

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. Introdução

Desenvolver uma metodologia de análise para verificação à fadiga em pontes rodoviárias em aço e mistas (aço-concreto) foi o principal objetivo desta dissertação. Assim sendo, essa metodologia de análise, respaldada pelo emprego de um modelo numérico-computacional tridimensional, para avaliação da resposta dinâmica sobre os tabuleiros das pontes e viadutos rodoviários em aço e mistos (aço-concreto), considera a passagem de diferentes comboios de veículos condizentes com a realidade de utilização atual, introduzindo o efeito proveniente da interação entre as viaturas e a estrutura da ponte com o tabuleiro irregular.

Os deslocamentos e históricos de tensões obtidos, mediante o estudo da resposta dinâmica permanente da obra de arte modelada no presente estudo, considerando-se a interação existente entre os comboios de veículos e a superfície regular (efeito do peso) e irregular do tabuleiro, foram utilizados para uma análise de dano por fadiga de determinados elementos estruturais de uma ponte mista (aço-concreto).

7.2. Conclusões alcançadas

Na seqüência do texto, são apresentadas as principais conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Primeiramente, conclui-se que a representação tridimensional dos modelos estruturais é de fundamental importância no estudo do comportamento dinâmico das pontes rodoviárias mistas (aço-concreto). Tal conclusão baseia-se, especialmente, nos valores distintos dos danos acumulados e de estimativa da vida útil da ponte investigada, de acordo com a metodologia empregada para a travessia dos veículos (faixa central e faixa lateral). Este fato demonstrou a importância da contribuição dos

modos de vibração torsionais e pela possível variação aleatória dos veículos trafegando sobre uma estrutura real.

Com base nas análises numéricas realizadas ao longo da presente investigação foi possível observar que os resultados obtidos, mediante o emprego de um modelo numérico-computacional tridimensional, encontram-se bem calibrados e a metodologia desenvolvida fornece amplas possibilidades de extensão do trabalho de pesquisa, no que concerne a uma avaliação mais detalhada acerca das amplificações dinâmicas encontradas.

Uma outra conclusão de fundamental importância diz respeito à travessia de veículos sobre as irregularidades superficiais. O presente trabalho permite concluir que essas irregularidades acabam por gerar históricos de tensões com grandes faixas de variação. O impacto dessas ações dinâmicas, oriundas da interação dos pneus dos veículos com o pavimento irregular das obras de arte, é bastante crítico no que diz respeito à análise de fadiga.

Pode se evidenciar tal impacto ao se comparar os valores encontrados para irregularidade de pista do presente estudo. Os valores máximos (todos os casos) encontrados de tensão máxima e faixa de variação máxima para mobilidade de carga na faixa central respectivamente 147.93 MPa e 52.00 MPa. Já os valores encontrados para irregularidade de pista são respectivamente 126.27 MPa e 160.00 MPa, apresentando, apesar de uma menor tensão máxima, uma faixa de variação de tensão muito superior, o que é crítico para o estudo da fadiga.

Essa constatação orienta para um conceito diferenciado de manutenção dessas obras de arte, voltado não apenas para manutenção da estrutura em si, mas para a manutenção da qualidade do pavimento, evitando assim problemas de fadiga e, bem como, diminuição da vida útil da estrutura.

Conclui-se, ainda, que diversos fatores e condições de carregamento influenciam nos valores de variação das faixas de tensão, como por exemplo, à quantidade de veículos trafegando e as diferentes maneiras com que eles atravessam a estrutura. Para uma análise à fadiga, inúmeras simulações devem ser feitas neste sentido. Observou-se, também, que não se deve desprezar pontos distintos na estrutura por mais simétrica que a mesma seja. Essa constatação baseia-se no fato de que os carregamentos se apresentam de forma aleatória sobre a obra de arte.

