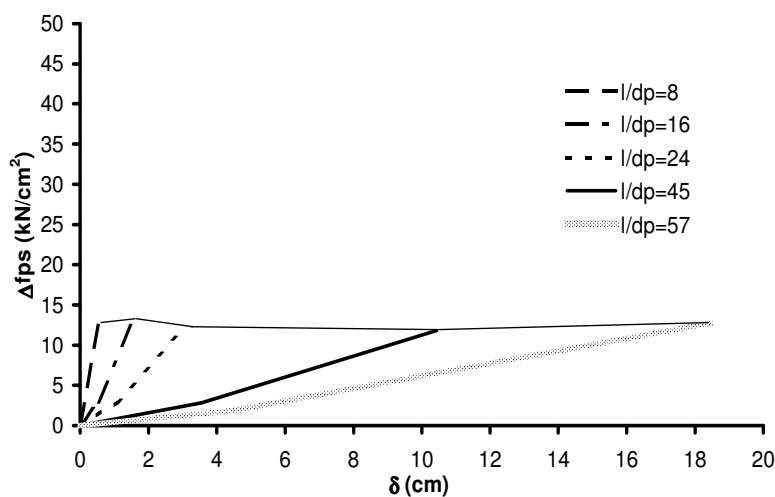
Mediante a observação da figura 2.9 anteriormente apresentada, pode-se perceber o efeito de l/d_p , também nos protótipos de Harajli (1990) e Harajli e Hijazi (1991), analisados numericamente. Os protótipos submetidos a carregamento concentrado mostram-se mais suscetíveis à variação da esbeltez à flexão. Entretanto, os próprios autores ressaltam que, para índices de esbeltez superiores a 15, a queda no valor do incremento de tensão, com o aumento de l/d_p , é insignificante para qualquer tipo de carregamento aplicado. Harajli (1990) menciona ainda que, se a magnitude de Δf_{ps} depende do comprimento da zona plastificada (ou da proporção l_p/l), a observação do modelo analítico adotado por ele – que considera para uma parcela do comprimento de plastificação o valor de d_p , que independe da extensão do vão – torna claro que menores índices de esbeltez resultarão em maiores incrementos de tensão, pois a razão l_p/l é maior nestes casos. Esta conclusão pode ser mais facilmente compreendida mediante observação da figura 2.8(b) e das equações (2.10) e (2.14).

$$\frac{l_p}{l} = \frac{L_o + 2\frac{d_p}{2}}{l} = \frac{l/f + d_p}{l} = \frac{1}{f} + \frac{1}{l/d_p} \quad (2.14)$$

Naaman e Alkhairi (1991a) realizaram uma extensa revisão bibliográfica e mencionam que a influência de l/d_p , na tensão última de elementos com protensão não aderente, ainda não é bem compreendida. Naaman e Alkhairi (1993) elaboraram um modelo numérico que pode considerar o efeito do esforço cortante na tensão da armadura não aderente, através de uma formulação proposta por Park e Paulay (1975). Nas figuras 2.12(a) e (b) são apresentados os gráficos de **incremento de tensão x deslocamento central** de protótipos analisados numericamente por Naaman e Alkhairi (1993), com e sem a consideração do esforço cortante, respectivamente. Os protótipos foram submetidos a carregamento concentrado e os índices de esbeltez variaram de 8 a 57.



(a)



(b)

Figura 2.12 – Curvas Δf_{ps} x δ dos protótipos analisados numericamente por Naaman e Alkhairi (1993): a) Considerando esforço cortante; b) Desconsiderando esforço cortante

Os autores relatam que o estudo sugere que as deformações induzidas pelo esforço cortante podem ter um efeito significativo no valor final de Δf_{ps} , para protótipos com l/d_p menores que 24. Negligenciando-se o efeito de corte, não há alteração significativa no valor do incremento de tensão para maiores valores de esbeltez.

Observa-se, portanto, uma diversidade de considerações de diferentes autores sobre a importância do índice de esbeltez à flexão no valor da tensão última de protensão.

2.1.5 Continuidade da Estrutura

Campbell et al. (1998) realizaram uma extensa revisão literária com relação à tensão última de protensão em elementos com continuidade. Eles destacaram que, enquanto muitos estudos foram conduzidos para investigar o valor de Δf_{ps} em elementos com protensão não aderente, apenas uma pequena parte deles foi dedicada a membros contínuos.

Burns et al. (1978) ensaiaram dois protótipos, em escala 1:2, de lajes armadas em uma direção, contínuas sobre três vãos, submetidas a carregamento distribuído. As lajes tinham índices l/d_p iguais a 53, e os parâmetros principais em estudo foram as quantidades de armaduras e o padrão de carregamento – combinações de intensidades de carga aplicadas distintamente em cada vão. Os testes foram conduzidos, portanto, utilizando-se vários padrões de carregamento, observando o comportamento das lajes em estágios lineares e não-lineares. Campbell et al. (1998), em análise deste trabalho, destacam o fato de que o incremento de tensão na ruptura, obtido com a simultaneidade de carregamento de dois vãos, é aproximadamente o dobro daquele obtido com carregamento de apenas um vão. Cooke et al. (1981) também comentam o trabalho realizado por Burns et al. (1978). Eles fizeram algumas observações sobre os três últimos padrões de carregamento que provocaram a ruptura em uma das lajes ensaiadas. A figura 2.13 ilustra os comentários de Cooke et al. (1981), apresentando seqüencialmente estes três últimos carregamentos (A, B e C, respectivamente). O diagrama de momentos fletores elástico correspondente a cada um deles foi traçado, e o mecanismo de ruptura em cada vão se deu através da formação de rótulas plásticas. Sob o carregamento A, ocorreu o mecanismo de ruptura no vão *CD*, quando duas rótulas plásticas se formaram. O mecanismo de ruptura dos vãos *AB* e *BC* se deram, respectivamente, com a aplicação dos carregamentos *B* e *C*. Mesmo desconsiderando redistribuições dos momentos fletores, seus diagramas elásticos servem como indicativo de que a forma de carregamento pode ser um parâmetro que afeta a magnitude de tensão da armadura protendida. Por exemplo, considerando o padrão A de carregamento e o diagrama elástico de momentos fletores na ruptura: o vão central está sujeito a momentos fletores negativos e, portanto, as deformações no concreto adjacente ao cabo de protensão, que no vão é posicionado abaixo do centro de

gravidade da seção de concreto, são de compressão. Considerando que a deformação no cabo de protensão em uma seção crítica é função do alongamento total do cabo, a tensão Δf_{ps} medida no experimento deveria teoricamente ser maior se o mecanismo de ruptura ocorresse nos três vãos *A*, *B* e *C*, sob aplicação de carregamento simultâneo, ao invés de carregamento aplicado somente em um vão extremo (caso do carregamento *A*).

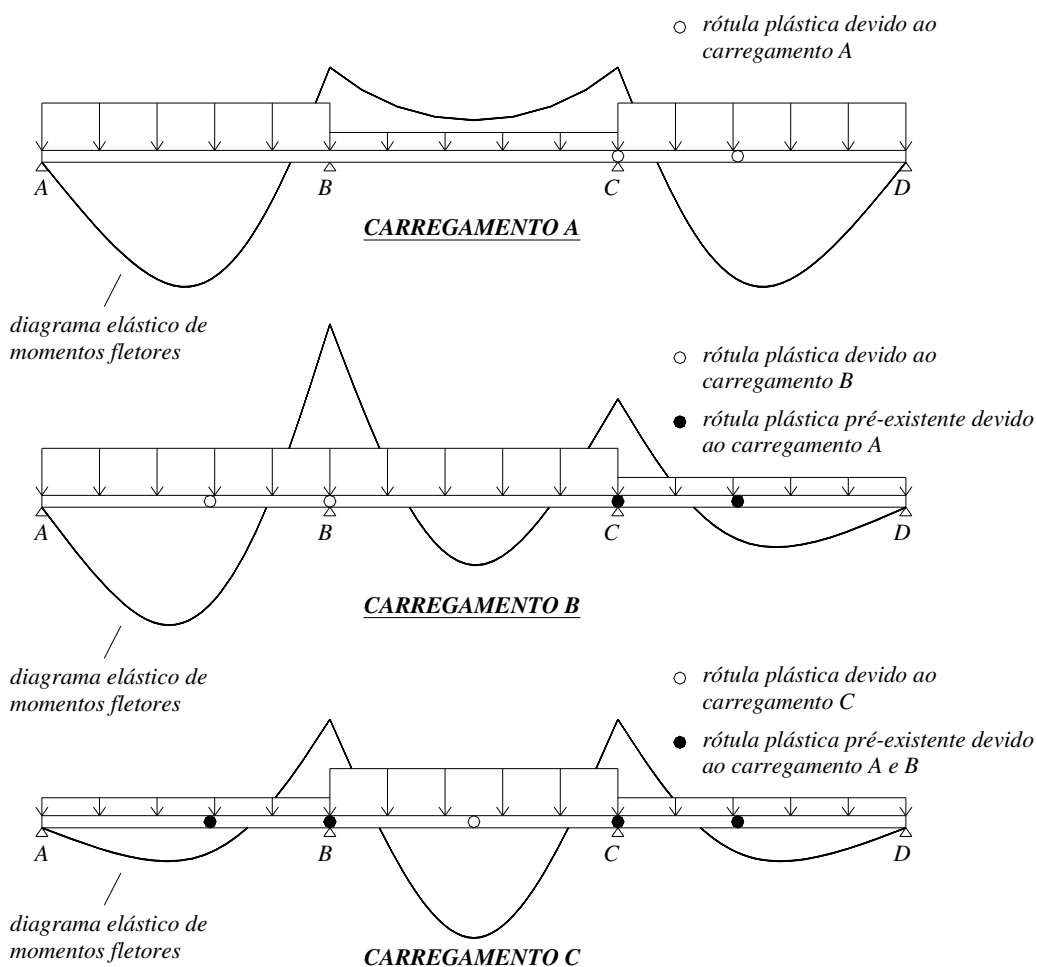


Figura 2.13 – Padrões de carregamentos que ocasionaram ruptura de um dos protótipos de Burns et al. (1978), conforme comentado por Cooke et al. (1981)

Campbell et al. (1998) ainda destacam outros trabalhos: três vigas, ensaiadas por Mattock et al. (1971), contínuas sobre dois vãos, sendo duas delas com cabos não aderentes. As vigas possuíam $l/d_p = 33,6$, seção T e perfil parabólico do cabo. A principal conclusão observada foi a necessidade de uma quantidade razoável de armadura de compressão sobre o apoio central,

a fim de que fosse permitida completa redistribuição de momentos fletores e, conseqüentemente, maior incremento de tensão na ruptura. Conclusões dos trabalhos de Hemakom (1970), Gebre-Michael (1970) e de Chen (1971), ambos tendo ensaiado lajes contínuas apoiadas em uma direção sobre dois vãos, também foram reportadas. Nos dois primeiros, observou-se que os valores de Δf_{ps} , para carregamento aplicado em um único vão, foram até 50 % menores do que os obtidos com carregamento simultâneo nos dois vãos. No experimento de Chen (1971), também são constatados incrementos de tensão bem maiores em carregamentos de vãos simultâneos. Em discussão mais recente, Burns (1990) argumenta que o valor de Δf_{ps} depende do número de vãos carregados e do perfil do cabo de protensão em cada vão. Trost et al. (1984) testaram experimentalmente quatro vigas contínuas sobre dois vãos, com seções T e retangular. Foi concluído pelos autores que Δf_{ps} sofreu influência principalmente da resistência à compressão do concreto e da força de protensão aplicada, e que o índice de esbeltez à flexão não afetou significativamente o valor de Δf_{ps} . Eles ainda observaram que a mudança na tensão do cabo era proporcional à soma das deflexões nas seções críticas (Campbell et al., 1998).

Alguns dos parâmetros, como esbeltez à flexão e taxa de armadura, identificados como influentes no valor de Δf_{ps} de elementos contínuos, são similares aos identificados em estudos conduzidos em estruturas estaticamente determinadas. Entretanto, outros parâmetros únicos em membros contínuos, como quantidade de armadura de compressão sobre apoios internos onde se inicia geralmente a plastificação, o padrão do carregamento e a capacidade de redistribuição de momentos fletores, também foram identificadas como tendo efeito sobre o valor do incremento de tensão na armadura não aderente.

2.2 Métodos Para Previsão do Incremento de Tensão

Barbieri (2003) classificou os métodos para previsão do incremento de tensão na armadura de protensão não aderente em empíricos, semi-empíricos e numéricos. Serão a seguir apresentados alguns dos métodos disponíveis na literatura, utilizando mesma classificação adotada por Barbieri (2003).

2.2.1 Métodos Empíricos

Consistem geralmente em equações que expressam o valor de Δf_{ps} diretamente em função dos valores de alguns parâmetros característicos do elemento, como as áreas de armadura, propriedades dos materiais e índice de esbeltez. São métodos fundamentados em resultados experimentais, onde foram estabelecidas correlações entre estes parâmetros, identificados como significativos, e o valor do incremento de tensão na armadura não aderente.

Serão descritos os métodos de Mattock et al. (1971), Cooke et al. (1981), Tao e Du (1985), Kordina e Hegger (1987), Harajli e Kanj (1991), Chakrabarti (1995), Naaman et al. (2002) e os métodos adotados nas normas CEB-FIP 1990 (1993), ACI 318 (ACI, 2002) e NBR 6118 (ABNT, 2003).

2.2.1.1 Mattock et al. (1971)

Mattock et al. (1971) ensaiaram experimentalmente seis vigas com protensão não aderente e índice de esbeltez igual a 33,6. Eles propuseram a equação (2.15), obtida como um limite inferior dos resultados de seus ensaios e de dados experimentais de mais quatro autores. O valor de f_{ps} não deve, entretanto, ser tomado como superior à tensão de escoamento f_{py} da armadura de protensão. Observa-se que este método não considera parâmetros como a esbeltez à flexão e a quantidade de armadura passiva aderente.

$$f_{ps} = f_{pe} + 1,4f_c \frac{bd_p}{100A_{ps}} + 7,0 \quad [kN / cm^2] \quad (2.15)$$

2.2.1.2 Cooke et al. (1981)

Cooke et al. (1981) estudaram experimentalmente nove lajes com protensão total, diversas taxas de armadura e índices de esbeltez variáveis de 20 a 40. Baseados também em resultados de outros pesquisadores, eles concluíram que as recomendações da norma americana vigente na época, o ACI 318 (1977), não proviam um método satisfatório para previsão de Δf_{ps} , para

qualquer que fosse o índice l/d_p . Os autores propuseram, então, a adoção do método mais conservador do ACI 318 (1963), retratado pela equação (2.16), que simplesmente estabelece um patamar fixo para o valor do incremento de tensão.

$$f_{ps} = f_{pe} + 10,0 \quad [kN / cm^2] \quad (2.16)$$

2.2.1.3 Tao e Du (1985)

Tao e Du (1985) realizaram experimentos com diversas vigas submetidas a carregamento nos terços médios e com índice de esbelteza à flexão de 19,1. Os parâmetros variados foram as quantidades de armadura ativa e passiva e as propriedades dos materiais. Os resultados apontaram uma relação linear entre a variável q_o (e portanto ω_e) e o valor de Δf_{ps} , conforme ilustrado anteriormente na figura 2.5. A regressão obtida pelos autores é apresentada na equação (2.17). Ela é válida somente para valores de q_o menores ou iguais a 0,3.

$$f_{ps} = f_{pe} + 78,6 - 192,0q_o \quad [kN / cm^2] \quad (2.17)$$

2.2.1.4 Kordina e Hegger (1987)

O método de Kordina e Hegger (1987) foi baseado em um estudo sistemático de dados experimentais, onde foram determinados coeficientes multiplicativos para previsão de Δf_{ps} . Ele considera a soma das contribuições de cada rótula plástica que deve se formar, para que ocorra o mecanismo de ruptura. O tipo de carregamento, a resistência do concreto, a quantidade de armadura passiva e o tipo de seção transversal são levados em conta. A expressão para cálculo de f_{ps} é apresentada na equação (2.18).

$$f_{ps} = f_{pe} + \frac{E_p}{L} \sum_{i=1}^n k_{bi} k_{vi} k_{si} k_{fi} l_{gi} \quad (2.18)$$

onde:

$\sum_{i=1}^n k_{bi} k_{vi} k_{si} k_{fi} l_{gi}$: somatório dos coeficientes multiplicativos, onde o índice i se refere a cada rótula plástica que deve se formar, para que a estrutura entre em colapso
 L : comprimento do cabo entre as ancoragens
 k_{bi} : coeficiente dependente da resistência do concreto, dado pela equação (2.19)
 k_{vi} : coeficiente dependente da quantidade de armadura de protensão, dado pela equação (2.19)
 k_{si} : coeficiente relativo à presença de armadura passiva; sendo $k_{si} = 1$
 k_{fi} : coeficiente dependente do tipo de seção transversal, dado pela equação (2.20)
 l_{gi} : coeficiente dependente do tipo de carregamento e diagrama de momento fletor, dado pela equação (2.21)

$$k_{bi} k_{vi} = 0,002 + 3 \cdot 10^{-6} \beta_p \frac{A_c}{A_{ps}} \leq 9,0 \cdot 10^{-3} \quad (2.19)$$

onde:

β_p : resistência prismática à compressão do concreto [kN/cm^2]
 A_c : área da seção transversal de concreto

$$k_{fi} = 0,9 + 0,1 \frac{b_f}{b_w} \leq 1,2 \quad (2.20)$$

onde:

b_f : largura da mesa da seção transversal
 b_w : largura da alma da seção transversal

No caso de seção transversal retangular, $b_f / b_w = 1$.

$$l_{gi} = \left(0,20 + 0,25 \frac{l_{bi}}{l_{oi}} \right) l_{oi} \quad (2.21)$$

onde:

l_{oi} : distância entre pontos de momento fletor nulo, calculado elasticamente, entre os quais a rótula plástica considerada está compreendida

l_{bi} : distância entre os pontos de aplicação de carga acrescida do dobro da distância entre a borda comprimida e o centro de gravidade da seção transversal de concreto (C.G.C), conforme a figura 2.14.

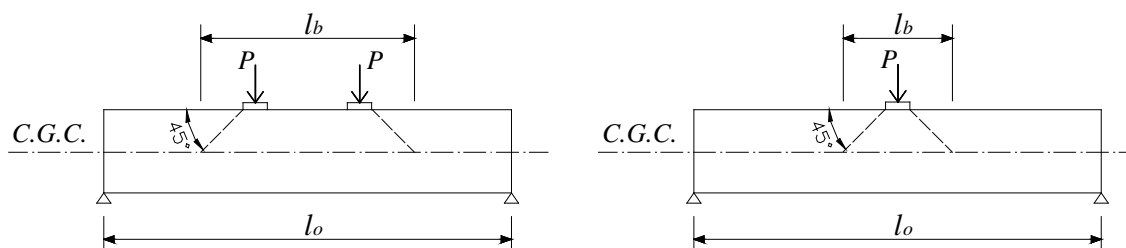


Figura 2.14 – Relação entre configuração de carregamento e o valor de l_b

Para carregamento distribuído, os autores recomendam que $l_b = 0,75 l_o$.

2.2.1.5 Harajli e Kanj (1991)

Harajli e Kanj (1991) reuniram seus resultados experimentais com os de diversos outros autores, compreendendo estudos com elementos contínuos e bi-apoiados, com protensão total e parcial. Os dados abrangeram índices l/d_p de 8 a 60. Dentre os resultados, os de Tao e Du (1985) foram descartados, pois consistiram em valores de Δf_{ps} excessivamente maiores que os dos demais dados reunidos. A regressão, obtida de resultados experimentais de mais de 120 protótipos, é apresentada na equação (2.22). O parâmetro γ_0 é dado pela equação (2.23), e o valor de f_{ps} obtido no cálculo com a expressão (2.22) deve satisfazer a condição do limite estabelecido na equação (2.24).

$$f_{ps} = f_{pe} + \gamma_o f_{pu} \left(1,0 - 3,0 \frac{A_{ps} f_{pe} + A_s f_y}{bd_p f_c} \right) \quad (2.22)$$

onde:

f_{pu} : tensão de ruptura do aço de protensão

$$\gamma_o = \frac{n_o}{n} \left(0,12 + \frac{2,5}{l/d_p} \right) \quad (2.23)$$

onde:

n_o : número de vãos carregados

n : número total de vãos

$$\frac{A_{ps} f_{pe} + A_s f_y}{bd_p f_c} \leq 0,23 \quad (2.24)$$

2.2.1.6 Chakrabarti (1995)

Chakrabarti (1995) investigou o comportamento de 33 vigas com relação aos parâmetros esbeltez à flexão, taxa de armadura, resistência do concreto, tipo de seção transversal e tensão efetiva inicial f_{pe} . Utilizando também os resultados experimentais de Harajli e Kanj (1991) e de Tao e Du (1985), desenvolveu a equação (2.25) para previsão de f_{ps} .

$$f_{ps} = \frac{f_{pe} + 6,9 + A}{1 - B} \quad [kN/cm^2] \quad (2.25)$$

onde:

A : parâmetro dado pela equação (2.26)

B : parâmetro dado pela equação (2.27)

$$A = \frac{f_c b d_s}{100 A_s} \frac{d_p}{d_s} \frac{41,4}{f_y} \left(1 + \frac{A_s}{0,025 b d_s} \right) \leq 13,8 \quad [kN / cm^2] \quad (2.26)$$

$$B = \frac{r f_c b d_p}{100 A_{ps} f_{pe}} \leq 0,25 \quad [kN / cm^2] \quad (2.27)$$

onde:

r : parâmetro dependente da esbeltez à flexão;

$r = 1,0$ para $l/d_p \leq 33$; $r = 0,8$ para $l/d_p > 33$

Para elementos com protensão total e $l/d_p > 33$, Chakrabarti (1995) preconiza a equação (2.28) para redução do valor de Δf_{ps} obtido com a equação (2.25).

$$f_{ps(\text{modificado})} = f_{pe} + 0,65 \Delta f_{ps} \quad (2.28)$$

O valor de f_{ps} determinado por meio das equações (2.25) ou (2.28) não pode ultrapassar o limite estabelecido nas equações (2.29) e (2.30), para $l/d_p \leq 33$ e $l/d_p > 33$, respectivamente.

$$f_{ps} = f_{pe} + 41,4 \leq f_{py} \quad [kN / cm^2] \quad (2.29)$$

$$f_{ps} = f_{pe} + 27,6 \leq f_{py} \quad [kN / cm^2] \quad (2.30)$$

2.2.1.7 Naaman et al. (2002)

Integrantes do Sub-comitê de estudo da tensão em cabos não aderentes do Comitê 423 da junta ACI-ASCE, Naaman et al. (2002) recomendaram uma equação para substituição das utilizadas no código ACI 318-99 (1999) vigente na época. A equação (2.31), tida pelos autores como uma aproximação conservadora adequada para lajes e inúmeros outros casos, leva em consideração para o cálculo de Δf_{ps} o módulo de elasticidade do aço de protensão e o padrão de carregamento em elementos contínuos. Para lajes contínuas sobre três vãos ou mais, apoiadas em uma ou duas direções, é indicada a equação (2.32) como limite para o valor de Δf_{ps} .

$$f_{ps} = f_{pe} + \frac{E_p L_1}{1866 L_2} \quad (2.31)$$

onde:

E_p : módulo de elasticidade do aço de protensão

L_1 : soma dos comprimentos dos vãos carregados que contém cabos não aderentes

L_2 : extensão total do cabo não aderente, entre ancoragens

$$\Delta f_{ps} \geq \frac{E_p}{3732} \quad (2.32)$$

2.2.1.8 ACI 318-02 (ACI, 2002)

A equação (2.33) é utilizada pelo código do ACI 318-02 (2002) para previsão do valor de Δf_{ps} . Ela foi originalmente desenvolvida por Mattock et al. (1971), e posteriormente modificada, para consideração da influência da esbelteza à flexão, baseando-se nos estudos de Mojtahedi e Gamble (1978). Observa-se que os valores resultantes de incremento de tensão podem ser abruptamente modificados, para valores do parâmetro l/d_p próximos de 35. Parâmetros considerados importantes, como o tipo de carregamento e a quantidade de armadura passiva não são utilizados na previsão de f_{ps} .

$$f_{ps} = f_{pe} + 6,89 + \frac{f_c}{k} \frac{bd_p}{A_{ps}} \quad [kN/cm^2] \quad (2.33)$$

onde:

$$\begin{aligned} k &= 100; \text{ para } l/d_p \leq 35 \\ k &= 300; \text{ para } l/d_p > 35 \end{aligned}$$

O valor de f_{ps} não pode ser tomado maior que f_{py} nem aos valores estabelecidos nas equações (2.34) e (2.35), para $l/d_p \leq 35$ e $l/d_p > 35$, respectivamente.

$$f_{ps} \leq f_{pe} + 41,4 \quad [kN/cm^2] \quad (2.34)$$

$$f_{ps} \leq f_{pe} + 20,7 \quad [kN/cm^2] \quad (2.35)$$

2.2.1.9 NBR 6118 (ABNT, 2003)

Embora utilize conceitos do código europeu *CEB-FIP Model Code*, a norma brasileira *Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento: NBR 6118* (2003) adota método idêntico ao do ACI 318-02 (2002).

2.2.1.10 CEB-FIP (1990)

O código europeu *CEB-FIP Model Code* 1990 (1993) não apresenta expressões para a determinação do valor do incremento de tensão Δf_{ps} no Estado Limite Último. Ele apenas preconiza que, na falta de uma análise baseada na compatibilidade de deslocamentos, o valor de Δf_{ps} deva ser negligenciado na verificação e dimensionamento à ruptura.

2.2.2 Métodos Semi-Empíricos

São métodos com maior embasamento teórico, utilizando-se do equilíbrio de esforços no Estado Limite Último para cálculo da profundidade da linha neutra e deformações nos materiais. Entretanto, estes métodos ainda consideram coeficientes determinados experimentalmente para correlacionar a deformação da armadura não aderente com as deformações da seção transversal, calculadas de forma teórica.

Serão descritos os métodos de Tam e Pannell (1976), Harajli (1990), Lee et al. (1999), Naaman et al. (2002) e Naaman e Alkhairi (1991b), e o do código canadense A23.3-94 (1994).

2.2.2.1 Tam e Pannell (1976)

Tam e Pannell (1976) ensaiaram experimentalmente oito vigas com índices de esbeltez variando de 20 a 45, tensões efetivas de 0,4 a $0,6f_{pu}$ e taxas de armadura variáveis. Após a medição da tensão última de protensão, os autores instituíram, por meio de um coeficiente, uma correlação de f_{ps} com as deformações da seção transversal mais solicitada no Estado Limite Último.

Inicialmente, foram considerados as deformações e esforços de uma seção no Estado Limite Último, representados na figura 2.15. Foi admitido que a armadura passiva atinge sua tensão de escoamento f_y .

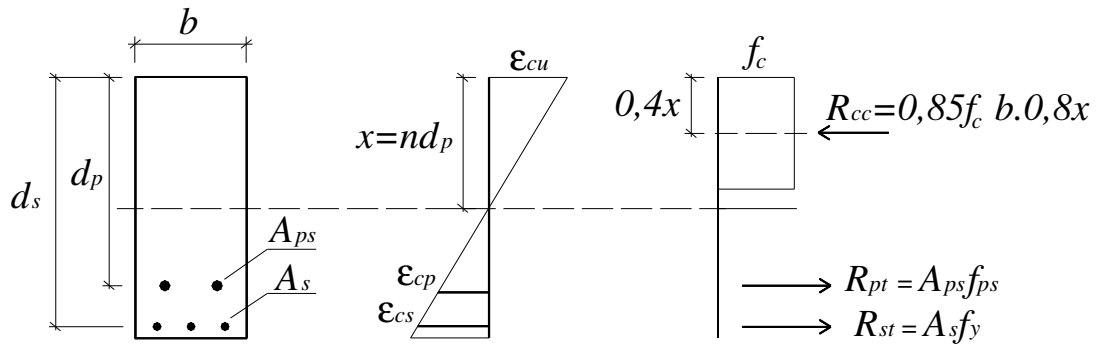


Figura 2.15 – Geometria, deformações e esforços em seção transversal submetida a Estado Limite Último de ruptura

O equilíbrio de forças na seção transversal resulta na equação (2.36).

$$n = \frac{r f_{ps}}{\alpha f_c} + \frac{r_1 f_y}{\alpha f_c} \quad (2.36)$$

onde:

- $n = x/d_p$: razão entre a profundidade da linha neutra e altura útil da armadura de protensão d_p
- $r = A_{ps} / (b d_p)$
- $r_1 = A_s / (b d_p)$
- α : coeficiente dado por $(0,85) \times (0,8) = 0,68$

Tam e Pannell (1976) atribuíram para armadura de protensão um módulo de elasticidade E_p constante, e desprezaram o alongamento das fibras de concreto adjacentes à armadura que ocorre fora da zona plastificada. A relação entre f_{ps} e f_{pe} pode, dessa maneira, ser expressa pela equação (2.37).

$$f_{ps} = f_{pe} + \frac{\Delta E_p}{l} \quad (2.37)$$

onde:

Δ : alongamento da fibra de concreto adjacente à altura da armadura de protensão, que ocorre ao longo do comprimento da zona plastificada
 l : comprimento do vão

Os autores definiram o *parâmetro de comprimento de plastificação* (Ψ), como sendo a razão entre o comprimento da zona plastificada e a profundidade da linha neutra, conforme a equação (2.38).

$$\Psi = \frac{l_p}{x} = \frac{l_p}{nd_p} \quad (2.38)$$

onde:

l_p : comprimento da zona plastificada

Considerando que a deformação do concreto à altura da armadura de protensão (ϵ_{cp}) pode ser dada pela equação (2.39) e a igualdade da equação (2.40), pode ser estabelecida entre f_{ps} e (Ψ) a relação (2.41).

$$\epsilon_{cp} = \frac{(1-n)}{n} \epsilon_{cu} \quad (2.39)$$

$$\Delta = \epsilon_{cp} \Psi nd = \Psi \epsilon_{cu} (1-n) d_p \quad (2.40)$$

$$f_{ps} = f_{pe} + \Psi \epsilon_{cu} (1-n) E_p \frac{d}{l} \quad (2.41)$$

Substituindo a equação (2.36) na equação (2.41), pode ser deduzido (2.42), onde o valor de (ψ) é expresso em função de f_{ps} , f_{pe} , A_{ps} e A_s .

$$\Psi = \frac{f_{ps} - f_{pe}}{\epsilon_{cu} \left[1 - \frac{r f_{ps} + r_1 f_y}{\alpha f_c} \right] \frac{d_p}{l} E_p} \quad (2.42)$$

Tam e Pannell (1976) consideraram como deformação de ruptura do concreto ϵ_{cu} o valor de 0,003. Eles obtiveram portanto, substituindo os resultados experimentais de f_{ps} na equação (2.42), um valor de (ψ) para cada protótipo ensaiado, recomendando finalmente para análise a utilização do valor 10,5.

Reorganizando-se os termos da equação (2.42), tem-se a equação (2.43) para o cálculo de f_{ps} , onde deve ser utilizado o parâmetro ψ com valor 10,5.

$$f_{ps} = \frac{f_{pe} + \lambda(\alpha f_c - r_1 f_y)}{1 + \lambda r} \quad (2.43)$$

onde:

λ : parâmetro dado conforme a equação (2.44)

$$\lambda = \frac{\Psi \epsilon_{cu} E_p d_p}{l \alpha f_c} \quad (2.44)$$

2.2.2.2 Harajli (1990)

Harajli (1990) elaborou um método semi-empírico em que, por meio de uma análise do tipo compatibilidade de deformações, o alongamento na armadura não aderente é expresso em função do comprimento da zona plastificada e introduzido, dessa forma, nas equações de equilíbrio de esforços na seção transversal. O método assume três hipóteses simplificadoras: há uma distribuição linear das deformações dos materiais ao longo da altura da seção transversal; o alongamento da armadura não aderente é ocasionado pelas deformações que ocorrem dentro da zona de plastificação, somente; e a força de atrito que se desenvolve entre a armadura de protensão e seu revestimento, por ocasião do acréscimo de deformações, é negligenciada.

Harajli (1990) adota para o comprimento da zona plastificada, um *comprimento de plastificação equivalente* (l_p^{eq}), dado por $l_p^{eq} = L_o + 2L_p$, onde L_p e L_o são dados pelas equações (2.9) e (2.10), respectivamente, conforme indicado em 2.1.3. Considerando o estado de deformações na ruptura e que a deformação $\Delta\epsilon$ das fibras de concreto à altura da armadura de protensão, ocasionada pelo carregamento, ocorre somente dentro da zona de plastificação, podem ser estabelecidas as relações (2.45), (2.46) e (2.47).

$$\Delta\epsilon = \frac{d_p - x}{x} \epsilon_{cu} \quad (2.45)$$

onde:

$\Delta\epsilon$: acréscimo de deformação da fibra de concreto na altura do cabo de protensão, desde o estado de descompressão até a ruptura

ϵ_{cu} : deformação limite de compressão do concreto, na ruptura

$$\Delta l_{ps} = (\Delta\epsilon + \epsilon_{ce}) l_p^{eq} \quad (2.46)$$

onde:

Δl_{ps} : incremento de alongamento do cabo de protensão, entre as ancoragens

ϵ_{ce} : deformação pré-existente na fibra de concreto na altura do cabo de protensão

$$\Delta \epsilon_{ps} = \frac{\Delta l_{ps}}{l} \quad (2.47)$$

onde:

$\Delta \epsilon_{ps}$: incremento de deformação da armadura de protensão, desde a deformação efetiva (ϵ_{pe}) até a ruptura

Combinando as equações (2.45) a (2.47), pode-se expressar a deformação ϵ_{ps} da armadura de protensão, correspondente à tensão última de protensão f_{ps} , pela equação (2.48).

$$\epsilon_{ps} = \epsilon_{pe} + \Delta \epsilon_{ps} = \epsilon_{pe} + \epsilon_{ce} \left(l_p^{eq} / l \right) + \epsilon_{cu} \frac{d_p - x}{x} \left(l_p^{eq} / l \right) \quad (2.48)$$

onde:

$\Delta \epsilon$: acréscimo de deformação da fibra de concreto na altura do cabo de protensão, desde o estado de descompressão até a ruptura

ϵ_{cu} : deformação limite de compressão do concreto, na ruptura

A posição da linha neutra pode ser obtida com a equação (2.49), onde os termos da equação (2.48) foram reordenados.

$$x = \frac{\epsilon_{cu} \left(l_p^{eq} / l \right) d_p}{\epsilon_{ps} - \left[\epsilon_{pe} + \epsilon_{ce} \left(l_p^{eq} / l \right) \right] + \epsilon_{cu} \left(l_p^{eq} / l \right)} \quad (2.49)$$

O equilíbrio de forças na seção transversal submetida ao Estado Limite Último, para o caso geral de seção transversal em T, resulta na equação (2.50).

$$A_{ps} f_{ps} + A_s f_y - A_s' f_y = 0,85 f_c b_w 0,8x + C_f \quad (2.50)$$

onde:

A_s' : área da armadura passiva de compressão

b_w : largura da alma

C_f : parcela de compressão do concreto devido à mesa de largura reduzida ($b_f - b_w$);
para seção retangular, $C_f = 0$

b_f : largura da mesa

Substituindo a equação (2.49) em (2.50), resulta a expressão (2.51) para o cálculo de f_{ps} . As incógnitas da equação são f_{ps} e ϵ_{ps} , cuja solução é a interseção da equação (2.51) com a equação que expressa a relação constitutiva do aço de protensão.

$$f_{ps} = \frac{1}{A_{ps}} \frac{0,68 f_c b_w (l_p^{eq} / l) d_p \epsilon_{cu}}{\epsilon_{ps} - \epsilon_{pe} - (l_p^{eq} / l) (\epsilon_{ce} - \epsilon_{cu})} + \frac{(A_s' - A_s) f_y + C_f}{A_{ps}} \quad (2.51)$$

2.2.2.3 Lee et al. (1999)

O método de Lee et al. (1999) assume, inicialmente, uma aproximação teórica por meio de três requerimentos básicos: uma equação de equilíbrio de momentos fletores, uma relação constitutiva do aço de protensão e uma equação de compatibilidade.

Ao contrário de Harajli (1990), que derivou uma equação de equilíbrio de forças, Lee et al. (1999) derivaram uma equação de equilíbrio de momentos fletores no Estado Limite Último, conforme apresentado em (2.52).

$$0,85 f_c b_0,8x(d_e - 0,4x) = A_{ps} f_{ps}(d_p - 0,4x) + A_s f_y(d_s - 0,4x) - A_s' f_y(d_e - 0,4x) \quad (2.52)$$

onde:

d_e : parâmetro dado pela equação (2.53)

$$d_e = \frac{A_{ps}f_{ps}d_p + A_s f_y d_s}{A_{ps}f_{ps} + A_s f_y} \quad (2.53)$$

A equação de compatibilidade foi derivada, assim como a de Harajli (1990), admitindo que não há atrito entre o cabo de protensão e a bainha, e que o alongamento da armadura pretendida ocorre devido à deformação da zona plastificada, somente. A deformação ϵ_{ps} correspondente à tensão última de protensão é dada, portanto, pela equação (2.54). Reorganizando-se a equação (2.54) na forma da equação (2.55) e introduzindo-a na equação (2.52), tem-se a expressão (2.56) para a variável f_{ps} .

$$\epsilon_{ps} = \epsilon_{pe} + \left[\epsilon_{cu} \frac{d_p - x}{x} \right] (l_p^{eq} / l) \quad (2.54)$$

$$x = \frac{(l_p^{eq} / l) \epsilon_{cu} d_p}{\epsilon_{ps} - \epsilon_{pe} + (l_p^{eq} / l) \epsilon_{cu}} \quad (2.55)$$

$$f_{ps} = \frac{1}{\alpha_p A_{ps}} \frac{0,85 f_c b 0,8 \epsilon_{cu} (l_p^{eq} / l) d_p}{\epsilon_{ps} - \epsilon_{pe} + \epsilon_{cu} (l_p^{eq} / l)} + \frac{(A_s' - \alpha_s A_s) f_y}{\alpha_p A_{ps}} \quad (2.56)$$

onde:

α_s : parâmetro dado pela equação (2.57)

α_p : parâmetro dado pela equação (2.58)

$$\alpha_s = \frac{(d_s - 0,4x)}{(d_e - 0,4x)} \quad (2.57)$$

$$\alpha_p = \frac{(d_p - 0,4x)}{(d_e - 0,4x)} \quad (2.58)$$

Os autores admitem que $l_p^{eq} = l/f + d_p$, resultando na equação (2.59), que é equivalente à equação (2.14) apresentada em 2.1.4.

$$\frac{l_p^{eq}}{l} = \frac{l/f + d_p}{l} = \frac{1}{f} + \frac{1}{l/d_p} \quad (2.59)$$

Eles admitiram ainda que a deformação no aço de protensão ocorre somente dentro do domínio elástico de deformação, resultando a equação constitutiva do aço de protensão em $f_{ps} = E_p \epsilon_{ps}$. Multiplicando-se o numerador e o denominador do primeiro termo da equação (2.56) por E_p e adicionando-se o termo $(-f_{pe} + \epsilon_{cu} E_{ps} (l_p^{eq}/l))$ a ambos os lados, tem-se como resultado uma equação quadrática para solução de Δf_{ps} . Lee et al. (1999) reorganizaram os termos e, após algumas simplificações, obtiveram a equação (2.60), que expressa f_{ps} em função dos coeficientes K_1 , K_2 , K_3 e K_4 . Utilizando os resultados de 167 protótipos ensaiados experimentalmente por 13 pesquisadores, entre 1956 e 1997, os autores determinaram os valores dos coeficientes K_1 a K_4 que melhor se ajustam à regressão dos dados experimentais.

$$f_{ps} = K_1 + K_2 f_{pe} + K_3 \frac{(A_s' - A_s) f_y}{A_{ps}} + K_4 \sqrt{\frac{d_s}{A_{ps}} b f_c \left[\frac{1}{f} + \frac{1}{l/d_p} \right]} \quad [kN/cm^2] \quad (2.60)$$

onde:

$$\begin{aligned} K_1 &= 20,69 \\ K_2 &= 0,75 \\ K_3 &= (1/12) \\ K_4 &= 2,15 \end{aligned}$$

Lee et al. (1999) propuseram ainda uma redução nos coeficientes K_1 à K_4 , a fim de que a equação (2.60) fosse utilizada para análise, com alguma margem de segurança. A equação de análise, como foi denominada pelos próprios autores, é descrita em (2.61).

$$f_{ps} = 6,9 + 0,80f_{pe} + \frac{1}{15} \frac{(A_s' - A_s)f_y}{A_{ps}} + 2,10 \sqrt{\frac{d_s}{A_p} b f_c \left[\frac{1}{f} + \frac{1}{l/d_p} \right]} \quad [kN/cm^2] \quad (2.61)$$

2.2.2.4 Naaman e Alkhairi (1991b); Naaman et al. (2002)

Naaman et al. (2002), no trabalho realizado pelo Comitê 423 da junta ACI-ASCE, recomendaram também um método mais apurado para cálculo de Δf_{ps} , em relação ao apresentado em 2.2.1.7. Eles analisaram métodos propostos por diversos autores, escolhendo o elaborado por Naaman e Alkhairi (1991b), por apresentar a maior correlação com resultados experimentais, além de ser fundamentado no equilíbrio de esforços da seção transversal e levar em conta parâmetros como esbelteza à flexão e tipo de carregamento.

O método de Naaman e Alkhairi (1991b) estabelece um parâmetro que relaciona a deformação que ocorre na armadura não aderente com a deformação que ocorreria se esta armadura fosse aderente. Este parâmetro foi denominado *coeficiente de redução de deformação* ou *coeficiente de redução de aderência* (Ω_u), definido pela equação (2.62).

$$\Omega_u = \frac{\Delta \epsilon_{ps(ub)}}{\Delta \epsilon_{ps(bond)}} \quad (2.62)$$

onde:

Ω_u : coeficiente de redução de deformação, na seção transversal de momento fletor máximo

$\Delta \epsilon_{ps(ub)}$: deformação que ocorre na armadura não aderente, desde a deformação de referência ϵ_{pe} até o Estado Limite Último

$\Delta \epsilon_{ps(bond)}$: deformação que ocorreria na armadura, desde a deformação de referência ϵ_{pe} até o Estado Limite Último, se houvesse aderência

A solução proposta essencialmente reduz a análise de elementos com protensão não aderente à uma análise de elementos com protensão aderente, por meio da aplicação de Ω_u .

Naaman e Alkhairi (1991b) deduziram inicialmente que, para elementos com inércia constante e carregamento simétrico, o coeficiente de redução de deformação seria dado pelas equações (2.63) e (2.64), para seções não fissuradas e fissuradas, respectivamente.

$$\Omega = \frac{2}{l \Delta M_{max} (e_o)_{max}} \int_0^{l/2} \Delta M(z) e_o(z) dz \quad (2.63)$$

onde:

Ω : coeficiente de redução de deformação para seção não fissurada

z : distância do centro do vão até a seção em estudo

$e_o(z)$: excentricidade do cabo de protensão

$(e_o)_{max}$: excentricidade do cabo de protensão na seção central

$\Delta M(z)$: acréscimo de momento fletor além do momento fletor devido ao peso próprio da estrutura

ΔM_{max} : valor de $\Delta M(z)$ na seção central

$$\Omega_c = \Omega \frac{I_{cr}}{I_g} + \frac{2}{l} \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right) \int_0^{l_c/2} \frac{\Delta M(z) e_o(z) dz}{\Delta M_{max} (e_o)_{max}} \quad (2.64)$$

onde:

I_{cr} : momento de inércia da seção fissurada

I_g : momento de inércia da seção não fissurada

l_c : extensão da zona fissurada

Os autores tentaram estender as equações (2.63) e (2.64) para aplicação no Estado Limite Último, assumindo l_c como sendo o comprimento da zona plastificada. Entretanto, não foi encontrada uma solução satisfatória que se ajustasse de forma adequada aos resultados experimentais disponíveis.

Naaman e Alkhairi (1991b), então, utilizaram resultados de 143 protótipos oriundos de dez diferentes pesquisas, realizadas entre 1962 e 1990, para ajustar um coeficiente de redução de

deformações no Estado Limite Último (Ω_u). Este coeficiente, dado pela equação (2.62), foi relacionado com o valor de f_{ps} e com as deformações na seção transversal, de acordo com a equação (2.65). Dessa maneira, a equação (2.65) deve ser simultaneamente utilizada com a equação de equilíbrio de forças na seção transversal no Estado Limite Último (2.66), resultando em uma equação quadrática para a solução do valor de x e f_{ps} . Os autores assumem que a armadura de protensão permanece em seu domínio de deformações elásticas, resultando na relação $f_{ps} = E_{ps}\epsilon_{ps}$. Os valores de Ω_u foram estipulados conforme o tipo de carregamento, e reduzidos a fim de que uma margem de segurança fosse obtida.

$$f_{ps} = f_{pe} + \Omega_u E_{ps} \epsilon_{cu} \left(\frac{d_p}{x} - 1 \right) \frac{L_1}{L_2} \quad (2.65)$$

onde:

L_1 : soma dos comprimentos dos vãos carregados que contém cabos não aderentes

L_2 : extensão total do cabo não aderente, entre ancoragens

$\Omega_u = 3/(l/d_p)$; para carregamento distribuído ou nos terços médios

$\Omega_u = 1,5/(l/d_p)$; para carregamento concentrado

ϵ_{cu} : deformação máxima no concreto comprimido, admitida como 0,003

$$A_{ps} f_{ps} + A_s f_y = 0,85 f_c b 0,8x \quad (2.66)$$

2.2.2.5 Código Canadense A23.3-94 (CSA, 1994)

O código canadense A23.3-94 (1994) utiliza a equação empírica (2.67) para estimar o valor de Δf_{ps} . O valor da profundidade da linha neutra (x) deverá ser calculado por (2.68), que resulta do equilíbrio de esforços da seção transversal, no Estado Limite Último. O método foi baseado em resultados de testes experimentais realizados em elementos simplesmente apoiados. Os resultados obtidos com carregamento concentrado foram descartados sob alegação de que este tipo de carregamento raramente ocorre.

$$f_{ps} = f_{pe} + 800 \frac{(d_p - x)}{l_c} \leq f_{py} \quad [kN/cm^2] \quad (2.67)$$

onde:

l_c : razão entre o comprimento do cabo entre ancoragens e o número de rótulas plásticas necessárias para que ocorra o mecanismo de ruptura no vão considerado

x : profundidade da linha neutra, transcrita segundo o código canadense na equação (2.68)

$$x = \frac{\phi_p A_{ps} f_{py} + \phi_s A_s f_y}{0,85 \phi_c \beta_1 f_c b} \quad (2.68)$$

onde:

ϕ_p : coeficiente de redução de resistência para o aço de protensão (0,90)

ϕ_s : coeficiente de redução de resistência para a armadura passiva (0,85)

ϕ_c : coeficiente de redução de resistência para o concreto (0,6)

β_1 : coeficiente aplicado na obtenção do retângulo equivalente de tensões no concreto, no Estado Limite Último

2.2.3 Métodos Numéricos

Nos métodos numéricos, a não-linearidade física geralmente é considerada na relação constitutiva dos materiais. A estrutura é usualmente analisada pela formulação de elementos finitos. Os elementos são discretizados e integrados de forma que o equilíbrio de forças seja estabelecido em todo o elemento, por meio da compatibilidade de deslocamentos. Dessa maneira, o tipo de carregamento e o perfil do cabo de protensão são também considerados.

O modelo numérico de Barbieri (2003) foi a ferramenta utilizada para realização deste trabalho. Suas características pertinentes à pesquisa serão descritas mais detalhadamente no Capítulo 3.

2.2.4 Aplicação dos Métodos de Previsão de Δf_{ps}

Neste item, serão comparados resultados experimentais dos valores de Δf_{ps} e f_{ps} com os obtidos através da aplicação de alguns dos métodos empíricos e semi-empíricos descritos anteriormente.

Foram tomados para comparação, os resultados experimentais de 64 protótipos, ensaiados por Tam e Pannell (1976), Tao e Du (1985), Harajli e Kanj (1991) e Chakrabarti (1995). Em todos os protótipos foi aplicada protensão parcial, ou seja, todos possuíam alguma quantidade de armadura passiva. Foram também considerados somente elementos bi-apoiados, pois o valor de Δf_{ps} em elementos contínuos depende fortemente do padrão de carregamento e do mecanismo de ruptura.

Resultados experimentais para tensão última de protensão e incremento de tensão foram denominados f_{ps-exp} e Δf_{ps-exp} , respectivamente. Resultados obtidos com a aplicação dos métodos de previsão, para tensão última de protensão e incremento de tensão, foram denominados $f_{ps-prev}$ e $\Delta f_{ps-prev}$, respectivamente. A comparação foi feita por meio de gráficos de dispersão dos pontos (f_{ps-exp} , $f_{ps-prev}$) e (Δf_{ps-exp} , $\Delta f_{ps-prev}$). Foram traçadas nos gráficos as retas correspondentes à correlação perfeita entre as variáveis, ou seja, quando a razão ($f_{ps-prev} / f_{ps-exp}$) e ($\Delta f_{ps-prev} / \Delta f_{ps-exp}$) é igual a 1.

Os métodos utilizados na comparação foram os métodos empíricos de Mattock et al. (1971), Tao e Du (1985), Kordina e Hegger (1987), Harajli e Kanj (1991), Chakrabarti (1995), Naaman et al. (2002), ACI 318-02 (2002) e o método semi-empírico de Harajli (1990). O método empírico de Cooke et al. (1981) não foi considerado por ter sido derivado a partir de elementos com protensão total.

Na figura 2.16, é apresentada a comparação de resultados obtidos com o método de Mattock et al. (1971). Observa-se, em geral, que os resultados de $\Delta f_{ps-prev}$ são conservadores. Já para os protótipos ensaiados por Tam e Pannell (1976), os resultados de $\Delta f_{ps-prev}$ foram ligeiramente superiores aos resultados experimentais. Pode-se constatar, também, que nos resultados de tensão última a dispersão em torno da reta de correlação perfeita é menor, em comparação com resultados de incremento de tensão.

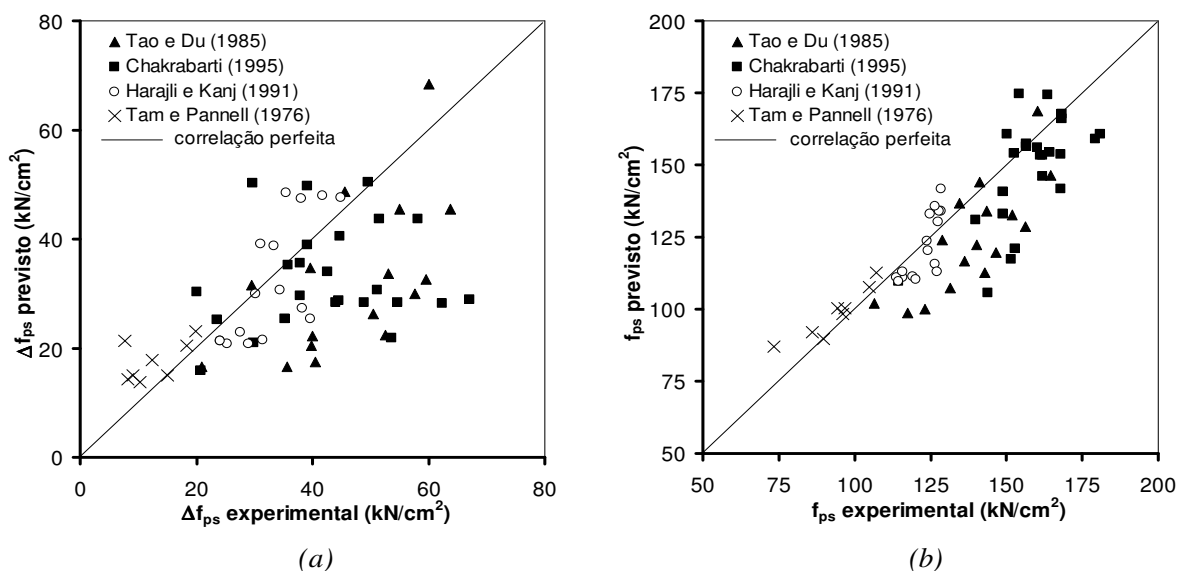


Figura 2.16 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Mattock et al. (1971): a) Valores de Δf_{ps} ; b) Valores de f_{ps}

A figura 2.17 retrata os resultados obtidos para o método de Tao e Du (1985). Os resultados de Δf_{ps} se mostram, principalmente para protótipos com carregamento concentrado, contra a segurança, pois grande parte dos pontos está situada à esquerda da reta de correlação perfeita. Os resultados de $f_{ps-prev}$ já apresentam maior aproximação dos valores de f_{ps-exp} . Vale destacar que o método de previsão utilizado foi elaborado com base em ensaios de protótipos submetidos a carregamento nos terços médios, somente.

Na figura 2.18 são retratados os resultados obtidos com a utilização do método de Kordina e Hegger (1987). Os resultados foram ligeiramente menos dispersos que os resultados obtidos no método de Tao e Du (1985).

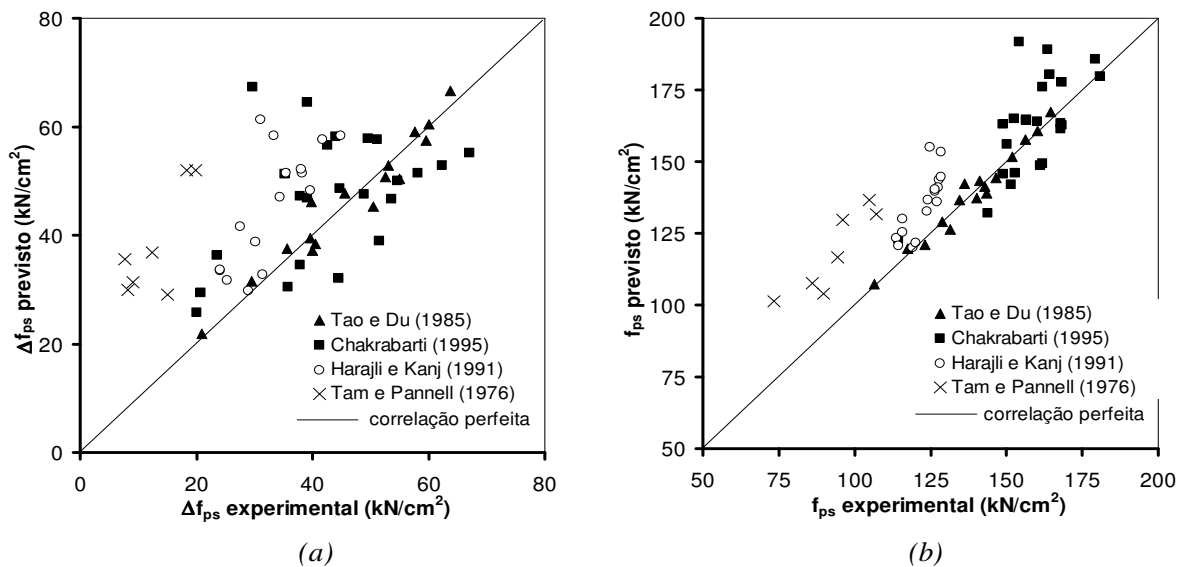


Figura 2.17 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Tao e Du (1985): *a*) Valores de Δf_{ps} ; *b*) Valores de f_{ps}

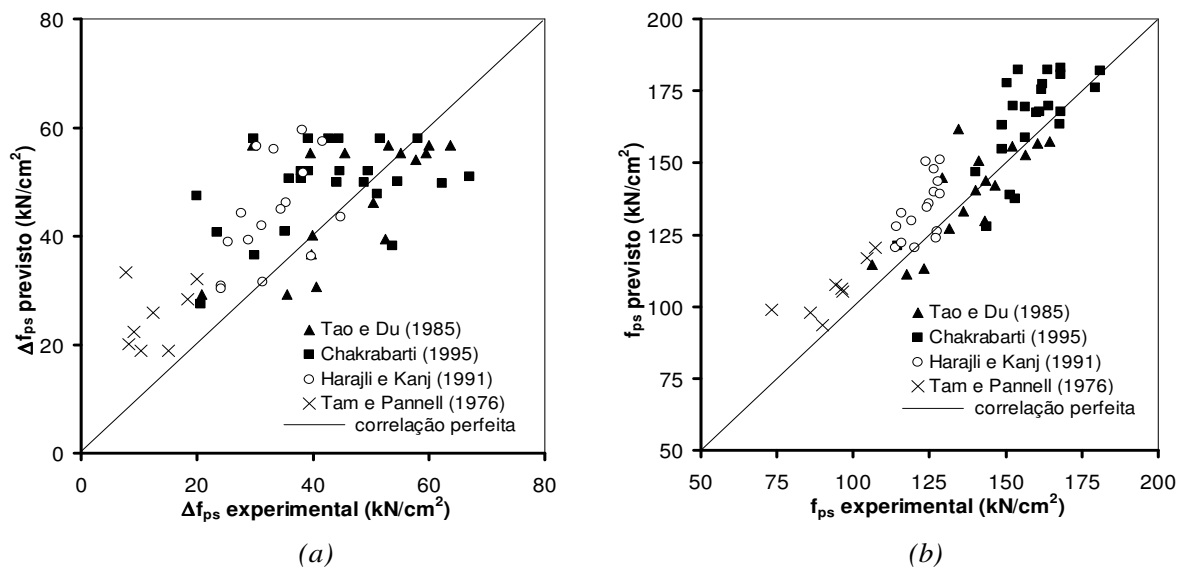


Figura 2.18 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Kordina e Hegger (1987): *a*) Valores de Δf_{ps} ; *b*) Valores de f_{ps}

Os resultados da utilização do método de Harajli e Kanj (1991) são apresentados na figura 2.19. Os resultados se apresentam mais conservadores em relação aos métodos de Tao e Du e Kordina e Hegger, sendo mais precisos para protótipos com carregamento concentrado.

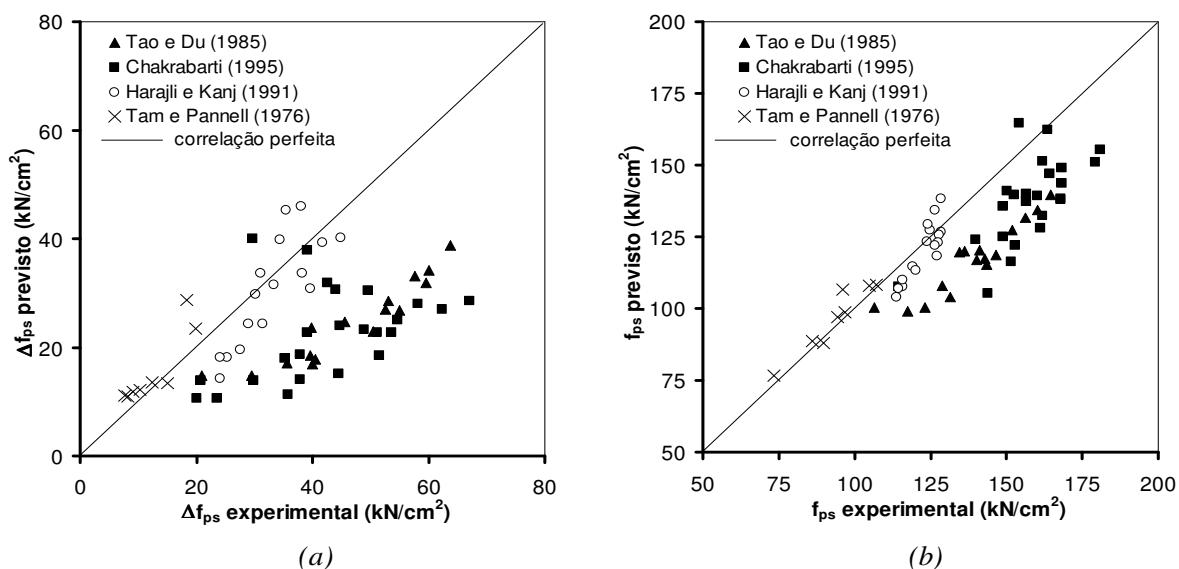


Figura 2.19 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Harajli e Kanj (1991): *a*) Valores de Δf_{ps} ; *b*) Valores de f_{ps}

Resultados similares são obtidos com a aplicação do método de Chakrabarti (1995), como demonstra a figura 2.20.

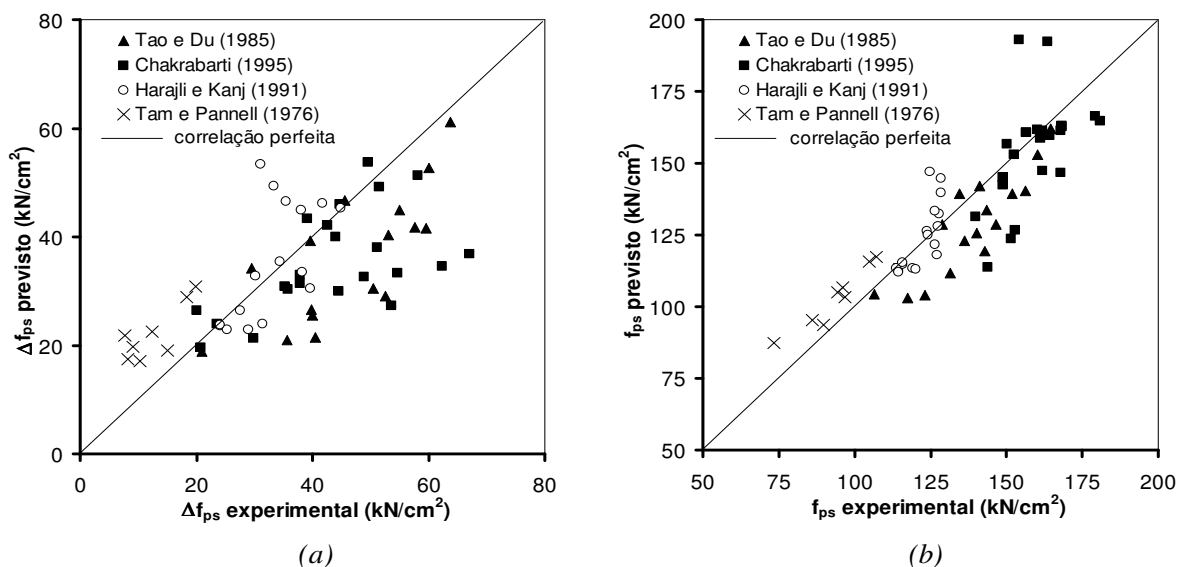


Figura 2.20 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Chakrabarti (1995): *a*) Valores de Δf_{ps} ; *b*) Valores de f_{ps}

Os resultados do método de Naaman et al. (2002) e do ACI 318 (2002), apresentados nas figuras 2.21 e 2.22, respectivamente, podem ser considerados os mais conservadores. O método de Naaman considera para o valor de $\Delta f_{ps-prev}$ um valor praticamente constante.

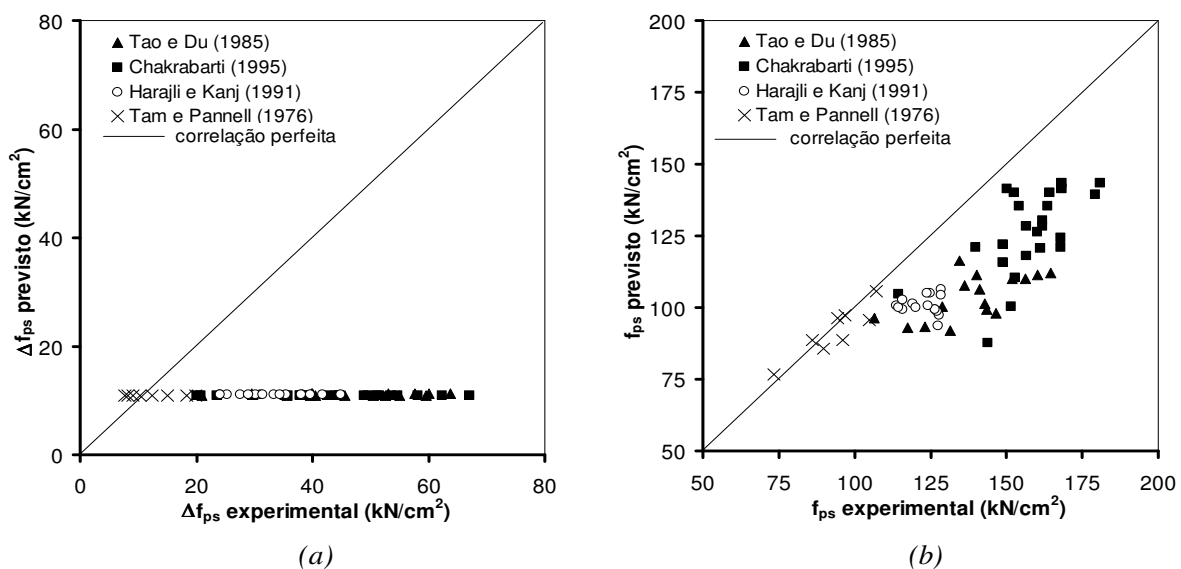


Figura 2.21 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico de Naaman et al. (2002): a) Valores de Δf_{ps} ; b) Valores de f_{ps}

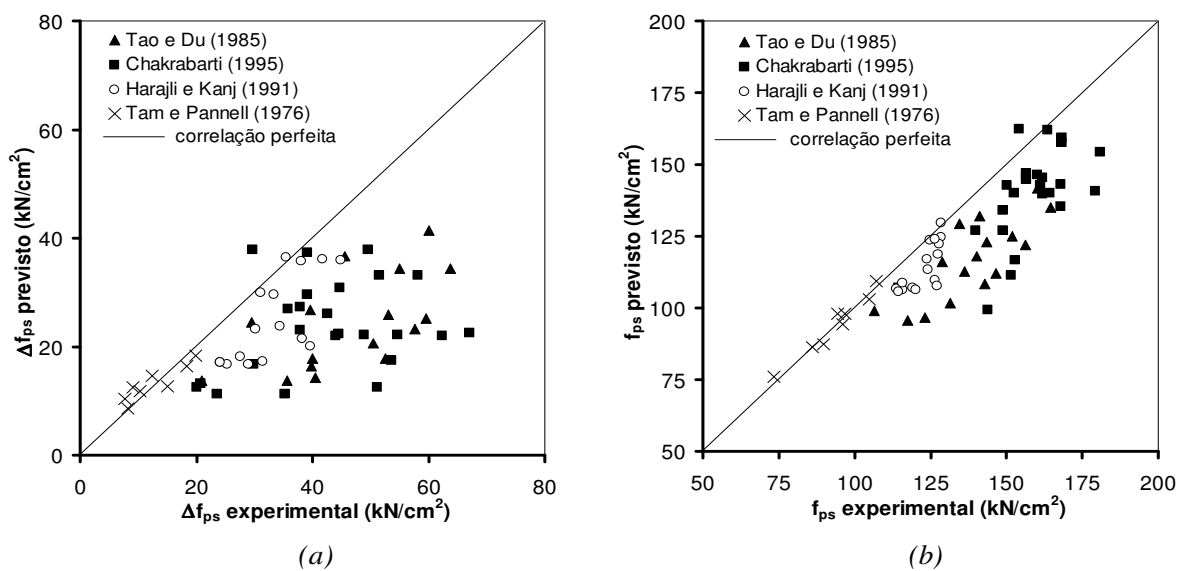


Figura 2.22 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método empírico do ACI 318-02 (2002): a) Valores de Δf_{ps} ; b) Valores de f_{ps}

Os resultados da utilização do método semi-empírico de Harajli (1990) são retratados na figura 2.23. Apesar de constituir-se de um método semi-empírico, este não apresentou resultados mais precisos em comparação com alguns dos métodos citados anteriormente.

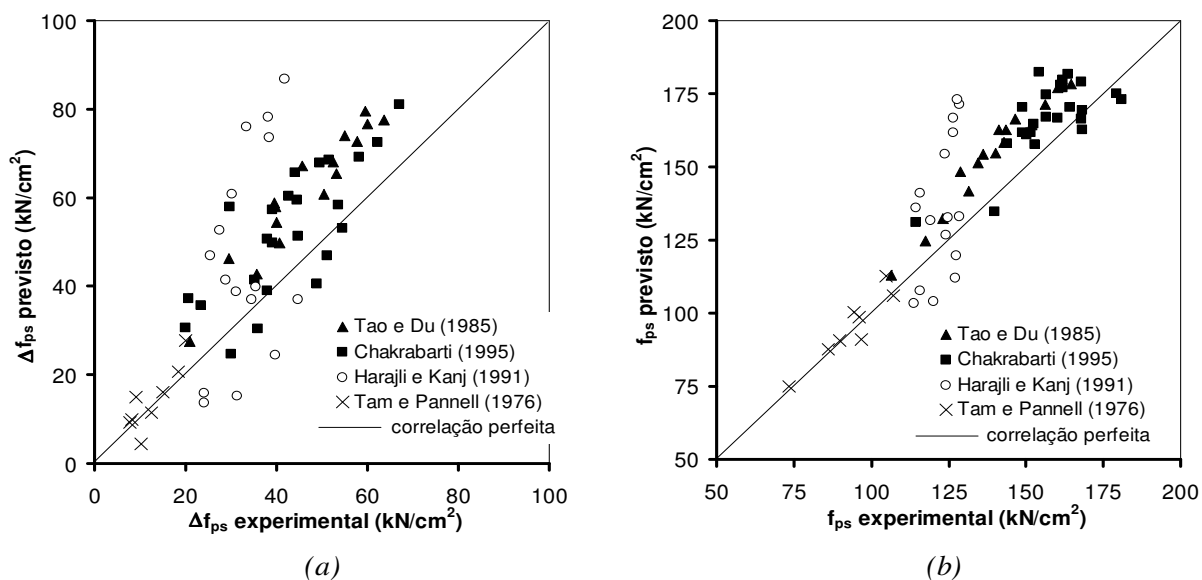


Figura 2.23 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para o método semi-empírico de Harajli (1990): *a*) Valores de Δf_{ps} ; *b*) Valores de f_{ps}

A figura 2.24 apresenta ainda resultados de f_{ps-exp} comparados aos resultados de $f_{ps-prev}$ sem a consideração do incremento de tensão Δf_{ps} . O código europeu *CEB-FIP Model Code 1990* (1993) recomenda este procedimento, quando uma análise mais apurada, baseada na compatibilidade de deslocamentos, não for realizada. Os resultados de $f_{ps-prev}$ foram, obviamente, os que mais se distanciaram, a favor da segurança, da reta de correlação perfeita.

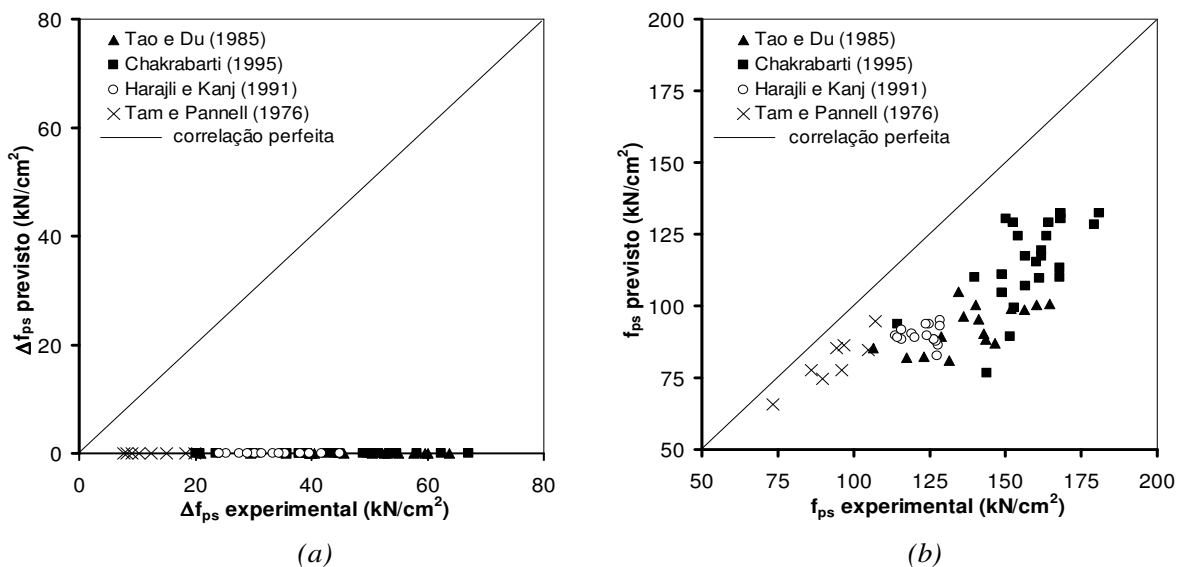


Figura 2.24 – Comparação de resultados experimentais e teóricos desconsiderando-se os valores de Δf_{ps} : a) Valores de Δf_{ps} ; b) Valores de f_{ps}

A tabela 2.1 apresenta as médias e desvios padrões das razões ($f_{ps-prev} / f_{ps-exp}$) e ($\Delta f_{ps-prev} / \Delta f_{ps-exp}$), bem como o tamanho da amostra testada em cada método.

Tabela 2.1 – Médias e desvios-padrão de ($f_{ps-prev} / f_{ps-exp}$) e ($\Delta f_{ps-prev} / \Delta f_{ps-exp}$) para cada método de previsão de Δf_{ps} testado

| Métodos Empíricos | $(\Delta f_{ps-prev} / \Delta f_{ps-exp})$ | | | $(f_{ps-prev} / f_{ps-exp})$ | | | número de protótipos |
|--|--|---------------|--------|------------------------------|---------------|--------|----------------------|
| | média | desvio padrão | CV (%) | média | desvio padrão | CV (%) | |
| Mattock et al. (1971) | 0,92 | 0,40 | 43,7 | 0,96 | 0,09 | 9,4 | 64 |
| Tao e Du (1985) | 1,40 | 0,74 | 52,9 | 1,07 | 0,10 | 9,3 | 62 |
| Kordina e Hegger (1987) | 1,34 | 0,55 | 41,0 | 1,06 | 0,09 | 8,5 | 64 |
| Harajli e Kanj (1991) | 0,72 | 0,31 | 43,1 | 0,91 | 0,09 | 9,9 | 64 |
| Chakrabarti (1995) | 1,05 | 0,47 | 44,8 | 0,99 | 0,09 | 9,1 | 64 |
| Naaman et al. (2002) | 0,38 | 0,27 | 71,1 | 0,82 | 0,09 | 11,0 | 64 |
| ACI 318-02 (2002) | 0,67 | 0,26 | 38,8 | 0,90 | 0,08 | 8,9 | 64 |
| Desconsiderando valor de Δf_{ps} | 0,00 | 0,00 | | 0,73 | 0,08 | 11,0 | 64 |
| Método Semi-Empírico Harajli (1990) | 1,29 | 0,39 | 30,2 | 1,08 | 0,10 | 9,3 | 64 |

3 Metodologia de Pesquisa

Para que fosse quantificada a influência de determinados parâmetros no valor do incremento de tensão Δf_{ps} de elementos com armaduras não aderentes, um amplo estudo paramétrico foi realizado. Neste capítulo, serão inicialmente apresentados os parâmetros que, dentre aqueles já abordados no capítulo anterior, foram considerados na realização deste estudo. Esta dissertação trata da análise de elementos estruturais lineares unidimensionais – vigas ou lajes apoiadas em uma direção. Será portanto, em seguida, descrito o protótipo modelo utilizado na pesquisa, idealizado de forma a permitir a ampla variação dos parâmetros em questão. A metodologia de variação dos parâmetros e as configurações estruturais do protótipo modelo utilizadas no trabalho, serão também apresentadas. As características do modelo numérico utilizado para a análise serão, por fim, abordadas.

3.1 Parâmetros de Estudo

Foi apresentado no Capítulo 2 uma revisão dos parâmetros considerados pela literatura como de maior influência no valor de Δf_{ps} , sendo eles:

1. Índice de protensão parcial (PPR_e);
2. Taxa mecânica total de armadura (ω_e);
3. Índice de esbeltez à flexão (l/d_p);
4. Tipo de carregamento;
5. Continuidade da estrutura

Foram considerados, na análise paramétrica, os itens 1 ao 4, de maneira que as estruturas com continuidade não foram abordadas. Tendo em vista que o valor de Δf_{ps} em elementos contínuos depende, segundo vários autores, do padrão de carregamento e dos mecanismos de ruptura, inúmeras poderiam ser as configurações para o estudo deste parâmetro. Este parâmetro, por si só, poderia ser objeto de uma pesquisa isolada.

O índice de protensão parcial foi estudado, referindo-se seu valor à tensão efetiva f_{pe} (PPR_e), devido ao conhecimento prévio da mesma. A equação (3.1) apresenta novamente o índice PPR_e em função de f_{pe} . Elementos com protensão total ($PPR_e = 1$) não foram estudados devido ao fato de comportarem-se não à flexão, mas sim, como arcos abatidos atirantados, após o início da fissuração. Este comportamento afeta de maneira significativa a evolução da tensão na armadura de protensão, até o Estado Limite Último.

$$PPR_e = \frac{A_{ps}f_{pe}}{A_{ps}f_{pe} + A_s f_y} \quad (3.1)$$

A taxa mecânica total de armadura foi igualmente referida à tensão efetiva de protensão (ω_e). Conforme apresentada anteriormente, ela é definida por um conjunto de parâmetros, indicados novamente na equação (3.2).

$$\omega_e = \frac{A_{ps}f_{pe}}{bd_p f_c} + \frac{A_s f_y}{bd_s f_c} \quad (3.2)$$

Percebe-se, na equação (3.2), que o valor de ω_e depende de uma série de parâmetros, de maneira que uma mesma taxa de armadura pode resultar de diferentes combinações destas variáveis. Estes parâmetros, A_{ps} , A_s , f_{pe} , f_y , d_p , d_s , b e f_c são denominados **parâmetros internos de ω_e** . Foram estudados parametricamente neste trabalho, os parâmetros A_{ps} , A_s , f_{pe} , f_y e d_s , que, então combinados, resultaram em uma ampla faixa de valores dos parâmetros ω_e e PPR_e . A largura da seção transversal (b) e a resistência à compressão do concreto (f_c) foram mantidas constantes para que fosse reduzido o número de fatores influentes sobre o incremento de tensão Δf_{ps} .

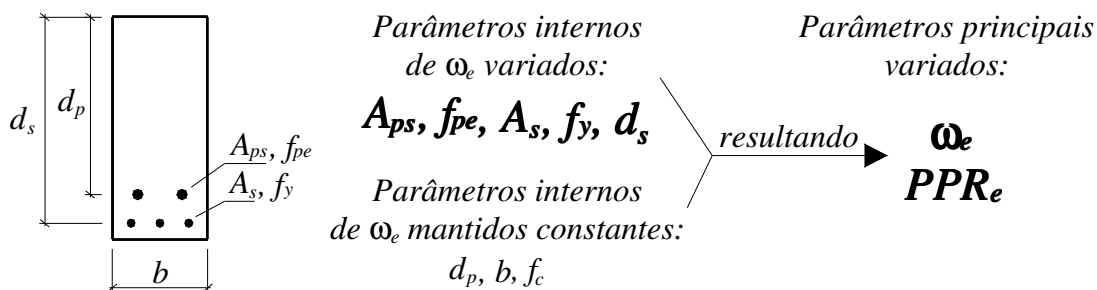
A influência do índice de esbelteza à flexão (l/d_p) foi estudada pela variação do comprimento do vão (l) do protótipo modelo, já que a altura da seção transversal (h) e a altura útil da armadura de protensão (d_p) foram mantidas constantes.

Três foram as configurações de carregamento estudadas, que se constituem nas principais formas tratadas na literatura: carregamento nos terços médios, carregamento concentrado e carregamento distribuído.

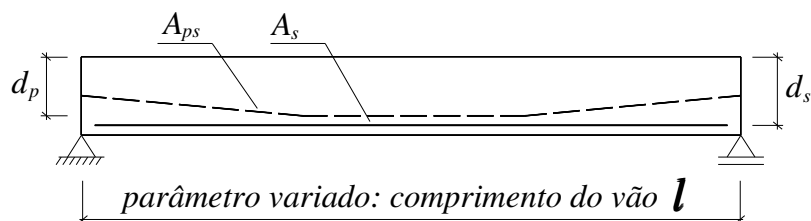
Os parâmetros estudados na pesquisa foram, portanto, os seguintes:

- Parâmetros internos de $\omega_e - A_{ps}, A_s, f_{pe}, f_y$ e d_s – e os parâmetros ω_e e PPR_e resultantes das combinações destes parâmetros internos
- O índice de esbeltez à flexão l/d_p , por meio da variação do parâmetro l
- O **tipo de carregamento**

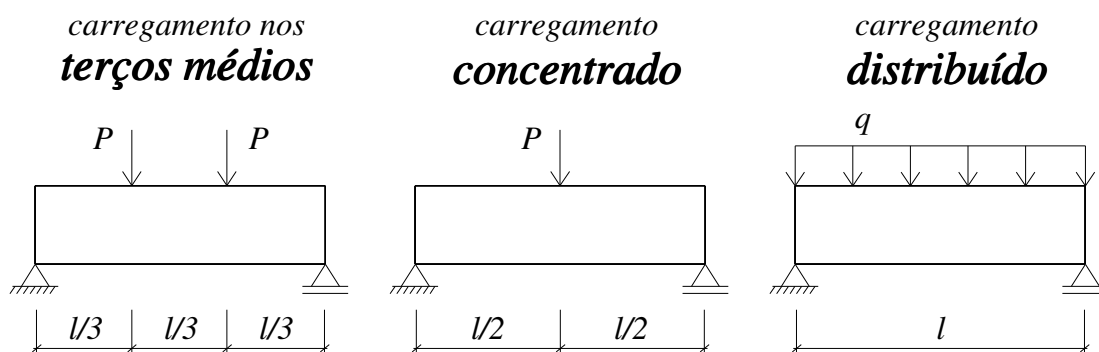
Na figura 3.1, é mostrado um resumo esquemático dos parâmetros abordados pela pesquisa. Os **parâmetros internos de ω_e** , que compõem também o valor de PPR_e , podem ser entendidos como parâmetros da seção transversal, e estão indicados na figura 3.1(a). Os demais parâmetros estudados, índice de esbeltez à flexão (l/d_p) e tipo de carregamento, são representados nas figuras 3.1(b) e (c), respectivamente.



(a)



(b)



(c)

Figura 3.1 – Parâmetros variados na análise paramétrica:

a) Parâmetros da seção transversal; b) Índice de esbeltez à flexão;

c) Tipo de carregamento

3.2 Protótipo Idealizado para o Estudo

Este trabalho refere-se a elementos lineares. O protótipo modelo arbitrado para a realização do estudo paramétrico caracterizou-se por uma laje bi-apoiada, com seção transversal de 20

cm de altura e 100 cm de largura, mostrada na figura 3.2. O perfil do cabo de protensão é poligonal, variando sua altura útil ao longo do comprimento do elemento, desde as seções extremas de ancoragem, onde situa-se no centro de gravidade da seção, até o início do terço médio do vão, região onde assume uma altura d_p constante de 15,5 cm. Esta configuração geométrica permitiu, em conjunto com as propriedades adotadas para o concreto, ampla variedade para as áreas de armadura de protensão A_{ps} , tensões efetivas f_{pe} e comprimentos de vão l , tendo em vista a limitação das tensões oriundas da protensão.

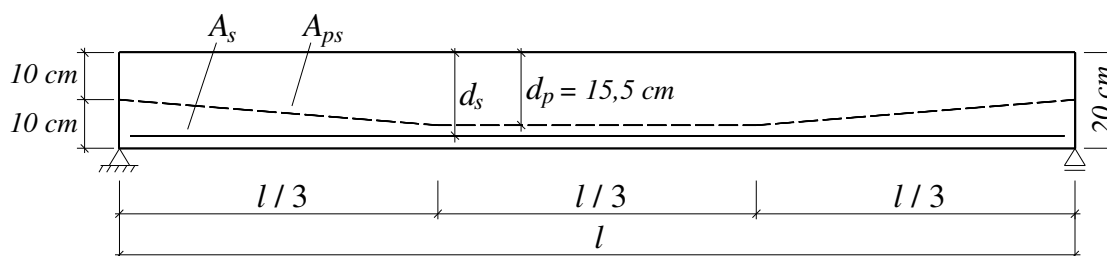


Figura 3.2 – Perfil longitudinal do protótipo modelo idealizado para o estudo paramétrico

As propriedades dos materiais, concreto, aço da armadura passiva e aço de protensão, são apresentados na tabela 3.1. As propriedades do aço de protensão foram arbitradas de modo a simular, durante as análises numéricas, o comportamento do aço **CP-190RB** – este utilizado no Brasil para produção de monocordoalhas engraxadas – conforme as especificações do fabricante. O valor de E_c foi calculado segundo a expressão indicada no ACI 318-02 (2002), utilizando-se nesta o valor arbitrado para f_c , de 4 kN/cm².

Os parâmetros da tabela 3.1, relativos às relações constitutivas dos materiais e ainda não definidos, serão abordados no item 3.5.3, na apresentação das relações constitutivas utilizadas no modelo numérico.

Tabela 3.1 – Propriedades dos materiais adotadas no protótipo modelo

| Concreto |
|--|
| Módulo de elasticidade: $E_c = 2993,8 \text{ kN/cm}^2$ |
| Resistência à compressão: $f_c = 4,0 \text{ kN/cm}^2$ |
| Resistência final à compressão: $f_{cf} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$ |
| Resistência à tração: $f_{ct} = 0,48 \text{ kN/cm}^2$ |
| Deformação de pico de resistência à compressão: $\epsilon_{co} = 0,002$ |
| Deformação de ruptura: $\epsilon_{cf} = 0,01$ |
| Parâmetro β de <i>tension stiffening</i> : $\beta = 4,0$ |
| Parâmetro β_σ de <i>tension stiffening</i> : $\beta_\sigma = 0,4$ |
| Aço de protensão |
| Módulo de elasticidade: $E_p = 19600 \text{ kN/cm}^2$ |
| Tensão convencional de escoamento: $f_{py} = 170,8 \text{ kN/cm}^2$ |
| Deformação convencional de escoamento: $\epsilon_{py} = 0,01$ |
| Tensão de ruptura: $f_{pu} = 190 \text{ kN/cm}^2$ |
| Deformação de ruptura: $\epsilon_{pu} = 0,071$ |
| Aço da armadura passiva |
| Módulo de elasticidade: $E_s = 21000 \text{ kN/cm}^2$ |
| Tensão de escoamento: $f_y = (\text{parâmetro variável})$ |
| Deformação de escoamento: $\epsilon_y = (f_y / E_s)$ |

3.3 Metodologia de Variação dos Parâmetros

Os parâmetros estudados nesta dissertação podem ser classificados em três categorias distintas: o grupo dos parâmetros internos de ω_e , relativo às propriedades da seção transversal; o grupo do parâmetro l , relativo à esbelteza à flexão dos elementos; e o grupo relativo ao tipo de carregamento aplicado. A variação dos parâmetros dentro de cada um destes grupos se deu de forma independente. Para análise, finalmente, os três grupos foram combinados entre si, de maneira que a cada protótipo com características distintas de seção transversal foram

aplicadas todas as combinações de índices de esbeltez e tipo de carregamento. A seguir, será descrita como foi realizada a variação paramétrica, dentro de cada categoria, separadamente.

3.3.1 Parâmetros Internos de ω_e

Chakrabarti (1995) já havia indicado em seu trabalho que valores ótimos de incremento de tensão Δf_{ps} são obtidos em elementos com índices de protensão parcial PPR variando entre 0,25 e 0,70, e taxas de armadura ω_t variando entre 0,075 e 0,250.

Inicialmente, então, foram arbitradas quatro lajes protótipo, com as características do modelo idealizado indicadas em 3.2, e com valores dos parâmetros A_{ps} , A_s , f_{pe} , f_y e d_s de maneira que índices moderados de PPR_e e taxas de armadura ω_e fossem obtidos. Nestas lajes protótipo, denominadas como **lajes de referência**, foram atribuídos para o parâmetro f_y , o valor de 50 kN/cm² – a tensão de escoamento dos aços nacionais de especificação **CA-50**, usualmente utilizados como armadura passiva; para a altura útil da armadura passiva d_s , o valor de 17,5 cm e para o parâmetro f_{pe} , o valor de 152 kN/cm² – correspondente a 80 % da tensão de ruptura da armadura de protensão (f_{pu}). Os valores dos parâmetros A_{ps} e A_s foram atribuídos de forma que resultassem em valores de PPR_e iguais à 0,30 e 0,70, e valores de ω_e iguais a 0,150 e 0,275. As quatro lajes protótipo de referência receberam, portanto, a seguinte nomenclatura, de acordo com os valores de PPR_e e ω_e :

- Laje protótipo **0,30-0,150-152,0-REF** : $PPR_e = 0,30$ e $\omega_e = 0,150$
- Laje protótipo **0,30-0,275-152,0-REF** : $PPR_e = 0,30$ e $\omega_e = 0,275$
- Laje protótipo **0,70-0,150-152,0-REF** : $PPR_e = 0,70$ e $\omega_e = 0,150$
- Laje protótipo **0,70-0,275-152,0-REF** : $PPR_e = 0,70$ e $\omega_e = 0,275$

O primeiro índice se refere ao valor de PPR_e do protótipo. O segundo, indica a taxa de armadura ω_e . O terceiro indica o valor da tensão efetiva atribuída ao protótipo. Já o sufixo, indicado pelo quarto índice, representa quais parâmetros internos de ω_e estão sendo variados, em cada protótipo, em relação à laje de referência.

Definidos, portanto, os valores dos parâmetros f_{pe} , f_y e d_s , a combinação das equações (3.1) e (3.2) resulta em valores únicos de áreas de armadura A_{ps} e A_s a serem atribuídos às lajes de referência, em função do índice de protensão parcial e taxa de armadura desejados.

Para cada uma das quatro lajes de referência, foram derivados oito grupos de protótipos, em que o valor de um parâmetro individual, ou de um conjunto de parâmetros internos de ω_e , foram variados em relação aos valores atribuídos originalmente aos parâmetros das lajes de referência. A classificação destes grupos, efetuada de acordo com quais destes parâmetros tiveram seus valores variados em relação aos dos protótipos de referência, é descrita a seguir.

O primeiro grupo compreende seis protótipos, que receberam os sufixos de 01 a 06. Os parâmetros A_{ps} , f_{pe} e d_s foram mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores dos parâmetros A_s e f_y foram variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros foram os seguintes:

- Para f_y , foram atribuídos os valores de 12,5; 25,0; 37,5; 60,0; 75,0 e 100,0 kN/cm²;
- Os parâmetros PPR_e e ω_e foram mantidos iguais aos do protótipo de referência em questão;
- Os valores de A_s foram determinados em função dos demais parâmetros internos e valores de ω_e e PPR_e adotados.

O segundo grupo compreende quatro protótipos, que receberam os sufixos de 07 a 10. Os parâmetros f_{pe} e f_y foram mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores dos parâmetros A_{ps} , A_s e d_s foram variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros foram os seguintes:

- Para d_s , foram atribuídos os valores de 12,5; 14,0; 15,5 e 19,5 cm;
- Os parâmetros PPR_e e ω_e foram mantidos iguais aos do protótipo de referência em questão;
- Os valores de A_{ps} e A_s foram determinados em função dos demais parâmetros internos e valores de ω_e e PPR_e adotados.

O terceiro grupo compreende seis protótipos. Este grupo foi descartado do estudo paramétrico por razões que serão mais adiante expostas. Entretanto, dele depende o entendimento dos valores adotados para os parâmetros do quarto grupo, e por isso ele será aqui descrito. No terceiro grupo, os parâmetros A_s , f_y e d_s haviam sido mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores dos parâmetros A_{ps} e f_{pe} haviam sido variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros haviam sido os seguintes:

- Para f_{pe} , haviam sido atribuídos os valores de 40,0; 76,0; 95,0; 123,5; 171,0 e 182,5 kN/cm²;
- Os parâmetros PPR_e e ω_e haviam sido mantidos iguais aos do protótipo de referência em questão;
- Os valores de A_{ps} haviam sido determinados em função dos demais parâmetros internos e valores de ω_e e PPR_e adotados.

O quarto grupo compreende seis protótipos, que receberam os sufixos de 11 a 16. Os parâmetros A_s , f_{pe} , f_y e d_s foram mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores do parâmetro A_{ps} foram variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros foram os seguintes:

- Para A_{ps} , foram atribuídos os mesmos valores que haviam sido determinados para este parâmetro, no terceiro grupo;
- Os valores de PPR_e e ω_e foram resultado da combinação dos parâmetros internos adotados.

O quinto grupo compreende seis protótipos, que receberam os sufixos de 17 a 22. Os parâmetros A_{ps} , f_{pe} , f_y e d_s foram mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores do parâmetro A_s foram variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros foram os seguintes:

- Para A_s , foram atribuídos os mesmos valores que haviam sido determinados para este parâmetro, no primeiro grupo;
- Os valores de PPR_e e ω_e foram resultado da combinação dos parâmetros internos adotados.

O sexto grupo compreende seis protótipos, que receberam os sufixos de 23 a 28. Os parâmetros A_{ps} , A_s , f_{pe} e d_s foram mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores do parâmetro f_y foram variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros foram os seguintes:

- Para f_y , foram atribuídos os mesmos valores que haviam sido determinados para este parâmetro, no primeiro grupo: 12,5; 25,0; 37,5; 60,0; 75,0 e 100,0 kN/cm²;
- Os valores de PPR_e e ω_e foram resultado da combinação dos parâmetros internos adotados.

O sétimo grupo compreende quatro protótipos, que receberam os sufixos de 29 a 32. Os parâmetros A_{ps} , A_s , f_{pe} e f_y foram mantidos iguais aos da laje de referência. Os valores do parâmetro d_s foram variados em relação aos valores originais da laje de referência em questão. Os valores adotados para os parâmetros foram os seguintes:

- Para d_s , foram atribuídos os mesmos valores que haviam sido determinados para este parâmetro, no segundo grupo: 12,5; 14,0; 15,5 e 19,5 cm;
- Os valores de PPR_e e ω_e foram resultado da combinação dos parâmetros internos adotados.

Portanto, cada uma das quatro lajes protótipo, com igual tensão efetiva f_{pe} equivalente a 152,0 kN/cm², deu origem a mais 32 protótipos, onde a variação paramétrica se deu da maneira apresentada acima. A tabela 3.2 exemplifica a aplicação dos critérios de parametrização apresentados, onde estes 32 protótipos foram derivados da laje protótipo de referência **0,30-0,150-152,0-REF**.

Tabela 3.2 – Exemplo de parametrização dos protótipos: valores de parâmetros internos de ω_e derivados da laje protótipo de referência **0,30-0,150-152,0-REF**

| Grupo | Laje protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e | Parâmetro variante em relação à laje protótipo de ref. |
|------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|--|
| Referência | 0,30-0,150-152,0-REF | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,150 | - |
| 1 | 0,30-0,150-152,0-01 | 152,0 | 12,5 | 17,5 | 2,00 | 56,75 | 0,30 | 0,150 | A_s, f_y |
| | 0,30-0,150-152,0-02 | 152,0 | 25,0 | 17,5 | 2,00 | 28,37 | 0,30 | 0,150 | |
| | 0,30-0,150-152,0-03 | 152,0 | 37,5 | 17,5 | 2,00 | 18,92 | 0,30 | 0,150 | |
| | 0,30-0,150-152,0-04 | 152,0 | 60,0 | 17,5 | 2,00 | 11,82 | 0,30 | 0,150 | |
| | 0,30-0,150-152,0-05 | 152,0 | 75,0 | 17,5 | 2,00 | 9,46 | 0,30 | 0,150 | |
| | 0,30-0,150-152,0-06 | 152,0 | 100,0 | 17,5 | 2,00 | 7,09 | 0,30 | 0,150 | |
| 2 | 0,30-0,150-152,0-07 | 152,0 | 50,0 | 12,5 | 1,57 | 11,14 | 0,30 | 0,150 | A_{ps}, A_s, d_s |
| | 0,30-0,150-152,0-08 | 152,0 | 50,0 | 14,0 | 1,71 | 12,13 | 0,30 | 0,150 | |
| | 0,30-0,150-152,0-09 | 152,0 | 50,0 | 15,5 | 1,84 | 13,05 | 0,30 | 0,150 | |
| | 0,30-0,150-152,0-10 | 152,0 | 50,0 | 19,5 | 2,14 | 15,18 | 0,30 | 0,150 | |
| 4 | 0,30-0,150-152,0-11 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 7,60 | 14,19 | 0,62 | 0,288 | A_{ps} |
| | 0,30-0,150-152,0-12 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 4,00 | 14,19 | 0,46 | 0,199 | |
| | 0,30-0,150-152,0-13 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 3,20 | 14,19 | 0,41 | 0,180 | |
| | 0,30-0,150-152,0-14 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,46 | 14,19 | 0,35 | 0,162 | |
| | 0,30-0,150-152,0-15 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 1,78 | 14,19 | 0,28 | 0,145 | |
| | 0,30-0,150-152,0-16 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 1,67 | 14,19 | 0,26 | 0,142 | |
| 5 | 0,30-0,150-152,0-17 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 56,75 | 0,10 | 0,454 | A_s |
| | 0,30-0,150-152,0-18 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 28,37 | 0,18 | 0,252 | |
| | 0,30-0,150-152,0-19 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 18,92 | 0,24 | 0,184 | |
| | 0,30-0,150-152,0-20 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 11,82 | 0,34 | 0,133 | |
| | 0,30-0,150-152,0-21 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 9,46 | 0,39 | 0,117 | |
| | 0,30-0,150-152,0-22 | 152,0 | 50,0 | 17,5 | 2,00 | 7,09 | 0,46 | 0,100 | |
| 6 | 0,30-0,150-152,0-23 | 152,0 | 12,5 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,63 | 0,074 | f_y |
| | 0,30-0,150-152,0-24 | 152,0 | 25,0 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,46 | 0,100 | |
| | 0,30-0,150-152,0-25 | 152,0 | 37,5 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,36 | 0,125 | |
| | 0,30-0,150-152,0-26 | 152,0 | 60,0 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,26 | 0,171 | |
| | 0,30-0,150-152,0-27 | 152,0 | 75,0 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,22 | 0,201 | |
| | 0,30-0,150-152,0-28 | 152,0 | 100,0 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,18 | 0,252 | |
| 7 | 0,30-0,150-152,0-29 | 152,0 | 50,0 | 12,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,191 | d_s |
| | 0,30-0,150-152,0-30 | 152,0 | 50,0 | 14,0 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,176 | |
| | 0,30-0,150-152,0-31 | 152,0 | 50,0 | 15,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,163 | |
| | 0,30-0,150-152,0-32 | 152,0 | 50,0 | 19,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,140 | |

Foi identificado no início do processo de análise, que os protótipos com tensões efetivas de protensão distintas do valor de 152,0 kN/cm² apresentavam comportamento bastante diferenciado, no que se refere ao valor de Δf_{ps} obtido. O terceiro grupo, originalmente concebido para o estudo do parâmetro f_{pe} , foi então abandonado, e o parâmetro f_{pe} passou a ser

tratado como um parâmetro principal, em nível equivalente aos parâmetros l/d_p e tipo de carregamento.