Foi verificado, ainda, que a classificação dos elementos estruturais, de acordo com as normas de projeto, deve ser feita com muita cautela. O elemento estrutural investigado deve ser corretamente analisado levando-se em conta inúmeros fatores, tais como: projeto estrutural, tipo de carregamento, tipo de ligação, tipo de solda, espessura das chapas, comprimento do elemento estrutural, etc. Deste modo, a experiência e o conhecimento dos engenheiros projetistas têm um grande peso, no que tange ao dimensionamento e verificação à fadiga de obras de arte rodoviárias mistas (aço-concreto).

7.3. Sugestões para trabalho futuros

A seguir, são relacionadas algumas sugestões para a continuidade e desenvolvimento de trabalhos futuros sobre os temas aqui tratados e outros correlatos.

Realizar testes experimentais em uma ponte real (frequências naturais, deslocamentos, esforços e tensões), de forma a refinar a metodologia de análise desenvolvida.

Ampliar a abrangência da metodologia de forma a permitir o tráfego dos veículos considerando o efeito da mobilidade de carga somado ao efeito das irregularidades de pista.

Promover a continuação do estudo em questão através da parametrização de diferentes aspectos, como a velocidade dos comboios, a quantidade de veículos, o tráfego em diferentes faixas de pista e sentidos, a qualidade do pavimento, assim como, variar os modelos de pontes rodoviárias mistas (aço-concreto). Um estudo paramétrico para diferentes formas aleatórias que uma irregularidade de mesma qualidade pode se apresentar deve ser também desenvolvido.

Refinar o modelo empregado para as viaturas, com o objetivo de se obter um modelo matemático que represente os veículos de modo mais próximo da realidade, ou seja, com uma maior quantidade de graus de liberdade.

Ampliar o estudo para a consideração de outros modelos de veículos, avaliando as pontes rodoviárias a partir da travessia de viaturas mais pesadas ou mesmo previstas em normas distintas de projeto.

REFERÊNCIAS

AASHTO. *LRFD Bridge Design Specifications*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC, 2005.

AFONSO, D. F. *Verificação a fadiga de pontes metálicas ferroviárias*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, RS, Brasil, 2007.

AGERSKOV, H.; NIELSEN, J. A. *Fatigue in Steel Highway Bridges Under Random Loading*. Journal of Structural Engineering – ASCE, vol.125, n.2, 1999, p.152-162.

AGERSKOV, H.; PETERSEN, R. I; MARTINEZ, L. L. *Fatigue in High-Strength Steel Offshore Tubular Joints*, VI International Symposium of Tubular Structures, Monash University, Melbourne, 1994.

ALMEIDA, R. S. DE; SILVA, J. G. S. DA. *A Stochastic Modelling of the Dynamical Response of Highway Bridge Decks Under Traffic Loads*. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 2007

ALMEIDA, R. S. DE. *Análise de Vibrações de Pontes Rodoviárias Induzidas pelo Tráfego de Veículos sobre o Pavimento Irregular*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

ALMEIDA, R. S. DE; SILVA, J. G. S. DA. *A Stochastic Modelling of the Dynamical Response of Highway Bridge Decks Under Traffic Loads*. ECCM 2006 - III European Conference on Computational Mechanics, 2006.

AMORIM, A. B. A. DE. *Avaliação da Resposta Dinâmica de Pontes Rodoviárias com Pavimentos Irregulares e Comparação com a Metodologia de Projeto Proposta pela NBR 7187*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007.

ANSI/AWS D1.1. *Structural Welding Code - Steel*. American Welding Society. 19th ed. Miami, USA, 2004

ANSYS, *Swanson Analysis Systems*. Inc. P.O. Box 65. Johnson Road, Houston, PA, 15342-0065, version 10.0, Basic analysis procedures, Second edition, 2005.

ASME *The Use of Classification Zones for Fatigue Behavior in Steels*. Weiss, M.P. Transactions of the ASME, vol. 115, 1993, p.380–384.

ASTM E 1049-85. *Standard practices for cycle counting in fatigue analysis*. ASTM International, 2005

BATTISTA, R. C.; PFEIL, M. S. *Fatigue Cracks induced by Traffic Loading on Steel Bridges Slender orthotropic Decks*. Ninth International Conference on Computational Methods and Experimental Measures (CMEM'99), 1999a, p. 37-44.

BATTISTA, R. C.; PFEIL, M. S. *Enhancing the Fatigue Life of Rio-Niterói Bridge's Orthotropic Steel Deck*. IABSE Symposium, Rio de Janeiro, August 25-27, 1999b, p. 853-860.

BRANCO, C. M.; FERNANDES, A. A.; CASTRO, P. M. S. T. *Fadiga de estruturas soldadas*. Introdução ao estudo da fadiga. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa. Cap. 2, 1999, p. 137-192.

BS5400. *Steel, Concrete and Composite Bridge. Part 10: Code of practice for fatigue*. British Standards Institute. London, 1980

CHAN, T. H. T.; LI, Z. X.; KO, J. M. *Fatigue analysis and life prediction of bridges with structural health monitoring data - Part I: methodology and strategy*. International Journal of Fatigue, Hong Kong, n.23, 2001a, p.45-53.

CHAN, T. H. T.; LI, Z. X.; KO, J. M. *Fatigue analysis and life prediction of bridges with structural health monitoring data - Part II: application*. International Journal of Fatigue, Hong Kong, n.23, 2001b, p.55-64.

CHANTRE, E. *Influência da Velocidade, do Espaçamento e do Número de Veículos sobre a Resposta Dinâmica de Pontes Rodoviárias de Concreto Armado*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.

CLOUGH, R. W.; PENZIEN, J. *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, Auckland, 1975.

COLLINS, J. A. *Failure of Materials in Mechanical Design*. JohnWiley & Sons, New York, 1993, 629p.

CULLIMORE, M. S. G.; WEBBER, D. *Analysis of Heavy Girder Bridge fatigue Failures*. Engineering Failure Analysis, Vol. 7, 2000, p. 145-168.

EUROCODE 3. *Design of Steel Structures*. European Committee for Standardisation. Bruxelas, 2003.

EUROCODE 3. *General Structural Rules*. European Committee for Standardisation. Bruxelas Part 1.1, 2003.

EUROCODE 3. *Steel Bridges*. European Committee for Standardisation. Bruxelas Part 1.3, 2003.

EUROCODE 3. *Fatigue Strength of steel rules*. European Committee for Standardisation. Bruxelas Part 1.9, 2003.

FERREIRA, K. I. I. *Avaliação do Critério para Cálculo dos Efeitos das Cargas móveis em pontes rodoviárias*. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1991.

FERREIRA, V. T. *Modelo simplificado para a análise dinâmica de estruturas mistas de pontes*. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.

FISHER, J. W. ET AL. *Hoan Bridge Forensic Investigation Failure Analysis Final Report*. Wisconsin Department of Transportation (WDT) and The Federal Highway Administration (FHWA), 2001, p. 103.

FISHER, J. W. *Fatigue and Fracture in Steel Bridges: Cases Studies*. John Wiley & Sons, New York, 1984.

GILANI, A.; WHITTAKER, A. *Fatigue-Life Evaluation of Steel Post Structures. I: Background and Analysis*. Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 126, No.3, 2000a, p. 322-330.

GILANI, A.; WHITTAKER, A. *Fatigue-Life Evaluation of Steel Post Structures. II: Experimentation*. Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 126, No.3, 2000b, p. 322-330.

GRECO, A.; SANTINI, A. *Dynamic response o a flexural non-classically damped continuous beam under moving loadings*. Computers and Structures, Vol. 80, 2002, pp.1945-1953.

KISS, K.; SZÉKELY, E.; DUNAI L. *Fatigue analysis of orthotropic highway Bridge*. 2nd International Symposium in Civil Engineering, Budapest, 1998.