Dessa maneira, foram adotados, além de $152,0 \text{ kN/cm}^2$, outros três valores de f_{pe} para estudo:

- $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$: o valor máximo de tensão permitido pela norma NBR 6118 (ABNT, 2003) para armaduras pós-tracionadas, por ocasião da protensão, é equivalente a $0,74f_{pu}$, correspondendo a $140,6 \text{ kN/cm}^2$ para o aço **CP-190RB** ($0,74 \times 190,0 = 140,6$). Considerando, para a tensão efetiva após as perdas progressivas por fluência e relaxação, uma queda de 20 % na tensão, é obtido o valor de $112,5 \text{ kN/cm}^2$ ($0,80 \times 140,6 = 112,5$).
- $f_{pe} = 132,3$ e $92,7 \text{ kN/cm}^2$: valores interpolados linearmente, considerando os valores pré-estabelecidos de $152,0$ e $112,5 \text{ kN/cm}^2$.

Foram concebidas outras quatro lajes protótipo de referência para cada um destes valores de f_{pe} , segundo os mesmos critérios utilizados para as lajes protótipo de referência originais – com $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$ – conforme apresentado a seguir:

- As lajes protótipo de referência **0,30-0,150-132,3-REF**; **0,30-0,275-132,3-REF**; **0,70-0,150-132,3-REF** e **0,70-0,275-132,3-REF** para a tensão $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$. Cada uma destas quatro lajes originou 32 protótipos, sufixos 01 à 32, com valores dos parâmetros internos de ω_e parametrizados segundo os critérios utilizados nos protótipos com $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$, descritos anteriormente.
- As lajes protótipo de referência **0,30-0,150-112,5-REF**; **0,30-0,275-112,5-REF**; **0,70-0,150-112,5-REF** e **0,70-0,275-112,5-REF** para a tensão $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$. Cada uma destas quatro lajes originou 32 protótipos, sufixos 01 à 32, com valores dos parâmetros internos de ω_e parametrizados segundo os critérios utilizados nos protótipos com $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$, descritos anteriormente.
- As lajes protótipo de referência **0,30-0,150-92,7-REF**; **0,30-0,275-92,7-REF**; **0,70-0,150-92,7-REF** e **0,70-0,275-92,7-REF** para a tensão $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$. Cada uma destas quatro lajes originou 32 protótipos, sufixos 01 à 32, com valores dos parâmetros internos de ω_e parametrizados segundo os critérios utilizados nos protótipos com $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$, descritos anteriormente.

Considerando, portanto, os 32 protótipos derivados de cada uma das 4 lajes protótipo de referência, que por sua vez foram derivadas de 4 valores distintos de tensão efetiva, obteve-se o total de 528 ($33 \times 4 \times 4 = 528$) lajes protótipo, somente para a variação dos parâmetros internos de ω_e .

Na tabela 3.3 encontram-se os intervalos de valores utilizados na variação de cada parâmetro interno de ω_e , à exceção do parâmetro f_{pe} , para os quais foram atribuídos os quatro valores descritos anteriormente, e os intervalos de variação de valores dos parâmetros ω_e e PPR_e resultantes, considerando todos os protótipos de pesquisa.

Tabela 3.3 – Intervalos de variação dos parâmetros internos de ω_e e envoltória dos valores de ω_e e PPR_e resultantes

| | Parâmetro | valor mínimo | valor máximo |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| Parâmetros internos de ω_e | f_y [kN/cm ²] | 12,5 | 100,0 |
| | d_s [cm] | 12,5 | 19,5 |
| | A_{ps} [cm ²] | 1,57 | 30,90 |
| | A_s [cm ²] | 2,88 | 104,00 |
| Parâmetros principais | PPR_e | 0,10 | 0,90 |
| | ω_e | 0,074 | 0,832 |

3.3.2 Índice de Esbeltez à Flexão (l/d_p)

A influência do índice de esbeltez à flexão no valor de Δf_{ps} foi pesquisada variando-se o comprimento de vão l , já que o parâmetro d_p foi mantido constante, em todos os protótipos, em 15,5 cm. Três foram os índices de esbeltez à flexão estudados, resultantes dos respectivos vãos adotados:

- $l/d_p = 21,7$; comprimento do vão $l = 336$ cm ($336,0 / 15,5 = 21,7$)
- $l/d_p = 38,7$; comprimento do vão $l = 600$ cm ($600,0 / 15,5 = 38,7$)
- $l/d_p = 55,7$; comprimento do vão $l = 864$ cm ($864 / 15,5 = 55,7$)

A figura 3.3 apresenta esquematicamente o perfil longitudinal dos protótipos modelo representativos de cada um dos índices de esbeltez de estudo.

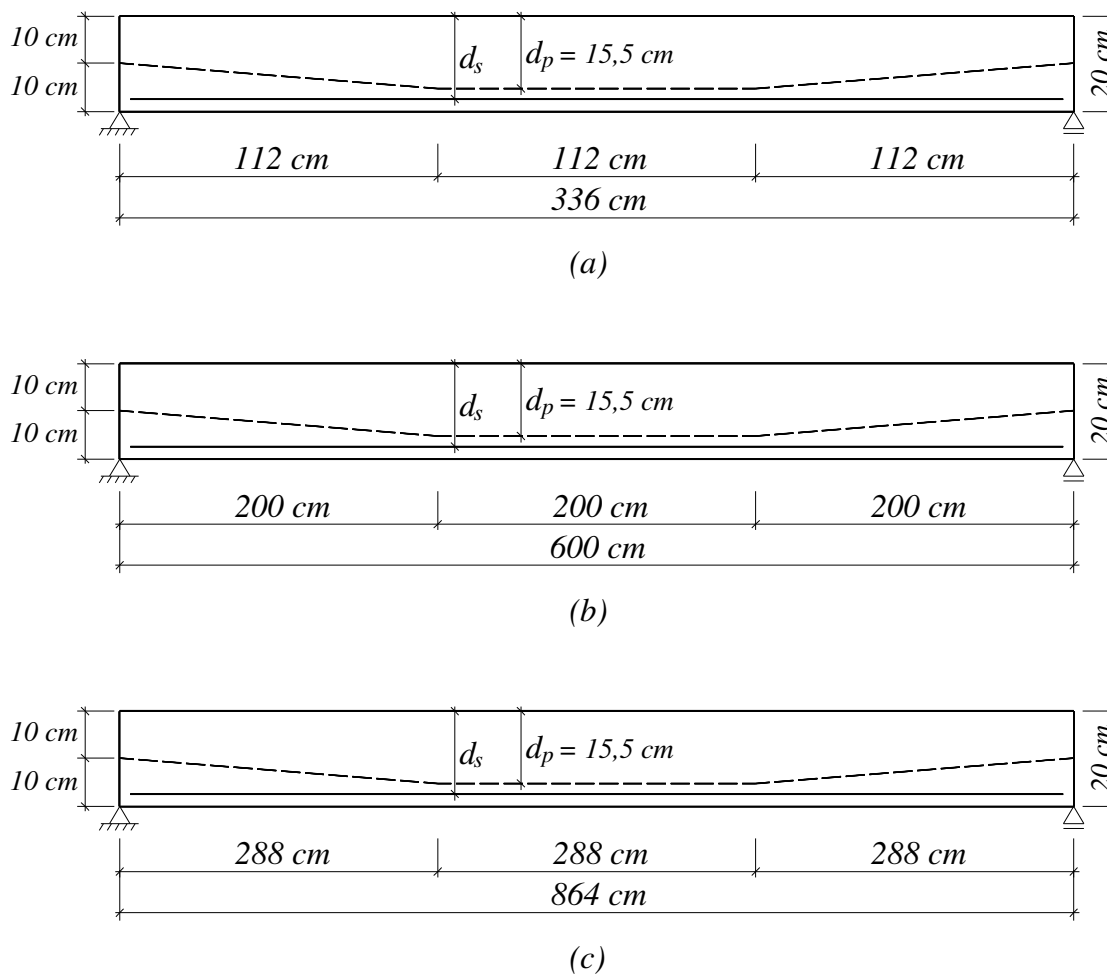


Figura 3.3 – Configurações dos protótipos modelo para o estudo da esbeltez à flexão: a) $l/d_p = 21,7$; b) $l/d_p = 38,7$; c) $l/d_p = 55,7$

A cada protótipo estabelecido conforme os critérios de parametrização do item 3.3.1, foram então atribuídos três índices de esbeltez à flexão distintos, originando um total de 1584 ($528 \times 3 = 1584$) lajes protótipo, para o estudo dos parâmetros internos de ω_e e índice de esbeltez à flexão, combinados.

3.3.3 Tipo de Carregamento

Três foram as configurações de carregamento estudadas, indicadas na figura 3.4:

- Cargas concentradas nos terços médios de vão, indicada na figura 3.4 (a);
- Carga concentrada no centro do vão, indicada na figura 3.4 (b);
- Carregamento distribuído, indicada na figura 3.4 (c).

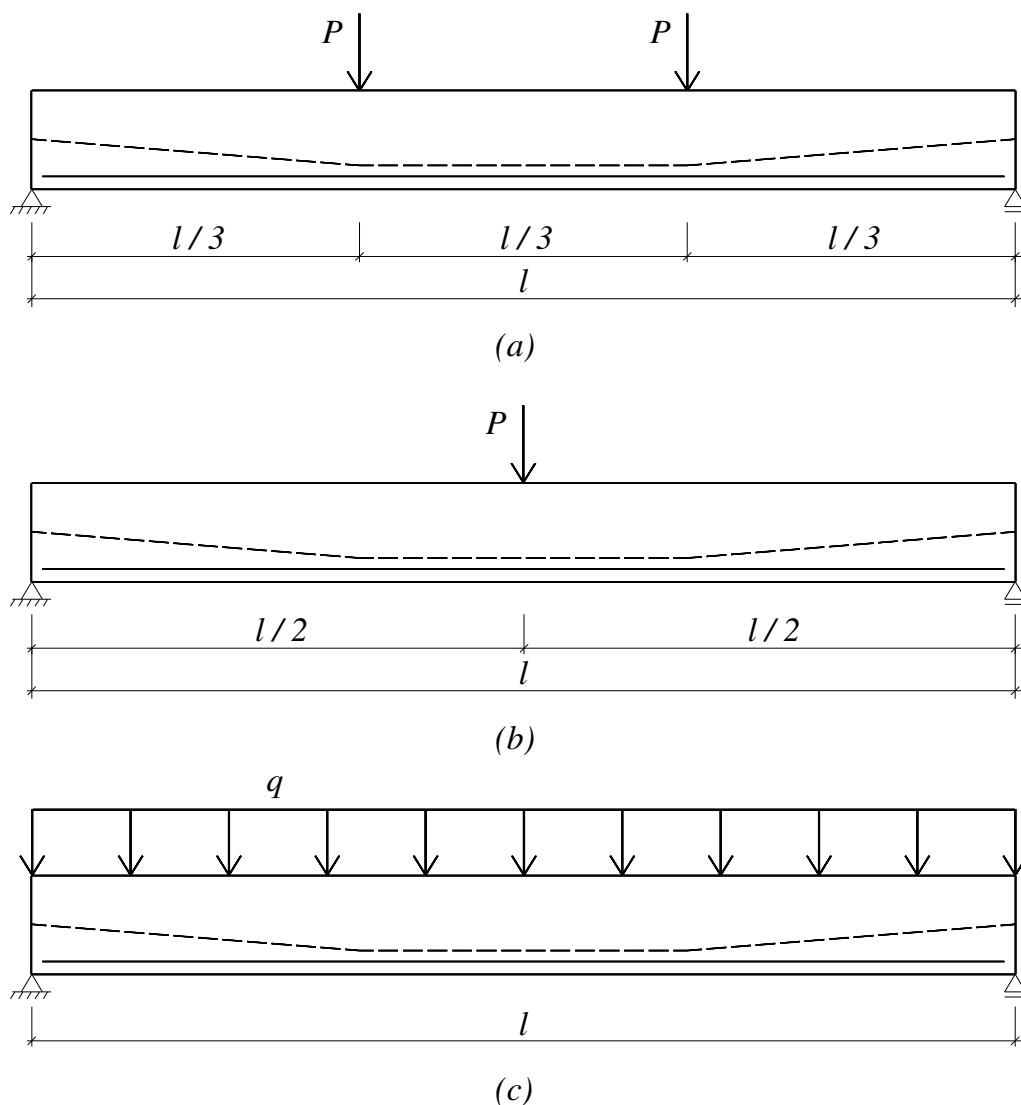


Figura 3.4 – Configurações de carregamento estudadas: a) Cargas nos terços médios; b) carga concentrada; c) carregamento distribuído

A cada protótipo estabelecido conforme os itens 3.3.1 e 3.3.2, foram atribuídas as três configurações de carregamento neste item especificadas, exceto para protótipos com índice de esbeltez 38,7, onde o carregamento distribuído não foi estudado. Entretanto, duas configurações distintas representando carregamento distribuído, conforme descrito mais adiante em 3.4.3, foram aplicadas para protótipos com índice de esbeltez à flexão iguais a 21,7.

Resultaram, assim, um total de 4752 ($1584 \times 3 = 4752$) protótipos analisados, correspondendo ao estudo dos parâmetros internos de ω_e , índice de esbeltez à flexão e tipo de carregamento, combinados entre si.

As configurações apresentadas na figura 3.4 constituem-se de modelos ideais representativos do tipo de carregamento estudado. Entretanto, a modelagem do tipo de carregamento simulada durante a análise numérica não corresponde exatamente aos modelos ilustrados acima. Por razões devidas ao próprio processo da análise numérica, foram efetuadas alterações nas configurações de carregamento, sob forma de configurações de carregamento equivalente. As justificativas e descrição dos modelos equivalentes são dadas no item a seguir.

3.4 Modelos Analíticos Adotados

Por modelos analíticos, se entendem os arranjos de carregamento equivalentes, aplicados aos modelos numéricos, a fim de representar a forma real como a estrutura se plastifica sob carregamento, no Estado Limite Último. Conforme já retratado em 2.1.1 e 2.1.3, inúmeros autores observam que um elemento submetido a duas cargas concentradas afastadas de uma certa distância L_o , desde que armados com uma quantidade mínima de armadura passiva, apresentam no Estado Limite Último, uma zona plastificada que compreende toda a região entre as cargas. Esta região pode inclusive estender-se além da zona de momentos fletores praticamente constantes, entre as cargas, devido à influência do esforço cortante. Elementos submetidos a carregamento distribuído também podem apresentar uma região plastificada de comprimento considerável (Dilger, 1966; Harajli, 1990; Naaman e Alkhairi, 1991b).

Entretanto, durante a análise numérica dos protótipos modelo, observou-se que a extensão da zona plastificada não compreendia a região entre as cargas, mas sim, apenas uma única seção

transversal, onde era atuante o momento fletor máximo. O carregamento vertical aplicado compunha-se de carga distribuída, correspondente ao peso próprio do elemento, e carga accidental, de acordo com o tipo de carregamento estudado. O carregamento de peso próprio era aplicado simultaneamente com o carregamento de protensão, no início da análise. Considerando, por exemplo, a situação de estudo do carregamento nos terços médios, o carregamento distribuído de peso próprio fez com que, na região entre cargas, o diagrama de momentos fletores não fosse constante. O pequeno acréscimo de momento fletor na seção central, em relação à seção do terço médio do vão, fez com que a armadura passiva, na seção central, atingisse o escoamento antes das demais seções. Atingido o escoamento da armadura passiva, o mecanismo de rótula plástica era consumado, a partir do qual as rotações ocorriam apenas nesta seção central, até a ruptura, sem qualquer incremento de deformação da armadura passiva em outro ponto do elemento. Este comportamento teórico, portanto, não corresponde à situação real de plastificação no Estado Limite Último.

A figura 3.5 ilustra a formação da rótula plástica concentrada, na análise numérica de um elemento submetido a carregamento nos terços médios, devido ao carregamento distribuído de peso próprio, comparada à situação real onde toda a zona entre cargas se plastifica.

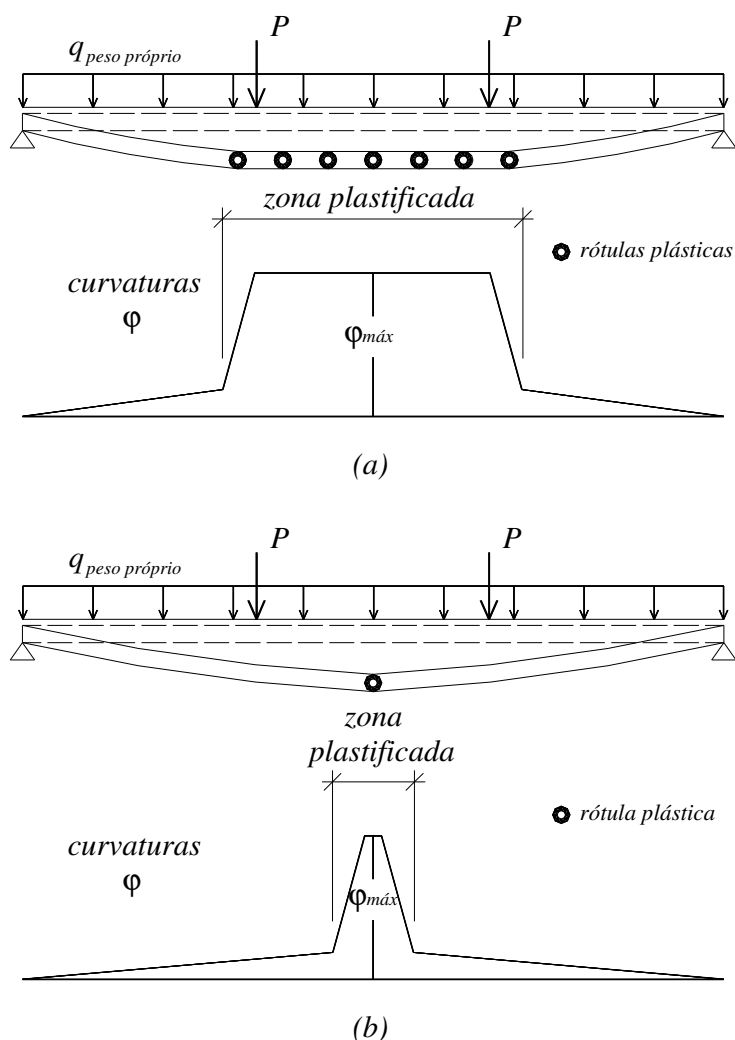


Figura 3.5 – Formação do mecanismo de rótulas plásticas e diagrama de curvaturas no Estado Limite Último: *a)* Situação observada em análises experimentais; *b)* Análise numérica teórica, com consideração do peso próprio como carga distribuída

Foram elaboradas então, configurações de carregamento de peso próprio equivalentes, em que o carregamento de peso próprio fosse aplicado de maneira que o diagrama de momentos fletores resultasse constante na zona plastificada, e similar ao diagrama real oriundo do peso próprio aplicado como carga distribuída. A seguir, serão descritos estes carregamentos equivalentes, separadamente para cada tipo de carregamento em estudo. Os chamados *carregamentos de análise* serão também apresentados. Estes são os carregamentos

responsáveis pelo desenvolvimento do incremento de tensão Δf_{ps} , sendo aplicados após a carga de protensão e incrementados até a ruptura do protótipo, no Estado Limite Último.

3.4.1 Carregamento nos Terços Médios

O carregamento real de peso próprio, distribuído, foi substituído por duas cargas concentradas nos terços médios. O valor destas cargas foi calculado de forma que o diagrama de momentos fletores resultasse similar ao diagrama real. Foi estipulado que estas cargas equivalentes deveriam produzir um valor de momento fletor constante, ao longo de todo o terço médio, equivalente à média dos momentos fletores reais, entre o centro e o terço médio do vão. A comparação entre o diagrama de momentos fletores devido ao peso próprio como carga distribuída (q_{pp}) e devido às cargas equivalentes (P_{eq}) é apresentada na figura 3.6.

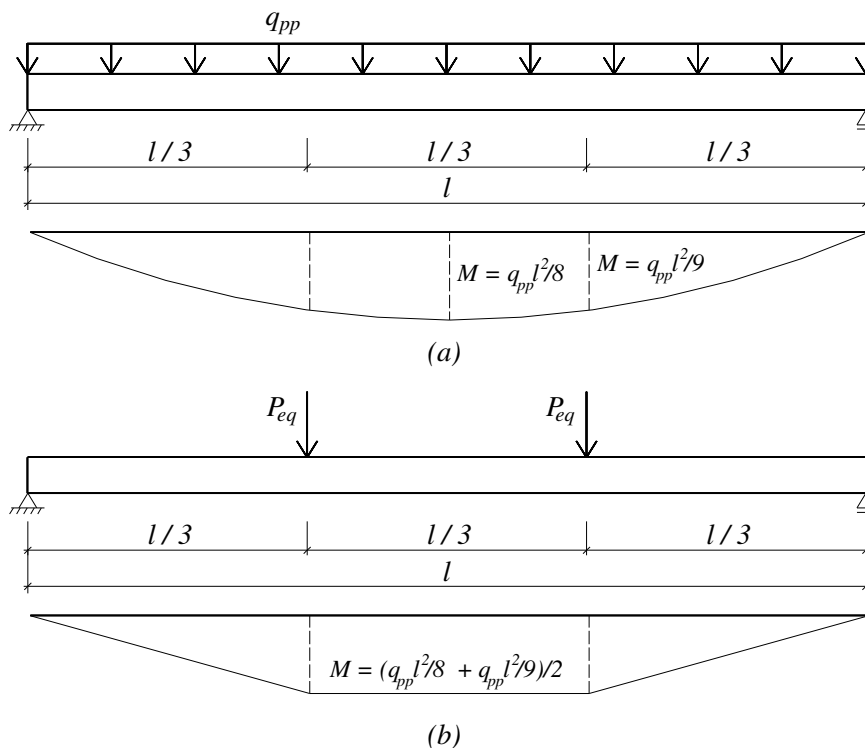


Figura 3.6 – Diagrama de momentos fletores devido ao peso próprio do elemento: a) Devido ao carregamento distribuído real q_{pp} ; b) Devido às cargas P_{eq}

Dessa maneira, a carga P_{eq} pôde ser calculada, em função da carga q_{pp} e do vão l , pela equação (3.3).

$$P_{eq} \frac{l}{3} = \frac{1}{2} \left(\frac{q_{pp} l^2}{8} + \frac{q_{pp} l^2}{9} \right) \therefore P_{eq} = 0,354 q_{pp} l \quad (3.3)$$

O valor da carga P_{eq} adotada foi, considerando que a carga q_{pp} é igual a 5,0 kN/m (25,0 kN/m³ x 0,20 m x 1,0 m = 5,0 kN/m), de 5,95 kN, 10,62 kN e 15,29 kN, para as esbeltezes dos protótipos 21,7, 38,7 e 55,7, respectivamente.

Resultados de análises dos protótipos de referência mostraram uma diferença máxima próxima de 0,5 % no valor de f_{ps} , entre os obtidos com a consideração de peso próprio por meio da carga P_{eq} , e sem a consideração da carga de peso próprio. Percebe-se a pouca influência do carregamento de peso próprio no valor de f_{ps} e, portanto, a adequação da aproximação do carregamento real de peso próprio por meio de P_{eq} .

A modelagem do carregamento de análise constituiu-se de cargas concentradas aplicadas também nos terços médios de vão. As distâncias estipuladas entre as cargas aplicadas nos protótipos com carregamento nos terços médios foram, então, iguais a 112 cm, 200 cm e 288 cm, para índices de esbeltez de 21,7, 38,7 e 55,7, respectivamente.

Observa-se que não foi considerado nenhum aumento do comprimento da zona plastificada por conta das fissuras inclinadas devidas ao esforço cortante. Resultados de análises dos protótipos de referência mostram uma diferença máxima de 3 % no valor final de f_{ps} , obtida para a esbeltez 21,7, entre esta modelagem e outra modelagem onde o comprimento da zona plastificada foi acrescido, mediante afastamento entre cargas, de uma distância igual à d_p .

3.4.2 Carregamento Concentrado

Primeiramente será descrito como foi aplicado o carregamento de análise, e, após, como foi aplicado o carregamento de peso próprio equivalente.

Problemas de convergência na análise numérica foram encontrados, mediante aplicação de uma única carga concentrada no centro do vão. Levando em conta, também, que cargas concentradas, em uma situação real, geralmente são aplicadas sobre um dado comprimento do elemento, optou-se pela aplicação de duas cargas concentradas afastadas de uma pequena distância, e equidistantes do centro do vão. Este afastamento entre as cargas foi estipulado no valor de 5 % do comprimento do vão l . Este valor foi considerado suficientemente pequeno e adequado, tendo em vista o ganho em protótipos convergentes na análise. A figura 3.7 apresenta a modelagem do carregamento de análise adotada para o estudo de carregamento concentrado.

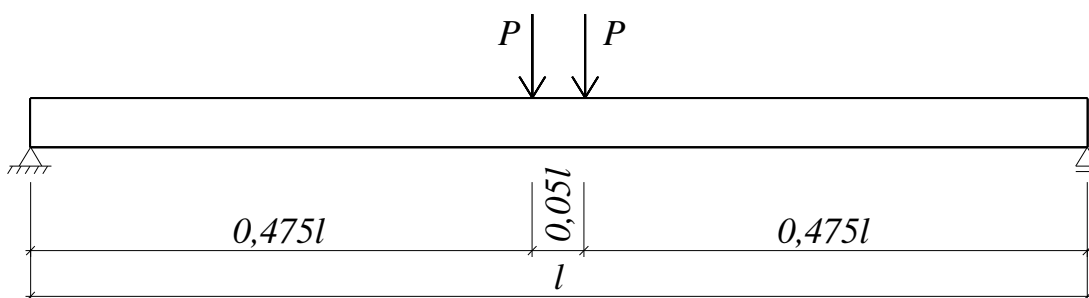


Figura 3.7 – Modelagem utilizada no estudo do carregamento concentrado, por meio de cargas afastadas de $0,05l$

As distâncias estipuladas entre as cargas aplicadas nos protótipos com carregamento concentrado foram, então, iguais a 17 cm, 30 cm e 43 cm, para índices de esbeltez de 21,7, 38,7 e 55,7, respectivamente.

Novamente, não foi considerado nenhum afastamento adicional entre cargas, para simulação do aumento da zona plastificada, devido à influência do esforço cortante. A análise dos protótipos de referência revelou uma diferença máxima de 4 % no valor final de f_{ps} , obtida novamente para a esbeltez 21,7, entre esta modelagem de análise adotada e outra modelagem onde o comprimento da zona plastificada foi acrescido, mediante afastamento entre cargas, de uma distância igual à d_p .

O carregamento equivalente de peso próprio foi elaborado de maneira semelhante a do estudo do carregamento nos terços médios. Duas cargas P_{eq} foram aplicadas nos mesmos pontos estipulados para o carregamento de análise, portanto, afastadas de $0,05l$ e equidistantes do centro do vão. Foi estipulado que estas cargas deveriam produzir um diagrama de momentos

fletores constantes entre as mesmas, de valor equivalente ao momento fletor máximo devido ao carregamento distribuído real de peso próprio. A carga P_{eq} pôde ser então calculada, em função da carga q_{pp} e do vão l , pela equação (3.4).

$$P_{eq} \left(\frac{l - 0,05l}{2} \right) = \frac{q_{pp} l^2}{8} \quad \therefore P_{eq} = 0,263 q_{pp} l \quad (3.4)$$

O valor da carga P_{eq} adotada foi de 4,42 kN, 7,89 kN e 11,36 kN, para as esbeltezes dos protótipos 21,7, 38,7 e 55,7, respectivamente.

Resultados de análises dos protótipos de referência mostraram uma diferença máxima também próxima de 0,5 % no valor de f_{ps} , entre os obtidos com a consideração de peso próprio por meio da carga P_{eq} , e sem a consideração da carga de peso próprio. Percebe-se a pouca influência do carregamento de peso próprio no valor de Δf_{ps} e, portanto, a adequação da aproximação do carregamento real de peso próprio por meio de P_{eq} .

3.4.3 Carregamento Distribuído

Elementos submetidos a carregamento distribuído também desenvolvem um certo comprimento de região plastificada, no Estado Limite Último (Dilger, 1966; Harajli, 1990; Naaman e Alkhairi, 1991b). Tendo em vista o problema da plastificação da seção central somente, devido a cargas distribuídas – descrito no item 3.4 – surgiu a necessidade de modelar o carregamento distribuído por meio de outro equivalente, em que fosse obtida uma região de diagrama de momentos fletores constantes.

Para tal, foi elaborada uma configuração de carregamento com cargas concentradas (P_{dist}) delimitando a zona de momentos fletores constantes. O carregamento distribuído foi também retirado desta região, sendo aplicado somente fora da zona plastificada, conforme a figura 3.8 (b). O valor da carga P_{dist} foi determinado de maneira que os momentos fletores constantes da zona plastificada fossem equivalentes ao momento fletor máximo atuante no elemento, submetido ao carregamento distribuído real, conforme indicado na figura 3.8 (a).

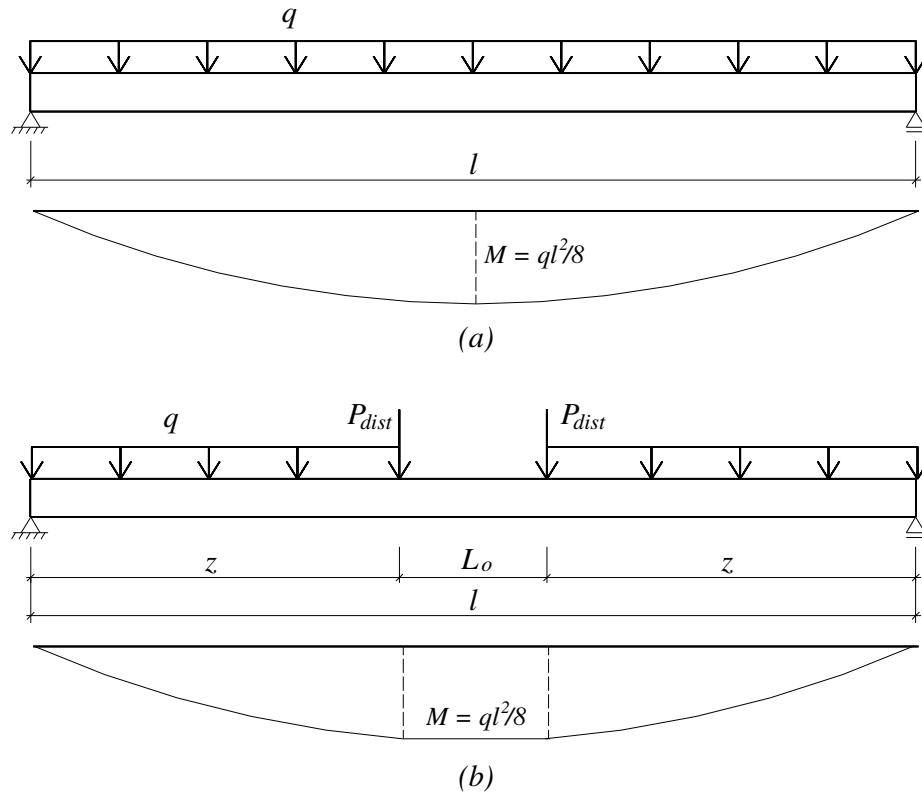


Figura 3.8 – Carregamentos e diagramas de momentos fletores:
 a) Carregamento distribuído real; b) Carregamento equivalente com
 cargas concentradas P_{dist}

O valor de P_{dist} pôde ser calculado, em função do carregamento distribuído q e do afastamento entre cargas L_o – este parâmetro também representativo da região onde a plastificação é desejada – pela equação (3.5).

$$(P_{dist} + qz)z - 0,5qz^2 = \frac{ql^2}{8} \quad \therefore \quad P_{dist} = \frac{ql^2}{8z} - 0,5qz \quad (3.5)$$

onde:

$$z = (l - L_o) / 2$$

O carregamento uniformemente distribuído de peso próprio foi substituído pelo carregamento equivalente acima descrito.

Para o comprimento L_o foi adotado o valor de $1/6$ do comprimento do vão l , critério equivalente ao método elaborado por Harajli e Hijazi (1991), e descrito em 2.1.3. Protótipos com índices de esbeltez à flexão iguais a 38,7, e submetidos a carregamento distribuído, não foram estudados, pelas razões detalhadas no Capítulo 4. Resultaram, então, as modelagens para estudo de protótipos com carregamento distribuído indicadas na figura 3.9 (a) e (b), para índices de esbeltez iguais a 21,7 e 55,7, respectivamente.

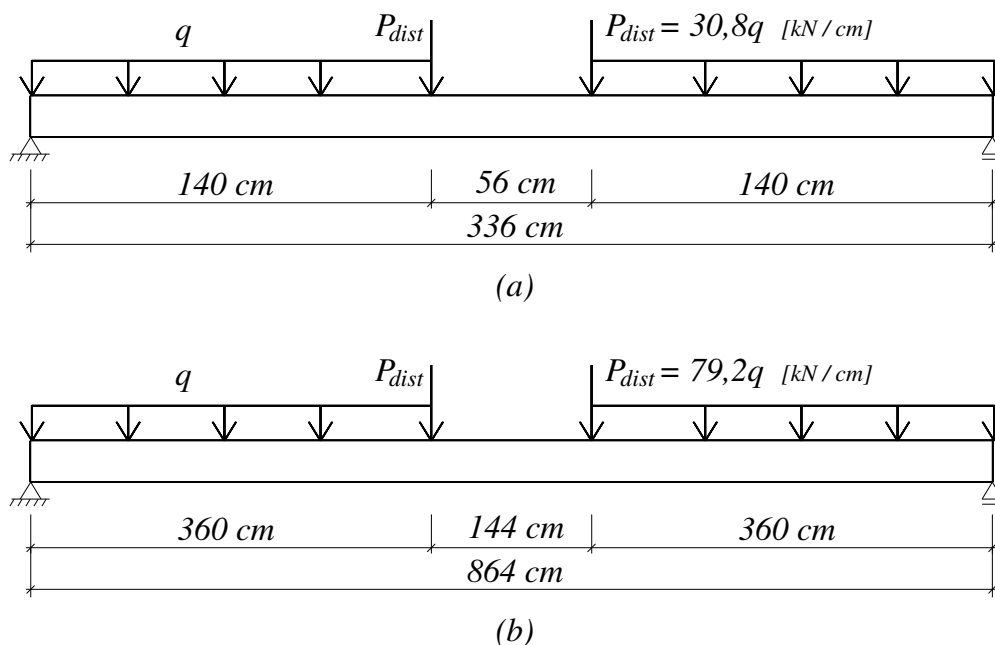


Figura 3.9 – Modelagens utilizadas para estudo de protótipos com carregamento distribuído, para $L_o = l/6$: a) $l/d_p = 21,7$; b) $l/d_p = 55,7$

A equação (3.6) indica que a área total do diagrama de momentos fletores obtida na modelagem indicada na figura 3.9, é 2 % maior que a obtida com a aplicação do carregamento distribuído real ao longo de todo elemento. Considerando apenas a zona plastificada, de maior importância para o desenvolvimento de Δf_{ps} , a diferença diminui para 0,9 %. Isto é válido para ambos os índices de esbeltez à flexão estudados.

$$\frac{\int_0^l M(x)_{adotado} dx}{\int_0^l M(x)_{real} dx} = 1,02 \quad (3.6)$$

onde:

$M(x)_{adotado}$: diagrama de momentos fletores dos modelos indicados na figura 3.9

$M(x)_{real}$: diagrama de momentos fletores obtido com carregamento distribuído real

Protótipos com $l/d_p = 21,7$ e carregamento distribuído foram ainda analisados com a consideração de $L_o = 0,05l$ – mesmo comprimento de zona plástica adotado para protótipos com carga concentrada. O principal objetivo foi estabelecer a influência do acréscimo de deformações provocado pelo carregamento distribuído, na região externa à região plastificada, em comparação com o carregamento concentrado. Dessa maneira, mais uma modelagem, indicada pela figura 3.10, foi elaborada.

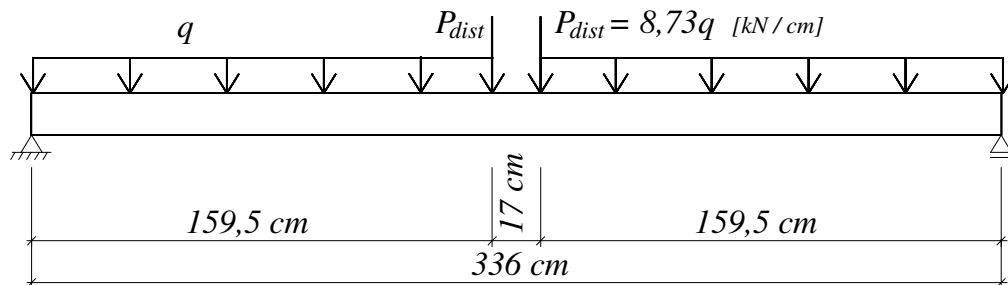


Figura 3.10 - Modelagem utilizada para estudo de protótipos com carregamento distribuído, para $L_o = l / 20$ e $l/d_p = 21,7$

Neste caso, a área total do diagrama de momentos fletores obtida na modelagem indicada na figura 3.10, é 0,2 % maior que a obtida com a aplicação do carregamento distribuído real, ao longo de todo elemento.

3.5 Modelo Numérico Adotado

Para realização da análise das lajes protótipo idealizadas, foi utilizado o modelo numérico de Barbieri (2003). Este modelo foi elaborado para análise à flexão de elementos de pórtico plano, utilizando o método dos elementos finitos. A seguir, serão descritos brevemente, o método de análise do modelo e como foi realizada a idealização da estrutura. Aquelas relações constitutivas adotadas para os materiais, pertinentes a esta pesquisa, serão também abordadas. Por fim, serão apresentados resultados da realização de um teste de validação do modelo, por meio de comparação com dados experimentais disponíveis na literatura. As propriedades do modelo numérico são detalhadas minuciosamente pelo seu autor, no trabalho de doutoramento (Barbieri, 2003).

3.5.1 Método de Análise do Modelo Numérico

Uma das principais abordagens para a análise de problemas estruturais é o Método dos Elementos Finitos. Formulações deste tipo baseiam-se, normalmente, na adoção de formas aproximadas para a variação de determinadas incógnitas no interior de um elemento. Para as estruturas de pórticos, as abordagens tradicionais consideram funções arbitrárias para a interpolação dos deslocamentos. A partir destes resultados, obtidos, portanto, com algum nível de erro intrínseco, determinam-se as demais respostas ao longo da barra, como deformações, tensões e solicitações. As funções de interpolação adotadas para determinação dos deslocamentos transversais de barras de pórticos são, geralmente, na forma de polinômios cúbicos. Isto resulta em uma distribuição de curvaturas lineares, ao longo dos elementos. Por consequência, quando o diagrama de momentos fletores é não-linear, os elementos devem ser diminuídos até que a variação das curvaturas no seu interior seja aproximadamente linear e a imprecisão, então, diminuída (Barbieri, 2003).

Entretanto, em estruturas de barras, é possível determinar-se uma solução para a variação das forças nas seções transversais resolvendo-se apenas as condições de equilíbrio, sem o envolvimento das demais condições físicas fundamentais. No modelo de Barbieri (2003), é adotada a formulação de Elemento Finito do Tipo Híbrido. Nesta, a propriedade das estruturas de barras é considerada, utilizando as expressões matemáticas para as forças nas seções transversais como funções de interpolação destas mesmas forças. É obtida, dessa maneira, uma distribuição de momentos fletores teoricamente exata. Portanto, a formulação do

Análise dos Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão em Cabos Não Aderentes

elemento finito do tipo híbrido é capaz de fornecer uma distribuição de curvaturas com alta precisão, ao longo do elemento. No caso de elementos com protensão não aderente, a adequada avaliação da distribuição de curvaturas contribui para a correta estimativa das deformações na armadura de protensão. Além disto, estas distribuições de curvaturas de elevada precisão permitem que sejam utilizados elementos mais longos, de forma que uma viga ou laje possa ser modelada por meio de um elemento, apenas.

Durante a análise, o sistema de equações, constituído da matriz de rigidez e vetor de cargas da estrutura, é montado e resolvido, tendo como incógnitas os deslocamentos nodais. Estes deslocamentos são obtidos com a utilização das equações de equilíbrio de forças nas barras. Uma vez determinados os deslocamentos nodais, são calculados os esforços nos nós da estrutura. A partir dos esforços nodais e utilizando funções de interpolação – estas constituídas pelas equações que regem as solicitações nas barras – são determinadas então as solicitações no interior dos elementos. Com a introdução das relações constitutivas das deformações e dos materiais, são obtidas as deformações e tensões nas seções transversais, respectivamente. Finalmente, a partir das deformações, determinam-se os deslocamentos ao longo do elemento, por integração e derivação numéricas.

3.5.2 Idealização e Discretização da Estrutura

O modelo numérico de Barbieri (2003), apresenta três graus de liberdade por nó, e cada barra de pórtico é representada através de seu eixo longitudinal de referência, que coincide com o eixo do elemento finito. As propriedades ao longo de uma barra são definidas em um número discreto ímpar de seções transversais, utilizadas como pontos de integração no interior do elemento. As matrizes de rigidez e carga do elemento finito são montadas por integração das propriedades das seções transversais ao longo de seu eixo. As respostas ao longo do elemento, como forças, deformações e deslocamentos, são obtidas nestas mesmas seções transversais.

Elementos longos, como os utilizados no modelo numérico, podem apresentar descontinuidades ao longo de seu comprimento, tais como mudança de seção transversal e descontinuidades do carregamento. Nestas situações, para que a integração de funções descontínuas não gere erros, o intervalo de integração, que corresponde ao comprimento de todo o elemento, é dividido em subintervalos em que as propriedades apresentam continuidade, chamados módulos de integração.

As propriedades das seções transversais também são definidas em um número discreto de lâminas, ao longo de sua altura. As armaduras são modeladas também como lâminas incorporadas à seção. As armaduras aderentes têm suas propriedades somadas à rigidez das seções transversais, enquanto que as armaduras não aderentes são consideradas como componentes separados que atuam sobre a estrutura, não sendo consideradas na matriz de rigidez.

Nesta pesquisa, a modelagem dos protótipos idealizados foi concebida, portanto, de acordo com o tipo de carregamento estudado:

- Protótipos com carregamento nos terços médios foram modelados com um elemento e três módulos de integração, divididos em sete seções transversais, cada, conforme ilustrado pela figura 3.11 (a)
- Protótipos com carregamento concentrado e distribuído foram modelados com um elemento e cinco módulos de integração, divididos em sete seções transversais, cada, conforme ilustrado pelas figuras 3.11 (b) e (c), respectivamente
- Todos os protótipos tiveram as seções transversais discretizadas em vinte e uma lâminas, ao longo de suas alturas

A discretização adotada foi considerada ideal em função da precisão obtida dentre as diferentes malhas de elementos testadas. A substituição dos módulos de integração por um número idêntico de elementos finitos não alterou os resultados das análises.

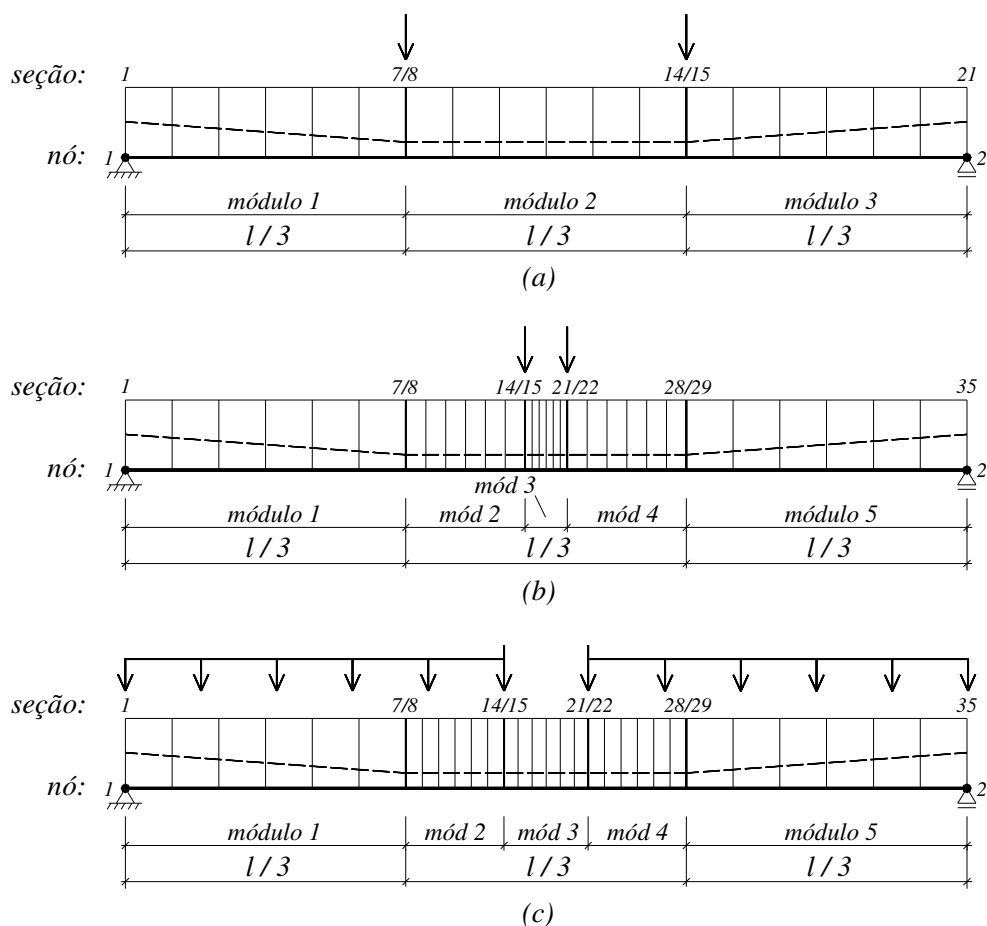


Figura 3.11 – Discretização do elemento finito adotada nos protótipos:

a) Carregamento nos terços médios; b) Carregamento concentrado;

c) Carregamento distribuído

3.5.3 Relações Constitutivas dos Materiais

Os modelos constitutivos, que representam o comportamento dos materiais, são fundamentais para o bom desempenho de uma análise numérica. Estas relações devem ser compatíveis com a idealização da estrutura, modelar o comportamento dos materiais nas condições de carregamento previstas e envolver um número reduzido de variáveis, de maneira a não comprometer o desempenho da análise numérica. As equações constitutivas utilizadas no modelo numérico possuem estas características e são formulações consagradas e amplamente utilizadas em trabalhos numéricos descritos na literatura (Barbieri, 2003).

As relações constitutivas adotadas, no modelo de Barbieri (2003), para o concreto e aço das armaduras, serão brevemente descritas a seguir. Todas referem-se a ações monotônicas de curta duração e são independentes do tempo, tendo em vista que o experimento foi realizado nestas condições. O equacionamento e detalhamento completo destas relações constitutivas podem ser encontrados no trabalho de doutoramento de Barbieri (2003).

Para o concreto à compressão foi adotada a equação de Saenz (Kabaila et al., 1964). Desde a deformação nula até o pico de resistência (f_c), o comportamento tensão-deformação pode ser considerado linear elástico apenas até cerca de $0,3f_c$, com módulo de elasticidade tangente inicial (E_c) constante. Ocorre, a partir daí, uma queda no módulo de elasticidade até o valor nulo, no pico de resistência f_c . O comportamento de amolecimento apresentado pelo concreto após o pico de resistência é modelado por uma relação tensão-deformação linear. Na figura 3.12 é apresentada a curva tensão-deformação do concreto submetido à compressão.

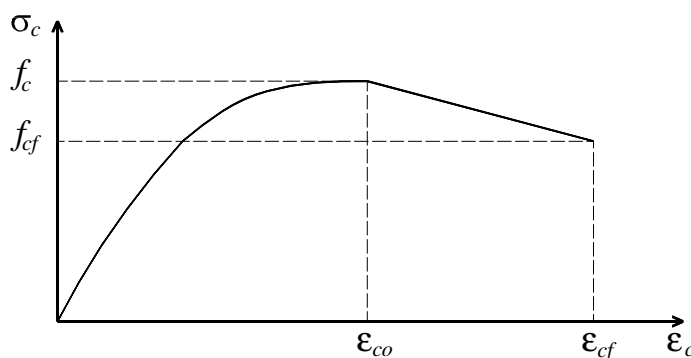


Figura 3.12 – Curva tensão-deformação do concreto submetido à compressão

A resposta do concreto submetido a tensões de tração é considerada linear até a fissuração, com módulo de elasticidade igual à E_c . Quando a resistência à tração é ultrapassada em uma seção, considera-se esta seção fissurada e que apenas as armaduras contribuem para a resistência aos esforços de tração. Entretanto, nas seções entre as fissuras, parte do esforço presente na armadura é transferido para o concreto, devido à aderência existente entre os dois materiais. Neste trecho não fissurado, portanto, o concreto também contribui para resistir aos esforços de tração, aumentando, dessa forma, a rigidez do elemento. O acréscimo de rigidez em elementos com armaduras aderentes, por ocasião da contribuição concreto não fissurado sob tração, é chamado de *tension stiffening*. O modelo numérico de Barbieri (2003) utiliza a

relação tensão-deformação do concreto submetido à tração apresentada na figura 3.13. O efeito de *tension stiffening* é simulado por meio de uma redução na tensão de tração do concreto, após excedida a tensão f_{ct} . Esta redução é feita em dois estágios, o primeiro mais brusco, e o segundo mais suave, com a tensão σ_c decrescendo até zero, para uma deformação de tração de 0,002. Estes estágios são governados pelos parâmetros β e β_σ , conforme indicado na figura 3.13.

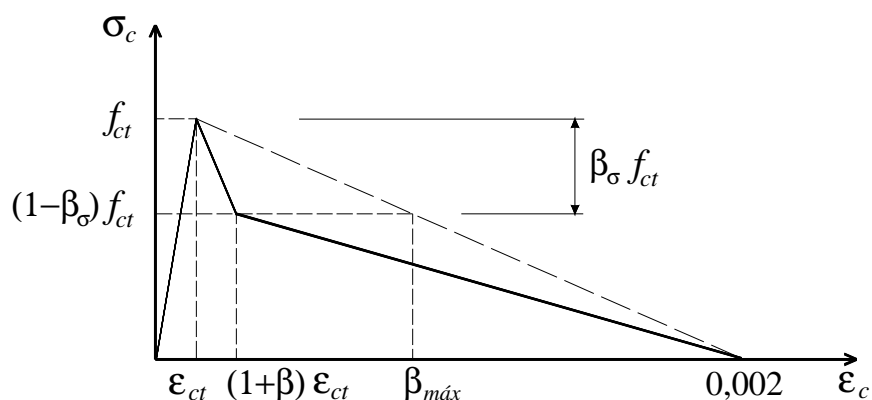


Figura 3.13 - Relação tensão-deformação do concreto submetido à tração

Para o aço constituinte da armadura passiva aderente, o modelo numérico permite a utilização de uma relação tensão-deformação bi-linear. Nos protótipos idealizados na pesquisa, o aço utilizado na armadura passiva foi simulado como material elastoplástico perfeito, conforme a relação tensão-deformação apresentada na figura 3.14.

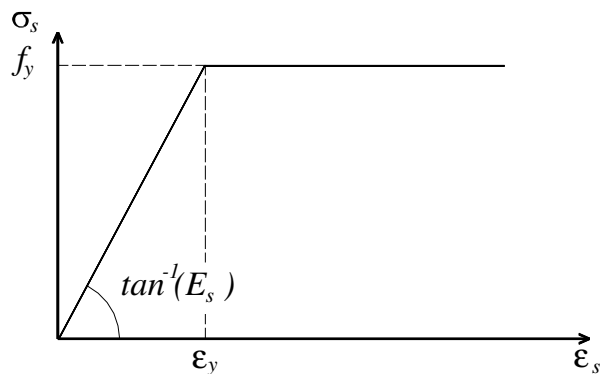


Figura 3.14 - Relação tensão-deformação do aço da armadura passiva

Para o aço constituinte da armadura de protensão não aderente, é utilizada no modelo numérico a curva de Devalapura e Tradós (1992). Esta é apresentada na figura 3.15, onde uma única equação define toda a curva tensão-deformação. A relação constitutiva é estabelecida de acordo com quatro constantes, obtidas em função dos parâmetros E_p , f_{py} , ϵ_{py} , f_{pu} e ϵ_{pu} . Conforme citado anteriormente, foram adotadas para os protótipos, as características do aço **CP-190RB**.

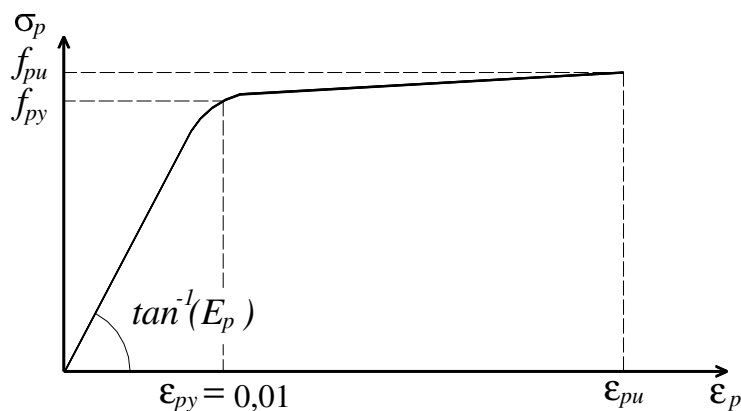


Figura 3.15 – Curva tensão-deformação do aço da armadura de protensão não aderente

3.5.4 Validação do Modelo Numérico

Inúmeros testes de validação do modelo numérico foram realizados por Barbieri (2003). O autor comparou os resultados de inúmeros experimentos, disponíveis na literatura, com os resultados destes mesmos experimentos, simulados numericamente. Uma boa adequação dos resultados foi obtida. A descrição detalhada da validação do modelo é encontrada no trabalho de doutoramento de Barbieri (2003).

A fim de avaliar ainda o comportamento do modelo numérico em relação ao incremento de tensão na armadura não aderente, principalmente no que se refere aos estágios subsequentes à fissuração do concreto, optou-se por realizar uma nova modelagem dos elementos utilizados no experimento de Tao e Du (1985).

Estes protótipos apresentam propriedades semelhantes aos dos utilizados no estudo paramétrico da presente pesquisa. Eles constituem-se de vigas de seção transversal com 16 cm

de largura e 28 cm de altura, simplesmente apoiadas sobre um vão de 420 cm de comprimento. A armadura de protensão não aderente possui altura útil d_p de 22 cm, resultando, portanto, em um índice de esbeltez à flexão de 19,1. A altura útil da armadura passiva aderente d_s é de 25 cm. O perfil do cabo é reto e as vigas foram submetidas a carregamento nos terços médios, até a ruptura. As propriedades físicas e de armadura, dados experimentais, são indicadas na tabela 3.4. Para o aço da armadura de protensão, foram tomados os valores de 146,5 e 179,0 kN/cm², para f_{py} e f_{pu} , respectivamente. Os parâmetros β e β_σ foram arbitrados com os valores 4,5 e 0,4, respectivamente. O valor de f_{cf} foi tomado como $0,3f_c$, e o valor do módulo de elasticidade E_c foi calculado segundo a expressão da norma NBR 6118 (ABNT, 2003), para o módulo de elasticidade secante.

Tabela 3.4 – Dados dos protótipos ensaiados por Tao e Du (1985)

| Protótipo | Concreto f_c (kN/cm ²) | Armadura Passiva | | Armadura Ativa | | α_e | PPR_e |
|-----------|---|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------|---------|
| | | A_s (cm ²) | f_y (kN/cm ²) | A_p (cm ²) | f_{pe} (kN/cm ²) | | |
| A-1 | 3,06 | 1,57 | 26,7 | 0,588 | 96,0 | 0,087 | 0,57 |
| A-2 | 3,06 | 1,57 | 43,0 | 0,980 | 90,4 | 0,137 | 0,57 |
| A-3 | 3,06 | 2,36 | 43,0 | 1,568 | 82,0 | 0,202 | 0,56 |
| A-4 | 3,06 | 1,57 | 43,0 | 0,588 | 86,9 | 0,103 | 0,43 |
| A-5 | 3,06 | 3,08 | 40,0 | 0,784 | 81,0 | 0,160 | 0,34 |
| A-6 | 3,06 | 4,62 | 40,0 | 1,568 | 85,4 | 0,275 | 0,42 |
| A-7 | 3,06 | 3,08 | 40,0 | 0,392 | 88,5 | 0,133 | 0,22 |
| A-8 | 3,31 | 4,62 | 40,0 | 0,588 | 89,4 | 0,185 | 0,22 |
| A-9 | 3,31 | 8,04 | 39,5 | 1,568 | 92,0 | 0,364 | 0,31 |
| B-1 | 4,58 | 1,57 | 26,7 | 0,588 | 100,8 | 0,060 | 0,59 |
| B-2 | 4,58 | 1,57 | 43,0 | 0,980 | 98,7 | 0,097 | 0,59 |
| B-3 | 4,25 | 2,36 | 43,0 | 1,568 | 96,3 | 0,161 | 0,60 |
| B-4 | 4,25 | 1,57 | 43,0 | 0,588 | 104,0 | 0,081 | 0,48 |
| B-5 | 4,25 | 3,08 | 40,0 | 0,784 | 98,9 | 0,124 | 0,39 |
| B-6 | 4,25 | 4,62 | 40,0 | 1,372 | 100,2 | 0,201 | 0,43 |
| B-7 | 4,88 | 3,08 | 40,0 | 0,392 | 100,2 | 0,086 | 0,24 |
| B-8 | 4,25 | 4,62 | 40,0 | 0,588 | 100,2 | 0,148 | 0,24 |
| B-9 | 4,88 | 8,04 | 39,5 | 0,980 | 105,0 | 0,223 | 0,24 |
| C-1 | 3,31 | 1,57 | 38,9 | 0,588 | 90,5 | 0,092 | 0,47 |
| C-2 | 3,31 | 2,36 | 48,5 | 1,568 | 82,5 | 0,197 | 0,53 |
| C-7 | 3,31 | 3,08 | 48,5 | 0,392 | 95,5 | 0,145 | 0,20 |
| C-9 | 3,31 | 8,04 | 50,5 | 1,568 | 90,3 | 0,428 | 0,26 |

Após a simulação numérica dos ensaios realizados por Tao e Du (1985), foram tomadas as curvas *carga (P) x deslocamento central (δ)* resultantes e comparadas às curvas fornecidas pelos autores do ensaio experimental. Na figura 3.16, é apresentada a superposição das curvas resultantes dos ensaios experimental e numérico, dos protótipos A-2 à A-9. Para cada protótipo há um par de curvas que representa, em linha com marcadores a análise numérica e,

em linha contínua ou tracejada, o ensaio experimental. Há uma defasagem de duas unidades no eixo das ordenadas, entre os pares de curvas de cada protótipo. Observa-se boa concordância entre as curvas experimental e numérica.

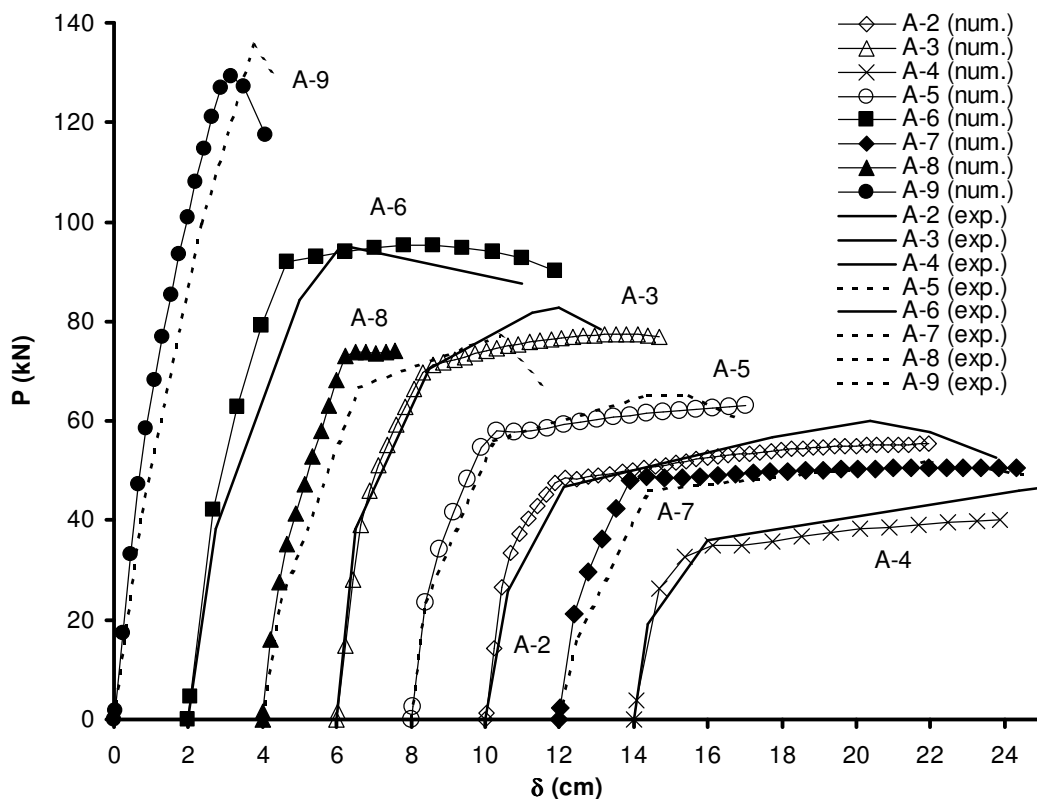


Figura 3.16 – Comparação entre curvas $P \times \delta$ numérico e experimental
– Protótipos de Tao e Du (1985)

Para verificação do comportamento pós-fissuração nas simulações numéricas, foram tomados os resultados experimentais dos valores de incremento de tensão Δf_{ps} medidos na ruptura, segundo os autores do experimento. Estes foram comparados aos resultados numéricos de Δf_{ps} , tomados nos pontos de deslocamento δ equivalentes aos deslocamentos experimentais, na situação de ruptura. A comparação é apresentada na tabela 3.5. A proximidade entre valores de Δf_{ps} experimental e numérico para deslocamentos idênticos comprova, já que ambos os valores de δ e de Δf_{ps} são dependentes das curvaturas das seções transversais, que a distribuição de curvaturas foi estimada com bastante precisão e que o comportamento pós-fissuração adotado no modelo numérico se aproxima bastante da realidade.

Tabela 3.5 – Comparação entre valores de Δf_{ps} numérico e experimental, na ruptura dos protótipos de Tao e Du (1985)

| Protótipo | Δf_{ps} exp. [kN/cm ²] | δ [cm] | Δf_{ps} num. [kN/cm ²] | $\frac{\Delta f_{ps} \text{ exp.}}{\Delta f_{ps} \text{ num.}}$ |
|-----------|---|---------------|---|---|
| A-1* | -- | -- | -- | -- |
| A-2 | 52,6 | 10,0 | 53,4 | 0,985 |
| A-3 | 35,6 | 5,7 | 39,3 | 0,906 |
| A-4 | 59,6 | 11,9 | 60,7 | 0,982 |
| A-5 | 50,5 | 7,5 | 51,5 | 0,981 |
| A-6 | 20,9 | 4,5 | 28,4 | 0,736 |
| A-7 | 55,1 | 10,2 | 55,9 | 0,986 |
| A-8 | 39,6 | 7,1 | 43,9 | 0,902 |
| A-9 | 18,8 | 3,9 | 20,7 | 0,908 |
| B-1 | 63,7 | 10,9 | 66,7 | 0,955 |
| B-2 | 57,7 | 9,3 | 63,7 | 0,906 |
| B-3 | 39,8 | 6,9 | 51,9 | 0,767 |
| B-4 | 60,5 | 11,9 | 64,8 | 0,934 |
| B-5 | 53,1 | 10,0 | 64,7 | 0,821 |
| B-6 | 40,0 | 6,7 | 47,6 | 0,840 |
| B-7 | 60,1 | 10,3 | 65,9 | 0,912 |
| B-8 | 47,9 | 7,4 | 54,7 | 0,876 |
| B-9 | 29,6 | 4,9 | 34,6 | 0,855 |
| C-1* | -- | -- | -- | -- |
| C-2 | 40,6 | 5,3 | 37,3 | 1,088 |
| C-7 | 45,6 | 8,2 | 45,8 | 0,996 |
| C-9 | 20,6 | 3,6 | 17,9 | 1,151 |

* Ruptura por problemas no experimento.

3.6 Mapa dos Parâmetros Englobados na Pesquisa

No início deste capítulo, foram introduzidos quais seriam os parâmetros estudados parametricamente, com relação a sua influência no incremento de tensão Δf_{ps} , no Estado Limite Último. Foram em seguida, descritos os métodos de variação destes parâmetros e os meios utilizados para sua análise. Neste item, os parâmetros de estudo serão novamente apresentados, sob a forma simples de um organograma, a fim de que seja dado um panorama geral da pesquisa. O leitor pode, assim, mais facilmente se situar e identificar quais parâmetros estão sendo referidos, na análise dos resultados apresentados no Capítulo 4.

Este organograma é apresentado nas figuras 3.17 (a), (b) e (c), correspondentes aos três tipos de carregamento estudados. No nível inferior, são indicados os protótipos em que os parâmetros internos de ω_e foram variados, nos quatro grupos de tensões efetivas f_{pe} estudadas. O nível intermediário corresponde aos três índices de esbeltez l/d_p estudados em todos os

protótipos do nível inferior. Fazem exceção os protótipos com carregamento distribuído, onde duas configurações de modelagem do carregamento distribuído – ou considerações de comprimento da zona plastificada – foram estudadas, para $l/d_p = 21,7$, e protótipos com índice $l/d_p = 38,7$ não foram considerados. O nível superior corresponde aos três tipos de carregamento atribuídos a cada um dos protótipos dos níveis inferiores.

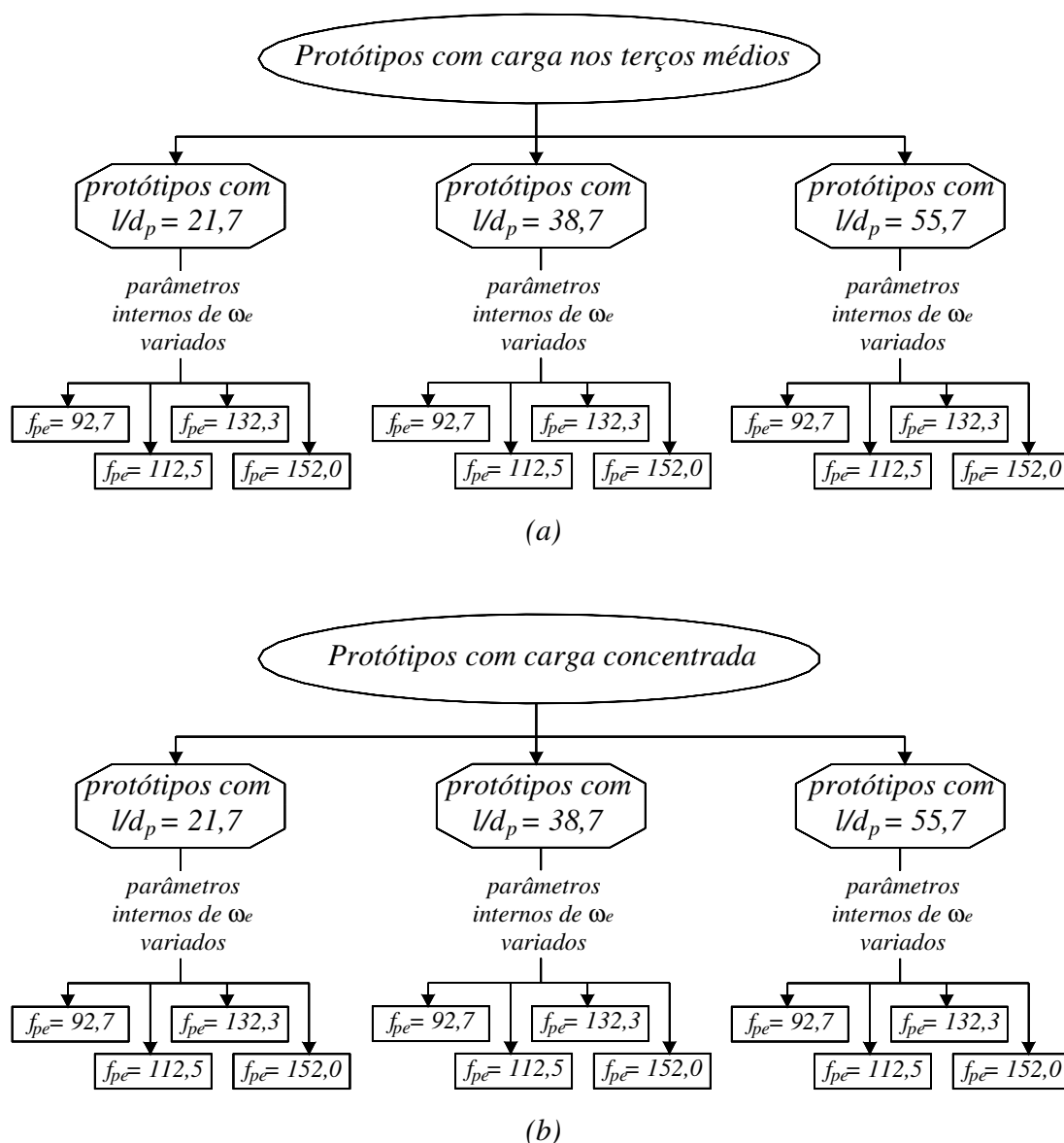


Figura 3.17 – Organograma dos tipos de parâmetros estudados: a) Carregamento nos terços médios; b) Carregamento concentrado

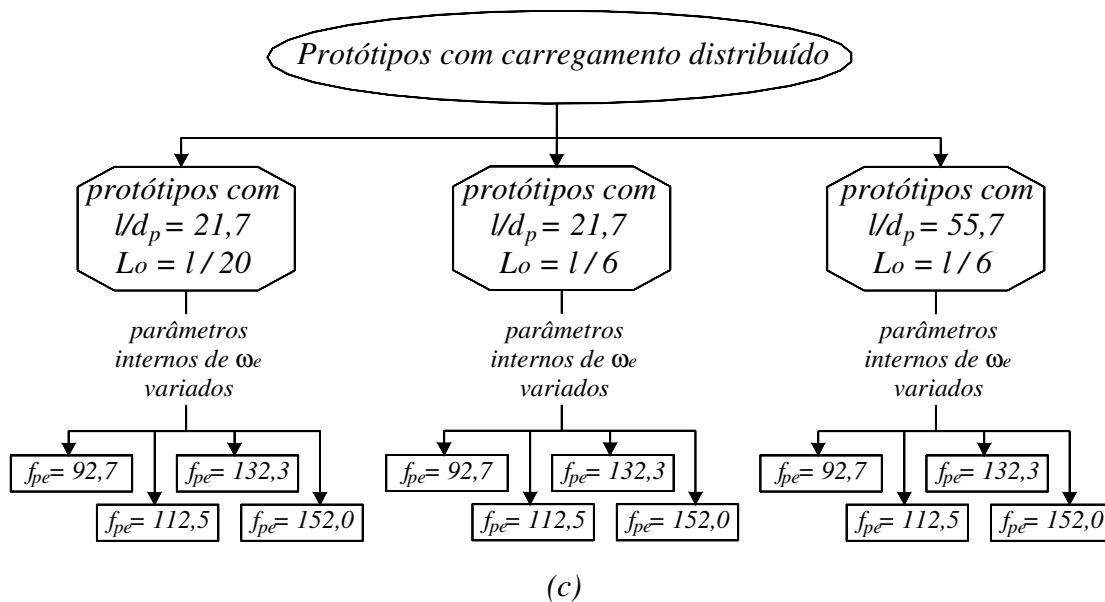


Figura 3.17 – Organograma dos tipos de parâmetros estudados:

c) Carregamento distribuído

No Apêndice A, são fornecidas as tabelas com os dados característicos arbitrados para cada um dos protótipos analisados.

4 Apresentação de Resultados e Análise Paramétrica

Neste capítulo serão inicialmente descritos quais foram os resultados obtidos das análises numéricas efetuadas nas lajes protótipo, idealizadas conforme os critérios de parametrização descritos no Capítulo 3. Mediante análise destes resultados, observou-se que entre as variáveis taxa mecânica total de armadura (ω_e) e incremento de tensão (Δf_{ps}) existia uma forte correlação, independentemente de quais parâmetros internos de ω_e eram variados, com exceção de f_{pe} . Esta correlação entre ω_e e Δf_{ps} e também sua dependência com relação aos demais parâmetros estudados – protensão efetiva (f_{pe}), índice de esbeltez à flexão (l/d_p) e tipo de carregamento – são apresentadas em seqüência. Posteriormente, estes parâmetros são analisados isoladamente, na busca de uma justificativa para sua influência, ou não, no valor de Δf_{ps} . As relações obtidas entre as variáveis são verificadas, aplicando-as a protótipos ensaiados experimentalmente e comparando resultados teóricos e experimentais. Por fim, será avaliada a relevância da variável Δf_{ps} no dimensionamento de elementos com protensão não aderente.

4.1 Resultados Obtidos das Análises Numéricas

Após efetuadas as análises numéricas, obtiveram-se resultados suficientes para montagem das curvas *carga (P) x deslocamento central (δ)*, *carga (P) x incremento de tensão (Δf_{ps})* e *incremento de tensão (Δf_{ps}) x deslocamento central (δ)*, com o objetivo de verificar o adequado comportamento à flexão dos protótipos. Em seguida, extraíram-se os seguintes resultados de interesse para a pesquisa, na situação de ruptura no Estado Limite Último:

- Carga de ruptura P e momento fletor atuante (ou momento fletor resistente na ruptura M_{res})
- Deslocamento central (δ)
- Deformação no concreto (ϵ_c) e armadura passiva (ϵ_s)
- Tensão Última de Protensão (f_{ps})

Estes resultados são, ao longo deste item, exemplificados. Antes, porém, é necessário que seja descrito o critério adotado para consideração da ruptura dos protótipos.

4.1.1 Critério de Ruptura Adotado

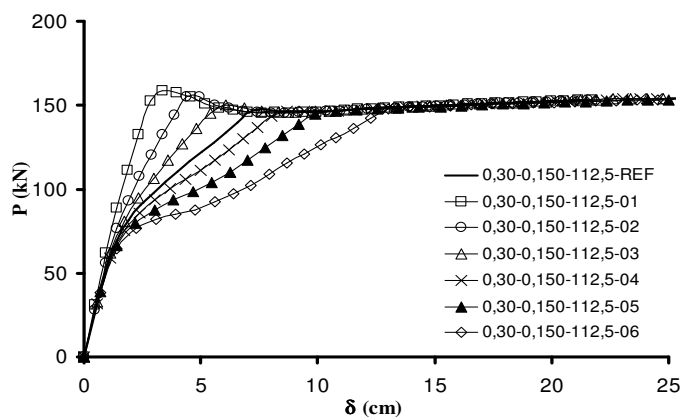
Muitos dos resultados referentes à situação de ruptura, apresentados por autores de experimentos, não seguem uma padronização. A situação de ruptura é geralmente considerada quando da ocorrência do colapso por falha dos materiais, aço ou concreto, muitas vezes de forma brusca, com queda repentina do carregamento suportado pelo elemento. Esta situação não condiz com a do dimensionamento à ruptura de elementos estruturais de concreto armado e protendido.

A fim de se obter uma padronização e adequação dos resultados de Δf_{ps} à situação prevista no dimensionamento destas estruturas, foi adotado um critério de ruptura por *deformações limites* dos materiais. Este critério, em concordância com o critério preconizado pela NBR 6118 (ABNT, 2003), no item 17.2.2, estabelece que a ruptura de uma seção transversal ocorre quando concreto ou aço atingem suas deformações consideradas limite, caracterizando o Estado Limite Último. Estas deformações são definidas como $\epsilon_c = 0,0035$ para o concreto comprimido, e $\epsilon_s = 0,01$ para a armadura tracionada. Já que a armadura protendida não aderente raramente atinge o escoamento, foram consideradas para aplicação deste critério as deformações das armaduras passivas aderentes.

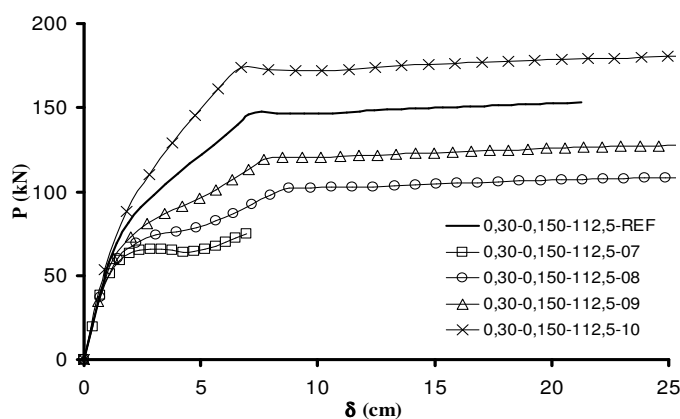
4.1.2 Curvas $P \times \delta$, $P \times \Delta f_{ps}$ e $\Delta f_{ps} \times \delta$

A obtenção das curvas $P \times \delta$, $P \times \Delta f_{ps}$ e $\Delta f_{ps} \times \delta$ permite a observação do adequado comportamento e evolução da análise numérica, ao longo da aplicação do carregamento e aumento das deformações, em relação ao comportamento geralmente observado em ensaios experimentais. Os diferentes estágios de rigidez, à medida que o carregamento é aumentado, bem como a ductilidade dos elementos, podem ser nitidamente observados. Efeitos indesejados, como ruptura frágil devido à instabilidade à flexão ou, em contrapartida, ao excesso de armadura, e ruptura do protótipo por excesso de tensões oriundas da protensão inicial, podem ser também identificados.

Na figura 4.1 são apresentadas, como exemplo, as curvas $P \times \delta$ dos protótipos derivados do protótipo **0,30-0,150-112,5-REF**, portanto com tensões efetivas $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$, índice $l/d_p = 38,7$ e carregamento aplicado nos terços médios. Os estágios de rigidez correspondentes à seção central não fissurada, fissurada e plastificada – após o início do escoamento da armadura passiva – são observados em todos os protótipos, com exceção daqueles onde ocorrem comportamentos indesejados, do ponto de vista de projeto.

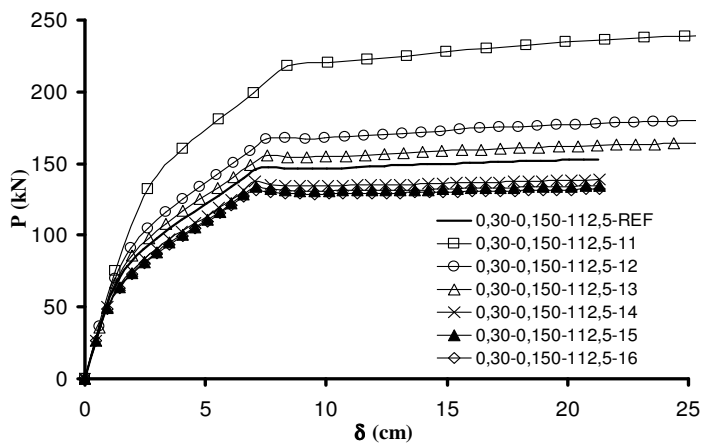


(a)

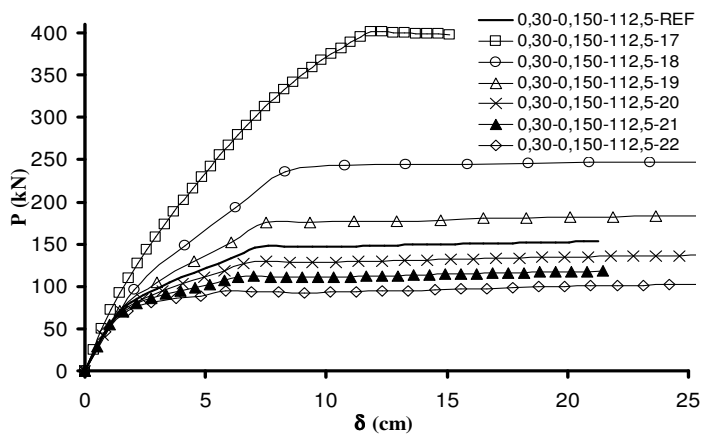


(b)

Figura 4.1 – Curvas $P \times \delta$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje **0,30-0,150-112,5-REF**: a) A_s e f_y variados (sufixos **01** a **06**); b) A_{ps} , A_s e d_s variados (sufixos **07** a **10**)

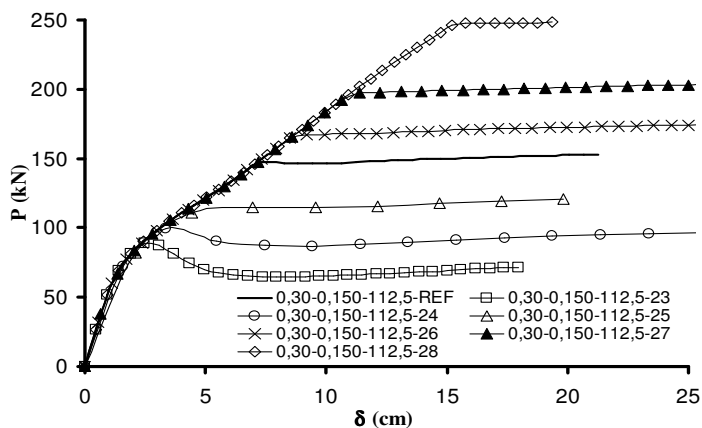


(c)

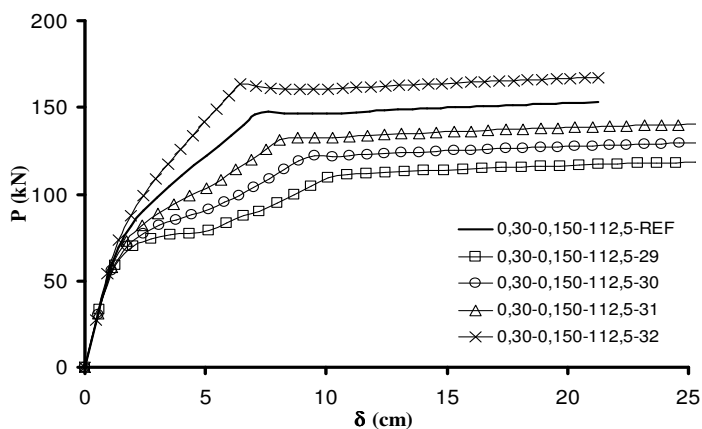


(d)

Figura 4.1 – Curvas $P \times \delta$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje $0,30-0,150-112,5-REF$: c) A_{ps} variado (sufixos **11** a **16**); d) A_s variado (sufixos **17** a **22**)



(e)



(f)

Figura 4.1 – Curvas $P \times \delta$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje **0,30-0,150-112,5-REF**: e) f_y variado (sufixos **23** a **28**); f) d_s variado (sufixos **29** a **32**)

A ruptura dos protótipos que apresentaram adequado comportamento dútil ocorre, com a aplicação do critério de deformações limites, em algum ponto do patamar de carga máxima, com a seção já plastificada.

Pode ser observado que, ao contrário dos demais, os protótipos com sufixo 01 a 06, onde os valores dos parâmetros A_s e f_y foram variados em relação aos valores adotados no protótipo de referência, apresentam cargas de ruptura muito semelhantes. O comportamento diferenciado

destes protótipos se deve ao fato de que, para que fosse mantida taxa de armadura ω_e constante, a resultante de tração $A_s f_y$ também deveria permanecer inalterada. A tabela 3.2 pode ser observada como referência, já que os critérios de parametrização aplicados para qualquer protótipo de referência (sufixo **REF**) são os mesmos. Já para os demais protótipos, a observação dos valores adotados para os parâmetros internos de ω_e , nos grupos 2 a 7, torna evidente a diferença na carga de ruptura obtida. As tendências observadas na figura 4.1 são válidas para todos os protótipos, dentro de cada um dos grupos 1 a 7, para quaisquer valores de f_{pe} , l/d_p e tipo de carregamento aplicado.

A figura 4.2 (a) e (b) apresenta as curvas $P \times \Delta f_{ps}$ correspondentes aos protótipos indicados na figura 4.1 (a) e (c), respectivamente. A semelhança observada entre as curvas de um mesmo grupo de protótipos, mediante comparação das figuras 4.1 e 4.2, evidencia a estreita relação entre deslocamentos e incremento de tensão. Isto pode ser explicado pelo fato de que ambas as variáveis δ e Δf_{ps} são funções da distribuição das curvaturas ao longo do elemento.

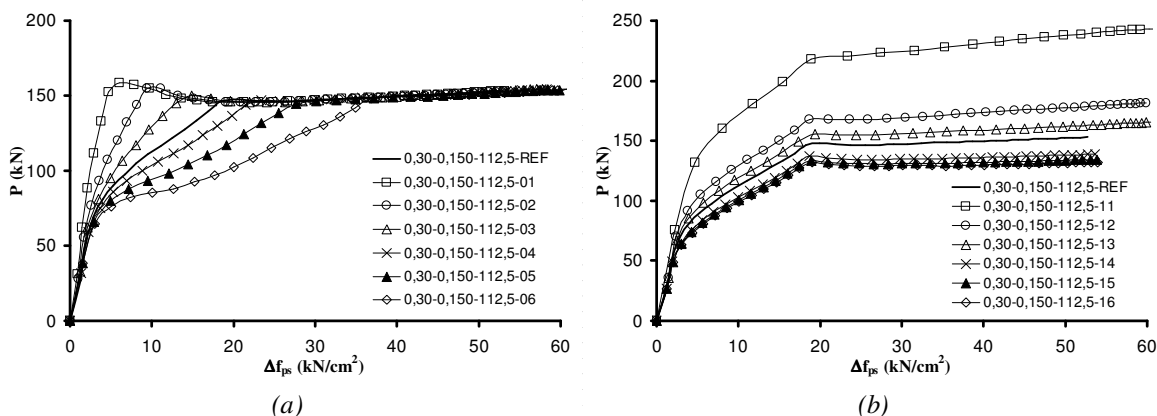


Figura 4.2 – Curvas $P \times \Delta f_{ps}$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje **0,30-0,150-112,5-REF**: a) A_s e f_y variados (sufixos **01** a **06**); b) A_{ps} variado (sufixos **11** a **16**)

A figura 4.3 (a) e (b) apresenta as curvas $\Delta f_{ps} \times \delta$ correspondentes aos protótipos indicados na figura 4.1 (a) e (c), respectivamente. Nota-se, a partir do início da fissuração, uma relação aproximadamente linear entre as variáveis, o que vem ao encontro da conclusão apresentada no parágrafo anterior.

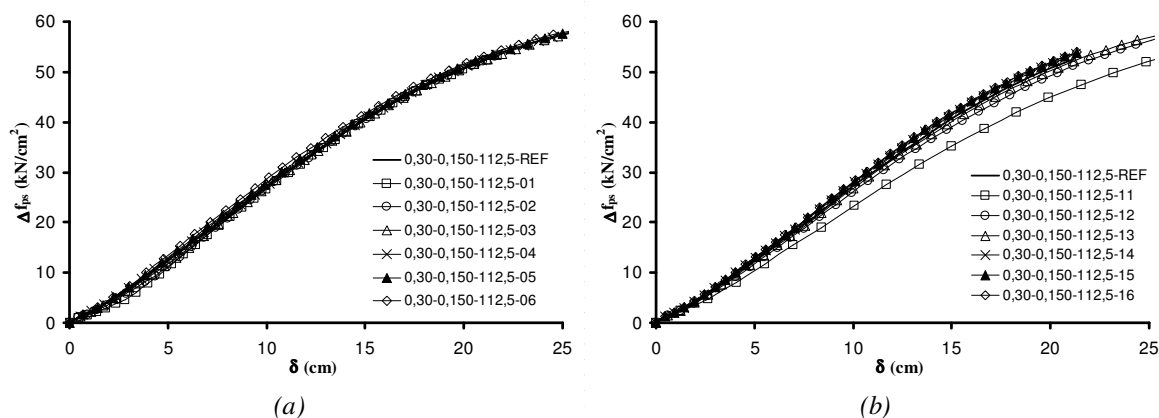


Figura 4.3 – Curvas $\Delta f_{ps} \times \delta$ resultantes das análises numéricas dos protótipos derivados da laje **0,30-0,150-112,5-REF**: a) A_s e f_y variados (sufixos **01** a **06**); b) A_{ps} variado (sufixos **11** a **16**)

4.1.3 Tabelas de Resultados

Na tabela 4.1 são apresentados resultados de ruptura extraídos das análises correspondentes aos protótipos apresentados na figura 4.1. Observa-se, em geral, que momentos resistentes maiores e deslocamentos menores estão associados a protótipos com valores de ω_e maiores, refletindo a maior resistência e menor ductilidade de elementos que contém mais armadura. Protótipos correspondentes com índices l/d_p iguais a 21,7 e 55,7, apresentaram, evidentemente, deslocamentos centrais na ruptura menores e maiores, respectivamente, que os indicados na tabela 4.1, para índice de esbelteza de 38,7. A observação das deformações dos materiais na ruptura, ϵ_c e ϵ_s , permite a identificação dos domínios de deformação caracterizados por norma, no Estado Limite Último. Coerentemente, protótipos com taxas de armadura baixa, média e alta, se situaram nos *domínios 2, 3 e 4*, respectivamente, segundo o critério estabelecido pela NBR 6118 (ABNT, 2003).

Tabela 4.1 – Resultados de ruptura dos protótipos derivados do protótipo de referência **0,30-0,150-112,5-REF**, com $l/d_p = 38,7$ e carregamento aplicado nos terços médios

| Laje protótipo | l/d_p | Carga P ruptura [kN] | M_{res} [kNcm] | desl. δ corresp. [cm] | $-\epsilon_c$ na ruptura [%o] | ϵ_s na ruptura [%o] | PPR_e | ω_e | f_{ps} na ruptura [kN/cm ²] | Δf_{ps} na ruptura [kN/cm ²] |
|----------------------|---------|------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------|------------|---|--|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 38,7 | 152,8 | 17405,0 | 20,8 | 2,88 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 164,4 | 51,9 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 38,7 | 152,4 | 17365,0 | 19,9 | 2,87 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 162,8 | 50,3 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 38,7 | 152,3 | 17355,0 | 20,2 | 2,87 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 163,3 | 50,8 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 38,7 | 152,5 | 17375,0 | 20,5 | 2,88 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 163,8 | 51,3 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 38,7 | 152,6 | 17385,0 | 21,1 | 2,88 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 164,9 | 52,4 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 38,7 | 152,2 | 17345,0 | 21,6 | 2,87 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 165,9 | 53,4 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 38,7 | 152,5 | 17375,0 | 22,4 | 2,87 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 167,3 | 54,8 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 38,7 | -- | -- | -- | -- | -- | 0,30 | 0,150 | -- | -- |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 38,7 | 108,3 | 12955,0 | 25,2 | 3,08 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 170,2 | 57,7 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 38,7 | 126,9 | 14815,0 | 23,4 | 2,97 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 168,6 | 56,1 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 38,7 | 177,7 | 19895,0 | 18,6 | 2,75 | 10,00 | 0,30 | 0,150 | 160,1 | 47,6 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 38,7 | 231,7 | 25295,0 | 17,3 | 3,50 | 6,93 | 0,55 | 0,239 | 153,3 | 40,8 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 38,7 | 178,1 | 19935,0 | 21,6 | 3,36 | 10,00 | 0,39 | 0,174 | 164,3 | 51,8 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 38,7 | 162,5 | 18375,0 | 21,1 | 3,05 | 10,00 | 0,34 | 0,159 | 164,4 | 51,9 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 38,7 | 138,4 | 15965,0 | 20,4 | 2,63 | 10,00 | 0,24 | 0,138 | 164,5 | 52,0 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 38,7 | 134,0 | 15525,0 | 20,3 | 2,55 | 10,00 | 0,22 | 0,133 | 164,5 | 52,0 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 38,7 | 131,7 | 15295,0 | 20,2 | 2,51 | 10,00 | 0,21 | 0,131 | 164,5 | 52,0 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 38,7 | 400,4 | 42165,0 | 11,9 | 3,50 | 2,35 | 0,10 | 0,454 | 130,3 | 17,8 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 38,7 | 245,2 | 26645,0 | 18,0 | 3,50 | 6,98 | 0,18 | 0,251 | 154,2 | 41,7 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 38,7 | 182,1 | 20335,0 | 21,8 | 3,35 | 10,00 | 0,24 | 0,184 | 164,6 | 52,1 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 38,7 | 134,6 | 15585,0 | 20,1 | 2,60 | 10,00 | 0,34 | 0,133 | 164,2 | 51,7 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 38,7 | 117,0 | 13825,0 | 19,5 | 2,36 | 10,00 | 0,39 | 0,116 | 163,8 | 51,3 |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 38,7 | 99,0 | 12025,0 | 18,6 | 2,14 | 10,00 | 0,46 | 0,100 | 162,8 | 50,3 |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 38,7 | 71,6 | 9285,0 | 18,0 | 1,86 | 10,00 | 0,63 | 0,074 | 162,9 | 50,4 |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 38,7 | 93,4 | 11465,0 | 18,4 | 2,07 | 10,00 | 0,46 | 0,100 | 162,6 | 50,1 |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 38,7 | 120,5 | 14175,0 | 19,5 | 2,38 | 10,00 | 0,36 | 0,125 | 163,8 | 51,3 |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 38,7 | 173,2 | 19445,0 | 21,8 | 3,20 | 10,00 | 0,26 | 0,170 | 165,2 | 52,7 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 38,7 | 201,8 | 22305,0 | 21,1 | 3,50 | 8,97 | 0,22 | 0,201 | 162,1 | 49,6 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 38,7 | 248,2 | 26945,0 | 19,5 | 3,50 | 6,78 | 0,18 | 0,251 | 158,4 | 45,9 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 38,7 | 118,6 | 13985,0 | 26,4 | 3,50 | 8,25 | 0,30 | 0,191 | 171,2 | 58,7 |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 38,7 | 129,6 | 15085,0 | 26,3 | 3,50 | 9,63 | 0,30 | 0,176 | 171,1 | 58,6 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 38,7 | 140,0 | 16125,0 | 24,1 | 3,28 | 10,00 | 0,30 | 0,163 | 168,8 | 56,3 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 38,7 | 165,7 | 18695,0 | 18,3 | 2,59 | 10,00 | 0,30 | 0,140 | 160,1 | 47,6 |

Observações:

- Laje n. 07 não atingiu deformação de ruptura por problemas de convergência
- Laje n. 17 foi super - armada
- Lajes n. 23 e 24 sofreram instabilidade à flexão

No Apêndice B, são apresentadas as tabelas com resultados dos valores de Δf_{ps} de todos os protótipos analisados, sendo este o parâmetro de maior relevância para a pesquisa. Os demais resultados extraídos – M_{res} , δ , ϵ_c e ϵ_s são também apresentados, e em conjunto com as curvas

Análise dos Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão em Cabos Não Aderentes

relacionando os parâmetros P , δ e Δf_{ps} , serviram para avaliar o adequado desempenho da análise numérica e determinar a exclusão de protótipos com resultados considerados inválidos, conforme critérios descritos a seguir.

4.1.4 Protótipos Desconsiderados

Resultados de incremento de tensão Δf_{ps} de protótipos que apresentaram comportamentos indesejados, do ponto de vista de projeto, não foram considerados. Do contrário, qualquer relação estabelecida entre os parâmetros estudados e Δf_{ps} seria influenciada por resultados de protótipos que não seriam usualmente concebidos em projeto.

Protótipos com baixas taxas de armadura que apresentaram o fenômeno de *instabilidade à flexão*, como observado nos protótipos **0,30-0,150-112,5-23** e **24**, ilustrados na figura 4.1 (e) e tabela 4.1, foram desconsiderados.

Protótipos com altas taxas de armadura onde foi observada a ruptura frágil, devido ao excesso de armadura (protótipos super-armados), também foram descartados. Foram considerados super-armados os protótipos situados no *domínio 4* de deformações do Estado Limite Último, segundo critério da NBR 6118 (ABNT, 2003). O protótipo **0,30-0,150-112,5-17** indicado na tabela 4.1 e figura 4.1 (d), apresentou deformações no concreto e aço da armadura passiva iguais a 0,0035 e 0,00235, respectivamente. Já que a deformação de escoamento da armadura passiva do protótipo em questão é igual a 0,00238 ($50 / 21000 = 0,00238$), este foi desconsiderado.

Há ainda o caso de protótipos com taxas de armadura e índices de protensão parcial elevados, em que as tensões oriundas da protensão efetiva provocaram fissuração da borda superior do elemento, inicialmente tracionada. Nestes casos, uma queda de rigidez inicial foi observada, sendo recuperada com o aumento do carregamento e conseqüente fechamento das fissuras. Como estas fissuras iniciais devem ser evitadas ou cuidadosamente contidas, na situação de projeto, optou-se por se desconsiderar os protótipos onde esta situação foi observada. Além disso, estes protótipos geralmente situaram-se no *domínio 4* de deformações da norma.

Em alguns protótipos, por problemas de convergência, não foram atingidas as deformações limites do aço ou concreto, sendo a análise numérica interrompida precocemente. Estes

resultados, portanto, também não foram considerados. Pode ser observado, na figura 4.1 (b), que a análise do protótipo **0,30-0,150-112,5-07** foi interrompida no início do escoamento da armadura passiva.

4.2 Gráficos de Dispersão dos Parâmetros ω_e e Δf_{ps}

Protótipos com carregamento aplicado nos terços médios e com índice de esbelteza à flexão $l/d_p = 38,7$ foram, cronologicamente, os primeiros a serem pesquisados. Nesta etapa inicial, não era conhecido o efeito de qualquer parâmetro no valor de Δf_{ps} , e, portanto, a tensão efetiva de protensão f_{pe} foi considerada apenas como mais um parâmetro interno de ω_e a ser variado, dentro de um grupo, em relação aos protótipos de referência – estes possuíam tensão efetiva $f_{pe} = 152,0$ kN/cm². Os resultados numéricos obtidos foram então analisados, procurando se estabelecer uma relação entre quaisquer parâmetros internos de ω_e , índices de protensão parcial PPR_e e valores de ω_e , com o incremento de tensão Δf_{ps} .

Foram elaborados gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}), observando-se que estas duas variáveis poderiam ser correlacionadas linearmente – Tao e Du (1985) já haviam observado uma relação linear entre ω_e e Δf_{ps} em seu trabalho experimental. Nesta pesquisa, esta relação era válida independentemente dos valores adotados para os parâmetros internos de ω_e , com exceção de f_{pe} , cujos pontos resultavam dispersos em relação aos demais. O parâmetro f_{pe} foi então tratado como um parâmetro principal, dando origem ao estudo de grupos de protótipos com as demais tensões efetivas arbitradas – 92,7, 112,5 e 132,3 kN/cm², conforme apresentado em 3.3.1. Da mesma maneira, para cada uma das tensões efetivas estudadas, foi obtida boa correlação linear entre ω_e e Δf_{ps} . Concluída, portanto, a análise de protótipos com carregamento nos terços médios e índice $l/d_p = 38,7$, o estudo foi estendido para as demais esbeltezes 21,7 e 55,7 e, posteriormente, para os carregamentos concentrado e distribuído, determinando-se em cada um, a relação entre as variáveis ω_e e Δf_{ps} .

A seguir serão apresentados os gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) correspondentes aos três tipos de carregamento estudados, para cada um dos índices l/d_p analisados, que por sua vez compreendem cada um dos quatro valores de tensão efetiva arbitrados. As regressões lineares obtidas em cada conjunto de protótipos com mesmo f_{pe} , na forma de $\Delta f_{ps} = f(\omega_e)$, serão também indicadas.

4.2.1 Carregamento nos Terços Médios

Os gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) são apresentados isoladamente para cada índice l/d_p . Por fim, os gráficos correspondentes a cada l/d_p serão superpostos.

4.2.1.1 Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$

Na figura 4.4 (a), (b), (c) e (d) são apresentados os gráficos correspondentes aos protótipos com tensões efetivas f_{pe} iguais a 92,7, 112,5, 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. O tamanho da amostra de n pontos e as regressões lineares e coeficientes de determinação R^2 obtidos, são indicados em cada gráfico.

Observa-se, em todos os gráficos, que o valor de Δf_{ps} é inversamente proporcional ao valor de ω_e , comportamento este já destacado por Tao e Du (1985) e Chakrabarti (1995) em trabalhos experimentais, conforme relatado em 2.1.2. Pode-se perceber também que, a medida em que maiores tensões efetivas são utilizadas em cada grupo de protótipos, são obtidos valores menores de Δf_{ps} . Com o aumento de f_{pe} , as retas de regressão são deslocadas para baixo e o coeficiente angular diminui.

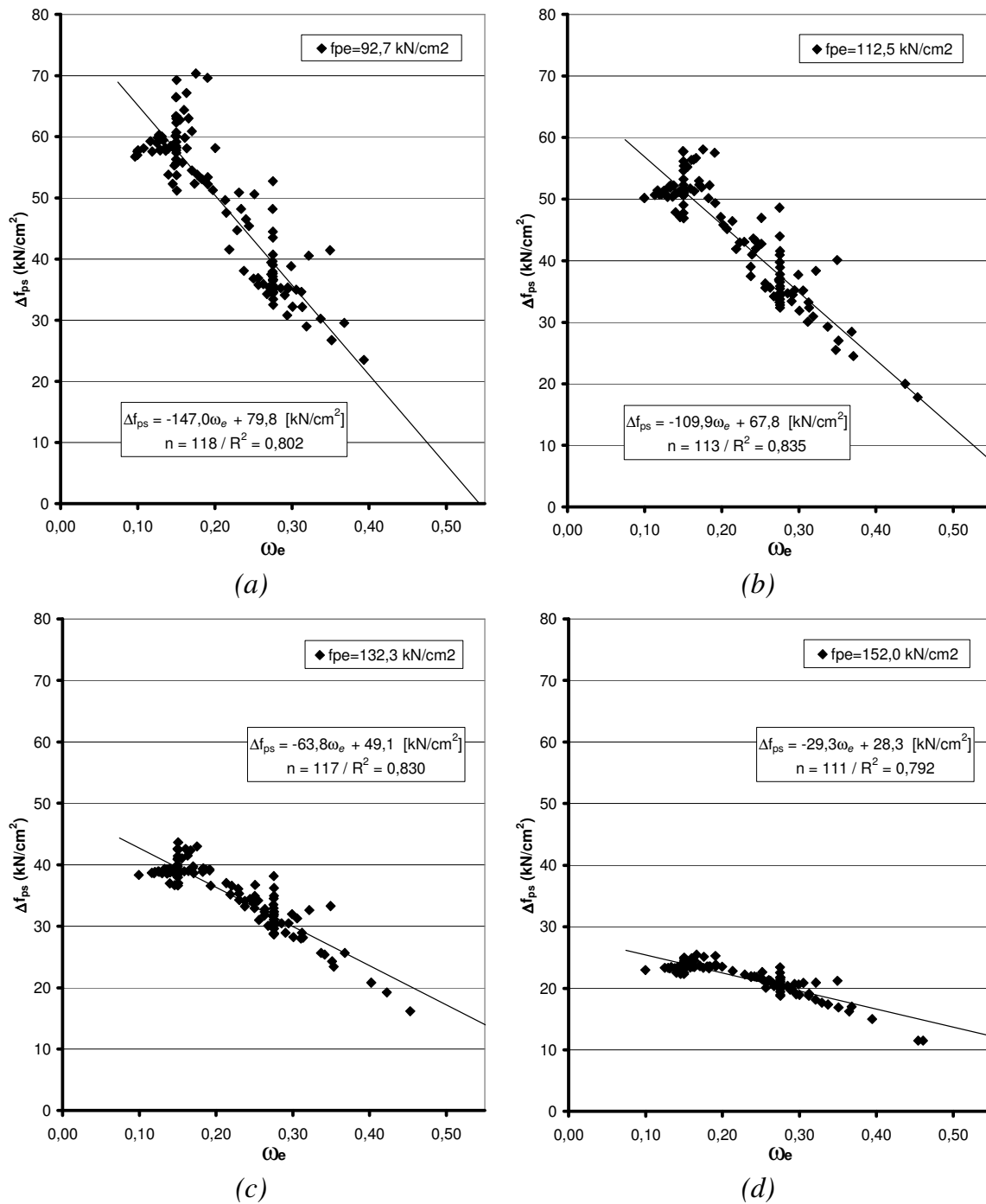


Figura 4.4 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$

A figura 4.5 apresenta um gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) onde os gráficos da figura 4.4 são superpostos. É possível observar que protótipos com maiores valores de tensão efetiva correspondem a menores valores resultantes de Δf_{ps} .

As equações (4.1) à (4.4) apresentadas ao lado do gráfico indicam as regressões lineares obtidas para as tensões efetivas 92,7; 112,5; 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. A unidade do valor de Δf_{ps} resultante é o kN/cm². Os coeficientes de determinação R^2 e o tamanho n da amostra também são indicados.

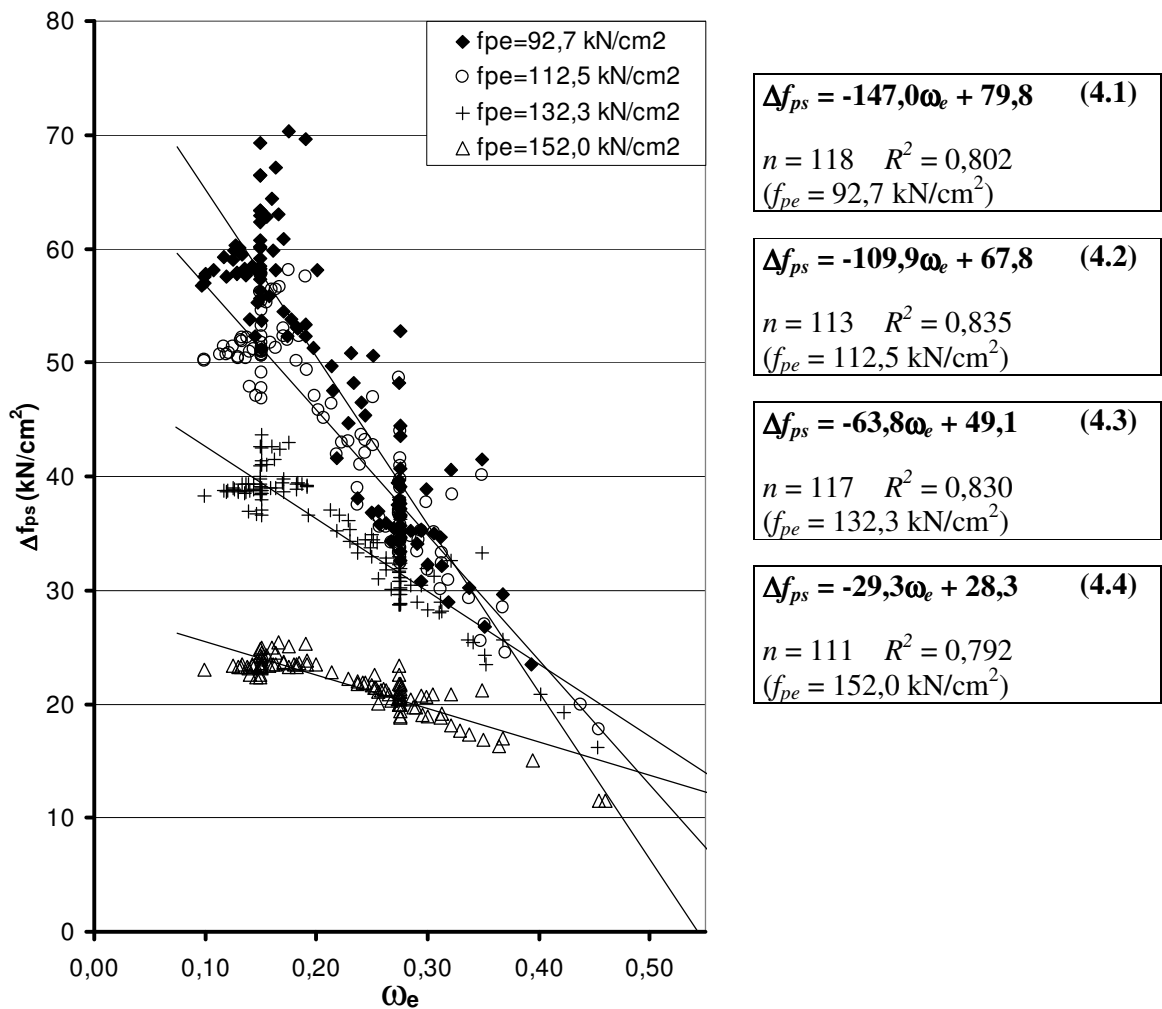


Figura 4.5 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe}

4.2.1.2 Índices de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 38,7$ e $55,7$

A análise de protótipos com carregamento nos terços e índices l/d_p iguais à $38,7$ e $55,7$ revelou resultados muito similares de Δf_{ps} aos dos protótipos correspondentes, com l/d_p igual à $21,7$. A tabela 4.2 exemplifica resultados de deslocamento e Δf_{ps} na ruptura de protótipos derivados do protótipo de referência **0,30-0,150-112,5-REF**. Percebe-se o aumento de ductilidade com o aumento de l/d_p . Já os valores de Δf_{ps} são, conforme as diferenças percentuais indicadas, praticamente os mesmos, para quaisquer índices l/d_p de um determinado protótipo.

Diferenças percentuais desta mesma ordem podem ser obtidas entre os valores de Δf_{ps} resultantes da análise numérica de um mesmo protótipo, com a utilização de diferentes passos incrementais. As diferenças indicadas na tabela 4.2 podem ser consideradas, então, inerentes ao próprio processo de análise. As médias das diferenças nos resultados de Δf_{ps} , entre protótipos correspondentes com $l/d_p = 38,7$ e $21,7$, e protótipos com $l/d_p = 55,7$ e $21,7$ foram, respectivamente, iguais a $1,4$ e $1,5$ %.

Tabela 4.2 – Comparação de resultados, entre os vários índices l/d_p analisados, de δ e Δf_{ps} na ruptura de protótipos com carregamento nos terços, derivados do protótipo de referência **0,30-0,150-112,5-REF** [kN; cm]

| Laje protótipo | $l/d_p = 21,7$ | | $l/d_p = 38,7$ | | $l/d_p = 55,7$ | | Diferença l/d_p | Diferença l/d_p |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | δ | Δf_{ps} | δ | Δf_{ps} | δ | Δf_{ps} | 38,7 - 21,7 Δf_{ps} (%) | 55,7 - 21,7 Δf_{ps} (%) |
| 0,30-0,150-112,5-REF | 6,5 | 51,8 | 20,8 | 51,9 | 43,0 | 51,6 | 0,3 | -0,4 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 6,2 | 50,6 | 19,9 | 50,3 | 41,3 | 50,0 | -0,6 | -1,2 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 6,3 | 51,0 | 20,2 | 50,8 | 41,8 | 50,3 | -0,5 | -1,5 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 6,3 | 51,1 | 20,5 | 51,3 | 42,4 | 51,0 | 0,5 | -0,1 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 6,6 | 52,3 | 21,1 | 52,4 | 43,7 | 52,1 | 0,2 | -0,4 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 6,8 | 53,2 | 21,6 | 53,4 | 44,5 | 52,8 | 0,3 | -0,8 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 6,8 | 54,6 | 22,4 | 54,8 | 46,4 | 54,6 | 0,4 | -0,1 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | -- | -- | -- | -- | 53,8 | 58,8 | -- | -- |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 7,9 | 57,8 | 25,2 | 57,7 | 48,4 | 55,9 | -0,2 | -3,3 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 7,3 | 56,2 | 23,4 | 56,1 | 48,7 | 55,9 | -0,1 | -0,5 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 5,8 | 47,7 | 18,6 | 47,6 | 38,6 | 47,2 | -0,3 | -1,1 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 5,5 | 41,0 | 17,3 | 40,8 | -- | -- | -0,4 | -- |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 6,7 | 51,9 | 21,6 | 51,8 | -- | -- | -0,2 | -- |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 6,5 | 51,7 | 21,1 | 51,9 | 42,2 | 51,7 | 0,3 | -0,2 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 6,4 | 52,2 | 20,4 | 52,0 | 41,9 | 51,6 | -0,4 | -1,2 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 6,4 | 52,2 | 20,3 | 52,0 | 41,9 | 51,7 | -0,4 | -1,1 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 6,3 | 52,0 | 20,2 | 52,0 | 41,9 | 51,8 | 0,0 | -0,4 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 3,8 | 17,8 | 11,9 | 17,8 | 24,7 | 17,3 | -0,1 | -2,8 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 5,8 | 42,8 | 18,0 | 41,7 | 37,1 | 41,0 | -2,4 | -4,2 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 6,8 | 52,3 | 21,8 | 52,1 | -- | -- | -0,3 | -- |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 6,3 | 51,8 | 20,1 | 51,7 | 41,7 | 51,4 | -0,2 | -0,9 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 6,1 | 51,4 | 19,5 | 51,3 | 40,0 | 50,8 | -0,2 | -1,2 |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 5,8 | 50,2 | 18,6 | 50,3 | -- | -- | 0,1 | -- |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 5,6 | 50,8 | 18,0 | 50,4 | 37,2 | 50,2 | -0,8 | -1,2 |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 5,8 | 50,1 | 18,4 | 50,1 | -- | -- | 0,0 | -- |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 6,1 | 51,4 | 19,5 | 51,3 | 40,5 | 50,7 | -0,2 | -1,3 |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 6,8 | 52,9 | 21,8 | 52,7 | 45,0 | 52,3 | -0,5 | -1,3 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | -- | -- | 21,1 | 49,6 | 44,6 | 50,5 | -- | -- |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 6,3 | 47,0 | 19,5 | 45,9 | 40,6 | 45,6 | -2,2 | -2,8 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 8,1 | 57,5 | 26,4 | 58,7 | 54,9 | 58,6 | 2,1 | 1,9 |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 8,2 | 58,1 | 26,3 | 58,6 | 54,5 | 58,4 | 0,9 | 0,6 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 7,5 | 56,4 | 24,1 | 56,3 | 49,7 | 56,0 | -0,2 | -0,7 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 5,8 | 47,9 | 18,3 | 47,6 | 37,9 | 47,2 | -0,5 | -1,4 |

-- indica que não houve convergência de análise

As figuras 4.6 e 4.7 apresentam os gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios, para índices de esbelte de 38,7 e 55,7, respectivamente, com a superposição de todos os valores de f_{pe} analisados. As regressões lineares são indicadas, para $l/d_p = 38,7$ e f_{pe} variando de 92,7 a 152,0 kN/cm², pelas equações (4.5) a (4.8) e, para $l/d_p = 55,7$, pelas equações (4.9) a (4.12), onde Δf_{ps} é dado em kN/cm².

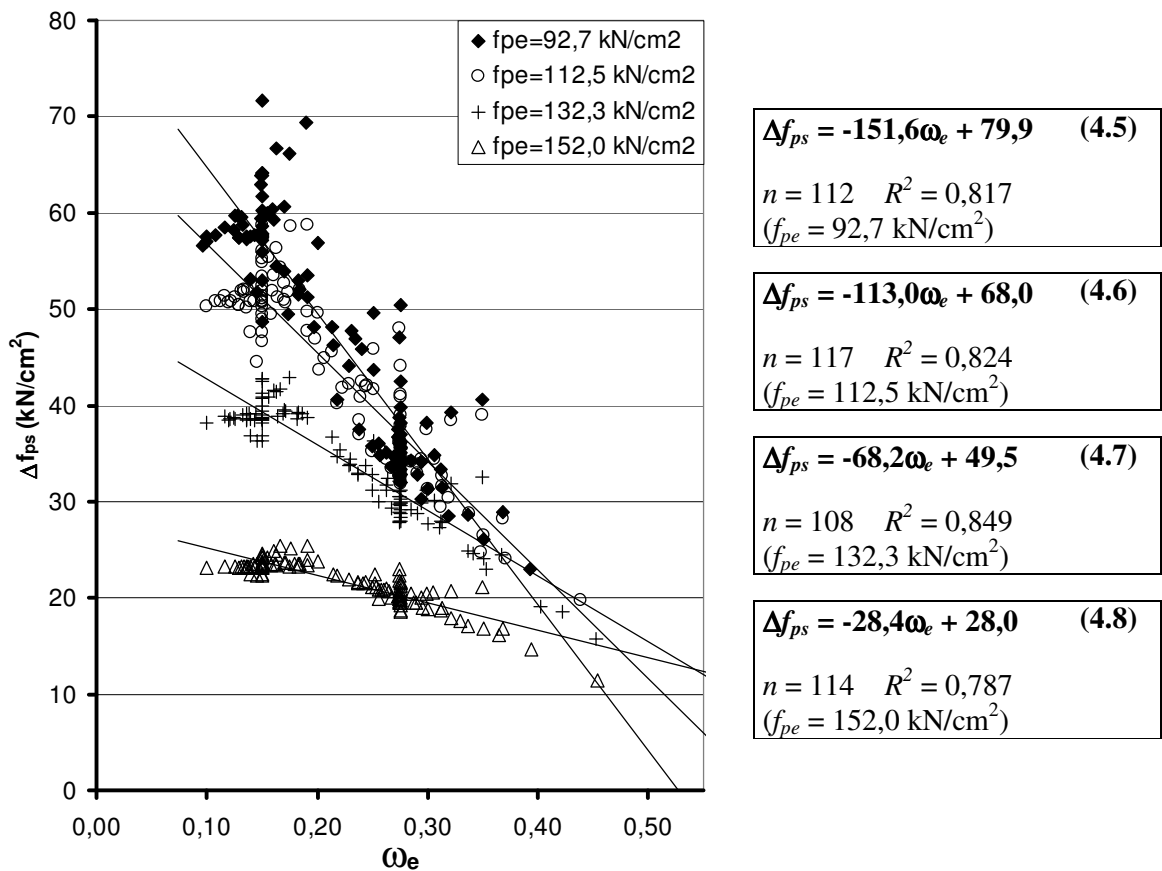


Figura 4.6 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 38,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe}

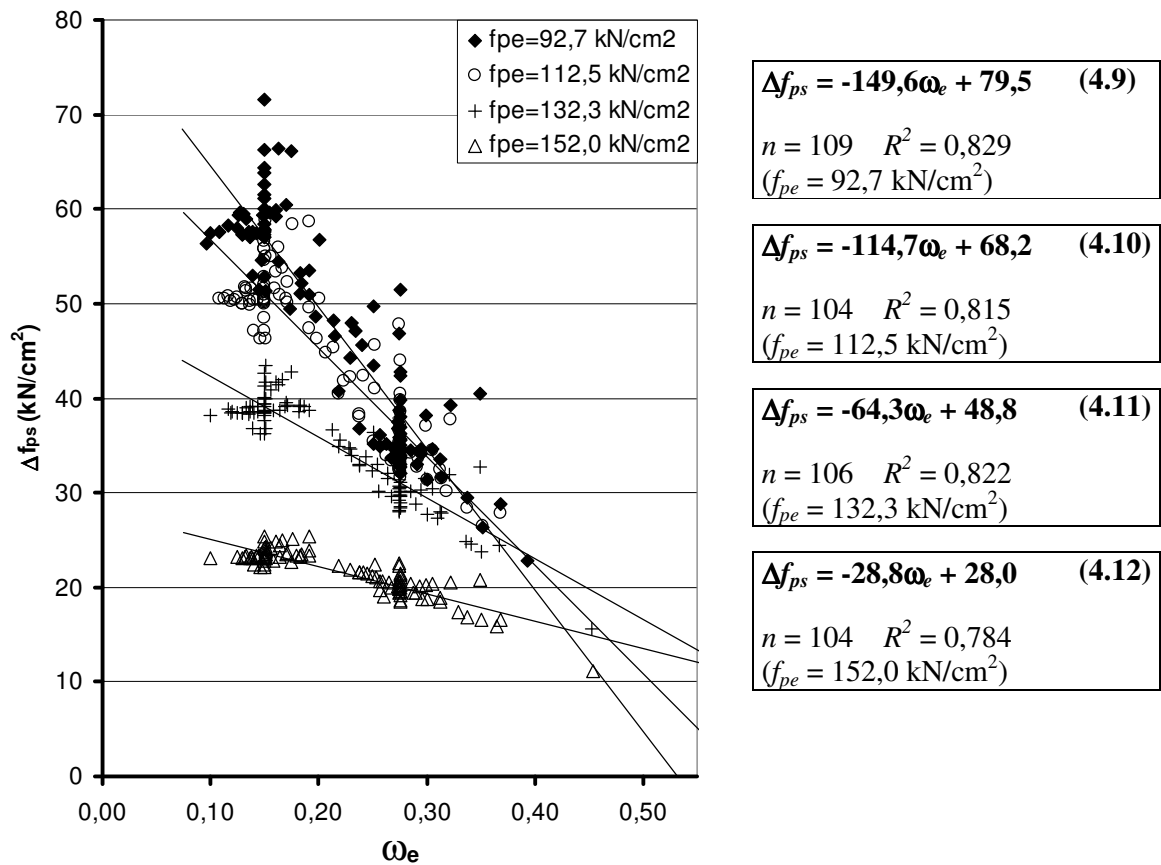


Figura 4.7 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 55,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe}

Observa-se a semelhança entre os gráficos das figuras (4.5) a (4.7) e entre o conjunto de regressões indicadas em cada uma delas, comparando-se mesmos valores de tensões efetivas f_{pe} .

A figura 4.8 apresenta a superposição dos gráficos das figuras (4.5) a (4.7), juntamente com as regressões lineares obtidas desta superposição, para f_{pe} variando de 92,7 a 152,0 kN/cm^2 , conforme indicado nas equações (4.13) a (4.16), onde Δf_{ps} é dado em kN/cm^2 .

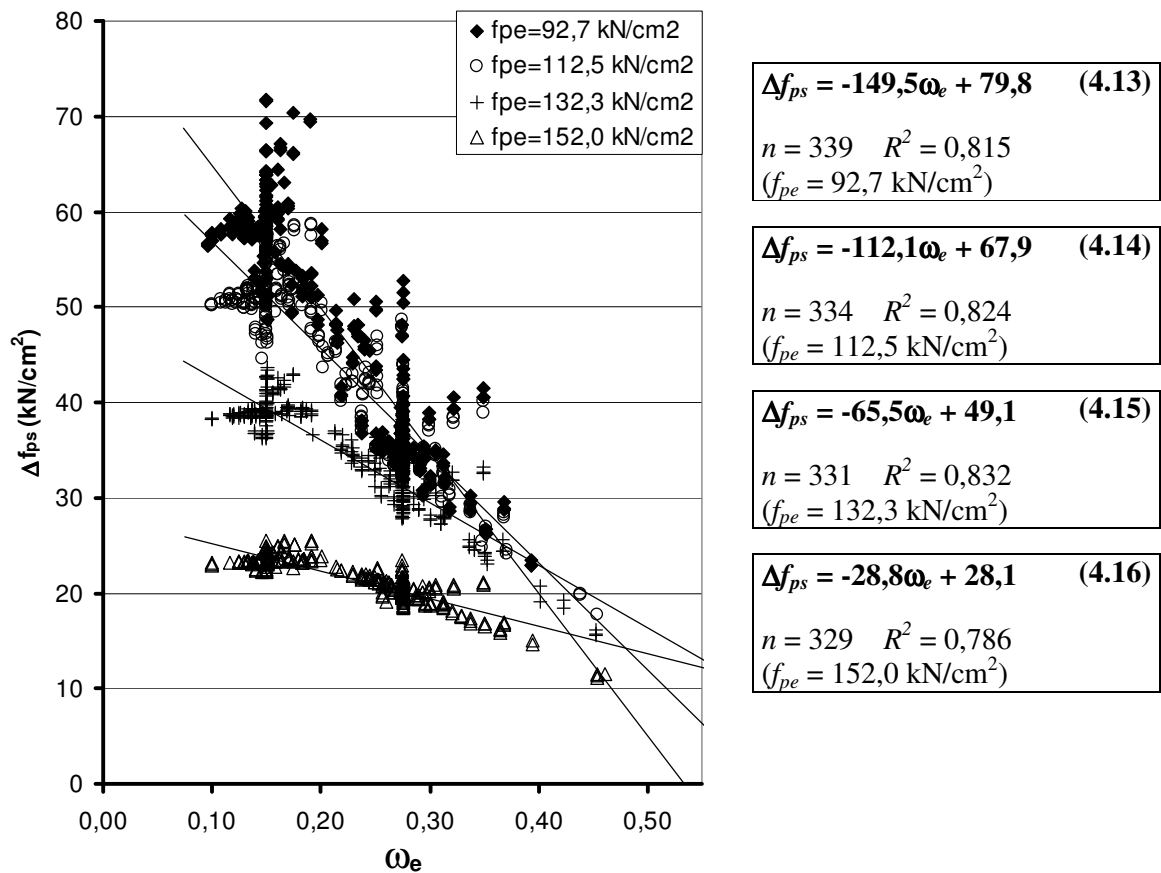


Figura 4.8 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios – superposição de todos os índices de esbeltez

4.2.2 Carregamento Concentrado

Protótipos submetidos a carregamento concentrado foram, dentre os três tipos de carregamento estudados, os que apresentaram menor índice de convergência numérica e menores valores resultantes de Δf_{ps} . Os gráficos de dispersão correspondentes a cada índice l/d_p são apresentados a seguir.

4.2.2.1 Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$

Na figura 4.9 (a), (b), (c) e (d) são apresentados os gráficos correspondentes aos protótipos com tensões efetivas f_{pe} iguais a 92,7, 112,5, 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente.

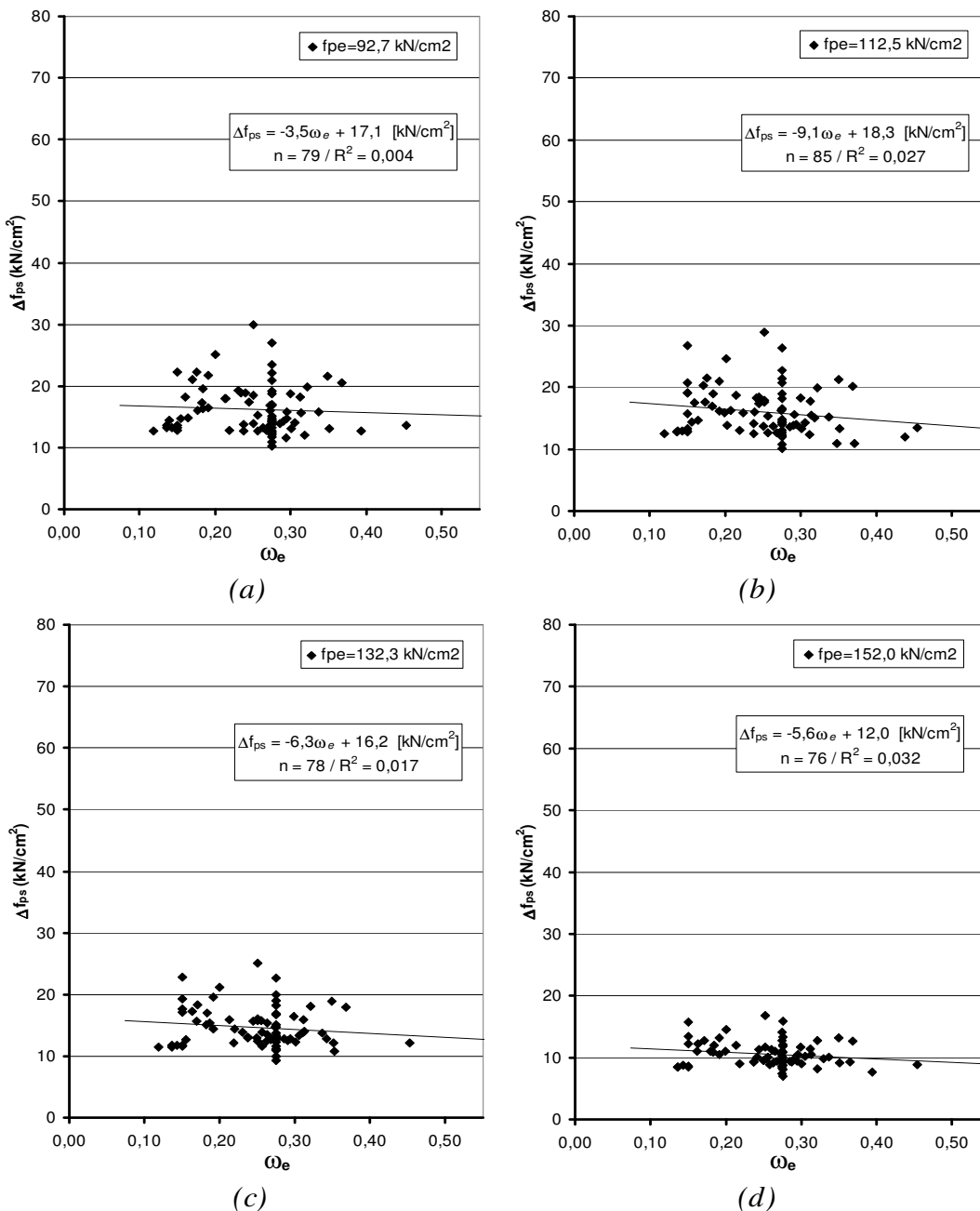


Figura 4.9 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento concentrado e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7$ kN/cm²; b) $f_{pe} = 112,5$ kN/cm²; c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm²; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm²

A boa correlação obtida para protótipos com carregamento nos terços médios não é observada em protótipos com carregamento concentrado. As regressões lineares resultaram em retas que poderiam ser consideradas como patamares de valores de Δf_{ps} , tendo em vista a pequena variação de seus valores entre os extremos do domínio de ω_e . Grupos de protótipos com valores maiores de f_{pe} apresentaram médias dos valores de Δf_{ps} menores, assim como também as dispersões em torno destas médias.

A figura 4.10 apresenta o gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) onde os gráficos da figura 4.9 são superpostos. As equações (4.17) à (4.20) apresentadas ao lado do gráfico indicam as regressões lineares obtidas para as tensões efetivas 92,7, 112,5, 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. A unidade do valor de Δf_{ps} resultante é o kN/cm².

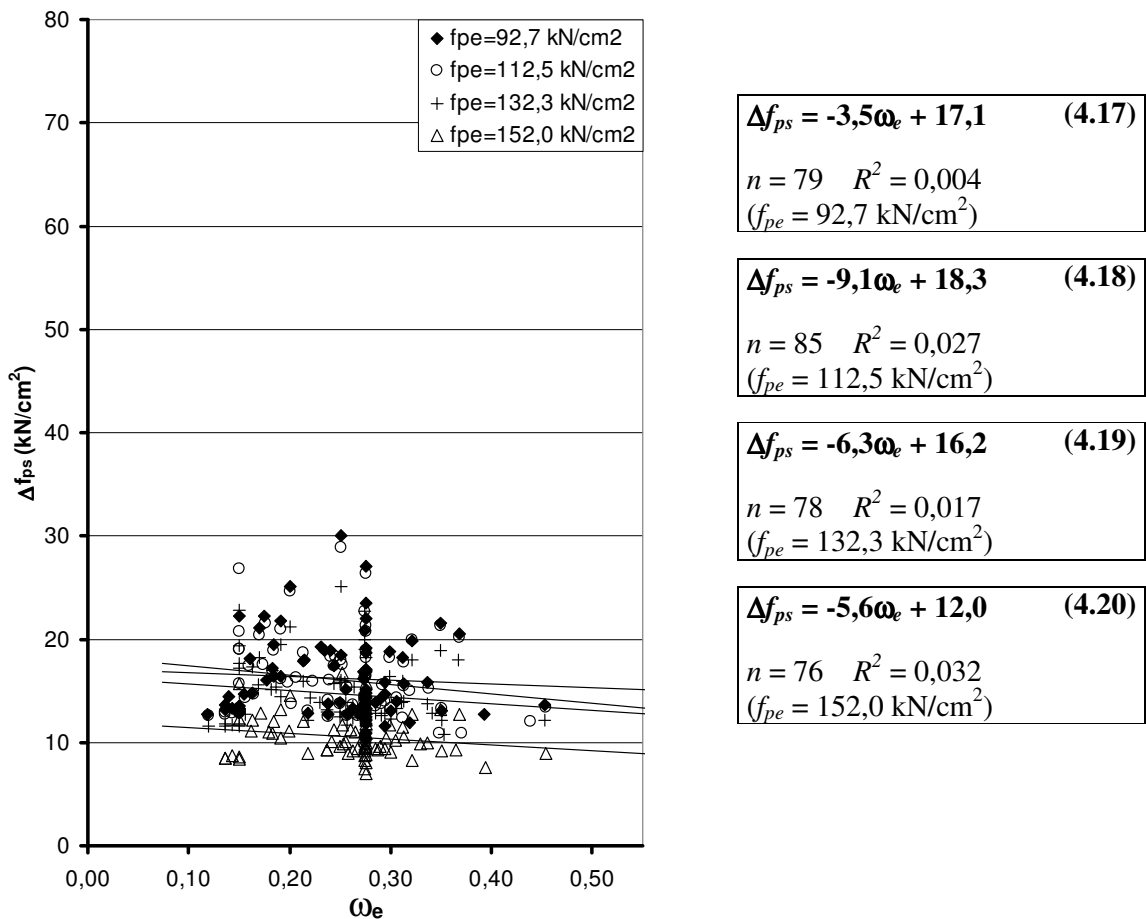


Figura 4.10 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento concentrado e $l/d_p = 21,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe}

4.2.2.2 Índices de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 38,7$ e $55,7$

Da mesma maneira que para o carregamento nos terços, a análise de protótipos com carregamento concentrado e índices l/d_p iguais à $38,7$ e $55,7$ revelou resultados muito similares de Δf_{ps} aos dos protótipos correspondentes com l/d_p igual à $21,7$.

As médias das diferenças nos resultados de Δf_{ps} , entre protótipos correspondentes com $l/d_p = 38,7$ e $21,7$, e protótipos com $l/d_p = 55,7$ e $21,7$ foram, respectivamente, iguais a $2,8$ e $4,0$ %.

A figura 4.11 (a) e (b) apresenta os gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento concentrado, para índices de esbeltez de $38,7$ e $55,7$, respectivamente, com a superposição de todos os valores de f_{pe} analisados.

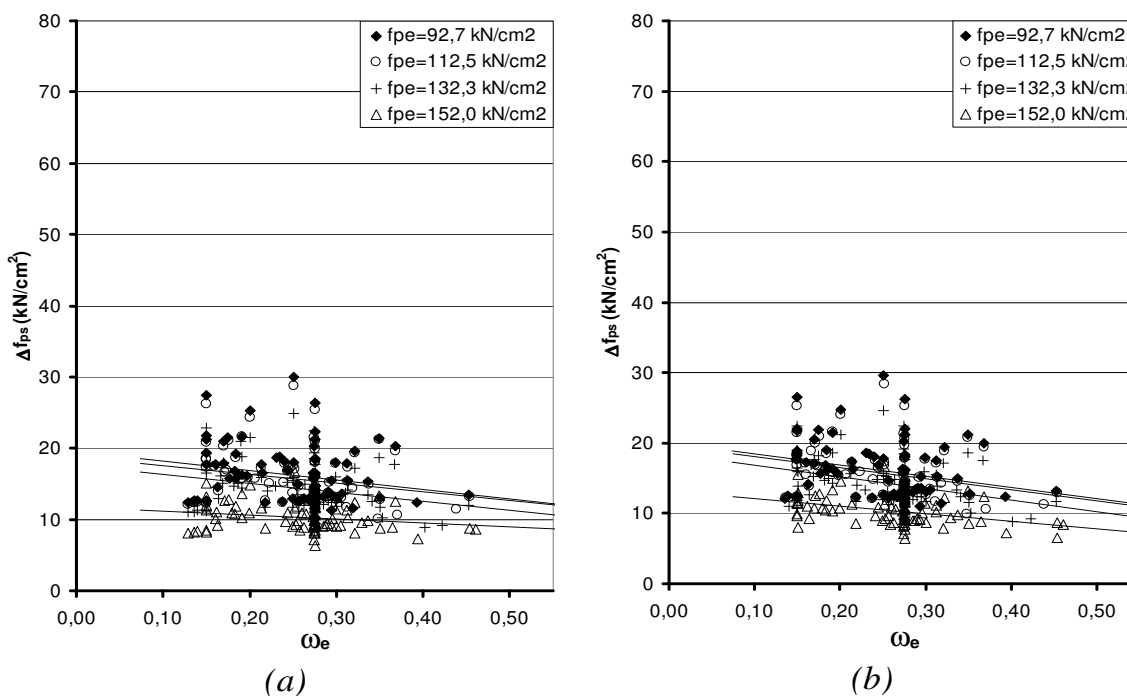


Figura 4.11 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento concentrado: a) $l/d_p = 38,7$; b) $l/d_p = 55,7$

A figura 4.12 apresenta a superposição dos gráficos das figuras (4.10) e (4.11), juntamente com as regressões lineares obtidas desta superposição, para f_{pe} variando de 92,7 a 152,0 kN/cm², conforme indicado nas equações (4.21) a (4.24), onde Δf_{ps} é dado em kN/cm².

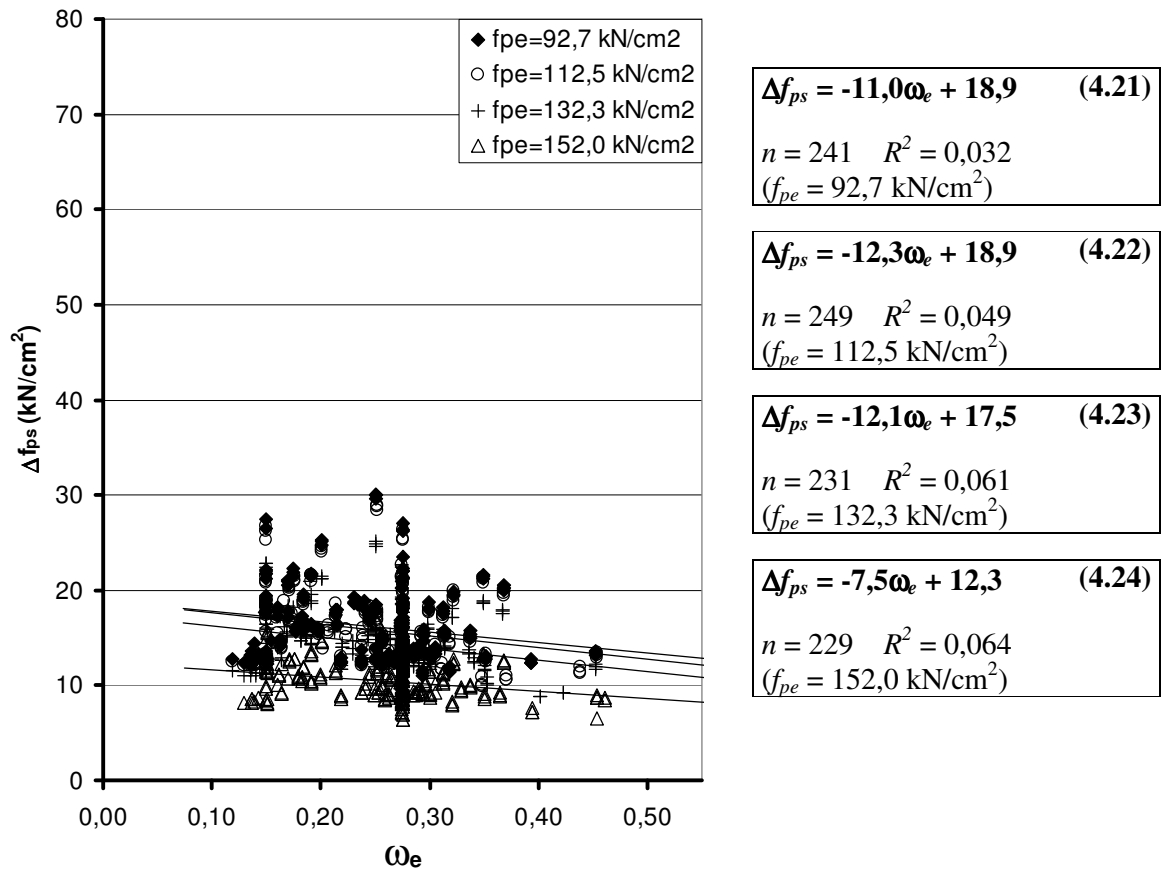


Figura 4.12 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento concentrado – superposição de todos os índices de esbeltez

A tabela 4.3 apresenta, para grupos de protótipos com mesmos valores de f_{pe} , as médias e desvios-padrão dos valores de Δf_{ps} em cada um dos gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) apresentados nas figuras (4.10) a (4.12). Observa-se que para protótipos com mesmos valores de f_{pe} , as médias e desvios-padrão são muito similares, independentemente do índice de esbeltez à flexão.

Tabela 4.3 – Médias e desvios-padrão dos valores de Δf_{ps} dos grupos de protótipos com mesmo f_{pe} e carregamento concentrado [kN; cm]

| Grupo de protótipos | Figura representativa | Amostra n | Δf_{ps} médio | Desv-pad. | CV (%) |
|--|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------|--------|
| $l/d_p = 21,7 - f_{pe} = 92,7$ | 4.9(a) e 4.10 | 79 | 16,2 | 3,9 | 23,8 |
| $l/d_p = 21,7 - f_{pe} = 112,5$ | 4.9(b) e 4.10 | 85 | 16,1 | 3,8 | 23,6 |
| $l/d_p = 21,7 - f_{pe} = 132,3$ | 4.9(c) e 4.10 | 78 | 14,7 | 3,1 | 21,4 |
| $l/d_p = 21,7 - f_{pe} = 152,0$ | 4.9(d) e 4.10 | 76 | 10,6 | 2,0 | 18,9 |
| $l/d_p = 38,7 - f_{pe} = 92,7$ | 4.11(a) | 80 | 16,2 | 4,1 | 25,0 |
| $l/d_p = 38,7 - f_{pe} = 112,5$ | 4.11(a) | 82 | 15,7 | 3,8 | 24,4 |
| $l/d_p = 38,7 - f_{pe} = 132,3$ | 4.11(a) | 77 | 14,3 | 3,4 | 23,5 |
| $l/d_p = 38,7 - f_{pe} = 152,0$ | 4.11(a) | 77 | 10,3 | 2,0 | 19,7 |
| $l/d_p = 55,7 - f_{pe} = 92,7$ | 4.11(b) | 82 | 16,1 | 4,0 | 24,8 |
| $l/d_p = 55,7 - f_{pe} = 112,5$ | 4.11(b) | 82 | 15,7 | 3,8 | 24,2 |
| $l/d_p = 55,7 - f_{pe} = 132,3$ | 4.11(b) | 76 | 14,3 | 3,3 | 23,0 |
| $l/d_p = 55,7 - f_{pe} = 152,0$ | 4.11(b) | 76 | 10,4 | 2,1 | 20,0 |
| todos l/d_p superpostos - $f_{pe} = 92,7$ | 4.12 | 241 | 16,2 | 4,0 | 24,5 |
| todos l/d_p superpostos - $f_{pe} = 112,5$ | 4.12 | 249 | 15,8 | 3,8 | 23,9 |
| todos l/d_p superpostos - $f_{pe} = 132,3$ | 4.12 | 231 | 14,4 | 3,3 | 22,6 |
| todos l/d_p superpostos - $f_{pe} = 152,0$ | 4.12 | 229 | 10,4 | 2,0 | 19,5 |

4.2.3 Carregamento Distribuído

A análise de protótipos com carregamento distribuído, como descrito em 3.4.3, considera diferentes comprimentos de zona plastificada (L_o). Protótipos com índice $l/d_p = 21,7$ foram analisados com a consideração de valores de L_o iguais a $l/6$ e $l/20$. Em protótipos com $l/d_p = 55,7$, foi utilizado para análise o valor de $L_o = l/6$, somente.

Considerando protótipos submetidos a carregamento distribuído com $L_o = l/6$, verifica-se que estes apresentaram resultados de Δf_{ps} intermediários, entre os dos protótipos com carregamento nos terços e carregamento concentrado. Os coeficientes de determinação obtidos foram também inferiores aos obtidos nos protótipos com carga nos terços médios, embora indiquem ainda a existência de correlação entre ω_e e Δf_{ps} .

Protótipos com $L_o = l/20$ apresentaram baixa convergência numérica. Foram obtidos resultados de Δf_{ps} intermediários entre protótipos com carregamento distribuído e $L_o = l/6$, e

carregamento concentrado. Os coeficientes de determinação obtidos foram muito inferiores aos dos protótipos com carregamento distribuído e $L_o = l/6$.

Os gráficos de dispersão correspondentes aos protótipos com $L_o = l/6$ são apresentados a seguir. Por fim, serão ilustrados os gráficos de dispersão dos protótipos com $L_o = l/20$.

4.2.3.1 $L_o = l/6$ e Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$

Na figura 4.13 (a), (b), (c) e (d) são apresentados os gráficos correspondentes aos protótipos com tensões efetivas f_{pe} iguais a 92,7; 112,5; 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. O tamanho da amostra de n pontos e as regressões lineares e coeficientes de determinação R^2 obtidos, são indicados em cada gráfico.

Assim como nos protótipos submetidos a carregamento nos terços médios e concentrado, protótipos com tensões efetivas f_{pe} menores resultaram em incrementos de tensão maiores.

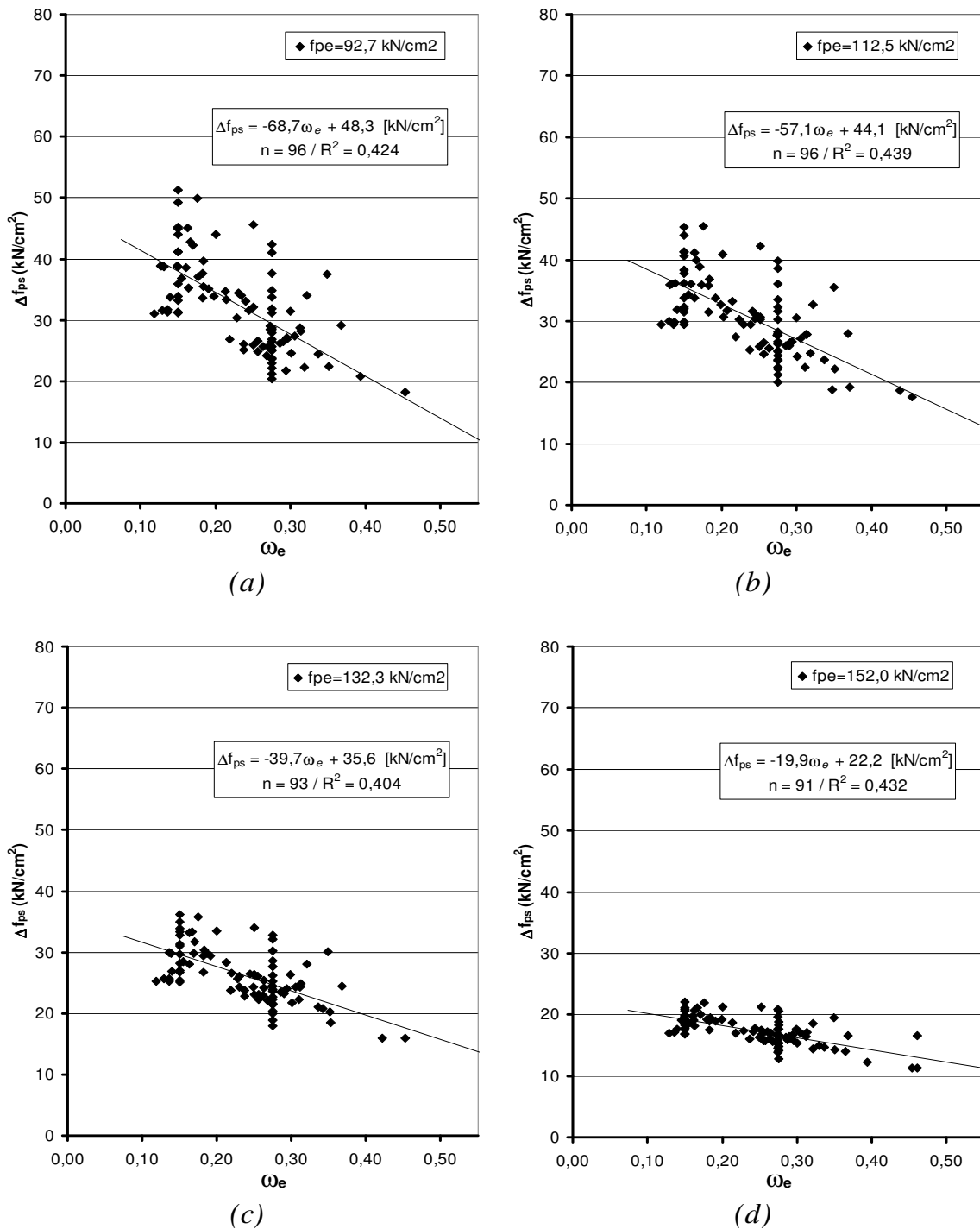


Figura 4.13 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/6$ e $l/d_p = 21,7$: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$

A figura 4.14 apresenta o gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) onde os gráficos da figura 4.13 são superpostos. As equações (4.25) à (4.28) apresentadas ao lado do gráfico indicam as regressões lineares obtidas para as tensões efetivas 92,7, 112,5, 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. A unidade do valor de Δf_{ps} resultante é o kN/cm².

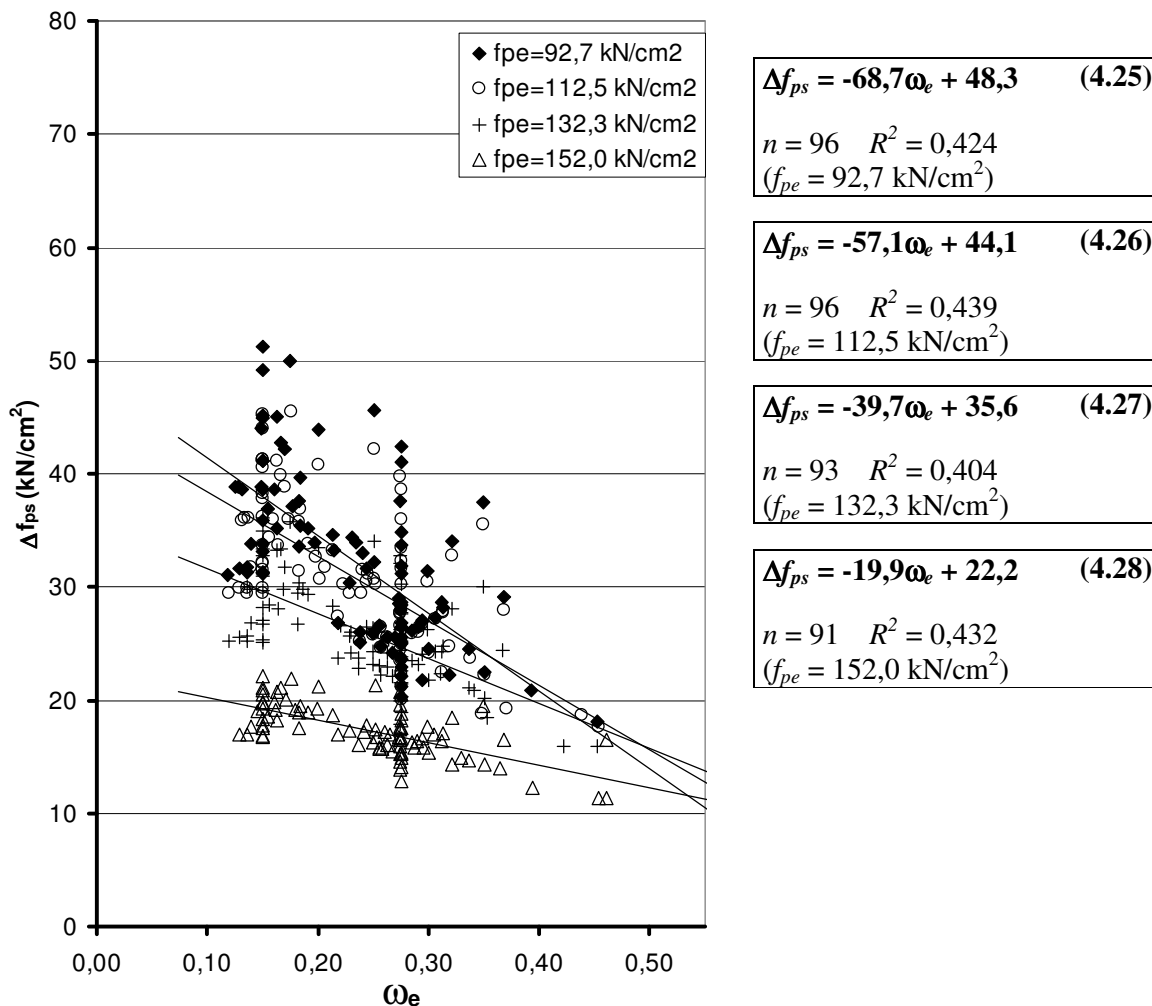


Figura 4.14 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/6$ e $l/d_p = 21,7$ – superposição de todos os valores de f_{pe}

4.2.3.2 $L_o = l/6$ e Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 55,7$

Da mesma maneira que para carregamento nos terços e concentrado, a análise de protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/6$ e índice l/d_p igual a 55,7 revelou resultados muito similares de Δf_{ps} aos dos protótipos correspondentes com l/d_p igual a 21,7. Dessa forma, protótipos com índices de esbeltez iguais a 38,7 não foram estudados.

A média das diferenças nos resultados de Δf_{ps} , entre protótipos correspondentes com $l/d_p = 21,7$ e $l/d_p = 55,7$, foi igual a 1,3 %. Tendo em vista a similaridade dos resultados, os gráficos de dispersão e as regressões lineares obtidas de protótipos com $l/d_p = 55,7$ não serão apresentados, mas sim, a superposição dos resultados de ambas as esbeltezes – 21,7 e 55,7.

A figura 4.15 apresenta, então, a superposição dos gráficos de dispersão resultantes de protótipos com l/d_p iguais a 21,7 e 55,7, juntamente com as regressões lineares obtidas desta superposição, para f_{pe} variando de 92,7 a 152,0 kN/cm², conforme indicado nas equações (4.29) a (4.32), onde Δf_{ps} é dado em kN/cm².

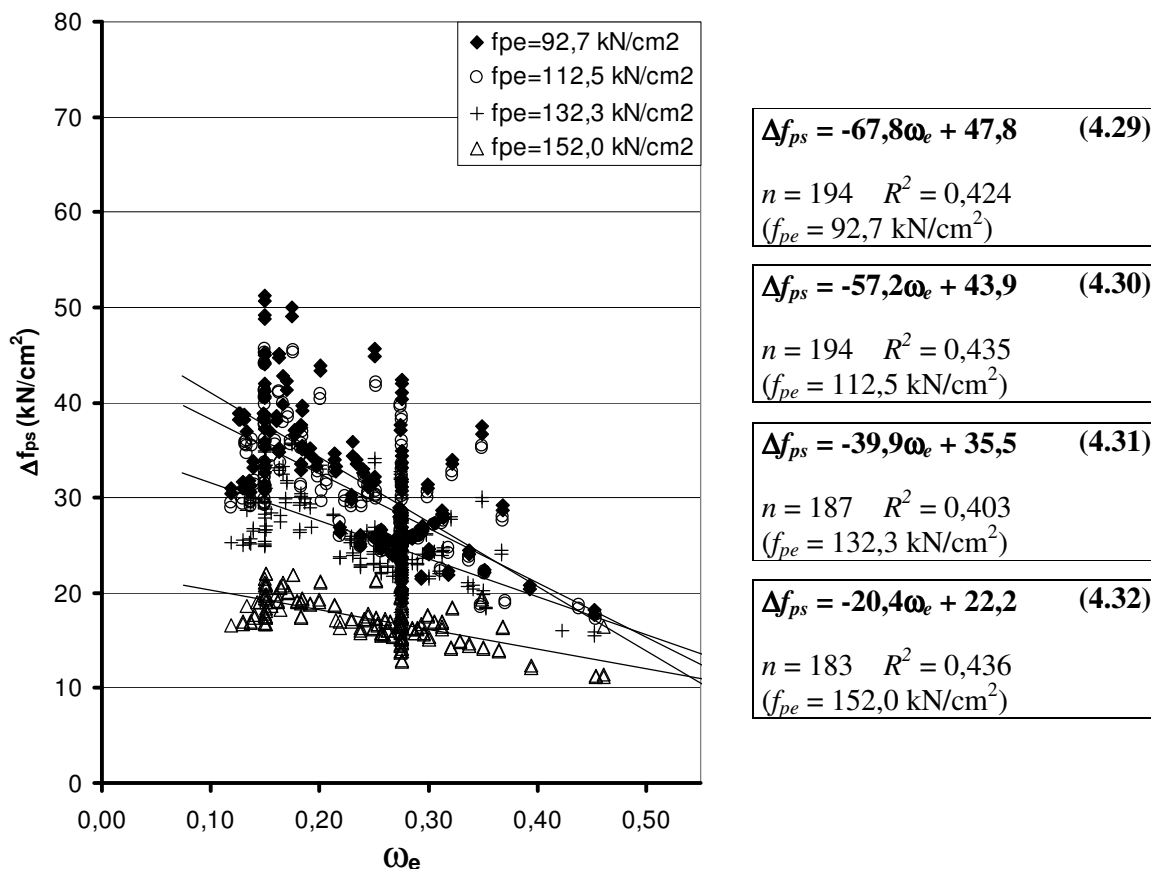


Figura 4.15 – Gráfico de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) e regressões lineares para protótipos com carregamento distribuído e $L_o = l/6$ – superposição dos índices de esbeltez 21,7 e 55,7

4.2.3.3 $L_o = l/20$ e Índice de Esbeltez à Flexão $l/d_p = 21,7$

Na figura 4.16 (a), (b), (c) e (d) são apresentados os gráficos correspondentes aos protótipos com tensões efetivas f_{pe} iguais a 92,7, 112,5, 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. O tamanho da amostra de n pontos e as regressões lineares e coeficientes de determinação R^2 obtidos, são indicados em cada gráfico.

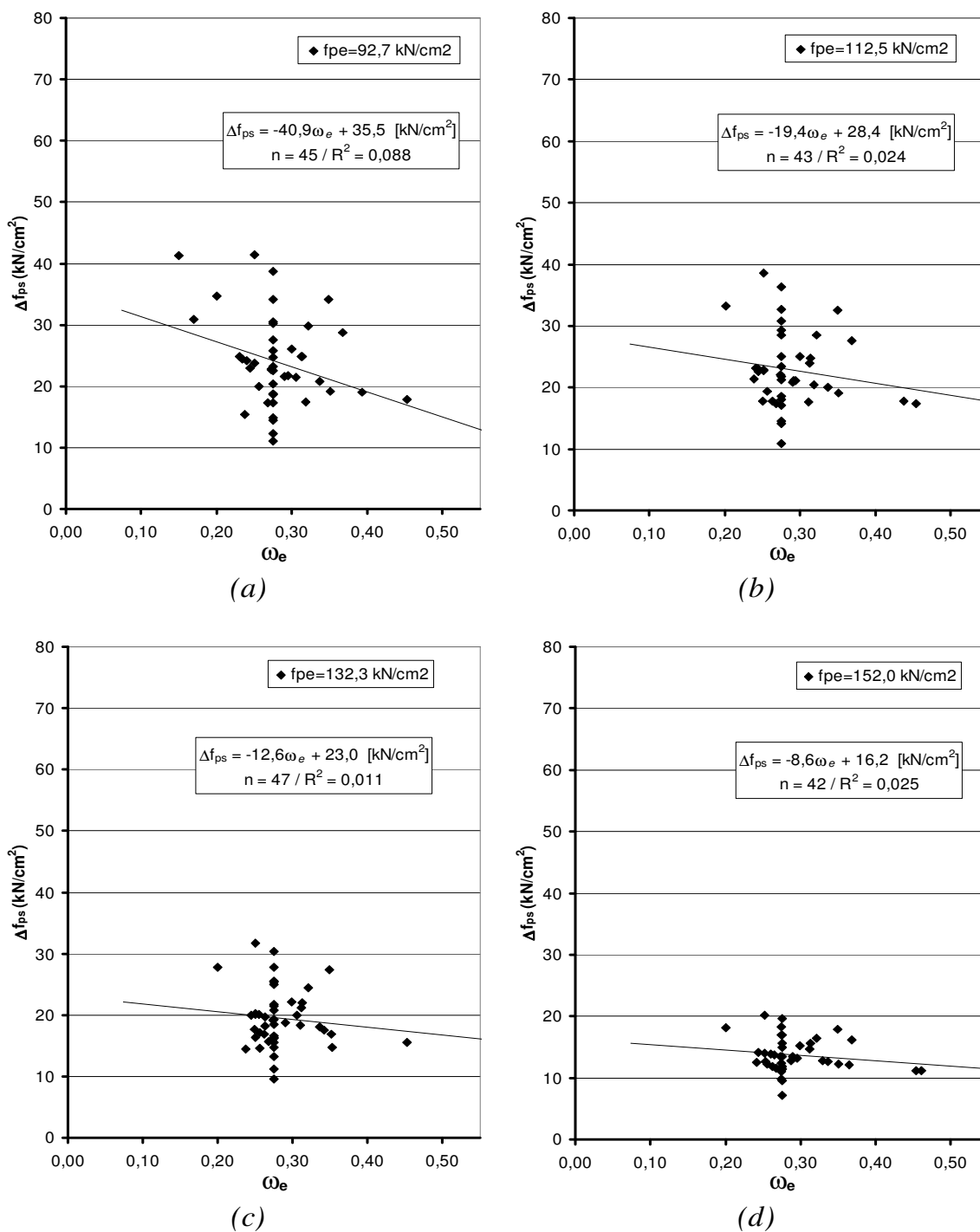


Figura 4.16 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento distribuído com $L_o = l/20$ e $l/d_p = 21,7$: a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$

Englobando-se os resultados obtidos para os diversos carregamentos é possível apresentar a tabela 4.4, que mostra a comparação de valores de Δf_{ps} obtidos em protótipos derivados do protótipo de referência **0,30-0,275-92,7-REF** (portanto com $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$) e $l/d_p = 21,7$, para os diversos tipos de carregamento estudados: terços médios, distribuído com $L_o = l/6$, distribuído com $L_o = l/20$ e concentrado.

Tabela 4.4 – Valores obtidos de Δf_{ps} para diferentes tipos de carregamento aplicado [kN ; cm]

| Laje protótipo | Valores de Δf_{ps} | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| | carga terços médios | carga distribuída $L_o = l/6$ | carga distribuída $L_o = l/20$ | carga concentrada |
| 0,30-0,275-92,7-REF | 37,6 | 28,7 | 22,5 | 16,8 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 35,1 | 20,3 | 11,1 | 10,3 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 37,2 | 23,0 | 14,4 | 12,2 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 36,6 | 25,6 | 18,6 | 14,4 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 39,1 | 31,2 | 25,8 | 18,7 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 40,7 | 34,9 | 30,5 | 22,1 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 43,5 | 41,0 | 38,7 | 27,0 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 52,7 | 42,4 | 34,1 | 23,5 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 48,2 | 37,6 | 30,2 | 20,9 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 44,5 | 33,7 | 24,8 | 19,2 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 34,7 | 25,0 | 18,8 | 14,8 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 23,5 | 20,8 | 19,0 | 12,7 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 35,2 | 27,1 | 21,7 | 15,8 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 39,5 | 29,0 | 22,8 | 16,9 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 46,5 | 33,1 | 24,1 | 18,9 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 48,2 | 33,9 | 24,4 | 18,9 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 50,9 | 34,4 | 24,9 | 19,2 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 9,6 | 9,5 | 9,3 | 7,2 |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 18,3 | 18,0 | 17,6 | 13,2 |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 30,2 | 24,5 | 20,7 | 15,8 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 45,4 | 31,6 | 23,0 | 17,4 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 49,7 | 34,6 | -- | 17,9 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | -- | 37,6 | -- | 17,2 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 57,7 | 31,2 | -- | 13,7 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 53,1 | 33,5 | -- | -- |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 44,7 | 30,3 | -- | -- |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 34,6 | 28,7 | 24,8 | 18,3 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 29,6 | 29,2 | 28,7 | 20,6 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 29,6 | 29,0 | 28,5 | 20,5 |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 41,4 | 37,4 | 34,2 | 21,5 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 40,5 | 34,0 | 29,9 | 19,9 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 38,9 | 31,4 | 26,0 | 18,8 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 36,9 | 26,6 | 20,0 | 15,2 |

-- indica que não houve convergência de análise

Observa-se na tabela a tendência de queda nos valores obtidos de Δf_{ps} , no sentido da coluna relativa ao carregamento nos terços médios, para a coluna relativa ao carregamento concentrado. Esta tabela indica para este caso específico de protótipos derivados da laje **0,30-0,275-92,7-REF**, o comportamento geral já revelado pelos gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) apresentados anteriormente.

4.3 Influência dos Parâmetros Estudados no Valor de Δf_{ps}

Neste item, será realizada uma análise da influência de cada fator, individualmente, sobre o valor do incremento de tensão na armadura não aderente, no Estado Limite Último, sendo eles:

- Parâmetros internos de ω_e , com exceção do parâmetro f_{pe}
- Taxa mecânica total de armadura ω_e
- Parâmetro f_{pe}
- Índice de esbeltez à flexão l/d_p
- Tipo de carregamento

4.3.1 Parâmetros Internos de ω_e

Dentre os parâmetros internos de ω_e , a tensão efetiva f_{pe} foi o parâmetro de influência predominante no valor de Δf_{ps} , como observado nos gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) resultantes de protótipos correspondentes, com distintos valores de f_{pe} . Este será portanto analisado à parte, no item 4.3.3.

A figura 4.17 ilustra novamente o gráfico de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios, índice $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm². Embora uma relação linear entre as variáveis ω_e e Δf_{ps} possa ser admitida, é possível observar uma dispersão nos valores de Δf_{ps} , para valores de ω_e iguais a 0,150 e 0,275. Estas taxas

correspondem, pois, aos protótipos de sufixos 01 a 10, onde os valores de ω_e foram mantidos constantes, em relação ao protótipo de referência.

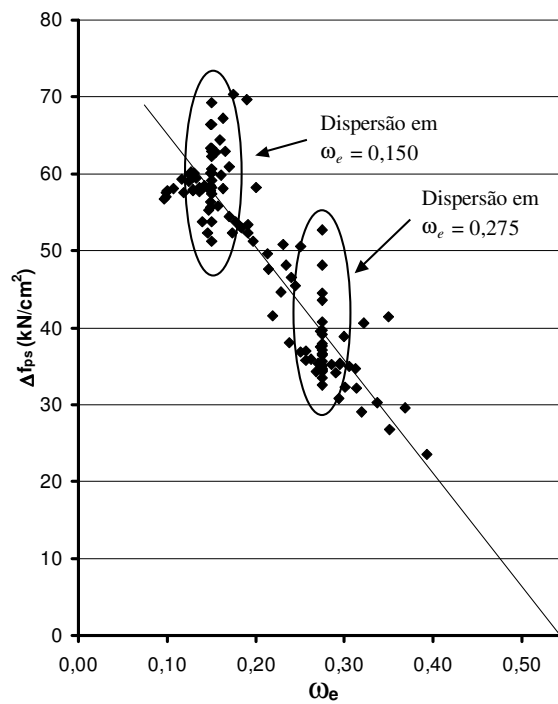


Figura 4.17 – Gráfico de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios, $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm²

A tabela 4.5 permite uma análise mais detalhada dos protótipos, neste caso com $\omega_e = 0,150$, correspondentes aos ilustrados na figura 4.17. Protótipos com sufixos 01 a 06 tiveram os parâmetros f_y e A_s simultaneamente variados em relação à laje de referência, enquanto que protótipos com sufixo 07 a 10 sofreram variação de d_s , A_{ps} e A_s . São apresentados nesta tabela os valores de Δf_{ps} , as deformações nos materiais ϵ_c e ϵ_s , a profundidade da linha neutra (x) e as curvaturas (ϕ), na situação de ruptura, para a seção central, no Estado Limite Último.

Tabela 4.5 – Valores de ruptura na zona plastificada de protótipos com carregamento nos terços, $l/d_p = 21,7$, $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$ e $\omega_e = 0,150$

| ORDEM | Protótipo | d_s [cm] | f_y [kN/cm ²] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | $-\epsilon_c$ [%] | ϵ_s [%] | x [cm] | ϕ [1/cm] | Produto [$\phi^*(d_p - x)$] |
|-------|---------------------|---------------|--------------------------------|--|----------------------|---------------------|-------------|------------------|----------------------------------|
| 9 | 0,30-0,150-92,7-REF | 17,5 | 50,0 | 60,0 | 0,30 | 1,00 | 4,0 | 0,00074 | 0,0085 |
| 16 | 0,30-0,150-92,7-01 | 17,5 | 12,5 | 57,4 | 0,29 | 1,00 | 3,9 | 0,00074 | 0,0085 |
| 13 | 0,30-0,150-92,7-02 | 17,5 | 25,0 | 58,2 | 0,29 | 1,00 | 3,9 | 0,00074 | 0,0085 |
| 10 | 0,30-0,150-92,7-03 | 17,5 | 37,5 | 59,2 | 0,29 | 1,00 | 3,9 | 0,00074 | 0,0085 |
| 8 | 0,30-0,150-92,7-04 | 17,5 | 60,0 | 60,7 | 0,29 | 1,00 | 4,0 | 0,00074 | 0,0085 |
| 7 | 0,30-0,150-92,7-05 | 17,5 | 75,0 | 62,3 | 0,29 | 1,00 | 4,0 | 0,00074 | 0,0085 |
| 4 | 0,30-0,150-92,7-06 | 17,5 | 100,0 | 63,4 | 0,29 | 1,00 | 3,9 | 0,00073 | 0,0085 |
| -- | 0,30-0,150-92,7-07 | 12,5 | 50,0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 1 | 0,30-0,150-92,7-08 | 14,0 | 50,0 | 69,3 | 0,31 | 1,00 | 3,3 | 0,00093 | 0,0114 |
| 2 | 0,30-0,150-92,7-09 | 15,5 | 50,0 | 66,5 | 0,29 | 1,00 | 3,4 | 0,00083 | 0,0100 |
| 19 | 0,30-0,150-92,7-10 | 19,5 | 50,0 | 53,7 | 0,28 | 1,00 | 4,2 | 0,00066 | 0,0074 |
| -- | 0,70-0,150-92,7-REF | 17,5 | 50,0 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 14 | 0,70-0,150-92,7-01 | 17,5 | 12,5 | 57,8 | 0,32 | 1,00 | 4,2 | 0,00075 | 0,0085 |
| 15 | 0,70-0,150-92,7-02 | 17,5 | 25,0 | 57,8 | 0,31 | 1,00 | 4,1 | 0,00075 | 0,0085 |
| 12 | 0,70-0,150-92,7-03 | 17,5 | 37,5 | 58,2 | 0,32 | 1,00 | 4,3 | 0,00076 | 0,0085 |
| 18 | 0,70-0,150-92,7-04 | 17,5 | 60,0 | 55,6 | 0,32 | 1,00 | 4,3 | 0,00076 | 0,0085 |
| 17 | 0,70-0,150-92,7-05 | 17,5 | 75,0 | 56,3 | 0,31 | 1,00 | 4,2 | 0,00075 | 0,0085 |
| 11 | 0,70-0,150-92,7-06 | 17,5 | 100,0 | 58,5 | 0,31 | 1,00 | 4,1 | 0,00075 | 0,0085 |
| 3 | 0,70-0,150-92,7-07 | 12,5 | 50,0 | 66,4 | 0,35 | 0,77 | 3,9 | 0,00089 | 0,0103 |
| 6 | 0,70-0,150-92,7-08 | 14,0 | 50,0 | 63,0 | 0,35 | 0,88 | 4,0 | 0,00088 | 0,0101 |
| 5 | 0,70-0,150-92,7-09 | 15,5 | 50,0 | 63,4 | 0,35 | 0,96 | 4,1 | 0,00085 | 0,0096 |
| 20 | 0,70-0,150-92,7-10 | 19,5 | 50,0 | 51,2 | 0,305 | 1,00 | 4,6 | 0,00067 | 0,0073 |

-- indica que não houve convergência numérica

A primeira coluna à esquerda indica a ordenação do protótipo, segundo valores decrescentes de Δf_{ps} . Observa-se que, em geral, protótipos com valores menores de altura útil da armadura passiva d_s (sufixos 07 a 09), em comparação com o valor de d_s dos protótipos de referência, resultaram em altos valores de Δf_{ps} . Também é possível notar a tendência de que menores valores de d_s resultaram em rupturas com linhas neutras altas (valores de x menores) e, ainda, grandes curvaturas.

Admitindo-se que o valor de Δf_{ps} é influenciado principalmente pelas deformações da zona plastificada, o mesmo pode ser considerado proporcional ao valor do produto $\phi(d_p - x)$, que nada mais é do que a deformação da fibra de concreto na altura da armadura de protensão. Torna-se evidente, então, que valores de d_s menores resultem em maiores valores de Δf_{ps} . Nos protótipos com valores de $d_s = 19,5 \text{ cm}$ (sufixo 10), portanto maiores que o dos protótipos de referência, observa-se, coerentemente, a tendência oposta, com baixos valores do produto $\phi(d_p - x)$, e, portanto, de Δf_{ps} .

Protótipos com valores de tensão de escoamento f_y diferentes da tensão adotada para os protótipos de referência (sufixos 01 a 06), resultaram em valores de ϕ e x próximos ao do protótipo de referência **0,30-0,150-92,7-REF**, não sendo obtidos, em relação a este, valores de Δf_{ps} tão afastados quanto os obtidos nos protótipos onde d_s foi variado.

A figura 4.18 ilustra gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$, para as quatro tensões efetivas estudadas. Os pontos resultantes dos protótipos com sufixos 07 a 09 e 29 a 31, correspondendo a valores de d_s arbitrados em 12,5, 14,0 e 15,5 cm, respectivamente, foram excluídos do gráfico. Estes foram considerados valores atípicos de d_s , para o projeto de uma laje similar à idealizada para a pesquisa. Protótipos com $d_s = 19,5$ cm foram considerados.

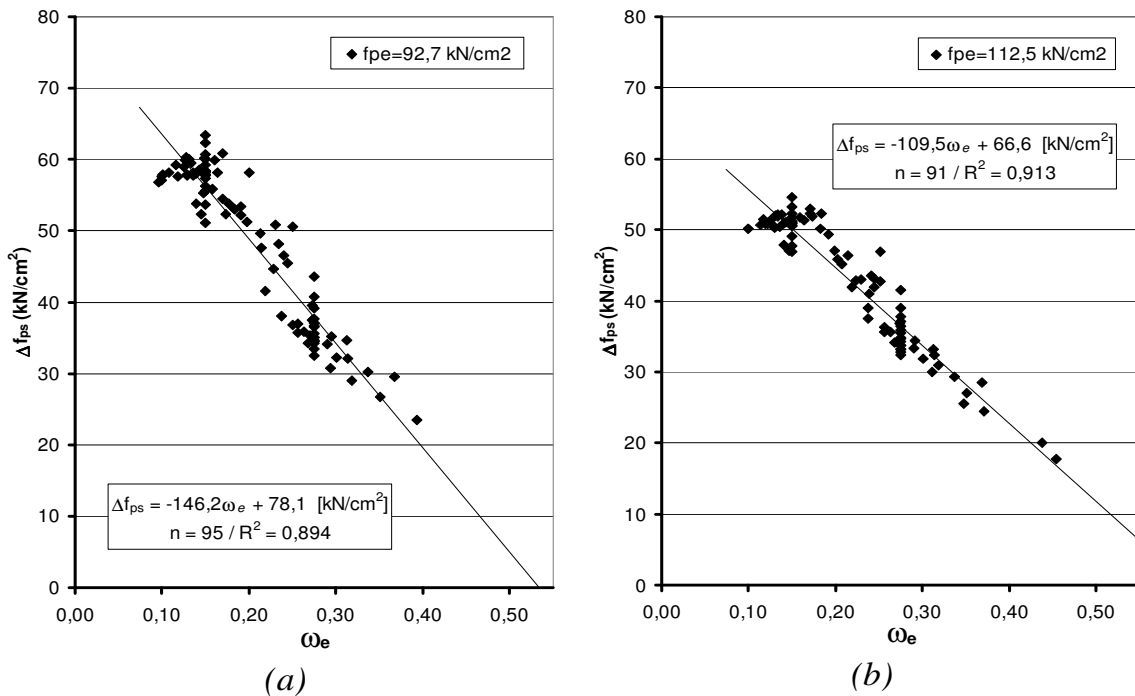


Figura 4.18 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$, desconsiderando protótipos com valores de $d_s = 12,5$, 14,0 e 15,5 cm:
a) Protótipos com $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$

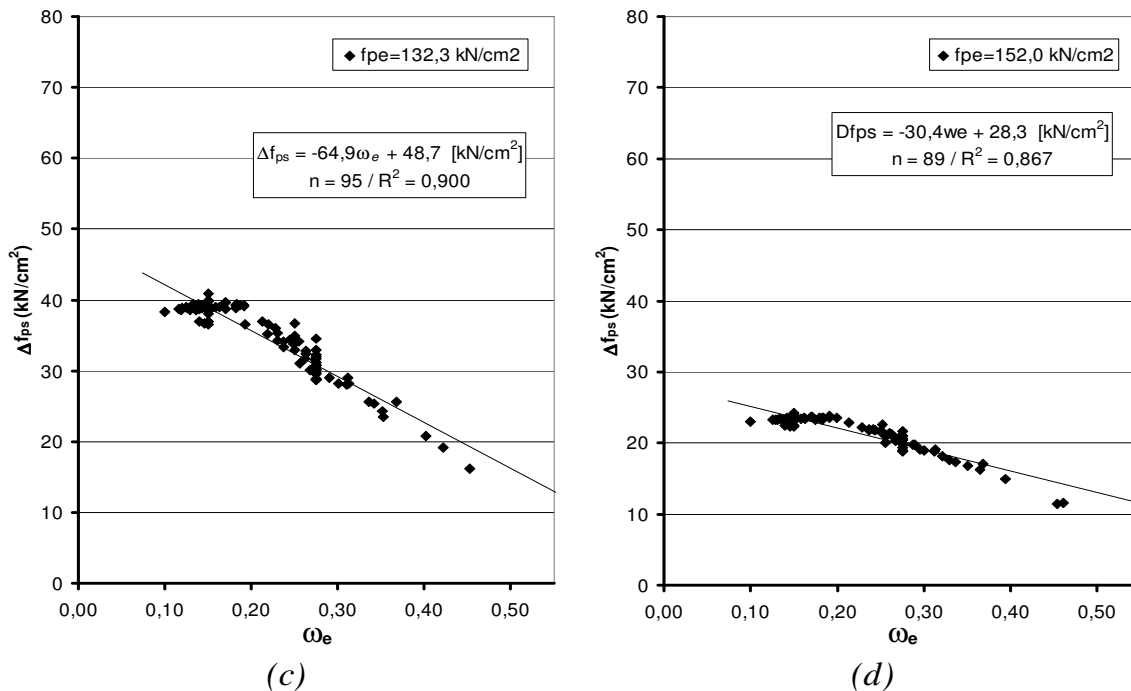


Figura 4.18 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios e $l/d_p = 21,7$, desconsiderando protótipos com valores de $d_s = 12,5$, $14,0$ e $15,5$ cm:
 c) $f_{pe} = 132,3$ kN/cm²; d) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm²

Em comparação com a figura 4.4, pode-se constatar, agora, maiores coeficientes de determinação e menores dispersões em torno das retas de regressão.

Foram elaborados, ainda, gráficos de dispersão de protótipos com carregamento nos terços, desconsiderando protótipos com valores distintos de f_y , em relação aos protótipos de referência. Não foram obtidas melhoras significativas nos coeficientes de determinação R^2 .

A tendência indicada pela tabela 4.5, para valores de curvaturas e profundidade da linha neutra na zona plastificada, em função dos parâmetros d_s e f_y , foi igualmente observada para protótipos com carregamento distribuído e concentrado. Foram então plotados gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento distribuído ($L_o = l/6$) e concentrado, utilizando o mesmo critério da figura 4.18. Os resultados, entretanto, revelaram dispersão semelhante aos gráficos originais e não apresentaram melhora significativa nos coeficientes de determinação e nos valores de desvio-padrão, este último no caso de protótipos com carga concentrada, citados na tabela 4.3. Assim, sugere-se que a zona não plastificada possa exercer

alguma influência considerável em protótipos submetidos a carregamento distribuído e concentrado. Valores menores do parâmetro f_y estão associados, para protótipos com carregamento distribuído e concentrado, a menores valores de Δf_{ps} . Isto é explicado pelo fato de que menores valores da deformação de escoamento da armadura passiva (ϵ_y) resultam em menores deformações nas seções da região não plastificada, já que nestas não há incremento de deformação, desde o escoamento da armadura passiva até a ruptura.

Além de protótipos com valores atípicos do parâmetro d_s , foram posteriormente elaborados gráficos de dispersão onde também protótipos com valores do parâmetro f_y iguais a 12,5; 25,0; 37,5; 75,0 e 100,0 kN/cm² foram descartados, mantendo-se, então, somente protótipos com f_y iguais a 50,0 e 60,0 kN/cm². A figura 4.19(a) e (b) apresenta os gráficos de protótipos com $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², elaborados segundo este critério, para carregamento distribuído ($L_o = l/6$) e concentrado, respectivamente. Uma melhora significativa na dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}) pode ser observada, em comparação com os gráficos apresentados nas figuras 4.9(a) e 4.13(a).

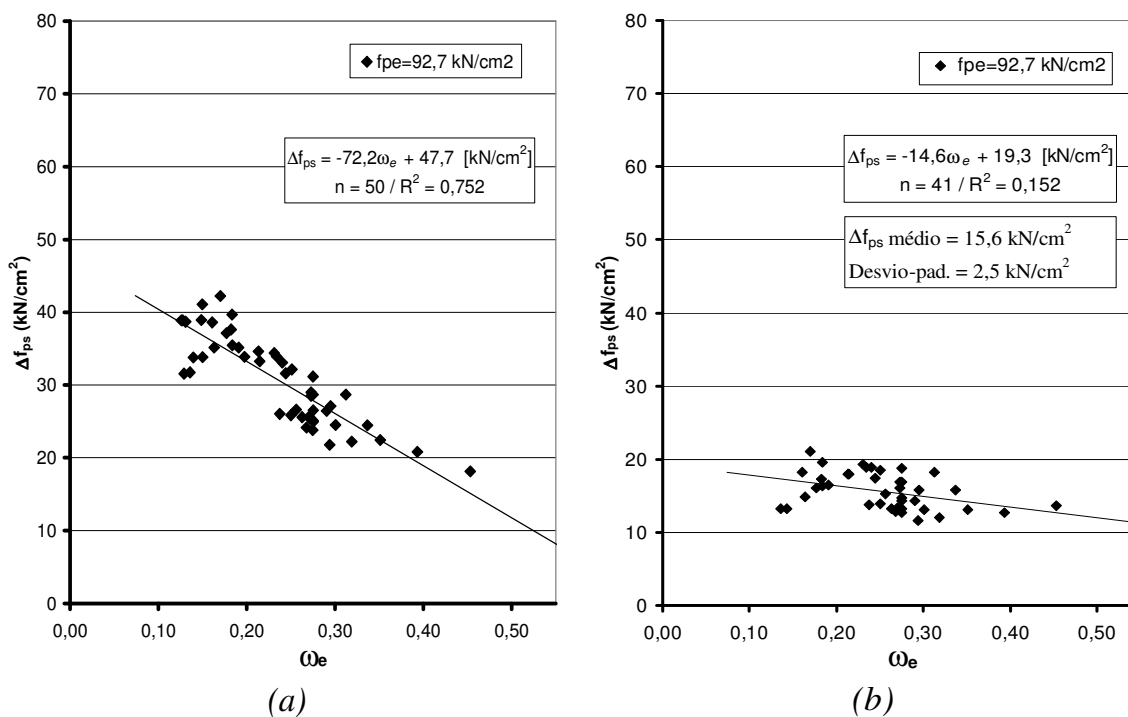


Figura 4.19 – Gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de protótipos com $l/d_p = 21,7$, e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², desconsiderando protótipos com valores atípicos de d_s e f_y : a) Carregamento distribuído ($L_o = l/6$);
b) Carregamento concentrado

4.3.2 Taxa Mecânica Total de Armadura ω_e

Já foi destacado que entre o parâmetro ω_e , e o valor de Δf_{ps} , existe uma relação de inversa proporcionalidade. Esta relação pode ser mais facilmente observada em protótipos com carregamento nos terços médios, já que estes apresentaram as menores dispersões em torno das retas de regressão. Entretanto, a própria observação da figura 4.19 permite a identificação de tendência semelhante, para protótipos com carregamento distribuído e concentrado.

Em protótipos com carregamento nos terços médios, contudo, a relação inversamente proporcional entre as duas variáveis não se dá ao longo de todo o domínio de ω_e . Mediante análise do gráfico da figura 4.18, por exemplo, é possível notar uma constância nos valores de Δf_{ps} , em um pequeno trecho desde o valor mínimo de ω_e . A partir de então, os valores de Δf_{ps} decrescem, de forma aproximadamente linear, à medida que ω_e aumenta.

De maneira a entender este comportamento, foram concebidos alguns protótipos submetidos a carregamento nos terços, com $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², de mesmas características dos protótipos de referência. Porém, o índice PPR_e foi fixado em 0,50 e as taxas de armadura foram arbitradas de modo que compreendessem uma ampla faixa de valores. Os valores de A_{ps} e A_s foram calculados em função dos valores de PPR_e e ω_e desejados. A tabela 4.6 apresenta valores de ruptura resultantes da análise destes protótipos, na seção central – Δf_{ps} , deformações nos materiais ϵ_c e ϵ_s , profundidade da linha neutra (x) e curvaturas (ϕ).

Tabela 4.6 – Valores de ruptura de protótipos com carregamento nos terços, $l/d_p = 21,7$, $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², $PPR_e = 0,50$ e ω_e variados

| Protótipo | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | ω_e | Δf_{ps} [kN/cm ²] | $-\epsilon_c$ [%] | ϵ_s [%] | x [cm] | ϕ [1/cm] | Produto [$\phi^*(d_p - x)$] |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|------------|--|----------------------|---------------------|-------------|------------------|----------------------------------|
| 0,50-0,110-92,7 | 3,9 | 7,2 | 0,110 | 58,4 | 0,24 | 1,00 | 3,4 | 0,00071 | 0,0086 |
| 0,50-0,130-92,7 | 4,6 | 8,5 | 0,130 | 58,4 | 0,27 | 1,00 | 3,7 | 0,00073 | 0,0085 |
| 0,50-0,150-92,7 | 5,3 | 9,9 | 0,150 | 58,9 | 0,31 | 1,00 | 4,1 | 0,00075 | 0,0085 |
| 0,50-0,170-92,7 | 6,0 | 11,2 | 0,170 | 59,0 | 0,35 | 1,00 | 4,5 | 0,00077 | 0,0085 |
| 0,50-0,200-92,7 | 7,1 | 13,2 | 0,200 | 50,2 | 0,35 | 0,81 | 5,3 | 0,00066 | 0,0067 |
| 0,50-0,220-92,7 | 7,8 | 14,5 | 0,220 | 45,8 | 0,35 | 0,72 | 5,7 | 0,00061 | 0,0060 |
| 0,50-0,250-92,7 | 8,9 | 16,4 | 0,250 | 40,4 | 0,35 | 0,65 | 6,1 | 0,00057 | 0,0053 |
| 0,50-0,280-92,7 | 9,9 | 18,4 | 0,280 | 35,6 | 0,35 | 0,53 | 7,0 | 0,00050 | 0,0043 |
| 0,50-0,310-92,7 | 11,0 | 20,4 | 0,310 | 31,5 | 0,35 | 0,45 | 7,6 | 0,00046 | 0,0036 |
| 0,50-0,340-92,7 | 12,1 | 22,4 | 0,340 | 28,3 | 0,35 | 0,39 | 8,2 | 0,00042 | 0,0031 |
| 0,50-0,380-92,7 | 13,5 | 25,0 | 0,380 | 24,3 | 0,35 | 0,32 | 9,1 | 0,00038 | 0,0024 |

A figura 4.20 (a) e (b) ilustra as curvas resultantes de $\Delta f_{ps} \times \omega_e$ e $\varphi \times \omega_e$, respectivamente. A figura 4.20 (a) retrata o comportamento descrito, com valores de Δf_{ps} praticamente constantes até $\omega_e = 0,170$ e, após, caindo de forma aproximadamente linear, com o aumento de ω_e . Já as curvaturas, apresentadas na figura 4.20 (b), ascendem, para valores de ω_e entre 0,110 e 0,170, também caindo para valores de ω_e superiores a 0,170. A observação das deformações nos materiais, indicadas na tabela 4.6, permite a delimitação dos domínios de deformação na ruptura, conforme classificação da norma NBR 6118 (ABNT, 2003). O valor de $\omega_e = 0,170$ coincide com o limite entre os *domínios* 2 e 3 de deformação, conforme retratado na figura 4.20.

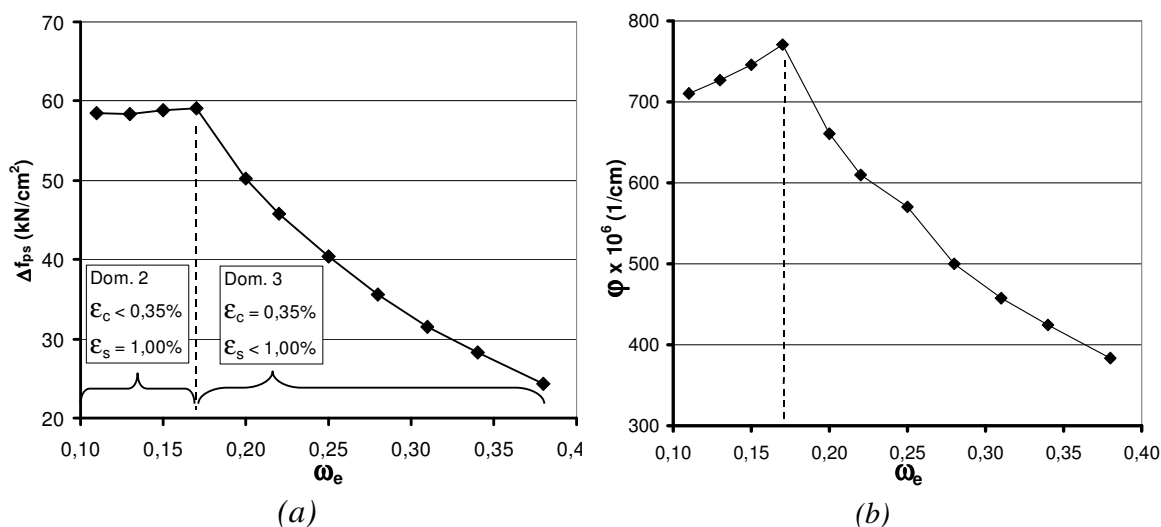


Figura 4.20 – Curvas resultantes da análise dos protótipos da tabela

4.6: a) Curva $\Delta f_{ps} \times \omega_e$; b) Curva $\varphi \times \omega_e$

A figura 4.21 retrata esquematicamente o estado de deformações do aço e do concreto na seção transversal, para ruptura no limite entre os *domínios* 2 e 3, ruptura no *domínio* 2 e ruptura no *domínio* 3, dada pelas figuras 4.21(a), (b) e (c), respectivamente.

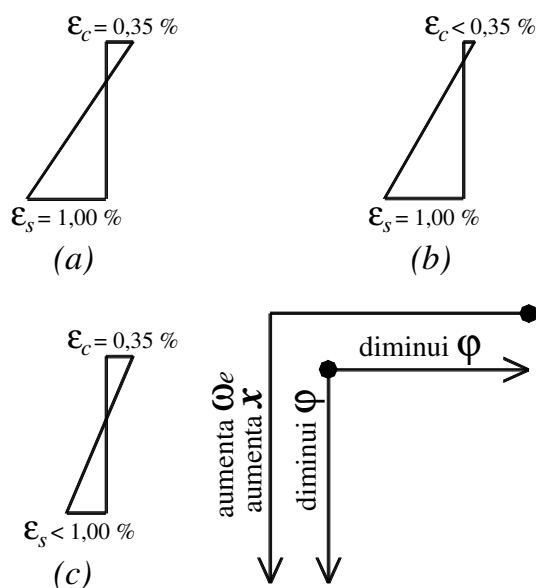


Figura 4.21 – Deformações da seção transversal em função do domínio de ruptura da norma NBR 6118 (2003): a) Limite entre domínios 2 e 3; b) Domínio 2; c) Domínio 3

Admitindo-se o estado de deformações da figura 4.21 (a) como referência, observa-se que, com o aumento de ω_e , as deformações evoluem para o estado de deformação dado pela figura 4.21 (c), no *domínio 3*, com linha neutra mais baixa (valor de x maior) e menor curvatura. Se for admitido que o valor de Δf_{ps} é proporcional ao produto $\phi(d_p - x)$ na zona plastificada, torna-se evidente que protótipos situados no *domínio 3* apresentem valores inferiores de Δf_{ps} na ruptura.

Em contrapartida, com a diminuição de ω_e , em relação ao estado de referência, as deformações evoluem para o estado de deformação dado pela figura 4.21 (b), no *domínio 2*, com linha neutra mais alta mas, no entanto, curvatura também menor. Se por um lado, linhas neutras mais altas levam a maiores valores de Δf_{ps} , curvaturas menores levam a incrementos de tensão menores. Mediante observação da tabela 4.6, é possível observar a constância do valor do produto $\phi(d_p - x)$, para taxas de armadura inferiores a 0,170, explicando então o patamar obtido nos valores de Δf_{ps} .

Assim, novas regressões lineares para protótipos com carregamento nos terços médios poderiam ser elaboradas, sem a consideração de valores de ω_e abaixo do qual o limite entre os

domínios 2 e 3 é obtido. Para estes, poderia então ser considerado um patamar limite do valor de Δf_{ps} .

A análise dos protótipos da tabela 4.6, quando submetidos a carregamento concentrado e distribuído, revelaram, em ambos os casos, tendência semelhante para os valores de ruptura, inclusive Δf_{ps} . Entretanto, esta análise foi limitada para valores de ω_e maiores ou iguais a 0,150, devido a problemas de convergência na análise numérica.

Conforme visto no item 2.2.1.3, Tao e Du (1985) estabeleceram a equação empírica (2.17), relacionando linearmente as variáveis ω_e e Δf_{ps} . Os protótipos, com $l/d_p = 19,1$, foram ensaiados com carregamento nos terços e possuíam tensão f_{pe} média igual a $92,6 \text{ kN/cm}^2$. A tabela 4.7 apresenta os valores de Δf_{ps} dos protótipos da tabela 4.6 calculados com a utilização da equação (2.17) de Tao e Du (1985), em comparação com valores obtidos por meio da regressão indicada na equação (4.13), derivada de protótipos com carregamento nos terços e $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$, para índice l/d_p variando entre 21,7 e 55,7. A equação (2.17) é válida somente para valores de q_o menores que 0,3. Observa-se valores analíticos de Δf_{ps} até 65 % maiores que os obtidos com a regressão de Tao e Du (1985).

Tabela 4.7 – Comparação de resultados numéricos dos protótipos da tabela 4.6, com os obtidos por meio da utilização das equações (2.17) e (4.13)

| Protótipo | ω_e | q_o | Δf_{ps} analit. | Δf_{ps} eq. (2.17) | Δf_{ps} eq. (4.13) | $\frac{\Delta f_{ps} \text{ analit}}{\Delta f_{ps} \text{ eq(2.17)}}$ | $\frac{\Delta f_{ps} \text{ analit}}{\Delta f_{ps} \text{ eq(4.13)}}$ |
|-----------------|------------|-------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|
| 0,50-0,110-92,7 | 0,11 | 0,12 | 58,4 | 56,2 | 63,4 | 1,04 | 0,92 |
| 0,50-0,130-92,7 | 0,13 | 0,14 | 58,4 | 52,1 | 60,4 | 1,12 | 0,97 |
| 0,50-0,150-92,7 | 0,15 | 0,16 | 58,9 | 48,1 | 57,4 | 1,22 | 1,03 |
| 0,50-0,170-92,7 | 0,17 | 0,18 | 59,0 | 44,0 | 54,4 | 1,34 | 1,09 |
| 0,50-0,200-92,7 | 0,2 | 0,21 | 50,2 | 37,9 | 49,9 | 1,33 | 1,01 |
| 0,50-0,220-92,7 | 0,22 | 0,23 | 45,8 | 33,8 | 46,9 | 1,35 | 0,98 |
| 0,50-0,250-92,7 | 0,25 | 0,27 | 40,4 | 27,7 | 42,4 | 1,46 | 0,95 |
| 0,50-0,280-92,7 | 0,28 | 0,30 | 35,6 | 21,6 | 37,9 | 1,65 | 0,94 |
| 0,50-0,310-92,7 | 0,31 | 0,33 | 31,5 | -- | 33,5 | -- | 0,94 |
| 0,50-0,340-92,7 | 0,34 | 0,36 | 28,3 | -- | 29,0 | -- | 0,98 |
| 0,50-0,380-92,7 | 0,38 | 0,40 | 24,3 | -- | 23,0 | -- | 1,06 |

4.3.3 Tensão Efetiva de Protensão f_{pe}

Conforme destacado em 2.1.2, Chakrabarti (1995) já havia observado em seus estudos que maiores tensões efetivas de protensão levavam a menores incrementos de tensão. Neste estudo, para carregamento nos terços médios e $\omega_e = 0,150$, os valores de Δf_{ps} obtidos por meio das regressões das equações (4.13) e (4.16), que correspondem a valores de f_{pe} iguais a 92,7 e 152,0 kN/cm², respectivamente, diferem em mais de 140 %. A mesma comparação realizada para carregamento distribuído, por meio das equações (4.29) e (4.32), levam a uma diferença de 95 % nos valores de Δf_{ps} . As médias de Δf_{ps} para protótipos com carregamento concentrado, citadas na tabela 4.3, considerando todos os índices de esbeltez, foram em torno de 55 % maiores para protótipos com $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², em comparação com a maior tensão efetiva utilizada, de 152,0 kN/cm².