LAW, S. S.; ZHU, X. Q. *Dynamic behavior of damaged concrete bridge structures under moving vehicular loads*. 2004. Engineering Structures 26, 2004, pp.1279-1293

LAW, S. S.; ZHU, X. Q. *Bridge dynamic responses due to road surface roughness and braking of vehicle*. Journal of sound and vibration, 2005, pp. 805-830

LAW, S.S. ET AL. *Dynamic Assessment of Bridge Load - Carrying Capacities*. Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 121, No. 3, 1995a, p. 478-487.

LAW, S.S. ET AL. *Dynamic Assessment of Bridge Load - Carrying Capacities II*. Journal of Structural Engineering - ASCE, Vol. 121, No. 3, 1995b, p. 488-495.

LEITÃO F. N. *Comportamento Dinâmico de Pontes Rodoviárias Hiperestáticas Induzidas Pelo Tráfego de Veículos Sobre o Pavimento Irregular*. Projeto de graduação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

LEITÃO, F. N. ET AL. *Estudo da Resposta Dinâmica Não-Determinística de Pontes Rodoviárias Mistas (Aço-Concreto) Submetidas ao Tráfego de Veículos*. In: XXIX CILAMCE - Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, 2008, Maceió, AL, Brasil. Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2008. v. 1. p. 1-16.

LI, Z. X.; CHAN, T. H. T.; KO, J. M. *Determination of effective stress range and its application on fatigue stress assessment of existing bridges*. International Journal of Solids and Structures, Vol. 39, 2002, p. 2401-2417.

LIU, C., HUANG, D.; WANG, T. *Analytical dynamic impact study based on correlated road roughness*. Computers and Structures, 80, 2002, 1639-1650.

MANSON, S. S.; HALFORD, G. R. *Practical implementation of the double linear damage rule and damage curve approach for testing cumulative fatigue damage*, International Journal of Fracture, Vol. 17, No. 2, 1981, pp. 169-192.

MATLAB® - *The Language of Technical Computing*, Release 7.0, 2007.

MELO, E. S. *Interação dinâmica veículo-estrutura em pequenas pontes rodoviárias*. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007

MINER, M. A. *Cumulative Damage in Fatigue* Journal of Applied Mechanics Transactions - ASME, Vol. 12, No. 3, 1945, p. A159-A164.

MORSCH, I. B. *Análise estrutural de veículos comerciais tipo ônibus*. Tese de Doutorado - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 2001.

MURRAY, T. M.; ALLEN, D. E.; UNGAR, E. E.. *Floor vibration due to human activity*, Steel Design Guide Series, AISC, Chicago, USA, 2003.

NASSIF, H. H.; LIU, M. *Analytical modeling of bridge-road-vehicle dynamic interaction system*. Journal of Vibration and Control, 10, 2004, 215-241.

NBR 6118. *Norma Brasileira para Projeto de Estruturas de Concreto Armado*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2003.

NBR 6120. *Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1980.

NBR 6123. *Forças devidas ao vento em edificações*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1988.

NBR 7187. *Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1987.

NBR 7188. *Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre - Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1984.

NBR 8800. *Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2008.

NIELSEN, J. A. ET AL. *Fatigue Damage Accumulation in Steel Bridges Under Highway Random Loading*. EUROSTEEL'95, Athens, 1995.

NIELSEN, J. A.; AGERSKOV, H.; VEJRUM, T. *Fatigue in Steel Highway Bridges under Random Loading*. Report Series R N°. 15, Department of Engineering, Technical University of Denmark, 1997.

NISHIKAWA, K.; MURAKOSHI, J.; MASUKI, T. *Study on the fatigue of steel highway bridges in Japan*. Construction and Building Materials, Vol. 12, No. 2 -3, 1998, p. 133-141.

NORTON, R. L. *Machine design*. New Jersey: Prentice-Hall, 1998, 1048p.

PETERSEN, R. I. ET AL. *Fatigue Life of High-Strength Steel Plates Under Stochastic Loading*. Report No. 320, Department of Structural Engineering, Technical University of Denmark, Denmark, 1995.