Tomando como exemplo protótipos com carregamento nos terços médios e taxa $\omega_e = 0,150$, os valores de Δf_{ps} calculados, por meio das equações (4.13) a (4.16), referindo-se a tensões efetivas de 92,7 a 152,0 kN/cm², resultaram em 57,4, 51,1, 39,3 e 23,8 kN/cm², respectivamente. A figura 4.22 retrata a relação *tensão x deformação* utilizada no modelo numérico para o aço de protensão, no domínio de deformações e tensões a que ele foi submetido durante a análise dos protótipos. Com linha contínua, estão representados os quatro níveis de tensão efetiva f_{pe} : 92,7; 112,5; 132,3 e 152,0 kN/cm². Com linha tracejada, os correspondentes níveis máximos de tensão correspondentes aos valores de Δf_{ps} calculados pelas equações (4.13) a (4.16).

Observa-se que, a medida em que são utilizadas maiores tensões efetivas, maior é o trecho da curva *tensão x deformação* de módulo de elasticidade reduzido, em relação ao módulo inicial E_p , contido dentro da faixa de deformações a que a armadura protendida não aderente foi submetida. Assim, as deformações desenvolvidas na armadura de protensão de protótipos com maiores tensões efetivas resultam em menores aumentos correspondentes de tensão. Elementos com carregamento concentrado são os menos influenciados pela variável f_{pe} , tendo em vista a reduzida faixa de variação da tensão de protensão.

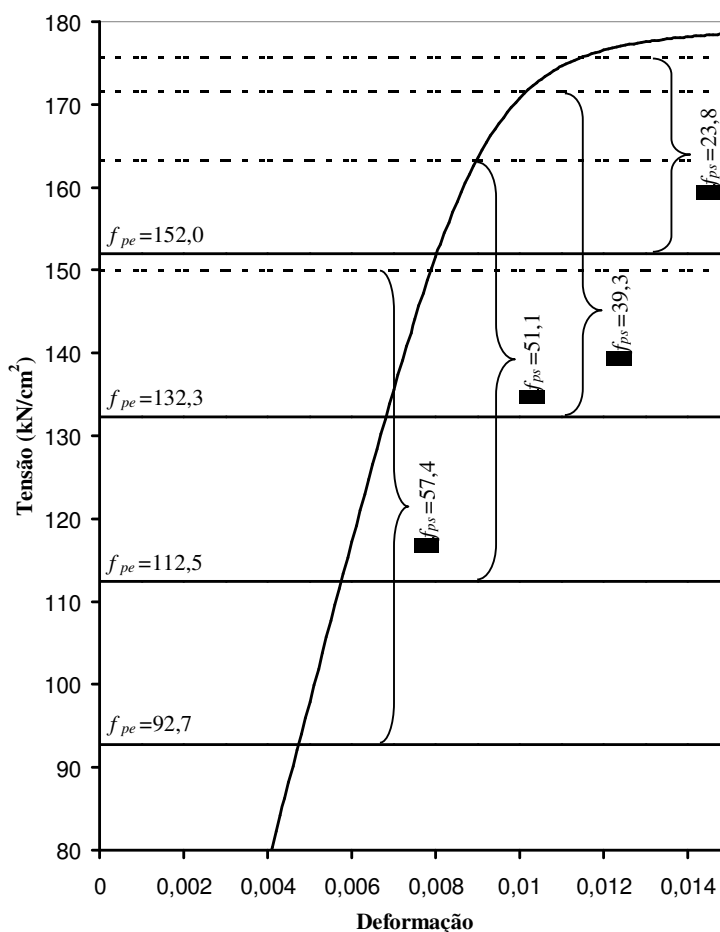


Figura 4.22 – Ampliação da curva *tensão x deformação* nos níveis de tensão atuantes no aço de protensão modelado nos protótipos com carregamento nos terços médios e $\omega_e = 0,150$

4.3.4 Índice de Esbeltez à Flexão l/d_p

Não foram observadas diferenças significativas nos valores de Δf_{ps} , para nenhum tipo de carregamento estudado, com a alteração do índice l/d_p . Na tabela 4.2, já haviam sido constatados valores próximos de Δf_{ps} em protótipos com carregamento nos terços médios e mesmo f_{pe} , para os três índices l/d_p estudados.

As regressões extraídas dos gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) de um grupo de protótipos com mesmo valor de f_{pe} e carregamento nos terços e distribuído foram muito similares, para qualquer valor adotado de l/d_p . Para carregamento concentrado, percebe-se a proximidade das

médias e desvios-padrão indicados na tabela 4.3. Devido à proximidade dos valores de Δf_{ps} obtidos entre os índices l/d_p , foram extraídas regressões gerais, por meio da superposição de todas as esbetezes, resultando nas equações de regressão (4.13) a (4.16) para carregamento nos terços, (4.21) a (4.24) para carregamento concentrado e (4.29) a (4.32) para carregamento distribuído.

Conforme já retratado em 2.1.4, Harajli (1990) havia mencionado que se somente o alongamento da armadura protendida não aderente que ocorre dentro da zona plastificada for considerado – pois esta é a parcela mais influente – então a magnitude de Δf_{ps} depende da proporção l_p/l . Considerando a configuração de carregamento ilustrado na figura 4.23, o incremento de alongamento Δl_{ps} da armadura de protensão pode ser então dado pela equação (4.33). Conclui-se, pela equação (4.34), que o incremento de deformação na armadura de protensão não aderente ($\Delta \epsilon_{ps}$) e, conseqüentemente, Δf_{ps} , são proporcionais a l_p/l .

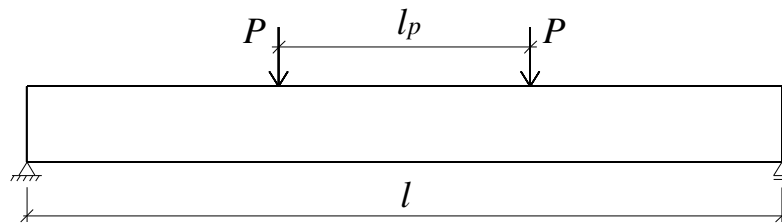


Figura 4.23 – Comprimento da zona plastificada l_p , entre cargas

$$\Delta l_{ps} = \Delta \epsilon l_p \quad (4.33)$$

onde:

$\Delta \epsilon$: acréscimo de deformação da fibra de concreto na altura do cabo de protensão, desde o estado de referência até a ruptura

$$\Delta \epsilon_{ps} = \frac{\Delta l_{ps}}{l} = \Delta \epsilon \frac{l_p}{l} \quad (4.34)$$

Segundo alguns autores (Corley, 1966; Dilger, 1966; Mattock et al., 1971; Park e Paulay, 1975; Leonhardt, 1979; Harajli, 1990), a extensão da zona plastificada l_p pode ainda ser devido à distância L_o entre cargas, adicionada de uma parcela, geralmente constante e equivalente a d_p , devido à influência do esforço cortante. Dessa forma, a relação l_p/l passa também a depender da razão l/d_p , conforme indicado na equação (2.14), reproduzida novamente na equação (4.35), justificando, assim, possíveis diferenças nos valores de Δf_{ps} , para distintos índices l/d_p .

$$\frac{l_p}{l} = \frac{L_o + 2 \frac{d_p}{2}}{l} = \frac{l/f + d_p}{l} = \frac{1}{f} + \frac{1}{l/d_p} \quad (4.35)$$

Nesta pesquisa, todavia, esta última parcela devida ao esforço cortante foi desconsiderada, resultando, dessa maneira, em relações idênticas de l_p/l , para quaisquer índices de esbeltez estudados e mesmo tipo de carregamento aplicado.

Harajli (1990) e Harajli e Hijazi (1991) consideraram para análise numérica o valor constante equivalente à d_p , como parcela adicional ao comprimento L_o , devido ao esforço cortante. A observação da figura 2.9, em 2.1.3, indica a pequena influência desta parcela para índices l/d_p superiores a 15, já retratada pelos autores.

Conforme também já destacado em 3.4.1 e 3.4.2, a análise dos protótipos de referência com a consideração de $l_p = L_o + d_p$, resultou em um acréscimo máximo de 3 e 4 % nos valores de f_{ps} , para $l/d_p = 21,7$, com carregamento nos terços médios e concentrado, respectivamente. Em concordância, Harajli (1990) e Harajli e Hijazi (1991) obtiveram, em suas análises numéricas, as máximas diferenças de Δf_{ps} devido ao fator l/d_p , entre elementos com baixos valores de l/d_p e carregamento concentrado. Na figura 2.9, pode ser observado este comportamento.

4.3.5 Tipo de Carregamento

Os gráficos de dispersão apresentados em 4.2, bem como a tabela 4.4, revelam grande diferença nos valores de Δf_{ps} , em função do tipo de carregamento. Protótipos com carregamento aplicado nos terços médios e concentrado, resultaram nos extremos superior e inferior de valores de incremento de tensão obtidos. Evidentemente, protótipos com carregamento distribuído, para $L_o = l/6$, apresentaram comportamento intermediário, visto que o comprimento da zona plastificada foi arbitrado também como um valor intermediário entre os comprimentos adotados para carregamento nos terços e concentrado.

A figura 4.24 (a) e (b) ilustra este comportamento, com a superposição dos gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) resultantes de carregamento nos terços, distribuído ($L_o = l/6$) e concentrado, para protótipos de índice $l/d_p = 21,7$ e com $f_{pe} = 92,7$ e $152,0$ kN/cm², respectivamente.

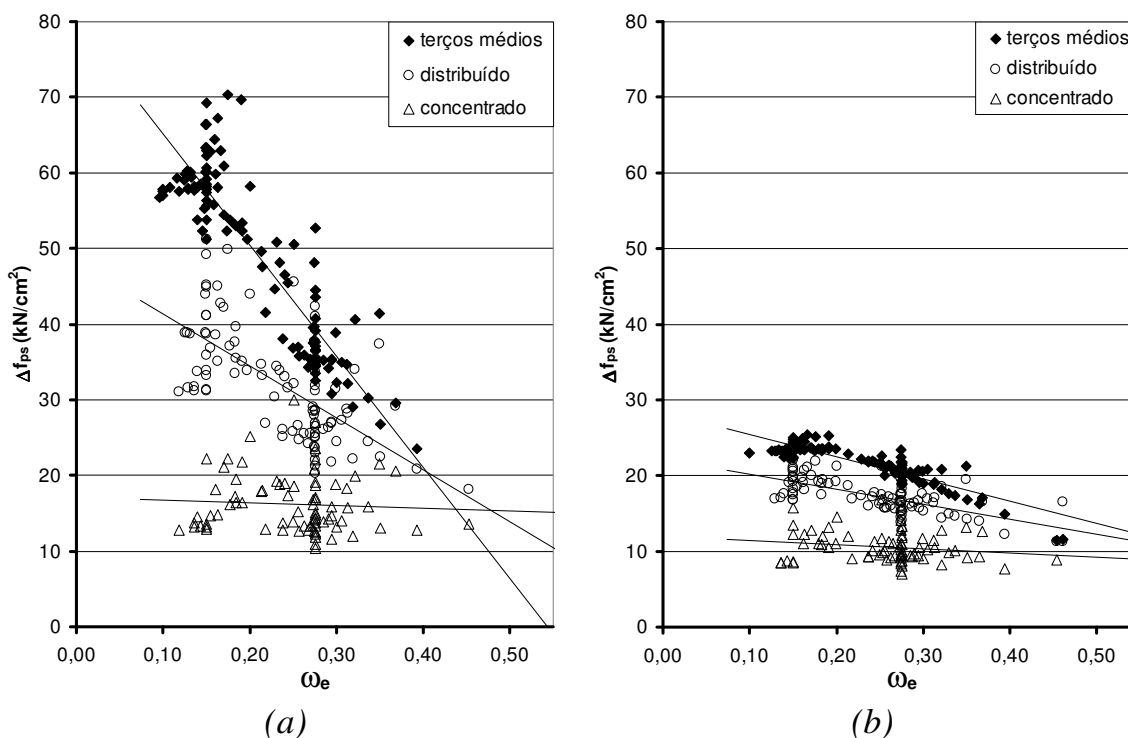


Figura 4.24 – Superposição dos gráficos (ω_e , Δf_{ps}) de todos os tipos de carregamento, para protótipos com $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7$ kN/cm²; b) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm²

Na tabela 4.4, foi possível identificar ainda a influência do carregamento distribuído aplicado fora da zona plastificada, comparando-se valores de Δf_{ps} resultantes de protótipos com carregamento distribuído, para $L_o = l/20$, e com carregamento concentrado.

A tabela 4.8 ilustra a influência da zona plastificada no valor de Δf_{ps} , em função do tipo de carregamento. Valores de Δf_{ps} do protótipo **0,30-0,150-92,7-REF**, com $l/d_p = 55,7$, obtidos das análises numéricas efetuadas conforme descrito no Capítulo 3, e indicados na tabela de resultados de ruptura (Apêndice B), são mostrados na coluna da esquerda, para os vários tipos de carregamento estudados. O protótipo foi também analisado com a substituição do carregamento original pela aplicação de momentos fletores, somente, nas seções limítrofes da zona de plastificação. Dessa maneira, foram obtidas, na ruptura, apenas deformações dentro da zona plastificada. Os resultados de incremento de tensão obtidos para cada tipo de carregamento, que pode ser entendido também como cada relação distinta de l_p/l , e denominados neste caso de $\Delta f_{ps-plast}$, são apresentados na coluna central. Percebe-se que o valor da razão $\Delta f_{ps-plast} / \Delta f_{ps}$ é diminuído com a mudança de carregamento nos terços médios em direção ao carregamento concentrado, já que a razão l_p/l é também diminuída.

Tabela 4.8 – Comparação de resultados de Δf_{ps} do protótipo **0,30-0,150-92,7-REF** com deformações ocorrendo ao longo de todo o elemento, e apenas na zona plastificada [$kN;cm$]

| Carregamento | Deformações | | $\frac{\Delta f_{ps-plast}}{\Delta f_{ps}}$ |
|--------------|---------------------------------------|--|---|
| | em todo o elemento Δf_{ps} | apenas na zona plastificada $\Delta f_{ps-plast}$ | |
| terços | 59,3 | 54,2 | 0,91 |
| distribuído | 38,0 | 28,4 | 0,75 |
| concentrado | 17,7 | 10,3 | 0,58 |

4.4 Comparação de Resultados

Neste item será realizada uma comparação entre resultados experimentais de diversos autores e resultados de Δf_{ps} , destes mesmos experimentos, previstos com a utilização das equações de regressão apresentadas em 4.2. Serão utilizados os mesmos dados experimentais e metodologia adotados em 2.2.4, comparando-se os resultados por meio de gráficos de dispersão dos pontos (f_{ps-exp} , $f_{ps-prev}$) e (Δf_{ps-exp} , $\Delta f_{ps-prev}$). Após, as retas de regressão obtidas

Análise dos Fatores Influentes na Tensão Última de Protensão em Cabos Não Aderentes

serão superpostas com as curvas resultantes da aplicação do método do ACI 318 (2002) e de Tao e Du (1985), para algumas configurações de carregamento e tensões efetivas f_{pe} .

4.4.1 Aplicação das Equações de Regressão a Dados Experimentais

Foram tomadas para previsão de Δf_{ps} , as regressões das equações (4.13) a (4.16) e (4.21) a (4.24), para carregamento nos terços e concentrado, respectivamente, de acordo com cada uma das quatro tensões efetivas que caracterizam sua aplicação. Portanto, sua aplicação se deu independentemente do índice l/d_p utilizado em cada experimento. Os valores de Δf_{ps} foram obtidos mediante interpolação linear das equações de regressão, conforme a tensão efetiva de cada protótipo. Os protótipos experimentais com valores de ω_e menores que 0,09 foram descartados, já que, geralmente, para valores abaixo deste, os protótipos idealizados nesta pesquisa apresentavam instabilidade à flexão, não sendo, portanto, considerados na elaboração das regressões lineares.

A figura 4.25 apresenta a comparação dos valores de Δf_{ps} e f_{ps} previstos, com os experimentais. Deve ser destacado que não foi utilizado entre os diversos autores, um critério padrão para caracterização da ruptura. Observa-se que os resultados experimentais de Harajli e Kanj (1991) foram os que mais se distanciaram dos valores previstos. Seus protótipos submetidos a carregamento concentrado resultaram em valores de $\Delta f_{ps-prev}$ conservadores, verificando-se o contrário para carregamento nos terços médios. A média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação do conjunto de pontos $\Delta f_{ps-prev} / \Delta f_{ps-exp}$ foi de 1,22; 0,40 e 0,33, respectivamente. A média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação do conjunto de pontos $f_{ps-prev} / f_{ps-exp}$ foi de 1,04; 0,10 e 0,10, respectivamente.

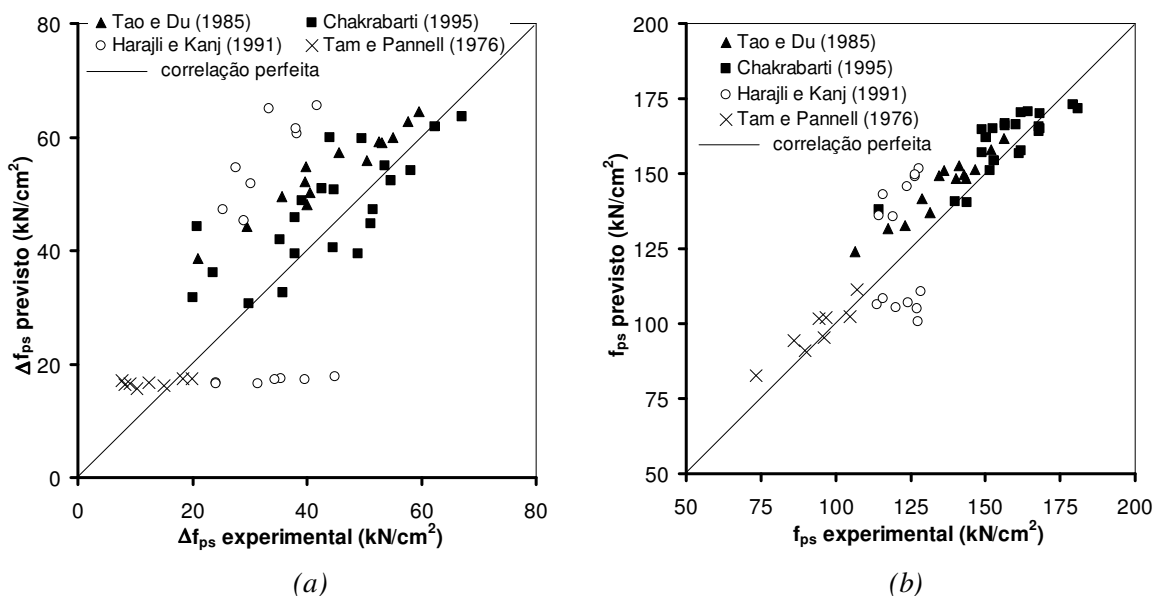


Figura 4.25 – Comparação de resultados experimentais e teóricos para equações de regressão obtidas no item 4.1: *a*) Valores de Δf_{ps} ; *b*) Valores de f_{ps}

4.4.2 Comparação com Métodos do ACI 318 (2002) e Tao e Du (1985)

A figura 4.26(a) apresenta comparativamente, para carregamento nos terços médios e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², a equação de regressão (4.13), a curva resultante da aplicação do método do ACI 318 (2002) e a reta de regressão de Tao e Du (1985). A equação do ACI 318 (2002) não leva em conta a área de armadura passiva A_s . Portanto, foram estipulados os índices limites de $PPR_e = 0,3$ e $0,7$, e calculados os valores de A_{ps} , em função de ω_e , para aplicação do método. Na figura 4.26(b), é indicada a reta da regressão (4.16), para elementos com carregamento nos terços e $f_{pe} = 152,0$ kN/cm², comparada às curvas do ACI 318 (2002). O método de Tao e Du (1985) não foi aplicado, pois este deriva de protótipos com média de tensão próxima de $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², retratado na figura 4.26(a). As figuras 4.27(a) e (b) referem-se a elementos com carregamento concentrado, para $f_{pe} = 92,7$ e $152,0$ kN/cm², respectivamente. São utilizadas, portanto, as regressões das equações (4.21) e (4.24).

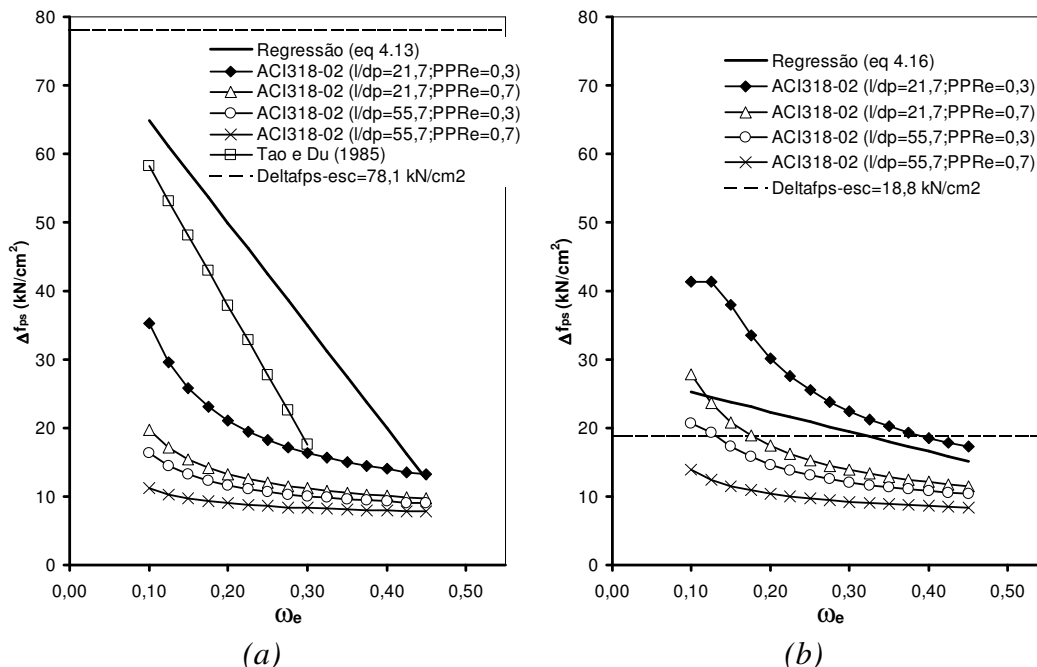


Figura 4.26 – Comparação entre regressões obtidas para carregamento nos terços médios e métodos do ACI 318 (2002) e Tao e Du (1985):

$$a) f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2; b) f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$$

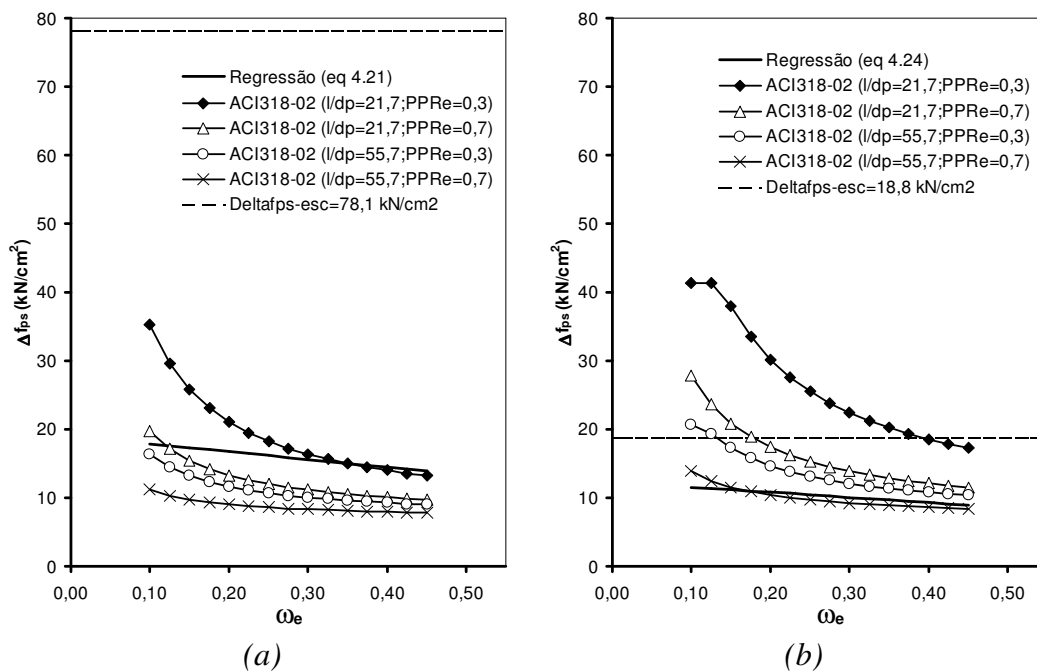


Figura 4.27 – Comparação entre regressões obtidas para carregamento concentrado e método do ACI 318 (2002): a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$;

$$b) f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$$

Observa-se que as curvas derivadas do método do ACI 318 (2002) não se modificam, em função do tipo de carregamento, para mesmas tensões efetivas. Nota-se também, que para $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$, o método do ACI 318 (2002) obtém maiores resultados de Δf_{ps} , em comparação com $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$. A limitação imposta pelo método do ACI 318 (2002), de $f_{ps} \leq f_{py}$, não foi considerada. O valor de Δf_{ps} correspondente ao patamar da tensão de escoamento $f_{py} = 170,8 \text{ kN/cm}^2$, denominado Δf_{ps-esc} e dado por $\Delta f_{ps-esc} = f_{py} - f_{pe}$, é indicado em cada gráfico.

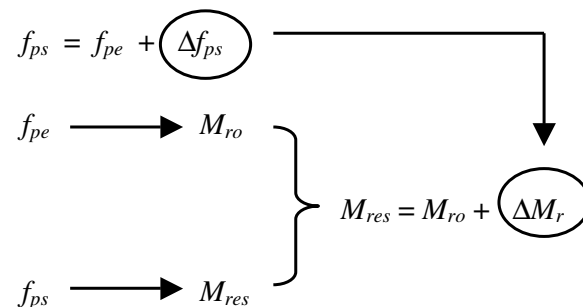
4.5 Aumento de Capacidade Resistente em Função de Δf_{ps}

Neste item será analisada a significância do valor de Δf_{ps} na capacidade resistente dos protótipos, para todas as tensões efetivas e tipos de carregamento estudados.

Por capacidade resistente, entende-se o momento fletor resistente, calculado de forma analítica, por equilíbrio de esforços na seção transversal central dos elementos, no Estado Limite Último. Foi admitido um diagrama de tensões do concreto na forma de um retângulo equivalente ao diagrama parábola-retângulo real, de altura $0,8x$, conforme procedimento descrito na NBR 6118 (ABNT, 2003), item 17.2.2. Coeficientes de majoração dos esforços e minoração de resistências não foram considerados, incluindo-se aí o coeficiente 0,85 devido ao efeito *Rüsch* de longa duração.

Inicialmente, foram calculados analiticamente os *momentos fletores resistentes últimos* (M_{res}) de cada protótipo analisado numericamente, considerando a tensão última de protensão f_{ps} obtida. Estes valores calculados analiticamente resultaram muito próximos dos momentos resistentes de ruptura resultantes das análises numéricas. Os valores de M_{res} calculados analiticamente e resultantes da análise numérica podem ser consultados nas tabelas de resultados, apresentadas no Apêndice B. A média das razões entre momento resistente calculado analiticamente e numericamente foi de 1,03, 1,04 e 1,02, para carregamento nos terços, concentrado e distribuído ($L_o = l/6$), respectivamente. Comprovou-se, então, a adequação entre o procedimento analítico aproximado, com a consideração do diagrama retangular equivalente de tensões do concreto, e a relação constitutiva adotada no modelo numérico.

Obtidos os valores de M_{res} , foram calculados analiticamente os *momentos fletores resistentes efetivos* (M_{ro}), considerando-se a tensão efetiva inicial f_{pe} . O acréscimo de momento fletor resistente devido ao incremento de tensão Δf_{ps} , ou o *incremento de momento resistente* (ΔM_r), será dado pela parcela $M_{res} - M_{ro}$. Foram então calculadas as razões $\Delta M_r/M_{ro}$, denominadas *aumento relativo da capacidade resistente*, e plotados gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , $\Delta M_r/M_{ro}$), para cada tensão efetiva e tipo de carregamento estudados. A figura 4.28 apresenta esquematicamente a relação entre as tensões efetiva (f_{pe}) e última (f_{ps}) e os momentos fletores resistentes efetivo e último, o incremento de momento resistente e o aumento relativo da capacidade resistente.



$$\text{Aumento relativo da capacidade resistente} = \Delta M_r / M_{ro}$$

onde:

M_{ro} : momento fletor resistente efetivo, devido a f_{pe} ;

M_{res} : momento fletor resistente último, devido a f_{ps} ;

ΔM_r : incremento de momento fletor resistente, devido a Δf_{ps} .

Figura 4.28 – Relação esquemática entre f_{pe} , f_{ps} e Δf_{ps} e os momentos fletores resistentes e aumento da capacidade portante

Na figura 4.29 (a), (b), (c) e (d) são apresentados os gráficos de dispersão (ω_e , $\Delta M_r/M_{ro}$) de protótipos com carregamento aplicado nos terços médios, para as tensões efetivas utilizadas de 92,7; 112,5; 132,3 e 152,0 kN/cm², respectivamente. Tendo em vista a similaridade entre os resultados de Δf_{ps} dos três índices de esbeltez estudados, foram considerados somente protótipos com $l/d_p = 21,7$, a fim de reduzir o acúmulo de pontos no gráfico e facilitar a

visualização. As figuras 4.30 e 4.31, apresentadas em seguida, referem-se a protótipos com carregamento distribuído ($L_o = l/6$) e concentrado, respectivamente, segundo o critério de classificação adotado na figura 4.29.

Na figura 4.32 (a) e (b) são apresentados, a título ilustrativo, os gráficos de dispersão dos pontos (PPR_e , $\Delta M_r/M_{ro}$) de protótipos com carregamento aplicado nos terços médios e $l/d_p = 21,7$, para tensões efetivas iguais a 92,7 e 152,0 kN/cm², respectivamente.

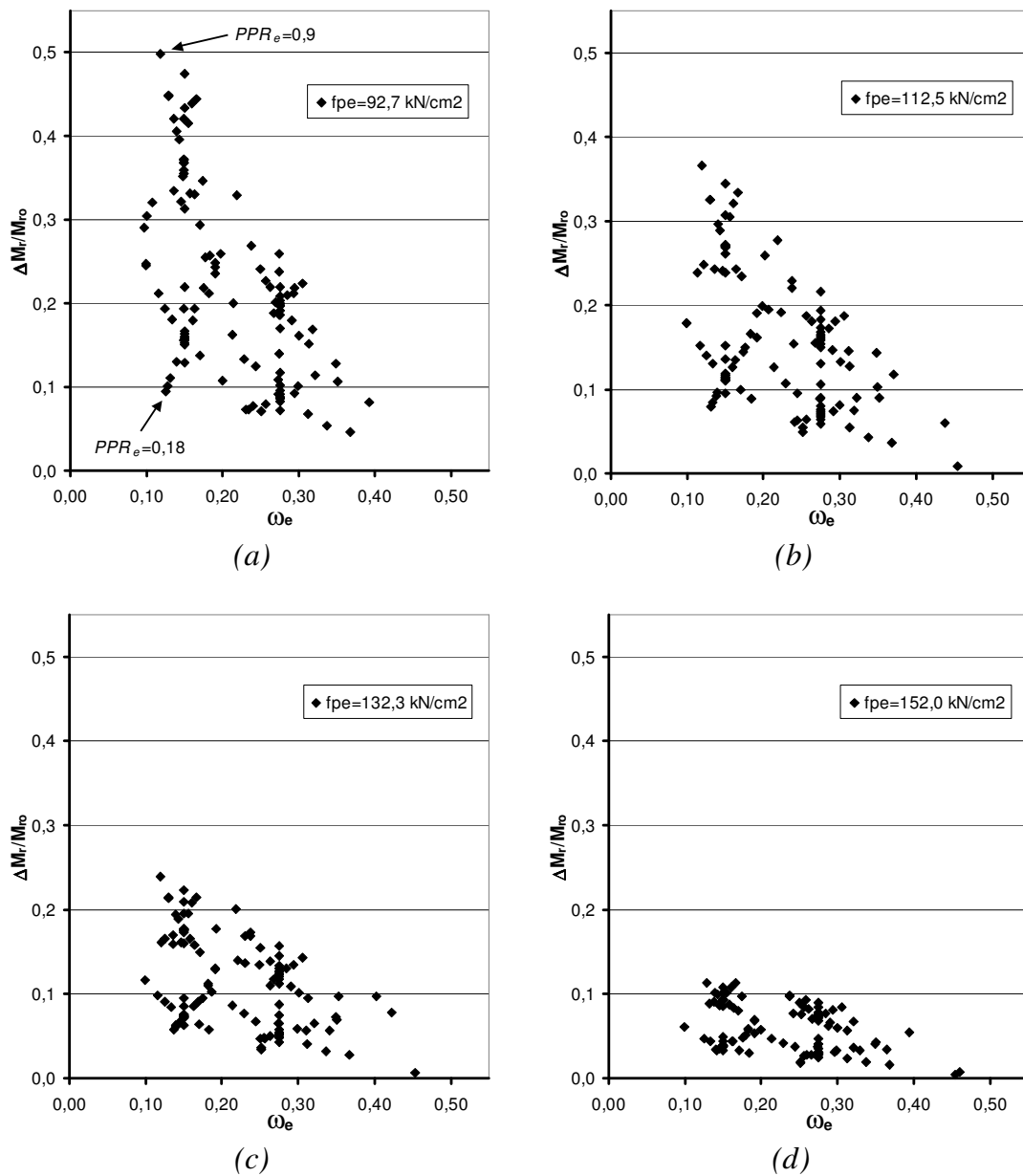


Figura 4.29 – Gráficos de dispersão (ω_e , $\Delta M_r/M_{r0}$) de protótipos com carregamento aplicado nos terços e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$

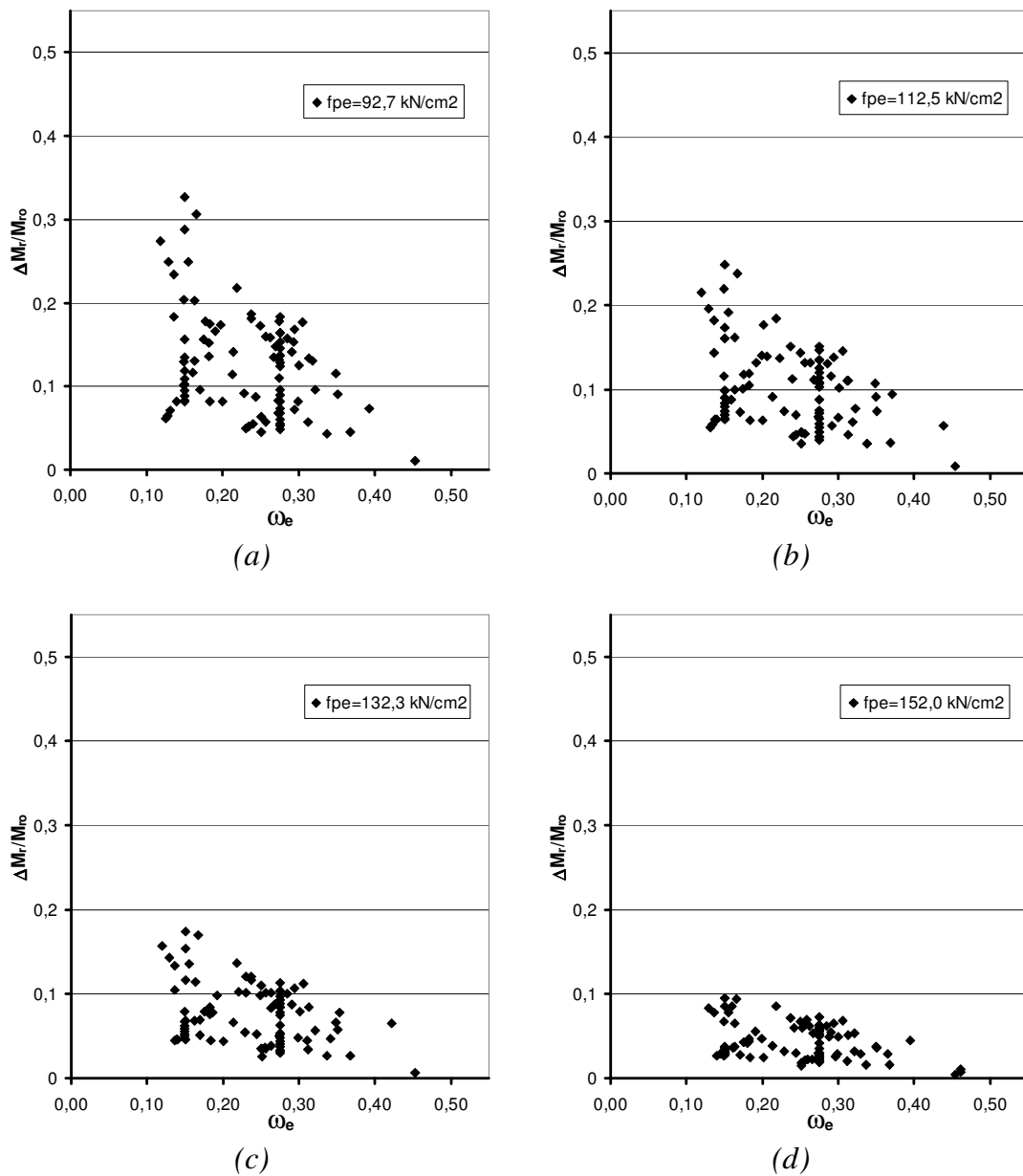


Figura 4.30 – Gráficos de dispersão (ω_e , $\Delta M_r/M_{r0}$) de protótipos com carregamento distribuído ($L_o = l/6$) e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$

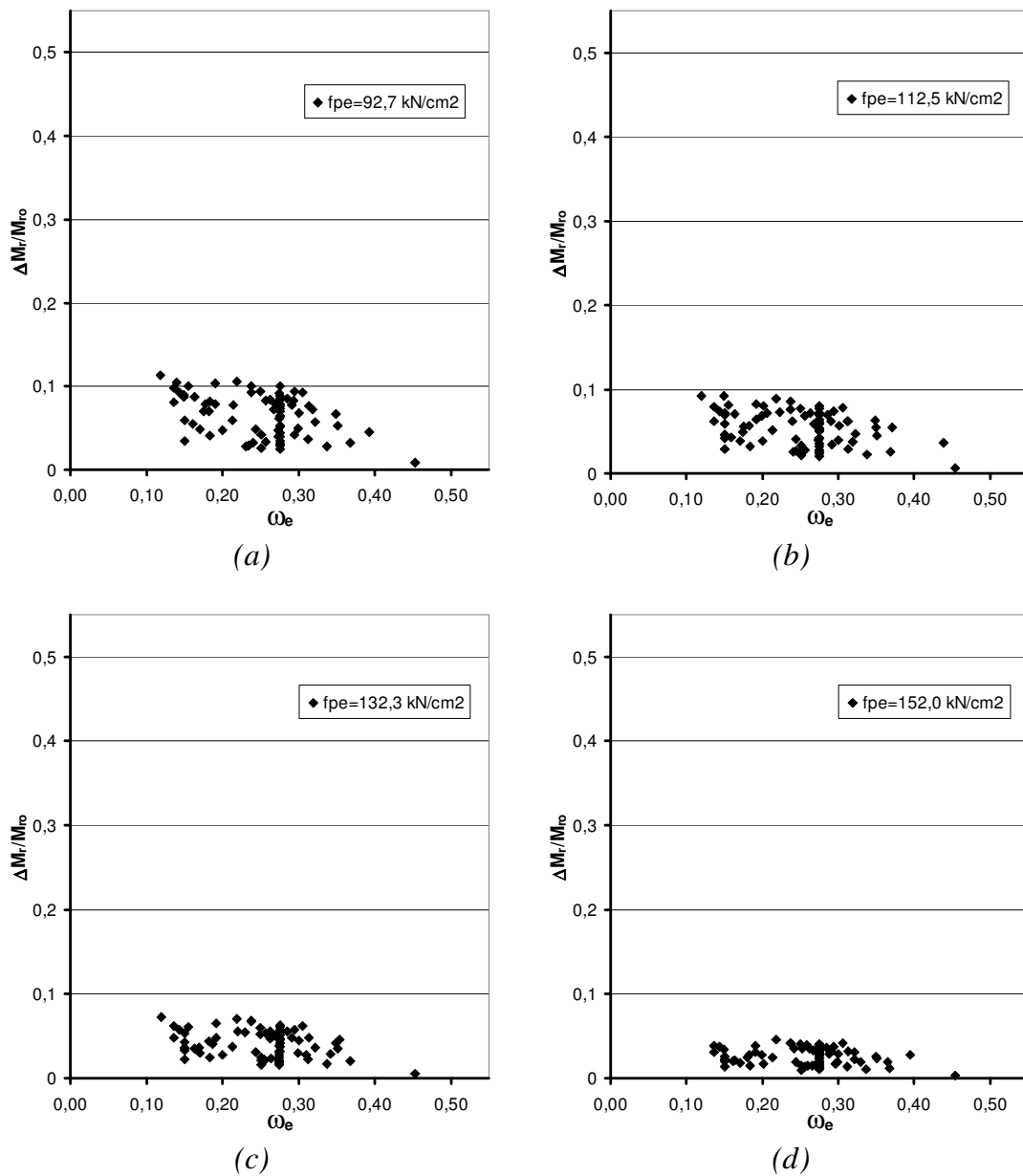


Figura 4.31 – Gráficos de dispersão (ω_e , $\Delta M_r/M_{r0}$) de protótipos com carregamento concentrado e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7 \text{ kN/cm}^2$; b) $f_{pe} = 112,5 \text{ kN/cm}^2$; c) $f_{pe} = 132,3 \text{ kN/cm}^2$; d) $f_{pe} = 152,0 \text{ kN/cm}^2$

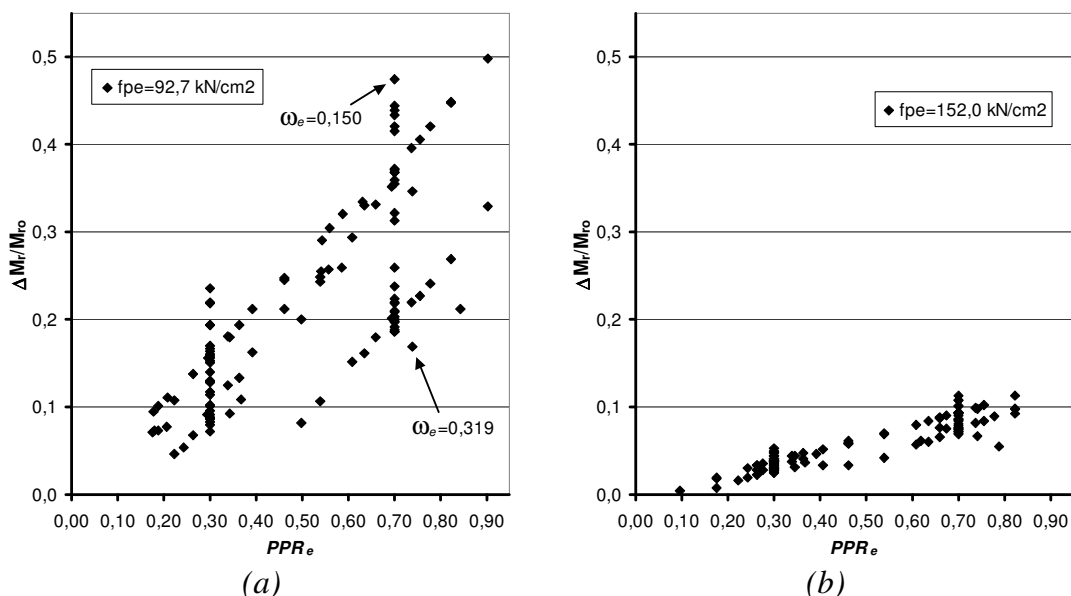


Figura 4.32 – Gráficos de dispersão (PPR_e , $\Delta M_r/M_{r0}$) de protótipos com carregamento aplicado nos terços e $l/d_p = 21,7$: a) $f_{pe} = 92,7$ kN/cm²; b) $f_{pe} = 152,0$ kN/cm²

Mediante comparação das figuras 4.29 a 4.31, observa-se que a tendência retratada anteriormente, de que valores crescentes de Δf_{ps} são obtidos seqüencialmente para protótipos com carregamento concentrado, distribuído e nos terços médios, evidentemente se reflete nos valores de incremento de momento fletor resistente. Protótipos com menores tensões efetivas de protensão também resultaram em maiores valores de $\Delta M_r/M_{r0}$.

Enquanto que protótipos submetidos a carregamento nos terços tiveram grandes aumentos nos valores de momentos fletores resistentes, em função do incremento de tensão – alguns valores próximos de até 50 % do momento fletor efetivo M_{r0} – protótipos submetidos a carregamento concentrado resultaram em valores máximos pouco maiores que 10 % de M_{r0} .

Nas figuras 4.29(a) e 4.32(a) e (b), pode ser notada a influência do parâmetro PPR_e no acréscimo de momentos fletores. Na figura 4.33, todavia, que apresenta ilustrativamente o gráfico de dispersão dos pontos (PPR_e , Δf_{ps}) para protótipos com carregamento nos terços médios, $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm², não foi percebida qualquer influência significativa do parâmetro PPR_e no valor de Δf_{ps} . Entretanto, em protótipos com maiores valores de PPR_e , a parcela da resultante de tração da armadura de protensão, em relação a resultante total de

tração, é maior. Justifica-se, assim, a maior influência de Δf_{ps} no incremento de momento fletor resistente, para protótipos com maiores índices PPR_e .

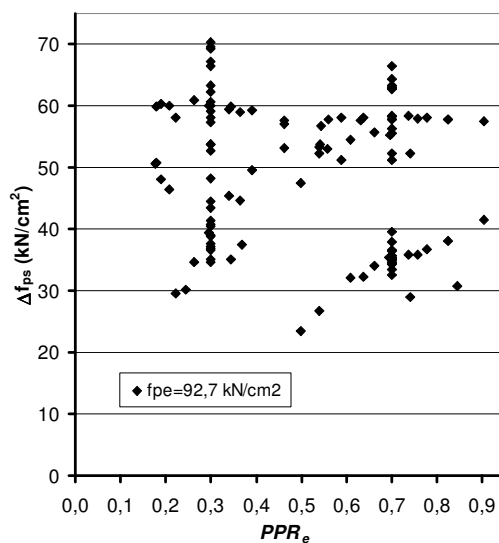


Figura 4.33 – Gráfico de dispersão (PPR_e , Δf_{ps}) de protótipos com carregamento nos terços médios, $l/d_p = 21,7$ e $f_{pe} = 92,7$ kN/cm²

A tabela 4.9 apresenta comparativamente valores de Δf_{ps} , f_{ps} e M_{res} na ruptura de protótipos de referência, com $l/d_p = 21,7$, submetidos a carregamento nos terços médios e concentrado. Pode-se observar que a grande variação nos valores de Δf_{ps} , em função do tipo de carregamento aplicado, é refletida em menor intensidade nos valores de f_{ps} , sendo ainda menos relevante nos valores de momento fletor resistente último na ruptura.

Tabela 4.9 – Comparação de valores de Δf_{ps} , f_{ps} e M_{res} de protótipos de referência com $l/d_p = 21,7$, para carregamento nos terços e concentrado [kN;cm]

| Protótipo | Terços Médios | | | Concentrado | | | $\Delta f_{ps-terços}$ | $f_{ps-terços}$ | $M_{res-terços}$ |
|----------------------|------------------------|-----------------|------------------|----------------------|---------------|----------------|------------------------|-----------------|------------------|
| | $\Delta f_{ps-terços}$ | $f_{ps-terços}$ | $M_{res-terços}$ | $\Delta f_{ps-conc}$ | $f_{ps-conc}$ | $M_{res-conc}$ | $\Delta f_{ps-conc}$ | $f_{ps-conc}$ | $M_{res-conc}$ |
| 0,30-0,275-92,7-REF | 37,6 | 130,3 | 29425 | 16,8 | 109,5 | 28118 | 2,24 | 1,19 | 1,05 |
| 0,70-0,275-92,7-REF | 34,6 | 127,3 | 29408 | 13,3 | 106,0 | 26482 | 2,61 | 1,20 | 1,11 |
| 0,30-0,275-112,5-REF | 37,1 | 149,6 | 29013 | 16,4 | 128,9 | 27935 | 2,26 | 1,16 | 1,04 |
| 0,70-0,275-112,5-REF | 34,3 | 146,8 | 28560 | 13,1 | 125,6 | 26122 | 2,63 | 1,17 | 1,09 |
| 0,30-0,275-132,3-REF | 31,6 | 163,9 | 28436 | 14,8 | 147,1 | 27682 | 2,15 | 1,11 | 1,03 |
| 0,70-0,275-132,3-REF | 30,2 | 162,5 | 27580 | 12,3 | 144,6 | 25807 | 2,46 | 1,12 | 1,07 |
| 0,30-0,275-152,0-REF | 20,4 | 172,4 | 27846 | 10,9 | 162,9 | 27473 | 1,87 | 1,06 | 1,01 |
| 0,70-0,275-152,0-REF | 20,5 | 172,5 | 26340 | 9,1 | 161,1 | 25344 | 2,24 | 1,07 | 1,04 |

5 Conclusões e Sugestões para a Continuidade da Pesquisa

Serão, a seguir, apresentadas as principais conclusões obtidas ao longo dos capítulos 2, 3 e 4 desta dissertação. Elas englobam, em seqüência, os diversos parâmetros considerados por inúmeros autores como de maior importância nos métodos de previsão do incremento de tensão, a parametrização e metodologia de análise e os resultados obtidos. Por fim, serão propostas sugestões para continuidade da pesquisa, tanto no que se refere ao estudo da influência de outros parâmetros no valor de Δf_{ps} , quanto no que diz respeito à elaboração de um método apropriado para previsão desta.

5.1 Conclusões

No **Capítulo 2**, foram apresentados inicialmente os parâmetros considerados por diversos autores, como de maior influência no valor do incremento de tensão em armaduras protendidas não aderentes (Δf_{ps}). Destacam-se os parâmetros *índice de protensão parcial*, *taxa mecânica total de armadura*, *continuidade da estrutura*, *tipo de carregamento* e *índice de esbelteza à flexão*. Embora haja um consenso em relação à influência da taxa mecânica total de armadura, alguns autores, todavia, divergem quanto à importância do índice de esbelteza à flexão. Resultados contraditórios, experimentais e teóricos, foram também obtidos, por um mesmo autor, no estudo da influência do tipo de carregamento sobre o incremento de tensão. Uma revisão bibliográfica foi realizada, quanto ao comprimento de zona plastificada (l_p), na ruptura de elementos lineares, fator este de grande importância no valor do incremento de tensão. Enquanto que para carregamento nos terços médios e concentrado, foram indicados, entre os diversos autores, valores iguais ou muito semelhantes para l_p , poucas e divergentes informações foram encontradas na literatura para elementos submetidos a carregamento distribuído. Alguns métodos empíricos e semi-empíricos disponíveis na literatura, foram apontados para previsão do incremento de tensão. Diferentes parâmetros são considerados, entre os autores, para aplicação no equacionamento do problema.

No **Capítulo 3** foi definido como seria realizado o estudo paramétrico. Um protótipo modelo foi idealizado para realização do estudo. A combinação de diversos parâmetros internos da taxa mecânica total de armadura foi considerada para estudo. Em função de resultados parciais de análise, a *tensão efetiva de protensão*, parâmetro interno de ω_e , foi tratada como

um parâmetro principal. Os protótipos para estudo foram classificados em quatro grupos, de acordo com a tensão efetiva em estudo. Para cada protótipo assim definido, foram estudados três índices de esbeltez, combinados com três tipos de carregamento aplicado. Observou-se que o processo de análise numérica demandava o arbítrio do comprimento da zona plastificada. Distintas configurações, ou modelos analíticos, foram então elaborados, a fim de que fosse obtido um comprimento de zona plastificada constante na ruptura, arbitrado em função do tipo de carregamento em estudo.

A apresentação dos resultados e a análise paramétrica foram realizadas no **Capítulo 4**. Foi observada uma forte correlação entre as variáveis ω_e e Δf_{ps} , independentemente da combinação resultante dos parâmetros internos de ω_e , com exceção de f_{pe} . Foram apresentados os gráficos de dispersão dos pontos (ω_e , Δf_{ps}), estes agrupados em função dos valores arbitrados de tensão efetiva (f_{pe}), índice de esbeltez à flexão (l/d_p) e tipo de carregamento aplicado. Foram extraídos, para cada gráfico de dispersão, regressões lineares e coeficientes de determinação. Resultados de Δf_{ps} inversamente proporcionais ao valor de ω_e foram obtidos, para carregamento nos terços médios e distribuído.

A análise paramétrica revelou que os valores de incremento de tensão obtidos na ruptura foram tanto menores quanto maiores foram as tensões efetivas utilizadas. Não foi observada nenhuma influência significativa do parâmetro l/d_p no valor de Δf_{ps} , dentro da faixa de abrangência estudada, $l/d_p = 21,7$ a $55,7$. Entretanto, a razão entre comprimento de zona plastificada e comprimento do vão (l_p/l) foi mantida constante, para qualquer índice l/d_p estudado. Diversos autores preconizam um comprimento adicional constante de plastificação, na ruptura, por conta das fissuras inclinadas devido ao esforço cortante, ou efeito de treliça, admitido para elementos de concreto armado e protendido. Resultados analíticos com a consideração desta parcela revelaram, segundo alguns autores, diferenças pequenas nos valores de Δf_{ps} obtidos, em função do índice de esbeltez adotado, para valores acima de um índice l/d_p mínimo. Este valor mínimo foi apontado como variando de 15 a 24, muito próximo, portanto, do valor mínimo de 21,7 utilizado no presente trabalho. Grandes diferenças nos valores de Δf_{ps} foram obtidas para os distintos tipos de carregamento em estudo, já que estes determinavam o comprimento da zona plastificada na ruptura. Os valores de incremento de tensão e coeficientes de determinação diminuíram gradativamente, com a passagem de carregamento nos terços médios para carregamento distribuído e, finalmente, concentrado. Observou-se que para carregamento nos terços, poderiam ser estabelecidos

valores limites de incremento de tensão para taxas de armadura ω_e abaixo de determinado valor. Dessa maneira, coeficientes de determinação ainda maiores poderiam ter sido obtidos. Para carregamento concentrado, os gráficos de dispersão (ω_e , Δf_{ps}) revelaram pouca variação do valor do incremento de tensão em função da taxa de armadura, com grande dispersão de pontos. Melhores correlações podem ser obtidas, mediante eliminação de protótipos com valores considerados como atípicos, do ponto de vista de projeto, do parâmetro d_s , para protótipos com carregamento nos terços médios, e, ainda, do parâmetro f_y , para carregamentos distribuído e concentrado.

Foi avaliada, finalmente, a significância do valor de Δf_{ps} no aumento de capacidade portante dos protótipos estudados. O aumento de capacidade portante foi tanto maior quanto maiores foram os valores resultantes de Δf_{ps} e o índice de protensão parcial característico de cada protótipo. Para protótipos com carregamento nos terços, onde foram obtidos os maiores incrementos de tensão e ganhos de capacidade portante, foi observado um aumento máximo próximo de 50 % do momento fletor resistente efetivo inicial. Em contrapartida, para protótipos submetidos a carregamento concentrado, foi obtido um aumento máximo do momento resistente efetivo de pouco mais de 10 %.

Neste trabalho foi dada ênfase na análise dos parâmetros quanto a sua influência no valor do incremento de tensão das armaduras protendidas não aderentes. No item 5.2 é sugerido o estudo de outras configurações de modelos protótipos idealizados, bem como de parâmetros distintos dos aqui estudados. A fim de que possa ser formulado um critério de previsão da tensão última de protensão f_{ps} , acredita-se que mais resultados devam ser agregados aos desta pesquisa, onde então um tratamento estatístico apropriado seja dado.

A protensão não aderente é hoje mais amplamente utilizada em lajes planas de edifícios. Nestas estruturas, o dimensionamento ou verificação à ruptura no Estado Limite Último é freqüentemente realizado com a consideração da aplicação de carregamento distribuído. Os resultados desta pesquisa indicam um comportamento intermediário, com relação ao incremento de tensão, dos elementos submetidos a carregamento distribuído, em comparação aos carregamentos nos terços médios e concentrado. Isto se deve ao fato de que a extensão da zona plastificada foi também arbitrada entre os comprimentos adotados para os demais carregamentos, e o valor do incremento de tensão se mostrou fortemente dependente deste parâmetro. Entretanto, há divergências nas recomendações da extensão da zona plastificada de

elementos submetidos a carregamento distribuído, entre os diversos autores, e poucos são os estudos experimentais com a aplicação de carga uniformemente distribuída. Ressalta-se que os resultados obtidos para carregamento distribuído, nesta pesquisa, devam ser, portanto, inicialmente considerados do ponto de vista qualitativo, somente, até que a influência do carregamento distribuído na extensão da zona plastificada, seja melhor compreendida.

5.2 Sugestões para a Continuidade da Pesquisa

São apresentadas, a seguir, sugestões para a continuação do estudo dos parâmetros influentes na tensão última de protensão e a elaboração de algum método para sua previsão.

- Parâmetros não contemplados nesta pesquisa e considerados como também influentes no valor do incremento de tensão de armaduras protendidas não aderentes, poderiam ser abordados em seqüência à pesquisa. Sugere-se o estudo de outras relações de esbeltez (l/d_p), ainda com a inclusão do efeito do esforço cortante. Outros perfis de cabo de protensão e geometria da seção transversal, o efeito da resistência do concreto f_c , assim como elementos contínuos poderiam também ser objetos de estudo.
- Realizar um estudo experimental para a determinação do comprimento de plastificação em elementos com protensão não aderente, submetidos a carregamento distribuído.
- Tratar deterministicamente os resultados desta pesquisa, agregados a resultados obtidos em trabalhos posteriores, tanto analíticos quanto experimentais, visando a obtenção de um método empírico para determinação da tensão última de protensão.
- Analisar conjuntamente estes e outros resultados futuros, para que seja obtido um critério semi-empírico para determinação da tensão última de protensão, com um maior embasamento teórico. Pode ser efetuada ainda a comparação com resultados de elementos com protensão aderente, de forma que um critério de dimensionamento baseado no equilíbrio de esforços da seção transversal, com a utilização de coeficientes de compatibilidade (ou redutores) de deformações, seja elaborado.

- Realizar um estudo probabilístico da influência dos diversos fatores determinantes da tensão última de protensão, objetivando, desta forma, a elaboração de um método de previsão mais abrangente.

Enfatiza-se, ainda, que o estudo dos fatores influentes e a determinação da própria tensão efetiva de protensão (f_{pe}) podem constituir, por si só, uma pesquisa isolada, apresentando diversos aspectos a serem aprofundados.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI Committe 318**. Farmington Hills, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento: NBR 6118**. Rio de Janeiro, 2003.
- BARBIERI, R. A. **Modelo Numérico para a Análise à Flexão de Elementos com Protensão Aderente e Não Aderente**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BAKER, A. L. L. **Ultimate Load Theory Applied to the Design of Reinforced and Prestressed Concrete Frames**. Londres: Concrete Publications, 1956.
- BURNS, N. H. Post-Tension Force Changes in Continuous Beams. **Proceedings of the ASCE Structures Congress**, New York, p. 455-456, 1990.
- BURNS, N. H.; CHARNEY, F. A.; VINES, W. R. Tests of One-Way Post-Tensioned Slabs with Unbonded Tendons. **PCI Journal**, Chicago, PCI, v. 23, n. 5, p. 67-83, Sep-Oct. 1978.
- CAMPBELL, T. I.; ALLOUCHE, E. N.; GREEN, M. F.; SOUDKI, K. A. Tendon Stress in Continuous Unbonded Prestressed Concrete Members – Part 1: Review of Literature. **PCI Journal**, Chicago, PCI, v. 43, n. 6, p. 86-93, Nov-Dec. 1998.
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. **Design of Concrete Structures: A23.3-94**. Ontário, 1994.
- CHAKRABARTI, P. R. Ultimate Stress for Unbonded Post-Tensioning Tendons in Partially Prestressed Beams. **ACI Structural Journal**, Farmington Hills, ACI, v. 92, n. 6, p. 689-697, Nov-Dec. 1995.
- CHEN, R. **The Strength and Behavior of Post-Tensioned Prestressed Concrete Slabs with Unbonded Tendons**. 1971. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Texas, Austin.
- COOKE, N.; PARK, R.; YOUNG, P. Flexural Strength of Prestressed Concrete Members with Unbonded Tendons. **PCI Journal**, Chicago, PCI, v. 26, n. 6, p. 52-80, Nov-Dec. 1981.
- COMITÉ EURO-INTERNACIONAL DU BETON. **CEB-FIP Model Code 1990**. Lousanne, (Bulletin d'Information, 213/214), 1993.
- CORLEY, W. G. Rotational Capacity of Reinforced Concrete Beams. **Journal of the Structural Division**, New York, ASCE, v. 92, n. 5, p. 121-146, Oct. 1966.

- DEVALAPURA, R. K.; TRADOS, M. K. Stress-Strain Modelling of 270 ksi Low-Relaxation Prestressing Strands. **PCI Journal**, Chicago, PCI, v. 37, n. 2, p. 100-106, Mar-Apr. 1992.
- DILGER, W. Verändlichkeit der Biege- und Schubsteifigkeit bei Stahlbetontragwerken und ihr Einfluß auf Schnittkraftverteilung und Traglast bei statisch unbestimmter Lagerung. **Deutscher Ausschuß für Stahlbeton**, Berlin, c. 179, 1966.
- GEBRE-MICHAEL, Z. **Behavior of Post-Tensioned Concrete Slabs with Unbonded Tendon Reinforcement**. 1970. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Texas, Austin.
- HARAJLI, M. H. Effect of Span-Depth Ratio on the Ultimate Steel Stress in Unbonded Prestressed Concrete Members. **ACI Structural Journal**, Farmington Hills, ACI, v. 87, n. 3, p. 305-312, May-Jun. 1990.
- HARAJLI, M. H.; HIJAZI, S. A. Evaluation of the Ultimate Steel Stress in Partially Prestressed Concrete Members. **PCI Journal**, Chicago, PCI, v. 36, n. 1, p. 62-82, Jan-Feb. 1991.
- HARAJLI, M. H.; KANJ, M. Y. Ultimate Flexural Strength of Concrete Members Prestressed with Unbonded Tendons. **ACI Structural Journal**, Farmington Hills, ACI, v. 88, n. 6, p. 663-673, Nov-Dec. 1991.
- HEMAKOM, R. **Behavior of Post-Tensioned Concrete Slabs with Unbonded Tendons**. 1970. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Texas, Austin.
- KABAILA, A.; SAENZ, L. P.; TULIN, L. G.; GERSTLE, K. H. Equation for the Stress-Strain Curve of Concrete. **ACI Journal**, Farmington Hills, ACI, v. 61, n. 3, p. 1227-1239, Mar. 1964.
- KORDINA, K.; HEGGER, J. Zur Ermittlung der Biegebruch-Tragfähigkeit bei Vorspannung ohne Verbund. **Beton- und Stahlbetonbau**, Berlin, v. 82, n. 4, p. 85-90, Apr. 1987
- LEE, L.; MOON, J.; LIM, J. Proposed Methodology for Computing of Unbonded Tendon Stress at Flexural Failure. **ACI Structural Journal**, Farmington Hills, ACI, v. 96, n. 6, p. 1040-1048, Nov-Dec. 1999.
- LEONHARDT, F. **Construções de Concreto, Volume 4: Verificação da Capacidade de Utilização, Limitação da Fissuração, Deformações, Redistribuição de Momentos e Teoria das Linhas de Ruptura em Estruturas de Concreto Armado**. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.
- MATTOCK, A. H. Discussion of “Rotational Capacity of Reinforced Concrete Beams”. **Journal of the Structural Division**, New York, ASCE, v. 93, n. 2, p. 519-522, Apr. 1967.

- MATTOCK, A. H.; YAMAZAKI, J.; KATTULA, B. T. Comparative Study of Prestressed Concrete Beams, With and Without Bond. *ACI Journal*, **Farmington Hills**, ACI, v. 68, n. 2, p.116-125, Feb. 1971.
- MOJTAHEDI, S.; GAMBLE, W. L. Ultimate Steel Stress in Unbonded Prestressed Concrete. *Journal of the Structural Division*, New York, ASCE, v. 104, n. 7, p. 1159-1165, Jul. 1978.
- NAAMAN, A. E., ALKHAIRI, F. M. Stress at Ultimate in Unbonded Post-Tensioned Tendons: Part 1 – Evaluation of the State-of-the-Art. *ACI Structural Journal*, Farmington Hills, ACI, v. 88, n. 5, p. 641-650, Sep-Oct. 1991a.
- NAAMAN, A. E.; ALKHAIRI, F. M. Stress at Ultimate in Unbonded Post-Tensioned Tendons: Part 2 – Proposed Methodology. *ACI Structural Journal*, Farmington Hills, ACI, v. 88, n. 6, p. 683-692, Nov-Dec. 1991b.
- NAAMAN, A. E.; ALKHAIRI, F. M. Analysis of Beams Prestressed with Unbonded Internal or External Tendons. *Journal of the Structural Division*, New York, ASCE, v. 119, n. 9, p. 2680-2699, Sep. 1993.
- NAAMAN, A. E.; BURNS, N.; FRENCH, C.; GAMBLE, W. L.; MATTOCK, A. H. Stresses in Unbonded Prestressing Tendons at Ultimate: Recommendation. *ACI Structural Journal*, Farmington Hills, ACI, v. 99, n. 4, p. 518-529, Jul-Aug. 2002.
- PARK, R.; PAULAY, T. **Reinforced Concrete Structures**. Nova York: John Wiley & Sons, 1975.
- ROZVANY, G. I. N.; WOODS, J. F. Sudden Collapse of Unbonded Underprestressed Structures. *ACI Journal*, Farmington Hills, ACI, v. 66, n. 2, p. 129-135, Feb. 1969.
- SAWYER, H. A. Design of Concrete Frames for Two Failure States. **Proceedings of the International Symposium on the Flexural Mechanics of Reinforced Concrete**, Miami, ASCE-ACI, p. 405-431, Nov. 1964.
- TAM, A.; PANNELL, F. N. The Ultimate Moment of Resistance of Unbonded Partially Prestressed Reinforced Concrete Beams. *Magazine of Concrete Research*, London, Cement and Concrete Association, v. 28, n. 97, p. 203-208, Dec. 1976.
- TAO, X; DU, G. Ultimate Stress of Unbonded Tendons in Partially Prestressed Concrete Beams. *PCI Journal*, Chicago, PCI, v. 30, n. 6, p. 72-91, Nov-Dec. 1985.
- TROST, H.; CORDES, H.; WELLER, B. Untersuchungen zur Vorspannung ohne Verbund. **Deutscher Ausschuß für Stahlbeton**, Berlin, c. 355, 1984.

Apêndice A – Tabelas de Dados dos Protótipos

Apêndice A – Tabelas de Dados dos Protótipos

São apresentadas a seguir as tabelas com dados referentes aos parâmetros internos da taxa mecânica total de armadura (ω_e), característicos de cada protótipo estudado, bem como os valores resultantes de ω_e e PPR_e .

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 3,27 | 56,58 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 3,27 | 28,29 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 3,27 | 18,86 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 3,27 | 11,79 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 3,27 | 9,43 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 3,27 | 7,07 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 2,58 | 11,16 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 2,80 | 12,11 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 3,00 | 12,98 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 3,52 | 15,23 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,60 | 14,15 | 0,50 | 0,215 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,00 | 14,15 | 0,34 | 0,161 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,20 | 14,15 | 0,30 | 0,149 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 14,15 | 0,21 | 0,131 |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,77 | 14,15 | 0,19 | 0,128 |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,66 | 14,15 | 0,18 | 0,126 |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 56,58 | 0,10 | 0,453 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 28,29 | 0,18 | 0,251 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 18,86 | 0,24 | 0,184 |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 11,79 | 0,34 | 0,133 |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 9,43 | 0,39 | 0,116 |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,27 | 7,07 | 0,46 | 0,099 |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,63 | 0,074 |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,46 | 0,099 |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,36 | 0,125 |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,26 | 0,170 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,22 | 0,200 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 3,27 | 14,15 | 0,18 | 0,251 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 3,27 | 14,15 | 0,30 | 0,190 |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 3,27 | 14,15 | 0,30 | 0,175 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 3,27 | 14,15 | 0,30 | 0,163 |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 3,27 | 14,15 | 0,30 | 0,140 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 6,00 | 103,82 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 6,00 | 51,91 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 6,00 | 34,61 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 6,00 | 21,63 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 6,00 | 17,30 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 6,00 | 12,98 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 4,73 | 20,46 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 5,13 | 22,19 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 5,52 | 23,88 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 6,45 | 27,90 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,90 | 25,96 | 0,50 | 0,393 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,32 | 25,96 | 0,34 | 0,295 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,86 | 25,96 | 0,30 | 0,273 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,21 | 0,240 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,25 | 25,96 | 0,19 | 0,234 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,05 | 25,96 | 0,18 | 0,231 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 103,82 | 0,10 | 0,831 |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 51,91 | 0,18 | 0,461 |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 34,61 | 0,24 | 0,337 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 21,63 | 0,34 | 0,244 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 17,30 | 0,39 | 0,213 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 12,98 | 0,46 | 0,182 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,63 | 0,136 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,46 | 0,182 |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,36 | 0,229 |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,26 | 0,312 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,22 | 0,368 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 6,00 | 25,96 | 0,18 | 0,461 |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 6,00 | 25,96 | 0,30 | 0,349 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 6,00 | 25,96 | 0,30 | 0,321 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 6,00 | 25,96 | 0,30 | 0,299 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 6,00 | 25,96 | 0,30 | 0,256 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 7,25 | 23,04 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 7,25 | 11,52 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 7,25 | 7,68 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 7,25 | 4,80 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 7,25 | 3,84 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 7,25 | 2,88 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 6,55 | 5,20 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 6,80 | 5,40 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 7,00 | 5,56 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 7,50 | 5,96 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,90 | 5,76 | 0,84 | 0,294 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,85 | 5,76 | 0,74 | 0,173 |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,10 | 5,76 | 0,70 | 0,147 |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,44 | 5,76 | 0,59 | 0,108 |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,95 | 5,76 | 0,56 | 0,100 |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,70 | 5,76 | 0,54 | 0,096 |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 23,04 | 0,37 | 0,273 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 11,52 | 0,54 | 0,191 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 7,68 | 0,64 | 0,163 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 4,80 | 0,74 | 0,143 |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 3,84 | 0,78 | 0,136 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,25 | 2,88 | 0,82 | 0,129 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,90 | 0,119 |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,82 | 0,129 |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,76 | 0,139 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,66 | 0,158 |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,61 | 0,170 |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 7,25 | 5,76 | 0,54 | 0,191 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 7,25 | 5,76 | 0,70 | 0,166 |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 7,25 | 5,76 | 0,70 | 0,160 |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 7,25 | 5,76 | 0,70 | 0,155 |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 7,25 | 5,76 | 0,70 | 0,145 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 13,35 | 42,43 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 13,35 | 21,22 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 13,35 | 14,14 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 13,35 | 8,84 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 13,35 | 7,07 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 13,35 | 5,30 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 12,00 | 9,53 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 12,47 | 9,91 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 12,88 | 10,23 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 13,70 | 10,89 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 30,90 | 10,61 | 0,84 | 0,538 |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,25 | 10,61 | 0,74 | 0,319 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,00 | 10,61 | 0,69 | 0,270 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 10,61 | 0,59 | 0,197 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,22 | 10,61 | 0,56 | 0,184 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,77 | 10,61 | 0,54 | 0,177 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 42,43 | 0,37 | 0,503 |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 21,22 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 14,14 | 0,64 | 0,301 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 8,84 | 0,74 | 0,263 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 7,07 | 0,78 | 0,250 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,35 | 5,30 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 92,7 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,90 | 0,219 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 92,7 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 92,7 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,76 | 0,256 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 92,7 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,66 | 0,291 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 92,7 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,61 | 0,313 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 92,7 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 13,35 | 10,61 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 13,35 | 10,61 | 0,70 | 0,306 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 13,35 | 10,61 | 0,70 | 0,294 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 13,35 | 10,61 | 0,70 | 0,285 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 92,7 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 13,35 | 10,61 | 0,70 | 0,268 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 2,70 | 56,70 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 2,70 | 28,35 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 2,70 | 18,90 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 2,70 | 11,81 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 2,70 | 9,45 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 2,70 | 7,09 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 2,13 | 11,18 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 2,30 | 12,08 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 2,48 | 13,02 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 2,90 | 15,23 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,59 | 14,18 | 0,55 | 0,239 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,00 | 14,18 | 0,39 | 0,174 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,20 | 14,18 | 0,34 | 0,159 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 14,18 | 0,24 | 0,138 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,78 | 14,18 | 0,22 | 0,133 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,66 | 14,18 | 0,21 | 0,131 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 56,70 | 0,10 | 0,454 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 28,35 | 0,18 | 0,251 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 18,90 | 0,24 | 0,184 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 11,81 | 0,34 | 0,133 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 9,45 | 0,39 | 0,116 |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,70 | 7,09 | 0,46 | 0,100 |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,63 | 0,074 |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,46 | 0,100 |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,36 | 0,125 |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,26 | 0,170 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,22 | 0,201 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 2,70 | 14,18 | 0,18 | 0,251 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 2,70 | 14,18 | 0,30 | 0,191 |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 2,70 | 14,18 | 0,30 | 0,176 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 2,70 | 14,18 | 0,30 | 0,163 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 2,70 | 14,18 | 0,30 | 0,140 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 4,95 | 103,95 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 4,95 | 51,98 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 4,95 | 34,65 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 4,95 | 21,66 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 4,95 | 17,33 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 4,95 | 12,99 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 3,89 | 20,42 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 4,23 | 22,21 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 4,55 | 23,89 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 5,30 | 27,83 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,91 | 25,99 | 0,55 | 0,438 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,32 | 25,99 | 0,39 | 0,318 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,85 | 25,99 | 0,34 | 0,292 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 25,99 | 0,24 | 0,252 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,25 | 25,99 | 0,22 | 0,245 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,05 | 25,99 | 0,21 | 0,241 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 103,95 | 0,10 | 0,832 |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 51,98 | 0,18 | 0,461 |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 34,65 | 0,24 | 0,337 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 21,66 | 0,34 | 0,245 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 17,33 | 0,39 | 0,214 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,95 | 12,99 | 0,46 | 0,183 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,63 | 0,136 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,46 | 0,183 |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,36 | 0,229 |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,26 | 0,313 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,22 | 0,368 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 4,95 | 25,99 | 0,18 | 0,461 |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 4,95 | 25,99 | 0,30 | 0,350 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 4,95 | 25,99 | 0,30 | 0,322 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 4,95 | 25,99 | 0,30 | 0,299 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 4,95 | 25,99 | 0,30 | 0,256 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 6,00 | 23,14 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 6,00 | 11,57 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 6,00 | 7,71 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 6,00 | 4,82 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 6,00 | 3,86 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 6,00 | 2,89 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 5,40 | 5,21 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 5,60 | 5,40 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 5,80 | 5,59 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 6,18 | 5,96 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,90 | 5,79 | 0,87 | 0,348 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,85 | 5,79 | 0,77 | 0,202 |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,10 | 5,79 | 0,73 | 0,170 |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,44 | 5,79 | 0,63 | 0,122 |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,95 | 5,79 | 0,61 | 0,113 |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,70 | 5,79 | 0,59 | 0,108 |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 23,14 | 0,37 | 0,274 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 11,57 | 0,54 | 0,192 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 7,71 | 0,64 | 0,164 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 4,82 | 0,74 | 0,143 |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 3,86 | 0,78 | 0,136 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,00 | 2,89 | 0,82 | 0,130 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,90 | 0,119 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,82 | 0,130 |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,76 | 0,140 |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,66 | 0,158 |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,61 | 0,171 |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 6,00 | 5,79 | 0,54 | 0,192 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 6,00 | 5,79 | 0,70 | 0,167 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 6,00 | 5,79 | 0,70 | 0,161 |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 6,00 | 5,79 | 0,70 | 0,156 |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 6,00 | 5,79 | 0,70 | 0,146 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 11,00 | 42,43 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 11,00 | 21,21 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 11,00 | 14,14 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 11,00 | 8,84 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 11,00 | 7,07 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 11,00 | 5,30 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 9,90 | 9,55 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 10,27 | 9,90 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 10,60 | 10,22 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 11,30 | 10,90 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 30,90 | 10,61 | 0,87 | 0,636 |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,25 | 10,61 | 0,78 | 0,371 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,00 | 10,61 | 0,73 | 0,312 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 10,61 | 0,63 | 0,223 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,22 | 10,61 | 0,60 | 0,207 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,77 | 10,61 | 0,59 | 0,199 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 42,43 | 0,37 | 0,503 |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 21,21 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 14,14 | 0,64 | 0,301 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 8,84 | 0,74 | 0,263 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 7,07 | 0,78 | 0,250 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 11,00 | 5,30 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 112,5 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,90 | 0,219 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 112,5 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 112,5 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,76 | 0,256 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 112,5 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,66 | 0,291 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 112,5 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,61 | 0,313 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 112,5 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 11,00 | 10,61 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 11,00 | 10,61 | 0,70 | 0,306 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 11,00 | 10,61 | 0,70 | 0,294 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 11,00 | 10,61 | 0,70 | 0,285 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 112,5 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 11,00 | 10,61 | 0,70 | 0,268 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 2,29 | 56,55 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 2,29 | 28,28 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 2,29 | 18,85 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 2,29 | 11,78 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 2,29 | 9,43 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 2,29 | 7,07 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 1,80 | 11,11 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 1,96 | 12,10 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 2,11 | 13,03 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 2,47 | 15,25 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,60 | 14,14 | 0,59 | 0,263 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,00 | 14,14 | 0,43 | 0,186 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,20 | 14,14 | 0,37 | 0,169 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 14,14 | 0,27 | 0,144 |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,77 | 14,14 | 0,25 | 0,139 |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,66 | 14,14 | 0,24 | 0,136 |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 56,55 | 0,10 | 0,453 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 28,28 | 0,18 | 0,251 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 18,85 | 0,24 | 0,184 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 11,78 | 0,34 | 0,133 |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 9,43 | 0,39 | 0,116 |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,29 | 7,07 | 0,46 | 0,099 |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,63 | 0,074 |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,46 | 0,099 |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,36 | 0,125 |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,26 | 0,170 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,22 | 0,200 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 2,29 | 14,14 | 0,18 | 0,251 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 2,29 | 14,14 | 0,30 | 0,190 |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 2,29 | 14,14 | 0,30 | 0,175 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 2,29 | 14,14 | 0,30 | 0,163 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 2,29 | 14,14 | 0,30 | 0,139 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 4,20 | 103,72 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 4,20 | 51,86 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 4,20 | 34,57 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 4,20 | 21,61 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 4,20 | 17,29 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 4,20 | 12,97 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 3,31 | 20,44 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 3,60 | 22,23 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 3,87 | 23,89 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 4,51 | 27,84 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,90 | 25,93 | 0,59 | 0,482 |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,32 | 25,93 | 0,43 | 0,341 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,86 | 25,93 | 0,37 | 0,310 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 25,93 | 0,27 | 0,263 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,25 | 25,93 | 0,25 | 0,255 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,05 | 25,93 | 0,24 | 0,250 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 103,72 | 0,10 | 0,831 |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 51,86 | 0,18 | 0,460 |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 34,57 | 0,24 | 0,337 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 21,61 | 0,34 | 0,244 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 17,29 | 0,39 | 0,213 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,20 | 12,97 | 0,46 | 0,182 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,63 | 0,136 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,46 | 0,182 |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,36 | 0,229 |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,26 | 0,312 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,22 | 0,367 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 4,20 | 25,93 | 0,18 | 0,460 |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 4,20 | 25,93 | 0,30 | 0,349 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 4,20 | 25,93 | 0,30 | 0,321 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 4,20 | 25,93 | 0,30 | 0,299 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 4,20 | 25,93 | 0,30 | 0,256 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 5,10 | 23,13 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 5,10 | 11,57 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 5,10 | 7,71 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 5,10 | 4,82 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 5,10 | 3,86 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 5,10 | 2,89 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 4,60 | 5,22 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 4,78 | 5,42 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 4,93 | 5,59 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 5,25 | 5,95 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,90 | 5,78 | 0,89 | 0,402 |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,85 | 5,78 | 0,80 | 0,230 |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,10 | 5,78 | 0,76 | 0,193 |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,44 | 5,78 | 0,67 | 0,136 |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,95 | 5,78 | 0,64 | 0,126 |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,70 | 5,78 | 0,63 | 0,120 |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 23,13 | 0,37 | 0,274 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 11,57 | 0,54 | 0,191 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 7,71 | 0,64 | 0,164 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 4,82 | 0,74 | 0,143 |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 3,86 | 0,78 | 0,136 |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,10 | 2,89 | 0,82 | 0,129 |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,90 | 0,119 |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,82 | 0,129 |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,76 | 0,140 |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,66 | 0,158 |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,61 | 0,171 |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 5,10 | 5,78 | 0,54 | 0,191 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 5,10 | 5,78 | 0,70 | 0,167 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 5,10 | 5,78 | 0,70 | 0,160 |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 5,10 | 5,78 | 0,70 | 0,155 |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 5,10 | 5,78 | 0,70 | 0,146 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 9,35 | 42,41 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 9,35 | 21,21 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 9,35 | 14,14 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 9,35 | 8,84 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 9,35 | 7,07 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 9,35 | 5,30 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 8,40 | 9,53 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 8,75 | 9,92 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 9,03 | 10,24 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 9,62 | 10,91 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 30,90 | 10,60 | 0,89 | 0,735 |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,25 | 10,60 | 0,80 | 0,422 |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,00 | 10,60 | 0,76 | 0,353 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 10,60 | 0,67 | 0,249 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,22 | 10,60 | 0,64 | 0,230 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,77 | 10,60 | 0,63 | 0,220 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 42,41 | 0,37 | 0,502 |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 21,21 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 14,14 | 0,64 | 0,300 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 8,84 | 0,74 | 0,263 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 7,07 | 0,78 | 0,250 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 9,35 | 5,30 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 132,3 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,90 | 0,218 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 132,3 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 132,3 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,76 | 0,256 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 132,3 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,66 | 0,290 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 132,3 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,61 | 0,313 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 132,3 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 9,35 | 10,60 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 9,35 | 10,60 | 0,70 | 0,306 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 9,35 | 10,60 | 0,70 | 0,294 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 9,35 | 10,60 | 0,70 | 0,285 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 132,3 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 9,35 | 10,60 | 0,70 | 0,267 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 2,00 | 56,75 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 2,00 | 28,37 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 2,00 | 18,92 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 2,00 | 11,82 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 2,00 | 9,46 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 2,00 | 7,09 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 1,57 | 11,14 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 1,71 | 12,13 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 1,84 | 13,05 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 2,14 | 15,18 | 0,30 | 0,150 |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,60 | 14,19 | 0,62 | 0,288 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,00 | 14,19 | 0,46 | 0,199 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,20 | 14,19 | 0,41 | 0,180 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,46 | 14,19 | 0,35 | 0,162 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,78 | 14,19 | 0,28 | 0,145 |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 1,67 | 14,19 | 0,26 | 0,142 |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 56,75 | 0,10 | 0,454 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 28,37 | 0,18 | 0,252 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 18,92 | 0,24 | 0,184 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 11,82 | 0,34 | 0,133 |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 9,46 | 0,39 | 0,117 |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 2,00 | 7,09 | 0,46 | 0,100 |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,63 | 0,074 |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,46 | 0,100 |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,36 | 0,125 |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,26 | 0,171 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,22 | 0,201 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 2,00 | 14,19 | 0,18 | 0,252 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,191 |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,176 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,163 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 2,00 | 14,19 | 0,30 | 0,140 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 3,66 | 103,85 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 3,66 | 51,92 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 3,66 | 34,62 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 3,66 | 21,63 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 3,66 | 17,31 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 3,66 | 12,98 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 2,88 | 20,43 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 3,13 | 22,20 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 3,37 | 23,90 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 3,93 | 27,88 | 0,30 | 0,275 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,91 | 25,96 | 0,62 | 0,526 |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,32 | 25,96 | 0,46 | 0,365 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,86 | 25,96 | 0,41 | 0,329 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,50 | 25,96 | 0,35 | 0,296 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,25 | 25,96 | 0,28 | 0,265 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,05 | 25,96 | 0,26 | 0,260 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 103,85 | 0,10 | 0,831 |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 51,92 | 0,18 | 0,461 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 34,62 | 0,24 | 0,337 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 21,63 | 0,34 | 0,244 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 17,31 | 0,39 | 0,213 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,66 | 12,98 | 0,46 | 0,182 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,63 | 0,136 |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,46 | 0,182 |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,36 | 0,229 |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,26 | 0,312 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,22 | 0,368 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 3,66 | 25,96 | 0,18 | 0,461 |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 3,66 | 25,96 | 0,30 | 0,349 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 3,66 | 25,96 | 0,30 | 0,322 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 3,66 | 25,96 | 0,30 | 0,299 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 3,66 | 25,96 | 0,30 | 0,256 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 4,43 | 23,09 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 4,43 | 11,54 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 4,43 | 7,70 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 4,43 | 4,81 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 4,43 | 3,85 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 4,43 | 2,89 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 4,00 | 5,21 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 4,15 | 5,41 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 4,28 | 5,58 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 4,56 | 5,94 | 0,70 | 0,150 |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,84 | 5,77 | 0,90 | 0,454 |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,86 | 5,77 | 0,82 | 0,258 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,09 | 5,77 | 0,79 | 0,215 |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 5,45 | 5,77 | 0,74 | 0,175 |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,94 | 5,77 | 0,67 | 0,138 |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 3,69 | 5,77 | 0,66 | 0,132 |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 23,09 | 0,37 | 0,274 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 11,54 | 0,54 | 0,191 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 7,70 | 0,64 | 0,164 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 4,81 | 0,74 | 0,143 |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 3,85 | 0,78 | 0,136 |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 4,43 | 2,89 | 0,82 | 0,129 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,90 | 0,119 |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,82 | 0,129 |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,76 | 0,140 |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,66 | 0,158 |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,61 | 0,170 |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 4,43 | 5,77 | 0,54 | 0,191 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 4,43 | 5,77 | 0,70 | 0,166 |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 4,43 | 5,77 | 0,70 | 0,160 |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 4,43 | 5,77 | 0,70 | 0,155 |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 4,43 | 5,77 | 0,70 | 0,146 |

| Protótipo | f_{pe} [kN/cm ²] | f_y [kN/cm ²] | ϵ_y [%o] | d_s [cm] | A_{ps} [cm ²] | A_s [cm ²] | PPR_e | ω_e |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 8,13 | 42,37 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 8,13 | 21,18 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 8,13 | 14,12 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 8,13 | 8,83 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 8,13 | 7,06 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 8,13 | 5,30 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 7,32 | 9,54 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 7,61 | 9,91 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 7,85 | 10,23 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 8,37 | 10,90 | 0,70 | 0,275 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 30,89 | 10,59 | 0,90 | 0,833 |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 16,26 | 10,59 | 0,82 | 0,474 |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 13,01 | 10,59 | 0,79 | 0,395 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 10,01 | 10,59 | 0,74 | 0,321 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 7,23 | 10,59 | 0,67 | 0,253 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 6,77 | 10,59 | 0,66 | 0,242 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 42,37 | 0,37 | 0,502 |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 21,18 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 14,12 | 0,64 | 0,300 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 8,83 | 0,74 | 0,262 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 7,06 | 0,78 | 0,250 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 17,5 | 8,13 | 5,30 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 152,0 | 12,5 | 0,60 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,90 | 0,218 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 152,0 | 25,0 | 1,19 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,82 | 0,237 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 152,0 | 37,5 | 1,79 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,76 | 0,256 |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 152,0 | 60,0 | 2,86 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,66 | 0,290 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 152,0 | 75,0 | 3,57 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,61 | 0,313 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 152,0 | 100,0 | 4,76 | 17,5 | 8,13 | 10,59 | 0,54 | 0,351 |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 12,5 | 8,13 | 10,59 | 0,70 | 0,305 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 14,0 | 8,13 | 10,59 | 0,70 | 0,294 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 15,5 | 8,13 | 10,59 | 0,70 | 0,285 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 152,0 | 50,0 | 2,38 | 19,5 | 8,13 | 10,59 | 0,70 | 0,267 |

Apêndice B – Tabelas de Resultados de Ruptura dos Protótipos

Apêndice B – Tabelas de Resultados de Ruptura dos Protótipos

São apresentadas a seguir as tabelas com os resultados obtidos das análises numéricas dos protótipos, na situação de ruptura no Estado Limite Último. Serão seqüencialmente mostradas tabelas relativas a protótipos submetidos a carregamento nos terços médios, carregamento concentrado, carregamento distribuído com $L_o = l/6$ e, finalmente, carregamento distribuído com $L_o = l/20$. Linhas em branco constantes nas tabelas indicam que os protótipos correspondentes não foram considerados para elaboração dos gráficos de dispersão dos pontos $(\omega_e, \Delta f_{ps})$ e das regressões lineares apresentadas, devido a apresentarem comportamento indesejado de projeto, instabilidade à flexão ou super-armação, ou não atingirem convergência de ruptura para nenhum incremento de análise utilizado.