PALMGREEN. A. *Die Lebensdauer von Kugellagern*. Zeitschrift de Vereines. Deutsches Ingeniure, Vol. 68, No. 14, 1924.

PERLINGUEIRO, M. S. P. L. ET AL. *Influência da Interação veículo-Pavimento-Estrutura na resposta dinâmica de pontes*, XXX Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, 2002, p. 19.

PINHO, F. O.; BELLEY, I. H. *Pontes e Viadutos em Vigas Mistas. Série Manual Construção em Aço*. Centro Brasileiro da Construção em Aço. CBCA. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007, 138p.

PRAVIA, Z. M. C. DE. *Estabilidade de Estruturas de Pontes Metálicas com Fraturas*. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2003.

ROSSIGALI, C. E. *Estudos Probabilísticos para Modelos de cargas móveis em pontes rodoviárias no Brasil* Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

SANTOS, E. F. DOS. *Análise e Redução de Vibrações em Pontes Rodoviárias*. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007.

SANTOS, M. F. DOS. *Contribuição ao Estudo do Efeito de Combinação de Veículos de Carga Sobre Pontes Rodoviárias de Concreto*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Carlos, São Paulo, SP, Brasil, 2003.

SAE. *Fatigue Design Handbook*. 3.ed. Warrendale. 1997, 470p.

SAP2000. *Analysis Reference, Volume I e II*. Computers and Structures, inc. California, USA, 1996.

SILVA, J. G. S. DA. *Análise Dinâmica Não-Determinística de Tabuleiros de Pontes Rodoviárias com Irregularidades Superficiais*. Tese de Doutorado. PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1996.

SURESH, S. *Fatigue of Materials*, Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom, 1998.

VASUDEVAN, A. K.; SADANANDA, K.; GLINKA, G. *Critical parameters for fatigue damage*, International Journal of Fatigue, Vol. 23, 2001, p. s39-s53.

WHÖHLER, A. *Fatigue crack growth measurements*, Vol. 7, 1858, p. 641-652.

WIKIPEDIA. *Enciclopédia virtual livre*. Wikimedia Foundation, Inc, 2009.

ZHANG, Q. L.; VROUWENVELDER, A.; WANDNIER, J. *Dynamic amplification factors and EUDL of bridges under random traffic flows*. Engineering Structures, Vol.23, 2001, pp. 663–672.

ZHAO, Y.; RODDIS, W. M. K. *Fatigue crack investigation for the Arkansas River Bridge in Hutchinson, Kansas*. Construction and Building Materials, Vol. 14, 2000, p. 287-295.

ZIENKIEWICZ, O. C. *The Finite Element Method from Intuition to Generality*. Appl. Mech. Rev, 1970, 23: 249-256 p.

ANEXO A - Tabelas de estimativa de dano acumulados e vida útil

A.1. Comboio I na faixa central, velocidade de 80km/h - Caso 1

Tabela A.1 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da mobilidade da carga

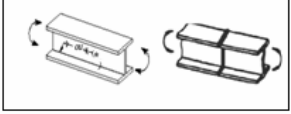
Peso							
Tensão máxima (MPa)		63.03					
Variação de Tensão máxima (MPa)		12.00					
Solda entre a mesa e a alma							
Meio do vão				Viga 1			
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$			
29	37.18%	1657143	1	0.08			
4	5.13%	228571	2	0.17			
2	2.56%	114286	12	1.00			
35		2000000					
							
NBR 8800		AASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
3924000000000	0.000000422310	3930000000000	0.000000421665	3990249023621	0.000000415298	3990000000000	0.000000415324
4912500000000	0.000000465285	4912500000000	0.000000465285	498781127953	0.000000458260	4987500000000	0.000000458289
2274305556	0.000050250818	2274305556	0.000050250818	2309171889	0.000049492078	2309027778	0.000049495166
Dano	0.000051138413	Dano	0.000051137768	Dano	0.000050365636	Dano	0.000050368779
Vida útil	19554.77 Anos	Vida útil	19555.02 Anos	Vida útil	19854.81 Anos	Vida útil	19853.57 Anos