Apêndice B.1 – Protótipos Submetidos a Carregamento nos Terços Médios

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 21,7 | 15800 | 6,6 | 2,95 | 10,00 | 60,0 | 152,7 | 17735 | 18299 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 21,7 | 15800 | 6,3 | 2,88 | 10,00 | 57,4 | 150,1 | 17494 | 18189 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 21,7 | 15800 | 6,4 | 2,91 | 10,00 | 58,2 | 150,9 | 17628 | 18223 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 21,7 | 15800 | 6,2 | 2,91 | 10,00 | 59,2 | 151,9 | 17572 | 18263 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 21,7 | 15800 | 6,6 | 2,92 | 10,00 | 60,7 | 153,4 | 17723 | 18326 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 21,7 | 15800 | 6,8 | 2,92 | 10,00 | 62,3 | 155,0 | 17651 | 18391 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 21,7 | 15800 | 6,9 | 2,85 | 10,00 | 63,4 | 156,1 | 17371 | 18434 | 0,17 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 21,7 | 11566 | 7,9 | 3,06 | 10,00 | 69,3 | 162,0 | 13019 | 14106 | 0,22 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 21,7 | 13294 | 7,2 | 2,86 | 10,00 | 66,5 | 159,2 | 14431 | 15873 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 21,7 | 18426 | 5,9 | 2,78 | 10,00 | 53,7 | 146,4 | 20064 | 20798 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 21,7 | 20806 | 5,7 | 3,50 | 7,53 | 47,6 | 140,3 | 24141 | 24970 | 0,20 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 21,7 | 16672 | 6,7 | 3,13 | 10,00 | 59,8 | 152,5 | 18821 | 19666 | 0,18 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 21,7 | 15716 | 6,6 | 2,93 | 10,00 | 60,1 | 152,8 | 17662 | 18169 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 21,7 | 14255 | 6,3 | 2,51 | 10,00 | 60,0 | 152,7 | 15332 | 15831 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 21,7 | 13972 | 6,3 | 2,37 | 10,00 | 60,3 | 153,0 | 14347 | 15379 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 21,7 | 13836 | 6,2 | 2,34 | 10,00 | 59,8 | 152,5 | 14212 | 15149 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 21,7 | 14018 | 6,4 | 2,66 | 10,00 | 59,4 | 152,1 | 15864 | 16549 | 0,18 |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 21,7 | 12200 | 6,1 | 2,34 | 10,00 | 59,3 | 152,0 | 13848 | 14782 | 0,21 |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 21,7 | 10348 | 5,8 | 2,10 | 10,00 | 57,6 | 150,3 | 11827 | 12914 | 0,25 |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 21,7 | 10348 | 5,8 | 2,11 | 10,00 | 57,0 | 149,7 | 12011 | 12888 | 0,25 |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 21,7 | 13113 | 6,2 | 2,44 | 10,00 | 59,0 | 151,7 | 14716 | 15655 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 21,7 | 17893 | 6,8 | 3,21 | 10,00 | 60,9 | 153,6 | 19532 | 20357 | 0,14 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 21,7 | 20939 | 6,8 | 3,50 | 9,90 | 58,2 | 150,9 | 22439 | 23193 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 21,7 | 25766 | 6,1 | 3,50 | 6,71 | 50,6 | 143,3 | 27120 | 27586 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 21,7 | 12264 | 8,0 | 3,50 | 7,85 | 69,7 | 162,4 | 14548 | 15154 | 0,24 |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 21,7 | 13325 | 8,1 | 3,50 | 9,43 | 70,3 | 163,0 | 15489 | 16243 | 0,22 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 21,7 | 14385 | 7,6 | 3,34 | 10,00 | 67,2 | 159,9 | 16491 | 17174 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 21,7 | 17215 | 5,8 | 2,64 | 10,00 | 53,8 | 146,5 | 18961 | 19458 | 0,13 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 21,7 | 27036 | 5,0 | 3,50 | 5,59 | 37,6 | 130,3 | 28800 | 29425 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 21,7 | 27036 | 4,8 | 3,50 | 5,93 | 35,1 | 127,8 | 28352 | 29271 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 21,7 | 27036 | 4,9 | 3,50 | 6,01 | 37,2 | 129,9 | 28022 | 29396 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 21,7 | 27036 | 4,9 | 3,50 | 5,63 | 36,6 | 129,3 | 28761 | 29363 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 21,7 | 27036 | 5,1 | 3,50 | 5,59 | 39,1 | 131,8 | 28884 | 29514 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 21,7 | 27036 | 5,2 | 3,50 | 5,57 | 40,7 | 133,4 | 29002 | 29616 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 21,7 | 27036 | 5,5 | 3,50 | 5,58 | 43,5 | 136,2 | 28985 | 29788 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 21,7 | 16915 | 6,2 | 3,50 | 4,59 | 52,7 | 145,4 | 19269 | 19792 | 0,17 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 21,7 | 19765 | 5,8 | 3,50 | 5,04 | 48,2 | 140,9 | 21744 | 22540 | 0,14 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 5,5 | 3,50 | 5,44 | 44,5 | 137,2 | 24544 | 25484 | 0,12 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 21,7 | 31508 | 4,8 | 3,50 | 6,21 | 34,7 | 127,4 | 32838 | 33796 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 21,7 | 34322 | 3,9 | 3,50 | 3,08 | 23,5 | 116,2 | 36388 | 37141 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 21,7 | 28347 | 4,8 | 3,50 | 5,14 | 35,2 | 127,9 | 30189 | 30982 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 21,7 | 26895 | 5,1 | 3,50 | 5,99 | 39,5 | 132,2 | 28257 | 29348 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 21,7 | 24620 | 5,7 | 3,50 | 7,16 | 46,5 | 139,2 | 25810 | 26526 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 21,7 | 24185 | 5,9 | 3,50 | 7,48 | 48,2 | 140,9 | 25463 | 25955 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 21,7 | 23971 | 6,1 | 3,50 | 8,02 | 50,9 | 143,6 | 24471 | 25733 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 21,7 | 32367 | 4,4 | 3,50 | 4,27 | 30,2 | 122,9 | 33387 | 34100 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 21,7 | 24195 | 5,6 | 3,50 | 7,04 | 45,4 | 138,1 | 25911 | 27209 | 0,12 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 21,7 | 21237 | 5,9 | 3,50 | 7,87 | 49,7 | 142,4 | 23945 | 24685 | 0,16 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 21,7 | 13330 | 6,3 | 2,91 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 16895 | 17784 | 0,33 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 21,7 | 18162 | 6,2 | 3,50 | 9,19 | 53,1 | 145,8 | 21162 | 22014 | 0,21 |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 21,7 | 22730 | 5,5 | 3,50 | 7,32 | 44,7 | 137,4 | 25048 | 25772 | 0,13 |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 21,7 | 30291 | 4,8 | 3,50 | 4,80 | 34,6 | 127,3 | 31679 | 32360 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 21,7 | 34858 | 4,5 | 3,50 | 3,57 | 29,6 | 122,3 | 35946 | 36459 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 21,7 | 20547 | 5,3 | 3,50 | 2,94 | 41,4 | 134,1 | 22623 | 23171 | 0,13 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22494 | 5,2 | 3,50 | 3,78 | 40,5 | 133,2 | 24522 | 25063 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 21,7 | 24440 | 5,1 | 3,50 | 4,55 | 38,9 | 131,6 | 26258 | 26905 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 21,7 | 29632 | 4,9 | 3,50 | 6,65 | 36,9 | 129,6 | 31527 | 31976 | 0,08 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 21,7 | 14305 | 6,4 | 3,16 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 18205 | 19579 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 21,7 | 14305 | 6,3 | 3,09 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 17992 | 19574 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 21,7 | 14305 | 6,5 | 3,23 | 10,00 | 58,2 | 150,9 | 18619 | 19613 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 21,7 | 14305 | 6,3 | 3,24 | 10,00 | 55,6 | 148,3 | 18507 | 19386 | 0,36 |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 21,7 | 14305 | 6,3 | 3,14 | 10,00 | 56,3 | 149,0 | 18177 | 19443 | 0,36 |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 21,7 | 14305 | 6,4 | 3,14 | 10,00 | 58,5 | 151,2 | 18278 | 19635 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 21,7 | 11724 | 7,5 | 3,50 | 7,66 | 66,4 | 159,1 | 16346 | 17289 | 0,47 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 21,7 | 12539 | 7,2 | 3,50 | 8,81 | 63,0 | 155,7 | 16990 | 17981 | 0,43 |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 21,7 | 13294 | 7,2 | 3,50 | 9,60 | 63,4 | 156,1 | 17970 | 18895 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 21,7 | 15354 | 5,7 | 3,05 | 10,00 | 51,2 | 143,9 | 19560 | 20166 | 0,31 |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 21,7 | 25024 | 4,2 | 3,50 | 4,56 | 30,8 | 123,5 | 29853 | 30338 | 0,21 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 21,7 | 16221 | 6,1 | 3,50 | 8,78 | 52,3 | 145,0 | 21223 | 21849 | 0,35 |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 21,7 | 14123 | 6,3 | 3,25 | 10,00 | 55,3 | 148,0 | 18563 | 19088 | 0,35 |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 21,7 | 10808 | 6,0 | 2,38 | 10,00 | 58,1 | 150,8 | 13663 | 14274 | 0,32 |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 21,7 | 10181 | 5,9 | 2,26 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 12779 | 13282 | 0,30 |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 21,7 | 9859 | 5,8 | 2,17 | 10,00 | 56,7 | 149,4 | 12224 | 12726 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 21,7 | 26420 | 5,0 | 3,50 | 5,76 | 37,5 | 130,2 | 28223 | 29302 | 0,11 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 21,7 | 18551 | 6,1 | 3,50 | 8,50 | 52,3 | 145,0 | 22271 | 23062 | 0,24 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 21,7 | 15744 | 6,6 | 3,50 | 9,91 | 58,1 | 150,8 | 20003 | 20940 | 0,33 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 21,7 | 13578 | 6,5 | 3,18 | 10,00 | 58,5 | 151,2 | 18155 | 18959 | 0,40 |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 21,7 | 12844 | 6,3 | 2,97 | 10,00 | 58,2 | 150,9 | 17012 | 18249 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 21,7 | 12105 | 6,2 | 2,96 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 16811 | 17523 | 0,45 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 21,7 | 10985 | 6,1 | 2,62 | 10,00 | 57,6 | 150,3 | 15080 | 16462 | 0,50 |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 21,7 | 12105 | 6,3 | 2,98 | 10,00 | 57,9 | 150,6 | 16883 | 17534 | 0,45 |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 21,7 | 13212 | 6,3 | 3,07 | 10,00 | 58,0 | 150,7 | 17595 | 18577 | 0,41 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 21,7 | 15171 | 6,3 | 3,24 | 10,00 | 55,8 | 148,5 | 18922 | 20207 | 0,33 |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 21,7 | 16454 | 6,4 | 3,50 | 9,24 | 54,5 | 147,2 | 20596 | 21294 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 21,7 | 18551 | 6,3 | 3,50 | 8,43 | 53,4 | 146,1 | 22433 | 23156 | 0,25 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 21,7 | 12865 | 7,1 | 3,50 | 7,00 | 63,0 | 155,7 | 17387 | 18587 | 0,44 |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 21,7 | 13297 | 7,3 | 3,50 | 8,58 | 64,4 | 157,1 | 17522 | 19139 | 0,44 |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 21,7 | 13729 | 7,1 | 3,50 | 9,49 | 62,8 | 155,5 | 18194 | 19430 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 21,7 | 14882 | 5,6 | 2,80 | 10,00 | 52,3 | 145,0 | 18311 | 19668 | 0,32 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 21,7 | 24557 | 4,6 | 3,50 | 5,18 | 34,6 | 127,3 | 28666 | 29408 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 21,7 | 24557 | 4,4 | 3,50 | 5,24 | 32,5 | 125,2 | 28369 | 29134 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 21,7 | 24557 | 4,5 | 3,50 | 5,21 | 33,4 | 126,1 | 28419 | 29254 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 21,7 | 24557 | 4,6 | 3,50 | 5,28 | 34,5 | 127,2 | 28498 | 29392 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 21,7 | 24557 | 4,6 | 3,50 | 5,16 | 35,1 | 127,8 | 28593 | 29473 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 21,7 | 24557 | 4,7 | 3,50 | 5,15 | 35,7 | 128,4 | 28677 | 29547 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 21,7 | 24557 | 4,8 | 3,50 | 5,14 | 36,6 | 129,3 | 28694 | 29673 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 21,7 | 20045 | 5,0 | 3,50 | 3,22 | 39,6 | 132,3 | 24421 | 25244 | 0,26 |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 21,7 | 21444 | 4,8 | 3,50 | 3,98 | 38,0 | 130,7 | 25317 | 26549 | 0,24 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 4,7 | 3,50 | 4,41 | 36,4 | 129,1 | 26840 | 27799 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 21,7 | 26184 | 4,6 | 3,50 | 6,21 | 34,3 | 127,0 | 29803 | 31064 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 21,7 | 27445 | 4,1 | 3,50 | 4,13 | 29,0 | 121,7 | 31533 | 32069 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 21,7 | 24196 | 4,7 | 3,50 | 5,32 | 35,4 | 128,1 | 28229 | 29066 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 21,7 | 18902 | 6,0 | 3,50 | 8,37 | 51,3 | 144,0 | 22500 | 23807 | 0,26 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 21,7 | 17857 | 6,2 | 3,50 | 8,75 | 53,0 | 145,7 | 21744 | 22460 | 0,26 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 21,7 | 17333 | 6,3 | 3,50 | 9,03 | 53,8 | 146,5 | 21240 | 21759 | 0,26 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 21,7 | 31142 | 4,1 | 3,50 | 3,70 | 26,7 | 119,4 | 33476 | 34465 | 0,11 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 21,7 | 26830 | 4,5 | 3,50 | 4,69 | 32,2 | 124,9 | 30368 | 31176 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 21,7 | 23391 | 4,7 | 3,50 | 5,46 | 35,9 | 128,6 | 27719 | 28522 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 21,7 | 22205 | 4,7 | 3,50 | 5,77 | 36,8 | 129,5 | 26779 | 27564 | 0,24 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 21,7 | 21000 | 4,8 | 3,50 | 6,31 | 38,1 | 130,8 | 25642 | 26645 | 0,27 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 21,7 | 19156 | 5,1 | 3,50 | 6,74 | 41,6 | 134,3 | 24684 | 25472 | 0,33 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 21,7 | 22800 | 4,6 | 3,50 | 5,59 | 35,8 | 128,5 | 27221 | 27969 | 0,23 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 21,7 | 25930 | 4,6 | 3,50 | 4,93 | 34,1 | 126,8 | 29495 | 30594 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 21,7 | 27937 | 4,5 | 3,50 | 4,33 | 32,2 | 124,9 | 31438 | 32178 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 21,7 | 21905 | 4,6 | 3,50 | 2,72 | 35,0 | 127,7 | 25983 | 26809 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22700 | 4,6 | 3,50 | 3,46 | 35,3 | 128,0 | 26723 | 27650 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 21,7 | 23496 | 4,6 | 3,50 | 4,25 | 35,3 | 128,0 | 27484 | 28433 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 21,7 | 25617 | 4,6 | 3,50 | 6,17 | 34,3 | 127,0 | 29635 | 30429 | 0,19 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 21,7 | 15830 | 6,5 | 2,79 | 10,00 | 51,8 | 164,3 | 16939 | 17619 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 21,7 | 15830 | 6,2 | 2,73 | 10,00 | 50,6 | 163,1 | 16575 | 17578 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 21,7 | 15830 | 6,3 | 2,71 | 10,00 | 51,0 | 163,5 | 16547 | 17593 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 21,7 | 15830 | 6,3 | 2,78 | 10,00 | 51,1 | 163,6 | 16598 | 17594 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 21,7 | 15830 | 6,6 | 2,85 | 10,00 | 52,3 | 164,8 | 17219 | 17636 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 21,7 | 15830 | 6,8 | 2,87 | 10,00 | 53,2 | 165,7 | 17203 | 17668 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 21,7 | 15830 | 6,8 | 2,66 | 10,00 | 54,6 | 167,1 | 16503 | 17715 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 21,7 | 11533 | 7,9 | 3,00 | 10,00 | 57,8 | 170,3 | 12611 | 13284 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 21,7 | 13334 | 7,3 | 2,86 | 10,00 | 56,2 | 168,7 | 14324 | 15145 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 21,7 | 18423 | 5,8 | 2,72 | 10,00 | 47,7 | 160,2 | 19700 | 20168 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 21,7 | 22591 | 5,5 | 3,50 | 6,97 | 41,0 | 153,5 | 25194 | 26078 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 21,7 | 17695 | 6,7 | 3,29 | 10,00 | 51,9 | 164,4 | 19655 | 20256 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 21,7 | 16551 | 6,5 | 2,87 | 10,00 | 51,7 | 164,2 | 17292 | 18639 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 21,7 | 14798 | 6,4 | 2,59 | 10,00 | 52,2 | 164,7 | 15741 | 16158 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 21,7 | 14469 | 6,4 | 2,49 | 10,00 | 52,2 | 164,7 | 15080 | 15685 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 21,7 | 14302 | 6,3 | 2,44 | 10,00 | 52,0 | 164,5 | 14918 | 15440 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 21,7 | 42006 | 3,8 | 3,50 | 2,38 | 17,8 | 130,3 | 41949 | 42371 | 0,01 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 21,7 | 25811 | 5,8 | 3,50 | 7,26 | 42,8 | 155,3 | 25983 | 27087 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 21,7 | 19296 | 6,8 | 3,31 | 10,00 | 52,3 | 164,8 | 20255 | 21018 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 21,7 | 14044 | 6,3 | 2,57 | 10,00 | 51,8 | 164,3 | 15405 | 15876 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 21,7 | 12224 | 6,1 | 2,30 | 10,00 | 51,4 | 163,9 | 13462 | 14082 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 21,7 | 10368 | 5,8 | 2,07 | 10,00 | 50,2 | 162,7 | 11496 | 12224 | 0,18 |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 21,7 | 10368 | 5,8 | 2,12 | 10,00 | 50,1 | 162,6 | 11804 | 12221 | 0,18 |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 21,7 | 13138 | 6,1 | 2,37 | 10,00 | 51,4 | 163,9 | 14179 | 14975 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 21,7 | 17927 | 6,8 | 3,07 | 10,00 | 52,9 | 165,4 | 18692 | 19704 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 21,7 | 25811 | 6,3 | 3,50 | 7,08 | 47,0 | 159,5 | 26487 | 27210 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 21,7 | 12286 | 8,1 | 3,50 | 9,75 | 57,5 | 170,0 | 14946 | 14270 | 0,16 |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 21,7 | 13349 | 8,2 | 3,50 | 10,00 | 58,1 | 170,6 | 14716 | 15352 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 21,7 | 14412 | 7,5 | 3,17 | 10,00 | 56,4 | 168,9 | 15607 | 16358 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 21,7 | 17247 | 5,8 | 2,55 | 10,00 | 47,9 | 160,4 | 18379 | 18902 | 0,10 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 21,7 | 27064 | 5,2 | 3,50 | 5,94 | 37,1 | 149,6 | 28257 | 29013 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 21,7 | 27064 | 4,8 | 3,50 | 5,87 | 32,8 | 145,3 | 28375 | 28794 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 21,7 | 27064 | 4,9 | 3,50 | 5,99 | 34,8 | 147,3 | 28083 | 28895 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 21,7 | 27064 | 5,0 | 3,50 | 5,99 | 35,8 | 148,3 | 28151 | 28951 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 21,7 | 27064 | 5,2 | 3,50 | 5,88 | 37,8 | 150,3 | 28291 | 29051 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 21,7 | 27064 | 5,4 | 3,50 | 5,81 | 38,9 | 151,4 | 28397 | 29110 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 21,7 | 27064 | 5,6 | 3,50 | 5,88 | 41,5 | 154,0 | 28341 | 29244 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 21,7 | 16887 | 6,4 | 3,50 | 4,90 | 48,6 | 161,1 | 18541 | 19085 | 0,13 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 21,7 | 19776 | 5,9 | 3,50 | 5,32 | 44,0 | 156,5 | 21106 | 21878 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 21,7 | 22808 | 5,5 | 3,50 | 5,46 | 41,0 | 153,5 | 24354 | 24858 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 21,7 | 31434 | 4,8 | 3,50 | 5,46 | 33,7 | 146,2 | 32121 | 33275 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 21,7 | 36740 | 3,6 | 3,50 | 2,54 | 20,0 | 132,5 | 38287 | 38960 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 21,7 | 29870 | 4,6 | 3,50 | 4,68 | 30,9 | 143,4 | 31399 | 32114 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 21,7 | 28150 | 4,9 | 3,50 | 5,41 | 34,5 | 147,0 | 29366 | 30237 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 21,7 | 24941 | 5,8 | 3,50 | 7,36 | 43,2 | 155,7 | 25575 | 26506 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 21,7 | 24685 | 5,8 | 3,50 | 7,46 | 43,6 | 156,1 | 25502 | 26179 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 21,7 | 32399 | 4,5 | 3,50 | 4,37 | 29,3 | 141,8 | 33129 | 33789 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 21,7 | 24220 | 5,6 | 3,50 | 7,11 | 42,0 | 154,5 | 25625 | 26537 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 21,7 | 21259 | 6,1 | 3,50 | 8,28 | 46,4 | 158,9 | 23262 | 23937 | 0,13 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 21,7 | 18181 | 6,7 | 3,46 | 10,00 | 50,2 | 162,7 | 20131 | 21203 | 0,17 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 21,7 | 13345 | 6,2 | 2,74 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 15780 | 16582 | 0,24 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 21,7 | 22754 | 5,7 | 3,50 | 7,61 | 43,0 | 155,5 | 24499 | 25184 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 21,7 | 30321 | 4,9 | 3,50 | 4,91 | 33,2 | 145,7 | 31365 | 31966 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 21,7 | 34891 | 4,5 | 3,50 | 3,61 | 28,4 | 140,9 | 35599 | 36166 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 21,7 | 20567 | 5,4 | 3,50 | 3,25 | 40,1 | 152,6 | 21806 | 22672 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22516 | 5,3 | 3,50 | 4,03 | 38,4 | 150,9 | 23766 | 24533 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 21,7 | 24465 | 5,2 | 3,50 | 4,78 | 37,7 | 150,2 | 25759 | 26448 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 21,7 | 29662 | 5,1 | 3,50 | 7,08 | 36,3 | 148,8 | 30749 | 31574 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 21,7 | 14363 | 6,2 | 3,01 | 10,00 | 49,1 | 161,6 | 17326 | 18107 | 0,26 |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 21,7 | 14363 | 6,3 | 2,98 | 10,00 | 50,6 | 163,1 | 17292 | 18223 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 21,7 | 14363 | 6,3 | 2,98 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 17359 | 18232 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 21,7 | 14363 | 6,3 | 2,96 | 10,00 | 50,9 | 163,4 | 17225 | 18246 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 21,7 | 14363 | 6,3 | 2,93 | 10,00 | 51,0 | 163,5 | 16984 | 18250 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 21,7 | 14363 | 6,4 | 2,99 | 10,00 | 51,3 | 163,8 | 17281 | 18272 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 21,7 | 11729 | 8,1 | 3,50 | 8,89 | 57,8 | 170,3 | 14795 | 15765 | 0,34 |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 21,7 | 13362 | 7,3 | 3,35 | 10,00 | 55,4 | 167,9 | 16626 | 17466 | 0,31 |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 21,7 | 15354 | 5,6 | 2,67 | 10,00 | 46,9 | 159,4 | 17768 | 19021 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 21,7 | 28534 | 3,8 | 3,50 | 3,63 | 25,5 | 138,0 | 33213 | 32623 | 0,14 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 21,7 | 18431 | 5,9 | 3,50 | 8,43 | 45,8 | 158,3 | 22086 | 23207 | 0,26 |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 21,7 | 12027 | 6,0 | 2,44 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 14111 | 15014 | 0,25 |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 21,7 | 11277 | 6,0 | 2,34 | 10,00 | 50,7 | 163,2 | 13456 | 13963 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 21,7 | 10892 | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 21,7 | 26517 | 5,1 | 3,50 | 5,93 | 36,9 | 149,4 | 28016 | 28870 | 0,09 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 21,7 | 15806 | 6,6 | 3,26 | 10,00 | 51,3 | 163,8 | 18911 | 19642 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 21,7 | 13632 | 6,3 | 2,93 | 10,00 | 51,1 | 163,6 | 16749 | 17567 | 0,29 |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 21,7 | 12154 | 6,1 | 2,76 | 10,00 | 50,5 | 163,0 | 15517 | 16113 | 0,33 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 21,7 | 11030 | 6,0 | 2,48 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 14139 | 15066 | 0,37 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 21,7 | 12154 | 6,1 | 2,73 | 10,00 | 50,3 | 162,8 | 15416 | 16103 | 0,32 |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 21,7 | 13265 | 6,3 | 2,89 | 10,00 | 50,9 | 163,4 | 16564 | 17202 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 21,7 | 16519 | 6,8 | 3,40 | 10,00 | 52,4 | 164,9 | 19510 | 20394 | 0,23 |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 21,7 | 18623 | 6,5 | 3,50 | 8,98 | 49,4 | 161,9 | 21419 | 22175 | 0,19 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 21,7 | 12916 | 7,6 | 3,50 | 7,89 | 56,7 | 169,2 | 15881 | 17222 | 0,33 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 21,7 | 13350 | 7,6 | 3,50 | 9,15 | 56,4 | 168,9 | 16536 | 17636 | 0,32 |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 21,7 | 13784 | 7,3 | 3,40 | 10,00 | 55,3 | 167,8 | 16833 | 17986 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 21,7 | 14941 | 5,6 | 2,68 | 10,00 | 47,1 | 159,6 | 17623 | 18537 | 0,24 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 21,7 | 24556 | 4,7 | 3,50 | 5,51 | 34,3 | 146,8 | 27815 | 28560 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 21,7 | 24556 | 4,6 | 3,50 | 5,61 | 32,4 | 144,9 | 27288 | 28343 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 21,7 | 24556 | 4,6 | 3,50 | 5,51 | 33,2 | 145,7 | 27725 | 28432 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 21,7 | 24556 | 4,7 | 3,50 | 5,51 | 33,7 | 146,2 | 27747 | 28496 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 21,7 | 24556 | 4,8 | 3,50 | 5,47 | 34,6 | 147,1 | 27798 | 28596 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 21,7 | 24556 | 4,9 | 3,50 | 5,49 | 35,5 | 148,0 | 27837 | 28687 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 21,7 | 24556 | 5,0 | 3,50 | 5,56 | 36,5 | 149,0 | 27635 | 28803 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 21,7 | 20065 | 5,2 | 3,50 | 3,71 | 39,8 | 152,3 | 23172 | 24407 | 0,22 |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 21,7 | 21435 | 5,0 | 3,50 | 4,11 | 37,1 | 149,6 | 24891 | 25586 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 21,7 | 22778 | 5,0 | 3,50 | 4,90 | 36,7 | 149,2 | 25765 | 26956 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 21,7 | 26206 | 4,7 | 3,50 | 6,36 | 33,2 | 145,7 | 29366 | 30144 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 21,7 | 30664 | 3,8 | 3,50 | 3,41 | 24,5 | 137,0 | 34042 | 34290 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 21,7 | 26986 | 4,3 | 3,50 | 4,60 | 30,1 | 142,6 | 30161 | 30904 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 21,7 | 20848 | 5,6 | 3,50 | 7,53 | 42,9 | 155,4 | 23889 | 24846 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 21,7 | 19618 | 5,9 | 3,50 | 8,10 | 45,2 | 157,7 | 22831 | 23445 | 0,20 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 21,7 | 19000 | 6,1 | 3,50 | 8,64 | 47,1 | 159,6 | 21834 | 22784 | 0,20 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 21,7 | 31142 | 4,2 | 3,50 | 3,91 | 27,0 | 139,5 | 33095 | 33928 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 21,7 | 26829 | 4,5 | 3,50 | 4,92 | 31,9 | 144,4 | 29668 | 30403 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 21,7 | 23390 | 4,8 | 3,50 | 5,87 | 35,6 | 148,1 | 26734 | 27622 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 21,7 | 22204 | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 21,7 | 20999 | 5,0 | 3,50 | 6,74 | 37,5 | 150,0 | 24880 | 25631 | 0,22 |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 21,7 | 19155 | 5,4 | 3,50 | 7,51 | 41,9 | 154,4 | 23475 | 24454 | 0,28 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 21,7 | 20999 | 5,1 | 3,50 | 6,78 | 39,0 | 151,5 | 24807 | 25808 | 0,23 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 21,7 | 22800 | 4,8 | 3,50 | 5,93 | 35,6 | 148,1 | 26622 | 27076 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 21,7 | 25929 | 4,7 | 3,50 | 5,16 | 33,4 | 145,9 | 28974 | 29733 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 21,7 | 27937 | 4,6 | 3,50 | 4,68 | 32,4 | 144,9 | 30441 | 31486 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 21,7 | 21904 | 4,8 | 3,50 | 2,90 | 35,2 | 147,7 | 25267 | 26001 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22700 | 4,8 | 3,50 | 3,71 | 35,2 | 147,7 | 26000 | 26805 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 21,7 | 23495 | 4,8 | 3,50 | 4,48 | 34,7 | 147,2 | 26711 | 27546 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 21,7 | 25617 | 4,7 | 3,50 | 6,58 | 34,2 | 146,7 | 28755 | 29605 | 0,16 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 21,7 | 15792 | 6,4 | 2,72 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 16469 | 16950 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 21,7 | 15792 | 6,2 | 2,69 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 16279 | 16925 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 21,7 | 15792 | 6,2 | 2,68 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 16374 | 16934 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 21,7 | 15792 | 6,3 | 2,63 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 15993 | 16942 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 21,7 | 15792 | 6,6 | 2,72 | 10,00 | 39,7 | 172,0 | 16357 | 16963 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 21,7 | 15792 | 6,6 | 2,69 | 10,00 | 40,0 | 172,3 | 16273 | 16970 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 21,7 | 15792 | 7,0 | 2,69 | 10,00 | 40,9 | 173,2 | 16452 | 16996 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 21,7 | 11556 | 7,8 | 2,77 | 10,00 | 42,6 | 174,9 | 11513 | 12661 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 21,7 | 13341 | 7,2 | 2,78 | 10,00 | 41,4 | 173,7 | 13820 | 14482 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 21,7 | 18451 | 5,8 | 2,59 | 10,00 | 37,0 | 169,3 | 18810 | 19609 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 21,7 | 24291 | 5,3 | 3,50 | 6,67 | 32,3 | 164,6 | 25894 | 26971 | 0,11 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 21,7 | 18664 | 6,7 | 3,31 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 19683 | 20582 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 21,7 | 17336 | 6,6 | 2,97 | 10,00 | 39,5 | 171,8 | 17768 | 18917 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 21,7 | 15293 | 6,4 | 2,57 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 15668 | 16313 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 21,7 | 14894 | 6,4 | 2,53 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 15371 | 15803 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 21,7 | 14702 | 6,3 | 2,46 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 14968 | 15556 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 21,7 | 41929 | 3,8 | 3,50 | 2,43 | 16,1 | 148,4 | 41652 | 42211 | 0,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 21,7 | 25754 | 5,8 | 3,50 | 7,35 | 34,4 | 166,7 | 25804 | 26629 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 21,7 | 19252 | 6,8 | 3,24 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 19812 | 20360 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 21,7 | 14011 | 6,3 | 2,45 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 14604 | 15196 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 21,7 | 12194 | 5,9 | 2,13 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 12286 | 13386 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 21,7 | 10343 | 5,7 | 1,95 | 10,00 | 38,3 | 170,6 | 10533 | 11549 | 0,12 |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 21,7 | 13107 | 6,1 | 2,27 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 13535 | 14294 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 21,7 | 17885 | 6,8 | 3,04 | 10,00 | 39,7 | 172,0 | 18563 | 19022 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 21,7 | 25754 | 6,3 | 3,50 | 7,12 | 36,7 | 169,0 | 26196 | 26688 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 21,7 | 13318 | 8,3 | 3,26 | 10,00 | 43,0 | 175,3 | 13759 | 14583 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 21,7 | 14378 | 7,4 | 2,97 | 10,00 | 41,5 | 173,8 | 14929 | 15601 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 21,7 | 17206 | 5,7 | 2,44 | 10,00 | 37,0 | 169,3 | 17567 | 18296 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 21,7 | 27014 | 5,3 | 3,50 | 5,34 | 31,6 | 163,9 | 27389 | 28436 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 21,7 | 27014 | 4,9 | 3,50 | 6,22 | 28,8 | 161,1 | 27848 | 28309 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 21,7 | 27014 | 5,0 | 3,50 | 6,21 | 29,6 | 161,9 | 27759 | 28347 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 21,7 | 27014 | 5,2 | 3,50 | 6,29 | 30,7 | 163,0 | 27619 | 28395 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 21,7 | 27014 | 5,4 | 3,50 | 6,29 | 32,2 | 164,5 | 27753 | 28461 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 21,7 | 27014 | 5,5 | 3,50 | 6,22 | 32,9 | 165,2 | 27826 | 28493 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 21,7 | 27014 | 5,8 | 3,50 | 6,31 | 34,5 | 166,8 | 27703 | 28562 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 21,7 | 16897 | 6,6 | 3,50 | 5,16 | 38,2 | 170,5 | 17779 | 18374 | 0,09 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 21,7 | 19790 | 6,1 | 3,50 | 5,55 | 36,2 | 168,5 | 20568 | 21273 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 5,9 | 3,50 | 6,16 | 34,9 | 167,2 | 23038 | 24308 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 21,7 | 31452 | 4,9 | 3,50 | 6,62 | 28,7 | 161,0 | 31757 | 32795 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 21,7 | 31288 | 4,5 | 3,50 | 4,43 | 25,4 | 157,7 | 32177 | 33073 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29341 | 4,8 | 3,50 | 5,20 | 28,0 | 160,3 | 30088 | 31002 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 21,7 | 26231 | 5,5 | 3,50 | 6,74 | 32,8 | 165,1 | 26840 | 27539 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 21,7 | 25628 | 5,7 | 3,50 | 7,28 | 34,2 | 166,5 | 25563 | 26855 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 21,7 | 25331 | 5,9 | 3,50 | 7,60 | 34,9 | 167,2 | 25205 | 26514 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 21,7 | 32342 | 4,6 | 3,50 | 4,53 | 25,6 | 157,9 | 32502 | 33382 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 21,7 | 24175 | 5,8 | 3,50 | 7,39 | 34,4 | 166,7 | 25149 | 25798 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 21,7 | 21218 | 6,3 | 3,50 | 8,63 | 37,0 | 169,3 | 22495 | 23046 | 0,09 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 21,7 | 18146 | 6,7 | 3,25 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 19207 | 20174 | 0,11 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 21,7 | 13318 | 6,1 | 2,58 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 14957 | 15438 | 0,16 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 21,7 | 18146 | 6,6 | 3,25 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 19258 | 20150 | 0,11 |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 21,7 | 22711 | 6,1 | 3,50 | 8,42 | 36,1 | 168,4 | 23111 | 24452 | 0,08 |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 21,7 | 30267 | 5,0 | 3,50 | 5,23 | 29,0 | 161,3 | 30587 | 31491 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 21,7 | 34831 | 4,6 | 3,50 | 3,97 | 25,6 | 157,9 | 34725 | 35813 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 21,7 | 20531 | 5,6 | 3,50 | 3,44 | 33,3 | 165,6 | 21324 | 22026 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22476 | 5,5 | 3,50 | 4,30 | 32,6 | 164,9 | 23211 | 23943 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 21,7 | 24421 | 5,4 | 3,50 | 5,11 | 32,0 | 164,3 | 25138 | 25857 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 21,7 | 29607 | 5,2 | 3,50 | 7,42 | 31,0 | 163,3 | 30206 | 31002 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 21,7 | 14357 | 6,2 | 2,75 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 15870 | 16909 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 21,7 | 14357 | 6,2 | 2,81 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 16122 | 16878 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 21,7 | 14357 | 6,2 | 2,78 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 16015 | 16884 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 21,7 | 14357 | 6,1 | 2,66 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 15623 | 16898 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 21,7 | 14357 | 6,0 | 2,70 | 10,00 | 38,0 | 170,3 | 15657 | 16846 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 21,7 | 14357 | 6,2 | 2,75 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 15926 | 16892 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 21,7 | 11748 | 8,8 | 3,50 | 9,78 | 43,7 | 176,0 | 13658 | 14374 | 0,22 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 21,7 | 12576 | 7,9 | 3,17 | 10,00 | 42,5 | 174,8 | 14067 | 15213 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 21,7 | 13357 | 7,1 | 2,98 | 10,00 | 41,0 | 173,3 | 14974 | 15968 | 0,20 |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 21,7 | 15340 | 5,5 | 2,55 | 10,00 | 36,6 | 168,9 | 16827 | 17796 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 21,7 | 31747 | 3,6 | 3,50 | 3,15 | 20,8 | 153,1 | 36579 | 34823 | 0,10 |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 21,7 | 20544 | 5,6 | 3,50 | 7,80 | 34,3 | 166,6 | 22965 | 24021 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 21,7 | 17734 | 6,1 | 3,50 | 9,31 | 36,6 | 168,9 | 20193 | 20877 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 21,7 | 13205 | 6,1 | 2,52 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 14587 | 15450 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 21,7 | 12337 | 6,0 | 2,35 | 10,00 | 38,9 | 171,2 | 13473 | 14375 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 21,7 | 11890 | 6,0 | 2,29 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 13003 | 13810 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 21,7 | 26508 | 5,3 | 3,50 | 6,34 | 31,6 | 163,9 | 27243 | 28236 | 0,07 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 21,7 | 18617 | 6,7 | 3,33 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 19532 | 21041 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 21,7 | 15800 | 6,4 | 3,02 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 17639 | 18306 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 21,7 | 13627 | 6,1 | 2,59 | 10,00 | 38,9 | 171,2 | 14946 | 16196 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 21,7 | 12149 | 5,9 | 2,38 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 13557 | 14750 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 21,7 | 11026 | 5,9 | 2,36 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 13092 | 13662 | 0,24 |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 21,7 | 12149 | 5,9 | 2,35 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 13467 | 14757 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 21,7 | 13260 | 6,1 | 2,63 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 15019 | 15834 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 21,7 | 15226 | 6,3 | 2,87 | 10,00 | 38,9 | 171,2 | 16671 | 17747 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 21,7 | 16513 | 6,5 | 3,13 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 18255 | 18974 | 0,15 |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 21,7 | 18617 | 6,8 | 3,50 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 20266 | 21031 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 21,7 | 12912 | 8,1 | 3,50 | 8,97 | 42,3 | 174,6 | 14604 | 15680 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 21,7 | 13345 | 8,0 | 3,33 | 10,00 | 42,6 | 174,9 | 14761 | 16128 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 21,7 | 13779 | 7,1 | 3,03 | 10,00 | 41,1 | 173,4 | 15198 | 16465 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 21,7 | 14936 | 5,5 | 2,53 | 10,00 | 36,7 | 169,0 | 16615 | 17339 | 0,16 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 21,7 | 24548 | 4,9 | 3,50 | 5,99 | 30,2 | 162,5 | 26773 | 27580 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 21,7 | 24548 | 4,7 | 3,50 | 5,94 | 28,7 | 161,0 | 26734 | 27430 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 21,7 | 24548 | 4,8 | 3,50 | 6,04 | 29,6 | 161,9 | 26583 | 27520 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 21,7 | 24548 | 4,9 | 3,50 | 6,07 | 30,1 | 162,4 | 26549 | 27567 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 21,7 | 24548 | 4,9 | 3,50 | 6,20 | 31,2 | 163,5 | 26454 | 27669 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 21,7 | 24548 | 5,0 | 3,50 | 5,92 | 30,7 | 163,0 | 26818 | 27630 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 21,7 | 24548 | 5,2 | 3,50 | 6,05 | 31,9 | 164,2 | 26605 | 27743 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 21,7 | 20028 | 5,5 | 3,50 | 3,94 | 33,5 | 165,8 | 22500 | 23175 | 0,16 |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 21,7 | 21470 | 5,3 | 3,50 | 4,56 | 32,4 | 164,7 | 23900 | 24589 | 0,15 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 5,1 | 3,50 | 5,07 | 31,1 | 163,4 | 25362 | 25866 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 21,7 | 26231 | 4,8 | 3,50 | 6,69 | 28,9 | 161,2 | 28425 | 29175 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 21,7 | 33622 | 3,6 | 3,50 | 2,72 | 19,2 | 151,5 | 37195 | 36249 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29608 | 4,0 | 3,50 | 3,90 | 23,4 | 155,7 | 32127 | 32498 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 21,7 | 22726 | 5,5 | 3,50 | 7,26 | 33,7 | 166,0 | 24404 | 25778 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 21,7 | 21325 | 5,8 | 3,50 | 7,97 | 35,3 | 167,6 | 23133 | 24250 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 21,7 | 20619 | 6,0 | 3,50 | 8,45 | 36,6 | 168,9 | 22315 | 23498 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 21,7 | 31132 | 4,3 | 3,50 | 4,13 | 24,3 | 156,6 | 32513 | 33281 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 21,7 | 26820 | 4,7 | 3,50 | 5,32 | 28,2 | 160,5 | 28408 | 29541 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 21,7 | 23382 | 5,1 | 3,50 | 6,54 | 31,8 | 164,1 | 25552 | 26627 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 21,7 | 22197 | 5,3 | 3,50 | 7,05 | 33,0 | 165,3 | 24393 | 25628 | 0,15 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 21,7 | 20992 | 5,5 | 3,50 | 7,59 | 34,1 | 166,4 | 23301 | 24613 | 0,17 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 21,7 | 19148 | 5,7 | 3,50 | 8,15 | 35,2 | 167,5 | 22086 | 22985 | 0,20 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 21,7 | 20992 | 5,4 | 3,50 | 7,31 | 33,3 | 165,6 | 23721 | 24524 | 0,17 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 21,7 | 25921 | 4,8 | 3,50 | 5,45 | 28,9 | 161,2 | 28011 | 28756 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 21,7 | 27927 | 4,7 | 3,50 | 4,90 | 28,1 | 160,4 | 29853 | 30582 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 21,7 | 21897 | 5,1 | 3,50 | 3,33 | 31,3 | 163,6 | 23984 | 25029 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22692 | 5,0 | 3,50 | 4,04 | 30,5 | 162,8 | 24947 | 25748 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 21,7 | 23487 | 5,0 | 3,50 | 4,90 | 30,5 | 162,8 | 25715 | 26542 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 21,7 | 25608 | 4,9 | 3,50 | 7,08 | 30,1 | 162,4 | 27747 | 28624 | 0,12 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 21,7 | 15842 | 6,4 | 2,62 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 15875 | 16449 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 21,7 | 15842 | 6,1 | 2,60 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 15920 | 16439 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 21,7 | 15842 | 6,2 | 2,65 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 16116 | 16442 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 21,7 | 15842 | 6,3 | 2,62 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 16015 | 16445 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 21,7 | 15842 | 6,5 | 2,63 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 16010 | 16452 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 21,7 | 15842 | 6,7 | 2,66 | 10,00 | 23,9 | 175,9 | 16133 | 16459 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 21,7 | 15842 | 6,9 | 2,64 | 10,00 | 24,2 | 176,2 | 16066 | 16466 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 21,7 | 11581 | 7,9 | 2,74 | 10,00 | 25,0 | 177,0 | 11356 | 12149 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 21,7 | 13364 | 7,2 | 2,70 | 10,00 | 24,5 | 176,5 | 13451 | 13954 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 21,7 | 18373 | 5,7 | 2,51 | 10,00 | 22,5 | 174,5 | 18390 | 18986 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 21,7 | 25974 | 5,1 | 3,50 | 6,16 | 19,8 | 171,8 | 26700 | 27572 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 21,7 | 19668 | 6,7 | 3,31 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 19650 | 20805 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 21,7 | 18166 | 6,6 | 3,03 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 18216 | 19100 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 21,7 | 16746 | 6,4 | 2,67 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 16094 | 17481 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 21,7 | 15403 | 6,3 | 2,50 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 15259 | 15945 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 21,7 | 15180 | 6,3 | 2,49 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 15170 | 15691 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 21,7 | 42030 | 3,8 | 3,50 | 2,42 | 11,5 | 163,5 | 41663 | 42205 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 21,7 | 25829 | 5,9 | 3,50 | 7,50 | 21,5 | 173,5 | 25642 | 26308 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 21,7 | 19311 | 6,7 | 3,15 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 19375 | 19891 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 21,7 | 14055 | 6,2 | 2,38 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 14251 | 14674 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 21,7 | 10376 | 5,6 | 1,92 | 10,00 | 23,0 | 175,0 | 10247 | 11010 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 21,7 | 13149 | 6,0 | 2,26 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 13327 | 13771 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 21,7 | 17940 | 6,7 | 2,95 | 10,00 | 23,7 | 175,7 | 18099 | 18535 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 21,7 | 25830 | 6,4 | 3,50 | 7,39 | 22,6 | 174,6 | 25871 | 26333 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 21,7 | 12295 | 8,8 | 3,50 | 9,44 | 25,3 | 177,3 | 12611 | 12947 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 21,7 | 13359 | 8,3 | 3,22 | 10,00 | 25,1 | 177,1 | 13512 | 14007 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 21,7 | 14423 | 7,4 | 2,92 | 10,00 | 24,5 | 176,5 | 14582 | 15054 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 21,7 | 17260 | 5,7 | 2,42 | 10,00 | 22,5 | 174,5 | 17359 | 17842 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 21,7 | 27041 | 5,5 | 3,50 | 6,62 | 20,4 | 172,4 | 26885 | 27846 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 21,7 | 27041 | 5,0 | 3,50 | 6,43 | 19,0 | 171,0 | 27439 | 27788 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 21,7 | 27041 | 5,1 | 3,50 | 6,43 | 19,4 | 171,4 | 27383 | 27807 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 21,7 | 27041 | 5,3 | 3,50 | 5,50 | 19,9 | 171,9 | 27221 | 27825 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 21,7 | 27041 | 5,5 | 3,50 | 6,48 | 20,6 | 172,6 | 27193 | 27852 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 21,7 | 27041 | 5,7 | 3,50 | 6,52 | 21,0 | 173,0 | 27260 | 27870 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 21,7 | 27041 | 5,9 | 3,50 | 6,50 | 21,6 | 173,6 | 27227 | 27892 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 21,7 | 16892 | 6,8 | 3,50 | 5,59 | 23,4 | 175,4 | 16900 | 17685 | 0,05 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 21,7 | 19772 | 6,3 | 3,50 | 5,88 | 22,5 | 174,5 | 19846 | 20579 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22821 | 5,9 | 3,50 | 6,29 | 21,7 | 173,7 | 22696 | 23637 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 21,7 | 31483 | 5,0 | 3,50 | 6,71 | 18,8 | 170,8 | 31634 | 32252 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 21,7 | 32698 | 4,3 | 3,50 | 4,09 | 16,2 | 168,2 | 33090 | 33807 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 21,7 | 30528 | 4,6 | 3,50 | 4,81 | 17,7 | 169,7 | 31007 | 31552 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 21,7 | 28415 | 5,0 | 3,50 | 5,64 | 19,0 | 171,0 | 28716 | 29310 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 21,7 | 26365 | 5,6 | 3,50 | 6,94 | 20,8 | 172,8 | 26347 | 27106 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 21,7 | 26020 | 5,8 | 3,50 | 7,41 | 21,4 | 173,4 | 25401 | 26737 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 21,7 | 41633 | 3,8 | 3,50 | 2,38 | 11,5 | 163,5 | 41563 | 41952 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 21,7 | 32373 | 4,6 | 3,50 | 4,71 | 17,4 | 169,4 | 32233 | 32989 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 21,7 | 24199 | 6,0 | 3,50 | 7,87 | 21,8 | 173,8 | 24298 | 25103 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 21,7 | 21241 | 6,5 | 3,50 | 9,29 | 22,8 | 174,8 | 21403 | 22228 | 0,05 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 21,7 | 18165 | 6,6 | 3,06 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 18339 | 19231 | 0,06 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 21,7 | 18165 | 6,4 | 3,07 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 18384 | 19218 | 0,06 |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 21,7 | 22735 | 6,1 | 3,50 | 8,53 | 22,2 | 174,2 | 22999 | 23676 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 21,7 | 30297 | 5,0 | 3,50 | 5,27 | 18,8 | 170,8 | 30363 | 30993 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 21,7 | 34864 | 4,7 | 3,50 | 3,92 | 17,0 | 169,0 | 34887 | 35434 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 21,7 | 20551 | 5,7 | 3,50 | 3,67 | 21,2 | 173,2 | 20675 | 21386 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22498 | 5,6 | 3,50 | 4,51 | 20,9 | 172,9 | 22668 | 23321 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 21,7 | 24445 | 5,5 | 3,50 | 5,35 | 20,6 | 172,6 | 24679 | 25257 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 21,7 | 29637 | 5,3 | 3,50 | 7,68 | 20,1 | 172,1 | 29691 | 30429 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 21,7 | 14331 | 6,1 | 2,61 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 15058 | 15670 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 21,7 | 14331 | 6,0 | 2,50 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 14531 | 15663 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 21,7 | 14331 | 6,1 | 2,50 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14817 | 15667 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 21,7 | 14331 | 6,1 | 2,56 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14772 | 15670 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 21,7 | 14331 | 6,0 | 2,47 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14442 | 15667 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 21,7 | 14331 | 6,0 | 2,47 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14408 | 15667 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 21,7 | 14331 | 6,1 | 2,51 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14559 | 15670 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 21,7 | 12547 | 7,3 | 2,83 | 10,00 | 24,8 | 176,8 | 12448 | 13897 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 21,7 | 13326 | 7,0 | 2,78 | 10,00 | 24,3 | 176,3 | 13943 | 14680 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 21,7 | 15310 | 5,5 | 2,40 | 10,00 | 22,3 | 174,3 | 15707 | 16622 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 21,7 | 22584 | 5,5 | 3,50 | 7,46 | 21,2 | 173,2 | 23480 | 24678 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 21,7 | 16337 | 6,3 | 2,99 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 17219 | 17931 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 21,7 | 13345 | 5,9 | 2,28 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 13148 | 14551 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 21,7 | 12842 | 5,9 | 2,26 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 12935 | 13981 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 21,7 | 26462 | 5,2 | 3,50 | 6,64 | 20,5 | 172,5 | 26611 | 27442 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 21,7 | 18583 | 6,7 | 3,27 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 19157 | 19858 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 21,7 | 15771 | 6,4 | 2,82 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 16251 | 17092 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 21,7 | 13602 | 6,0 | 2,41 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 13803 | 14954 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 21,7 | 12126 | 5,9 | 2,26 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 12566 | 13502 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 21,7 | 13235 | 6,0 | 2,45 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 13915 | 14585 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 21,7 | 15198 | 6,2 | 2,57 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 15131 | 16525 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 21,7 | 16483 | 6,6 | 2,92 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 17096 | 17801 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 21,7 | 18583 | 6,9 | 3,11 | 10,00 | 23,9 | 175,9 | 18591 | 19877 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 21,7 | 12888 | 8,9 | 3,50 | 9,85 | 25,5 | 177,5 | 13473 | 14349 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 21,7 | 13321 | 7,8 | 3,11 | 10,00 | 24,9 | 176,9 | 13764 | 14751 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 21,7 | 13754 | 7,0 | 2,77 | 10,00 | 24,3 | 176,3 | 13865 | 15147 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 21,7 | 14908 | 5,5 | 2,40 | 10,00 | 22,3 | 174,3 | 15567 | 16191 | 0,09 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 21,7 | 24527 | 5,3 | 3,50 | 6,78 | 20,5 | 172,5 | 25199 | 26340 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 21,7 | 24527 | 5,2 | 3,50 | 6,84 | 20,0 | 172,0 | 25110 | 26296 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 21,7 | 24527 | 5,2 | 3,50 | 6,96 | 20,0 | 172,0 | 24869 | 26295 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 21,7 | 24527 | 5,3 | 3,50 | 6,97 | 20,6 | 172,6 | 24897 | 26345 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 21,7 | 24527 | 5,4 | 3,50 | 6,82 | 20,9 | 172,9 | 25149 | 26375 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 21,7 | 24527 | 5,5 | 3,50 | 6,78 | 21,1 | 173,1 | 25205 | 26394 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 21,7 | 20048 | 5,8 | 3,50 | 4,45 | 21,7 | 173,7 | 21167 | 21851 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 21,7 | 21456 | 5,6 | 3,50 | 5,17 | 21,3 | 173,3 | 22265 | 23270 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22789 | 5,3 | 3,50 | 5,87 | 20,5 | 172,5 | 23542 | 24569 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 21,7 | 26223 | 5,1 | 3,50 | 7,55 | 19,9 | 171,9 | 27008 | 28016 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 21,7 | 32060 | 3,8 | 3,50 | 3,43 | 15,0 | 167,0 | 33885 | 33813 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 21,7 | 27586 | 4,6 | 3,50 | 5,14 | 18,1 | 170,1 | 28879 | 29428 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 21,7 | 22981 | 5,7 | 3,50 | 7,58 | 21,4 | 173,4 | 23811 | 24719 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 21,7 | 22183 | 5,9 | 3,50 | 8,10 | 21,9 | 173,9 | 22954 | 23878 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 21,7 | 31107 | 4,4 | 3,50 | 4,39 | 16,9 | 168,9 | 31662 | 32422 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 21,7 | 26798 | 4,8 | 3,50 | 5,58 | 18,9 | 170,9 | 27624 | 28406 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 21,7 | 23362 | 5,6 | 3,50 | 7,41 | 21,2 | 173,2 | 24023 | 25275 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 21,7 | 22178 | 5,7 | 3,50 | 7,97 | 21,7 | 173,7 | 22965 | 24168 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 21,7 | 20974 | 5,8 | 3,50 | 8,28 | 22,0 | 174,0 | 22147 | 23032 | 0,10 |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 21,7 | 20974 | 5,8 | 3,50 | 8,21 | 21,8 | 173,8 | 22187 | 23019 | 0,10 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 21,7 | 22772 | 5,5 | 3,50 | 7,37 | 21,0 | 173,0 | 23889 | 24688 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 21,7 | 25899 | 5,1 | 3,50 | 6,03 | 19,8 | 171,8 | 26846 | 27606 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 21,7 | 27904 | 4,9 | 3,50 | 5,32 | 19,1 | 171,1 | 28716 | 29494 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 21,7 | 21879 | 5,4 | 3,50 | 3,87 | 20,9 | 172,9 | 22534 | 23722 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22673 | 5,3 | 3,50 | 4,74 | 20,7 | 172,7 | 23452 | 24503 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 21,7 | 23467 | 5,2 | 3,50 | 5,44 | 20,4 | 172,4 | 24533 | 25270 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 21,7 | 25586 | 5,2 | 3,50 | 7,88 | 20,3 | 172,3 | 26364 | 27383 | 0,07 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 38,7 | 15800 | 20,9 | 2,95 | 10,00 | 59,5 | 152,2 | 17825 | 18275 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 38,7 | 15800 | 20,3 | 2,95 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 17825 | 18206 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 38,7 | 15800 | 20,6 | 2,94 | 10,00 | 58,6 | 151,3 | 17725 | 18241 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 38,7 | 15800 | 21,2 | 2,95 | 10,00 | 60,3 | 153,0 | 17825 | 18309 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 38,7 | 15800 | 21,7 | 2,95 | 10,00 | 61,7 | 154,4 | 17825 | 18368 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 38,7 | 15800 | 22,4 | 2,94 | 10,00 | 63,9 | 156,6 | 17825 | 18454 | 0,17 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 38,7 | 11566 | 26,2 | 3,26 | 10,00 | 71,7 | 164,4 | 13825 | 14193 | 0,23 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 38,7 | 13294 | 23,1 | 3,13 | 10,00 | 63,8 | 156,5 | 15525 | 15772 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 38,7 | 18426 | 18,8 | 2,86 | 10,00 | 53,0 | 145,7 | 20525 | 20767 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 38,7 | 20806 | 18,0 | 3,50 | 7,35 | 46,3 | 139,0 | 24425 | 24859 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 38,7 | 16672 | 21,3 | 3,23 | 10,00 | 59,3 | 152,0 | 19325 | 19639 | 0,18 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 38,7 | 15716 | 20,9 | 2,94 | 10,00 | 59,5 | 152,2 | 17825 | 18142 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 38,7 | 14255 | 20,3 | 2,58 | 10,00 | 59,6 | 152,3 | 15725 | 15819 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 38,7 | 13972 | 20,2 | 2,50 | 10,00 | 59,7 | 152,4 | 15225 | 15365 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 38,7 | 13836 | 20,1 | 2,43 | 10,00 | 59,7 | 152,4 | 14825 | 15147 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 38,7 | 25766 | 17,6 | 3,50 | 6,70 | 43,8 | 136,5 | 27125 | 27343 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 38,7 | 14018 | 20,3 | 2,74 | 10,00 | 58,7 | 151,4 | 16325 | 16518 | 0,18 |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 38,7 | 12200 | 19,5 | 2,43 | 10,00 | 58,5 | 151,2 | 14325 | 14748 | 0,21 |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 38,7 | 10348 | 18,8 | 2,22 | 10,00 | 57,0 | 149,7 | 12625 | 12887 | 0,25 |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 38,7 | 13113 | 19,8 | 2,58 | 10,00 | 58,3 | 151,0 | 15425 | 15623 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 38,7 | 17893 | 22,1 | 3,35 | 10,00 | 60,6 | 153,3 | 20125 | 20345 | 0,14 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 38,7 | 20939 | 21,2 | 8,79 | 10,00 | 56,9 | 149,6 | 22625 | 23145 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 38,7 | 25766 | 19,2 | 3,50 | 6,57 | 49,6 | 142,3 | 27425 | 27549 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 38,7 | 12264 | 26,0 | 3,50 | 7,83 | 69,4 | 162,1 | 14625 | 15145 | 0,23 |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 38,7 | 13325 | 24,6 | 3,50 | 9,05 | 66,1 | 158,8 | 15825 | 16070 | 0,21 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 38,7 | 14385 | 24,2 | 3,37 | 10,00 | 66,7 | 159,4 | 16725 | 17154 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 38,7 | 17215 | 18,4 | 2,64 | 10,00 | 53,1 | 145,8 | 19025 | 19428 | 0,13 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 38,7 | 27036 | 15,8 | 3,50 | 5,52 | 37,0 | 129,7 | 29125 | 29386 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 38,7 | 27036 | 14,7 | 3,50 | 5,55 | 32,8 | 125,5 | 29125 | 29123 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 38,7 | 27036 | 15,0 | 3,50 | 5,56 | 33,9 | 126,6 | 29025 | 29197 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 38,7 | 27036 | 15,4 | 3,50 | 5,54 | 35,6 | 128,3 | 29125 | 29302 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 38,7 | 27036 | 16,2 | 3,50 | 5,51 | 38,2 | 130,9 | 29225 | 29459 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 38,7 | 27036 | 16,6 | 3,50 | 5,48 | 39,9 | 132,6 | 29325 | 29563 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 38,7 | 27036 | 17,4 | 3,50 | 5,41 | 42,5 | 135,2 | 29525 | 29722 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 38,7 | 16915 | 19,4 | 3,50 | 4,51 | 50,5 | 143,2 | 19425 | 19670 | 0,16 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 38,7 | 19765 | 18,4 | 3,50 | 4,90 | 47,1 | 139,8 | 22025 | 22477 | 0,14 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 38,7 | 31508 | 15,2 | 3,50 | 6,26 | 34,5 | 127,2 | 32925 | 33783 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 38,7 | 34322 | 12,3 | 3,50 | 3,05 | 22,9 | 115,6 | 36625 | 37075 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 38,7 | 28347 | 15,1 | 3,50 | 5,01 | 34,1 | 126,8 | 30625 | 30906 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 38,7 | 26895 | 16,0 | 3,50 | 5,62 | 37,6 | 130,3 | 28825 | 29233 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 38,7 | 24620 | 18,1 | 3,50 | 7,12 | 45,9 | 138,6 | 26025 | 26500 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 38,7 | 24185 | 18,4 | 3,50 | 7,29 | 46,9 | 139,6 | 25725 | 25908 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 38,7 | 23971 | 18,6 | 3,50 | 7,46 | 47,8 | 140,5 | 25425 | 25628 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 38,7 | 32367 | 28,6 | 3,50 | 4,19 | 28,6 | 121,3 | 33725 | 34011 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 38,7 | 21237 | 18,6 | 3,50 | 7,64 | 48,1 | 140,8 | 24325 | 24581 | 0,16 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 38,7 | 18162 | 19,9 | 3,50 | 8,88 | 53,0 | 145,7 | 21725 | 22008 | 0,21 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 38,7 | 13330 | 20,1 | 3,02 | 10,00 | 57,2 | 149,9 | 17525 | 17749 | 0,33 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 38,7 | 18162 | 19,5 | 3,50 | 8,91 | 51,5 | 144,2 | 21625 | 21901 | 0,21 |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 38,7 | 22730 | 17,5 | 3,50 | 7,08 | 44,1 | 136,8 | 25425 | 25733 | 0,13 |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 38,7 | 30291 | 15,1 | 3,50 | 4,64 | 33,4 | 126,1 | 32125 | 32287 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 38,7 | 34858 | 14,3 | 3,50 | 3,54 | 28,9 | 121,6 | 36025 | 36423 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 38,7 | 20547 | 16,7 | 3,50 | 2,91 | 40,6 | 133,3 | 22825 | 23119 | 0,13 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 38,7 | 22494 | 16,4 | 3,50 | 3,76 | 39,3 | 132,0 | 24725 | 24984 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 38,7 | 24440 | 16,1 | 3,50 | 4,48 | 38,2 | 130,9 | 26625 | 26864 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 38,7 | 29632 | 15,6 | 3,50 | 6,55 | 36,1 | 128,8 | 31725 | 31925 | 0,08 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 38,7 | 14305 | 20,7 | 3,33 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 18925 | 19547 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 38,7 | 14305 | 20,6 | 3,32 | 10,00 | 57,2 | 149,9 | 18925 | 19524 | 0,36 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 38,7 | 14305 | 20,7 | 3,36 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 19125 | 19553 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 38,7 | 14305 | 20,7 | 3,34 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 19025 | 19564 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 38,7 | 14305 | 20,7 | 3,31 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 18925 | 19577 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 38,7 | 14305 | 20,5 | 3,32 | 10,00 | 55,9 | 148,6 | 18925 | 19407 | 0,36 |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 38,7 | 11724 | 23,2 | 3,50 | 7,29 | 64,1 | 156,8 | 16725 | 17102 | 0,46 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 38,7 | 12539 | 23,2 | 3,50 | 8,57 | 64,1 | 156,8 | 17225 | 18079 | 0,44 |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 38,7 | 13294 | 22,8 | 3,50 | 9,58 | 62,9 | 155,6 | 17925 | 18856 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 38,7 | 15354 | 17,9 | 3,03 | 10,00 | 48,7 | 141,4 | 19525 | 19944 | 0,30 |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 38,7 | 25024 | 13,4 | 3,50 | 4,55 | 30,2 | 122,9 | 29925 | 30249 | 0,21 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 38,7 | 16221 | 18,9 | 3,50 | 8,81 | 49,5 | 142,2 | 21125 | 21560 | 0,33 |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 38,7 | 14123 | 20,8 | 3,30 | 10,00 | 57,9 | 150,6 | 18825 | 19314 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 38,7 | 10808 | 19,2 | 2,43 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 14025 | 14249 | 0,32 |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 38,7 | 10181 | 18,9 | 2,30 | 10,00 | 57,6 | 150,3 | 13025 | 13271 | 0,30 |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 38,7 | 9859 | 18,6 | 2,23 | 10,00 | 56,6 | 149,3 | 12525 | 12718 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 38,7 | 26420 | 15,7 | 3,50 | 5,50 | 36,8 | 129,5 | 28925 | 29246 | 0,11 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 38,7 | 18551 | 19,3 | 3,50 | 8,41 | 51,3 | 144,0 | 22425 | 22978 | 0,24 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 38,7 | 15744 | 20,2 | 3,50 | 9,45 | 54,5 | 147,2 | 20225 | 20628 | 0,31 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 38,7 | 13578 | 20,4 | 3,15 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 18125 | 18888 | 0,39 |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 38,7 | 12844 | 20,2 | 3,11 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 17725 | 18192 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 38,7 | 12105 | 20,0 | 3,01 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 17025 | 17496 | 0,45 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 38,7 | 12105 | 20,0 | 3,02 | 10,00 | 57,4 | 150,1 | 17125 | 17490 | 0,44 |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 38,7 | 13212 | 20,3 | 3,14 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 17945 | 18530 | 0,40 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 38,7 | 15171 | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 38,7 | 16454 | 20,3 | 3,50 | 9,24 | 54,0 | 146,7 | 20615 | 21248 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 38,7 | 18551 | 20,0 | 3,50 | 8,26 | 53,5 | 146,2 | 22725 | 23165 | 0,25 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 38,7 | 13297 | 21,9 | 3,50 | 7,83 | 60,4 | 153,1 | 18125 | 18795 | 0,41 |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 38,7 | 13729 | 21,7 | 3,50 | 8,91 | 59,9 | 152,6 | 18725 | 19183 | 0,40 |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 38,7 | 14882 | 18,2 | 2,89 | 10,00 | 51,8 | 144,5 | 18925 | 19625 | 0,32 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 38,7 | 24557 | 14,6 | 3,50 | 5,14 | 33,9 | 126,6 | 28825 | 29318 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 38,7 | 24557 | 14,1 | 3,50 | 5,20 | 32,0 | 124,7 | 28625 | 29059 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 38,7 | 24557 | 14,3 | 3,50 | 5,18 | 32,8 | 125,5 | 28625 | 29173 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 38,7 | 24557 | 14,4 | 3,50 | 5,15 | 33,3 | 126,0 | 28725 | 29241 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 38,7 | 24557 | 14,7 | 3,50 | 5,12 | 34,4 | 127,1 | 28825 | 29384 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 38,7 | 24557 | 14,9 | 3,50 | 5,08 | 35,1 | 127,8 | 28925 | 29468 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 38,7 | 24557 | 15,3 | 3,50 | 5,06 | 36,2 | 128,9 | 28925 | 29613 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 38,7 | 20045 | 15,7 | 3,50 | 3,17 | 38,7 | 131,4 | 24525 | 25132 | 0,25 |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 38,7 | 21444 | 15,1 | 3,50 | 3,73 | 36,0 | 128,7 | 25825 | 26301 | 0,23 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 38,7 | 22801 | 15,0 | 3,50 | 4,34 | 35,5 | 128,2 | 27125 | 27677 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 38,7 | 26184 | 14,3 | 3,50 | 5,94 | 32,7 | 125,4 | 30325 | 30838 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 38,7 | 27445 | 13,2 | 3,50 | 4,15 | 28,6 | 121,3 | 31565 | 32005 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 38,7 | 24196 | 14,7 | 3,50 | 5,27 | 34,6 | 127,3 | 28425 | 28967 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 38,7 | 18902 | 17,7 | 3,50 | 7,98 | 48,1 | 140,8 | 23025 | 23519 | 0,24 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 38,7 | 17857 | 19,5 | 3,50 | 8,60 | 52,1 | 144,8 | 21925 | 22380 | 0,25 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 38,7 | 31142 | 26,1 | 3,50 | 3,62 | 26,1 | 118,8 | 34025 | 34394 | 0,10 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 38,7 | 26830 | 14,0 | 3,50 | 4,60 | 31,3 | 124,0 | 30525 | 31054 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 38,7 | 23391 | 14,8 | 3,50 | 5,41 | 35,2 | 127,9 | 27825 | 28418 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 38,7 | 22205 | 14,9 | 3,50 | 5,59 | 35,7 | 128,4 | 27225 | 27413 | 0,23 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 38,7 | 21000 | 15,4 | 3,50 | 6,34 | 37,5 | 130,2 | 25625 | 26571 | 0,27 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 38,7 | 19156 | 16,0 | 3,50 | 6,66 | 40,7 | 133,4 | 24725 | 25340 | 0,32 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 38,7 | 22800 | 14,7 | 3,50 | 5,54 | 34,8 | 127,5 | 27425 | 27829 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 38,7 | 25930 | 14,4 | 3,50 | 4,78 | 32,9 | 125,6 | 29925 | 30433 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 38,7 | 27937 | 14,2 | 3,50 | 4,29 | 31,5 | 124,2 | 31625 | 32100 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 38,7 | 31142 | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 38,7 | 21905 | 14,7 | 3,50 | 2,64 | 34,8 | 127,5 | 26225 | 26777 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 38,7 | 22700 | 14,6 | 3,50 | 3,42 | 34,1 | 126,8 | 26925 | 27487 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 38,7 | 23496 | 14,6 | 3,50 | 4,14 | 34,3 | 127,0 | 27725 | 28305 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 38,7 | 25617 | 14,5 | 3,50 | 6,14 | 33,6 | 126,3 | 29825 | 30337 | 0,18 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 38,7 | 15830 | 20,8 | 2,88 | 10,00 | 51,9 | 164,4 | 17405 | 17623 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 38,7 | 15830 | 19,9 | 2,87 | 10,00 | 50,3 | 162,8 | 17365 | 17567 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 38,7 | 15830 | 20,2 | 2,87 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 17355 | 17585 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 38,7 | 15830 | 20,5 | 2,88 | 10,00 | 51,3 | 163,8 | 17375 | 17603 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 38,7 | 15830 | 21,1 | 2,88 | 10,00 | 52,4 | 164,9 | 17385 | 17640 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 38,7 | 15830 | 21,6 | 2,87 | 10,00 | 53,4 | 165,9 | 17345 | 17673 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 38,7 | 15830 | 22,4 | 2,87 | 10,00 | 54,8 | 167,3 | 17375 | 17722 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 38,7 | 11533 | 25,2 | 3,08 | 10,00 | 57,7 | 170,2 | 12955 | 13281 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 38,7 | 13334 | 23,4 | 2,97 | 10,00 | 56,1 | 168,6 | 14815 | 15143 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 38,7 | 18423 | 18,6 | 2,75 | 10,00 | 47,6 | 160,1 | 19895 | 20163 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 38,7 | 22591 | 17,3 | 3,50 | 6,93 | 40,8 | 153,3 | 25295 | 26066 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 38,7 | 17695 | 21,6 | 3,36 | 10,00 | 51,8 | 164,3 | 19935 | 20252 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 38,7 | 16551 | 21,1 | 3,05 | 10,00 | 51,9 | 164,4 | 18375 | 18647 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 38,7 | 14798 | 20,4 | 2,63 | 10,00 | 52,0 | 164,5 | 15965 | 16153 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 38,7 | 14469 | 20,3 | 2,55 | 10,00 | 52,0 | 164,5 | 15525 | 15680 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 38,7 | 14302 | 20,2 | 2,51 | 10,00 | 52,0 | 164,5 | 15295 | 15439 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 38,7 | 25811 | 18,0 | 3,50 | 6,98 | 41,7 | 154,2 | 26645 | 27057 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 38,7 | 19296 | 21,8 | 3,35 | 10,00 | 52,1 | 164,6 | 20335 | 21013 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 38,7 | 14044 | 20,1 | 2,60 | 10,00 | 51,7 | 164,2 | 15585 | 15872 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 38,7 | 12224 | 19,5 | 2,36 | 10,00 | 51,3 | 163,8 | 13825 | 14078 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 38,7 | 10368 | 18,6 | 2,14 | 10,00 | 50,3 | 162,8 | 12025 | 12226 | 0,18 |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 38,7 | 13138 | 19,5 | 2,38 | 10,00 | 51,3 | 163,8 | 14175 | 14971 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 38,7 | 17927 | 21,8 | 3,20 | 10,00 | 52,7 | 165,2 | 19445 | 19695 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 38,7 | 20977 | 21,1 | 3,50 | 8,97 | 49,6 | 162,1 | 22305 | 22573 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 38,7 | 25811 | 19,5 | 3,50 | 6,78 | 45,9 | 158,4 | 26945 | 27179 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 38,7 | 12286 | 26,4 | 3,50 | 8,25 | 58,7 | 171,2 | 13985 | 14311 | 0,16 |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 38,7 | 13349 | 26,3 | 3,50 | 9,63 | 58,6 | 171,1 | 15085 | 15369 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 38,7 | 14412 | 24,1 | 3,28 | 10,00 | 56,3 | 168,8 | 16125 | 16355 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 38,7 | 17247 | 18,3 | 2,59 | 10,00 | 47,6 | 160,1 | 18695 | 18894 | 0,10 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 38,7 | 27064 | 16,2 | 3,50 | 5,77 | 36,2 | 148,7 | 28575 | 28970 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 38,7 | 27064 | 14,9 | 3,50 | 5,75 | 32,2 | 144,7 | 28585 | 28762 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 38,7 | 27064 | 15,3 | 3,50 | 5,80 | 33,3 | 145,8 | 28525 | 28817 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 38,7 | 27064 | 15,7 | 3,50 | 5,71 | 34,7 | 147,2 | 28685 | 28893 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 38,7 | 27064 | 16,3 | 3,50 | 5,67 | 36,0 | 148,5 | 28675 | 28958 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 38,7 | 27064 | 17,2 | 3,50 | 5,93 | 39,0 | 151,5 | 28385 | 29115 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 38,7 | 27064 | 17,9 | 3,50 | 5,79 | 41,2 | 153,7 | 28645 | 29225 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 38,7 | 16887 | 20,1 | 3,50 | 4,76 | 48,0 | 160,5 | 18795 | 19058 | 0,13 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 38,7 | 19776 | 18,7 | 3,50 | 5,07 | 44,1 | 156,6 | 21575 | 21885 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 38,7 | 22808 | 17,6 | 3,50 | 5,45 | 40,9 | 153,4 | 24495 | 24856 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 38,7 | 31434 | 15,3 | 3,50 | 6,33 | 33,2 | 145,7 | 32695 | 33247 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 38,7 | 36740 | 11,6 | 3,50 | 2,51 | 19,8 | 132,3 | 38715 | 38945 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 38,7 | 29870 | 14,5 | 3,50 | 4,57 | 30,4 | 142,9 | 31735 | 32078 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 38,7 | 28150 | 15,5 | 3,50 | 5,28 | 33,9 | 146,4 | 29875 | 30204 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 38,7 | 24941 | 18,1 | 3,50 | 7,09 | 42,1 | 154,6 | 26045 | 26470 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 38,7 | 24685 | 18,2 | 3,50 | 7,17 | 42,5 | 155,0 | 25855 | 26141 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 38,7 | 32399 | 14,2 | 3,50 | 4,27 | 28,8 | 141,3 | 33505 | 33768 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 38,7 | 24220 | 17,9 | 3,50 | 7,09 | 41,9 | 154,4 | 25675 | 26532 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 38,7 | 21259 | 19,1 | 3,50 | 8,05 | 45,6 | 158,1 | 23595 | 23890 | 0,12 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 38,7 | 13345 | 19,6 | 2,77 | 10,00 | 50,2 | 162,7 | 16005 | 16571 | 0,24 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 38,7 | 22754 | 17,9 | 3,50 | 7,40 | 42,2 | 154,7 | 24835 | 25138 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 38,7 | 30321 | 15,3 | 3,50 | 4,79 | 32,7 | 145,2 | 31715 | 31940 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 38,7 | 34891 | 14,3 | 3,50 | 3,57 | 28,2 | 140,7 | 35965 | 36157 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 38,7 | 20567 | 17,0 | 3,50 | 3,13 | 39,0 | 151,5 | 22075 | 22615 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 38,7 | 22516 | 16,8 | 3,50 | 3,97 | 38,5 | 151,0 | 23955 | 24538 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 38,7 | 24465 | 16,0 | 3,50 | 4,77 | 37,6 | 150,1 | 25835 | 26441 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 38,7 | 29662 | 16,0 | 3,50 | 6,89 | 35,6 | 148,1 | 31045 | 31539 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 38,7 | 14363 | 19,8 | 3,07 | 10,00 | 48,9 | 161,4 | 17635 | 18098 | 0,26 |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 38,7 | 14363 | 20,1 | 3,00 | 10,00 | 50,6 | 163,1 | 17335 | 18224 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 38,7 | 14363 | 20,1 | 3,00 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 17325 | 18237 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 38,7 | 14363 | 20,1 | 3,00 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 17425 | 18236 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 38,7 | 14363 | 20,3 | 3,02 | 10,00 | 51,1 | 163,6 | 17435 | 18258 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 38,7 | 14363 | 20,0 | 3,08 | 10,00 | 49,5 | 162,0 | 17685 | 18139 | 0,26 |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 38,7 | 14363 | 20,3 | 2,99 | 10,00 | 51,1 | 163,6 | 17315 | 18257 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 38,7 | 11729 | 26,1 | 3,50 | 8,77 | 58,8 | 171,3 | 14845 | 15836 | 0,35 |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 38,7 | 13362 | 23,4 | 3,44 | 10,00 | 55,3 | 167,8 | 17055 | 17458 | 0,31 |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 38,7 | 15354 | 18,1 | 2,84 | 10,00 | 46,7 | 159,2 | 18585 | 19003 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 38,7 | 28534 | 12,0 | 3,50 | 3,58 | 24,8 | 137,3 | 33535 | 32509 | 0,14 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 38,7 | 18431 | 18,1 | 3,50 | 8,03 | 43,6 | 156,1 | 22515 | 22990 | 0,25 |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 38,7 | 15963 | 21,0 | 3,47 | 10,00 | 50,9 | 163,4 | 19545 | 20420 | 0,28 |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 38,7 | 12027 | 19,2 | 2,45 | 10,00 | 50,9 | 163,4 | 14175 | 15019 | 0,25 |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 38,7 | 11277 | 19,1 | 2,39 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 13655 | 13968 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 38,7 | 10892 | 19,0 | 2,31 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 13135 | 13429 | 0,23 |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 38,7 | 26517 | 16,1 | 3,50 | 5,77 | 36,1 | 148,6 | 28275 | 28825 | 0,09 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 38,7 | 18623 | 19,8 | 3,50 | 8,79 | 47,7 | 160,2 | 21725 | 22061 | 0,18 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 38,7 | 15806 | 21,0 | 3,35 | 10,00 | 51,2 | 163,7 | 19225 | 19633 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 38,7 | 13632 | 20,1 | 2,99 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 17115 | 17542 | 0,29 |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 38,7 | 12154 | 19,6 | 2,78 | 10,00 | 50,5 | 163,0 | 15645 | 16111 | 0,33 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 38,7 | 11030 | 19,1 | 2,51 | 10,00 | 50,7 | 163,2 | 14175 | 15060 | 0,37 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 38,7 | 12154 | 19,6 | 2,79 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 15685 | 16108 | 0,33 |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 38,7 | 13265 | 20,0 | 2,94 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 16735 | 17193 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 38,7 | 15232 | 20,1 | 3,12 | 10,00 | 49,5 | 162,0 | 17975 | 18962 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 38,7 | 16519 | 21,3 | 3,45 | 10,00 | 50,7 | 163,2 | 19735 | 20276 | 0,23 |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 38,7 | 18623 | 20,8 | 3,50 | 8,75 | 49,7 | 162,2 | 21765 | 22202 | 0,19 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 38,7 | 12916 | 23,2 | 3,50 | 7,55 | 54,3 | 166,8 | 16275 | 17046 | 0,32 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 38,7 | 13350 | 22,8 | 3,50 | 8,63 | 53,5 | 166,0 | 17015 | 17421 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 38,7 | 13784 | 23,4 | 3,46 | 10,00 | 55,4 | 167,9 | 17195 | 17993 | 0,31 |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 38,7 | 14941 | 17,3 | 2,69 | 10,00 | 44,6 | 157,1 | 17665 | 18351 | 0,23 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 38,7 | 24556 | 14,9 | 3,50 | 5,38 | 33,7 | 146,2 | 28075 | 28496 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 38,7 | 24556 | 14,4 | 3,50 | 5,43 | 31,8 | 144,3 | 27945 | 28283 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 38,7 | 24556 | 14,6 | 3,50 | 5,41 | 32,6 | 145,1 | 27985 | 28369 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 38,7 | 24556 | 14,6 | 3,50 | 5,38 | 32,9 | 145,4 | 28085 | 28404 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 38,7 | 24556 | 15,1 | 3,50 | 5,35 | 34,2 | 146,7 | 28195 | 28546 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 38,7 | 24556 | 14,7 | 3,50 | 5,32 | 34,8 | 147,3 | 28295 | 28610 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 38,7 | 24556 | 15,7 | 3,50 | 5,29 | 35,8 | 148,3 | 28375 | 28723 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 38,7 | 20065 | 16,2 | 3,50 | 3,43 | 37,9 | 150,4 | 23855 | 24217 | 0,21 |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 38,7 | 21435 | 15,7 | 3,50 | 3,97 | 36,6 | 149,1 | 25195 | 25533 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 38,7 | 22778 | 15,1 | 3,50 | 4,58 | 34,3 | 146,8 | 26285 | 26703 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 38,7 | 26206 | 14,6 | 3,50 | 6,22 | 32,7 | 145,2 | 29685 | 30081 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 38,7 | 30664 | 12,1 | 3,50 | 3,31 | 24,1 | 136,6 | 34685 | 34234 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 38,7 | 26986 | 13,6 | 3,50 | 4,47 | 29,5 | 142,0 | 26995 | 30837 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 38,7 | 20848 | 17,5 | 3,50 | 7,21 | 41,8 | 154,3 | 24275 | 24741 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 38,7 | 19618 | 18,7 | 3,50 | 8,01 | 44,9 | 157,4 | 22985 | 23422 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 38,7 | 19000 | 18,7 | 3,50 | 8,58 | 46,9 | 159,4 | 22035 | 22767 | 0,20 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 38,7 | 31142 | 13,2 | 3,50 | 3,80 | 26,5 | 139,0 | 33555 | 33880 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 38,7 | 26829 | 14,4 | 3,50 | 4,82 | 31,4 | 143,9 | 29985 | 30354 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 38,7 | 23390 | 15,1 | 3,50 | 5,65 | 34,4 | 146,9 | 27135 | 27488 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 38,7 | 22204 | 15,4 | 3,50 | 6,12 | 35,3 | 147,8 | 26165 | 26489 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 38,7 | 20999 | 15,8 | 3,50 | 6,60 | 37,0 | 149,5 | 25045 | 25568 | 0,22 |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 38,7 | 19155 | 16,7 | 3,50 | 7,10 | 40,2 | 152,7 | 23805 | 24247 | 0,27 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 38,7 | 20999 | 16,2 | 3,50 | 6,66 | 38,5 | 151,0 | 24965 | 25744 | 0,23 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 38,7 | 22800 | 15,3 | 3,50 | 5,87 | 35,3 | 147,8 | 26685 | 27042 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 38,7 | 25929 | 14,8 | 3,50 | 5,04 | 32,9 | 145,4 | 29265 | 29682 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 38,7 | 27937 | 14,5 | 3,50 | 4,50 | 31,5 | 144,0 | 31005 | 31400 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 38,7 | 21904 | 15,1 | 3,50 | 2,81 | 34,5 | 147,0 | 25605 | 25923 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 38,7 | 22700 | 15,1 | 3,50 | 3,57 | 34,4 | 146,9 | 26365 | 26709 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 38,7 | 23495 | 15,0 | 3,50 | 4,34 | 34,1 | 146,6 | 27115 | 27478 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 38,7 | 25617 | 14,9 | 3,50 | 6,42 | 33,5 | 146,0 | 29105 | 29530 | 0,15 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 38,7 | 15792 | 20,5 | 2,75 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 16585 | 16942 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 38,7 | 15792 | 19,7 | 2,78 | 10,00 | 38,2 | 170,5 | 16795 | 16916 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 38,7 | 15792 | 19,9 | 2,76 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 16615 | 16924 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 38,7 | 15792 | 20,2 | 2,79 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 16865 | 16933 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 38,7 | 15792 | 20,8 | 2,72 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 16535 | 16953 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 38,7 | 15792 | 21,3 | 2,73 | 10,00 | 40,0 | 172,3 | 16575 | 16969 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 38,7 | 15792 | 22,1 | 2,72 | 10,00 | 40,7 | 173,0 | 16565 | 16990 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 38,7 | 11556 | 25,6 | 2,96 | 10,00 | 42,7 | 175,0 | 12375 | 12665 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 38,7 | 13341 | 23,2 | 2,85 | 10,00 | 41,3 | 173,6 | 14235 | 14480 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 38,7 | 18451 | 18,5 | 2,67 | 10,00 | 36,8 | 169,1 | 19415 | 19602 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 38,7 | 24291 | 16,8 | 3,50 | 6,52 | 31,7 | 164,0 | 26125 | 26922 | 0,11 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 38,7 | 18664 | 21,5 | 3,33 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 19895 | 20574 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 38,7 | 17336 | 21,2 | 3,11 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 18705 | 18906 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 38,7 | 15293 | 20,5 | 2,68 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 16225 | 16309 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 38,7 | 14894 | 20,3 | 2,57 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 15635 | 15800 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 38,7 | 14702 | 20,2 | 2,53 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 15405 | 15554 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 38,7 | 41929 | 12,0 | 3,50 | 2,39 | 15,7 | 148,0 | 42095 | 42204 | 0,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 38,7 | 19252 | 21,8 | 3,30 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 20095 | 20357 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 38,7 | 14011 | 20,0 | 2,51 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 15035 | 15187 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 38,7 | 12194 | 19,3 | 2,28 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 13235 | 13390 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 38,7 | 10343 | 18,5 | 2,07 | 10,00 | 38,2 | 170,5 | 11365 | 11547 | 0,12 |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 38,7 | 13107 | 19,3 | 2,32 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 13695 | 14287 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 38,7 | 17885 | 21,6 | 3,10 | 10,00 | 39,5 | 171,8 | 18935 | 19017 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 38,7 | 20929 | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 38,7 | 25754 | 19,8 | 3,50 | 6,99 | 36,3 | 168,6 | 26545 | 26678 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 38,7 | 13318 | 26,6 | 3,35 | 10,00 | 42,9 | 175,2 | 14125 | 14580 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 38,7 | 14378 | 23,6 | 3,04 | 10,00 | 41,4 | 173,7 | 15175 | 15598 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 38,7 | 17206 | 18,2 | 2,51 | 10,00 | 36,8 | 169,1 | 18155 | 18291 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 38,7 | 27014 | 16,6 | 3,50 | 6,02 | 30,5 | 162,8 | 28155 | 28388 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 38,7 | 27014 | 15,3 | 3,50 | 6,01 | 27,8 | 160,1 | 28195 | 28268 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 38,7 | 27014 | 15,8 | 3,50 | 6,06 | 29,0 | 161,3 | 28095 | 28318 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 38,7 | 27014 | 16,1 | 3,50 | 6,03 | 29,7 | 162,0 | 28135 | 28351 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 38,7 | 27014 | 16,8 | 3,50 | 5,99 | 31,1 | 163,4 | 28205 | 28410 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 38,7 | 27014 | 17,4 | 3,50 | 6,01 | 32,2 | 164,5 | 28205 | 28459 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 38,7 | 27014 | 18,2 | 3,50 | 5,96 | 33,5 | 165,8 | 28275 | 28520 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 38,7 | 16897 | 20,8 | 3,50 | 5,05 | 37,8 | 170,1 | 18075 | 18360 | 0,09 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 38,7 | 19790 | 19,3 | 3,50 | 5,38 | 35,7 | 168,0 | 20975 | 21250 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 38,7 | 22812 | 17,8 | 3,50 | 5,75 | 32,8 | 165,1 | 23755 | 24220 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 38,7 | 31452 | 15,4 | 3,50 | 6,41 | 27,9 | 160,2 | 32495 | 32758 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 38,7 | 31288 | 14,1 | 3,50 | 4,29 | 24,6 | 156,9 | 32595 | 33017 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 38,7 | 29341 | 15,1 | 3,50 | 5,02 | 27,2 | 159,5 | 30615 | 30956 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 38,7 | 26231 | 17,5 | 3,50 | 6,70 | 32,5 | 164,8 | 26895 | 27526 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 38,7 | 32342 | 14,4 | 3,50 | 4,39 | 24,9 | 157,2 | 33105 | 33352 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 38,7 | 24175 | 18,1 | 3,50 | 7,18 | 33,7 | 166,0 | 25435 | 25766 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 38,7 | 21218 | 19,9 | 3,50 | 8,55 | 36,7 | 169,0 | 22705 | 23031 | 0,09 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 38,7 | 18146 | 21,4 | 3,50 | 3,33 | 39,1 | 171,4 | 19705 | 20162 | 0,11 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 38,7 | 13318 | 19,4 | 3,50 | 2,61 | 38,4 | 170,7 | 15125 | 15431 | 0,16 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 38,7 | 18146 | 20,9 | 3,50 | 3,33 | 38,5 | 170,8 | 19695 | 20135 | 0,11 |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 38,7 | 22711 | 18,2 | 3,50 | 7,91 | 33,7 | 166,0 | 24045 | 24339 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 38,7 | 30267 | 15,6 | 3,50 | 4,98 | 27,9 | 160,2 | 31215 | 31448 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 38,7 | 34831 | 14,5 | 3,50 | 3,69 | 24,5 | 156,8 | 35575 | 35768 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 38,7 | 20531 | 17,5 | 3,50 | 3,28 | 32,5 | 164,8 | 21735 | 21992 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 38,7 | 22476 | 17,2 | 3,50 | 4,13 | 31,9 | 164,2 | 23605 | 23908 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 38,7 | 24421 | 16,9 | 3,50 | 4,95 | 31,3 | 163,6 | 25545 | 25826 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 38,7 | 29607 | 16,3 | 3,50 | 7,13 | 30,0 | 162,3 | 30715 | 30958 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 38,7 | 14357 | 19,9 | 2,86 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 16445 | 16887 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 38,7 | 14357 | 19,8 | 2,87 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 16525 | 16874 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 38,7 | 14357 | 19,9 | 2,86 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 16485 | 16882 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 38,7 | 14357 | 19,9 | 2,86 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 16445 | 16886 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 38,7 | 14357 | 20,0 | 2,86 | 10,00 | 38,7 | 171,0 | 16505 | 16890 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 38,7 | 11748 | 27,0 | 3,50 | 9,54 | 42,8 | 175,1 | 13845 | 14325 | 0,22 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 38,7 | 12576 | 25,4 | 3,29 | 10,00 | 42,5 | 174,8 | 14525 | 15212 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 38,7 | 13357 | 22,7 | 3,05 | 10,00 | 40,9 | 173,2 | 15185 | 15963 | 0,20 |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 38,7 | 15340 | 17,7 | 2,62 | 10,00 | 36,3 | 168,6 | 17295 | 17776 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 38,7 | 31747 | 11,1 | 3,50 | 2,89 | 19,1 | 151,4 | 35565 | 34582 | 0,09 |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 38,7 | 20544 | 17,6 | 3,50 | 7,57 | 33,9 | 166,2 | 23325 | 23986 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 38,7 | 13205 | 19,4 | 2,59 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 14985 | 15446 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 38,7 | 12337 | 19,1 | 2,38 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 13685 | 14363 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 38,7 | 11890 | 19,1 | 2,37 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 13535 | 13800 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 38,7 | 26508 | 16,5 | 3,50 | 6,02 | 30,5 | 162,8 | 27885 | 28176 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 38,7 | 15800 | 20,5 | 3,06 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 17845 | 18293 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 38,7 | 13627 | 19,6 | 2,77 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 15795 | 16168 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 38,7 | 11026 | 18,9 | 2,38 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 13205 | 13656 | 0,24 |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 38,7 | 13260 | 19,6 | 2,70 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 15365 | 15823 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 38,7 | 16513 | 21,4 | 3,19 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 18585 | 19019 | 0,15 |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 38,7 | 18617 | 21,6 | 3,50 | 9,52 | 38,8 | 171,1 | 20575 | 21013 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 38,7 | 12912 | 24,9 | 3,50 | 8,44 | 41,7 | 174,0 | 15065 | 15636 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 38,7 | 13345 | 24,8 | 3,50 | 9,81 | 41,5 | 173,8 | 15545 | 16062 | 0,20 |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 38,7 | 13779 | 23,0 | 3,24 | 10,00 | 40,9 | 173,2 | 16005 | 16456 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 38,7 | 14936 | 17,7 | 2,58 | 10,00 | 36,3 | 168,6 | 16955 | 17318 | 0,16 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 38,7 | 24548 | 15,6 | 3,50 | 5,84 | 29,6 | 161,9 | 26975 | 27516 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 38,7 | 24548 | 14,9 | 3,50 | 5,86 | 27,9 | 160,2 | 26945 | 27357 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 38,7 | 24548 | 15,2 | 3,50 | 5,86 | 28,8 | 161,1 | 26935 | 27439 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 38,7 | 24548 | 15,4 | 3,50 | 5,85 | 29,2 | 161,5 | 26965 | 27476 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 38,7 | 24548 | 15,7 | 3,50 | 5,81 | 29,8 | 162,1 | 27035 | 27539 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 38,7 | 24548 | 15,8 | 3,50 | 5,77 | 29,8 | 162,1 | 27035 | 27540 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 38,7 | 24548 | 16,4 | 3,50 | 5,87 | 31,2 | 163,5 | 26985 | 27669 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 38,7 | 20028 | 17,2 | 3,50 | 3,93 | 32,9 | 165,2 | 22465 | 23115 | 0,15 |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 38,7 | 21470 | 16,7 | 3,50 | 4,52 | 32,0 | 164,3 | 23955 | 24555 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 38,7 | 22812 | 16,0 | 3,50 | 5,13 | 30,2 | 162,5 | 25205 | 25784 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 38,7 | 26231 | 15,1 | 3,50 | 6,65 | 28,4 | 160,7 | 28555 | 29127 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 38,7 | 33622 | 11,2 | 3,50 | 2,71 | 18,5 | 150,8 | 36645 | 36155 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 38,7 | 29608 | 12,9 | 3,50 | 3,93 | 23,1 | 155,4 | 32195 | 32454 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 38,7 | 22726 | 17,2 | 3,50 | 7,00 | 32,8 | 165,1 | 24745 | 25698 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 38,7 | 21325 | 18,1 | 3,50 | 7,63 | 34,4 | 166,7 | 23645 | 24177 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 38,7 | 20619 | 18,7 | 3,50 | 8,08 | 35,4 | 167,7 | 22865 | 23406 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 38,7 | 31132 | 13,7 | 3,50 | 4,19 | 24,1 | 156,4 | 32385 | 33269 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 38,7 | 26820 | 14,9 | 3,50 | 5,20 | 27,7 | 160,0 | 28945 | 29488 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 38,7 | 23382 | 16,3 | 3,50 | 6,41 | 31,1 | 163,4 | 25855 | 26566 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 38,7 | 22197 | 16,4 | 3,50 | 6,88 | 31,2 | 163,5 | 24675 | 25453 | 0,15 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 38,7 | 20992 | 17,0 | 3,50 | 7,21 | 33,0 | 165,3 | 23865 | 24495 | 0,17 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 38,7 | 19148 | 17,9 | 3,50 | 8,01 | 34,7 | 167,0 | 22285 | 22931 | 0,20 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 38,7 | 20992 | 17,0 | 3,50 | 7,22 | 32,8 | 165,1 | 23835 | 24477 | 0,17 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 38,7 | 25921 | 15,3 | 3,50 | 5,42 | 28,7 | 161,0 | 28195 | 28735 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 38,7 | 27927 | 15,1 | 3,50 | 4,89 | 27,8 | 160,1 | 29975 | 30553 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 38,7 | 21897 | 15,8 | 3,50 | 3,18 | 30,2 | 162,5 | 24325 | 24925 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 38,7 | 22692 | 15,7 | 3,50 | 3,93 | 29,9 | 162,2 | 25155 | 25692 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 38,7 | 23487 | 15,5 | 3,50 | 4,81 | 29,2 | 161,5 | 25865 | 26423 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 38,7 | 25608 | 15,5 | 3,50 | 6,91 | 29,3 | 161,6 | 28025 | 28553 | 0,12 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 38,7 | 15842 | 20,5 | 2,67 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 16205 | 16448 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 38,7 | 15842 | 19,6 | 2,69 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 16285 | 16438 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 38,7 | 15842 | 19,9 | 2,68 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 16255 | 16442 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 38,7 | 15842 | 20,2 | 2,69 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 16285 | 16445 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 38,7 | 15842 | 20,8 | 2,70 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 16315 | 16452 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 38,7 | 15842 | 21,2 | 2,66 | 10,00 | 23,9 | 175,9 | 16105 | 16457 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 38,7 | 15842 | 22,1 | 2,68 | 10,00 | 24,2 | 176,2 | 16235 | 16466 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 38,7 | 13364 | 23,0 | 2,76 | 10,00 | 24,4 | 176,4 | 13725 | 13953 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 38,7 | 18373 | 18,3 | 2,55 | 10,00 | 22,5 | 174,5 | 18605 | 18985 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 38,7 | 25974 | 16,0 | 3,50 | 5,99 | 19,5 | 171,5 | 27075 | 27554 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 38,7 | 18166 | 20,4 | 3,13 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 18835 | 19099 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 38,7 | 16746 | 20,8 | 2,83 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 17125 | 17482 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 38,7 | 15403 | 20,3 | 2,58 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 15715 | 15946 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 38,7 | 15180 | 20,2 | 2,53 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 15415 | 15691 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 38,7 | 42030 | 12,0 | 3,50 | 2,40 | 11,4 | 163,4 | 42085 | 42204 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 38,7 | 25829 | 18,7 | 3,50 | 7,50 | 21,5 | 173,5 | 25655 | 26307 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 38,7 | 19311 | 21,6 | 3,21 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 19705 | 19891 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 38,7 | 14055 | 19,6 | 2,38 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14215 | 14670 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 38,7 | 12233 | 18,9 | 2,13 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 12215 | 12860 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 38,7 | 10376 | 18,3 | 2,00 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 10835 | 11013 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 38,7 | 13149 | 19,2 | 2,28 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 13435 | 13770 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 38,7 | 17940 | 21,5 | 2,99 | 10,00 | 23,7 | 175,7 | 18325 | 18535 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 38,7 | 20993 | 22,4 | 3,28 | 10,00 | 23,8 | 175,8 | 20475 | 21566 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 38,7 | 25830 | 20,2 | 3,50 | 7,23 | 22,5 | 174,5 | 26075 | 26330 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 38,7 | 12295 | 28,8 | 3,50 | 9,41 | 25,5 | 177,5 | 12655 | 12952 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 38,7 | 13359 | 26,5 | 3,27 | 10,00 | 25,1 | 177,1 | 13705 | 14007 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 38,7 | 14423 | 23,6 | 2,98 | 10,00 | 24,5 | 176,5 | 14825 | 15054 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 38,7 | 17260 | 18,1 | 2,45 | 10,00 | 22,5 | 174,5 | 17645 | 17841 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 38,7 | 27041 | 17,0 | 3,50 | 6,34 | 20,1 | 172,1 | 27575 | 27833 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 38,7 | 27041 | 15,7 | 3,50 | 6,27 | 18,7 | 170,7 | 27705 | 27779 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 38,7 | 27041 | 16,2 | 3,50 | 6,33 | 19,3 | 171,3 | 27585 | 27801 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 38,7 | 27041 | 16,6 | 3,50 | 6,35 | 19,7 | 171,7 | 27555 | 27818 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 38,7 | 27041 | 17,3 | 3,50 | 6,33 | 20,4 | 172,4 | 27605 | 27844 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 38,7 | 27041 | 17,9 | 3,50 | 6,34 | 20,8 | 172,8 | 27585 | 27862 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 38,7 | 27041 | 18,7 | 3,50 | 6,34 | 21,5 | 173,5 | 27605 | 27887 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 38,7 | 16892 | 21,0 | 3,50 | 5,37 | 23,0 | 175,0 | 17225 | 17670 | 0,05 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 38,7 | 19772 | 19,9 | 3,50 | 5,70 | 22,4 | 174,4 | 20285 | 20574 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 38,7 | 22821 | 18,7 | 3,50 | 6,17 | 21,6 | 173,6 | 22905 | 23632 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 38,7 | 31483 | 15,7 | 3,50 | 6,60 | 18,6 | 170,6 | 32025 | 32246 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 38,7 | 32698 | 13,7 | 3,50 | 4,02 | 16,1 | 168,1 | 33385 | 33797 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 38,7 | 30528 | 14,8 | 3,50 | 4,81 | 17,7 | 169,7 | 31155 | 31551 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 38,7 | 28415 | 15,9 | 3,50 | 5,55 | 18,9 | 170,9 | 31345 | 29304 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 38,7 | 26365 | 17,7 | 3,50 | 6,85 | 20,7 | 172,7 | 26605 | 27102 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 38,7 | 26020 | 17,9 | 3,50 | 6,93 | 20,8 | 172,8 | 26375 | 26720 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 38,7 | 32373 | 14,6 | 3,50 | 4,52 | 17,0 | 169,0 | 32745 | 32978 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 38,7 | 24199 | 18,7 | 3,50 | 7,62 | 21,6 | 173,6 | 24745 | 25093 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 38,7 | 18165 | 21,2 | 3,16 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 18855 | 19229 | 0,06 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 38,7 | 13332 | 19,1 | 2,45 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 14175 | 14451 | 0,08 |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 38,7 | 18165 | 20,7 | 3,18 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 18935 | 19218 | 0,06 |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 38,7 | 22735 | 19,2 | 3,50 | 8,27 | 22,0 | 174,0 | 23415 | 23666 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 38,7 | 30297 | 15,8 | 3,50 | 5,15 | 18,6 | 170,6 | 30765 | 30988 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 38,7 | 34864 | 14,7 | 3,50 | 3,82 | 16,8 | 168,8 | 35195 | 35429 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 38,7 | 20551 | 18,1 | 3,50 | 3,57 | 21,1 | 173,1 | 21015 | 21381 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 38,7 | 22498 | 17,7 | 3,50 | 4,38 | 20,7 | 172,7 | 23025 | 23313 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 38,7 | 24445 | 17,4 | 3,50 | 5,23 | 20,4 | 172,4 | 24955 | 25249 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 38,7 | 29637 | 16,8 | 3,50 | 7,50 | 19,9 | 171,9 | 30105 | 30420 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 38,7 | 14331 | 19,1 | 2,61 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 15275 | 15657 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 38,7 | 14331 | 19,5 | 2,67 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 15375 | 15663 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 38,7 | 14331 | 19,5 | 2,64 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 15225 | 15666 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 38,7 | 14331 | 19,6 | 2,66 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 15315 | 15667 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 38,7 | 14331 | 19,6 | 2,66 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 15305 | 15669 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 38,7 | 14331 | 19,3 | 2,47 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14425 | 15670 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 38,7 | 14331 | 19,5 | 2,51 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 14595 | 15672 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 38,7 | 12547 | 24,2 | 3,05 | 10,00 | 24,6 | 176,6 | 13345 | 13884 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 38,7 | 13326 | 21,9 | 2,82 | 10,00 | 24,1 | 176,1 | 14245 | 14674 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 38,7 | 15310 | 17,4 | 2,46 | 10,00 | 22,3 | 174,3 | 16145 | 16621 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 38,7 | 22584 | 17,1 | 3,50 | 7,22 | 20,9 | 172,9 | 23955 | 24654 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 38,7 | 19417 | 19,5 | 3,50 | 8,95 | 22,5 | 174,5 | 20845 | 21312 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 38,7 | 16337 | 20,3 | 3,03 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 17455 | 17933 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 38,7 | 13345 | 19,1 | 2,44 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 14085 | 14549 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 38,7 | 12842 | 19,1 | 2,38 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 13575 | 13981 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 38,7 | 26462 | 17,1 | 3,50 | 6,46 | 20,2 | 172,2 | 27075 | 27432 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 38,7 | 18583 | 21,3 | 3,31 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 19455 | 19855 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 38,7 | 15771 | 20,1 | 2,84 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 16515 | 17087 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 38,7 | 13602 | 19,3 | 2,53 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14475 | 14951 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 38,7 | 12867 | 18,8 | 2,29 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 12975 | 14227 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 38,7 | 12126 | 18,6 | 2,29 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 12895 | 13495 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 38,7 | 13235 | 19,2 | 2,49 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14205 | 14589 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 38,7 | 15198 | 19,8 | 2,67 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 15485 | 16524 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 38,7 | 16483 | 21,0 | 2,97 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 17375 | 17802 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 38,7 | 18583 | 22,3 | 3,29 | 10,00 | 23,9 | 175,9 | 19365 | 19878 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 38,7 | 12888 | 27,7 | 3,50 | 9,54 | 25,4 | 177,4 | 13815 | 14343 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 38,7 | 13321 | 25,3 | 3,24 | 10,00 | 24,9 | 176,9 | 14255 | 14751 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 38,7 | 13754 | 22,5 | 2,95 | 10,00 | 24,2 | 176,2 | 14675 | 15145 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 38,7 | 14908 | 17,4 | 2,24 | 10,00 | 22,3 | 174,3 | 15815 | 16190 | 0,09 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 38,7 | 24527 | 16,2 | 3,50 | 6,48 | 19,7 | 171,7 | 25825 | 26269 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 38,7 | 24527 | 16,0 | 3,50 | 6,52 | 19,5 | 171,5 | 25705 | 26256 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 38,7 | 24527 | 16,2 | 3,50 | 6,55 | 19,9 | 171,9 | 25635 | 26284 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 38,7 | 24527 | 16,3 | 3,50 | 6,45 | 19,9 | 171,9 | 25845 | 26289 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 38,7 | 24527 | 16,7 | 3,50 | 6,47 | 20,3 | 172,3 | 25855 | 26320 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 38,7 | 24527 | 16,7 | 3,50 | 6,48 | 20,2 | 172,2 | 25855 | 26315 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 38,7 | 24527 | 17,3 | 3,50 | 6,42 | 20,8 | 172,8 | 25935 | 26362 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 38,7 | 20048 | 18,4 | 3,50 | 4,45 | 21,7 | 173,7 | 21185 | 21851 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 38,7 | 21456 | 17,7 | 3,50 | 5,12 | 21,3 | 173,3 | 22505 | 23262 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 38,7 | 22789 | 16,7 | 3,50 | 5,62 | 20,2 | 172,2 | 24135 | 24543 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 38,7 | 26223 | 15,9 | 3,50 | 7,21 | 19,5 | 171,5 | 27615 | 27981 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 38,7 | 32060 | 12,2 | 3,50 | 3,42 | 14,7 | 166,7 | 33955 | 33777 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 38,7 | 27586 | 14,4 | 3,50 | 4,99 | 17,9 | 169,9 | 29235 | 29405 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 38,7 | 22981 | 17,6 | 3,50 | 7,28 | 21,1 | 173,1 | 24225 | 24694 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 38,7 | 22183 | 18,2 | 3,50 | 7,81 | 21,5 | 173,5 | 23365 | 23847 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 38,7 | 31107 | 14,0 | 3,50 | 4,33 | 16,8 | 168,8 | 32025 | 32414 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 38,7 | 26798 | 15,3 | 3,50 | 5,50 | 18,8 | 170,8 | 28065 | 28396 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 38,7 | 23362 | 17,4 | 3,50 | 7,25 | 21,0 | 173,0 | 24165 | 25257 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 38,7 | 22178 | 17,5 | 3,50 | 7,37 | 21,1 | 173,1 | 23745 | 24118 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 38,7 | 20974 | 18,1 | 3,50 | 7,95 | 21,7 | 173,7 | 22635 | 23003 | 0,10 |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 38,7 | 19131 | 19,1 | 3,50 | 8,81 | 22,3 | 174,3 | 20805 | 21284 | 0,11 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 38,7 | 20974 | 17,9 | 3,50 | 7,97 | 21,5 | 173,5 | 22555 | 22986 | 0,10 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 38,7 | 22772 | 17,1 | 3,50 | 7,19 | 20,8 | 172,8 | 24135 | 24668 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 38,7 | 25899 | 16,0 | 3,50 | 5,88 | 19,5 | 171,5 | 27115 | 27586 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 38,7 | 27904 | 15,6 | 3,50 | 5,22 | 19,0 | 171,0 | 29085 | 29482 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 38,7 | 21879 | 16,9 | 3,50 | 3,74 | 20,6 | 172,6 | 22905 | 23701 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 38,7 | 22673 | 16,4 | 3,50 | 4,47 | 20,0 | 172,0 | 24005 | 24445 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 38,7 | 23467 | 16,8 | 3,50 | 5,49 | 20,4 | 172,4 | 24425 | 25274 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 38,7 | 25586 | 16,4 | 3,50 | 7,61 | 20,0 | 172,0 | 26845 | 27358 | 0,07 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 55,7 | 15800 | 43,3 | 2,94 | 10,00 | 59,3 | 152,0 | 17782 | 18270 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 55,7 | 15800 | 41,6 | 2,40 | 10,00 | 57,1 | 149,8 | 17854 | 18179 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 55,7 | 15800 | 42,3 | 2,95 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 17869 | 18209 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 55,7 | 15800 | 42,7 | 2,95 | 10,00 | 58,5 | 151,2 | 17869 | 18235 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 55,7 | 15800 | 43,8 | 2,94 | 10,00 | 60,0 | 152,7 | 17825 | 18296 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 55,7 | 15800 | 45,0 | 3,02 | 10,00 | 61,5 | 154,2 | 18229 | 18359 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 55,7 | 15800 | 46,8 | 3,01 | 10,00 | 63,8 | 156,5 | 18229 | 18454 | 0,17 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 55,7 | 11566 | 54,3 | 3,24 | 10,00 | 71,6 | 164,3 | 13822 | 14190 | 0,23 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 55,7 | 13294 | 48,8 | 3,08 | 10,00 | 66,2 | 158,9 | 15392 | 15865 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 55,7 | 18426 | 39,0 | 2,87 | 10,00 | 52,9 | 145,6 | 20561 | 20760 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 55,7 | 20806 | 37,6 | 3,50 | 7,48 | 46,6 | 139,3 | 24291 | 24892 | 0,20 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 55,7 | 16672 | 44,0 | 3,18 | 10,00 | 59,2 | 151,9 | 19150 | 19632 | 0,18 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 55,7 | 15716 | 43,2 | 2,91 | 10,00 | 59,4 | 152,1 | 17667 | 18138 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 55,7 | 14255 | 42,0 | 2,55 | 10,00 | 59,5 | 152,2 | 15593 | 15815 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 55,7 | 13972 | 41,9 | 2,49 | 10,00 | 59,6 | 152,3 | 15190 | 15362 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 55,7 | 13836 | 41,6 | 2,43 | 10,00 | 59,4 | 152,1 | 14845 | 15140 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 55,7 | 25766 | 36,4 | 3,50 | 6,68 | 43,4 | 136,1 | 27185 | 27332 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 55,7 | 14018 | 42,1 | 2,71 | 10,00 | 59,0 | 151,7 | 16184 | 16531 | 0,18 |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 55,7 | 12200 | 40,5 | 2,43 | 10,00 | 58,3 | 151,0 | 14369 | 14741 | 0,21 |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 55,7 | 13113 | 40,9 | 2,56 | 10,00 | 58,1 | 150,8 | 15277 | 15615 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 55,7 | 17893 | 45,5 | 3,31 | 10,00 | 60,4 | 153,1 | 19971 | 20337 | 0,14 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 55,7 | 20939 | 44,0 | 3,50 | 8,79 | 56,7 | 149,4 | 22707 | 23139 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 55,7 | 25766 | 40,0 | 3,50 | 6,65 | 49,7 | 142,4 | 27243 | 27554 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 55,7 | 13325 | 51,2 | 3,50 | 9,10 | 66,1 | 158,8 | 15795 | 16071 | 0,21 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 55,7 | 14385 | 50,1 | 3,36 | 10,00 | 66,5 | 159,2 | 16702 | 17147 | 0,19 |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 55,7 | 17215 | 38,2 | 2,64 | 10,00 | 53,0 | 145,7 | 18992 | 19425 | 0,13 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 55,7 | 27036 | 32,9 | 3,50 | 5,55 | 37,0 | 129,7 | 29129 | 29387 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 55,7 | 27036 | 30,5 | 3,50 | 5,56 | 32,7 | 125,4 | 29072 | 29122 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 55,7 | 27036 | 31,4 | 3,50 | 5,59 | 34,4 | 127,1 | 28971 | 29226 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 55,7 | 27036 | 32,1 | 3,50 | 5,55 | 35,6 | 128,3 | 29101 | 29297 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 55,7 | 27036 | 33,5 | 3,50 | 5,52 | 38,1 | 130,8 | 29173 | 29453 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 55,7 | 27036 | 34,5 | 3,50 | 5,50 | 39,8 | 132,5 | 29288 | 29557 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 55,7 | 27036 | 36,1 | 3,50 | 5,45 | 42,4 | 135,1 | 29417 | 29720 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 55,7 | 16915 | 40,6 | 3,50 | 4,50 | 51,5 | 144,2 | 19424 | 19725 | 0,17 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 55,7 | 19765 | 38,1 | 3,50 | 4,91 | 46,9 | 139,6 | 22045 | 22468 | 0,14 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 55,7 | 22801 | 35,9 | 3,50 | 5,28 | 42,8 | 135,5 | 24881 | 25386 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 55,7 | 31508 | 31,2 | 3,50 | 6,12 | 33,7 | 126,4 | 33233 | 33731 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 55,7 | 34322 | 25,6 | 3,50 | 3,07 | 22,9 | 115,6 | 36502 | 37068 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 55,7 | 28347 | 31,4 | 3,50 | 5,04 | 34,1 | 126,8 | 30555 | 30904 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 55,7 | 26895 | 33,1 | 3,50 | 5,63 | 37,4 | 130,1 | 28813 | 29225 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 55,7 | 24620 | 37,5 | 3,50 | 7,10 | 45,6 | 138,3 | 26062 | 26489 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 55,7 | 24185 | 38,4 | 3,50 | 7,39 | 47,2 | 139,9 | 25573 | 25919 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 55,7 | 23971 | 38,9 | 3,50 | 7,53 | 48,0 | 140,7 | 25371 | 25635 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 55,7 | 32367 | 29,4 | 3,50 | 4,22 | 29,4 | 122,1 | 33651 | 34055 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 55,7 | 21237 | 38,6 | 3,50 | 7,70 | 48,2 | 140,9 | 24233 | 24590 | 0,16 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 55,7 | 18162 | 41,5 | 3,50 | 8,87 | 53,3 | 146,0 | 21728 | 22024 | 0,21 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 55,7 | 13330 | 41,6 | 3,00 | 10,00 | 57,1 | 149,8 | 17379 | 17740 | 0,33 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 55,7 | 18162 | 40,2 | 3,50 | 8,88 | 51,1 | 143,8 | 21641 | 21875 | 0,20 |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 55,7 | 22730 | 36,4 | 3,50 | 7,14 | 44,3 | 137,0 | 25371 | 25742 | 0,13 |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 55,7 | 30291 | 31,5 | 3,50 | 4,71 | 33,6 | 126,3 | 31966 | 32297 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 55,7 | 34858 | 29,6 | 3,50 | 3,55 | 28,8 | 121,5 | 36013 | 36416 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 55,7 | 20547 | 34,7 | 3,50 | 2,93 | 40,5 | 133,2 | 22736 | 23112 | 0,12 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 55,7 | 22494 | 34,1 | 3,50 | 3,73 | 39,3 | 132,0 | 24593 | 24984 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 55,7 | 24440 | 33,5 | 3,50 | 4,51 | 38,2 | 130,9 | 26552 | 26863 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 55,7 | 29632 | 32,4 | 3,50 | 6,59 | 36,1 | 128,8 | 31649 | 31926 | 0,08 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 55,7 | 14305 | 43,1 | 3,33 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 19035 | 19563 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 55,7 | 14305 | 42,6 | 3,32 | 10,00 | 57,0 | 149,7 | 18963 | 19506 | 0,36 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 55,7 | 14305 | 42,9 | 3,34 | 10,00 | 57,3 | 150,0 | 19093 | 19533 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 55,7 | 14305 | 43,1 | 3,35 | 10,00 | 57,6 | 150,3 | 19049 | 19554 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 55,7 | 14305 | 43,0 | 3,32 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 18963 | 19565 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 55,7 | 14305 | 43,2 | 3,33 | 10,00 | 57,8 | 150,5 | 19035 | 19575 | 0,37 |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 55,7 | 11724 | 48,3 | 3,50 | 7,36 | 64,3 | 157,0 | 16573 | 17119 | 0,46 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 55,7 | 12539 | 46,8 | 3,50 | 8,56 | 61,2 | 153,9 | 17221 | 17834 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 55,7 | 13294 | 47,1 | 3,50 | 9,53 | 62,6 | 155,3 | 18085 | 18829 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 55,7 | 15354 | 37,7 | 2,95 | 10,00 | 51,3 | 144,0 | 19150 | 20177 | 0,31 |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 55,7 | 16221 | 39,1 | 3,50 | 8,83 | 49,4 | 142,1 | 21065 | 21546 | 0,33 |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 55,7 | 14123 | 41,5 | 3,24 | 10,00 | 54,6 | 147,3 | 18545 | 19029 | 0,35 |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 55,7 | 10808 | 39,8 | 2,42 | 10,00 | 57,7 | 150,4 | 13923 | 14246 | 0,32 |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 55,7 | 10181 | 39,3 | 2,28 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 12987 | 13266 | 0,30 |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 55,7 | 9859 | 38,6 | 2,23 | 10,00 | 56,3 | 149,0 | 12598 | 12707 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 55,7 | 26420 | 32,7 | 3,50 | 5,53 | 36,8 | 129,5 | 28885 | 29250 | 0,11 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 55,7 | 18551 | 39,9 | 3,50 | 8,36 | 50,9 | 143,6 | 22491 | 22951 | 0,24 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 55,7 | 15744 | 42,1 | 3,50 | 9,52 | 54,5 | 147,2 | 20230 | 20631 | 0,31 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 55,7 | 13578 | 42,3 | 3,15 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 18070 | 18871 | 0,39 |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 55,7 | 12844 | 41,9 | 3,06 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 17509 | 18192 | 0,42 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 55,7 | 12105 | 41,4 | 3,00 | 10,00 | 57,3 | 150,0 | 17033 | 17478 | 0,44 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 55,7 | 12105 | 41,3 | 2,96 | 10,00 | 57,3 | 150,0 | 16889 | 17479 | 0,44 |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 55,7 | 13212 | 42,1 | 3,11 | 10,00 | 57,5 | 150,2 | 17696 | 18533 | 0,40 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 55,7 | 18551 | 41,6 | 3,50 | 8,30 | 53,5 | 146,2 | 22649 | 23165 | 0,25 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 55,7 | 13297 | 45,2 | 3,50 | 7,76 | 60,0 | 152,7 | 18200 | 18755 | 0,41 |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 55,7 | 13729 | 45,0 | 3,50 | 8,88 | 59,6 | 152,3 | 18689 | 19156 | 0,40 |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 55,7 | 14882 | 37,9 | 2,94 | 10,00 | 51,5 | 144,2 | 19078 | 19601 | 0,32 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 55,7 | 24557 | 30,3 | 3,50 | 5,19 | 34,0 | 126,7 | 28640 | 29327 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 55,7 | 24557 | 29,4 | 3,50 | 5,24 | 32,1 | 124,8 | 28467 | 29070 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 55,7 | 24557 | 29,8 | 3,50 | 5,25 | 33,0 | 125,7 | 28496 | 29198 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 55,7 | 24557 | 30,2 | 3,50 | 5,26 | 33,7 | 126,4 | 28481 | 29285 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 55,7 | 24557 | 30,6 | 3,50 | 5,18 | 34,5 | 127,2 | 28640 | 29391 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 55,7 | 24557 | 31,0 | 3,50 | 5,14 | 35,0 | 127,7 | 28741 | 29462 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 55,7 | 24557 | 31,9 | 3,50 | 5,12 | 36,2 | 128,9 | 28885 | 29619 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 55,7 | 20045 | 32,8 | 3,50 | 3,18 | 38,7 | 131,4 | 24507 | 25128 | 0,25 |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 55,7 | 21444 | 31,4 | 3,50 | 3,76 | 35,9 | 128,6 | 25717 | 26286 | 0,23 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 55,7 | 22801 | 31,2 | 3,50 | 4,39 | 35,6 | 128,3 | 26969 | 27690 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 55,7 | 26184 | 29,8 | 3,50 | 6,04 | 32,9 | 125,6 | 30037 | 30868 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 55,7 | 24196 | 30,7 | 3,50 | 5,33 | 34,7 | 127,4 | 28251 | 28980 | 0,20 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 55,7 | 18902 | 38,5 | 3,50 | 7,95 | 48,7 | 141,4 | 23139 | 23569 | 0,25 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 55,7 | 17857 | 40,6 | 3,50 | 8,63 | 52,1 | 144,8 | 22001 | 22384 | 0,25 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 55,7 | 31142 | 27,1 | 3,50 | 3,70 | 26,3 | 119,0 | 33781 | 34418 | 0,11 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 55,7 | 26830 | 29,3 | 3,50 | 4,67 | 31,4 | 124,1 | 30353 | 31075 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 55,7 | 23391 | 30,8 | 3,50 | 5,47 | 35,2 | 127,9 | 27675 | 28424 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 55,7 | 22205 | 30,9 | 3,50 | 5,66 | 35,2 | 127,9 | 26869 | 27338 | 0,23 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 55,7 | 21000 | 31,7 | 3,50 | 6,18 | 36,8 | 129,5 | 25889 | 26467 | 0,26 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 55,7 | 19156 | 33,4 | 3,50 | 6,72 | 40,8 | 133,5 | 24593 | 25359 | 0,32 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 55,7 | 22800 | 30,6 | 3,50 | 5,56 | 34,8 | 127,5 | 27286 | 27838 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 55,7 | 25930 | 30,1 | 3,50 | 4,86 | 33,0 | 125,7 | 29777 | 30456 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 55,7 | 27937 | 29,7 | 3,50 | 4,36 | 31,6 | 124,3 | 31462 | 32115 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 55,7 | 21905 | 30,6 | 3,50 | 2,70 | 34,7 | 127,4 | 26077 | 26768 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 55,7 | 22700 | 30,7 | 3,50 | 3,43 | 34,7 | 127,4 | 26869 | 27561 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 55,7 | 23496 | 30,6 | 3,50 | 4,21 | 34,5 | 127,2 | 27574 | 28329 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 55,7 | 25617 | 30,2 | 3,50 | 6,20 | 33,7 | 126,4 | 29648 | 30344 | 0,18 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 55,7 | 15830 | 43,0 | 2,86 | 10,00 | 51,6 | 164,1 | 17278 | 17612 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 55,7 | 15830 | 41,3 | 2,86 | 10,00 | 50,0 | 162,5 | 17365 | 17557 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 55,7 | 15830 | 41,8 | 2,88 | 10,00 | 50,3 | 162,8 | 17379 | 17567 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 55,7 | 15830 | 42,4 | 2,86 | 10,00 | 51,0 | 163,5 | 17350 | 17592 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 55,7 | 15830 | 43,7 | 2,87 | 10,00 | 52,1 | 164,6 | 17336 | 17629 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 55,7 | 15830 | 44,5 | 2,87 | 10,00 | 52,8 | 165,3 | 17379 | 17653 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 55,7 | 15830 | 46,4 | 2,87 | 10,00 | 54,6 | 167,1 | 17422 | 17713 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 55,7 | 9906 | 53,8 | 3,10 | 10,00 | 58,8 | 171,3 | 13073 | 11578 | 0,17 |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 55,7 | 11533 | 48,4 | 2,94 | 10,00 | 55,9 | 168,4 | 14701 | 13228 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 55,7 | 13334 | 48,7 | 3,00 | 10,00 | 55,9 | 168,4 | 14974 | 15136 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 55,7 | 18423 | 38,5 | 2,73 | 10,00 | 47,2 | 159,7 | 19821 | 20148 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 55,7 | 16551 | 42,2 | 2,60 | 10,00 | 51,7 | 164,2 | 18257 | 18636 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 55,7 | 14798 | 41,9 | 2,52 | 10,00 | 51,6 | 164,1 | 15853 | 16142 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 55,7 | 14469 | 41,9 | 2,49 | 10,00 | 51,7 | 164,2 | 15277 | 15672 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 55,7 | 14302 | 41,9 | 2,49 | 10,00 | 51,8 | 164,3 | 15104 | 15435 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 55,7 | 25811 | 37,1 | 3,50 | 6,91 | 41,0 | 153,5 | 26667 | 27034 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 55,7 | 19296 | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 55,7 | 14044 | 41,7 | 2,59 | 10,00 | 51,4 | 163,9 | 15536 | 15859 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 55,7 | 12224 | 40,0 | 2,31 | 10,00 | 50,8 | 163,3 | 13505 | 14061 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 55,7 | 13138 | 40,5 | 2,45 | 10,00 | 50,7 | 163,2 | 14614 | 14951 | 0,14 |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 55,7 | 17927 | 45,0 | 3,18 | 10,00 | 52,3 | 164,8 | 19337 | 19682 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 55,7 | 20977 | 44,6 | 3,50 | 8,94 | 50,5 | 163,0 | 22405 | 22601 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 55,7 | 25811 | 40,6 | 3,50 | 6,84 | 45,6 | 158,1 | 26840 | 27171 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 55,7 | 12286 | 54,9 | 3,50 | 8,31 | 58,6 | 171,1 | 13966 | 14308 | 0,16 |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 55,7 | 13349 | 54,5 | 3,50 | 9,66 | 58,4 | 170,9 | 15075 | 15364 | 0,15 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 55,7 | 14412 | 49,7 | 3,24 | 10,00 | 56,0 | 168,5 | 15997 | 16344 | 0,13 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 55,7 | 17247 | 37,9 | 2,57 | 10,00 | 47,2 | 159,7 | 18574 | 18878 | 0,09 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 55,7 | 27064 | 33,5 | 3,50 | 5,75 | 35,7 | 148,2 | 28640 | 28941 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 55,7 | 27064 | 31,1 | 3,50 | 5,80 | 32,1 | 144,6 | 28525 | 28760 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 55,7 | 27064 | 31,9 | 3,50 | 5,75 | 33,2 | 145,7 | 28597 | 28815 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 55,7 | 27064 | 32,8 | 3,50 | 5,84 | 34,8 | 147,3 | 28409 | 28898 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 55,7 | 27064 | 34,5 | 3,50 | 5,84 | 37,1 | 149,6 | 28510 | 29014 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 55,7 | 27064 | 35,6 | 3,50 | 5,87 | 38,6 | 151,1 | 28453 | 29094 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 55,7 | 27064 | 36,5 | 3,50 | 5,62 | 39,8 | 152,3 | 28913 | 29154 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 55,7 | 16887 | 42,0 | 3,50 | 4,84 | 47,8 | 160,3 | 18617 | 19049 | 0,13 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 55,7 | 19776 | 39,0 | 3,50 | 5,15 | 44,0 | 156,5 | 21454 | 21879 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 55,7 | 22808 | 36,6 | 3,50 | 5,47 | 40,5 | 153,0 | 24464 | 24837 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 55,7 | 31434 | 31,8 | 3,50 | 6,33 | 32,7 | 145,2 | 32729 | 33222 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 55,7 | 29870 | 30,2 | 3,50 | 4,64 | 30,2 | 142,7 | 31549 | 32063 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 55,7 | 28150 | 32,3 | 3,50 | 5,35 | 33,7 | 146,2 | 29677 | 30191 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 55,7 | 24685 | 38,0 | 3,50 | 7,24 | 42,3 | 154,8 | 25832 | 26135 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 55,7 | 32399 | 29,6 | 3,50 | 4,29 | 28,4 | 140,9 | 33435 | 33750 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 55,7 | 21259 | 39,9 | 3,50 | 8,09 | 45,3 | 157,8 | 23571 | 23877 | 0,12 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 55,7 | 13345 | 40,6 | 2,77 | 10,00 | 49,8 | 162,3 | 16155 | 16547 | 0,24 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 55,7 | 22754 | 37,5 | 3,50 | 7,50 | 42,2 | 154,7 | 24781 | 25137 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 55,7 | 30321 | 31,9 | 3,50 | 4,87 | 32,5 | 145,0 | 31549 | 31932 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 55,7 | 34891 | 29,9 | 3,50 | 3,61 | 27,9 | 140,4 | 35811 | 36142 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 55,7 | 22516 | 34,8 | 3,50 | 3,94 | 37,8 | 150,3 | 23989 | 24504 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 55,7 | 24465 | 34,4 | 3,50 | 4,80 | 37,0 | 149,5 | 25875 | 26413 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 55,7 | 29662 | 33,4 | 3,50 | 6,95 | 35,5 | 148,0 | 31059 | 31530 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 55,7 | 14363 | 41,0 | 3,06 | 10,00 | 48,5 | 161,0 | 17667 | 18064 | 0,26 |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 55,7 | 14363 | 42,0 | 3,11 | 10,00 | 50,2 | 162,7 | 17897 | 18189 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 55,7 | 14363 | 41,8 | 3,02 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 17494 | 18206 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 55,7 | 14363 | 42,1 | 3,08 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 17768 | 18209 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 55,7 | 14363 | 42,0 | 3,01 | 10,00 | 50,6 | 163,1 | 17393 | 18219 | 0,27 |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 55,7 | 12533 | 51,0 | 3,50 | 9,35 | 56,7 | 169,2 | 16069 | 16611 | 0,33 |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 55,7 | 13362 | 48,4 | 3,40 | 10,00 | 55,0 | 167,5 | 16861 | 17438 | 0,31 |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 55,7 | 15354 | 37,5 | 2,81 | 10,00 | 46,3 | 158,8 | 18416 | 18975 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 55,7 | 15963 | 43,5 | 3,47 | 10,00 | 50,6 | 163,1 | 19582 | 20390 | 0,28 |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 55,7 | 12027 | 40,2 | 2,55 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 14715 | 14994 | 0,25 |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 55,7 | 11277 | 39,6 | 2,37 | 10,00 | 50,5 | 163,0 | 13592 | 13953 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 55,7 | 10892 | 39,3 | 2,27 | 10,00 | 50,5 | 163,0 | 12915 | 13415 | 0,23 |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 55,7 | 26517 | 32,9 | 3,50 | 5,65 | 34,9 | 147,4 | 28481 | 28746 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 55,7 | 18623 | 41,2 | 3,50 | 8,80 | 47,4 | 159,9 | 21713 | 22038 | 0,18 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 55,7 | 15806 | 43,6 | 3,33 | 10,00 | 50,9 | 163,4 | 19193 | 19614 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 55,7 | 13632 | 41,5 | 2,94 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 16947 | 17513 | 0,28 |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 55,7 | 12896 | 41,1 | 2,87 | 10,00 | 50,3 | 162,8 | 16385 | 16805 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 55,7 | 12154 | 40,2 | 2,71 | 10,00 | 50,0 | 162,5 | 15349 | 16074 | 0,32 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 55,7 | 11030 | 39,8 | 2,55 | 10,00 | 50,3 | 162,8 | 14384 | 15030 | 0,36 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 55,7 | 12154 | 40,4 | 2,76 | 10,00 | 50,0 | 162,5 | 15579 | 16073 | 0,32 |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 55,7 | 13265 | 41,4 | 2,91 | 10,00 | 50,4 | 162,9 | 16673 | 17166 | 0,29 |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 55,7 | 16519 | 43,8 | 3,40 | 10,00 | 50,2 | 162,7 | 19582 | 20238 | 0,23 |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 55,7 | 18623 | 43,3 | 3,50 | 8,81 | 49,5 | 162,0 | 21685 | 22186 | 0,19 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 55,7 | 12916 | 47,9 | 3,50 | 7,53 | 53,8 | 166,3 | 16328 | 17013 | 0,32 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 55,7 | 13350 | 47,5 | 3,50 | 8,73 | 53,4 | 165,9 | 16875 | 17416 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 55,7 | 13784 | 48,5 | 3,46 | 10,00 | 55,0 | 167,5 | 17192 | 17968 | 0,30 |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 55,7 | 14941 | 37,3 | 2,77 | 10,00 | 46,3 | 158,8 | 18171 | 18477 | 0,24 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 55,7 | 24556 | 31,3 | 3,50 | 5,52 | 33,7 | 146,2 | 27646 | 28495 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 55,7 | 24556 | 30,0 | 3,50 | 5,47 | 31,6 | 144,1 | 27790 | 28254 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 55,7 | 24556 | 30,6 | 3,50 | 5,53 | 32,7 | 145,2 | 27689 | 28374 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 55,7 | 24556 | 30,9 | 3,50 | 5,52 | 33,2 | 145,7 | 27733 | 28433 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 55,7 | 24556 | 31,6 | 3,50 | 5,47 | 34,1 | 146,6 | 27862 | 28532 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 55,7 | 24556 | 31,9 | 3,50 | 5,43 | 34,6 | 147,1 | 27920 | 28590 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 55,7 | 24556 | 31,6 | 3,50 | 5,43 | 35,7 | 148,2 | 28006 | 28710 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 55,7 | 20065 | 34,2 | 3,50 | 3,58 | 38,6 | 151,1 | 23485 | 24282 | 0,21 |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 55,7 | 21435 | 33,1 | 3,50 | 4,10 | 36,7 | 149,2 | 24925 | 25539 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 55,7 | 22778 | 32,2 | 3,50 | 4,74 | 35,3 | 147,8 | 25961 | 26813 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 55,7 | 26206 | 30,5 | 3,50 | 6,33 | 32,5 | 145,0 | 29317 | 30059 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 55,7 | 20848 | 36,8 | 3,50 | 7,36 | 41,8 | 154,3 | 24104 | 24747 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 55,7 | 19618 | 39,0 | 3,50 | 8,14 | 44,9 | 157,4 | 22837 | 23419 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 55,7 | 19000 | 40,3 | 3,50 | 8,56 | 46,4 | 158,9 | 22073 | 22727 | 0,20 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 55,7 | 31142 | 27,7 | 3,50 | 3,92 | 26,5 | 139,0 | 33205 | 33875 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 55,7 | 26829 | 30,1 | 3,50 | 4,94 | 31,3 | 143,8 | 29633 | 30345 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 55,7 | 23390 | 31,5 | 3,50 | 5,88 | 33,9 | 146,4 | 26725 | 27429 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 55,7 | 22204 | 32,3 | 3,50 | 6,31 | 35,4 | 147,9 | 25789 | 26505 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 55,7 | 20999 | 33,8 | 3,50 | 6,69 | 38,4 | 150,9 | 24939 | 25732 | 0,23 |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 55,7 | 19155 | 35,2 | 3,50 | 7,31 | 40,5 | 153,0 | 23513 | 24284 | 0,27 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 55,7 | 20999 | 33,6 | 3,50 | 6,68 | 38,0 | 150,5 | 24925 | 25688 | 0,22 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 55,7 | 22800 | 30,9 | 3,50 | 6,03 | 35,5 | 148,0 | 26422 | 27060 | 0,19 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 55,7 | 25929 | 30,9 | 3,50 | 5,17 | 32,8 | 145,3 | 28827 | 29669 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 55,7 | 27937 | 30,4 | 3,50 | 4,36 | 31,5 | 144,0 | 30569 | 31391 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 55,7 | 21904 | 31,7 | 3,50 | 2,96 | 34,6 | 147,1 | 24982 | 25935 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 55,7 | 22700 | 31,6 | 3,50 | 6,69 | 34,3 | 146,8 | 25976 | 26703 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 55,7 | 23495 | 31,6 | 3,50 | 4,50 | 34,2 | 146,7 | 26667 | 27488 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 55,7 | 25617 | 31,1 | 3,50 | 6,54 | 33,4 | 145,9 | 28769 | 29515 | 0,15 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 55,7 | 15792 | 41,0 | 2,74 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 16544 | 16945 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 55,7 | 15792 | 40,8 | 2,75 | 10,00 | 38,1 | 170,4 | 16630 | 16916 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 55,7 | 15792 | 41,4 | 2,77 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 16745 | 16923 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 55,7 | 15792 | 41,8 | 2,72 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 16472 | 16934 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 55,7 | 15792 | 43,2 | 2,74 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 16616 | 16953 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 55,7 | 15792 | 44,2 | 2,73 | 10,00 | 39,9 | 172,2 | 16558 | 16967 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 55,7 | 15792 | 45,3 | 2,76 | 10,00 | 40,1 | 172,4 | 16717 | 16974 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 55,7 | 11556 | 53,1 | 2,94 | 10,00 | 42,7 | 175,0 | 12339 | 12664 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 55,7 | 13341 | 47,9 | 2,82 | 10,00 | 41,3 | 173,6 | 14139 | 14478 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 55,7 | 18451 | 38,3 | 2,65 | 10,00 | 36,8 | 169,1 | 19323 | 19600 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 55,7 | 24291 | 34,6 | 3,50 | 6,47 | 31,5 | 163,8 | 26163 | 26901 | 0,11 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 55,7 | 18664 | 44,6 | 3,34 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 19870 | 20572 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 55,7 | 17336 | 43,8 | 3,09 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 18646 | 18903 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 55,7 | 15293 | 42,4 | 2,64 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 16069 | 16309 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 55,7 | 14894 | 41,9 | 2,54 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 15493 | 15798 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 55,7 | 14702 | 41,9 | 2,52 | 10,00 | 39,2 | 171,5 | 15349 | 15554 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 55,7 | 41929 | 24,9 | 3,50 | 2,40 | 15,7 | 148,0 | 42003 | 42203 | 0,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 55,7 | 19252 | 45,0 | 3,27 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 19957 | 20355 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 55,7 | 14011 | 41,3 | 2,48 | 10,00 | 39,0 | 171,3 | 14902 | 15185 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 55,7 | 12194 | 40,0 | 2,27 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 13189 | 13389 | 0,10 |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 55,7 | 10343 | 38,4 | 2,07 | 10,00 | 38,2 | 170,5 | 11518 | 11545 | 0,12 |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 55,7 | 13107 | 40,1 | 2,39 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 14197 | 14277 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 55,7 | 17885 | 44,7 | 3,05 | 10,00 | 39,5 | 171,8 | 18704 | 19016 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 55,7 | 25754 | 41,4 | 3,50 | 7,08 | 36,4 | 168,7 | 26365 | 26679 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 55,7 | 13318 | 55,1 | 3,35 | 10,00 | 42,8 | 175,1 | 14139 | 14579 | 0,09 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 55,7 | 14378 | 49,0 | 3,04 | 10,00 | 41,4 | 173,7 | 15133 | 15596 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 55,7 | 17206 | 37,8 | 2,50 | 10,00 | 36,8 | 169,1 | 18041 | 18290 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 55,7 | 27014 | 34,6 | 3,50 | 6,12 | 30,7 | 163,0 | 28021 | 28395 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 55,7 | 27014 | 31,9 | 3,50 | 6,06 | 28,0 | 160,3 | 28078 | 28277 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 55,7 | 27014 | 33,0 | 3,50 | 6,14 | 29,2 | 161,5 | 27949 | 28326 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 55,7 | 27014 | 33,6 | 3,50 | 6,06 | 29,7 | 162,0 | 28121 | 28352 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 55,7 | 27014 | 35,2 | 3,50 | 6,10 | 31,3 | 163,6 | 28049 | 28422 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 55,7 | 27014 | 36,1 | 3,50 | 6,02 | 32,1 | 164,4 | 28165 | 28456 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 55,7 | 27014 | 37,9 | 3,50 | 6,04 | 33,6 | 165,9 | 28165 | 28525 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 55,7 | 16897 | 43,2 | 3,50 | 5,11 | 37,8 | 170,1 | 17941 | 18361 | 0,09 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 55,7 | 19790 | 40,2 | 3,50 | 5,45 | 35,8 | 168,1 | 20864 | 21254 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 55,7 | 31452 | 32,2 | 3,50 | 6,49 | 28,1 | 160,4 | 32341 | 32764 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 55,7 | 31288 | 29,3 | 3,50 | 4,32 | 24,6 | 156,9 | 32485 | 33016 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 55,7 | 29341 | 31,4 | 3,50 | 5,08 | 27,3 | 159,6 | 30382 | 30959 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 55,7 | 26231 | 35,9 | 3,50 | 6,57 | 32,0 | 164,3 | 27142 | 27509 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 55,7 | 25628 | 37,0 | 3,50 | 6,94 | 33,1 | 165,4 | 26379 | 26815 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 55,7 | 32342 | 30,0 | 3,50 | 4,42 | 24,9 | 157,2 | 33003 | 33352 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 55,7 | 24175 | 37,8 | 3,50 | 7,28 | 33,9 | 166,2 | 25357 | 25772 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 55,7 | 21218 | 41,3 | 3,50 | 8,57 | 36,7 | 169,0 | 22707 | 23030 | 0,09 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 55,7 | 18146 | 44,6 | 3,34 | 10,00 | 39,1 | 171,4 | 19741 | 20162 | 0,11 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 55,7 | 13318 | 40,0 | 2,57 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 14960 | 15429 | 0,16 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 55,7 | 18146 | 43,4 | 3,34 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 19784 | 20134 | 0,11 |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 55,7 | 22711 | 38,8 | 3,50 | 7,91 | 34,8 | 167,1 | 24104 | 24392 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 55,7 | 30267 | 32,4 | 3,50 | 5,03 | 28,0 | 160,3 | 31073 | 31450 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 55,7 | 34831 | 30,2 | 3,50 | 3,72 | 24,5 | 156,8 | 35465 | 35769 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 55,7 | 20531 | 36,6 | 3,50 | 3,38 | 32,7 | 165,0 | 21569 | 22000 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 55,7 | 22476 | 35,8 | 3,50 | 4,17 | 31,9 | 164,2 | 23542 | 23910 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 55,7 | 24421 | 35,3 | 3,50 | 5,06 | 31,5 | 163,8 | 25299 | 25835 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 55,7 | 29607 | 34,1 | 3,50 | 7,22 | 30,2 | 162,5 | 30555 | 30966 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 55,7 | 14357 | 41,4 | 2,86 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 16486 | 16885 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 55,7 | 14357 | 41,1 | 2,88 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 16573 | 16873 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 55,7 | 14357 | 41,2 | 2,86 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 16486 | 16879 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 55,7 | 14357 | 41,3 | 2,86 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 16486 | 16882 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 55,7 | 14357 | 40,3 | 2,82 | 10,00 | 37,6 | 169,9 | 16270 | 16823 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 55,7 | 14357 | 43,1 | 2,86 | 10,00 | 39,4 | 171,7 | 16443 | 16939 | 0,18 |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 55,7 | 11748 | 57,7 | 3,50 | 9,61 | 43,4 | 175,7 | 13808 | 14361 | 0,22 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 55,7 | 12576 | 51,3 | 3,33 | 10,00 | 41,7 | 174,0 | 14686 | 15164 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 55,7 | 13357 | 45,7 | 3,07 | 10,00 | 39,9 | 172,2 | 15320 | 15901 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 55,7 | 15340 | 36,8 | 2,61 | 10,00 | 36,3 | 168,6 | 17221 | 17774 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 55,7 | 20544 | 36,6 | 3,50 | 7,61 | 33,9 | 166,2 | 23240 | 23990 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 55,7 | 13205 | 40,4 | 2,58 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 14873 | 15448 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 55,7 | 11890 | 39,6 | 2,34 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 13390 | 13798 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 55,7 | 26508 | 34,2 | 3,50 | 6,04 | 30,5 | 162,8 | 27877 | 28175 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 55,7 | 15800 | 42,5 | 3,04 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 17768 | 18292 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 55,7 | 13627 | 40,7 | 2,69 | 10,00 | 38,6 | 170,9 | 15478 | 16178 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 55,7 | 12149 | 39,6 | 2,48 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 14110 | 14739 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 55,7 | 11026 | 39,1 | 2,36 | 10,00 | 38,4 | 170,7 | 13145 | 13650 | 0,24 |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 55,7 | 12149 | 39,7 | 2,49 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 14153 | 14741 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 55,7 | 13260 | 40,5 | 2,70 | 10,00 | 38,5 | 170,8 | 15421 | 15817 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 55,7 | 15226 | 42,1 | 2,96 | 10,00 | 38,8 | 171,1 | 17163 | 17736 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 55,7 | 16513 | 44,1 | 3,17 | 10,00 | 39,3 | 171,6 | 18488 | 19014 | 0,15 |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 55,7 | 18617 | 44,8 | 3,50 | 9,50 | 38,7 | 171,0 | 20605 | 21006 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 55,7 | 12912 | 52,6 | 3,50 | 8,70 | 41,9 | 174,2 | 14830 | 15654 | 0,21 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 55,7 | 13345 | 51,8 | 3,50 | 9,94 | 41,6 | 173,9 | 15464 | 16069 | 0,20 |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 55,7 | 13779 | 47,6 | 3,20 | 10,00 | 40,9 | 173,2 | 15910 | 16454 | 0,19 |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 55,7 | 14936 | 36,5 | 2,55 | 10,00 | 36,2 | 168,5 | 16789 | 17311 | 0,16 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 55,7 | 24548 | 32,6 | 3,50 | 5,95 | 29,7 | 162,0 | 26782 | 27532 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 55,7 | 24548 | 31,4 | 3,50 | 5,95 | 28,4 | 160,7 | 26797 | 27404 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 55,7 | 24548 | 31,9 | 3,50 | 5,96 | 29,0 | 161,3 | 26811 | 27460 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 55,7 | 24548 | 32,4 | 3,50 | 6,01 | 29,6 | 161,9 | 26725 | 27514 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 55,7 | 24548 | 33,0 | 3,50 | 5,96 | 30,1 | 162,4 | 26840 | 27567 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 55,7 | 24548 | 33,5 | 3,50 | 5,95 | 30,6 | 162,9 | 26854 | 27611 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 55,7 | 24548 | 34,2 | 3,50 | 5,88 | 31,1 | 163,4 | 26955 | 27666 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 55,7 | 20028 | 36,2 | 3,50 | 4,03 | 33,5 | 165,8 | 22361 | 23170 | 0,16 |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 55,7 | 21470 | 34,8 | 3,50 | 4,56 | 32,0 | 164,3 | 23845 | 24555 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 55,7 | 22812 | 33,5 | 3,50 | 5,29 | 30,5 | 162,8 | 24910 | 25811 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 55,7 | 26231 | 31,5 | 3,50 | 6,68 | 28,5 | 160,8 | 28381 | 29144 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 55,7 | 21325 | 37,9 | 3,50 | 7,75 | 34,6 | 166,9 | 23499 | 24191 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 55,7 | 20619 | 39,2 | 3,50 | 8,19 | 35,6 | 167,9 | 22693 | 23420 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 55,7 | 31132 | 28,3 | 3,50 | 4,12 | 23,8 | 156,1 | 32542 | 33243 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 55,7 | 26820 | 31,0 | 3,50 | 5,27 | 27,8 | 160,1 | 28741 | 29497 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 55,7 | 22197 | 35,0 | 3,50 | 6,97 | 32,4 | 164,7 | 24550 | 25571 | 0,15 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 55,7 | 20992 | 35,4 | 3,50 | 7,22 | 32,9 | 165,2 | 23845 | 24488 | 0,17 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 55,7 | 19148 | 37,7 | 3,50 | 8,16 | 34,9 | 167,2 | 22088 | 22959 | 0,20 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 55,7 | 20992 | 35,5 | 3,50 | 7,33 | 33,0 | 165,3 | 23614 | 24496 | 0,17 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 55,7 | 25921 | 31,9 | 3,50 | 5,48 | 28,7 | 161,0 | 27992 | 28737 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 55,7 | 27927 | 31,5 | 3,50 | 4,96 | 27,9 | 160,2 | 29806 | 30560 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 55,7 | 21897 | 33,2 | 3,50 | 3,26 | 30,5 | 162,8 | 24147 | 24953 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 55,7 | 22692 | 33,0 | 3,50 | 4,05 | 30,2 | 162,5 | 25011 | 25725 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 55,7 | 23487 | 32,9 | 3,50 | 4,89 | 30,1 | 162,4 | 25688 | 26508 | 0,13 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 55,7 | 25608 | 32,5 | 3,50 | 7,09 | 29,6 | 161,9 | 27790 | 28582 | 0,12 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 55,7 | 15842 | 42,6 | 2,70 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 16357 | 16447 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 55,7 | 15842 | 40,6 | 2,65 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 16141 | 16437 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 55,7 | 15842 | 41,3 | 2,70 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 16414 | 16439 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 55,7 | 15842 | 41,8 | 2,69 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 16357 | 16443 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 55,7 | 15842 | 43,1 | 2,68 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 16270 | 16450 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 55,7 | 15842 | 44,0 | 2,67 | 10,00 | 23,8 | 175,8 | 16213 | 16455 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 55,7 | 15842 | 45,8 | 2,67 | 10,00 | 24,1 | 176,1 | 16213 | 16464 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 55,7 | 13364 | 47,6 | 2,74 | 10,00 | 24,4 | 176,4 | 13693 | 13951 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 55,7 | 18373 | 38,0 | 2,55 | 10,00 | 22,4 | 174,4 | 18632 | 18982 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 55,7 | 25974 | 33,3 | 3,50 | 6,03 | 19,4 | 171,4 | 26998 | 27543 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 55,7 | 18166 | 43,9 | 3,10 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 18718 | 19096 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 55,7 | 15403 | 42,2 | 2,60 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 15853 | 15944 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 55,7 | 15180 | 41,9 | 2,53 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 15478 | 15689 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 55,7 | 42030 | 24,8 | 3,50 | 2,39 | 11,2 | 163,2 | 42133 | 42200 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 55,7 | 19311 | 45,2 | 3,31 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 20273 | 19889 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 55,7 | 14055 | 41,0 | 2,41 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 14441 | 14671 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 55,7 | 10376 | 38,1 | 1,96 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 10582 | 11014 | 0,06 |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 55,7 | 13149 | 40,0 | 2,29 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 13477 | 13769 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 55,7 | 17940 | 44,4 | 2,97 | 10,00 | 23,6 | 175,6 | 18243 | 18532 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 55,7 | 25830 | 41,9 | 3,50 | 7,24 | 22,4 | 174,4 | 26033 | 26328 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 55,7 | 12295 | 59,8 | 3,50 | 9,49 | 25,5 | 177,5 | 12584 | 12952 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 55,7 | 13359 | 55,0 | 3,28 | 10,00 | 25,1 | 177,1 | 13793 | 14006 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 55,7 | 14423 | 48,7 | 2,95 | 10,00 | 24,4 | 176,4 | 14773 | 15053 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 55,7 | 17260 | 37,5 | 2,45 | 10,00 | 22,4 | 174,4 | 17710 | 17838 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 55,7 | 27041 | 35,3 | 3,50 | 6,34 | 19,9 | 171,9 | 27617 | 27827 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 55,7 | 27041 | 32,5 | 3,50 | 6,27 | 18,6 | 170,6 | 27761 | 27774 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 55,7 | 27041 | 33,6 | 3,50 | 6,35 | 19,2 | 171,2 | 27560 | 27797 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 55,7 | 27041 | 34,4 | 3,50 | 6,32 | 19,5 | 171,5 | 27646 | 27810 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 55,7 | 27041 | 36,0 | 3,50 | 6,34 | 20,2 | 172,2 | 27603 | 27839 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 55,7 | 27041 | 37,1 | 3,50 | 6,34 | 20,7 | 172,7 | 27617 | 27856 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 55,7 | 27041 | 38,8 | 3,50 | 6,32 | 21,3 | 173,3 | 27646 | 27882 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 55,7 | 19772 | 41,1 | 3,50 | 5,71 | 22,3 | 174,3 | 20288 | 20570 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 55,7 | 22821 | 38,7 | 3,50 | 6,12 | 21,4 | 173,4 | 23053 | 23625 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 55,7 | 31483 | 32,5 | 3,50 | 6,60 | 18,5 | 170,5 | 32038 | 32239 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 55,7 | 32698 | 28,5 | 3,50 | 4,05 | 15,9 | 167,9 | 33320 | 33785 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 55,7 | 30528 | 30,7 | 3,50 | 4,82 | 17,5 | 169,5 | 31145 | 31540 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 55,7 | 28415 | 33,0 | 3,50 | 5,57 | 18,8 | 170,8 | 29043 | 29298 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 55,7 | 26365 | 36,3 | 3,50 | 6,77 | 20,5 | 172,5 | 26768 | 27094 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 55,7 | 26020 | 31,8 | 3,50 | 5,63 | 19,1 | 171,1 | 26552 | 26661 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 55,7 | 32373 | 30,3 | 3,50 | 4,52 | 16,8 | 168,8 | 32773 | 32970 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 55,7 | 24199 | 38,7 | 3,50 | 7,60 | 21,5 | 173,5 | 24795 | 25087 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 55,7 | 18165 | 43,8 | 3,15 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 18805 | 19225 | 0,06 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 55,7 | 13332 | 39,6 | 2,46 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 14211 | 14448 | 0,08 |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 55,7 | 18165 | 42,8 | 3,17 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 18920 | 19215 | 0,06 |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 55,7 | 22735 | 39,8 | 3,50 | 8,26 | 21,9 | 173,9 | 23456 | 23661 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 55,7 | 30297 | 32,8 | 3,50 | 5,16 | 18,5 | 170,5 | 30757 | 30981 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 55,7 | 34864 | 30,5 | 3,50 | 3,83 | 16,6 | 168,6 | 35221 | 35422 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 55,7 | 20551 | 37,3 | 3,50 | 3,53 | 20,8 | 172,8 | 21123 | 21372 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 55,7 | 22498 | 36,6 | 3,50 | 4,38 | 20,5 | 172,5 | 23038 | 23307 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 55,7 | 24445 | 35,9 | 3,50 | 5,21 | 20,2 | 172,2 | 25011 | 25242 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 55,7 | 29637 | 34,8 | 3,50 | 7,47 | 19,7 | 171,7 | 30195 | 30414 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 55,7 | 14331 | 40,5 | 2,61 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 15104 | 15663 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 55,7 | 14331 | 40,4 | 2,65 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 15305 | 15659 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 55,7 | 14331 | 40,5 | 2,65 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 15334 | 15660 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 55,7 | 14331 | 40,5 | 2,63 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 15190 | 15663 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 55,7 | 14331 | 40,6 | 2,64 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 15277 | 15663 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 55,7 | 14331 | 39,4 | 2,57 | 10,00 | 22,8 | 174,8 | 14845 | 15641 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 55,7 | 14331 | 40,4 | 2,55 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 14816 | 15665 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 55,7 | 11738 | 58,5 | 3,32 | 10,00 | 25,5 | 177,5 | 12497 | 13083 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 55,7 | 12547 | 51,5 | 3,04 | 10,00 | 24,8 | 176,8 | 13333 | 13899 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 55,7 | 13326 | 46,0 | 2,83 | 10,00 | 24,2 | 176,2 | 14139 | 14675 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 55,7 | 15310 | 36,3 | 2,48 | 10,00 | 22,2 | 174,2 | 16299 | 16615 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 55,7 | 22584 | 35,4 | 3,50 | 7,19 | 20,7 | 172,7 | 23902 | 24634 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 55,7 | 16337 | 40,7 | 3,01 | 10,00 | 22,7 | 174,7 | 17365 | 17892 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 55,7 | 13345 | 40,0 | 2,47 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 14211 | 14546 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 55,7 | 12842 | 39,6 | 2,38 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 13664 | 13976 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 55,7 | 26462 | 35,4 | 3,50 | 6,44 | 20,1 | 172,1 | 27113 | 27423 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 55,7 | 18583 | 44,2 | 3,31 | 10,00 | 23,4 | 175,4 | 19438 | 19851 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 55,7 | 15771 | 41,7 | 2,84 | 10,00 | 23,3 | 175,3 | 16573 | 17082 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 55,7 | 13602 | 40,0 | 2,52 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 14456 | 14945 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 55,7 | 12126 | 39,0 | 2,31 | 10,00 | 23,2 | 175,2 | 12944 | 13493 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 55,7 | 13235 | 39,6 | 2,45 | 10,00 | 23,1 | 175,1 | 14009 | 14583 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 55,7 | 15198 | 40,0 | 2,70 | 10,00 | 22,8 | 174,8 | 15694 | 16493 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 55,7 | 16483 | 43,3 | 2,94 | 10,00 | 23,5 | 175,5 | 17264 | 17796 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 55,7 | 18583 | 46,4 | 3,28 | 10,00 | 23,8 | 175,8 | 19352 | 19876 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 55,7 | 12888 | 55,9 | 3,50 | 9,51 | 25,0 | 177,0 | 13822 | 14325 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 55,7 | 13321 | 52,3 | 3,23 | 10,00 | 24,9 | 176,9 | 14240 | 14748 | 0,11 |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 55,7 | 13754 | 46,5 | 2,93 | 10,00 | 24,2 | 176,2 | 14686 | 15142 | 0,10 |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 55,7 | 14908 | 36,1 | 2,42 | 10,00 | 22,2 | 174,2 | 15824 | 16182 | 0,09 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 55,7 | 24527 | 34,5 | 3,50 | 6,62 | 20,1 | 172,1 | 25544 | 26307 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 55,7 | 24527 | 33,3 | 3,50 | 6,57 | 19,5 | 171,5 | 25645 | 26250 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 55,7 | 24527 | 33,8 | 3,50 | 6,61 | 19,8 | 171,8 | 25558 | 26276 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 55,7 | 24527 | 34,0 | 3,50 | 6,58 | 19,9 | 171,9 | 25601 | 26289 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 55,7 | 24527 | 34,3 | 3,50 | 6,61 | 19,9 | 171,9 | 25573 | 26283 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 55,7 | 24527 | 35,6 | 3,50 | 6,68 | 20,6 | 172,6 | 25400 | 26344 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 55,7 | 24527 | 36,1 | 3,50 | 6,52 | 20,7 | 172,7 | 25760 | 26358 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 55,7 | 20048 | 41,1 | 3,50 | 4,99 | 22,5 | 174,5 | 20043 | 21915 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 55,7 | 21456 | 36,7 | 3,50 | 5,10 | 21,1 | 173,1 | 22505 | 23247 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 55,7 | 26223 | 33,3 | 3,50 | 7,36 | 19,5 | 171,5 | 27387 | 27981 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 55,7 | 22981 | 36,8 | 3,50 | 7,38 | 21,1 | 173,1 | 24075 | 24690 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 55,7 | 22183 | 38,3 | 3,50 | 7,88 | 21,6 | 173,6 | 23240 | 23853 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 55,7 | 31107 | 29,1 | 3,50 | 4,37 | 16,6 | 168,6 | 31880 | 32403 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 55,7 | 26798 | 32,0 | 3,50 | 5,57 | 18,7 | 170,7 | 27891 | 28388 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 55,7 | 22178 | 36,7 | 3,50 | 7,56 | 21,1 | 173,1 | 23456 | 24122 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 55,7 | 20974 | 37,9 | 3,50 | 8,10 | 21,7 | 173,7 | 22361 | 23004 | 0,10 |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 55,7 | 19131 | 39,9 | 3,50 | 8,91 | 22,3 | 174,3 | 20662 | 21282 | 0,11 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 55,7 | 20974 | 37,8 | 3,50 | 8,12 | 21,6 | 173,6 | 22333 | 22998 | 0,10 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 55,7 | 22772 | 35,6 | 3,50 | 7,23 | 20,7 | 172,7 | 24046 | 24659 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 55,7 | 25899 | 33,3 | 3,50 | 5,94 | 19,4 | 171,4 | 27041 | 27576 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 55,7 | 27904 | 32,5 | 3,50 | 5,29 | 18,9 | 170,9 | 28899 | 29473 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 55,7 | 21879 | 35,1 | 3,50 | 3,71 | 20,4 | 172,4 | 22966 | 23685 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 55,7 | 22673 | 34,7 | 3,50 | 4,65 | 20,1 | 172,1 | 23672 | 24452 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 55,7 | 23467 | 34,9 | 3,50 | 5,52 | 20,3 | 172,3 | 24363 | 25264 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 55,7 | 25586 | 34,4 | 3,50 | 7,77 | 20,0 | 172,0 | 26595 | 27358 | 0,07 |