Tabela A.3 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da mobilidade da carga

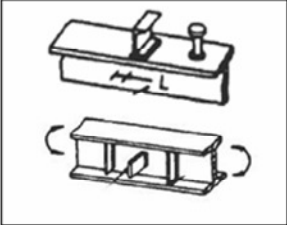
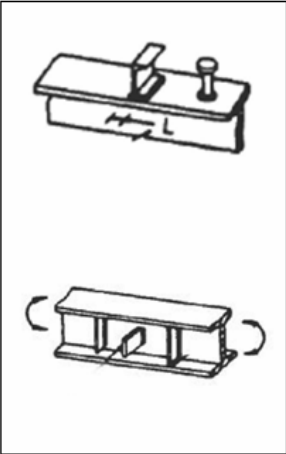
Peso							
Tensão máxima (MPa)		91.03					
Variação de Tensão máxima (MPa)		39.00					
Solda entre a mesa e a alma		Meio do vão Viga 2					
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{\text{máx}}$			
42	53.85%	1076923	1	0.03			
26	33.33%	666667	2	0.05			
5	6.41%	128205	3	0.08			
2	2.56%	51282	22	0.56			
1	1.28%	25641	23	0.59			
1	1.28%	25641	37	0.95			
1	1.28%	25641	39	1.00			
78		2000000					
NBR 8800		AASTHO		EUROCODE			
Classe C		Classe C		Classe 80		Classe F2	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
1438800000000	0.00000748487	1440000000000	0.00000747863	1002305238078	0.000001074446	1730000000000	0.00000622499
1798500000000	0.000003706793	1800000000000	0.000003703704	125288154760	0.000005321067	2162500000000	0.000003082852
532888888889	0.000002405851	533333333333	0.000002403846	37122416225	0.000003453577	64074074074	0.000002008889
135123967	0.000379518545	135236664	0.000379202279	94130845	0.000544795399	162471826	0.000315636579
118254294	0.000216829552	118352922	0.000216648860	82378995	0.000311256838	142187885	0.000180331999
28405030	0.000902693127	28428721	0.000901940883	19787678	0.001295807726	34153949	0.000750748481
24255298	0.001057130942	24275527	0.001056250000	16896867	0.001517501797	29164349	0.000879190751
Dano	0.002563033297	Dano	0.002560897436	Dano	0.003679210851	Dano	0.002131614051
Vida útil	390.16 Anos	Vida útil	390.49 Anos	Vida útil	271.8 Anos	Vida útil	469.13 Anos

Tabela A.4 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da irregularidade de pavimento

Irregularidade				
Tensão máxima (MPa)		113.53		
Variação de Tensão máxima (MPa)		108.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 2
	

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
3	10.34%	206897	1	0.01
4	13.79%	275862	2	0.02
3	10.34%	206897	3	0.03
3	10.34%	206897	4	0.04
2	6.90%	137931	5	0.05
4	13.79%	275862	6	0.06
2	6.90%	137931	8	0.07
1	3.45%	68966	12	0.11
1	3.45%	68966	18	0.17
1	3.45%	68966	20	0.19
1	3.45%	68966	22	0.20
1	3.45%	68966	27	0.25
1	3.45%	68966	28	0.26
1	3.45%	68966	73	0.68
1	3.45%	68966	108	1.00
29		2000000		