Apêndice B.2 – Protótipos Submetidos a Carregamento Concentrado

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 21,7 | 15800 | 1,6 | 2,48 | 10,00 | 12,9 | 105,6 | 15946 | 16344 | 0,03 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 21,7 | 15800 | 2,6 | 2,55 | 10,00 | 22,2 | 114,9 | 15747 | 16735 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 21,7 | 20806 | 2,3 | 3,39 | 10,00 | 18,0 | 110,7 | 21529 | 22416 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 21,7 | 16672 | 2,2 | 2,80 | 10,00 | 18,2 | 110,9 | 16887 | 17595 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 21,7 | 41945 | 2,7 | 3,50 | 2,61 | 13,6 | 106,3 | 41809 | 42285 | 0,01 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 21,7 | 25766 | 2,6 | 3,50 | 7,72 | 18,5 | 111,2 | 25500 | 26439 | 0,03 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 21,7 | 19261 | 2,5 | 3,16 | 10,00 | 19,5 | 112,2 | 19607 | 20047 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 21,7 | 17893 | 2,6 | 2,92 | 10,00 | 21,1 | 113,8 | 18171 | 18757 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 21,7 | 20939 | 3,1 | 3,38 | 10,00 | 25,1 | 117,8 | 20922 | 21924 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 21,7 | 25766 | 3,7 | 3,50 | 7,52 | 30,0 | 122,7 | 25787 | 26853 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 21,7 | 13325 | 2,6 | 3,10 | 10,00 | 22,3 | 115,0 | 13354 | 14262 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [%o] | ϵ_s [%o] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 21,7 | 27036 | 2,4 | 3,50 | 6,36 | 16,8 | 109,5 | 27629 | 28118 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 21,7 | 27036 | 1,8 | 3,50 | 7,56 | 10,3 | 103,0 | 26561 | 27703 | 0,02 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 21,7 | 27036 | 2,0 | 3,50 | 6,81 | 12,2 | 104,9 | 27111 | 27823 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 21,7 | 27036 | 2,2 | 3,50 | 6,47 | 14,4 | 107,1 | 27494 | 27965 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 21,7 | 27036 | 2,6 | 3,50 | 6,60 | 18,7 | 111,4 | 27318 | 28240 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 21,7 | 27036 | 3,0 | 3,50 | 6,75 | 22,1 | 114,8 | 27629 | 28452 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 21,7 | 27036 | 3,5 | 3,50 | 6,53 | 27,0 | 119,7 | 28044 | 28766 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 21,7 | 16915 | 3,0 | 3,50 | 5,60 | 23,5 | 116,2 | 17613 | 18217 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 21,7 | 19765 | 2,7 | 3,50 | 5,53 | 20,9 | 113,6 | 20348 | 20985 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 2,6 | 3,50 | 6,34 | 19,2 | 111,9 | 22988 | 23975 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 21,7 | 31508 | 2,3 | 3,50 | 7,11 | 14,8 | 107,5 | 31673 | 32497 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 21,7 | 34322 | 2,2 | 3,50 | 3,57 | 12,7 | 105,4 | 34799 | 35879 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 21,7 | 28347 | 2,4 | 3,50 | 5,92 | 15,8 | 108,5 | 28618 | 29554 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 21,7 | 26895 | 2,4 | 3,50 | 6,35 | 16,9 | 109,6 | 27486 | 27959 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 21,7 | 24620 | 2,6 | 3,50 | 8,27 | 18,9 | 111,6 | 24615 | 25404 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 21,7 | 24185 | 2,6 | 3,50 | 8,45 | 18,9 | 111,6 | 23865 | 24886 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 21,7 | 23971 | 2,6 | 3,50 | 8,38 | 19,2 | 111,9 | 24049 | 24645 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 21,7 | 32367 | 2,5 | 3,50 | 4,93 | 15,8 | 108,5 | 32566 | 33284 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 21,7 | 24195 | 2,4 | 3,50 | 7,74 | 17,4 | 110,1 | 24663 | 25373 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 21,7 | 21237 | 2,4 | 3,50 | 9,37 | 17,9 | 110,6 | 21760 | 22505 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 21,7 | 18162 | 2,2 | 3,06 | 10,00 | 17,2 | 109,9 | 18801 | 19438 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 21,7 | 13330 | 1,6 | 2,09 | 10,00 | 13,7 | 106,4 | 13035 | 14410 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 21,7 | 30291 | 2,7 | 3,50 | 5,36 | 18,3 | 111,0 | 30748 | 31395 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 21,7 | 34858 | 3,2 | 3,50 | 3,89 | 20,6 | 113,3 | 35525 | 35979 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 21,7 | 20547 | 2,9 | 3,50 | 3,44 | 21,5 | 114,2 | 21329 | 21930 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22494 | 2,7 | 3,50 | 4,28 | 19,9 | 112,6 | 23243 | 23772 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 21,7 | 24440 | 2,6 | 3,50 | 5,26 | 18,8 | 111,5 | 25149 | 25648 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 21,7 | 29632 | 2,3 | 3,50 | 7,70 | 15,2 | 107,9 | 29623 | 30611 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 21,7 | 14305 | 1,6 | 2,48 | 10,00 | 13,2 | 105,9 | 15356 | 15551 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 21,7 | 14305 | 1,6 | 2,41 | 10,00 | 13,6 | 106,3 | 15101 | 15583 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 21,7 | 25024 | 1,6 | 3,50 | 6,00 | 11,6 | 104,3 | 26617 | 27103 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 21,7 | 26420 | 2,3 | 3,50 | 6,33 | 16,1 | 108,8 | 27039 | 27680 | 0,05 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 21,7 | 18551 | 2,1 | 3,19 | 10,00 | 16,4 | 109,1 | 19104 | 20009 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 21,7 | 15744 | 1,8 | 2,84 | 10,00 | 14,8 | 107,5 | 16536 | 17113 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 21,7 | 13578 | 1,5 | 2,18 | 10,00 | 13,3 | 106,0 | 12884 | 14837 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 21,7 | 12844 | 1,4 | 2,10 | 10,00 | 13,2 | 105,9 | 12397 | 14107 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 21,7 | 10985 | 1,4 | 1,93 | 10,00 | 12,7 | 105,4 | 11552 | 12234 | 0,11 |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 21,7 | 13212 | 1,6 | 2,36 | 10,00 | 14,5 | 107,2 | 13354 | 14590 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 21,7 | 18551 | 2,7 | 3,36 | 10,00 | 21,7 | 114,4 | 19479 | 20470 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 21,7 | 13729 | 1,6 | 2,37 | 10,00 | 14,7 | 107,4 | 12238 | 15113 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 21,7 | 24557 | 1,9 | 3,50 | 6,80 | 13,3 | 106,0 | 25253 | 26482 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 21,7 | 24557 | 1,6 | 3,50 | 7,43 | 10,9 | 103,6 | 24830 | 26148 | 0,06 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 21,7 | 24557 | 1,7 | 3,50 | 6,95 | 11,8 | 104,5 | 25492 | 26268 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 21,7 | 24557 | 1,8 | 3,50 | 6,71 | 12,4 | 105,1 | 25309 | 26362 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 21,7 | 24557 | 2,0 | 3,50 | 6,64 | 14,3 | 107,0 | 25707 | 26623 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 21,7 | 24557 | 2,1 | 3,50 | 7,31 | 15,1 | 107,8 | 25125 | 26738 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 21,7 | 24557 | 2,3 | 3,50 | 6,39 | 17,1 | 109,8 | 26138 | 27014 | 0,10 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 21,7 | 21444 | 1,9 | 3,50 | 5,24 | 14,2 | 106,9 | 22438 | 23413 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 1,9 | 3,50 | 5,98 | 13,7 | 106,4 | 23682 | 24749 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 21,7 | 26184 | 1,8 | 3,50 | 7,31 | 12,7 | 105,4 | 27279 | 28052 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 21,7 | 27445 | 1,7 | 3,50 | 5,41 | 12,0 | 104,7 | 28132 | 29419 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 21,7 | 24196 | 1,9 | 3,50 | 6,77 | 13,4 | 106,1 | 25069 | 26095 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 21,7 | 17857 | 2,0 | 3,05 | 10,00 | 16,4 | 109,1 | 18211 | 19317 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 21,7 | 17333 | 2,0 | 2,96 | 10,00 | 16,1 | 108,8 | 17852 | 18690 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 21,7 | 31142 | 2,1 | 3,50 | 4,45 | 13,0 | 105,7 | 31505 | 32801 | 0,05 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 21,7 | 26830 | 1,9 | 3,50 | 5,88 | 13,1 | 105,8 | 27414 | 28655 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 21,7 | 23391 | 1,8 | 3,50 | 7,22 | 13,3 | 106,0 | 24232 | 25355 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 21,7 | 22205 | 1,8 | 3,50 | 8,76 | 13,9 | 106,6 | 22701 | 24299 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 21,7 | 21000 | 1,7 | 3,50 | 9,31 | 13,7 | 106,4 | 21337 | 23107 | 0,10 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 21,7 | 19156 | 1,6 | 3,50 | 9,15 | 12,9 | 105,6 | 20683 | 21190 | 0,11 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 21,7 | 21000 | 1,7 | 3,50 | 8,35 | 12,7 | 105,4 | 22390 | 22958 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 21,7 | 22800 | 1,7 | 3,50 | 7,36 | 12,7 | 105,4 | 24160 | 24699 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 21,7 | 25930 | 2,0 | 3,50 | 6,43 | 14,3 | 107,0 | 26728 | 27946 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 21,7 | 27937 | 2,3 | 3,50 | 5,52 | 15,7 | 108,4 | 28874 | 30065 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 21,7 | 21905 | 1,9 | 3,50 | 3,78 | 14,0 | 106,7 | 23068 | 23928 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22700 | 2,0 | 3,50 | 4,82 | 14,7 | 107,4 | 23905 | 24829 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 21,7 | 23496 | 1,9 | 3,50 | 5,72 | 13,8 | 106,5 | 24312 | 25499 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 21,7 | 25617 | 1,8 | 3,50 | 7,71 | 12,8 | 105,5 | 26752 | 27477 | 0,07 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 21,7 | 15830 | 1,6 | 2,15 | 10,00 | 13,0 | 125,5 | 14734 | 16282 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 21,7 | 15830 | 2,3 | 2,32 | 10,00 | 19,0 | 131,5 | 15085 | 16493 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 21,7 | 15830 | 2,5 | 2,26 | 10,00 | 20,7 | 133,2 | 15244 | 16551 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 21,7 | 15830 | 3,2 | 2,68 | 10,00 | 26,8 | 139,3 | 16313 | 16761 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 21,7 | 13334 | 2,3 | 2,27 | 10,00 | 19,0 | 131,5 | 13298 | 13953 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 21,7 | 22591 | 2,2 | 3,50 | 8,84 | 16,0 | 128,5 | 22980 | 23982 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 21,7 | 17695 | 2,2 | 3,00 | 10,00 | 17,6 | 130,1 | 17876 | 18573 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 21,7 | 16551 | 2,2 | 2,79 | 10,00 | 17,5 | 130,0 | 16895 | 17263 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 21,7 | 42006 | 2,7 | 3,50 | 2,84 | 13,4 | 125,9 | 41275 | 42281 | 0,01 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 21,7 | 25811 | 2,6 | 3,50 | 7,72 | 17,9 | 130,4 | 25404 | 26350 | 0,02 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 21,7 | 19296 | 2,4 | 3,09 | 10,00 | 18,9 | 131,4 | 18562 | 19925 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 21,7 | 17927 | 2,6 | 2,90 | 10,00 | 20,4 | 132,9 | 18012 | 18616 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 21,7 | 20977 | 3,1 | 3,50 | 10,00 | 24,6 | 137,1 | 20763 | 21775 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 21,7 | 25811 | 3,7 | 3,50 | 7,55 | 28,9 | 141,4 | 25763 | 26676 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 21,7 | 13349 | 2,6 | 2,89 | 10,00 | 21,5 | 134,0 | 12963 | 14098 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 21,7 | 27064 | 2,5 | 3,50 | 6,36 | 16,4 | 128,9 | 27446 | 27935 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 21,7 | 27064 | 1,7 | 3,50 | 7,62 | 10,1 | 122,6 | 26449 | 27605 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 21,7 | 27064 | 2,0 | 3,50 | 6,83 | 11,9 | 124,4 | 26999 | 27700 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 21,7 | 27064 | 2,2 | 3,50 | 6,88 | 14,3 | 126,8 | 26975 | 27823 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 21,7 | 27064 | 2,6 | 3,50 | 6,58 | 18,2 | 130,7 | 27127 | 28031 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 21,7 | 27064 | 3,0 | 3,50 | 6,74 | 21,4 | 133,9 | 27374 | 28198 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 21,7 | 27064 | 3,6 | 3,50 | 6,58 | 26,3 | 138,8 | 27869 | 28458 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 21,7 | 16887 | 3,0 | 3,50 | 5,60 | 22,7 | 135,2 | 17334 | 17925 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 21,7 | 19776 | 2,8 | 3,50 | 6,57 | 20,7 | 133,2 | 19575 | 20776 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 21,7 | 22808 | 2,7 | 3,50 | 6,38 | 18,9 | 131,4 | 23004 | 23766 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 21,7 | 31434 | 2,3 | 3,50 | 7,21 | 14,5 | 127,0 | 31433 | 32235 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 21,7 | 36740 | 2,2 | 3,50 | 3,23 | 12,0 | 124,5 | 37207 | 38096 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 21,7 | 29870 | 2,4 | 3,50 | 4,45 | 15,0 | 127,5 | 30197 | 30975 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 21,7 | 28150 | 2,4 | 3,50 | 6,01 | 15,6 | 128,1 | 28243 | 29107 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 21,7 | 25461 | 2,5 | 3,50 | 7,77 | 17,6 | 130,1 | 25221 | 26177 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 21,7 | 24941 | 2,6 | 3,50 | 8,47 | 18,4 | 130,9 | 24591 | 25613 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 21,7 | 24685 | 2,6 | 3,50 | 8,27 | 18,3 | 130,8 | 24519 | 25318 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 21,7 | 32399 | 2,5 | 3,50 | 4,93 | 15,2 | 127,7 | 32032 | 33128 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 21,7 | 24220 | 2,5 | 3,50 | 8,23 | 17,4 | 129,9 | 24479 | 25193 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 21,7 | 21259 | 2,5 | 3,50 | 10,00 | 18,6 | 131,1 | 21592 | 22350 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 21,7 | 18181 | 2,2 | 3,06 | 10,00 | 16,9 | 129,4 | 18713 | 19218 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 21,7 | 13345 | 1,5 | 2,33 | 10,00 | 12,8 | 125,3 | 13912 | 14179 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 21,7 | 30321 | 2,7 | 3,50 | 5,35 | 17,8 | 130,3 | 30548 | 31209 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 21,7 | 34891 | 3,2 | 3,50 | 4,07 | 20,2 | 132,7 | 35134 | 35799 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 21,7 | 20567 | 3,0 | 3,50 | 3,98 | 21,3 | 133,8 | 20731 | 21697 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22516 | 2,8 | 3,50 | 4,73 | 19,9 | 132,4 | 22852 | 23575 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 21,7 | 24465 | 2,6 | 3,50 | 5,26 | 18,3 | 130,8 | 24934 | 25436 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 21,7 | 29662 | 2,3 | 3,50 | 8,41 | 15,4 | 127,9 | 29368 | 30480 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 21,7 | 14363 | 1,6 | 2,50 | 10,00 | 12,8 | 125,3 | 15420 | 15361 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 21,7 | 14363 | 1,6 | 2,39 | 10,00 | 13,3 | 125,8 | 14925 | 15400 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 21,7 | 12533 | 1,6 | 1,96 | 10,00 | 15,7 | 128,2 | 10204 | 13686 | 0,09 |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 21,7 | 28534 | 1,5 | 3,50 | 4,92 | 10,9 | 123,4 | 30126 | 30330 | 0,06 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 21,7 | 18431 | 1,7 | 3,00 | 10,00 | 13,8 | 126,3 | 17270 | 19912 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 21,7 | 26517 | 2,4 | 3,50 | 6,95 | 16,2 | 128,7 | 26808 | 27568 | 0,04 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 21,7 | 18623 | 2,1 | 3,15 | 10,00 | 16,2 | 128,7 | 18985 | 19813 | 0,06 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 21,7 | 15806 | 1,8 | 2,87 | 10,00 | 14,6 | 127,1 | 16289 | 16925 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 21,7 | 13632 | 1,4 | 2,11 | 10,00 | 12,9 | 125,4 | 12325 | 14646 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 21,7 | 12896 | 1,4 | 2,08 | 10,00 | 12,9 | 125,4 | 12166 | 13923 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 21,7 | 11030 | 1,4 | 1,89 | 10,00 | 12,6 | 125,1 | 11305 | 12050 | 0,09 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 21,7 | 18623 | 2,7 | 3,30 | 10,00 | 20,9 | 133,4 | 19256 | 20156 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 21,7 | 13784 | 1,6 | 2,36 | 10,00 | 14,4 | 126,9 | 12054 | 14903 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 21,7 | 24556 | 1,9 | 3,50 | 6,81 | 13,1 | 125,6 | 24958 | 26122 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 21,7 | 24556 | 1,6 | 3,50 | 7,55 | 10,8 | 123,3 | 24527 | 25857 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 21,7 | 24556 | 1,7 | 3,50 | 7,77 | 12,1 | 124,6 | 24312 | 26011 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 21,7 | 24556 | 1,8 | 3,50 | 6,77 | 12,3 | 124,8 | 25038 | 26026 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 21,7 | 24556 | 2,0 | 3,50 | 7,32 | 14,3 | 126,8 | 25046 | 26269 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 21,7 | 24556 | 2,1 | 3,50 | 7,29 | 14,8 | 127,3 | 24798 | 26328 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 21,7 | 24556 | 2,3 | 3,50 | 6,74 | 16,5 | 129,0 | 25787 | 26530 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 21,7 | 21435 | 1,9 | 3,50 | 5,66 | 14,3 | 126,8 | 21927 | 23075 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 21,7 | 22778 | 1,9 | 3,50 | 6,26 | 13,9 | 126,4 | 23403 | 24410 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 21,7 | 26206 | 1,8 | 3,50 | 7,76 | 12,6 | 125,1 | 26728 | 27746 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 21,7 | 30664 | 1,6 | 3,50 | 4,26 | 10,9 | 123,4 | 31713 | 32332 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 21,7 | 26986 | 1,8 | 3,50 | 6,00 | 12,4 | 124,9 | 27446 | 28646 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 21,7 | 20848 | 2,1 | 3,50 | 10,00 | 15,9 | 128,4 | 20891 | 22367 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 21,7 | 19618 | 2,1 | 3,09 | 10,00 | 16,3 | 128,8 | 19957 | 21030 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 21,7 | 19000 | 2,1 | 3,21 | 10,00 | 15,9 | 128,4 | 19327 | 20302 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 21,7 | 31142 | 2,1 | 3,50 | 5,02 | 13,3 | 125,8 | 31194 | 32538 | 0,04 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 21,7 | 26829 | 2,0 | 3,50 | 6,32 | 13,3 | 125,8 | 27175 | 28362 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 21,7 | 23390 | 1,9 | 3,50 | 7,90 | 13,7 | 126,2 | 23913 | 25059 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 21,7 | 22204 | 1,8 | 3,50 | 8,93 | 13,7 | 126,2 | 22326 | 23916 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 21,7 | 20999 | 1,8 | 3,50 | 10,00 | 14,1 | 126,6 | 20093 | 22792 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 21,7 | 19155 | 1,6 | 3,50 | 9,65 | 13,1 | 125,6 | 20340 | 20867 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 21,7 | 20999 | 1,7 | 3,50 | 8,39 | 12,5 | 125,0 | 22087 | 22594 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 21,7 | 22800 | 1,7 | 3,50 | 7,66 | 12,6 | 125,1 | 23722 | 24361 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 21,7 | 25929 | 2,0 | 3,50 | 6,49 | 13,8 | 126,3 | 26090 | 27543 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 21,7 | 27937 | 2,3 | 3,50 | 5,66 | 15,5 | 128,0 | 28443 | 29673 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 21,7 | 21904 | 2,0 | 3,50 | 3,73 | 14,3 | 126,8 | 22980 | 23613 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22700 | 1,9 | 3,50 | 5,13 | 14,0 | 126,5 | 22980 | 24372 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 21,7 | 23495 | 1,9 | 3,50 | 5,70 | 13,6 | 126,1 | 24033 | 25121 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 21,7 | 25617 | 1,8 | 3,50 | 7,94 | 12,6 | 125,1 | 26154 | 27129 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 21,7 | 15792 | 1,6 | 2,15 | 10,00 | 11,8 | 144,1 | 14614 | 16142 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 21,7 | 15792 | 2,4 | 2,41 | 10,00 | 17,6 | 149,9 | 15882 | 16314 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 21,7 | 15792 | 2,6 | 2,48 | 10,00 | 19,3 | 151,6 | 15164 | 16364 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 21,7 | 15792 | 3,1 | 2,58 | 10,00 | 22,8 | 155,1 | 15914 | 16468 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 21,7 | 13341 | 2,3 | 2,46 | 10,00 | 17,2 | 149,5 | 13410 | 13816 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 21,7 | 24291 | 2,1 | 3,50 | 7,48 | 13,5 | 145,8 | 24575 | 25429 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 21,7 | 18664 | 2,2 | 3,06 | 10,00 | 15,4 | 147,7 | 18650 | 19422 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 21,7 | 17336 | 2,2 | 2,87 | 10,00 | 15,6 | 147,9 | 17126 | 17966 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 21,7 | 41929 | 2,7 | 3,50 | 2,84 | 12,2 | 144,5 | 41187 | 42142 | 0,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 21,7 | 25754 | 2,6 | 3,50 | 7,72 | 16,1 | 148,4 | 25261 | 26164 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 21,7 | 19252 | 2,4 | 3,03 | 10,00 | 17,0 | 149,3 | 18339 | 19731 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 21,7 | 17885 | 2,6 | 2,89 | 10,00 | 18,3 | 150,6 | 18091 | 18411 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 21,7 | 20929 | 3,1 | 3,29 | 10,00 | 21,2 | 153,5 | 20460 | 21513 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 21,7 | 25754 | 3,8 | 3,50 | 8,05 | 25,1 | 157,4 | 25452 | 26395 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 21,7 | 14378 | 2,4 | 2,59 | 10,00 | 17,3 | 149,6 | 13793 | 14890 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 21,7 | 27014 | 2,4 | 3,50 | 6,35 | 14,8 | 147,1 | 27247 | 27682 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 21,7 | 27014 | 1,8 | 3,50 | 7,58 | 9,3 | 141,6 | 26409 | 27434 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 21,7 | 27014 | 2,0 | 3,50 | 6,85 | 10,9 | 143,2 | 26848 | 27508 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 21,7 | 27014 | 2,2 | 3,50 | 6,89 | 12,9 | 145,2 | 26800 | 27600 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 21,7 | 27014 | 2,7 | 3,50 | 7,09 | 16,7 | 149,0 | 26864 | 27769 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 21,7 | 27014 | 3,0 | 3,50 | 6,95 | 19,0 | 151,3 | 26960 | 27875 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 21,7 | 27014 | 3,5 | 3,50 | 6,49 | 22,7 | 155,0 | 27271 | 28039 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 21,7 | 16897 | 3,0 | 3,50 | 5,57 | 20,0 | 152,3 | 17078 | 17676 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 21,7 | 19790 | 2,8 | 3,50 | 6,19 | 18,2 | 150,5 | 19591 | 20540 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 2,7 | 3,50 | 6,37 | 16,9 | 149,2 | 22789 | 23542 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 21,7 | 31452 | 2,3 | 3,50 | 7,17 | 13,1 | 145,4 | 31306 | 32071 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 21,7 | 31288 | 2,3 | 3,50 | 5,02 | 12,9 | 145,2 | 31083 | 32202 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29341 | 2,4 | 3,50 | 5,67 | 13,8 | 146,1 | 29432 | 30168 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 21,7 | 26231 | 2,5 | 3,50 | 7,49 | 15,4 | 147,7 | 25883 | 26849 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 21,7 | 25628 | 2,5 | 3,50 | 7,48 | 15,8 | 148,1 | 25691 | 26199 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 21,7 | 25331 | 2,5 | 3,50 | 7,75 | 15,8 | 148,1 | 24966 | 25869 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 21,7 | 32342 | 2,5 | 3,50 | 4,92 | 13,8 | 146,1 | 31856 | 32904 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 21,7 | 24175 | 2,5 | 3,50 | 8,29 | 15,7 | 148,0 | 24232 | 24920 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 21,7 | 21218 | 2,4 | 3,50 | 9,70 | 16,0 | 148,3 | 21473 | 22014 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 21,7 | 18146 | 2,2 | 3,00 | 10,00 | 15,1 | 147,4 | 18331 | 18934 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 21,7 | 13318 | 1,5 | 1,93 | 10,00 | 11,5 | 143,8 | 12732 | 13958 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 21,7 | 30267 | 2,7 | 3,50 | 5,34 | 16,0 | 148,3 | 30333 | 30946 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 21,7 | 34831 | 3,2 | 3,50 | 4,06 | 18,0 | 150,3 | 34903 | 35522 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 21,7 | 20531 | 2,9 | 3,50 | 3,95 | 18,9 | 151,2 | 20420 | 21386 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22476 | 2,9 | 3,50 | 4,76 | 18,0 | 150,3 | 22757 | 23291 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 21,7 | 24421 | 2,6 | 3,50 | 5,29 | 16,4 | 148,7 | 24671 | 25164 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 21,7 | 29607 | 2,3 | 3,50 | 8,43 | 13,9 | 146,2 | 29185 | 30236 | 0,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 21,7 | 14357 | 1,5 | 2,39 | 10,00 | 11,6 | 143,9 | 14638 | 15129 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 21,7 | 26508 | 2,4 | 3,50 | 6,93 | 14,6 | 146,9 | 26593 | 27316 | 0,03 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 21,7 | 18617 | 2,1 | 3,08 | 10,00 | 14,4 | 146,7 | 18705 | 19519 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 21,7 | 13627 | 1,4 | 2,11 | 10,00 | 11,7 | 144,0 | 12126 | 14414 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 21,7 | 12891 | 1,4 | 2,06 | 10,00 | 11,8 | 144,1 | 11982 | 13687 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 21,7 | 11026 | 1,4 | 1,84 | 10,00 | 11,5 | 143,8 | 11065 | 11823 | 0,07 |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 21,7 | 18617 | 2,8 | 3,30 | 10,00 | 19,5 | 151,8 | 19144 | 19837 | 0,07 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 21,7 | 13779 | 1,5 | 2,25 | 10,00 | 12,7 | 145,0 | 13920 | 14622 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 21,7 | 24548 | 1,9 | 3,50 | 7,31 | 12,3 | 144,6 | 24711 | 25807 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 21,7 | 24548 | 1,6 | 3,50 | 7,55 | 9,9 | 142,2 | 24352 | 25566 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 21,7 | 24548 | 1,7 | 3,50 | 7,79 | 11,1 | 143,4 | 24065 | 25686 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 21,7 | 24548 | 1,8 | 3,50 | 6,80 | 11,2 | 143,5 | 24758 | 25697 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 21,7 | 24548 | 2,0 | 3,50 | 7,34 | 13,0 | 145,3 | 24734 | 25878 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 21,7 | 24548 | 2,1 | 3,50 | 7,28 | 13,7 | 146,0 | 24703 | 25951 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 21,7 | 24548 | 2,3 | 3,50 | 7,42 | 15,1 | 147,4 | 24878 | 26085 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 21,7 | 21470 | 2,0 | 3,50 | 5,47 | 13,3 | 145,6 | 22079 | 22777 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 2,0 | 3,50 | 6,23 | 12,7 | 145,0 | 23068 | 24086 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 21,7 | 26231 | 1,8 | 3,50 | 7,90 | 11,7 | 144,0 | 26361 | 27444 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29608 | 1,8 | 3,50 | 4,92 | 10,8 | 143,1 | 30397 | 30971 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 21,7 | 22726 | 2,0 | 3,50 | 8,09 | 13,0 | 145,3 | 23195 | 23924 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 21,7 | 21325 | 2,1 | 3,50 | 9,32 | 13,9 | 146,2 | 21648 | 22493 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 21,7 | 20619 | 2,1 | 3,50 | 10,00 | 14,4 | 146,7 | 20747 | 21769 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 21,7 | 31132 | 2,1 | 3,50 | 5,02 | 12,1 | 144,4 | 30923 | 32222 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 21,7 | 26820 | 2,0 | 3,50 | 6,51 | 12,3 | 144,6 | 26768 | 28026 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 21,7 | 23382 | 1,8 | 3,50 | 8,34 | 12,4 | 144,7 | 23060 | 24676 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 21,7 | 22197 | 1,8 | 3,50 | 8,84 | 12,5 | 144,8 | 22079 | 23523 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 21,7 | 20992 | 1,8 | 3,50 | 10,00 | 13,0 | 145,3 | 19718 | 22397 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 21,7 | 19148 | 1,7 | 3,50 | 9,92 | 12,1 | 144,4 | 20021 | 20501 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 21,7 | 20992 | 1,8 | 3,50 | 10,00 | 13,2 | 145,5 | 20986 | 22417 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 21,7 | 22792 | 1,7 | 3,50 | 7,86 | 11,7 | 144,0 | 23323 | 24020 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 21,7 | 25921 | 2,0 | 3,50 | 6,53 | 12,6 | 144,9 | 25771 | 27179 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 21,7 | 27927 | 2,3 | 3,50 | 5,55 | 14,0 | 146,3 | 28148 | 29274 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 21,7 | 21897 | 2,0 | 3,50 | 4,05 | 13,3 | 145,6 | 22087 | 23255 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22692 | 1,9 | 3,50 | 5,45 | 12,8 | 145,1 | 22677 | 24000 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 21,7 | 23487 | 2,0 | 3,50 | 6,06 | 12,8 | 145,1 | 23722 | 24797 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 21,7 | 25608 | 1,9 | 3,50 | 9,60 | 12,7 | 145,0 | 25253 | 26910 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 21,7 | 15842 | 1,7 | 2,54 | 10,00 | 8,6 | 160,6 | 16616 | 16065 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 21,7 | 15842 | 2,4 | 2,33 | 10,00 | 12,3 | 164,3 | 15555 | 16159 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 21,7 | 15842 | 2,6 | 2,47 | 10,00 | 13,5 | 165,5 | 14941 | 16190 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 21,7 | 15842 | 3,2 | 2,57 | 10,00 | 15,7 | 167,7 | 15651 | 16247 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 21,7 | 25974 | 2,0 | 3,50 | 6,91 | 9,3 | 161,3 | 25572 | 26733 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 21,7 | 19668 | 2,3 | 3,15 | 10,00 | 11,1 | 163,1 | 19431 | 20207 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 21,7 | 18166 | 2,2 | 2,92 | 10,00 | 11,0 | 163,0 | 17964 | 18605 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 21,7 | 16746 | 2,2 | 2,75 | 10,00 | 11,1 | 163,1 | 16584 | 17094 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 21,7 | 42030 | 2,7 | 3,50 | 2,84 | 8,9 | 160,9 | 41187 | 42166 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 21,7 | 25829 | 2,6 | 3,50 | 8,21 | 11,7 | 163,7 | 25149 | 26090 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 21,7 | 19311 | 2,4 | 3,01 | 10,00 | 12,0 | 164,0 | 18195 | 19607 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 21,7 | 17940 | 2,6 | 2,87 | 10,00 | 12,8 | 164,8 | 17948 | 18263 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 21,7 | 20993 | 3,1 | 3,25 | 10,00 | 14,6 | 166,6 | 20276 | 21344 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 21,7 | 25830 | 3,8 | 3,50 | 10,00 | 16,8 | 168,8 | 25229 | 26203 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 21,7 | 14423 | 2,3 | 2,57 | 10,00 | 12,2 | 164,2 | 13673 | 14738 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 21,7 | 27041 | 2,5 | 3,50 | 6,98 | 10,9 | 162,9 | 26952 | 27473 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 21,7 | 27041 | 1,8 | 3,50 | 7,65 | 6,9 | 159,0 | 26282 | 27316 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 21,7 | 27041 | 2,0 | 3,50 | 6,85 | 8,1 | 160,1 | 26744 | 27360 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 21,7 | 27041 | 2,2 | 3,50 | 6,90 | 9,4 | 161,5 | 26617 | 27415 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 21,7 | 27041 | 2,7 | 3,50 | 6,92 | 11,9 | 163,9 | 26680 | 27510 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 21,7 | 27041 | 3,0 | 3,50 | 6,93 | 13,3 | 165,3 | 26656 | 27568 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 21,7 | 27041 | 3,6 | 3,50 | 7,03 | 15,8 | 167,8 | 26983 | 27665 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 21,7 | 16892 | 3,0 | 3,50 | 5,83 | 14,1 | 166,1 | 16815 | 17371 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 21,7 | 19772 | 2,8 | 3,50 | 6,16 | 12,8 | 164,8 | 19304 | 20233 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22821 | 2,6 | 3,50 | 6,65 | 12,1 | 164,1 | 22414 | 23277 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 21,7 | 31483 | 2,3 | 3,50 | 7,19 | 9,6 | 161,6 | 31122 | 31877 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 21,7 | 32698 | 2,3 | 3,50 | 4,54 | 9,2 | 161,2 | 32470 | 33333 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 21,7 | 30528 | 2,4 | 3,50 | 5,46 | 9,8 | 161,8 | 30213 | 31100 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 21,7 | 28415 | 2,4 | 3,50 | 6,46 | 10,4 | 162,4 | 27980 | 28908 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 21,7 | 26365 | 2,5 | 3,50 | 7,49 | 11,0 | 163,0 | 25755 | 26758 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 21,7 | 26020 | 2,5 | 3,50 | 7,49 | 11,3 | 163,3 | 25747 | 26399 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 21,7 | 32373 | 2,5 | 3,50 | 4,95 | 10,0 | 162,0 | 31665 | 32730 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 21,7 | 24199 | 2,5 | 3,50 | 8,27 | 11,2 | 163,2 | 23977 | 24666 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 21,7 | 21241 | 2,5 | 3,50 | 10,00 | 12,0 | 164,0 | 21002 | 21764 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 21,7 | 18165 | 2,2 | 2,97 | 10,00 | 10,9 | 162,9 | 18099 | 18660 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 21,7 | 13332 | 1,5 | 1,97 | 10,00 | 8,5 | 160,5 | 12453 | 13746 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 21,7 | 30297 | 2,7 | 3,50 | 5,33 | 11,4 | 163,4 | 30118 | 30721 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 21,7 | 34864 | 3,2 | 3,50 | 4,06 | 12,7 | 164,7 | 34671 | 35290 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 21,7 | 20551 | 2,9 | 3,50 | 3,88 | 13,2 | 165,2 | 20133 | 21074 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22498 | 2,9 | 3,50 | 4,85 | 12,8 | 164,8 | 22414 | 23002 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 21,7 | 24445 | 2,6 | 3,50 | 5,25 | 11,7 | 163,7 | 24447 | 24906 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 21,7 | 29637 | 2,3 | 3,50 | 8,43 | 10,1 | 162,1 | 28993 | 30036 | 0,01 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 21,7 | 14331 | 1,5 | 2,35 | 10,00 | 8,4 | 160,4 | 14391 | 14817 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 21,7 | 22584 | 1,8 | 3,50 | 8,41 | 8,9 | 160,9 | 22525 | 23480 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 21,7 | 26462 | 2,4 | 3,50 | 6,92 | 10,6 | 162,6 | 26306 | 26973 | 0,02 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 21,7 | 18583 | 2,1 | 3,08 | 10,00 | 10,5 | 162,5 | 18307 | 19154 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 21,7 | 13602 | 1,4 | 2,10 | 10,00 | 8,7 | 160,7 | 11831 | 14109 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 21,7 | 12867 | 1,4 | 2,05 | 10,00 | 8,5 | 160,5 | 11257 | 13367 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 21,7 | 18583 | 2,7 | 3,10 | 10,00 | 13,2 | 165,2 | 18331 | 19300 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 21,7 | 24527 | 1,9 | 3,50 | 7,43 | 9,1 | 161,1 | 24264 | 25344 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 21,7 | 24527 | 1,6 | 3,50 | 7,59 | 7,4 | 159,5 | 24081 | 25194 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 21,7 | 24527 | 1,7 | 3,50 | 7,90 | 8,3 | 160,3 | 23634 | 25268 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 21,7 | 24527 | 1,8 | 3,50 | 7,45 | 8,7 | 160,7 | 24328 | 25302 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 21,7 | 24527 | 2,0 | 3,50 | 7,58 | 9,5 | 161,5 | 23985 | 25373 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 21,7 | 24527 | 2,1 | 3,50 | 8,02 | 10,2 | 162,2 | 23913 | 25438 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 21,7 | 24527 | 2,3 | 3,50 | 7,84 | 11,1 | 163,1 | 24065 | 25516 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 21,7 | 21456 | 2,0 | 3,50 | 5,72 | 9,9 | 161,9 | 21369 | 22308 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22789 | 2,0 | 3,50 | 6,51 | 9,7 | 161,7 | 22621 | 23636 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 21,7 | 26223 | 1,9 | 3,50 | 8,07 | 8,8 | 160,8 | 26481 | 27022 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 21,7 | 32060 | 1,7 | 3,50 | 4,11 | 7,6 | 159,6 | 32741 | 32963 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 21,7 | 27586 | 1,7 | 3,50 | 6,00 | 8,2 | 160,2 | 26928 | 28431 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 21,7 | 22981 | 2,0 | 3,50 | 8,56 | 9,8 | 161,8 | 22797 | 23786 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 21,7 | 22183 | 2,1 | 3,50 | 9,33 | 10,1 | 162,1 | 21895 | 22973 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 21,7 | 31107 | 2,2 | 3,50 | 5,03 | 9,1 | 161,1 | 30883 | 31825 | 0,02 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 21,7 | 26798 | 2,0 | 3,50 | 6,45 | 9,1 | 161,1 | 26385 | 27576 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 21,7 | 23362 | 1,8 | 3,50 | 8,46 | 9,2 | 161,2 | 22645 | 24197 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 21,7 | 22178 | 1,9 | 3,50 | 9,73 | 9,6 | 161,6 | 21497 | 23070 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 21,7 | 20974 | 1,7 | 3,33 | 10,00 | 9,2 | 161,2 | 19335 | 21848 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 21,7 | 19131 | 1,6 | 3,37 | 10,00 | 9,0 | 161,0 | 19176 | 20008 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 21,7 | 20974 | 1,7 | 3,39 | 10,00 | 9,3 | 161,3 | 20420 | 21854 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 21,7 | 25899 | 2,1 | 3,50 | 6,75 | 9,7 | 161,7 | 25763 | 26741 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 21,7 | 27904 | 2,4 | 3,50 | 6,11 | 10,5 | 162,5 | 27598 | 28788 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 21,7 | 21879 | 2,1 | 3,50 | 4,58 | 10,2 | 162,2 | 21624 | 22787 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22673 | 1,9 | 3,50 | 5,15 | 9,4 | 161,4 | 22653 | 23511 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 21,7 | 23467 | 2,0 | 3,50 | 6,05 | 9,4 | 161,4 | 23291 | 24310 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 21,7 | 25586 | 1,9 | 3,50 | 9,72 | 9,4 | 161,5 | 24758 | 26430 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 38,7 | 15800 | 7,1 | 2,70 | 10,00 | 17,8 | 110,5 | 16443 | 16549 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 38,7 | 15800 | 5,2 | 2,50 | 10,00 | 12,5 | 105,2 | 16201 | 16327 | 0,03 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 38,7 | 15800 | 7,6 | 2,64 | 10,00 | 19,4 | 112,1 | 16329 | 16618 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 38,7 | 15800 | 8,3 | 2,46 | 10,00 | 21,7 | 114,4 | 16073 | 16716 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 38,7 | 15800 | 10,0 | 2,77 | 10,00 | 27,4 | 120,1 | 16671 | 16954 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 38,7 | 11566 | 8,0 | 2,97 | 10,00 | 21,2 | 113,9 | 12225 | 12353 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 38,7 | 20806 | 7,0 | 3,50 | 9,38 | 16,5 | 109,2 | 21488 | 22288 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 38,7 | 16672 | 7,2 | 2,86 | 10,00 | 17,8 | 110,5 | 17384 | 17577 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 38,7 | 41945 | 8,6 | 3,50 | 2,65 | 13,5 | 106,2 | 41780 | 42280 | 0,01 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 38,7 | 25766 | 8,1 | 3,50 | 7,25 | 18,0 | 110,7 | 26019 | 26420 | 0,03 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 38,7 | 19261 | 7,9 | 3,12 | 10,00 | 19,3 | 112,0 | 19635 | 20037 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 38,7 | 17893 | 8,3 | 2,97 | 10,00 | 20,9 | 113,6 | 18367 | 18752 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 38,7 | 20939 | 10,0 | 3,50 | 9,87 | 25,2 | 117,9 | 21530 | 21929 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 38,7 | 25766 | 11,9 | 3,50 | 7,25 | 30,0 | 122,7 | 26390 | 26853 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 38,7 | 13325 | 8,0 | 2,81 | 10,00 | 21,5 | 114,2 | 13394 | 14230 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 38,7 | 27036 | 7,8 | 3,50 | 6,50 | 16,5 | 109,2 | 27672 | 28101 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 38,7 | 27036 | 5,4 | 3,50 | 6,80 | 9,4 | 102,1 | 27202 | 27644 | 0,02 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 38,7 | 27036 | 6,3 | 3,50 | 7,16 | 12,3 | 105,0 | 27387 | 27830 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 38,7 | 27036 | 7,0 | 3,50 | 6,54 | 14,1 | 106,8 | 27501 | 27944 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 38,7 | 27036 | 8,4 | 3,50 | 6,37 | 18,4 | 111,1 | 27729 | 28221 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 38,7 | 27036 | 9,4 | 3,50 | 6,23 | 21,3 | 114,0 | 27815 | 28403 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 38,7 | 27036 | 11,1 | 3,50 | 6,36 | 26,3 | 119,0 | 28028 | 28720 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 38,7 | 16915 | 9,2 | 3,50 | 5,41 | 22,3 | 115,0 | 17555 | 18153 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 38,7 | 19765 | 8,6 | 3,50 | 5,82 | 20,3 | 113,0 | 20162 | 20950 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 38,7 | 22801 | 8,2 | 3,50 | 6,12 | 18,6 | 111,3 | 23240 | 23942 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 38,7 | 31508 | 7,2 | 3,50 | 6,65 | 14,2 | 106,9 | 32004 | 32457 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 38,7 | 34322 | 6,9 | 3,50 | 3,46 | 12,4 | 105,1 | 34968 | 35840 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 38,7 | 28347 | 7,6 | 3,50 | 5,68 | 15,5 | 108,2 | 29054 | 29528 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 38,7 | 26895 | 7,8 | 3,50 | 6,51 | 16,6 | 109,3 | 27558 | 27942 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 38,7 | 24620 | 8,1 | 3,50 | 7,96 | 18,1 | 110,8 | 24694 | 25372 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 38,7 | 24185 | 8,3 | 3,50 | 8,31 | 18,8 | 111,5 | 24494 | 24882 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 38,7 | 23971 | 8,2 | 3,50 | 8,29 | 18,7 | 111,4 | 24110 | 24625 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 38,7 | 32367 | 8,0 | 3,50 | 4,66 | 15,3 | 108,0 | 32831 | 33256 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 38,7 | 24195 | 7,6 | 3,50 | 7,62 | 16,9 | 109,6 | 24779 | 25340 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 38,7 | 21237 | 7,6 | 3,50 | 9,42 | 17,7 | 110,4 | 21830 | 22491 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 38,7 | 18162 | 6,8 | 3,00 | 10,00 | 16,8 | 109,5 | 18737 | 19409 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 38,7 | 13330 | 4,9 | 2,34 | 10,00 | 12,7 | 105,4 | 14078 | 14334 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 38,7 | 30291 | 8,6 | 3,50 | 5,19 | 17,8 | 110,5 | 30893 | 31369 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 38,7 | 34858 | 10,0 | 3,50 | 3,90 | 20,3 | 113,0 | 35438 | 35963 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 38,7 | 20547 | 9,4 | 3,50 | 3,46 | 21,4 | 114,1 | 21374 | 21921 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 38,7 | 22494 | 8,7 | 3,50 | 4,37 | 19,6 | 112,3 | 23155 | 23754 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 38,7 | 24440 | 8,2 | 3,50 | 5,21 | 18,1 | 110,8 | 25036 | 25603 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 38,7 | 29632 | 7,3 | 3,50 | 7,53 | 14,9 | 107,6 | 30194 | 30595 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 38,7 | 14305 | 4,8 | 2,39 | 10,00 | 12,6 | 105,3 | 14790 | 15490 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 38,7 | 25024 | 5,0 | 3,50 | 6,15 | 11,3 | 104,0 | 26247 | 27046 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 38,7 | 26420 | 7,4 | 3,50 | 6,49 | 15,8 | 108,5 | 27002 | 27656 | 0,05 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 38,7 | 18551 | 6,7 | 3,17 | 10,00 | 16,3 | 109,0 | 19293 | 19993 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 38,7 | 15744 | 5,8 | 2,85 | 10,00 | 14,5 | 107,2 | 16657 | 17085 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 38,7 | 12105 | 4,4 | 2,12 | 10,00 | 12,4 | 105,1 | 11826 | 13301 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 38,7 | 13212 | 4,7 | 2,35 | 10,00 | 12,6 | 105,3 | 13650 | 14415 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 38,7 | 16454 | 7,1 | 3,04 | 10,00 | 17,8 | 110,5 | 17797 | 18079 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 38,7 | 18551 | 8,7 | 3,39 | 10,00 | 21,6 | 114,3 | 19692 | 20462 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 38,7 | 24557 | 5,9 | 3,50 | 6,62 | 13,0 | 105,7 | 25663 | 26445 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 38,7 | 24557 | 5,0 | 3,50 | 6,88 | 10,2 | 102,9 | 25321 | 26041 | 0,06 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 38,7 | 24557 | 5,4 | 3,50 | 7,03 | 11,5 | 104,2 | 25349 | 26231 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 38,7 | 24557 | 5,7 | 3,50 | 7,13 | 12,4 | 105,1 | 25292 | 26355 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 38,7 | 24557 | 6,2 | 3,62 | 6,83 | 13,7 | 106,4 | 25634 | 26547 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 38,7 | 24557 | 6,6 | 3,50 | 6,88 | 14,7 | 107,4 | 25577 | 26686 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 38,7 | 24557 | 7,1 | 3,50 | 6,60 | 16,0 | 108,7 | 25706 | 26871 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 38,7 | 21444 | 6,3 | 3,50 | 5,11 | 14,3 | 107,0 | 22656 | 23435 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 38,7 | 22801 | 5,9 | 3,50 | 5,97 | 13,3 | 106,0 | 23483 | 24688 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 38,7 | 26184 | 5,8 | 3,50 | 7,72 | 12,4 | 105,1 | 26945 | 28005 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 38,7 | 27445 | 5,6 | 3,50 | 5,21 | 11,6 | 104,3 | 28712 | 29361 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 38,7 | 24196 | 5,9 | 3,50 | 6,78 | 13,0 | 105,7 | 25150 | 26049 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 38,7 | 18902 | 6,5 | 2,98 | 10,00 | 16,1 | 108,8 | 19635 | 20487 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 38,7 | 17857 | 6,4 | 3,07 | 10,00 | 15,7 | 108,4 | 18509 | 19261 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 38,7 | 17333 | 6,4 | 2,98 | 10,00 | 15,7 | 108,4 | 18039 | 18659 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 38,7 | 31142 | 6,8 | 3,50 | 4,50 | 13,0 | 105,7 | 32047 | 32799 | 0,05 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 38,7 | 26830 | 6,2 | 3,50 | 5,62 | 12,9 | 105,6 | 27843 | 28625 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 38,7 | 23391 | 5,8 | 3,50 | 7,18 | 12,9 | 105,6 | 24452 | 25295 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 38,7 | 22205 | 5,5 | 3,50 | 7,94 | 12,9 | 105,6 | 23041 | 24145 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 38,7 | 19156 | 5,1 | 3,50 | 9,13 | 12,4 | 105,1 | 20604 | 21125 | 0,10 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 38,7 | 21000 | 5,3 | 3,50 | 8,47 | 12,4 | 105,1 | 22257 | 22916 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 38,7 | 22800 | 5,6 | 3,50 | 7,32 | 12,5 | 105,2 | 24224 | 24673 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 38,7 | 25930 | 6,5 | 3,50 | 5,99 | 13,9 | 106,6 | 27173 | 27895 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 38,7 | 27937 | 7,4 | 3,50 | 5,12 | 15,5 | 108,2 | 29282 | 30036 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 38,7 | 21905 | 6,0 | 3,50 | 3,90 | 13,6 | 106,3 | 22898 | 23881 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 38,7 | 22700 | 6,0 | 3,50 | 4,72 | 13,5 | 106,2 | 23668 | 24650 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 38,7 | 23496 | 5,9 | 3,50 | 5,75 | 13,2 | 105,9 | 24224 | 25405 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 38,7 | 25617 | 5,9 | 3,50 | 8,06 | 12,8 | 105,5 | 26589 | 27470 | 0,07 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 38,7 | 15830 | 7,1 | 2,69 | 10,00 | 17,4 | 129,9 | 16358 | 16435 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 38,7 | 15830 | 5,2 | 2,49 | 10,00 | 12,2 | 124,7 | 16115 | 16255 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 38,7 | 15830 | 7,5 | 2,56 | 10,00 | 18,6 | 131,1 | 16073 | 16478 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 38,7 | 15830 | 8,2 | 2,41 | 10,00 | 20,9 | 133,4 | 15731 | 16557 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 38,7 | 15830 | 10,0 | 2,72 | 10,00 | 26,3 | 138,8 | 16472 | 16743 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 38,7 | 13334 | 7,2 | 2,51 | 10,00 | 18,5 | 131,0 | 13294 | 13935 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 38,7 | 22591 | 6,9 | 3,50 | 8,40 | 15,2 | 127,7 | 23084 | 23913 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 38,7 | 17695 | 7,1 | 2,96 | 10,00 | 17,0 | 129,5 | 18039 | 18545 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 38,7 | 16551 | 7,2 | 2,86 | 10,00 | 17,5 | 130,0 | 16970 | 17264 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 38,7 | 42006 | 8,6 | 3,50 | 2,65 | 13,1 | 125,6 | 41765 | 42275 | 0,01 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 38,7 | 25811 | 8,3 | 3,50 | 7,53 | 17,7 | 130,2 | 25919 | 26343 | 0,02 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 38,7 | 19296 | 7,9 | 3,09 | 10,00 | 18,7 | 131,2 | 19478 | 19919 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 38,7 | 17927 | 8,3 | 2,95 | 10,00 | 20,3 | 132,8 | 18210 | 18612 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 38,7 | 20977 | 10,0 | 3,50 | 9,89 | 24,3 | 136,8 | 21331 | 21764 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 38,7 | 25811 | 12,0 | 3,54 | 7,27 | 28,8 | 141,3 | 26247 | 26674 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 38,7 | 13349 | 8,3 | 3,05 | 10,00 | 21,1 | 133,6 | 13479 | 14083 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [%o] | ϵ_s [%o] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 38,7 | 27064 | 7,8 | 3,50 | 6,50 | 16,1 | 128,6 | 27515 | 27922 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 38,7 | 27064 | 5,4 | 3,50 | 6,82 | 9,2 | 121,7 | 27131 | 27556 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 38,7 | 27064 | 6,3 | 3,50 | 7,17 | 12,0 | 124,5 | 27287 | 27705 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 38,7 | 27064 | 6,9 | 3,50 | 6,54 | 13,7 | 126,2 | 27387 | 27796 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 38,7 | 27064 | 8,4 | 3,50 | 6,44 | 18,0 | 130,5 | 27487 | 28019 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 38,7 | 27064 | 9,5 | 3,50 | 6,61 | 20,9 | 133,4 | 27515 | 28175 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 38,7 | 27064 | 11,0 | 3,50 | 6,40 | 25,4 | 137,9 | 27658 | 28408 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 38,7 | 16887 | 9,1 | 3,50 | 5,33 | 21,5 | 134,0 | 17469 | 17869 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 38,7 | 19776 | 8,7 | 3,50 | 6,05 | 19,9 | 132,4 | 19949 | 20739 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 38,7 | 22808 | 8,2 | 3,50 | 6,14 | 18,1 | 130,6 | 23027 | 23724 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 38,7 | 31434 | 7,3 | 3,50 | 7,00 | 14,1 | 126,6 | 31748 | 32215 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 38,7 | 36740 | 6,8 | 3,50 | 2,87 | 11,4 | 123,9 | 37277 | 38035 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 38,7 | 29870 | 7,4 | 3,50 | 5,15 | 14,3 | 126,8 | 30209 | 30925 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 38,7 | 28150 | 7,6 | 3,50 | 5,66 | 15,2 | 127,7 | 28698 | 29084 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 38,7 | 25461 | 7,9 | 3,50 | 7,28 | 17,0 | 129,5 | 25663 | 26155 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 38,7 | 24941 | 8,1 | 3,50 | 7,63 | 17,5 | 130,0 | 25221 | 25582 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 38,7 | 24685 | 8,2 | 3,50 | 8,25 | 17,9 | 130,4 | 24580 | 25302 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 38,7 | 32399 | 8,0 | 3,50 | 4,65 | 15,0 | 127,5 | 32702 | 33115 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 38,7 | 24220 | 7,7 | 3,50 | 8,06 | 16,8 | 129,3 | 24509 | 25162 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 38,7 | 21259 | 7,6 | 3,50 | 9,43 | 17,2 | 129,7 | 21630 | 22268 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 38,7 | 18181 | 6,9 | 3,02 | 10,00 | 16,4 | 128,9 | 18652 | 19188 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 38,7 | 13345 | 4,8 | 2,34 | 10,00 | 12,4 | 124,9 | 13892 | 14158 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 38,7 | 30321 | 8,6 | 3,50 | 5,17 | 17,3 | 129,8 | 30736 | 31188 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 38,7 | 34891 | 10,0 | 3,50 | 3,93 | 19,7 | 132,2 | 35239 | 35779 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 38,7 | 20567 | 9,5 | 3,50 | 3,66 | 21,2 | 133,7 | 21188 | 21691 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 38,7 | 22516 | 8,8 | 3,50 | 4,58 | 19,3 | 131,8 | 22927 | 23542 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 38,7 | 24465 | 8,4 | 3,50 | 5,44 | 17,8 | 130,3 | 24822 | 25413 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 38,7 | 29662 | 7,3 | 3,50 | 7,53 | 14,6 | 127,1 | 30052 | 30440 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 38,7 | 14363 | 4,8 | 2,38 | 10,00 | 12,3 | 124,8 | 15018 | 15325 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 38,7 | 28534 | 6,3 | 3,50 | 4,46 | 10,1 | 122,6 | 30180 | 30205 | 0,06 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 38,7 | 26517 | 7,5 | 3,50 | 6,82 | 15,7 | 128,2 | 26831 | 27533 | 0,04 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 38,7 | 18623 | 6,6 | 3,12 | 10,00 | 15,7 | 128,2 | 19136 | 19778 | 0,06 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 38,7 | 15806 | 5,7 | 2,79 | 10,00 | 14,0 | 126,5 | 16429 | 16878 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 38,7 | 12896 | 4,5 | 2,18 | 10,00 | 12,3 | 124,8 | 12425 | 13875 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 38,7 | 12154 | 4,4 | 2,11 | 10,00 | 12,1 | 124,6 | 11612 | 13127 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 38,7 | 13265 | 4,7 | 2,34 | 10,00 | 12,4 | 124,9 | 13465 | 14243 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 38,7 | 16519 | 6,8 | 2,95 | 10,00 | 16,7 | 129,2 | 17198 | 17780 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 38,7 | 18623 | 8,9 | 3,37 | 10,00 | 21,6 | 134,1 | 19564 | 20207 | 0,09 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 38,7 | 24556 | 6,1 | 3,50 | 6,96 | 13,1 | 125,6 | 25335 | 26127 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 38,7 | 24556 | 5,0 | 3,50 | 6,91 | 10,0 | 122,5 | 25136 | 25764 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 38,7 | 24556 | 5,4 | 3,50 | 7,27 | 11,5 | 124,0 | 24893 | 25933 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 38,7 | 24556 | 5,7 | 3,50 | 7,00 | 12,1 | 124,6 | 25121 | 26010 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 38,7 | 24556 | 6,3 | 3,50 | 6,89 | 13,7 | 126,2 | 25378 | 26200 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 38,7 | 24556 | 6,5 | 3,50 | 6,87 | 14,3 | 126,8 | 25107 | 26269 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 38,7 | 24556 | 7,2 | 3,50 | 6,76 | 16,0 | 128,5 | 25364 | 26465 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 38,7 | 21435 | 6,0 | 3,50 | 5,77 | 13,8 | 126,3 | 21972 | 23022 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 38,7 | 22778 | 5,9 | 3,50 | 6,11 | 13,1 | 125,6 | 23126 | 24317 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 38,7 | 26206 | 5,9 | 3,50 | 8,11 | 12,5 | 125,0 | 26646 | 27724 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 38,7 | 30664 | 5,4 | 3,50 | 4,09 | 10,6 | 123,1 | 31890 | 32287 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 38,7 | 26986 | 5,6 | 3,50 | 5,41 | 11,7 | 124,2 | 27786 | 28553 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 38,7 | 20848 | 6,5 | 3,50 | 9,65 | 15,1 | 127,6 | 21317 | 22290 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 38,7 | 19618 | 6,5 | 3,37 | 10,00 | 15,8 | 128,3 | 19065 | 20986 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 38,7 | 19000 | 6,5 | 2,93 | 10,00 | 15,8 | 128,3 | 19507 | 20298 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 38,7 | 31142 | 6,7 | 3,50 | 4,70 | 12,8 | 125,3 | 31420 | 32485 | 0,04 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 38,7 | 26829 | 6,2 | 3,50 | 5,64 | 12,7 | 125,2 | 27558 | 28292 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 38,7 | 23390 | 5,8 | 3,50 | 7,36 | 12,8 | 125,3 | 24067 | 24950 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 38,7 | 22204 | 5,9 | 3,50 | 9,14 | 13,8 | 126,3 | 22770 | 23920 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 38,7 | 20999 | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 38,7 | 19155 | 5,2 | 3,50 | 9,64 | 12,6 | 125,1 | 20219 | 20810 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 38,7 | 20999 | 5,3 | 3,50 | 8,74 | 12,4 | 124,9 | 21801 | 22577 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 38,7 | 22800 | 5,6 | 3,50 | 7,61 | 12,4 | 124,9 | 23753 | 24338 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 38,7 | 25929 | 6,5 | 3,50 | 6,20 | 13,8 | 126,3 | 26760 | 27539 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 38,7 | 27937 | 7,4 | 3,50 | 5,34 | 15,3 | 127,8 | 28798 | 29651 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 38,7 | 21904 | 5,8 | 3,50 | 3,90 | 13,1 | 125,6 | 22400 | 23472 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 38,7 | 22700 | 6,0 | 3,50 | 4,95 | 13,4 | 125,9 | 23183 | 24302 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 38,7 | 23495 | 5,9 | 3,50 | 5,76 | 13,0 | 125,5 | 23910 | 25051 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 38,7 | 25617 | 5,9 | 3,50 | 7,94 | 12,6 | 125,1 | 26575 | 27122 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 38,7 | 15792 | 5,1 | 2,33 | 10,00 | 11,1 | 143,4 | 15688 | 16122 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 38,7 | 15792 | 7,7 | 2,62 | 10,00 | 16,9 | 149,2 | 16144 | 16294 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 38,7 | 15792 | 8,5 | 2,46 | 10,00 | 19,2 | 151,5 | 15987 | 16360 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 38,7 | 15792 | 10,1 | 2,67 | 10,00 | 22,8 | 155,1 | 16172 | 16466 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 38,7 | 13341 | 7,2 | 2,50 | 10,00 | 16,5 | 148,8 | 13151 | 13797 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 38,7 | 24291 | 6,6 | 3,50 | 7,39 | 12,9 | 145,2 | 24437 | 25379 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 38,7 | 18664 | 7,1 | 3,04 | 10,00 | 15,1 | 147,4 | 18552 | 19408 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 38,7 | 17336 | 7,0 | 2,84 | 10,00 | 15,1 | 147,4 | 17512 | 17946 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 38,7 | 41929 | 8,6 | 3,50 | 2,65 | 11,9 | 144,2 | 41680 | 42138 | 0,00 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 38,7 | 25754 | 8,3 | 3,50 | 7,54 | 15,8 | 148,1 | 25777 | 26159 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 38,7 | 19252 | 7,9 | 3,07 | 10,00 | 16,7 | 149,0 | 19293 | 19724 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 38,7 | 17885 | 8,3 | 2,90 | 10,00 | 18,0 | 150,3 | 18068 | 18402 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 38,7 | 20929 | 10,1 | 3,50 | 10,00 | 21,5 | 153,8 | 21103 | 21521 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 38,7 | 25754 | 12,1 | 3,50 | 7,51 | 24,9 | 157,2 | 25976 | 26389 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 38,7 | 12258 | 9,3 | 3,50 | 9,90 | 20,9 | 153,2 | 12353 | 12877 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 38,7 | 27014 | 7,8 | 3,50 | 6,81 | 14,7 | 147,0 | 27074 | 27678 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 38,7 | 27014 | 5,4 | 3,50 | 6,85 | 8,5 | 140,8 | 27017 | 27399 | 0,01 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 38,7 | 27014 | 6,3 | 3,50 | 7,21 | 11,0 | 143,3 | 27131 | 27512 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 38,7 | 27014 | 7,0 | 3,50 | 6,83 | 12,7 | 145,0 | 27216 | 27590 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 38,7 | 27014 | 8,5 | 3,50 | 6,73 | 16,3 | 148,6 | 27230 | 27753 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 38,7 | 27014 | 9,5 | 3,50 | 6,56 | 18,6 | 150,9 | 27230 | 27855 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 38,7 | 27014 | 11,2 | 3,50 | 6,74 | 22,5 | 154,8 | 27330 | 28031 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 38,7 | 16897 | 9,3 | 3,50 | 5,57 | 19,3 | 151,6 | 17070 | 17649 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 38,7 | 19790 | 8,7 | 3,50 | 6,05 | 17,7 | 150,0 | 19735 | 20520 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 38,7 | 22812 | 8,3 | 3,50 | 6,38 | 16,4 | 148,7 | 22827 | 23522 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 38,7 | 31452 | 7,3 | 3,50 | 7,04 | 12,8 | 145,1 | 31591 | 32058 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 38,7 | 31288 | 7,2 | 3,50 | 4,81 | 12,5 | 144,8 | 31306 | 32179 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 38,7 | 29341 | 7,4 | 3,50 | 6,64 | 13,7 | 146,0 | 28427 | 30161 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 38,7 | 26231 | 7,9 | 3,50 | 7,05 | 15,0 | 147,3 | 26318 | 26833 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 38,7 | 25628 | 7,9 | 3,50 | 7,28 | 15,2 | 147,5 | 25677 | 26178 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 38,7 | 25331 | 8,0 | 3,50 | 7,60 | 15,4 | 147,7 | 25250 | 25858 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 38,7 | 32342 | 7,9 | 3,50 | 4,62 | 13,4 | 145,7 | 32360 | 32890 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 38,7 | 24175 | 7,7 | 3,50 | 8,05 | 15,2 | 147,5 | 24295 | 24895 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 38,7 | 21218 | 7,7 | 3,50 | 9,94 | 15,8 | 148,1 | 21331 | 22007 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 38,7 | 18146 | 6,8 | 3,01 | 10,00 | 14,7 | 147,0 | 18011 | 18909 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 38,7 | 13318 | 4,7 | 2,24 | 10,00 | 11,1 | 143,4 | 13607 | 13932 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 38,7 | 30267 | 8,6 | 3,50 | 5,39 | 15,7 | 148,0 | 30337 | 30934 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 38,7 | 34831 | 10,1 | 3,50 | 4,11 | 17,7 | 150,0 | 35011 | 35514 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 38,7 | 20531 | 9,5 | 3,50 | 3,73 | 18,7 | 151,0 | 20747 | 21377 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 38,7 | 22476 | 8,8 | 3,50 | 4,71 | 17,2 | 149,5 | 22485 | 23253 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 38,7 | 24421 | 8,4 | 3,50 | 5,52 | 16,0 | 148,3 | 24551 | 25147 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 38,7 | 29607 | 7,4 | 3,50 | 7,86 | 13,4 | 145,7 | 29867 | 30217 | 0,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 38,7 | 14357 | 4,8 | 2,38 | 10,00 | 11,3 | 143,6 | 14405 | 15107 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 38,7 | 31747 | 6,3 | 3,50 | 3,36 | 8,8 | 141,1 | 33657 | 33087 | 0,04 |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 38,7 | 26508 | 7,6 | 3,50 | 6,87 | 14,3 | 146,6 | 26774 | 27299 | 0,03 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 38,7 | 18617 | 6,7 | 3,16 | 10,00 | 14,3 | 146,6 | 18766 | 19513 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 38,7 | 15800 | 5,8 | 2,77 | 10,00 | 12,9 | 145,2 | 16244 | 16640 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 38,7 | 12149 | 4,3 | 2,04 | 10,00 | 11,0 | 143,3 | 11228 | 12898 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 38,7 | 13260 | 4,7 | 2,33 | 10,00 | 11,3 | 143,6 | 13251 | 14022 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 38,7 | 18617 | 8,7 | 3,21 | 10,00 | 18,9 | 151,2 | 19065 | 19794 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 38,7 | 12912 | 6,6 | 3,26 | 10,00 | 16,1 | 148,4 | 12824 | 13980 | 0,08 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 38,7 | 24548 | 6,0 | 3,50 | 6,91 | 11,8 | 144,1 | 24922 | 25758 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 38,7 | 24548 | 5,0 | 3,50 | 6,93 | 9,3 | 141,6 | 24965 | 25497 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 38,7 | 24548 | 5,5 | 3,50 | 7,69 | 10,8 | 143,1 | 24594 | 25657 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 38,7 | 24548 | 5,7 | 3,50 | 7,14 | 11,2 | 143,5 | 24794 | 25690 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 38,7 | 24548 | 6,4 | 3,50 | 7,07 | 12,7 | 145,0 | 25136 | 25850 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 38,7 | 24548 | 6,7 | 3,50 | 7,22 | 13,4 | 145,7 | 24865 | 25919 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 38,7 | 24548 | 7,3 | 3,50 | 7,01 | 14,7 | 147,0 | 24965 | 26050 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 38,7 | 21470 | 6,1 | 3,50 | 5,89 | 12,8 | 145,1 | 21530 | 22725 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 38,7 | 22812 | 6,0 | 3,50 | 6,34 | 12,2 | 144,5 | 22870 | 24037 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 38,7 | 26231 | 5,9 | 3,50 | 8,13 | 11,4 | 143,7 | 26375 | 27420 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 38,7 | 33622 | 6,8 | 3,50 | 3,17 | 9,2 | 141,5 | 35025 | 34911 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 38,7 | 29608 | 5,4 | 3,50 | 4,64 | 10,2 | 142,5 | 30266 | 30890 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 38,7 | 22726 | 6,2 | 3,50 | 8,41 | 12,8 | 145,1 | 22841 | 23903 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 38,7 | 21325 | 6,9 | 3,38 | 10,00 | 14,7 | 147,0 | 21773 | 22564 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 38,7 | 20619 | 6,5 | 3,41 | 10,00 | 13,9 | 146,2 | 20162 | 21734 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 38,7 | 31132 | 6,7 | 3,50 | 4,70 | 11,7 | 144,0 | 31178 | 32182 | 0,03 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 38,7 | 26820 | 6,3 | 3,50 | 5,98 | 11,9 | 144,2 | 27287 | 27988 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 38,7 | 23382 | 5,9 | 3,50 | 7,66 | 11,9 | 144,2 | 23768 | 24625 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 38,7 | 22197 | 5,6 | 3,50 | 8,04 | 11,7 | 144,0 | 22670 | 23439 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 38,7 | 19148 | 5,3 | 3,50 | 9,89 | 11,7 | 144,0 | 19892 | 20457 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 38,7 | 22792 | 5,5 | 3,50 | 7,61 | 11,2 | 143,5 | 23312 | 23975 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 38,7 | 25921 | 6,5 | 3,50 | 6,35 | 12,6 | 144,9 | 26375 | 27181 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 38,7 | 27927 | 7,5 | 3,50 | 5,60 | 14,1 | 146,4 | 28456 | 29279 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 38,7 | 21897 | 6,0 | 3,50 | 4,15 | 12,4 | 144,7 | 22029 | 23162 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 38,7 | 22692 | 6,1 | 3,50 | 4,95 | 12,4 | 144,7 | 22955 | 23959 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 38,7 | 23487 | 6,0 | 3,50 | 6,02 | 12,1 | 144,4 | 23625 | 24726 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 38,7 | 15842 | 5,2 | 2,48 | 10,00 | 8,2 | 160,2 | 15987 | 16053 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 38,7 | 15842 | 7,0 | 2,49 | 10,00 | 11,3 | 163,3 | 14633 | 16134 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 38,7 | 15842 | 8,3 | 2,28 | 10,00 | 13,2 | 165,2 | 15674 | 16184 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 38,7 | 15842 | 9,7 | 2,52 | 10,00 | 15,1 | 167,1 | 15517 | 16232 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 38,7 | 13364 | 7,4 | 2,49 | 10,00 | 11,9 | 163,9 | 13237 | 13652 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 38,7 | 25974 | 6,5 | 3,50 | 6,93 | 9,2 | 161,2 | 24494 | 26723 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 38,7 | 19668 | 7,1 | 3,00 | 10,00 | 10,8 | 162,8 | 19550 | 20195 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 38,7 | 18166 | 7,1 | 2,98 | 10,00 | 10,9 | 162,9 | 18139 | 18601 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 38,7 | 16746 | 7,1 | 2,76 | 10,00 | 11,0 | 163,0 | 16885 | 17092 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 38,7 | 42030 | 8,6 | 3,50 | 2,65 | 8,7 | 160,7 | 41680 | 42163 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 38,7 | 25829 | 8,3 | 3,50 | 7,55 | 11,6 | 163,6 | 25677 | 26088 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 38,7 | 19311 | 7,9 | 3,04 | 10,00 | 11,9 | 163,9 | 19165 | 19604 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 38,7 | 17940 | 8,3 | 2,87 | 10,00 | 12,6 | 164,6 | 17897 | 18258 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 38,7 | 20993 | 10,1 | 3,47 | 10,00 | 14,7 | 166,7 | 20889 | 21348 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 38,7 | 25830 | 12,1 | 3,50 | 7,52 | 16,7 | 168,7 | 25720 | 26201 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 38,7 | 13359 | 8,0 | 2,86 | 10,00 | 12,8 | 164,8 | 12980 | 13690 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 38,7 | 27041 | 7,8 | 3,50 | 6,83 | 10,6 | 162,6 | 26846 | 27460 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 38,7 | 27041 | 5,4 | 3,50 | 6,87 | 6,4 | 158,4 | 26931 | 27294 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 38,7 | 27041 | 6,3 | 3,50 | 7,25 | 8,1 | 160,1 | 26974 | 27363 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 38,7 | 27041 | 7,0 | 3,50 | 6,92 | 9,3 | 161,3 | 26988 | 27410 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 38,7 | 27041 | 8,5 | 3,50 | 6,71 | 11,7 | 163,7 | 26974 | 27502 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 38,7 | 27041 | 9,6 | 3,50 | 6,94 | 13,2 | 165,2 | 26860 | 27563 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 38,7 | 27041 | 11,2 | 3,50 | 6,71 | 15,4 | 167,4 | 26917 | 27649 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 38,7 | 16892 | 9,3 | 3,50 | 5,69 | 13,6 | 165,6 | 16814 | 17354 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 38,7 | 19772 | 8,8 | 3,50 | 6,12 | 12,6 | 164,6 | 19507 | 20226 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 38,7 | 22821 | 8,3 | 3,50 | 6,36 | 11,7 | 163,7 | 22585 | 23263 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 38,7 | 31483 | 7,3 | 3,50 | 7,39 | 9,5 | 161,5 | 31135 | 31873 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 38,7 | 32698 | 7,2 | 3,50 | 4,33 | 8,9 | 160,9 | 32546 | 33312 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 38,7 | 30528 | 7,4 | 3,50 | 5,30 | 9,5 | 161,5 | 30266 | 31084 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 38,7 | 28415 | 7,7 | 3,50 | 5,99 | 10,1 | 162,1 | 28442 | 28894 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 38,7 | 26365 | 7,9 | 3,50 | 7,06 | 10,8 | 162,8 | 26190 | 26749 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 38,7 | 26020 | 7,9 | 3,50 | 7,28 | 10,9 | 162,9 | 25777 | 26387 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 38,7 | 41633 | 8,4 | 3,50 | 2,65 | 8,6 | 160,6 | 41281 | 41873 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 38,7 | 32373 | 8,0 | 3,50 | 4,69 | 9,9 | 161,9 | 32360 | 32724 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 38,7 | 24199 | 7,7 | 3,50 | 8,08 | 10,9 | 162,9 | 24053 | 24653 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 38,7 | 21241 | 7,8 | 3,50 | 10,00 | 11,5 | 163,5 | 21074 | 21742 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 38,7 | 18165 | 6,9 | 2,99 | 10,00 | 10,7 | 162,7 | 18068 | 18652 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 38,7 | 13332 | 4,8 | 2,24 | 10,00 | 8,1 | 160,1 | 13550 | 13727 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 38,7 | 30297 | 8,7 | 3,50 | 5,42 | 11,3 | 163,3 | 30266 | 30718 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 38,7 | 34864 | 10,1 | 3,50 | 4,10 | 12,6 | 164,6 | 34769 | 35286 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 38,7 | 20551 | 9,6 | 3,50 | 3,90 | 13,3 | 165,3 | 20490 | 21078 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 38,7 | 22498 | 8,9 | 3,50 | 4,91 | 12,3 | 164,3 | 22200 | 22985 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 38,7 | 24445 | 8,4 | 3,50 | 5,50 | 11,5 | 163,5 | 24309 | 24899 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 38,7 | 29637 | 7,4 | 3,50 | 7,92 | 9,8 | 161,8 | 29653 | 30026 | 0,01 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 38,7 | 14331 | 4,7 | 2,30 | 10,00 | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 38,7 | 14331 | 4,9 | 2,33 | 10,00 | 8,5 | 160,5 | 14462 | 14820 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 38,7 | 22584 | 5,4 | 3,50 | 8,15 | 8,5 | 160,5 | 22571 | 23438 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 38,7 | 26462 | 7,5 | 3,50 | 6,97 | 10,3 | 162,3 | 26219 | 26960 | 0,02 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 38,7 | 18583 | 6,6 | 3,01 | 10,00 | 10,3 | 162,3 | 18410 | 19142 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 38,7 | 15771 | 5,5 | 2,69 | 10,00 | 9,1 | 161,1 | 15731 | 16289 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 38,7 | 12126 | 4,3 | 2,05 | 10,00 | 8,1 | 160,1 | 11285 | 12608 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 38,7 | 13235 | 4,6 | 2,29 | 10,00 | 8,3 | 160,3 | 12995 | 13721 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 38,7 | 18583 | 8,9 | 3,12 | 10,00 | 13,5 | 165,5 | 18680 | 19321 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 38,7 | 13321 | 5,6 | 2,71 | 10,00 | 10,1 | 162,1 | 12667 | 13901 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 38,7 | 24527 | 6,0 | 3,50 | 7,28 | 8,8 | 160,9 | 24338 | 25318 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 38,7 | 24527 | 5,1 | 3,50 | 7,28 | 7,2 | 159,2 | 24694 | 25167 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 38,7 | 24527 | 5,5 | 3,50 | 7,75 | 8,1 | 160,1 | 24281 | 25250 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 38,7 | 24527 | 5,7 | 3,50 | 7,40 | 8,4 | 160,4 | 24295 | 25275 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 38,7 | 24527 | 6,4 | 3,50 | 7,17 | 9,3 | 161,3 | 24494 | 25358 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 38,7 | 24527 | 6,6 | 3,50 | 7,35 | 9,8 | 161,8 | 24238 | 25402 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 38,7 | 24527 | 7,4 | 3,50 | 7,35 | 10,9 | 162,9 | 24452 | 25496 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 38,7 | 21456 | 6,0 | 3,50 | 5,89 | 9,2 | 161,2 | 20932 | 22248 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 38,7 | 22789 | 6,0 | 3,50 | 6,37 | 9,0 | 161,0 | 22499 | 23579 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 38,7 | 26223 | 5,9 | 3,50 | 7,98 | 8,5 | 160,5 | 26390 | 26999 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 38,7 | 32060 | 5,2 | 3,50 | 3,77 | 7,2 | 159,2 | 32688 | 32914 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 38,7 | 27586 | 5,7 | 3,50 | 5,68 | 8,1 | 160,1 | 27587 | 28416 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 38,7 | 22981 | 6,2 | 3,50 | 8,32 | 9,3 | 161,3 | 22727 | 23743 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 38,7 | 22183 | 6,4 | 3,50 | 9,10 | 9,7 | 161,7 | 21944 | 22940 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 38,7 | 31107 | 6,8 | 3,50 | 4,76 | 8,8 | 160,8 | 30992 | 31797 | 0,02 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 38,7 | 26798 | 6,4 | 3,50 | 6,52 | 8,9 | 161,0 | 26618 | 27566 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 38,7 | 23362 | 5,9 | 3,50 | 8,04 | 8,9 | 160,9 | 23126 | 24176 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 38,7 | 22178 | 5,7 | 3,50 | 8,74 | 9,0 | 161,0 | 21986 | 23011 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 38,7 | 19131 | 5,3 | 3,50 | 10,00 | 8,8 | 160,8 | 19413 | 19987 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 38,7 | 25899 | 6,6 | 3,50 | 6,75 | 9,4 | 161,4 | 25748 | 26718 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 38,7 | 27904 | 7,4 | 3,50 | 5,85 | 10,3 | 162,3 | 27729 | 28765 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 38,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 38,7 | 21879 | 6,1 | 3,50 | 4,15 | 9,2 | 161,2 | 21644 | 22701 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 38,7 | 22673 | 6,1 | 3,50 | 4,98 | 9,2 | 161,2 | 22727 | 23492 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 38,7 | 23467 | 6,0 | 3,50 | 6,01 | 8,9 | 161,0 | 23255 | 24268 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 38,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 55,7 | 15800 | 14,7 | 2,71 | 10,00 | 17,7 | 110,4 | 16459 | 16545 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 55,7 | 15800 | 10,8 | 2,46 | 10,00 | 12,3 | 105,0 | 16192 | 16321 | 0,03 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 55,7 | 15800 | 15,5 | 2,58 | 10,00 | 18,9 | 111,6 | 16233 | 16598 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 55,7 | 15800 | 17,5 | 2,53 | 10,00 | 22,0 | 114,7 | 16315 | 16727 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 55,7 | 15800 | 20,4 | 2,70 | 10,00 | 26,4 | 119,1 | 16459 | 16912 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 55,7 | 11566 | 17,0 | 3,04 | 10,00 | 21,7 | 114,4 | 12518 | 12371 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 55,7 | 13294 | 14,8 | 2,52 | 10,00 | 18,5 | 111,2 | 13319 | 14024 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 55,7 | 20806 | 14,7 | 3,60 | 9,45 | 16,4 | 109,1 | 21508 | 22274 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 55,7 | 16672 | 14,6 | 2,81 | 10,00 | 17,3 | 110,0 | 17259 | 17553 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 55,7 | 15716 | 14,7 | 2,68 | 10,00 | 17,6 | 110,3 | 16438 | 16445 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 55,7 | 41945 | 17,7 | 3,50 | 2,38 | 13,1 | 105,8 | 42033 | 42272 | 0,01 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 55,7 | 25766 | 16,9 | 3,50 | 7,30 | 17,8 | 110,5 | 26065 | 26413 | 0,03 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 55,7 | 19261 | 16,0 | 3,23 | 10,00 | 19,0 | 111,7 | 18758 | 20024 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 55,7 | 17893 | 17,0 | 2,93 | 10,00 | 20,6 | 113,3 | 18409 | 18736 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 55,7 | 20939 | 20,5 | 3,50 | 9,48 | 24,7 | 117,4 | 21652 | 21907 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 55,7 | 25766 | 24,7 | 3,50 | 6,98 | 29,7 | 122,4 | 26537 | 26840 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 55,7 | 13325 | 17,2 | 2,98 | 10,00 | 21,9 | 114,6 | 13421 | 14246 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 55,7 | 27036 | 15,9 | 3,50 | 6,48 | 16,1 | 108,8 | 27481 | 28075 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 55,7 | 27036 | 11,0 | 3,50 | 6,61 | 9,1 | 101,8 | 27230 | 27624 | 0,02 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 55,7 | 27036 | 12,8 | 3,50 | 6,76 | 11,7 | 104,4 | 27522 | 27794 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 55,7 | 27036 | 14,3 | 3,50 | 6,23 | 13,7 | 106,4 | 27830 | 27919 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 55,7 | 27036 | 17,4 | 3,50 | 6,32 | 18,1 | 110,8 | 27768 | 28203 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 55,7 | 27036 | 19,6 | 3,50 | 6,30 | 21,2 | 113,9 | 27994 | 28400 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 55,7 | 27036 | 23,0 | 3,50 | 6,10 | 26,2 | 118,9 | 28261 | 28710 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 55,7 | 16915 | 19,0 | 3,50 | 5,26 | 22,0 | 114,7 | 17752 | 18136 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 55,7 | 19765 | 18,1 | 3,50 | 5,53 | 20,3 | 113,0 | 20646 | 20950 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 55,7 | 22801 | 17,0 | 3,50 | 5,94 | 18,3 | 111,0 | 23417 | 23922 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 55,7 | 31508 | 15,0 | 3,50 | 6,81 | 14,1 | 106,8 | 31955 | 32452 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 55,7 | 34322 | 14,4 | 3,50 | 3,53 | 12,3 | 105,0 | 35055 | 35832 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 55,7 | 28347 | 15,6 | 3,50 | 5,49 | 15,2 | 107,9 | 29184 | 29505 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 55,7 | 26895 | 16,1 | 3,50 | 6,45 | 16,4 | 109,1 | 27666 | 27927 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 55,7 | 24620 | 16,9 | 3,50 | 7,82 | 18,1 | 110,8 | 25121 | 25369 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 55,7 | 24185 | 17,0 | 3,50 | 8,26 | 18,5 | 111,2 | 24443 | 24870 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 55,7 | 23971 | 17,0 | 3,50 | 8,28 | 18,5 | 111,2 | 24258 | 24620 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 55,7 | 32367 | 16,3 | 3,50 | 4,52 | 15,0 | 107,7 | 32817 | 33236 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 55,7 | 24195 | 15,9 | 3,50 | 7,63 | 16,8 | 109,5 | 24936 | 25332 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 55,7 | 21237 | 15,7 | 3,50 | 9,40 | 17,4 | 110,1 | 21857 | 22472 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 55,7 | 18162 | 14,3 | 3,01 | 10,00 | 16,8 | 109,5 | 18881 | 19407 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 55,7 | 30291 | 17,7 | 3,50 | 5,14 | 17,6 | 110,3 | 30950 | 31354 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 55,7 | 34858 | 20,7 | 3,50 | 3,84 | 20,0 | 112,7 | 35465 | 35949 | 0,03 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 55,7 | 20547 | 19,4 | 3,50 | 3,42 | 21,2 | 113,9 | 21467 | 21907 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 55,7 | 22494 | 18,1 | 3,50 | 4,44 | 19,4 | 112,1 | 23171 | 23741 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 55,7 | 24440 | 17,2 | 3,50 | 5,26 | 18,0 | 110,7 | 25141 | 25598 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 55,7 | 29632 | 15,0 | 3,50 | 7,64 | 14,7 | 107,4 | 30088 | 30582 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 55,7 | 14305 | 10,2 | 2,49 | 10,00 | 12,5 | 105,2 | 15515 | 15482 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 55,7 | 11724 | 13,7 | 3,19 | 10,00 | 18,4 | 111,1 | 12272 | 13316 | 0,14 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 55,7 | 25024 | 10,3 | 3,50 | 6,11 | 11,0 | 103,7 | 26188 | 27000 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 55,7 | 26420 | 15,6 | 3,50 | 6,43 | 15,8 | 108,5 | 27317 | 27653 | 0,05 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 55,7 | 18551 | 14,0 | 3,15 | 10,00 | 16,3 | 109,0 | 19538 | 19996 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 55,7 | 15744 | 11,8 | 2,80 | 10,00 | 14,2 | 106,9 | 16562 | 17053 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 55,7 | 12844 | 9,1 | 2,06 | 10,00 | 12,1 | 104,8 | 12169 | 14009 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 55,7 | 13212 | 9,7 | 2,37 | 10,00 | 12,5 | 105,2 | 13565 | 14403 | 0,09 |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 55,7 | 16454 | 14,4 | 3,01 | 10,00 | 17,2 | 109,9 | 17588 | 18020 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 55,7 | 18551 | 18,0 | 3,34 | 10,00 | 21,5 | 114,2 | 19661 | 20450 | 0,10 |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 55,7 | 24557 | 12,3 | 3,50 | 6,58 | 12,7 | 105,4 | 25695 | 26404 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 55,7 | 24557 | 10,5 | 3,50 | 7,15 | 10,3 | 103,0 | 25141 | 26049 | 0,06 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 55,7 | 24557 | 11,3 | 3,50 | 6,80 | 11,4 | 104,1 | 25900 | 26210 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 55,7 | 24557 | 11,7 | 3,50 | 6,80 | 12,1 | 104,8 | 25593 | 26307 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 55,7 | 24557 | 12,8 | 3,50 | 6,60 | 13,4 | 106,1 | 25613 | 26500 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 55,7 | 24557 | 13,7 | 3,50 | 6,51 | 14,5 | 107,2 | 25798 | 26650 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 55,7 | 24557 | 15,2 | 3,50 | 6,65 | 16,2 | 108,9 | 25962 | 26893 | 0,10 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 55,7 | 21444 | 12,4 | 3,50 | 5,18 | 13,5 | 106,2 | 22411 | 23326 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 55,7 | 22801 | 12,4 | 3,50 | 5,93 | 13,2 | 105,9 | 23704 | 24680 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 55,7 | 26184 | 12,1 | 3,50 | 7,39 | 12,2 | 104,9 | 27317 | 27979 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 55,7 | 27445 | 11,5 | 3,50 | 5,23 | 11,4 | 104,1 | 28610 | 29330 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 55,7 | 24196 | 12,4 | 3,50 | 6,80 | 12,9 | 105,6 | 25326 | 26034 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 55,7 | 18902 | 13,5 | 3,29 | 10,00 | 15,7 | 108,4 | 19579 | 20447 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 55,7 | 17857 | 13,7 | 3,06 | 10,00 | 16,1 | 108,8 | 18984 | 19288 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 55,7 | 17333 | 13,4 | 3,00 | 10,00 | 15,7 | 108,4 | 18080 | 18657 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 55,7 | 31142 | 13,9 | 3,50 | 4,46 | 12,7 | 105,4 | 31996 | 32764 | 0,05 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 55,7 | 26830 | 12,8 | 3,50 | 6,69 | 13,1 | 105,8 | 26927 | 28648 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 55,7 | 23391 | 11,9 | 3,50 | 7,23 | 12,7 | 105,4 | 24361 | 25271 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 55,7 | 22205 | 11,5 | 3,50 | 7,83 | 12,7 | 105,4 | 23130 | 24115 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 55,7 | 19156 | 10,6 | 3,50 | 9,27 | 12,4 | 105,1 | 20646 | 21114 | 0,10 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 55,7 | 21000 | 10,9 | 3,50 | 8,55 | 12,2 | 104,9 | 22062 | 22885 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 55,7 | 22800 | 11,3 | 3,50 | 7,49 | 12,2 | 104,9 | 23807 | 24620 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 55,7 | 25930 | 13,3 | 3,50 | 6,00 | 13,5 | 106,2 | 27091 | 27844 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 55,7 | 27937 | 15,3 | 3,50 | 5,27 | 15,3 | 108,0 | 29226 | 30008 | 0,07 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 55,7 | 21905 | 12,3 | 3,50 | 3,92 | 13,3 | 106,0 | 22719 | 23828 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 55,7 | 22700 | 12,7 | 3,50 | 4,74 | 13,5 | 106,2 | 23704 | 24661 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 55,7 | 23496 | 12,5 | 3,50 | 5,40 | 13,1 | 105,8 | 24607 | 25393 | 0,08 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 55,7 | 25617 | 12,1 | 3,50 | 7,77 | 12,4 | 105,1 | 26680 | 27410 | 0,07 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 55,7 | 15830 | 11,0 | 2,53 | 10,00 | 12,3 | 124,8 | 16192 | 16259 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 55,7 | 15830 | 15,5 | 2,56 | 10,00 | 18,3 | 130,8 | 16110 | 16469 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 55,7 | 15830 | 17,7 | 2,55 | 10,00 | 21,5 | 134,0 | 16356 | 16577 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 55,7 | 15830 | 20,3 | 2,62 | 10,00 | 25,2 | 137,7 | 16192 | 16707 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 55,7 | 13334 | 14,9 | 2,55 | 10,00 | 18,2 | 130,7 | 13237 | 13926 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 55,7 | 22591 | 14,1 | 3,50 | 8,13 | 14,8 | 127,3 | 23232 | 23881 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 55,7 | 17695 | 14,7 | 2,94 | 10,00 | 16,8 | 129,3 | 18121 | 18534 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 55,7 | 16551 | 14,8 | 2,82 | 10,00 | 17,1 | 129,6 | 17013 | 17247 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 55,7 | 42006 | 17,9 | 3,50 | 2,57 | 13,0 | 125,5 | 41930 | 42272 | 0,01 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 55,7 | 25811 | 16,9 | 3,50 | 7,32 | 17,3 | 129,8 | 25962 | 26330 | 0,02 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 55,7 | 19296 | 16,3 | 3,15 | 10,00 | 18,5 | 131,0 | 19558 | 19910 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 55,7 | 17927 | 17,1 | 2,93 | 10,00 | 19,9 | 132,4 | 18327 | 18602 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 55,7 | 20977 | 20,7 | 3,50 | 9,58 | 24,0 | 136,5 | 21467 | 21754 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 55,7 | 25811 | 24,8 | 3,50 | 7,17 | 28,5 | 141,0 | 26331 | 26664 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 55,7 | 13349 | 16,9 | 2,95 | 10,00 | 20,9 | 133,4 | 13154 | 14076 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 55,7 | 27064 | 16,1 | 3,50 | 6,68 | 15,9 | 128,4 | 27296 | 27910 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 55,7 | 27064 | 11,0 | 3,50 | 6,66 | 8,9 | 121,4 | 27132 | 27542 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 55,7 | 27064 | 12,9 | 3,50 | 6,78 | 11,5 | 124,0 | 27419 | 27677 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 55,7 | 27064 | 13,1 | 3,50 | 7,81 | 13,0 | 125,5 | 22924 | 27759 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 55,7 | 27064 | 17,5 | 3,50 | 6,46 | 17,8 | 130,3 | 27604 | 28011 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 55,7 | 27064 | 19,6 | 3,50 | 6,33 | 20,6 | 133,1 | 27727 | 28160 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 55,7 | 27064 | 23,1 | 3,50 | 6,16 | 25,3 | 137,8 | 27973 | 28405 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 55,7 | 16887 | 19,0 | 3,50 | 5,28 | 21,4 | 133,9 | 17485 | 17863 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 55,7 | 19776 | 18,1 | 3,50 | 5,76 | 19,8 | 132,3 | 20318 | 20731 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 55,7 | 22808 | 17,1 | 3,50 | 6,09 | 17,9 | 130,4 | 23212 | 23716 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 55,7 | 31434 | 15,0 | 3,50 | 6,83 | 13,8 | 126,3 | 31750 | 32197 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 55,7 | 36740 | 14,0 | 3,50 | 2,92 | 11,3 | 123,8 | 37251 | 38020 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 55,7 | 29870 | 15,3 | 3,50 | 5,24 | 14,3 | 126,8 | 30293 | 30920 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 55,7 | 28150 | 15,7 | 3,50 | 5,64 | 15,1 | 127,6 | 28836 | 29076 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 55,7 | 25461 | 16,5 | 3,50 | 7,43 | 16,9 | 129,4 | 25675 | 26150 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 55,7 | 24941 | 16,7 | 3,50 | 7,62 | 17,3 | 129,8 | 25244 | 25573 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 55,7 | 24685 | 16,9 | 3,50 | 7,91 | 17,6 | 130,1 | 24997 | 25292 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 55,7 | 32399 | 16,3 | 3,50 | 4,52 | 14,6 | 127,1 | 32694 | 33099 | 0,02 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 55,7 | 24220 | 15,9 | 3,50 | 7,77 | 16,4 | 128,9 | 24669 | 25139 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 55,7 | 21259 | 15,9 | 3,50 | 9,77 | 17,3 | 129,8 | 21631 | 22272 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 55,7 | 18181 | 14,2 | 2,92 | 10,00 | 16,2 | 128,7 | 18676 | 19176 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 55,7 | 30321 | 17,7 | 3,50 | 5,14 | 17,1 | 129,6 | 30765 | 31177 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 55,7 | 34891 | 20,7 | 3,50 | 3,82 | 19,4 | 131,9 | 35301 | 35768 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 55,7 | 20567 | 19,6 | 3,50 | 3,56 | 20,8 | 133,3 | 21262 | 21674 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 55,7 | 22516 | 18,1 | 3,50 | 4,43 | 18,9 | 131,4 | 22924 | 23518 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 55,7 | 24465 | 17,3 | 3,50 | 5,21 | 17,6 | 130,1 | 25079 | 25401 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 55,7 | 29662 | 15,0 | 3,50 | 7,72 | 14,4 | 126,9 | 29903 | 30431 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 55,7 | 14363 | 10,2 | 2,48 | 10,00 | 12,3 | 124,8 | 15330 | 15319 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 55,7 | 11729 | 13,5 | 3,09 | 10,00 | 17,7 | 130,2 | 11964 | 12988 | 0,11 |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 55,7 | 12533 | 13,2 | 2,91 | 10,00 | 16,8 | 129,3 | 13175 | 13771 | 0,10 |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 55,7 | 28534 | 9,8 | 3,50 | 4,57 | 10,0 | 122,5 | 30026 | 30184 | 0,06 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 55,7 | 26517 | 15,6 | 3,50 | 6,42 | 15,4 | 127,9 | 27152 | 27514 | 0,04 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 55,7 | 18623 | 14,0 | 3,24 | 10,00 | 15,8 | 128,3 | 19250 | 19783 | 0,06 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 55,7 | 15806 | 11,8 | 2,84 | 10,00 | 13,9 | 126,4 | 16315 | 16867 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 55,7 | 12896 | 9,4 | 2,05 | 10,00 | 12,3 | 124,8 | 12087 | 13871 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 55,7 | 13265 | 9,8 | 2,36 | 10,00 | 12,2 | 124,7 | 13380 | 14232 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 55,7 | 16519 | 14,5 | 2,99 | 10,00 | 16,9 | 129,4 | 17485 | 17798 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 55,7 | 18623 | 18,7 | 3,39 | 10,00 | 21,6 | 134,1 | 19825 | 20202 | 0,08 |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 55,7 | 12916 | 14,8 | 3,43 | 10,00 | 18,9 | 131,4 | 13544 | 14384 | 0,11 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 55,7 | 13350 | 12,2 | 3,03 | 10,00 | 15,5 | 128,0 | 13770 | 14558 | 0,09 |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 55,7 | 24556 | 12,3 | 3,50 | 6,69 | 12,6 | 125,1 | 25367 | 26064 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 55,7 | 24556 | 10,5 | 3,50 | 7,23 | 10,1 | 122,6 | 24874 | 25776 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 55,7 | 24556 | 11,1 | 3,50 | 7,11 | 11,2 | 123,7 | 25059 | 25900 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 55,7 | 24556 | 11,7 | 3,50 | 6,99 | 11,9 | 124,4 | 25141 | 25987 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 55,7 | 24556 | 13,0 | 3,50 | 6,88 | 13,4 | 125,9 | 25285 | 26164 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 55,7 | 24556 | 13,9 | 3,50 | 6,69 | 14,4 | 126,9 | 25449 | 26282 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 55,7 | 24556 | 15,3 | 3,50 | 6,56 | 16,0 | 128,5 | 25777 | 26472 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 55,7 | 22778 | 12,3 | 3,50 | 6,04 | 13,0 | 125,5 | 23191 | 24297 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 55,7 | 26206 | 12,1 | 3,50 | 7,27 | 12,0 | 124,5 | 27276 | 27674 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 55,7 | 30664 | 11,2 | 3,50 | 4,20 | 10,5 | 123,0 | 31832 | 32272 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 55,7 | 26986 | 11,9 | 3,50 | 5,40 | 11,6 | 124,1 | 28015 | 28549 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 55,7 | 20848 | 14,1 | 3,50 | 10,00 | 15,8 | 128,3 | 21447 | 22357 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 55,7 | 19618 | 13,6 | 3,13 | 10,00 | 15,5 | 128,0 | 19887 | 20964 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 55,7 | 19000 | 13,6 | 3,22 | 10,00 | 15,4 | 127,9 | 19415 | 20265 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 55,7 | 31142 | 13,9 | 3,50 | 4,45 | 12,5 | 125,0 | 31730 | 32463 | 0,04 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 55,7 | 26829 | 13,0 | 3,50 | 5,67 | 12,6 | 125,1 | 26455 | 28280 | 0,05 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 55,7 | 23390 | 11,9 | 3,50 | 7,29 | 12,5 | 125,0 | 24135 | 24914 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 55,7 | 22204 | 11,7 | 3,50 | 8,03 | 12,6 | 125,1 | 22863 | 23781 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 55,7 | 19155 | 10,6 | 3,50 | 9,40 | 12,2 | 124,7 | 20112 | 20750 | 0,08 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 55,7 | 20999 | 10,9 | 3,50 | 8,68 | 12,1 | 124,6 | 21713 | 22544 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 55,7 | 22800 | 11,4 | 3,50 | 7,57 | 12,1 | 124,6 | 23581 | 24290 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 55,7 | 25929 | 13,4 | 3,50 | 6,28 | 13,4 | 125,9 | 26639 | 27500 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 55,7 | 27937 | 15,3 | 3,50 | 5,43 | 15,0 | 127,5 | 28815 | 29626 | 0,06 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 55,7 | 21904 | 12,6 | 3,50 | 4,09 | 13,4 | 125,9 | 22411 | 23510 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 55,7 | 22700 | 12,7 | 3,50 | 4,82 | 13,3 | 125,8 | 23355 | 24296 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 55,7 | 23495 | 12,6 | 3,50 | 5,54 | 13,1 | 125,6 | 24300 | 25061 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 55,7 | 25617 | 12,2 | 3,50 | 7,92 | 12,3 | 124,8 | 26455 | 27090 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 55,7 | 15792 | 10,7 | 2,48 | 10,00 | 10,9 | 143,2 | 16069 | 16116 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 55,7 | 15792 | 15,7 | 2,56 | 10,00 | 16,5 | 148,8 | 16028 | 16281 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 55,7 | 15792 | 17,7 | 2,50 | 10,00 | 19,0 | 151,3 | 16151 | 16354 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 55,7 | 15792 | 20,6 | 2,61 | 10,00 | 22,4 | 154,7 | 16048 | 16456 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 55,7 | 11556 | 16,7 | 2,93 | 10,00 | 18,2 | 150,5 | 12026 | 12031 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 55,7 | 13341 | 14,8 | 2,48 | 10,00 | 16,1 | 148,4 | 13072 | 13785 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 55,7 | 24291 | 13,6 | 3,50 | 7,48 | 12,7 | 145,0 | 24464 | 25363 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 55,7 | 18664 | 14,7 | 3,08 | 10,00 | 14,9 | 147,2 | 18840 | 19398 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 55,7 | 17336 | 14,8 | 2,89 | 10,00 | 15,2 | 147,5 | 17629 | 17949 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 55,7 | 41929 | 17,7 | 3,50 | 2,56 | 11,7 | 144,0 | 41725 | 42135 | 0,00 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 55,7 | 25754 | 17,1 | 3,50 | 7,60 | 15,7 | 148,0 | 25777 | 26155 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 55,7 | 19252 | 16,0 | 2,88 | 10,00 | 16,3 | 148,6 | 19189 | 19712 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 55,7 | 17885 | 17,0 | 2,89 | 10,00 | 17,7 | 150,0 | 18101 | 18393 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 55,7 | 20929 | 20,8 | 3,50 | 10,00 | 21,2 | 153,5 | 21221 | 21513 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 55,7 | 25754 | 25,0 | 3,50 | 7,37 | 24,6 | 156,9 | 26003 | 26382 | 0,02 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 55,7 | 13318 | 16,8 | 2,93 | 10,00 | 18,2 | 150,5 | 13072 | 13855 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 55,7 | 27014 | 16,1 | 3,50 | 6,69 | 14,4 | 146,7 | 27091 | 27664 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 55,7 | 27014 | 11,1 | 3,50 | 6,87 | 8,4 | 140,7 | 27009 | 27396 | 0,01 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 55,7 | 27014 | 12,9 | 3,50 | 6,80 | 10,5 | 142,8 | 27276 | 27491 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 55,7 | 27014 | 13,0 | 3,50 | 7,81 | 11,8 | 144,1 | 22514 | 27548 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 55,7 | 27014 | 17,5 | 3,50 | 6,43 | 16,0 | 148,3 | 27358 | 27738 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 55,7 | 27014 | 19,7 | 3,50 | 6,51 | 18,5 | 150,8 | 27399 | 27851 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 55,7 | 27014 | 23,4 | 3,50 | 6,46 | 22,4 | 154,7 | 27604 | 28025 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 55,7 | 16897 | 19,3 | 3,50 | 5,41 | 19,2 | 151,5 | 17300 | 17643 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 55,7 | 19790 | 18,3 | 3,50 | 5,78 | 17,7 | 150,0 | 20174 | 20520 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 55,7 | 22812 | 17,1 | 3,50 | 6,21 | 16,1 | 148,4 | 22945 | 23509 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 55,7 | 31452 | 15,0 | 3,50 | 6,83 | 12,5 | 144,8 | 31627 | 32043 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 55,7 | 31288 | 15,0 | 3,50 | 4,73 | 12,4 | 144,7 | 31504 | 32171 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 55,7 | 26231 | 16,4 | 3,50 | 7,12 | 14,8 | 147,1 | 26331 | 26826 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 55,7 | 25628 | 16,7 | 3,50 | 7,46 | 15,2 | 147,5 | 25777 | 26178 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 55,7 | 25331 | 16,7 | 3,50 | 7,63 | 15,4 | 147,7 | 25428 | 25855 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 55,7 | 32342 | 16,3 | 3,50 | 4,67 | 13,3 | 145,6 | 32407 | 32886 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 55,7 | 24175 | 15,9 | 3,50 | 7,88 | 14,9 | 147,2 | 24402 | 24882 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 55,7 | 21218 | 15,9 | 3,50 | 9,69 | 15,6 | 147,9 | 21570 | 21995 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 55,7 | 18146 | 14,2 | 3,00 | 10,00 | 14,6 | 146,9 | 18306 | 18908 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 55,7 | 30267 | 17,8 | 3,50 | 5,31 | 15,5 | 147,8 | 30560 | 30928 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 55,7 | 34831 | 20,8 | 3,50 | 4,02 | 17,5 | 149,8 | 35034 | 35505 | 0,02 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 55,7 | 20531 | 19,7 | 3,50 | 3,74 | 18,6 | 150,9 | 20892 | 21372 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 55,7 | 22476 | 18,3 | 3,50 | 4,65 | 17,1 | 149,4 | 22719 | 23252 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 55,7 | 24421 | 17,3 | 3,50 | 5,48 | 15,9 | 148,2 | 24689 | 25141 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 55,7 | 29607 | 15,1 | 3,50 | 7,73 | 13,1 | 145,4 | 29698 | 30201 | 0,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 55,7 | 11748 | 13,5 | 3,06 | 10,00 | 15,9 | 148,2 | 11697 | 12714 | 0,08 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 55,7 | 12576 | 11,9 | 2,84 | 10,00 | 13,8 | 146,1 | 12867 | 13444 | 0,07 |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 55,7 | 31747 | 9,4 | 3,50 | 3,48 | 8,8 | 141,1 | 33679 | 33081 | 0,04 |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 55,7 | 26508 | 15,6 | 3,50 | 6,57 | 14,0 | 146,3 | 26865 | 27280 | 0,03 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 55,7 | 18617 | 14,0 | 3,19 | 10,00 | 14,3 | 146,6 | 19004 | 19510 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 55,7 | 15800 | 11,8 | 2,78 | 10,00 | 12,6 | 144,9 | 16110 | 16620 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 55,7 | 13260 | 9,6 | 2,31 | 10,00 | 11,0 | 143,3 | 13195 | 14003 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 55,7 | 18617 | 17,9 | 3,20 | 10,00 | 18,6 | 150,9 | 19066 | 19775 | 0,06 |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 55,7 | 12912 | 14,8 | 3,41 | 10,00 | 16,9 | 149,2 | 13319 | 14028 | 0,09 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 55,7 | 13345 | 11,9 | 2,83 | 10,00 | 13,9 | 146,2 | 13011 | 14269 | 0,07 |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 55,7 | 24548 | 12,5 | 3,50 | 6,96 | 11,7 | 144,0 | 25038 | 25746 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 55,7 | 24548 | 10,5 | 3,50 | 7,34 | 9,4 | 141,7 | 24607 | 25511 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 55,7 | 24548 | 11,6 | 3,50 | 7,98 | 11,0 | 143,3 | 24813 | 25672 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 55,7 | 24548 | 10,5 | 3,50 | 4,88 | 9,5 | 141,8 | 21057 | 25519 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 55,7 | 24548 | 13,0 | 3,50 | 6,84 | 12,3 | 144,6 | 24997 | 25801 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 55,7 | 24548 | 14,0 | 3,50 | 6,92 | 13,3 | 145,6 | 25079 | 25907 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 55,7 | 24548 | 15,2 | 3,50 | 6,95 | 14,6 | 146,9 | 24874 | 26036 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 55,7 | 21470 | 12,6 | 3,50 | 5,49 | 12,3 | 144,6 | 21960 | 22680 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 55,7 | 22812 | 12,5 | 3,50 | 6,25 | 12,1 | 144,4 | 23047 | 24028 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 55,7 | 26231 | 12,2 | 3,50 | 7,84 | 11,2 | 143,5 | 26701 | 27401 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 55,7 | 33622 | 10,8 | 3,50 | 3,26 | 9,2 | 141,5 | 35034 | 34906 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 55,7 | 29608 | 11,3 | 3,50 | 4,72 | 10,0 | 142,3 | 30149 | 30871 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 55,7 | 22726 | 12,9 | 3,50 | 7,97 | 12,4 | 144,7 | 23232 | 23875 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 55,7 | 21325 | 13,4 | 3,50 | 9,49 | 13,4 | 145,7 | 21447 | 22452 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 55,7 | 20619 | 13,8 | 3,39 | 10,00 | 14,0 | 146,3 | 20749 | 21736 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 55,7 | 31132 | 13,9 | 3,50 | 4,61 | 11,6 | 143,9 | 31360 | 32171 | 0,03 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 55,7 | 26820 | 13,0 | 3,50 | 5,88 | 11,6 | 143,9 | 27296 | 27963 | 0,04 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 55,7 | 23382 | 12,4 | 3,50 | 7,80 | 12,0 | 144,3 | 23868 | 24633 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 55,7 | 22197 | 11,9 | 3,50 | 8,53 | 12,0 | 144,3 | 22534 | 23473 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 55,7 | 19148 | 10,9 | 3,50 | 10,00 | 11,6 | 143,9 | 19784 | 20446 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 55,7 | 22792 | 11,6 | 3,50 | 7,85 | 11,3 | 143,6 | 23294 | 23986 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 55,7 | 25921 | 13,5 | 3,50 | 6,30 | 12,4 | 144,7 | 26393 | 27157 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 55,7 | 27927 | 15,4 | 3,50 | 5,41 | 13,8 | 146,1 | 28507 | 29253 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 55,7 | 22692 | 12,8 | 3,50 | 4,81 | 12,3 | 144,6 | 23089 | 23950 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 55,7 | 23487 | 12,5 | 3,50 | 5,83 | 12,0 | 144,3 | 23766 | 24710 | 0,05 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 55,7 | 15842 | 10,8 | 2,47 | 10,00 | 8,1 | 160,1 | 16069 | 16050 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 55,7 | 15842 | 15,8 | 2,57 | 10,00 | 11,8 | 163,8 | 15884 | 16148 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 55,7 | 15842 | 17,1 | 2,46 | 10,00 | 12,9 | 164,9 | 15535 | 16176 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 55,7 | 15842 | 21,0 | 2,63 | 10,00 | 15,5 | 167,5 | 15905 | 16242 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 55,7 | 11581 | 16,2 | 2,83 | 10,00 | 12,5 | 164,5 | 11718 | 11866 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 55,7 | 13364 | 14,8 | 2,48 | 10,00 | 11,5 | 163,5 | 12929 | 13641 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 55,7 | 25974 | 13,3 | 3,50 | 6,73 | 9,0 | 161,0 | 25859 | 26707 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 55,7 | 19668 | 14,7 | 3,21 | 10,00 | 10,7 | 162,7 | 19517 | 20189 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 55,7 | 18166 | 14,6 | 2,92 | 10,00 | 10,8 | 162,8 | 18142 | 18594 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 55,7 | 16746 | 14,7 | 2,78 | 10,00 | 11,0 | 163,0 | 16849 | 17090 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 55,7 | 42030 | 17,9 | 3,50 | 2,57 | 8,6 | 160,6 | 41848 | 42162 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 55,7 | 25829 | 17,2 | 3,50 | 7,64 | 11,3 | 163,3 | 25777 | 26081 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 55,7 | 19311 | 16,4 | 2,96 | 10,00 | 11,8 | 163,8 | 19456 | 19603 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 55,7 | 17940 | 17,0 | 2,86 | 10,00 | 12,4 | 164,4 | 17875 | 18253 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 55,7 | 20993 | 20,8 | 3,46 | 10,00 | 14,6 | 166,6 | 21016 | 21344 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 55,7 | 25830 | 25,0 | 3,50 | 7,37 | 16,5 | 168,5 | 25859 | 26198 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 55,7 | 13359 | 16,8 | 2,82 | 10,00 | 12,8 | 164,8 | 12764 | 13691 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 55,7 | 27041 | 16,1 | 3,50 | 6,70 | 10,4 | 162,4 | 26886 | 27453 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 55,7 | 27041 | 11,1 | 3,50 | 6,90 | 6,3 | 158,3 | 26927 | 27291 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 55,7 | 27041 | 12,9 | 3,50 | 6,82 | 7,8 | 159,8 | 27152 | 27350 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 55,7 | 27041 | 17,7 | 3,50 | 6,66 | 11,6 | 163,6 | 27091 | 27498 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 55,7 | 27041 | 20,0 | 3,50 | 6,77 | 13,2 | 165,2 | 27152 | 27562 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 55,7 | 27041 | 23,4 | 3,50 | 6,60 | 15,4 | 167,4 | 27194 | 27649 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 55,7 | 16892 | 19,5 | 3,50 | 5,51 | 13,6 | 165,6 | 17054 | 17352 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 55,7 | 19772 | 18,4 | 3,50 | 5,91 | 12,6 | 164,6 | 19866 | 20225 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 55,7 | 22821 | 17,3 | 3,50 | 6,34 | 11,6 | 163,6 | 22699 | 23260 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 55,7 | 31483 | 15,1 | 3,50 | 7,10 | 9,3 | 161,3 | 31422 | 31866 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 55,7 | 32698 | 14,9 | 3,50 | 4,45 | 8,9 | 160,9 | 32551 | 33309 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 55,7 | 30528 | 15,3 | 3,50 | 5,11 | 9,4 | 161,4 | 30539 | 31078 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 55,7 | 28415 | 15,9 | 3,50 | 5,90 | 10,0 | 162,0 | 28569 | 28888 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 55,7 | 26365 | 16,3 | 3,50 | 7,12 | 10,7 | 162,7 | 26208 | 26746 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 55,7 | 26020 | 16,4 | 3,50 | 7,35 | 10,8 | 162,8 | 25921 | 26386 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 55,7 | 41633 | 17,3 | 3,50 | 2,38 | 8,5 | 160,5 | 41602 | 41868 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 55,7 | 32373 | 16,5 | 3,50 | 4,87 | 9,8 | 161,8 | 32222 | 32722 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 55,7 | 24199 | 16,1 | 3,50 | 8,09 | 10,8 | 162,8 | 24156 | 24649 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 55,7 | 21241 | 16,1 | 3,50 | 9,95 | 11,3 | 163,3 | 21323 | 21733 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 55,7 | 18165 | 14,2 | 2,98 | 10,00 | 10,5 | 162,5 | 18060 | 18642 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 55,7 | 30297 | 17,8 | 3,50 | 5,29 | 11,2 | 163,2 | 30354 | 30711 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 55,7 | 34864 | 20,8 | 3,50 | 4,01 | 12,4 | 164,4 | 34808 | 35281 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 55,7 | 20551 | 19,7 | 3,50 | 3,84 | 13,2 | 165,2 | 20584 | 21071 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 55,7 | 22498 | 18,3 | 3,50 | 4,62 | 12,2 | 164,2 | 22452 | 22979 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 55,7 | 24445 | 17,3 | 3,50 | 5,51 | 11,4 | 163,4 | 24423 | 24896 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 55,7 | 29637 | 15,2 | 3,50 | 8,02 | 9,7 | 161,7 | 29472 | 30021 | 0,01 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 55,7 | 11738 | 13,5 | 3,06 | 10,00 | 11,4 | 163,4 | 11451 | 12342 | 0,05 |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 55,7 | 12547 | 11,8 | 2,80 | 10,00 | 10,0 | 162,0 | 12600 | 13094 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 55,7 | 13326 | 11,4 | 2,54 | 10,00 | 9,6 | 161,6 | 12908 | 13865 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 55,7 | 34578 | 8,9 | 3,50 | 2,54 | 6,5 | 158,5 | 37087 | 35476 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 55,7 | 22584 | 11,2 | 3,50 | 8,12 | 8,4 | 160,4 | 22616 | 23427 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 55,7 | 26462 | 15,7 | 3,50 | 6,76 | 10,3 | 162,3 | 26578 | 26957 | 0,02 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 55,7 | 18583 | 13,9 | 3,12 | 10,00 | 10,3 | 162,3 | 18696 | 19143 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 55,7 | 15771 | 11,9 | 2,69 | 10,00 | 9,3 | 161,3 | 15966 | 16297 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 55,7 | 16483 | 14,1 | 2,85 | 10,00 | 10,8 | 162,8 | 16623 | 17087 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 55,7 | 18583 | 18,2 | 3,16 | 10,00 | 13,3 | 165,3 | 18758 | 19307 | 0,04 |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 55,7 | 24527 | 12,5 | 3,50 | 7,19 | 8,7 | 160,7 | 24607 | 25307 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 55,7 | 24527 | 10,5 | 3,50 | 7,38 | 7,1 | 159,1 | 24382 | 25159 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 55,7 | 24527 | 11,6 | 3,50 | 8,13 | 8,2 | 160,2 | 24300 | 25260 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 55,7 | 24527 | 11,9 | 3,50 | 7,31 | 8,3 | 160,3 | 24464 | 25267 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 55,7 | 24527 | 13,0 | 3,50 | 7,14 | 9,1 | 161,1 | 24443 | 25342 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 55,7 | 24527 | 13,9 | 3,50 | 7,17 | 9,8 | 161,8 | 24423 | 25399 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 55,7 | 24527 | 15,2 | 3,50 | 7,19 | 10,7 | 162,7 | 24464 | 25477 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 55,7 | 21456 | 12,6 | 3,50 | 5,69 | 9,1 | 161,1 | 21467 | 22241 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 55,7 | 22789 | 12,7 | 3,50 | 6,39 | 9,1 | 161,1 | 22678 | 23584 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 55,7 | 26223 | 12,3 | 3,50 | 8,08 | 8,4 | 160,5 | 26311 | 26992 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 55,7 | 32060 | 11,0 | 3,50 | 3,90 | 7,2 | 159,2 | 32674 | 32911 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 55,7 | 27586 | 11,8 | 3,50 | 5,41 | 7,9 | 159,9 | 27932 | 28403 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 55,7 | 22981 | 13,0 | 3,50 | 8,18 | 9,3 | 161,3 | 22986 | 23741 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 55,7 | 22183 | 13,4 | 3,50 | 8,91 | 9,6 | 161,6 | 22226 | 22935 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 55,7 | 31107 | 14,0 | 3,50 | 4,73 | 8,6 | 160,6 | 30909 | 31785 | 0,02 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 55,7 | 26798 | 13,2 | 3,50 | 6,13 | 8,8 | 160,8 | 26927 | 27549 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 55,7 | 23362 | 12,1 | 3,50 | 7,79 | 8,7 | 160,7 | 23335 | 24154 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 55,7 | 22178 | 12,0 | 3,50 | 9,28 | 9,0 | 161,0 | 21549 | 23017 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 55,7 | 20974 | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 55,7 | 19131 | 10,7 | 3,36 | 10,00 | 8,6 | 160,6 | 19271 | 19966 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 55,7 | 25899 | 13,5 | 3,50 | 6,56 | 9,2 | 161,2 | 25859 | 26702 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 55,7 | 27904 | 15,6 | 3,50 | 5,73 | 10,2 | 162,2 | 27973 | 28763 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 55,7 | 22673 | 12,8 | 3,50 | 4,98 | 9,1 | 161,1 | 22740 | 23486 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 55,7 | 23467 | 12,7 | 3,50 | 6,06 | 9,0 | 161,0 | 23294 | 24271 | 0,03 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

Apêndice B.3 – Protótipos Submetidos a Carregamento Distribuído –

$$L_o = l/6$$

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 21,7 | 15800 | 4,4 | 2,83 | 10,00 | 38,7 | 131,4 | 17104 | 17420 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 21,7 | 15800 | 3,8 | 2,77 | 10,00 | 31,2 | 123,9 | 16748 | 17109 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 21,7 | 15800 | 3,9 | 2,76 | 10,00 | 33,2 | 125,9 | 16762 | 17193 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 21,7 | 15800 | 4,1 | 2,71 | 10,00 | 35,9 | 128,6 | 17053 | 17306 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 21,7 | 15800 | 4,6 | 2,84 | 10,00 | 41,1 | 133,8 | 17149 | 17521 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 21,7 | 15800 | 5,0 | 2,84 | 10,00 | 45,0 | 137,7 | 17129 | 17680 | 0,12 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 21,7 | 15800 | 5,5 | 2,90 | 10,00 | 51,2 | 143,9 | 17551 | 17938 | 0,14 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 21,7 | 11566 | 5,5 | 3,09 | 10,00 | 49,2 | 141,9 | 13008 | 13380 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 21,7 | 13294 | 4,9 | 2,92 | 10,00 | 44,0 | 136,7 | 14586 | 15012 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 21,7 | 18426 | 4,0 | 2,70 | 10,00 | 33,8 | 126,5 | 19630 | 19930 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 21,7 | 20806 | 4,2 | 3,50 | 8,18 | 33,3 | 126,0 | 23130 | 23753 | 0,14 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 21,7 | 16672 | 4,5 | 3,03 | 10,00 | 38,6 | 131,3 | 18252 | 18620 | 0,12 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 21,7 | 15716 | 4,5 | 2,84 | 10,00 | 38,9 | 131,6 | 17076 | 17314 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 21,7 | 14255 | 4,3 | 2,45 | 10,00 | 38,7 | 131,4 | 14884 | 15274 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 21,7 | 13972 | 4,3 | 2,42 | 10,00 | 38,9 | 131,6 | 14581 | 14882 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 21,7 | 13836 | 4,3 | 2,40 | 10,00 | 38,9 | 131,6 | 14489 | 14691 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 21,7 | 41945 | 3,6 | 3,50 | 2,38 | 18,2 | 110,9 | 42092 | 42396 | 0,01 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 21,7 | 25766 | 4,2 | 3,50 | 6,98 | 32,2 | 124,9 | 26597 | 26930 | 0,05 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 21,7 | 19261 | 4,8 | 3,36 | 10,00 | 39,7 | 132,4 | 20397 | 20847 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 21,7 | 17893 | 4,8 | 3,18 | 10,00 | 42,2 | 134,9 | 19264 | 19612 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 21,7 | 20939 | 5,2 | 3,50 | 8,94 | 43,9 | 136,6 | 22332 | 22650 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 21,7 | 25766 | 5,5 | 3,50 | 6,76 | 45,6 | 138,3 | 27048 | 27409 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 21,7 | 13325 | 5,7 | 3,50 | 9,82 | 49,9 | 142,6 | 14949 | 15409 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 21,7 | 14385 | 5,1 | 3,22 | 10,00 | 45,1 | 137,8 | 15842 | 16270 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 21,7 | 17215 | 3,9 | 2,56 | 10,00 | 33,8 | 126,5 | 18416 | 18632 | 0,08 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 21,7 | 27036 | 4,0 | 3,50 | 5,85 | 28,7 | 121,4 | 28423 | 28869 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 21,7 | 27036 | 3,2 | 3,50 | 6,30 | 20,3 | 113,0 | 27708 | 28343 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 21,7 | 27036 | 3,5 | 3,50 | 6,12 | 23,0 | 115,7 | 27956 | 28509 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 21,7 | 27036 | 3,7 | 3,50 | 5,87 | 25,6 | 118,3 | 28415 | 28673 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 21,7 | 27036 | 4,2 | 3,50 | 5,76 | 31,2 | 123,9 | 28590 | 29024 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 21,7 | 27036 | 4,6 | 3,50 | 5,66 | 34,9 | 127,6 | 28824 | 29254 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 21,7 | 27036 | 5,1 | 3,50 | 5,48 | 41,0 | 133,7 | 29306 | 29633 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 21,7 | 16915 | 5,0 | 3,50 | 4,76 | 42,4 | 135,1 | 18803 | 19238 | 0,14 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 21,7 | 19765 | 4,7 | 3,50 | 5,06 | 37,6 | 130,3 | 21550 | 21944 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 4,4 | 3,50 | 5,52 | 33,7 | 126,4 | 24370 | 24849 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 21,7 | 31508 | 3,7 | 3,50 | 6,33 | 25,0 | 117,7 | 32754 | 33170 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 21,7 | 34322 | 3,5 | 3,50 | 3,17 | 20,8 | 113,5 | 36275 | 36832 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 21,7 | 28347 | 3,9 | 3,50 | 5,29 | 27,1 | 119,8 | 29906 | 30391 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 21,7 | 26895 | 4,0 | 3,50 | 5,93 | 29,0 | 121,7 | 28324 | 28710 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 21,7 | 24620 | 4,3 | 3,50 | 7,35 | 33,1 | 125,8 | 25625 | 25982 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 21,7 | 24185 | 4,3 | 3,50 | 7,64 | 33,9 | 126,6 | 25131 | 25438 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 21,7 | 23971 | 4,4 | 3,50 | 7,83 | 34,4 | 127,1 | 24800 | 25170 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 21,7 | 32367 | 3,8 | 3,50 | 4,28 | 24,5 | 117,2 | 33457 | 33777 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 21,7 | 24195 | 4,1 | 3,50 | 7,00 | 31,6 | 124,3 | 25826 | 26313 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 21,7 | 21237 | 4,4 | 3,50 | 8,35 | 34,6 | 127,3 | 23139 | 23665 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 21,7 | 18162 | 4,5 | 3,50 | 9,78 | 37,6 | 130,3 | 20570 | 20918 | 0,15 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 21,7 | 13330 | 3,6 | 2,61 | 10,00 | 31,2 | 123,9 | 15200 | 15778 | 0,18 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 21,7 | 18162 | 4,2 | 3,44 | 10,00 | 33,5 | 126,2 | 20197 | 20623 | 0,14 |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 21,7 | 22730 | 4,0 | 3,50 | 7,75 | 30,3 | 123,0 | 24353 | 24814 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 21,7 | 30291 | 4,1 | 3,50 | 4,84 | 28,7 | 121,4 | 31580 | 32014 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 21,7 | 34858 | 4,4 | 3,50 | 3,57 | 29,2 | 121,9 | 35971 | 36436 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 21,7 | 20547 | 4,8 | 3,50 | 3,00 | 37,4 | 130,1 | 22538 | 22925 | 0,12 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22494 | 4,5 | 3,50 | 3,81 | 34,0 | 126,7 | 24277 | 24658 | 0,10 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 21,7 | 24440 | 4,2 | 3,50 | 4,70 | 31,4 | 124,1 | 26031 | 26445 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 21,7 | 29632 | 3,8 | 3,50 | 6,95 | 26,6 | 119,3 | 30931 | 31333 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 21,7 | 14305 | 3,7 | 2,84 | 10,00 | 31,3 | 124,0 | 16514 | 17217 | 0,20 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 21,7 | 11724 | 5,1 | 3,50 | 9,54 | 45,2 | 137,9 | 14422 | 15559 | 0,33 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 21,7 | 12539 | 4,6 | 3,22 | 10,00 | 41,2 | 133,9 | 14507 | 16153 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 21,7 | 25024 | 3,1 | 3,50 | 5,05 | 21,8 | 114,5 | 28591 | 28851 | 0,15 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 21,7 | 26420 | 4,0 | 3,50 | 5,83 | 28,5 | 121,2 | 28204 | 28627 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 21,7 | 18551 | 4,4 | 3,50 | 9,04 | 35,1 | 127,8 | 21281 | 21624 | 0,17 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 21,7 | 15744 | 4,2 | 3,18 | 10,00 | 35,2 | 127,9 | 18416 | 18940 | 0,20 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 21,7 | 12844 | 3,6 | 2,54 | 10,00 | 31,7 | 124,4 | 14696 | 15848 | 0,23 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 21,7 | 12105 | 3,5 | 2,50 | 10,00 | 31,6 | 124,3 | 14321 | 15121 | 0,25 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 21,7 | 10985 | 3,4 | 2,24 | 10,00 | 31,0 | 123,7 | 12911 | 13990 | 0,27 |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 21,7 | 12865 | 4,9 | 3,50 | 9,05 | 42,8 | 135,5 | 15352 | 16809 | 0,31 |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 21,7 | 13729 | 4,2 | 2,94 | 10,00 | 36,9 | 129,6 | 15107 | 17143 | 0,25 |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 21,7 | 24557 | 3,5 | 3,50 | 5,55 | 25,1 | 117,8 | 27583 | 28130 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 21,7 | 24557 | 3,1 | 3,50 | 6,17 | 21,2 | 113,9 | 26567 | 27597 | 0,12 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 21,7 | 24557 | 3,2 | 3,50 | 5,72 | 22,1 | 114,8 | 27228 | 27718 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 21,7 | 24557 | 3,4 | 3,50 | 5,65 | 23,6 | 116,3 | 27377 | 27923 | 0,14 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 21,7 | 24557 | 3,7 | 3,50 | 5,48 | 26,5 | 119,2 | 27791 | 28320 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 21,7 | 24557 | 3,9 | 3,50 | 5,43 | 28,5 | 121,2 | 28005 | 28585 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 21,7 | 24557 | 4,3 | 3,50 | 5,24 | 31,9 | 124,6 | 28481 | 29047 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 21,7 | 21444 | 3,8 | 3,50 | 4,24 | 28,0 | 120,7 | 24590 | 25259 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 3,7 | 3,50 | 4,70 | 26,9 | 119,6 | 26079 | 26538 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 21,7 | 26184 | 3,4 | 3,50 | 6,44 | 23,8 | 116,5 | 29057 | 29627 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 21,7 | 27445 | 3,3 | 3,50 | 4,47 | 22,2 | 114,9 | 30644 | 31039 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 21,7 | 24196 | 3,6 | 3,50 | 5,73 | 25,6 | 118,3 | 27221 | 27773 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 21,7 | 18902 | 4,2 | 3,50 | 8,72 | 33,9 | 126,6 | 21756 | 22192 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 21,7 | 17857 | 4,4 | 3,50 | 9,36 | 35,5 | 128,2 | 20588 | 20976 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 21,7 | 17333 | 4,5 | 3,47 | 10,00 | 37,1 | 129,8 | 19877 | 20423 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 21,7 | 31142 | 3,5 | 3,50 | 3,82 | 22,5 | 115,2 | 33417 | 33954 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 21,7 | 26830 | 3,5 | 3,50 | 4,98 | 24,5 | 117,2 | 29542 | 30180 | 0,12 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 21,7 | 23391 | 3,5 | 3,50 | 6,01 | 25,6 | 118,3 | 26521 | 27107 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 21,7 | 22205 | 3,5 | 3,50 | 6,48 | 25,9 | 118,6 | 25458 | 26035 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 21,7 | 21000 | 3,5 | 3,50 | 6,98 | 26,0 | 118,7 | 24295 | 24928 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 21,7 | 19156 | 3,5 | 3,50 | 8,11 | 26,9 | 119,6 | 22382 | 23325 | 0,22 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 21,7 | 21000 | 3,4 | 3,50 | 7,09 | 25,1 | 117,8 | 24130 | 24795 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 21,7 | 22800 | 3,4 | 3,50 | 6,41 | 24,8 | 117,5 | 25715 | 26440 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 21,7 | 25930 | 3,7 | 3,50 | 5,18 | 26,4 | 119,1 | 28983 | 29589 | 0,14 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 21,7 | 27937 | 4,0 | 3,50 | 4,45 | 28,2 | 120,9 | 31083 | 31685 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 21,7 | 21905 | 3,7 | 3,50 | 2,93 | 27,3 | 120,0 | 25129 | 25781 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22700 | 3,7 | 3,50 | 3,68 | 26,9 | 119,6 | 25925 | 26515 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 21,7 | 23496 | 3,6 | 3,50 | 4,54 | 26,1 | 118,8 | 26557 | 27206 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 21,7 | 25617 | 3,4 | 3,50 | 6,62 | 24,2 | 116,9 | 28494 | 29062 | 0,13 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 21,7 | 15830 | 4,4 | 2,80 | 10,00 | 36,2 | 148,7 | 16793 | 17084 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 21,7 | 15830 | 3,7 | 2,72 | 10,00 | 29,5 | 142,0 | 16479 | 16855 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 21,7 | 15830 | 3,9 | 2,71 | 10,00 | 31,5 | 144,0 | 16508 | 16924 | 0,07 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 21,7 | 15830 | 4,2 | 2,67 | 10,00 | 33,7 | 146,2 | 16764 | 17001 | 0,07 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 21,7 | 15830 | 4,7 | 2,79 | 10,00 | 38,3 | 150,8 | 16792 | 17156 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 21,7 | 15830 | 5,0 | 2,78 | 10,00 | 41,3 | 153,8 | 16820 | 17259 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 21,7 | 15830 | 5,4 | 2,74 | 10,00 | 45,3 | 157,8 | 16618 | 17396 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 21,7 | 11533 | 5,4 | 2,97 | 10,00 | 44,0 | 156,5 | 12475 | 12870 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 21,7 | 13334 | 4,9 | 2,86 | 10,00 | 40,6 | 153,1 | 14264 | 14647 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 21,7 | 18423 | 4,0 | 2,67 | 10,00 | 32,1 | 144,6 | 19340 | 19600 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 21,7 | 22591 | 4,0 | 3,50 | 7,26 | 29,5 | 142,0 | 24563 | 25126 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 21,7 | 17695 | 4,6 | 3,17 | 10,00 | 36,0 | 148,5 | 19038 | 19481 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 21,7 | 16551 | 4,5 | 2,93 | 10,00 | 36,0 | 148,5 | 17633 | 18011 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 21,7 | 14798 | 4,3 | 2,54 | 10,00 | 36,1 | 148,6 | 15506 | 15742 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 21,7 | 14469 | 4,3 | 2,47 | 10,00 | 36,1 | 148,6 | 15017 | 15311 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 21,7 | 14302 | 4,3 | 2,42 | 10,00 | 35,8 | 148,3 | 14709 | 15089 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 21,7 | 42006 | 3,6 | 3,50 | 2,38 | 17,6 | 130,1 | 42121 | 42367 | 0,01 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 21,7 | 25811 | 4,3 | 3,50 | 7,07 | 30,7 | 143,2 | 26428 | 26730 | 0,04 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 21,7 | 19296 | 4,7 | 3,30 | 10,00 | 36,9 | 149,4 | 20093 | 20517 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 21,7 | 17927 | 4,9 | 3,11 | 10,00 | 38,9 | 151,4 | 18899 | 19238 | 0,07 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 21,7 | 20977 | 5,2 | 3,50 | 9,12 | 40,8 | 153,3 | 22005 | 22294 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 21,7 | 25811 | 5,5 | 3,50 | 6,93 | 42,2 | 154,7 | 26745 | 27069 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 21,7 | 13349 | 5,7 | 3,44 | 10,00 | 45,5 | 158,0 | 14462 | 14922 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 21,7 | 14412 | 5,1 | 3,11 | 10,00 | 41,2 | 153,7 | 15407 | 15839 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 21,7 | 17247 | 3,9 | 2,51 | 10,00 | 31,8 | 144,3 | 18124 | 18352 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 21,7 | 27064 | 4,0 | 3,50 | 6,06 | 28,0 | 140,5 | 28117 | 28543 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 21,7 | 27064 | 3,3 | 3,50 | 6,47 | 20,1 | 132,6 | 27518 | 28131 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 21,7 | 27064 | 3,5 | 3,50 | 6,24 | 22,4 | 134,9 | 27791 | 28254 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 21,7 | 27064 | 3,8 | 3,50 | 6,13 | 25,2 | 137,7 | 28090 | 28397 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 21,7 | 27064 | 4,3 | 3,50 | 6,00 | 30,2 | 142,7 | 28235 | 28659 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 21,7 | 27064 | 3,5 | 3,50 | 5,87 | 33,5 | 146,0 | 28422 | 28830 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 21,7 | 27064 | 5,2 | 3,50 | 5,68 | 38,6 | 151,1 | 28770 | 29094 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 21,7 | 16887 | 5,1 | 3,50 | 5,00 | 39,8 | 152,3 | 18219 | 18693 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 21,7 | 19776 | 4,8 | 3,50 | 5,36 | 36,0 | 148,5 | 21068 | 21504 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 21,7 | 22808 | 4,4 | 3,50 | 5,68 | 32,3 | 144,8 | 23924 | 24431 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 21,7 | 31434 | 3,7 | 3,50 | 6,46 | 24,4 | 136,9 | 32432 | 32773 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 21,7 | 36740 | 3,4 | 3,50 | 2,58 | 18,7 | 131,2 | 38413 | 38824 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 21,7 | 29870 | 3,8 | 3,50 | 4,82 | 24,8 | 137,3 | 31199 | 31677 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 21,7 | 28150 | 3,9 | 3,50 | 5,45 | 26,4 | 138,9 | 29361 | 29761 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 21,7 | 25461 | 4,2 | 3,50 | 6,99 | 30,3 | 142,8 | 26302 | 26691 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 21,7 | 24941 | 4,3 | 3,50 | 7,38 | 31,2 | 143,7 | 25612 | 26078 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 21,7 | 24685 | 4,3 | 3,50 | 7,48 | 31,6 | 144,1 | 25396 | 25771 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 21,7 | 32399 | 3,8 | 3,50 | 4,36 | 23,7 | 136,2 | 33153 | 33529 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 21,7 | 24220 | 4,2 | 3,50 | 7,20 | 30,4 | 142,9 | 25363 | 25909 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 21,7 | 21259 | 4,4 | 3,50 | 8,57 | 33,3 | 145,8 | 22706 | 23191 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 21,7 | 18181 | 4,6 | 3,40 | 10,00 | 35,7 | 148,2 | 19976 | 20349 | 0,12 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 21,7 | 13345 | 3,5 | 2,53 | 10,00 | 29,5 | 142,0 | 14726 | 15258 | 0,14 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 21,7 | 18181 | 4,1 | 3,27 | 10,00 | 31,4 | 143,9 | 19483 | 20092 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 21,7 | 22754 | 4,1 | 3,50 | 8,00 | 29,5 | 142,0 | 23972 | 24431 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 21,7 | 30321 | 4,1 | 3,50 | 4,99 | 27,8 | 140,3 | 31233 | 31702 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 21,7 | 34891 | 4,4 | 3,50 | 3,62 | 28,0 | 140,5 | 35713 | 36146 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 21,7 | 20567 | 4,8 | 3,50 | 3,13 | 35,5 | 148,0 | 22066 | 22437 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22516 | 4,5 | 3,50 | 4,00 | 32,7 | 145,2 | 23870 | 24242 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 21,7 | 24465 | 4,3 | 3,50 | 4,97 | 30,5 | 143,0 | 25582 | 26077 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 21,7 | 29662 | 3,9 | 3,50 | 5,45 | 26,4 | 138,9 | 29361 | 31062 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 21,7 | 14363 | 3,7 | 2,71 | 10,00 | 29,9 | 142,4 | 15880 | 16668 | 0,16 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 21,7 | 14363 | 3,9 | 2,75 | 10,00 | 32,2 | 144,7 | 15872 | 16847 | 0,17 |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 21,7 | 11729 | 5,1 | 3,50 | 9,69 | 41,3 | 153,8 | 13751 | 14641 | 0,25 |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 21,7 | 12533 | 4,5 | 3,06 | 10,00 | 37,8 | 150,3 | 14003 | 15281 | 0,22 |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 21,7 | 28534 | 2,9 | 3,50 | 3,96 | 18,8 | 131,3 | 31913 | 31591 | 0,11 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 21,7 | 18431 | 4,0 | 3,50 | 9,62 | 30,7 | 143,2 | 20292 | 21679 | 0,18 |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 21,7 | 26517 | 4,0 | 3,50 | 5,99 | 27,7 | 140,2 | 27870 | 28294 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 21,7 | 18623 | 4,4 | 3,50 | 9,36 | 33,8 | 146,3 | 20667 | 21078 | 0,13 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 21,7 | 15806 | 4,2 | 3,05 | 10,00 | 33,7 | 146,2 | 17764 | 18354 | 0,16 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 21,7 | 12896 | 3,5 | 2,40 | 10,00 | 29,9 | 142,4 | 13854 | 15246 | 0,18 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 21,7 | 12154 | 3,5 | 2,28 | 10,00 | 29,9 | 142,4 | 13230 | 14529 | 0,20 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 21,7 | 11030 | 3,4 | 2,17 | 10,00 | 29,5 | 142,0 | 12294 | 13400 | 0,21 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 21,7 | 12916 | 4,9 | 3,50 | 9,16 | 39,9 | 152,4 | 14803 | 15981 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 21,7 | 13784 | 4,1 | 2,77 | 10,00 | 34,3 | 146,8 | 14410 | 16427 | 0,19 |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 21,7 | 24556 | 3,6 | 3,50 | 5,92 | 25,0 | 137,5 | 26886 | 27511 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 21,7 | 24556 | 3,2 | 3,50 | 6,41 | 21,2 | 133,7 | 26174 | 27074 | 0,10 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 21,7 | 24556 | 3,3 | 3,50 | 6,06 | 22,2 | 134,7 | 26595 | 27188 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 21,7 | 24556 | 3,4 | 3,50 | 5,99 | 23,6 | 136,1 | 26730 | 27348 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 21,7 | 24556 | 3,7 | 3,50 | 5,69 | 26,2 | 138,7 | 27170 | 27642 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 21,7 | 24556 | 4,0 | 3,50 | 5,59 | 28,3 | 140,8 | 27407 | 27879 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 21,7 | 24556 | 4,4 | 3,50 | 5,56 | 31,6 | 144,1 | 27747 | 28259 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 21,7 | 21435 | 3,8 | 3,50 | 4,65 | 27,7 | 140,2 | 23731 | 24567 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 21,7 | 22778 | 3,7 | 3,50 | 5,10 | 26,6 | 139,1 | 25221 | 25848 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 21,7 | 26206 | 3,4 | 3,50 | 6,65 | 23,5 | 136,0 | 28447 | 29024 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 21,7 | 30664 | 3,1 | 3,50 | 3,50 | 19,2 | 131,7 | 33546 | 33539 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 21,7 | 26986 | 3,4 | 3,50 | 4,92 | 22,5 | 135,0 | 29397 | 29958 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 21,7 | 20848 | 4,1 | 3,50 | 8,03 | 30,2 | 142,7 | 23100 | 23693 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 21,7 | 19618 | 4,2 | 3,50 | 8,70 | 31,8 | 144,3 | 21755 | 22337 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 21,7 | 19000 | 4,3 | 3,50 | 9,08 | 32,7 | 145,2 | 21141 | 21657 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 21,7 | 31142 | 3,5 | 3,50 | 4,00 | 22,2 | 134,7 | 32882 | 33452 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 21,7 | 26829 | 3,6 | 3,50 | 5,17 | 24,2 | 136,7 | 28935 | 29570 | 0,10 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 21,7 | 23390 | 3,6 | 3,50 | 6,35 | 25,6 | 138,1 | 25931 | 26469 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 21,7 | 22204 | 3,6 | 3,50 | 6,92 | 25,8 | 138,3 | 24672 | 25378 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 21,7 | 19155 | 3,6 | 3,50 | 8,80 | 27,4 | 139,9 | 21340 | 22680 | 0,18 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 21,7 | 20999 | 3,5 | 3,50 | 7,56 | 25,3 | 137,8 | 23396 | 24165 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 21,7 | 22800 | 3,5 | 3,50 | 6,71 | 24,6 | 137,1 | 25115 | 25797 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 21,7 | 25929 | 3,8 | 3,50 | 5,41 | 26,0 | 138,5 | 28282 | 28919 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 21,7 | 27937 | 4,1 | 3,50 | 4,78 | 27,9 | 140,4 | 30354 | 31015 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 21,7 | 21904 | 3,8 | 3,50 | 3,12 | 27,1 | 139,6 | 24493 | 25097 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22700 | 3,8 | 3,50 | 3,87 | 26,7 | 139,2 | 25368 | 25843 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 21,7 | 23495 | 3,7 | 3,50 | 4,74 | 25,9 | 138,4 | 26018 | 26553 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 21,7 | 25617 | 3,5 | 3,50 | 6,99 | 24,1 | 136,6 | 27840 | 28471 | 0,11 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 21,7 | 15792 | 4,4 | 2,67 | 10,00 | 29,7 | 162,0 | 16201 | 16668 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 21,7 | 15792 | 3,7 | 2,66 | 10,00 | 25,1 | 157,4 | 16196 | 16535 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 21,7 | 15792 | 3,9 | 2,67 | 10,00 | 26,7 | 159,0 | 16378 | 16579 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 21,7 | 15792 | 4,1 | 2,60 | 10,00 | 28,2 | 160,5 | 16424 | 16625 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 21,7 | 15792 | 4,6 | 2,71 | 10,00 | 31,3 | 163,6 | 16376 | 16716 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 21,7 | 15792 | 5,0 | 2,72 | 10,00 | 33,4 | 165,7 | 16455 | 16777 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 21,7 | 15792 | 5,5 | 2,74 | 10,00 | 36,1 | 168,4 | 16490 | 16857 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 21,7 | 11556 | 5,4 | 2,90 | 10,00 | 35,0 | 167,3 | 12074 | 12464 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 21,7 | 13341 | 4,9 | 2,78 | 10,00 | 32,8 | 165,1 | 13890 | 14246 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 21,7 | 18451 | 4,0 | 2,60 | 10,00 | 27,0 | 159,3 | 18999 | 19298 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 21,7 | 24291 | 3,9 | 3,50 | 6,75 | 24,2 | 156,5 | 25603 | 26311 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 21,7 | 18664 | 4,6 | 3,31 | 10,00 | 29,9 | 162,2 | 19714 | 20128 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 21,7 | 17336 | 4,5 | 3,00 | 10,00 | 29,9 | 162,2 | 18216 | 18536 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 21,7 | 14894 | 4,3 | 2,52 | 10,00 | 29,8 | 162,1 | 15327 | 15584 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 21,7 | 14702 | 4,4 | 2,50 | 10,00 | 30,0 | 162,3 | 15155 | 15355 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 21,7 | 41929 | 3,6 | 3,50 | 2,44 | 15,9 | 148,2 | 41913 | 42207 | 0,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 21,7 | 25754 | 4,3 | 3,50 | 7,19 | 26,3 | 158,6 | 26162 | 26424 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 21,7 | 19252 | 4,7 | 3,22 | 10,00 | 30,4 | 162,7 | 19705 | 20108 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 21,7 | 17885 | 4,8 | 3,02 | 10,00 | 31,8 | 164,1 | 18475 | 18796 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 21,7 | 20929 | 5,3 | 3,50 | 9,50 | 33,4 | 165,7 | 21525 | 21848 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 21,7 | 25754 | 5,5 | 3,50 | 7,16 | 34,1 | 166,4 | 26226 | 26621 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 21,7 | 13318 | 5,7 | 3,34 | 10,00 | 35,8 | 168,1 | 13965 | 14373 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 21,7 | 14378 | 5,1 | 3,02 | 10,00 | 33,2 | 165,5 | 14967 | 15358 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 21,7 | 17206 | 3,9 | 2,45 | 10,00 | 26,8 | 159,1 | 17616 | 17997 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 21,7 | 27014 | 4,1 | 3,50 | 6,27 | 24,4 | 156,7 | 27647 | 28116 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 21,7 | 27014 | 3,3 | 3,50 | 6,52 | 17,9 | 150,2 | 27284 | 27825 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 21,7 | 27014 | 3,5 | 3,50 | 6,35 | 20,0 | 152,3 | 27501 | 27917 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 21,7 | 27014 | 3,8 | 3,50 | 6,33 | 22,3 | 154,6 | 27643 | 28020 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 21,7 | 27014 | 4,3 | 3,50 | 6,21 | 26,2 | 158,5 | 27820 | 28194 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 21,7 | 27014 | 4,7 | 3,50 | 6,19 | 28,6 | 160,9 | 27853 | 28301 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 21,7 | 27014 | 5,3 | 3,50 | 6,15 | 32,1 | 164,4 | 27928 | 28456 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 21,7 | 16897 | 5,2 | 3,50 | 5,18 | 32,8 | 165,1 | 17744 | 18167 | 0,08 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 21,7 | 19790 | 4,8 | 3,50 | 5,59 | 30,2 | 162,5 | 20574 | 21031 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 4,5 | 3,50 | 5,85 | 27,6 | 159,9 | 23543 | 23998 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 21,7 | 31452 | 3,8 | 3,50 | 6,57 | 21,5 | 153,8 | 32182 | 32462 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 21,7 | 31288 | 3,7 | 3,50 | 4,46 | 20,8 | 153,1 | 32173 | 32758 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29341 | 3,8 | 3,50 | 5,19 | 22,3 | 154,6 | 30114 | 30669 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 21,7 | 26231 | 4,2 | 3,50 | 6,73 | 25,3 | 157,6 | 26821 | 27244 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 21,7 | 25628 | 4,3 | 3,50 | 7,10 | 26,0 | 158,3 | 26107 | 26563 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 21,7 | 25331 | 4,3 | 3,50 | 7,31 | 26,3 | 158,6 | 25756 | 26226 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 21,7 | 32342 | 3,8 | 3,50 | 4,53 | 21,1 | 153,4 | 32762 | 33199 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 21,7 | 24175 | 4,3 | 3,50 | 7,52 | 26,5 | 158,8 | 24929 | 25429 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 21,7 | 21218 | 4,5 | 3,50 | 8,77 | 28,3 | 160,6 | 22225 | 22622 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 21,7 | 18146 | 4,5 | 3,21 | 10,00 | 29,4 | 161,7 | 19091 | 19670 | 0,08 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 21,7 | 13318 | 3,5 | 2,46 | 10,00 | 25,2 | 157,5 | 14270 | 14712 | 0,10 |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 21,7 | 18146 | 4,1 | 3,18 | 10,00 | 26,7 | 159,0 | 19013 | 19528 | 0,08 |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 21,7 | 22711 | 4,1 | 3,50 | 8,23 | 25,6 | 157,9 | 23576 | 23953 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 21,7 | 30267 | 4,2 | 3,50 | 5,16 | 24,3 | 156,6 | 30805 | 31295 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 21,7 | 34831 | 4,4 | 3,50 | 3,79 | 24,4 | 156,7 | 35325 | 35768 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 21,7 | 20531 | 4,9 | 3,50 | 3,42 | 30,0 | 162,3 | 21439 | 21882 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22476 | 4,6 | 3,50 | 4,31 | 28,0 | 160,3 | 23200 | 23738 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 21,7 | 24421 | 4,3 | 3,50 | 5,09 | 26,3 | 158,6 | 25167 | 25605 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 21,7 | 29607 | 3,9 | 3,50 | 7,45 | 23,1 | 155,4 | 30272 | 30648 | 0,04 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 21,7 | 14357 | 3,6 | 2,64 | 10,00 | 25,4 | 157,7 | 15471 | 16029 | 0,12 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 21,7 | 11748 | 5,2 | 3,46 | 10,00 | 33,9 | 166,2 | 13161 | 13796 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 21,7 | 12576 | 4,5 | 2,94 | 10,00 | 31,0 | 163,3 | 13257 | 14509 | 0,15 |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 21,7 | 20544 | 3,8 | 3,50 | 8,07 | 24,2 | 156,5 | 22380 | 23028 | 0,12 |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 21,7 | 26508 | 4,0 | 3,50 | 6,29 | 24,4 | 156,7 | 27342 | 27846 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 21,7 | 18617 | 4,5 | 3,45 | 10,00 | 29,4 | 161,7 | 20009 | 20442 | 0,10 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 21,7 | 15800 | 4,2 | 2,96 | 10,00 | 28,1 | 160,4 | 17147 | 17613 | 0,11 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 21,7 | 12891 | 3,5 | 2,34 | 10,00 | 25,7 | 158,0 | 13312 | 14616 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 21,7 | 12149 | 3,4 | 2,35 | 10,00 | 25,6 | 157,9 | 13199 | 13882 | 0,14 |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 21,7 | 11026 | 3,4 | 2,14 | 10,00 | 25,3 | 157,6 | 11964 | 12761 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 21,7 | 12912 | 5,1 | 3,50 | 9,43 | 33,3 | 165,6 | 14250 | 15101 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 21,7 | 13779 | 4,0 | 2,64 | 10,00 | 28,5 | 160,8 | 13642 | 15652 | 0,14 |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [%o] | ϵ_s [%o] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 21,7 | 24548 | 3,7 | 3,50 | 6,28 | 22,6 | 154,9 | 26231 | 26836 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 21,7 | 24548 | 3,2 | 3,50 | 6,48 | 19,0 | 151,3 | 25788 | 26472 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 21,7 | 24548 | 3,4 | 3,50 | 6,43 | 20,3 | 152,6 | 25884 | 26607 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 21,7 | 24548 | 3,5 | 3,50 | 6,41 | 21,5 | 153,8 | 26073 | 26728 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 21,7 | 24548 | 3,8 | 3,50 | 6,25 | 23,6 | 155,9 | 26298 | 26936 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 21,7 | 24548 | 4,1 | 3,50 | 6,10 | 25,2 | 157,5 | 26546 | 27091 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 21,7 | 24548 | 4,5 | 3,50 | 5,87 | 27,7 | 160,0 | 26907 | 27334 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 3,8 | 3,50 | 5,44 | 23,8 | 156,1 | 24548 | 25171 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 21,7 | 26231 | 3,5 | 3,50 | 7,09 | 21,4 | 153,7 | 27820 | 28436 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 21,7 | 33622 | 3,0 | 3,50 | 2,81 | 16,0 | 148,3 | 36667 | 35822 | 0,07 |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29608 | 3,2 | 3,50 | 4,17 | 18,5 | 150,8 | 31688 | 31909 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 21,7 | 22726 | 3,9 | 3,50 | 7,29 | 24,3 | 156,6 | 24249 | 24948 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 21,7 | 21325 | 4,1 | 3,50 | 8,14 | 26,0 | 158,3 | 22806 | 23492 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 21,7 | 20619 | 4,2 | 3,50 | 8,53 | 26,6 | 158,9 | 22109 | 22728 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 21,7 | 31132 | 3,6 | 3,50 | 4,26 | 20,2 | 152,5 | 32331 | 32927 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 21,7 | 26820 | 3,6 | 3,50 | 5,41 | 21,7 | 154,0 | 28317 | 28931 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 21,7 | 23382 | 3,7 | 3,50 | 6,77 | 22,9 | 155,2 | 25018 | 25742 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 21,7 | 22197 | 3,7 | 3,50 | 7,20 | 23,1 | 155,4 | 24034 | 24629 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 21,7 | 20992 | 3,7 | 3,50 | 8,00 | 23,7 | 156,0 | 22564 | 23531 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 21,7 | 19148 | 3,6 | 3,50 | 8,79 | 23,7 | 156,0 | 21031 | 21765 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 21,7 | 20992 | 3,5 | 3,50 | 7,95 | 22,8 | 155,1 | 22715 | 23435 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 21,7 | 22792 | 3,5 | 3,50 | 6,99 | 22,2 | 154,5 | 24559 | 25107 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 21,7 | 25921 | 3,8 | 3,50 | 5,61 | 23,1 | 155,4 | 27603 | 28202 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 21,7 | 27927 | 4,1 | 3,50 | 5,05 | 24,8 | 157,1 | 29644 | 30274 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 21,7 | 21897 | 3,9 | 3,50 | 3,43 | 24,3 | 156,6 | 23698 | 24352 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22692 | 3,9 | 3,50 | 4,24 | 24,1 | 156,4 | 24630 | 25123 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 21,7 | 23487 | 3,8 | 3,50 | 5,10 | 23,5 | 155,8 | 25347 | 25857 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 21,7 | 25608 | 3,6 | 3,50 | 7,51 | 22,1 | 154,4 | 27202 | 27842 | 0,09 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 21,7 | 15842 | 4,4 | 2,66 | 10,00 | 19,2 | 171,2 | 15968 | 16338 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 21,7 | 15842 | 3,7 | 2,64 | 10,00 | 16,8 | 168,8 | 15979 | 16275 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 21,7 | 15842 | 3,9 | 2,61 | 10,00 | 17,5 | 169,5 | 16144 | 16294 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 21,7 | 15842 | 4,1 | 2,52 | 10,00 | 18,3 | 170,3 | 15959 | 16315 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 21,7 | 15842 | 4,6 | 2,64 | 10,00 | 19,9 | 171,9 | 16011 | 16355 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 21,7 | 15842 | 5,0 | 2,66 | 10,00 | 20,9 | 172,9 | 16054 | 16382 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 21,7 | 15842 | 5,5 | 2,59 | 10,00 | 22,1 | 174,1 | 15836 | 16412 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 21,7 | 13364 | 4,9 | 2,71 | 10,00 | 20,5 | 172,5 | 13437 | 13859 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 21,7 | 18373 | 4,0 | 2,55 | 10,00 | 17,8 | 169,8 | 18560 | 18857 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 21,7 | 25974 | 3,8 | 3,50 | 6,24 | 15,8 | 167,8 | 26610 | 27259 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 21,7 | 19668 | 4,7 | 3,41 | 10,00 | 19,2 | 171,2 | 20052 | 20599 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 21,7 | 18166 | 4,5 | 3,09 | 10,00 | 19,2 | 171,2 | 18515 | 18929 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 21,7 | 16746 | 4,4 | 2,80 | 10,00 | 19,1 | 171,1 | 16913 | 17345 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 21,7 | 15403 | 4,3 | 2,43 | 10,00 | 19,1 | 171,1 | 15145 | 15843 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 21,7 | 42030 | 3,7 | 3,50 | 2,44 | 11,3 | 163,3 | 41915 | 42203 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 21,7 | 25829 | 4,3 | 3,50 | 7,30 | 17,5 | 169,5 | 25959 | 26218 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 21,7 | 19311 | 4,7 | 3,17 | 10,00 | 19,5 | 171,5 | 19439 | 19791 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 21,7 | 17940 | 4,8 | 2,94 | 10,00 | 20,0 | 172,0 | 18066 | 18444 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 21,7 | 20993 | 5,5 | 3,50 | 10,00 | 21,2 | 173,2 | 21158 | 21503 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 21,7 | 25830 | 5,6 | 3,50 | 7,35 | 21,3 | 173,3 | 25941 | 26304 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 21,7 | 13359 | 5,6 | 3,22 | 10,00 | 21,9 | 173,9 | 13456 | 13924 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 21,7 | 14423 | 5,0 | 2,90 | 10,00 | 20,7 | 172,7 | 14463 | 14958 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 21,7 | 17260 | 3,9 | 2,41 | 10,00 | 17,6 | 169,6 | 17462 | 17716 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 21,7 | 27041 | 4,1 | 3,50 | 6,49 | 16,6 | 168,6 | 27260 | 27697 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 21,7 | 27041 | 3,3 | 3,50 | 6,71 | 12,8 | 164,8 | 26903 | 27549 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 21,7 | 27041 | 3,5 | 3,50 | 6,55 | 14,1 | 166,1 | 27238 | 27598 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 21,7 | 27041 | 3,8 | 3,50 | 6,47 | 15,3 | 167,3 | 27291 | 27647 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 21,7 | 27041 | 4,4 | 3,50 | 6,50 | 17,6 | 169,6 | 27293 | 27735 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 21,7 | 27041 | 4,7 | 3,50 | 6,49 | 18,8 | 170,8 | 27355 | 27784 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 21,7 | 27041 | 5,3 | 3,50 | 6,50 | 20,6 | 172,6 | 27341 | 27851 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 21,7 | 16892 | 5,3 | 3,50 | 5,41 | 20,8 | 172,8 | 17210 | 17597 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 21,7 | 19772 | 4,9 | 3,50 | 5,83 | 19,6 | 171,6 | 20063 | 20475 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22821 | 4,5 | 3,50 | 6,10 | 18,3 | 170,3 | 23025 | 23509 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 21,7 | 31483 | 3,8 | 3,50 | 6,69 | 14,9 | 166,9 | 31711 | 32093 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 21,7 | 32698 | 3,6 | 3,50 | 4,08 | 13,9 | 165,9 | 33091 | 33651 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 21,7 | 30528 | 3,8 | 3,50 | 4,95 | 15,0 | 167,0 | 30823 | 31397 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 21,7 | 28415 | 4,0 | 3,50 | 5,65 | 15,8 | 167,8 | 28810 | 29159 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 21,7 | 26365 | 4,2 | 3,50 | 6,78 | 16,9 | 168,9 | 26658 | 26968 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 21,7 | 26020 | 4,3 | 3,50 | 7,06 | 17,2 | 169,2 | 26268 | 26598 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 21,7 | 41633 | 3,6 | 3,50 | 2,37 | 11,4 | 163,4 | 41647 | 41948 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 21,7 | 32373 | 3,8 | 3,50 | 4,63 | 14,6 | 166,6 | 32501 | 32893 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 21,7 | 24199 | 4,4 | 3,50 | 7,82 | 17,8 | 169,8 | 24481 | 24936 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 21,7 | 21241 | 4,6 | 3,50 | 9,14 | 18,7 | 170,7 | 21625 | 22053 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 21,7 | 18165 | 4,5 | 3,07 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 18468 | 19026 | 0,05 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 21,7 | 18165 | 4,0 | 3,08 | 10,00 | 17,5 | 169,5 | 18480 | 18960 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 21,7 | 22735 | 4,1 | 3,50 | 8,54 | 17,3 | 169,3 | 23011 | 23468 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 21,7 | 30297 | 4,2 | 3,50 | 5,26 | 16,4 | 168,4 | 30473 | 30906 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 21,7 | 34864 | 4,4 | 3,50 | 3,87 | 16,5 | 168,5 | 34972 | 35417 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 21,7 | 41633 | 4,5 | 3,50 | 3,66 | 16,5 | 168,5 | 35650 | 42089 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 21,7 | 20551 | 5,0 | 3,50 | 3,61 | 19,5 | 171,5 | 20924 | 21320 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22498 | 4,6 | 3,50 | 4,52 | 18,5 | 170,5 | 22681 | 23227 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 21,7 | 24445 | 4,4 | 3,50 | 5,33 | 17,6 | 169,6 | 24665 | 25140 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 21,7 | 29637 | 3,9 | 3,50 | 7,60 | 15,8 | 167,8 | 29922 | 30261 | 0,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 21,7 | 14331 | 3,6 | 2,50 | 10,00 | 16,9 | 168,9 | 14621 | 15302 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 21,7 | 11738 | 5,1 | 3,25 | 10,00 | 21,1 | 173,1 | 12176 | 12852 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 21,7 | 12547 | 4,5 | 2,90 | 10,00 | 19,7 | 171,7 | 12733 | 13623 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 21,7 | 22584 | 3,6 | 3,50 | 7,50 | 15,7 | 167,7 | 23494 | 24144 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 21,7 | 26462 | 4,1 | 3,50 | 6,62 | 16,7 | 168,7 | 26816 | 27264 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 21,7 | 18583 | 4,5 | 3,24 | 10,00 | 18,9 | 170,9 | 19127 | 19610 | 0,06 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 21,7 | 15771 | 4,1 | 2,83 | 10,00 | 18,2 | 170,2 | 16318 | 16800 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 21,7 | 12867 | 3,5 | 2,25 | 10,00 | 17,0 | 169,0 | 12663 | 13865 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 21,7 | 12126 | 3,5 | 2,25 | 10,00 | 17,0 | 169,0 | 12609 | 13132 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 21,7 | 12888 | 5,2 | 3,47 | 10,00 | 21,1 | 173,1 | 13195 | 14099 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 21,7 | 13321 | 4,2 | 3,03 | 10,00 | 19,8 | 171,8 | 13237 | 14459 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 21,7 | 13754 | 4,0 | 2,56 | 10,00 | 18,6 | 170,6 | 12918 | 14824 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 21,7 | 24527 | 3,8 | 3,50 | 6,74 | 15,9 | 167,9 | 25290 | 25939 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 21,7 | 24527 | 3,3 | 3,50 | 6,98 | 13,9 | 165,9 | 24988 | 25761 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 21,7 | 24527 | 3,4 | 3,50 | 6,78 | 14,5 | 166,5 | 25229 | 25817 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 21,7 | 24527 | 3,6 | 3,50 | 6,76 | 15,2 | 167,2 | 25307 | 25880 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 21,7 | 24527 | 3,9 | 3,50 | 6,72 | 16,5 | 168,5 | 25328 | 25989 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 21,7 | 24527 | 4,2 | 3,50 | 6,74 | 17,4 | 169,4 | 25420 | 26072 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 21,7 | 20048 | 4,2 | 3,50 | 4,71 | 17,6 | 169,6 | 20731 | 21513 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22789 | 4,0 | 3,50 | 5,86 | 16,6 | 168,6 | 23618 | 24231 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 21,7 | 26223 | 3,6 | 3,50 | 7,62 | 15,3 | 167,3 | 26998 | 27604 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 21,7 | 32060 | 3,1 | 3,50 | 3,45 | 12,3 | 164,3 | 33845 | 33505 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 21,7 | 27586 | 3,5 | 3,50 | 5,19 | 14,3 | 166,3 | 28632 | 29047 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 21,7 | 22981 | 4,0 | 3,50 | 7,64 | 16,8 | 168,8 | 23694 | 24347 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 21,7 | 22183 | 4,1 | 3,50 | 8,13 | 17,2 | 169,2 | 22871 | 23519 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 21,7 | 31107 | 3,6 | 3,50 | 4,45 | 14,3 | 166,3 | 31632 | 32223 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 21,7 | 26798 | 6,7 | 3,50 | 5,71 | 15,3 | 167,3 | 27547 | 28105 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 21,7 | 23362 | 3,8 | 3,50 | 7,23 | 16,0 | 168,0 | 24096 | 24813 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 21,7 | 22178 | 3,8 | 3,50 | 7,80 | 16,3 | 168,3 | 23051 | 23681 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 21,7 | 19131 | 3,8 | 3,50 | 9,80 | 17,0 | 169,0 | 19750 | 20774 | 0,09 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 21,7 | 20974 | 3,7 | 3,50 | 8,47 | 16,0 | 168,0 | 21820 | 22484 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 21,7 | 22772 | 3,7 | 3,50 | 7,45 | 15,7 | 167,7 | 23738 | 24209 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 21,7 | 25899 | 3,9 | 3,50 | 6,17 | 16,3 | 168,3 | 26701 | 27314 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 21,7 | 27904 | 4,2 | 3,50 | 5,35 | 17,0 | 169,0 | 28721 | 29324 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 21,7 | 21879 | 4,1 | 3,50 | 3,77 | 16,9 | 168,9 | 22811 | 23382 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22673 | 4,0 | 3,50 | 4,66 | 16,7 | 168,7 | 23542 | 24153 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 21,7 | 23467 | 3,9 | 3,50 | 5,57 | 16,3 | 168,3 | 24285 | 24917 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 21,7 | 25586 | 3,7 | 3,50 | 7,87 | 15,5 | 167,5 | 26433 | 26966 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 55,7 | 15800 | 29,3 | 2,81 | 10,00 | 38,0 | 130,7 | 17029 | 17392 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 55,7 | 15800 | 24,6 | 2,74 | 10,00 | 30,7 | 123,4 | 16750 | 17089 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 55,7 | 15800 | 25,9 | 2,76 | 10,00 | 32,7 | 125,4 | 16852 | 17171 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 55,7 | 15800 | 27,5 | 2,71 | 10,00 | 35,3 | 128,0 | 17048 | 17281 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 55,7 | 15800 | 30,9 | 2,85 | 10,00 | 40,6 | 133,3 | 17272 | 17500 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 55,7 | 15800 | 33,5 | 2,89 | 10,00 | 44,9 | 137,6 | 17515 | 17679 | 0,12 |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 55,7 | 15800 | 37,0 | 2,93 | 10,00 | 50,7 | 143,4 | 17692 | 17917 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 55,7 | 11566 | 36,2 | 3,12 | 10,00 | 48,8 | 141,5 | 13166 | 13364 | 0,16 |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 55,7 | 13294 | 33,2 | 2,70 | 10,00 | 44,2 | 136,9 | 14865 | 15019 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 55,7 | 18426 | 26,5 | 2,71 | 10,00 | 33,3 | 126,0 | 19661 | 19905 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 55,7 | 20806 | 28,0 | 3,50 | 8,16 | 32,8 | 125,5 | 23169 | 23708 | 0,14 |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 55,7 | 16672 | 29,7 | 3,02 | 10,00 | 38,0 | 130,7 | 18270 | 18588 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 55,7 | 15716 | 29,4 | 2,80 | 10,00 | 38,3 | 131,0 | 17095 | 17287 | 0,10 |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 55,7 | 14255 | 28,6 | 2,49 | 10,00 | 38,2 | 130,9 | 15210 | 15261 | 0,07 |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 55,7 | 13972 | 28,4 | 2,41 | 10,00 | 38,1 | 130,8 | 14613 | 14865 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 55,7 | 13836 | 28,4 | 2,38 | 10,00 | 38,2 | 130,9 | 14491 | 14678 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 55,7 | 41945 | 24,0 | 3,50 | 2,38 | 17,7 | 110,4 | 42121 | 42385 | 0,01 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 55,7 | 25766 | 28,2 | 3,50 | 6,95 | 31,7 | 124,4 | 26734 | 26912 | 0,04 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 55,7 | 19261 | 31,5 | 3,41 | 10,00 | 39,2 | 131,9 | 20566 | 20827 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 55,7 | 14018 | 28,0 | 2,51 | 10,00 | 37,0 | 129,7 | 15387 | 15604 | 0,11 |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 55,7 | 17893 | 32,2 | 3,16 | 10,00 | 41,3 | 134,0 | 19288 | 19576 | 0,09 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 55,7 | 20939 | 34,4 | 3,50 | 8,96 | 43,4 | 136,1 | 22404 | 22629 | 0,08 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 55,7 | 25766 | 36,0 | 3,50 | 6,72 | 44,9 | 137,6 | 27098 | 27383 | 0,06 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 55,7 | 13325 | 37,4 | 3,50 | 9,60 | 49,0 | 141,7 | 15135 | 15371 | 0,15 |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 55,7 | 14385 | 34,1 | 3,25 | 10,00 | 44,6 | 137,3 | 16087 | 16252 | 0,13 |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 55,7 | 17215 | 26,0 | 2,55 | 10,00 | 33,2 | 125,9 | 18457 | 18608 | 0,08 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 55,7 | 27036 | 26,3 | 3,50 | 5,81 | 28,2 | 120,9 | 28563 | 28835 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 55,7 | 27036 | 21,0 | 3,50 | 6,07 | 19,5 | 112,2 | 28208 | 28289 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 55,7 | 27036 | 22,8 | 3,50 | 6,02 | 22,4 | 115,1 | 28255 | 28471 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 55,7 | 27036 | 24,5 | 3,50 | 5,92 | 25,2 | 117,9 | 28358 | 28650 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 55,7 | 27036 | 27,9 | 3,50 | 5,78 | 30,7 | 123,4 | 28647 | 28994 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 55,7 | 27036 | 30,2 | 3,50 | 5,64 | 34,4 | 127,1 | 28936 | 29222 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 55,7 | 27036 | 34,0 | 3,50 | 5,51 | 40,3 | 133,0 | 29216 | 29592 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 55,7 | 16915 | 33,7 | 3,50 | 4,70 | 41,9 | 134,6 | 18952 | 19215 | 0,14 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 55,7 | 19765 | 31,0 | 3,50 | 5,08 | 37,1 | 129,8 | 21592 | 21914 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 55,7 | 22801 | 29,0 | 3,50 | 5,45 | 33,2 | 125,9 | 24560 | 24816 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 55,7 | 31508 | 24,4 | 3,50 | 6,30 | 24,5 | 117,2 | 32808 | 33138 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 55,7 | 34322 | 23,1 | 3,50 | 3,19 | 20,4 | 113,1 | 36196 | 36785 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 55,7 | 28347 | 25,6 | 3,50 | 5,25 | 26,5 | 119,2 | 29981 | 30349 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 55,7 | 26895 | 26,5 | 3,50 | 5,94 | 28,5 | 121,2 | 28348 | 28680 | 0,07 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 55,7 | 24620 | 28,5 | 3,40 | 7,33 | 32,5 | 125,2 | 25735 | 25961 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 55,7 | 24185 | 29,1 | 3,50 | 7,73 | 33,6 | 126,3 | 25129 | 25426 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 55,7 | 23971 | 30,5 | 3,50 | 9,64 | 35,8 | 128,5 | 19698 | 25218 | 0,05 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 55,7 | 32367 | 25,0 | 3,50 | 4,32 | 24,1 | 116,8 | 33387 | 33753 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 55,7 | 24195 | 27,6 | 3,50 | 7,03 | 31,2 | 123,9 | 25894 | 26283 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 55,7 | 21237 | 28,9 | 3,50 | 8,29 | 34,0 | 126,7 | 23225 | 23621 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 55,7 | 18162 | 30,5 | 3,50 | 9,93 | 37,3 | 130,0 | 20491 | 20895 | 0,15 |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 55,7 | 13330 | 23,7 | 2,56 | 10,00 | 30,6 | 123,3 | 15135 | 15727 | 0,18 |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 55,7 | 18162 | 27,3 | 3,37 | 10,00 | 32,8 | 125,5 | 19987 | 20571 | 0,13 |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 55,7 | 22730 | 26,6 | 3,50 | 7,71 | 29,8 | 122,5 | 24504 | 24779 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 55,7 | 30291 | 27,1 | 3,50 | 4,82 | 28,2 | 120,9 | 31689 | 31984 | 0,06 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 55,7 | 34858 | 28,9 | 3,50 | 3,55 | 28,6 | 121,3 | 36056 | 36407 | 0,04 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 55,7 | 20547 | 31,6 | 3,50 | 2,99 | 36,7 | 129,4 | 22554 | 22881 | 0,11 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 55,7 | 22494 | 29,3 | 3,50 | 3,81 | 33,5 | 126,2 | 24354 | 24627 | 0,09 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 55,7 | 24440 | 28,0 | 3,50 | 4,71 | 30,9 | 123,6 | 26090 | 26414 | 0,08 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 55,7 | 29632 | 25,1 | 3,50 | 6,97 | 26,2 | 118,9 | 30980 | 31307 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 55,7 | 14305 | 24,5 | 2,91 | 10,00 | 30,8 | 123,5 | 16871 | 17166 | 0,20 |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 55,7 | 11724 | 32,3 | 3,50 | 8,76 | 42,0 | 134,7 | 14837 | 15294 | 0,30 |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 55,7 | 12539 | 31,4 | 3,50 | 9,98 | 40,5 | 133,2 | 15518 | 16096 | 0,28 |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 55,7 | 13294 | 29,0 | 3,20 | 10,00 | 37,2 | 129,9 | 15928 | 16644 | 0,25 |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 55,7 | 25024 | 20,9 | 3,50 | 5,23 | 21,5 | 114,2 | 28162 | 28809 | 0,15 |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 55,7 | 26420 | 26,1 | 3,50 | 5,81 | 27,9 | 120,6 | 28236 | 28584 | 0,08 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 55,7 | 18551 | 28,8 | 3,50 | 9,11 | 34,5 | 127,2 | 21144 | 21571 | 0,16 |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 55,7 | 15744 | 28,0 | 3,21 | 10,00 | 34,8 | 127,5 | 18606 | 18906 | 0,20 |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 55,7 | 12844 | 23,9 | 2,60 | 10,00 | 31,2 | 123,9 | 15014 | 15798 | 0,23 |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 55,7 | 12105 | 23,6 | 2,53 | 10,00 | 31,0 | 123,7 | 14398 | 15069 | 0,24 |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 55,7 | 10985 | 22,9 | 2,42 | 10,00 | 30,5 | 123,2 | 13614 | 13939 | 0,27 |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 55,7 | 12865 | 31,0 | 3,50 | 8,10 | 39,7 | 132,4 | 15723 | 16535 | 0,29 |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 55,7 | 24557 | 23,5 | 3,50 | 5,65 | 24,8 | 117,5 | 27424 | 28091 | 0,14 |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 55,7 | 24557 | 20,4 | 3,50 | 5,91 | 20,2 | 112,9 | 26865 | 27450 | 0,12 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 55,7 | 24557 | 21,5 | 3,50 | 5,86 | 21,9 | 114,6 | 27023 | 27691 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 55,7 | 24557 | 22,3 | 3,50 | 5,66 | 23,1 | 115,8 | 27275 | 27859 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 55,7 | 24557 | 24,4 | 3,50 | 5,60 | 26,1 | 118,8 | 27592 | 28268 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 55,7 | 24557 | 25,7 | 3,50 | 5,54 | 28,1 | 120,8 | 27742 | 28530 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 55,7 | 24557 | 28,4 | 3,50 | 5,38 | 31,7 | 124,4 | 28283 | 29019 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 55,7 | 20045 | 25,6 | 3,50 | 3,70 | 28,8 | 121,5 | 23179 | 23878 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 55,7 | 21444 | 25,2 | 3,50 | 4,30 | 27,9 | 120,6 | 24532 | 25246 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 55,7 | 22801 | 24,4 | 3,50 | 4,82 | 26,5 | 119,2 | 25829 | 26487 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 55,7 | 26184 | 22,7 | 3,50 | 6,53 | 23,5 | 116,2 | 28936 | 29583 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 55,7 | 27445 | 21,9 | 3,50 | 4,60 | 21,9 | 114,6 | 30308 | 30983 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 55,7 | 24196 | 23,6 | 3,50 | 5,78 | 25,2 | 117,9 | 27060 | 27713 | 0,15 |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 55,7 | 18902 | 28,0 | 3,50 | 8,78 | 33,2 | 125,9 | 21639 | 22132 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 55,7 | 17857 | 29,0 | 3,50 | 9,41 | 35,0 | 127,7 | 20575 | 20936 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 55,7 | 17333 | 29,7 | 3,45 | 10,00 | 36,5 | 129,2 | 19941 | 20374 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 55,7 | 31142 | 23,3 | 3,50 | 3,90 | 22,1 | 114,8 | 33303 | 33916 | 0,09 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 55,7 | 26830 | 23,4 | 3,50 | 5,01 | 24,1 | 116,8 | 29431 | 30122 | 0,12 |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 55,7 | 23391 | 23,5 | 3,50 | 6,12 | 25,3 | 118,0 | 26351 | 27061 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 55,7 | 22205 | 23,4 | 3,50 | 6,70 | 25,6 | 118,3 | 25148 | 26001 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 55,7 | 21000 | 23,3 | 3,50 | 7,11 | 25,9 | 118,6 | 24158 | 24911 | 0,19 |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 55,7 | 19156 | 23,0 | 3,50 | 8,13 | 26,3 | 119,0 | 22190 | 23241 | 0,21 |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 55,7 | 21000 | 22,5 | 3,50 | 7,20 | 24,8 | 117,5 | 24028 | 24757 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 55,7 | 22800 | 22,8 | 3,50 | 6,42 | 24,5 | 117,2 | 25819 | 26402 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 55,7 | 25930 | 24,6 | 3,50 | 5,24 | 26,0 | 118,7 | 28815 | 29539 | 0,14 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 55,7 | 27937 | 26,5 | 3,50 | 4,52 | 27,9 | 120,6 | 30952 | 31645 | 0,13 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 55,7 | 21905 | 25,2 | 3,50 | 2,94 | 27,3 | 120,0 | 25082 | 25770 | 0,18 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 55,7 | 22700 | 24,7 | 3,50 | 3,76 | 26,6 | 119,3 | 25810 | 26480 | 0,17 |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 55,7 | 23496 | 24,0 | 3,50 | 4,54 | 25,6 | 118,3 | 26417 | 27141 | 0,16 |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 55,7 | 25617 | 22,8 | 3,50 | 6,68 | 23,8 | 116,5 | 28404 | 29017 | 0,13 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 55,7 | 15830 | 29,1 | 2,74 | 10,00 | 35,4 | 147,9 | 16777 | 17059 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 55,7 | 15830 | 24,6 | 2,70 | 10,00 | 29,3 | 141,8 | 16516 | 16847 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 55,7 | 15830 | 26,0 | 2,72 | 10,00 | 31,0 | 143,5 | 16600 | 16908 | 0,07 |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 55,7 | 15830 | 27,3 | 2,65 | 10,00 | 33,1 | 145,6 | 16777 | 16978 | 0,07 |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 55,7 | 15830 | 30,8 | 2,79 | 10,00 | 37,7 | 150,2 | 16917 | 17137 | 0,08 |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 55,7 | 15830 | 33,2 | 2,82 | 10,00 | 41,1 | 153,6 | 17076 | 17253 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 55,7 | 15830 | 36,8 | 2,84 | 10,00 | 45,7 | 158,2 | 17197 | 17411 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 55,7 | 11533 | 36,0 | 3,01 | 10,00 | 44,1 | 156,6 | 12662 | 12875 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 55,7 | 13334 | 32,9 | 2,89 | 10,00 | 40,5 | 153,0 | 14463 | 14644 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 55,7 | 18423 | 26,3 | 2,65 | 10,00 | 31,5 | 144,0 | 19325 | 19578 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 55,7 | 22591 | 26,8 | 3,50 | 7,34 | 29,1 | 141,6 | 24513 | 25094 | 0,11 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 55,7 | 17695 | 30,2 | 3,18 | 10,00 | 35,5 | 148,0 | 19129 | 19460 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 55,7 | 16551 | 29,6 | 2,93 | 10,00 | 35,6 | 148,1 | 17757 | 17996 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 55,7 | 14798 | 28,7 | 2,56 | 10,00 | 35,5 | 148,0 | 15602 | 15726 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 55,7 | 14469 | 28,4 | 2,46 | 10,00 | 35,5 | 148,0 | 14995 | 15297 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 55,7 | 14302 | 28,4 | 2,44 | 10,00 | 35,5 | 148,0 | 14874 | 15082 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 55,7 | 42006 | 24,0 | 3,50 | 2,38 | 17,2 | 129,7 | 42112 | 42358 | 0,01 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 55,7 | 25811 | 28,3 | 3,50 | 7,04 | 30,2 | 142,7 | 26445 | 26714 | 0,03 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 55,7 | 19296 | 31,3 | 3,30 | 10,00 | 36,4 | 148,9 | 20211 | 20502 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 55,7 | 14044 | 27,8 | 2,45 | 10,00 | 34,6 | 147,1 | 15033 | 15272 | 0,09 |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 55,7 | 17927 | 32,2 | 3,11 | 10,00 | 38,5 | 151,0 | 18952 | 19223 | 0,07 |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 55,7 | 20977 | 34,6 | 3,50 | 9,11 | 40,3 | 152,8 | 22078 | 22279 | 0,06 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 55,7 | 25811 | 36,4 | 3,50 | 6,92 | 41,7 | 154,2 | 26799 | 27055 | 0,05 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 55,7 | 13349 | 38,1 | 3,49 | 10,00 | 45,3 | 157,8 | 14650 | 14915 | 0,12 |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 55,7 | 14412 | 34,0 | 3,16 | 10,00 | 41,0 | 153,5 | 15667 | 15833 | 0,10 |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 55,7 | 17247 | 25,9 | 2,52 | 10,00 | 31,4 | 143,9 | 18131 | 18336 | 0,06 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 55,7 | 27064 | 26,6 | 3,50 | 6,00 | 27,4 | 139,9 | 28246 | 28514 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 55,7 | 27064 | 21,1 | 3,50 | 6,14 | 19,0 | 131,5 | 28068 | 28075 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 55,7 | 27064 | 23,0 | 3,50 | 6,22 | 22,0 | 134,5 | 27826 | 28233 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 55,7 | 27064 | 24,8 | 3,50 | 6,12 | 24,7 | 137,2 | 28078 | 28373 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 55,7 | 27064 | 28,2 | 3,50 | 5,96 | 29,7 | 142,2 | 28302 | 28633 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 55,7 | 27064 | 30,5 | 3,50 | 5,88 | 33,0 | 145,5 | 28488 | 28805 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 55,7 | 27064 | 34,3 | 3,50 | 5,70 | 38,1 | 150,6 | 28749 | 29069 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 55,7 | 16887 | 34,2 | 3,50 | 4,98 | 39,5 | 152,0 | 18392 | 18680 | 0,11 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 55,7 | 19776 | 31,5 | 3,50 | 5,33 | 35,4 | 147,9 | 21144 | 21477 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 55,7 | 22808 | 29,3 | 3,50 | 5,66 | 31,9 | 144,4 | 24121 | 24412 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 55,7 | 31434 | 24,6 | 3,50 | 6,46 | 23,9 | 136,4 | 32389 | 32749 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 55,7 | 36740 | 22,6 | 3,50 | 2,65 | 18,4 | 130,9 | 38211 | 38787 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 55,7 | 29870 | 24,9 | 3,50 | 4,78 | 24,2 | 136,7 | 31185 | 31636 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 55,7 | 28150 | 25,9 | 3,50 | 5,49 | 26,1 | 138,6 | 29384 | 29738 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 55,7 | 25461 | 28,0 | 3,50 | 6,96 | 29,9 | 142,4 | 26463 | 26674 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 55,7 | 24941 | 28,4 | 3,50 | 7,28 | 30,6 | 143,1 | 25726 | 26055 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 55,7 | 24685 | 29,6 | 3,50 | 8,90 | 32,4 | 144,9 | 20902 | 25797 | 0,05 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 55,7 | 32399 | 25,1 | 3,50 | 4,40 | 23,4 | 135,9 | 33191 | 33513 | 0,03 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 55,7 | 24220 | 27,9 | 3,50 | 7,22 | 30,1 | 142,6 | 25502 | 25892 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 55,7 | 21259 | 29,3 | 3,50 | 8,54 | 32,8 | 145,3 | 22805 | 23163 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 55,7 | 18181 | 30,3 | 3,38 | 10,00 | 35,2 | 147,7 | 19894 | 20319 | 0,12 |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 55,7 | 13345 | 23,6 | 2,50 | 10,00 | 29,1 | 141,6 | 14669 | 15234 | 0,14 |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 55,7 | 18181 | 27,2 | 3,29 | 10,00 | 31,1 | 143,6 | 19549 | 20074 | 0,10 |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 55,7 | 22754 | 27,0 | 3,50 | 7,98 | 29,0 | 141,5 | 24056 | 24405 | 0,07 |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 55,7 | 30321 | 27,2 | 3,50 | 4,91 | 27,2 | 139,7 | 31427 | 31675 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 55,7 | 34891 | 29,1 | 3,50 | 3,62 | 27,6 | 140,1 | 35906 | 36131 | 0,04 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 55,7 | 20567 | 32,0 | 3,50 | 3,17 | 35,1 | 147,6 | 22096 | 22418 | 0,09 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 55,7 | 22516 | 29,9 | 3,50 | 4,01 | 32,3 | 144,8 | 23916 | 24218 | 0,08 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 55,7 | 24465 | 28,3 | 3,50 | 4,89 | 30,0 | 142,5 | 25726 | 26047 | 0,06 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 55,7 | 29662 | 25,4 | 3,50 | 7,16 | 25,6 | 138,1 | 30728 | 31017 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 55,7 | 14363 | 24,3 | 2,81 | 10,00 | 29,2 | 141,7 | 16273 | 16621 | 0,16 |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 55,7 | 11729 | 32,3 | 3,50 | 9,40 | 39,8 | 152,3 | 14097 | 14539 | 0,24 |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 55,7 | 12533 | 30,5 | 3,34 | 10,00 | 37,7 | 150,2 | 14764 | 15271 | 0,22 |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 55,7 | 28534 | 19,2 | 3,50 | 4,07 | 18,5 | 131,0 | 31399 | 31538 | 0,11 |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 55,7 | 18431 | 26,3 | 3,50 | 8,97 | 29,7 | 142,2 | 20917 | 21570 | 0,17 |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 55,7 | 26517 | 26,4 | 3,50 | 6,06 | 27,3 | 139,8 | 27833 | 28272 | 0,07 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 55,7 | 18623 | 29,5 | 3,50 | 9,58 | 33,7 | 146,2 | 20622 | 21071 | 0,13 |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 55,7 | 15806 | 27,7 | 3,09 | 10,00 | 32,9 | 145,4 | 17944 | 18290 | 0,16 |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 55,7 | 12896 | 23,6 | 2,47 | 10,00 | 29,6 | 142,1 | 14202 | 15225 | 0,18 |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 55,7 | 12154 | 23,3 | 2,48 | 10,00 | 29,3 | 141,8 | 14062 | 14478 | 0,19 |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 55,7 | 11030 | 22,8 | 2,35 | 10,00 | 29,0 | 141,5 | 13157 | 13362 | 0,21 |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 55,7 | 12916 | 30,9 | 3,50 | 8,69 | 38,0 | 150,5 | 14967 | 15832 | 0,23 |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 55,7 | 24556 | 23,8 | 3,50 | 5,40 | 24,7 | 137,2 | 26790 | 27470 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 55,7 | 24556 | 20,7 | 3,50 | 6,12 | 20,1 | 132,6 | 26501 | 26948 | 0,10 |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 55,7 | 24556 | 22,0 | 3,50 | 6,24 | 21,7 | 134,2 | 26407 | 27130 | 0,10 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 55,7 | 24556 | 23,0 | 3,50 | 6,08 | 23,4 | 135,9 | 26687 | 27324 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 55,7 | 24556 | 24,8 | 3,50 | 5,91 | 25,9 | 138,4 | 26874 | 27611 | 0,12 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 55,7 | 24556 | 26,2 | 3,50 | 5,81 | 27,8 | 140,3 | 27042 | 27825 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 55,7 | 24556 | 28,9 | 3,50 | 5,65 | 31,2 | 143,7 | 27499 | 28210 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 55,7 | 20065 | 25,9 | 3,50 | 4,03 | 28,2 | 140,7 | 22339 | 23185 | 0,16 |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 55,7 | 21435 | 25,4 | 3,50 | 4,53 | 27,3 | 139,8 | 23916 | 24529 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 55,7 | 22778 | 24,8 | 3,50 | 5,20 | 26,3 | 138,8 | 25036 | 25817 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 55,7 | 26206 | 23,0 | 3,50 | 6,79 | 23,3 | 135,8 | 28339 | 29006 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 55,7 | 30664 | 20,6 | 3,50 | 3,60 | 18,9 | 131,4 | 33154 | 33496 | 0,09 |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 55,7 | 26986 | 22,5 | 3,50 | 5,02 | 22,3 | 134,8 | 29235 | 29934 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 55,7 | 20848 | 26,8 | 3,50 | 8,02 | 29,6 | 142,1 | 23001 | 23637 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 55,7 | 19618 | 28,0 | 3,50 | 8,76 | 31,4 | 143,9 | 21779 | 22309 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 55,7 | 19000 | 28,5 | 3,50 | 9,13 | 32,2 | 144,7 | 21079 | 21617 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 55,7 | 31142 | 23,5 | 3,50 | 4,11 | 22,0 | 134,5 | 32734 | 33424 | 0,07 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 55,7 | 26829 | 23,9 | 3,50 | 5,27 | 24,0 | 136,5 | 28861 | 29548 | 0,10 |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 55,7 | 23390 | 24,0 | 3,50 | 6,54 | 25,3 | 137,8 | 25642 | 26435 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 55,7 | 22204 | 23,7 | 3,50 | 7,00 | 25,4 | 137,9 | 24457 | 25324 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 55,7 | 20999 | 23,7 | 3,50 | 7,39 | 25,6 | 138,1 | 23580 | 24211 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 55,7 | 19155 | 23,3 | 3,50 | 8,37 | 25,9 | 138,4 | 21695 | 22499 | 0,17 |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 55,7 | 20999 | 23,0 | 3,50 | 7,57 | 24,8 | 137,3 | 23356 | 24115 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 55,7 | 22800 | 23,2 | 3,50 | 6,73 | 24,4 | 136,9 | 25138 | 25767 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 55,7 | 25929 | 24,9 | 3,50 | 5,43 | 25,7 | 138,2 | 28199 | 28883 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 55,7 | 27937 | 27,0 | 3,50 | 4,81 | 27,6 | 140,1 | 30289 | 30986 | 0,11 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 55,7 | 21904 | 25,7 | 3,50 | 3,13 | 27,1 | 139,6 | 24438 | 25101 | 0,15 |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 55,7 | 22700 | 25,0 | 3,50 | 4,03 | 26,4 | 138,9 | 25073 | 25809 | 0,14 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 55,7 | 23495 | 24,5 | 3,50 | 4,83 | 25,6 | 138,1 | 25829 | 26520 | 0,13 |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 55,7 | 25617 | 23,4 | 3,50 | 7,12 | 24,0 | 136,5 | 27835 | 28458 | 0,11 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [%o] | ϵ_s [%o] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 55,7 | 15792 | 29,1 | 2,69 | 10,00 | 29,5 | 161,8 | 16432 | 16664 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 55,7 | 15792 | 24,5 | 2,71 | 10,00 | 24,9 | 157,2 | 16451 | 16528 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 55,7 | 15792 | 25,8 | 2,66 | 10,00 | 26,3 | 158,6 | 16264 | 16569 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 55,7 | 15792 | 27,1 | 2,53 | 10,00 | 27,9 | 160,2 | 16376 | 16615 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 55,7 | 15792 | 30,5 | 2,72 | 10,00 | 30,9 | 163,2 | 16470 | 16703 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 55,7 | 15792 | 33,0 | 2,72 | 10,00 | 33,1 | 165,4 | 16526 | 16769 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 55,7 | 15792 | 36,6 | 2,75 | 10,00 | 36,0 | 168,3 | 16666 | 16852 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 55,7 | 11556 | 35,6 | 2,92 | 10,00 | 34,8 | 167,1 | 12252 | 12461 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 55,7 | 13341 | 32,8 | 2,82 | 10,00 | 32,8 | 165,1 | 14071 | 14245 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 55,7 | 18451 | 26,2 | 2,61 | 10,00 | 26,6 | 158,9 | 19064 | 19283 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 55,7 | 24291 | 26,0 | 3,50 | 6,83 | 24,0 | 156,3 | 25549 | 26291 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 55,7 | 18664 | 30,4 | 3,30 | 10,00 | 29,4 | 161,7 | 19679 | 20107 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 55,7 | 17336 | 29,7 | 3,00 | 10,00 | 29,5 | 161,8 | 18215 | 18520 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 55,7 | 15293 | 29,0 | 2,63 | 10,00 | 29,5 | 161,8 | 15988 | 16059 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 55,7 | 14894 | 28,7 | 2,54 | 10,00 | 29,5 | 161,8 | 15508 | 15577 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 55,7 | 14702 | 28,7 | 2,50 | 10,00 | 29,5 | 161,8 | 15182 | 15345 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 55,7 | 41929 | 24,1 | 2,50 | 2,43 | 15,6 | 147,9 | 42018 | 42201 | 0,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 55,7 | 25754 | 28,5 | 3,50 | 7,21 | 26,0 | 158,3 | 26174 | 26416 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 55,7 | 19252 | 31,2 | 3,24 | 10,00 | 30,1 | 162,4 | 19838 | 20100 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 55,7 | 14011 | 27,5 | 2,38 | 10,00 | 28,7 | 161,0 | 14585 | 14878 | 0,06 |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 55,7 | 17885 | 32,0 | 3,03 | 10,00 | 31,5 | 163,8 | 18560 | 18787 | 0,05 |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 55,7 | 20929 | 35,0 | 3,50 | 9,41 | 33,0 | 165,3 | 21630 | 21837 | 0,04 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 55,7 | 25754 | 36,6 | 3,50 | 7,11 | 33,7 | 166,0 | 26314 | 26612 | 0,03 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 55,7 | 13318 | 37,7 | 3,35 | 10,00 | 35,5 | 167,8 | 14071 | 14365 | 0,08 |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 55,7 | 14378 | 33,6 | 3,06 | 10,00 | 32,9 | 165,2 | 15219 | 15349 | 0,07 |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 55,7 | 17206 | 25,7 | 2,46 | 10,00 | 26,5 | 158,8 | 17711 | 17988 | 0,05 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 55,7 | 27014 | 27,0 | 3,50 | 6,24 | 24,1 | 156,4 | 27798 | 28100 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 55,7 | 27014 | 21,3 | 3,50 | 6,29 | 17,3 | 149,6 | 27732 | 27795 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 55,7 | 27014 | 23,1 | 3,50 | 6,33 | 19,6 | 151,9 | 27564 | 27902 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 55,7 | 27014 | 25,1 | 3,50 | 6,30 | 21,9 | 154,2 | 27760 | 28004 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 55,7 | 27014 | 28,5 | 3,50 | 6,21 | 25,8 | 158,1 | 27816 | 28177 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 55,7 | 27014 | 31,0 | 3,50 | 6,20 | 28,3 | 160,6 | 27938 | 28289 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 55,7 | 27014 | 34,9 | 3,50 | 6,13 | 31,9 | 164,2 | 28068 | 28447 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 55,7 | 16897 | 34,4 | 3,50 | 5,18 | 32,4 | 164,7 | 17795 | 18154 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 55,7 | 19790 | 31,9 | 3,50 | 5,54 | 29,9 | 162,2 | 20697 | 21016 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 55,7 | 22812 | 29,5 | 3,50 | 5,87 | 27,3 | 159,6 | 23589 | 23984 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 55,7 | 31452 | 24,7 | 3,50 | 6,55 | 21,1 | 153,4 | 32146 | 32444 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 55,7 | 31288 | 24,5 | 3,50 | 4,43 | 20,4 | 152,7 | 32146 | 32729 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 55,7 | 29341 | 25,5 | 3,50 | 5,21 | 22,0 | 154,3 | 30177 | 30651 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 55,7 | 26231 | 27,6 | 3,50 | 6,69 | 24,9 | 157,2 | 26921 | 27229 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 55,7 | 25628 | 28,1 | 3,50 | 7,05 | 25,6 | 157,9 | 26183 | 26548 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 55,7 | 25331 | 29,3 | 3,50 | 8,63 | 26,8 | 159,1 | 21434 | 26244 | 0,04 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 55,7 | 32342 | 25,1 | 3,50 | 4,47 | 20,7 | 153,0 | 32846 | 33182 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 55,7 | 24175 | 28,3 | 3,50 | 7,48 | 26,1 | 158,4 | 24998 | 25410 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 55,7 | 21218 | 29,8 | 3,50 | 8,86 | 28,1 | 160,4 | 22246 | 22611 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 55,7 | 18146 | 30,0 | 3,24 | 10,00 | 29,3 | 161,6 | 19241 | 19661 | 0,08 |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 55,7 | 18146 | 27,0 | 3,22 | 10,00 | 26,4 | 158,7 | 19222 | 19513 | 0,08 |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 55,7 | 22711 | 27,2 | 3,50 | 8,19 | 25,2 | 157,5 | 23636 | 23934 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 55,7 | 30267 | 27,5 | 3,50 | 5,10 | 23,8 | 156,1 | 30933 | 31278 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 55,7 | 34831 | 29,2 | 3,50 | 3,76 | 24,1 | 156,4 | 35468 | 35754 | 0,03 |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 55,7 | 20531 | 32,3 | 3,50 | 3,43 | 29,7 | 162,0 | 21471 | 21866 | 0,07 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 55,7 | 22476 | 30,3 | 3,50 | 4,25 | 27,8 | 160,1 | 23431 | 23726 | 0,06 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 55,7 | 24421 | 28,7 | 3,50 | 5,12 | 26,1 | 158,4 | 25306 | 25595 | 0,05 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 55,7 | 29607 | 25,8 | 3,50 | 7,44 | 22,7 | 155,0 | 30252 | 30631 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 55,7 | 14357 | 24,0 | 2,69 | 10,00 | 25,0 | 157,3 | 15546 | 16006 | 0,11 |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 55,7 | 11748 | 34,1 | 3,47 | 10,00 | 33,4 | 165,7 | 13269 | 13768 | 0,17 |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 55,7 | 13357 | 27,9 | 2,87 | 10,00 | 28,8 | 161,1 | 14445 | 15201 | 0,14 |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 55,7 | 31747 | 18,3 | 3,50 | 3,16 | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 55,7 | 20544 | 24,9 | 3,50 | 8,24 | 23,8 | 156,1 | 22190 | 22989 | 0,12 |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 55,7 | 17734 | 27,6 | 3,49 | 10,00 | 26,9 | 159,2 | 19596 | 20064 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 55,7 | 26508 | 26,7 | 3,50 | 6,25 | 24,0 | 156,3 | 27443 | 27824 | 0,05 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 55,7 | 18617 | 30,0 | 3,43 | 10,00 | 28,9 | 161,2 | 19959 | 20415 | 0,10 |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 55,7 | 15800 | 27,1 | 2,95 | 10,00 | 27,4 | 159,7 | 17160 | 17570 | 0,11 |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 55,7 | 12891 | 23,2 | 2,37 | 10,00 | 25,1 | 157,4 | 13624 | 14576 | 0,13 |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 55,7 | 12149 | 23,1 | 2,40 | 10,00 | 25,0 | 157,3 | 13502 | 13845 | 0,14 |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 55,7 | 12912 | 33,0 | 3,50 | 9,37 | 32,4 | 164,7 | 14258 | 15041 | 0,16 |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 55,7 | 24548 | 24,5 | 3,50 | 6,45 | 22,4 | 154,7 | 25969 | 26817 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 55,7 | 24548 | 21,4 | 3,50 | 6,65 | 18,9 | 151,2 | 25511 | 26470 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 55,7 | 24548 | 22,3 | 3,50 | 6,48 | 20,0 | 152,3 | 25847 | 26580 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 55,7 | 24548 | 23,3 | 3,50 | 6,49 | 21,2 | 153,5 | 25894 | 26697 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 55,7 | 24548 | 25,2 | 3,50 | 6,35 | 23,5 | 155,8 | 26165 | 26919 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 55,7 | 24548 | 27,0 | 3,50 | 6,30 | 25,0 | 157,3 | 26286 | 27073 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 55,7 | 24548 | 29,6 | 3,50 | 6,20 | 27,5 | 159,8 | 26510 | 27310 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 55,7 | 20028 | 26,8 | 3,50 | 4,33 | 25,3 | 157,6 | 21574 | 22422 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 55,7 | 21470 | 25,8 | 3,50 | 4,91 | 24,1 | 156,4 | 23039 | 23814 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 55,7 | 22812 | 25,4 | 3,50 | 5,53 | 23,6 | 155,9 | 24392 | 25152 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 55,7 | 26231 | 23,5 | 3,50 | 7,17 | 21,2 | 153,5 | 27742 | 28414 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 55,7 | 29608 | 21,5 | 3,50 | 4,26 | 18,3 | 150,6 | 31381 | 31884 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 55,7 | 22726 | 25,7 | 3,50 | 7,28 | 24,1 | 156,4 | 24233 | 24924 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 55,7 | 21325 | 3,5 | 3,50 | 8,15 | 25,6 | 157,9 | 22796 | 23460 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 55,7 | 20619 | 27,6 | 3,50 | 8,54 | 26,3 | 158,6 | 22106 | 22702 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 55,7 | 31132 | 23,8 | 3,50 | 4,26 | 19,8 | 152,1 | 32286 | 32897 | 0,06 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 55,7 | 26820 | 24,1 | 3,50 | 5,50 | 21,4 | 153,7 | 28152 | 28903 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 55,7 | 23382 | 24,5 | 3,50 | 6,87 | 22,7 | 155,0 | 24924 | 25727 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 55,7 | 22197 | 24,4 | 3,50 | 7,36 | 23,0 | 155,3 | 23832 | 24615 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 55,7 | 20992 | 24,0 | 3,50 | 7,90 | 22,9 | 155,2 | 22703 | 23452 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 55,7 | 19148 | 24,2 | 3,50 | 9,00 | 23,6 | 155,9 | 20697 | 21757 | 0,14 |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 55,7 | 20992 | 23,7 | 3,50 | 8,13 | 22,6 | 154,9 | 22460 | 23422 | 0,12 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 55,7 | 22792 | 23,7 | 3,50 | 7,17 | 22,1 | 154,4 | 24317 | 25094 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 55,7 | 25921 | 25,4 | 3,50 | 5,65 | 23,0 | 155,3 | 27611 | 28191 | 0,09 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 55,7 | 27927 | 27,3 | 3,50 | 5,03 | 24,5 | 156,8 | 29609 | 30249 | 0,08 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 55,7 | 21897 | 26,2 | 3,50 | 3,49 | 24,3 | 156,6 | 23641 | 24349 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 55,7 | 22692 | 25,6 | 3,50 | 4,38 | 23,7 | 156,0 | 24289 | 25083 | 0,11 |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 55,7 | 23487 | 25,1 | 3,50 | 5,23 | 23,1 | 155,4 | 25045 | 25823 | 0,10 |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 55,7 | 25608 | 32,9 | 3,50 | 7,61 | 21,8 | 154,1 | 26986 | 27811 | 0,09 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 55,7 | 15842 | 28,8 | 2,62 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 15975 | 16332 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 55,7 | 15842 | 25,7 | 2,61 | 10,00 | 17,3 | 169,3 | 15994 | 16289 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 55,7 | 15842 | 26,9 | 2,48 | 10,00 | 18,1 | 170,1 | 16078 | 16310 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 55,7 | 15842 | 30,4 | 2,64 | 10,00 | 19,7 | 171,7 | 16115 | 16350 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 55,7 | 15842 | 33,0 | 2,69 | 10,00 | 20,8 | 172,8 | 16302 | 16378 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 55,7 | 15842 | 36,5 | 2,66 | 10,00 | 22,0 | 174,0 | 16227 | 16411 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 55,7 | 11581 | 35,4 | 2,85 | 10,00 | 21,5 | 173,5 | 11841 | 12070 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 55,7 | 18373 | 26,1 | 2,55 | 10,00 | 17,5 | 169,5 | 18588 | 18851 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 55,7 | 25974 | 25,3 | 3,50 | 6,28 | 15,7 | 167,7 | 26585 | 27248 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 55,7 | 19668 | 30,8 | 3,42 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 20193 | 20591 | 0,05 |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 55,7 | 18166 | 30,1 | 3,09 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 18644 | 18923 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 55,7 | 16746 | 29,4 | 2,82 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 17067 | 17341 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 55,7 | 15403 | 28,8 | 2,58 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 15742 | 15842 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 55,7 | 15180 | 28,7 | 2,54 | 10,00 | 19,0 | 171,0 | 15536 | 15593 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 55,7 | 42030 | 24,1 | 3,50 | 2,43 | 11,1 | 163,1 | 42018 | 42200 | 0,00 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 55,7 | 25829 | 28,7 | 3,50 | 7,30 | 17,3 | 169,3 | 26006 | 26215 | 0,01 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 55,7 | 19311 | 31,0 | 3,17 | 10,00 | 19,3 | 171,3 | 19530 | 19786 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 55,7 | 14055 | 27,4 | 2,34 | 10,00 | 18,6 | 170,6 | 14305 | 14547 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 55,7 | 17940 | 31,9 | 2,97 | 10,00 | 19,9 | 171,9 | 18233 | 18441 | 0,03 |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 55,7 | 20993 | 35,9 | 3,50 | 9,94 | 21,0 | 173,0 | 21266 | 21498 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 55,7 | 25830 | 37,0 | 3,50 | 7,32 | 21,2 | 173,2 | 26025 | 26301 | 0,02 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 55,7 | 13359 | 37,4 | 3,25 | 10,00 | 21,8 | 173,8 | 13605 | 13923 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 55,7 | 14423 | 33,1 | 2,90 | 10,00 | 20,6 | 172,6 | 14594 | 14954 | 0,04 |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 55,7 | 17260 | 25,6 | 2,43 | 10,00 | 17,5 | 169,5 | 17533 | 17711 | 0,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 55,7 | 27041 | 27,3 | 3,50 | 6,49 | 16,4 | 168,4 | 27322 | 27690 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 55,7 | 27041 | 22,0 | 3,50 | 6,76 | 12,8 | 164,8 | 26995 | 27547 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 55,7 | 27041 | 23,4 | 3,50 | 6,52 | 13,9 | 165,9 | 27303 | 27589 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 55,7 | 27041 | 25,3 | 3,50 | 6,49 | 15,2 | 167,2 | 27312 | 27640 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 55,7 | 27041 | 28,9 | 3,50 | 6,46 | 17,4 | 169,4 | 27396 | 27726 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 55,7 | 27041 | 31,3 | 3,50 | 6,45 | 18,7 | 170,7 | 27462 | 27777 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 55,7 | 27041 | 35,4 | 3,50 | 6,45 | 20,4 | 172,4 | 27471 | 27846 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 55,7 | 16892 | 34,8 | 3,50 | 5,39 | 20,6 | 172,6 | 17244 | 17591 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 55,7 | 19772 | 32,2 | 3,50 | 5,80 | 19,4 | 171,4 | 20099 | 20468 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 55,7 | 22821 | 30,0 | 3,50 | 6,09 | 18,1 | 170,1 | 23151 | 23503 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 55,7 | 31483 | 25,0 | 3,50 | 6,73 | 14,7 | 166,7 | 31829 | 32087 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 55,7 | 32698 | 24,2 | 3,50 | 4,14 | 13,8 | 165,8 | 33116 | 33643 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 55,7 | 30528 | 25,1 | 3,50 | 4,96 | 14,8 | 166,8 | 30802 | 31385 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 55,7 | 28415 | 26,2 | 3,50 | 5,66 | 15,6 | 167,6 | 28852 | 29150 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 55,7 | 26365 | 27,8 | 3,50 | 6,87 | 16,8 | 168,8 | 26547 | 26963 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 55,7 | 26020 | 28,1 | 3,50 | 7,08 | 17,0 | 169,0 | 26211 | 26592 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 55,7 | 41633 | 24,0 | 3,50 | 2,38 | 11,2 | 163,2 | 41701 | 41942 | 0,01 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 55,7 | 32373 | 25,3 | 3,50 | 4,56 | 14,4 | 166,4 | 32603 | 32884 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 55,7 | 24199 | 28,7 | 3,50 | 7,82 | 17,6 | 169,6 | 24466 | 24927 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 55,7 | 21241 | 30,2 | 3,50 | 9,12 | 18,5 | 170,5 | 21723 | 22046 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 55,7 | 18165 | 29,7 | 3,12 | 10,00 | 18,9 | 170,9 | 18653 | 19022 | 0,05 |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 55,7 | 18165 | 26,7 | 3,08 | 10,00 | 17,4 | 169,4 | 18504 | 18956 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 55,7 | 22735 | 27,6 | 3,50 | 8,45 | 17,0 | 169,0 | 23104 | 23458 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 55,7 | 30297 | 27,6 | 3,50 | 5,24 | 16,2 | 168,2 | 30541 | 30898 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 55,7 | 34864 | 29,2 | 3,50 | 3,88 | 16,3 | 168,3 | 35057 | 35412 | 0,02 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 55,7 | 20551 | 32,7 | 3,50 | 3,64 | 19,3 | 171,3 | 20921 | 21313 | 0,04 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 55,7 | 22498 | 30,6 | 3,50 | 4,45 | 18,3 | 170,3 | 22917 | 23221 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 55,7 | 24445 | 29,0 | 3,50 | 5,34 | 17,5 | 169,5 | 24821 | 25134 | 0,03 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 55,7 | 29637 | 26,0 | 3,50 | 7,65 | 15,6 | 167,6 | 29897 | 30255 | 0,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 55,7 | 14331 | 23,6 | 2,53 | 10,00 | 16,7 | 168,7 | 14743 | 15292 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 55,7 | 11738 | 33,5 | 3,32 | 10,00 | 20,8 | 172,8 | 12438 | 12838 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 55,7 | 12547 | 29,5 | 2,91 | 10,00 | 19,5 | 171,5 | 12830 | 13610 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 55,7 | 22584 | 24,1 | 3,50 | 7,59 | 15,6 | 167,6 | 23337 | 24136 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 55,7 | 19417 | 26,6 | 3,50 | 9,27 | 17,2 | 169,2 | 20239 | 20869 | 0,07 |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 55,7 | 26462 | 27,2 | 3,50 | 6,58 | 16,5 | 168,5 | 26837 | 27253 | 0,03 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 55,7 | 18583 | 29,8 | 3,26 | 10,00 | 18,8 | 170,8 | 19213 | 19604 | 0,05 |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 55,7 | 12867 | 23,2 | 2,31 | 10,00 | 16,8 | 168,8 | 13045 | 13852 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 55,7 | 12126 | 22,7 | 2,24 | 10,00 | 16,7 | 168,7 | 12532 | 13113 | 0,08 |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 55,7 | 11005 | 22,1 | 2,15 | 10,00 | 16,5 | 168,5 | 11645 | 11996 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 55,7 | 12888 | 34,0 | 3,50 | 9,87 | 20,8 | 172,8 | 13512 | 14083 | 0,09 |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 55,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 55,7 | 24527 | 25,0 | 3,50 | 6,81 | 15,7 | 167,7 | 25157 | 25925 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 55,7 | 24527 | 22,0 | 3,50 | 6,98 | 13,7 | 165,7 | 24970 | 25744 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 55,7 | 24527 | 22,8 | 3,50 | 6,84 | 14,3 | 166,3 | 25110 | 25802 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 55,7 | 24527 | 24,0 | 3,50 | 6,89 | 15,1 | 167,1 | 25101 | 25868 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 55,7 | 24527 | 26,1 | 3,50 | 6,78 | 16,4 | 168,4 | 25241 | 25980 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 55,7 | 24527 | 27,9 | 3,50 | 6,77 | 17,3 | 169,3 | 25306 | 26063 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 55,7 | 20048 | 27,6 | 3,50 | 4,75 | 17,4 | 169,4 | 20575 | 21498 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 55,7 | 21456 | 26,7 | 3,50 | 5,30 | 16,9 | 168,9 | 22096 | 22896 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 55,7 | 22789 | 26,0 | 3,50 | 5,94 | 16,4 | 168,4 | 23356 | 24213 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 55,7 | 26223 | 24,2 | 3,50 | 7,76 | 15,1 | 167,1 | 26799 | 27591 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 55,7 | 32060 | 20,6 | 3,50 | 3,59 | 12,1 | 164,1 | 33331 | 33486 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 55,7 | 27586 | 22,9 | 3,50 | 5,28 | 14,1 | 166,1 | 28358 | 29028 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 55,7 | 22981 | 26,4 | 3,50 | 7,78 | 16,6 | 168,6 | 23515 | 24336 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 55,7 | 22183 | 27,2 | 3,50 | 8,19 | 17,1 | 169,1 | 22815 | 23510 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 55,7 | 31107 | 24,1 | 3,50 | 4,48 | 14,1 | 166,1 | 31623 | 32210 | 0,04 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 55,7 | 26798 | 24,6 | 3,50 | 5,79 | 15,1 | 167,1 | 27387 | 28089 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 55,7 | 23362 | 25,2 | 3,50 | 7,36 | 16,0 | 168,0 | 24056 | 24812 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 55,7 | 22178 | 25,2 | 3,50 | 7,94 | 16,2 | 168,2 | 22871 | 23673 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 55,7 | 20974 | 25,0 | 3,50 | 8,47 | 16,3 | 168,3 | 21695 | 22505 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 55,7 | 19131 | 24,7 | 3,50 | 9,32 | 16,3 | 168,3 | 19978 | 20711 | 0,08 |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 55,7 | 20974 | 24,2 | 3,50 | 8,44 | 15,8 | 167,8 | 21807 | 22459 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 55,7 | 22772 | 24,2 | 3,50 | 7,61 | 15,5 | 167,5 | 23431 | 24195 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 55,7 | 25899 | 26,0 | 3,50 | 6,21 | 16,2 | 168,2 | 26566 | 27298 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 55,7 | 27904 | 27,8 | 3,50 | 5,40 | 16,9 | 168,9 | 28628 | 29310 | 0,05 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 55,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 55,7 | 21879 | 26,7 | 3,50 | 3,91 | 16,8 | 168,8 | 22507 | 23368 | 0,07 |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 55,7 | 22673 | 26,3 | 3,50 | 4,77 | 16,5 | 168,5 | 23309 | 24138 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 55,7 | 23467 | 25,8 | 3,50 | 5,64 | 16,2 | 168,2 | 24158 | 24907 | 0,06 |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 55,7 | 25586 | 24,5 | 3,50 | 8,07 | 15,4 | 167,4 | 26137 | 26954 | 0,05 |

Apêndice B.4 – Protótipos Submetidos a Carregamento Distribuído –

$$L_o = l/20$$

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-06 | 21,7 | 15800 | 4,4 | 2,87 | 10,00 | 41,3 | 134,0 | 17144 | 17529 | 1,02 |
| 0,30-0,150-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-17 | 21,7 | 41945 | 3,5 | 3,50 | 2,58 | 17,8 | 110,5 | 41729 | 42388 | 1,02 |
| 0,30-0,150-92,7-18 | 21,7 | 25766 | 3,2 | 3,50 | 7,35 | 23,8 | 116,5 | 26206 | 26629 | 1,02 |
| 0,30-0,150-92,7-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-26 | 21,7 | 17893 | 3,5 | 2,72 | 10,00 | 30,9 | 123,6 | 18393 | 19157 | 1,04 |
| 0,30-0,150-92,7-27 | 21,7 | 20939 | 4,0 | 3,50 | 9,66 | 34,7 | 127,4 | 21802 | 22293 | 1,02 |
| 0,30-0,150-92,7-28 | 21,7 | 25766 | 4,9 | 3,58 | 6,96 | 41,5 | 134,2 | 26749 | 27262 | 1,02 |
| 0,30-0,150-92,7-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-92,7-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [%o] | ϵ_s [%o] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-92,7-REF | 21,7 | 27036 | 3,1 | 3,50 | 6,25 | 22,5 | 115,2 | 28147 | 28480 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-01 | 21,7 | 27036 | 2,0 | 3,50 | 7,42 | 11,1 | 103,8 | 26774 | 27754 | 1,04 |
| 0,30-0,275-92,7-02 | 21,7 | 27036 | 2,3 | 3,50 | 6,72 | 14,4 | 107,1 | 27398 | 27968 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-03 | 21,7 | 27036 | 2,7 | 3,50 | 6,55 | 18,6 | 111,3 | 27956 | 28230 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-04 | 21,7 | 27036 | 3,5 | 3,50 | 6,14 | 25,8 | 118,5 | 28341 | 28689 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-05 | 21,7 | 27036 | 3,9 | 3,50 | 6,02 | 30,5 | 123,2 | 28434 | 28984 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-06 | 21,7 | 27036 | 4,8 | 3,50 | 6,30 | 38,7 | 131,4 | 28654 | 29491 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-07 | 21,7 | 16915 | 4,0 | 3,50 | 5,35 | 34,1 | 126,8 | 17896 | 18793 | 1,05 |
| 0,30-0,275-92,7-08 | 21,7 | 19765 | 3,7 | 3,50 | 5,38 | 30,2 | 122,9 | 20947 | 21523 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-09 | 21,7 | 22801 | 3,2 | 3,50 | 6,44 | 24,8 | 117,5 | 22278 | 24313 | 1,09 |
| 0,30-0,275-92,7-10 | 21,7 | 31508 | 2,8 | 3,50 | 6,76 | 18,8 | 111,5 | 31930 | 32763 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-11 | 21,7 | 34322 | 3,2 | 3,50 | 3,53 | 19,0 | 111,7 | 35867 | 36620 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-12 | 21,7 | 28347 | 3,1 | 3,50 | 5,73 | 21,7 | 114,4 | 29449 | 29992 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-13 | 21,7 | 26895 | 3,1 | 3,50 | 6,74 | 22,8 | 115,5 | 27628 | 28327 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-14 | 21,7 | 24620 | 3,2 | 3,50 | 7,72 | 24,1 | 116,8 | 25295 | 25616 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-15 | 21,7 | 24185 | 3,2 | 3,50 | 7,93 | 24,4 | 117,1 | 24842 | 25089 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-16 | 21,7 | 23971 | 3,2 | 3,50 | 8,61 | 24,9 | 117,6 | 24224 | 24839 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-19 | 21,7 | 32367 | 3,2 | 3,50 | 4,51 | 20,7 | 113,4 | 33104 | 33564 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-20 | 21,7 | 24195 | 3,1 | 3,50 | 7,38 | 23,0 | 115,7 | 25180 | 25744 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-26 | 21,7 | 30291 | 3,5 | 3,50 | 4,88 | 24,8 | 117,5 | 31518 | 31781 | 1,01 |
| 0,30-0,275-92,7-27 | 21,7 | 34858 | 4,3 | 3,50 | 4,19 | 28,7 | 121,4 | 35626 | 36413 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-92,7-29 | 21,7 | 20547 | 4,3 | 3,50 | 3,37 | 34,2 | 126,9 | 22018 | 22723 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-30 | 21,7 | 22494 | 3,9 | 3,50 | 4,07 | 29,9 | 122,6 | 23593 | 24400 | 1,03 |
| 0,30-0,275-92,7-31 | 21,7 | 24440 | 3,5 | 3,50 | 5,11 | 26,0 | 118,7 | 25571 | 26106 | 1,02 |
| 0,30-0,275-92,7-32 | 21,7 | 29632 | 2,9 | 3,50 | 7,75 | 20,0 | 112,7 | 30652 | 30917 | 1,01 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-17 | 21,7 | 26420 | 3,1 | 3,50 | 6,45 | 22,6 | 115,3 | 27728 | 28179 | 1,02 |
| 0,70-0,150-92,7-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-92,7-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|---------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-92,7-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-01 | 21,7 | 24557 | 1,9 | 3,50 | 7,44 | 12,3 | 105,0 | 24639 | 26344 | 1,07 |
| 0,70-0,275-92,7-02 | 21,7 | 24557 | 2,1 | 3,50 | 7,25 | 14,9 | 107,6 | 25748 | 26708 | 1,04 |
| 0,70-0,275-92,7-03 | 21,7 | 24557 | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-04 | 21,7 | 24557 | 2,8 | 3,50 | 6,75 | 20,3 | 113,0 | 26342 | 27473 | 1,04 |
| 0,70-0,275-92,7-05 | 21,7 | 24557 | 3,1 | 3,50 | 6,48 | 23,2 | 115,9 | 26763 | 27864 | 1,04 |
| 0,70-0,275-92,7-06 | 21,7 | 24557 | 3,7 | 3,50 | 5,67 | 27,5 | 120,2 | 27443 | 28456 | 1,04 |
| 0,70-0,275-92,7-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-10 | 21,7 | 26184 | 2,5 | 3,50 | 7,03 | 17,2 | 109,9 | 28013 | 28701 | 1,02 |
| 0,70-0,275-92,7-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-12 | 21,7 | 27445 | 2,6 | 3,50 | 5,34 | 17,4 | 110,1 | 29425 | 30285 | 1,03 |
| 0,70-0,275-92,7-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-18 | 21,7 | 31142 | 2,9 | 3,50 | 4,22 | 19,1 | 111,8 | 32546 | 33552 | 1,03 |
| 0,70-0,275-92,7-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-24 | 21,7 | 21000 | 2,0 | 3,50 | 8,91 | 15,3 | 108,0 | 22357 | 23351 | 1,04 |
| 0,70-0,275-92,7-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-26 | 21,7 | 25930 | 3,0 | 3,50 | 6,01 | 21,6 | 114,3 | 28235 | 28947 | 1,03 |
| 0,70-0,275-92,7-27 | 21,7 | 27937 | 3,5 | 3,50 | 5,09 | 24,8 | 117,5 | 30136 | 31252 | 1,04 |
| 0,70-0,275-92,7-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-29 | 21,7 | 21905 | 2,9 | 3,50 | 4,01 | 21,4 | 114,1 | 25197 | 24967 | 0,99 |
| 0,70-0,275-92,7-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-92,7-32 | 21,7 | 25617 | 2,5 | 3,50 | 7,47 | 17,3 | 110,0 | 27414 | 28114 | 1,03 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-112,5-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-11 | 21,7 | 22591 | 2,9 | 3,50 | 8,34 | 21,4 | 133,9 | 23531 | 24445 | 1,04 |
| 0,30-0,150-112,5-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-17 | 21,7 | 42006 | 3,5 | 3,50 | 2,58 | 17,3 | 129,8 | 41714 | 42360 | 1,02 |
| 0,30-0,150-112,5-18 | 21,7 | 25811 | 3,2 | 3,50 | 7,35 | 22,9 | 135,4 | 26098 | 26497 | 1,02 |
| 0,30-0,150-112,5-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-27 | 21,7 | 20977 | 4,1 | 3,50 | 10,00 | 33,3 | 145,8 | 21524 | 22052 | 1,02 |
| 0,30-0,150-112,5-28 | 21,7 | 25811 | 4,9 | 3,50 | 6,97 | 38,5 | 151,0 | 26464 | 26963 | 1,02 |
| 0,30-0,150-112,5-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-112,5-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [%o] | ϵ_s [%o] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-112,5-REF | 21,7 | 27064 | 3,1 | 3,50 | 6,44 | 21,8 | 134,3 | 27789 | 28219 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-01 | 21,7 | 27064 | 2,0 | 3,50 | 7,53 | 10,9 | 123,4 | 26119 | 27644 | 1,06 |
| 0,30-0,275-112,5-02 | 21,7 | 27064 | 2,3 | 3,50 | 6,74 | 14,1 | 126,6 | 27278 | 27816 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-03 | 21,7 | 27064 | 2,7 | 3,50 | 6,65 | 18,0 | 130,5 | 27713 | 28022 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-04 | 21,7 | 27064 | 3,5 | 3,50 | 6,81 | 25,0 | 137,5 | 27501 | 28389 | 1,03 |
| 0,30-0,275-112,5-05 | 21,7 | 27064 | 4,2 | 3,50 | 6,22 | 30,8 | 143,3 | 28005 | 28690 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-06 | 21,7 | 27064 | 4,8 | 3,50 | 5,79 | 36,3 | 148,8 | 28579 | 28974 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-07 | 21,7 | 16887 | 4,0 | 3,50 | 5,44 | 32,6 | 145,1 | 17553 | 18372 | 1,05 |
| 0,30-0,275-112,5-08 | 21,7 | 19776 | 3,8 | 3,50 | 6,45 | 29,4 | 141,9 | 19961 | 21190 | 1,06 |
| 0,30-0,275-112,5-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-10 | 21,7 | 31434 | 2,9 | 3,50 | 6,95 | 18,6 | 131,1 | 32062 | 32458 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-11 | 21,7 | 36740 | 3,2 | 3,50 | 2,69 | 17,7 | 130,2 | 38043 | 38717 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-12 | 21,7 | 29870 | 3,1 | 3,50 | 5,29 | 20,4 | 132,9 | 30520 | 31364 | 1,03 |
| 0,30-0,275-112,5-13 | 21,7 | 28150 | 3,1 | 3,50 | 5,87 | 21,1 | 133,6 | 28921 | 29442 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-14 | 21,7 | 25461 | 3,1 | 3,50 | 7,50 | 22,8 | 135,3 | 26108 | 26388 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-15 | 21,7 | 24941 | 3,1 | 3,50 | 7,72 | 23,0 | 135,5 | 25254 | 25780 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-16 | 21,7 | 24685 | 3,2 | 3,50 | 7,72 | 23,2 | 135,7 | 25180 | 25485 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-19 | 21,7 | 32399 | 3,2 | 3,50 | 4,48 | 20,1 | 132,6 | 32963 | 33357 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-20 | 21,7 | 24220 | 3,1 | 3,50 | 7,63 | 22,6 | 135,1 | 25033 | 25477 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-26 | 21,7 | 30321 | 3,5 | 3,50 | 5,15 | 24,0 | 136,5 | 31172 | 31516 | 1,01 |
| 0,30-0,275-112,5-27 | 21,7 | 34891 | 4,3 | 3,50 | 4,19 | 27,6 | 140,1 | 35420 | 36127 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-112,5-29 | 21,7 | 20567 | 4,3 | 3,50 | 3,30 | 32,5 | 145,0 | 21887 | 22282 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22516 | 3,9 | 3,50 | 4,25 | 28,5 | 141,0 | 23644 | 24025 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-31 | 21,7 | 24465 | 3,5 | 3,50 | 5,04 | 25,0 | 137,5 | 25367 | 25792 | 1,02 |
| 0,30-0,275-112,5-32 | 21,7 | 29662 | 2,9 | 3,50 | 7,88 | 19,3 | 131,8 | 30170 | 30688 | 1,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-112,5-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-17 | 21,7 | 26517 | 3,1 | 3,50 | 6,71 | 22,0 | 134,5 | 27402 | 27936 | 1,02 |
| 0,70-0,150-112,5-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-112,5-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-112,5-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-02 | 21,7 | 24556 | 2,1 | 3,50 | 7,19 | 14,5 | 127,0 | 25623 | 26293 | 1,03 |
| 0,70-0,275-112,5-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-04 | 21,7 | 24556 | 2,9 | 3,50 | 7,76 | 21,3 | 133,8 | 26083 | 27085 | 1,04 |
| 0,70-0,275-112,5-05 | 21,7 | 24556 | 3,2 | 3,50 | 5,87 | 23,4 | 135,9 | 26855 | 27319 | 1,02 |
| 0,70-0,275-112,5-06 | 21,7 | 24556 | 3,9 | 3,50 | 6,68 | 28,5 | 141,0 | 27380 | 27910 | 1,02 |
| 0,70-0,275-112,5-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-10 | 21,7 | 26206 | 2,5 | 3,50 | 7,35 | 17,1 | 129,6 | 27680 | 28273 | 1,02 |
| 0,70-0,275-112,5-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-13 | 21,7 | 26986 | 2,6 | 3,50 | 5,41 | 17,6 | 130,1 | 28809 | 29327 | 1,02 |
| 0,70-0,275-112,5-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-18 | 21,7 | 31142 | 3,0 | 3,50 | 4,50 | 19,1 | 131,6 | 32240 | 33132 | 1,03 |
| 0,70-0,275-112,5-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-20 | 21,7 | 23390 | 2,5 | 3,50 | 7,30 | 17,7 | 130,2 | 24679 | 25545 | 1,04 |
| 0,70-0,275-112,5-21 | 21,7 | 22204 | 2,4 | 3,50 | 8,11 | 17,7 | 130,2 | 23564 | 24400 | 1,04 |
| 0,70-0,275-112,5-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-26 | 21,7 | 25929 | 3,0 | 3,50 | 6,15 | 20,9 | 133,4 | 27298 | 28350 | 1,04 |
| 0,70-0,275-112,5-27 | 21,7 | 27937 | 3,5 | 3,50 | 5,20 | 24,7 | 137,2 | 29985 | 30676 | 1,02 |
| 0,70-0,275-112,5-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-30 | 21,7 | 22700 | 3,0 | 3,50 | 4,36 | 21,1 | 133,6 | 24587 | 25203 | 1,03 |
| 0,70-0,275-112,5-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-112,5-32 | 21,7 | 25617 | 2,5 | 3,50 | 7,74 | 17,4 | 129,9 | 27160 | 27686 | 1,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-132,3-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-11 | 21,7 | 24291 | 2,8 | 3,50 | 7,30 | 18,2 | 150,5 | 25033 | 25821 | 1,03 |
| 0,30-0,150-132,3-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-17 | 21,7 | 41929 | 3,5 | 3,50 | 2,60 | 15,5 | 147,8 | 41625 | 42200 | 1,01 |
| 0,30-0,150-132,3-18 | 21,7 | 25754 | 3,2 | 3,50 | 7,52 | 20,3 | 152,6 | 25784 | 26272 | 1,02 |
| 0,30-0,150-132,3-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-27 | 21,7 | 20929 | 4,0 | 3,50 | 10,00 | 27,8 | 160,1 | 21056 | 21694 | 1,03 |
| 0,30-0,150-132,3-28 | 21,7 | 25754 | 4,9 | 3,50 | 7,58 | 31,7 | 164,0 | 25947 | 26561 | 1,02 |
| 0,30-0,150-132,3-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-132,3-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-132,3-REF | 21,7 | 27014 | 3,1 | 3,50 | 6,57 | 19,3 | 151,6 | 27400 | 27885 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-01 | 21,7 | 27014 | 1,9 | 3,50 | 6,99 | 9,6 | 141,9 | 26860 | 27450 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-02 | 21,7 | 27014 | 2,4 | 3,50 | 7,21 | 13,2 | 145,5 | 26846 | 27611 | 1,03 |
| 0,30-0,275-132,3-03 | 21,7 | 27014 | 2,7 | 3,50 | 6,71 | 16,2 | 148,5 | 27487 | 27747 | 1,01 |
| 0,30-0,275-132,3-04 | 21,7 | 27014 | 3,5 | 3,50 | 6,37 | 21,7 | 154,0 | 27545 | 27995 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-05 | 21,7 | 27014 | 4,0 | 3,50 | 6,92 | 25,5 | 157,8 | 27318 | 28163 | 1,03 |
| 0,30-0,275-132,3-06 | 21,7 | 27014 | 4,8 | 3,50 | 6,70 | 30,4 | 162,7 | 27515 | 28380 | 1,03 |
| 0,30-0,275-132,3-07 | 21,7 | 16897 | 4,1 | 3,50 | 5,52 | 27,8 | 160,1 | 17246 | 17976 | 1,04 |
| 0,30-0,275-132,3-08 | 21,7 | 19790 | 3,8 | 3,50 | 6,16 | 25,3 | 157,6 | 19848 | 20830 | 1,05 |
| 0,30-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 3,3 | 3,50 | 6,63 | 21,4 | 153,7 | 22097 | 23735 | 1,07 |
| 0,30-0,275-132,3-10 | 21,7 | 31452 | 2,8 | 3,50 | 7,37 | 16,6 | 148,9 | 31173 | 32234 | 1,03 |
| 0,30-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-12 | 21,7 | 31288 | 3,1 | 3,50 | 4,47 | 17,6 | 149,9 | 32009 | 32531 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29341 | 3,1 | 3,50 | 5,35 | 18,3 | 150,6 | 29878 | 30434 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-14 | 21,7 | 26231 | 3,1 | 3,50 | 7,11 | 19,7 | 152,0 | 26488 | 27020 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-15 | 21,7 | 25628 | 3,2 | 3,50 | 7,31 | 20,1 | 152,4 | 25940 | 26353 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-16 | 21,7 | 25331 | 3,1 | 3,50 | 7,57 | 20,1 | 152,4 | 25607 | 26015 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-19 | 21,7 | 32342 | 3,2 | 3,50 | 4,74 | 18,0 | 150,3 | 32734 | 33077 | 1,01 |
| 0,30-0,275-132,3-20 | 21,7 | 24175 | 3,1 | 3,50 | 7,89 | 19,9 | 152,2 | 24348 | 25120 | 1,03 |
| 0,30-0,275-132,3-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-26 | 21,7 | 30267 | 3,5 | 3,50 | 5,53 | 21,2 | 153,5 | 30445 | 31165 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-132,3-29 | 21,7 | 20531 | 4,3 | 3,50 | 3,51 | 27,4 | 159,7 | 21299 | 21767 | 1,02 |
| 0,30-0,275-132,3-30 | 21,7 | 22476 | 3,8 | 3,50 | 4,76 | 24,4 | 156,7 | 22605 | 23578 | 1,04 |
| 0,30-0,275-132,3-31 | 21,7 | 24421 | 3,5 | 3,50 | 6,06 | 22,1 | 154,4 | 24337 | 25419 | 1,04 |
| 0,30-0,275-132,3-32 | 21,7 | 29607 | 2,9 | 3,50 | 7,90 | 17,2 | 149,5 | 29701 | 30386 | 1,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-132,3-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-17 | 21,7 | 26508 | 3,1 | 3,50 | 6,69 | 19,1 | 151,4 | 27013 | 27561 | 1,02 |
| 0,70-0,150-132,3-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-132,3-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-132,3-REF | 21,7 | 24548 | 2,5 | 3,50 | 7,29 | 16,3 | 148,6 | 24810 | 26212 | 1,06 |
| 0,70-0,275-132,3-01 | 21,7 | 24548 | 1,9 | 3,50 | 7,67 | 11,2 | 143,5 | 24353 | 25695 | 1,06 |
| 0,70-0,275-132,3-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-03 | 21,7 | 24548 | 2,3 | 3,50 | 7,35 | 14,6 | 146,9 | 24241 | 26041 | 1,07 |
| 0,70-0,275-132,3-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-05 | 21,7 | 24548 | 3,2 | 3,50 | 6,64 | 20,8 | 153,1 | 26002 | 26658 | 1,03 |
| 0,70-0,275-132,3-06 | 21,7 | 24548 | 3,9 | 3,50 | 6,21 | 25,0 | 157,3 | 26625 | 27072 | 1,02 |
| 0,70-0,275-132,3-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-09 | 21,7 | 22812 | 2,8 | 3,50 | 6,97 | 18,4 | 150,7 | 23245 | 24648 | 1,06 |
| 0,70-0,275-132,3-10 | 21,7 | 26231 | 2,5 | 3,50 | 7,67 | 15,5 | 147,8 | 27143 | 27833 | 1,03 |
| 0,70-0,275-132,3-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-13 | 21,7 | 29608 | 2,5 | 3,50 | 4,26 | 14,7 | 147,0 | 31056 | 31443 | 1,01 |
| 0,70-0,275-132,3-14 | 21,7 | 22726 | 2,7 | 3,50 | 8,23 | 17,7 | 150,0 | 23324 | 24351 | 1,04 |
| 0,70-0,275-132,3-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-18 | 21,7 | 31132 | 3,0 | 3,50 | 4,20 | 16,9 | 149,2 | 32017 | 32645 | 1,02 |
| 0,70-0,275-132,3-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-20 | 21,7 | 23382 | 2,6 | 3,50 | 7,85 | 16,8 | 149,1 | 24374 | 25128 | 1,03 |
| 0,70-0,275-132,3-21 | 21,7 | 22197 | 2,5 | 3,50 | 8,05 | 16,3 | 148,6 | 23253 | 23922 | 1,03 |
| 0,70-0,275-132,3-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-24 | 21,7 | 20992 | 2,1 | 3,50 | 9,90 | 14,4 | 146,7 | 21570 | 22548 | 1,05 |
| 0,70-0,275-132,3-25 | 21,7 | 22792 | 2,2 | 3,50 | 8,36 | 14,6 | 146,9 | 22826 | 24323 | 1,07 |
| 0,70-0,275-132,3-26 | 21,7 | 25921 | 3,0 | 3,50 | 6,88 | 18,8 | 151,1 | 26667 | 27784 | 1,04 |
| 0,70-0,275-132,3-27 | 21,7 | 27927 | 3,5 | 3,50 | 5,14 | 21,9 | 154,2 | 29154 | 30011 | 1,03 |
| 0,70-0,275-132,3-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-29 | 21,7 | 21897 | 3,1 | 3,50 | 4,01 | 20,0 | 152,3 | 22882 | 23928 | 1,05 |
| 0,70-0,275-132,3-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-132,3-32 | 21,7 | 25608 | 2,5 | 3,50 | 7,81 | 15,7 | 148,0 | 26618 | 27207 | 1,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,150-152,0-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-11 | 21,7 | 25974 | 2,8 | 3,50 | 7,03 | 12,7 | 164,7 | 26223 | 27010 | 1,03 |
| 0,30-0,150-152,0-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-17 | 21,7 | 42030 | 3,5 | 3,50 | 2,61 | 11,1 | 163,1 | 41619 | 42200 | 1,01 |
| 0,30-0,150-152,0-18 | 21,7 | 25829 | 3,2 | 3,50 | 7,60 | 14,1 | 166,1 | 25637 | 26143 | 1,02 |
| 0,30-0,150-152,0-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-27 | 21,7 | 20993 | 4,0 | 3,47 | 10,00 | 18,2 | 170,2 | 20463 | 21430 | 1,05 |
| 0,30-0,150-152,0-28 | 21,7 | 25830 | 4,9 | 3,50 | 7,64 | 20,1 | 172,1 | 25664 | 26278 | 1,02 |
| 0,30-0,150-152,0-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,150-152,0-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\varepsilon_c$ [‰] | ε_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,30-0,275-152,0-REF | 21,7 | 27041 | 3,1 | 3,50 | 6,66 | 13,5 | 165,5 | 27153 | 27574 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-01 | 21,7 | 27041 | 1,9 | 3,50 | 7,07 | 7,2 | 159,2 | 26681 | 27326 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-02 | 21,7 | 27041 | 2,3 | 3,50 | 7,26 | 9,6 | 161,6 | 26855 | 27421 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-03 | 21,7 | 27041 | 2,7 | 3,50 | 6,77 | 11,5 | 163,5 | 27041 | 27496 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-04 | 21,7 | 27041 | 3,5 | 3,50 | 6,43 | 15,0 | 167,0 | 27347 | 27633 | 1,01 |
| 0,30-0,275-152,0-05 | 21,7 | 27041 | 4,0 | 3,50 | 6,60 | 17,0 | 169,0 | 27233 | 27710 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-06 | 21,7 | 27041 | 4,8 | 3,50 | 6,66 | 19,6 | 171,6 | 27401 | 27814 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-07 | 21,7 | 16892 | 4,1 | 3,50 | 5,55 | 18,3 | 170,3 | 17052 | 17514 | 1,03 |
| 0,30-0,275-152,0-08 | 21,7 | 19772 | 3,8 | 3,50 | 6,09 | 17,0 | 169,0 | 19690 | 20382 | 1,04 |
| 0,30-0,275-152,0-09 | 21,7 | 22821 | 3,5 | 3,50 | 6,91 | 15,6 | 167,6 | 22624 | 23407 | 1,03 |
| 0,30-0,275-152,0-10 | 21,7 | 31483 | 2,8 | 3,50 | 7,51 | 11,9 | 163,9 | 30914 | 31971 | 1,03 |
| 0,30-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-12 | 21,7 | 32698 | 3,0 | 3,50 | 4,34 | 12,1 | 164,1 | 32635 | 33530 | 1,03 |
| 0,30-0,275-152,0-13 | 21,7 | 30528 | 3,1 | 3,50 | 5,21 | 12,8 | 164,8 | 30661 | 31271 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-14 | 21,7 | 28415 | 3,1 | 3,50 | 5,92 | 13,2 | 165,2 | 28544 | 29036 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-15 | 21,7 | 26365 | 3,1 | 3,50 | 7,05 | 13,7 | 165,7 | 26462 | 26854 | 1,01 |
| 0,30-0,275-152,0-16 | 21,7 | 26020 | 3,2 | 3,50 | 7,23 | 13,8 | 165,8 | 26122 | 26485 | 1,01 |
| 0,30-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-18 | 21,7 | 41633 | 3,5 | 3,50 | 2,73 | 11,2 | 163,2 | 41384 | 41944 | 1,01 |
| 0,30-0,275-152,0-19 | 21,7 | 32373 | 3,2 | 3,50 | 4,67 | 12,6 | 164,6 | 32326 | 32822 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-20 | 21,7 | 24199 | 3,1 | 3,50 | 8,41 | 14,1 | 166,1 | 24049 | 24784 | 1,03 |
| 0,30-0,275-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-26 | 21,7 | 30297 | 3,5 | 3,50 | 5,69 | 14,6 | 166,6 | 30102 | 30840 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-27 | 21,7 | 34864 | 4,2 | 3,50 | 4,11 | 16,1 | 168,1 | 34742 | 35403 | 1,02 |
| 0,30-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,30-0,275-152,0-29 | 21,7 | 20551 | 4,2 | 3,50 | 3,81 | 17,9 | 169,9 | 20339 | 21256 | 1,05 |
| 0,30-0,275-152,0-30 | 21,7 | 22498 | 3,8 | 3,50 | 4,77 | 16,4 | 168,4 | 22234 | 23146 | 1,04 |
| 0,30-0,275-152,0-31 | 21,7 | 24445 | 3,5 | 3,50 | 6,14 | 15,2 | 167,2 | 24173 | 25047 | 1,04 |
| 0,30-0,275-152,0-32 | 21,7 | 29637 | 2,9 | 3,50 | 7,93 | 12,2 | 164,2 | 29484 | 30120 | 1,02 |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numerico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,150-152,0-REF | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-02 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-03 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-10 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-15 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-16 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-17 | 21,7 | 26462 | 3,1 | 3,50 | 6,90 | 13,4 | 165,4 | 26227 | 27107 | 1,03 |
| 0,70-0,150-152,0-18 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-20 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-26 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-27 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,150-152,0-32 | 21,7 | | | | | | | | | |

| Protótipo | l/d_p | M_{ro} [kN.cm] | δ [cm] | $-\epsilon_c$ [‰] | ϵ_s [‰] | Δf_{ps} [kN/cm ²] | f_{ps} [kN/cm ²] | M_{res} (numérico) [kN.cm] | M_{res} (analit.) [kN.cm] | $\Delta M_r/M_{ro}$ |
|----------------------|---------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 0,70-0,275-152,0-REF | 21,7 | 24527 | 2,7 | 3,50 | 7,66 | 12,3 | 164,3 | 24813 | 25625 | 1,03 |
| 0,70-0,275-152,0-01 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-02 | 21,7 | 24527 | 2,2 | 3,50 | 7,20 | 9,8 | 161,9 | 25140 | 25407 | 1,01 |
| 0,70-0,275-152,0-03 | 21,7 | 24527 | 2,4 | 3,50 | 8,00 | 11,0 | 163,0 | 23942 | 25511 | 1,07 |
| 0,70-0,275-152,0-04 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-05 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-06 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-07 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-08 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-09 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-10 | 21,7 | 26223 | 2,5 | 3,50 | 7,85 | 11,5 | 163,5 | 26817 | 27262 | 1,02 |
| 0,70-0,275-152,0-11 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-12 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-13 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-14 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-15 | 21,7 | 22981 | 2,7 | 3,50 | 9,04 | 12,6 | 164,6 | 22756 | 24012 | 1,06 |
| 0,70-0,275-152,0-16 | 21,7 | 22183 | 2,7 | 3,50 | 8,25 | 12,5 | 164,5 | 22445 | 23155 | 1,03 |
| 0,70-0,275-152,0-17 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-18 | 21,7 | 31107 | 3,0 | 3,50 | 4,46 | 12,2 | 164,2 | 31485 | 32064 | 1,02 |
| 0,70-0,275-152,0-19 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-20 | 21,7 | 23362 | 2,5 | 3,50 | 8,05 | 11,8 | 163,8 | 23519 | 24432 | 1,04 |
| 0,70-0,275-152,0-21 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-22 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-23 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-24 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-25 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-26 | 21,7 | 25899 | 3,0 | 3,50 | 6,85 | 13,4 | 165,4 | 25997 | 27063 | 1,04 |
| 0,70-0,275-152,0-27 | 21,7 | 27904 | 3,6 | 3,50 | 5,54 | 15,6 | 167,6 | 28255 | 29207 | 1,03 |
| 0,70-0,275-152,0-28 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-29 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-30 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-31 | 21,7 | | | | | | | | | |
| 0,70-0,275-152,0-32 | 21,7 | 25586 | 2,5 | 3,50 | 8,12 | 11,6 | 163,6 | 26153 | 26617 | 1,02 |