NBR 8800		ASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe C		Classe C		Classe 80		Classe F2	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
1438800000000	0.00000143798	1440000000000	0.00000143678	1002305238078	0.00000206421	1730000000000	0.00000119593
1798500000000	0.000001533845	1800000000000	0.000001532567	125288154760	0.000002201821	2162500000000	0.000001275863
532888888889	0.000003882546	533333333333	0.000003879310	37122416225	0.000005573359	64074074074	0.000003229021
22481250000	0.000009203072	225000000000	0.000009195402	15661019345	0.000013210925	27031250000	0.000007653976
11510400000	0.000011983166	115200000000	0.000011973180	8018441905	0.000017201725	138400000000	0.000009966115
66611111111	0.000041413822	66666666667	0.000041379310	4640302028	0.000059449162	8009259259	0.000034442894
2810156250	0.000049083048	2812500000	0.000049042146	1957627418	0.000070458267	3378906250	0.000040821208
832638889	0.000082827644	8333333333	0.000082758621	580037754	0.000118898325	1001157407	0.000068885788
246707819	0.000279543298	246913580	0.000279310345	171863038	0.000401281846	296639232	0.000232489536
179850000	0.000383461314	180000000	0.000383141762	125288155	0.000550455208	216250000	0.000318915687
135123967	0.000510387008	135236664	0.000509961686	94130845	0.000732655881	162471826	0.000424476779
73098613	0.000943458629	73159579	0.000942672414	50922382	0.001354326231	87893106	0.000784652183
65543003	0.001052217844	65597668	0.001051340996	45658949	0.001510449090	78808309	0.000875104644
3698553	0.018646621227	3701638	0.018631082375	2576508	0.026767054188	4447106	0.015507952960
1142166	0.060381352276	1143118	0.060331034483	795662	0.086676878814	1373330	0.050217739685
Dano	0.082397112536	Dano	0.082328448276	Dano	0.118280301263	Dano	0.068527725733

Vida útil	12.14 Anos	Vida útil	12.15 Anos	Vida útil	8.45 Anos	Vida útil	14.59 Anos
------------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------

A.2. Comboio I na faixa lateral, velocidade de 80km/h - Caso 2

Tabela A.5 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da mobilidade da carga

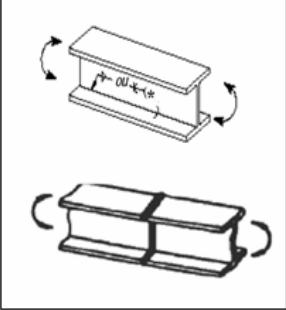
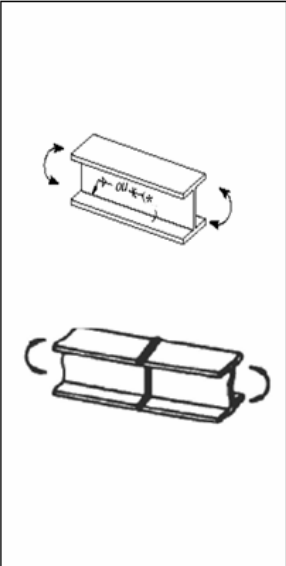
Peso							
Tensão máxima (MPa)		130.32					
Variação de Tensão máxima (MPa)		22.00					
Solda entre a mesa e a alma							
Meio do vão		Viga 1					
							
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{\text{máx}}$			
29	41.43%	828571	1	0.05			
20	28.57%	571429	2	0.09			
10	14.29%	285714	3	0.14			
5	7.14%	142857	4	0.18			
2	2.86%	57143	5	0.23			
1	1.43%	28571	8	0.36			
1	1.43%	28571	9	0.41			
1	1.43%	28571	20	0.91			
0.5	0.71%	14286	21	0.95			
0.5	0.71%	14286	22	1.00			
70		2000000					
NBR 8800		AASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
392400000000	0.000000211155	393000000000	0.000000210832	3990249023621	0.000000207649	3990000000000	0.000000207662
491250000000	0.000001163213	491250000000	0.000001163213	498781127953	0.000001145650	4987500000000	0.000001145721
145555555556	0.000001962923	145555555556	0.000001962923	147787000875	0.000001933284	147777777778	0.000001933405
5390946502	0.000005299891	5390946502	0.000005299891	5473592625	0.000005219868	5473251029	0.000005220193
491250000	0.000058160669	491250000	0.000058160669	498781128	0.000057282497	498750000	0.000057286072
424360220	0.000033664122	424360220	0.000033664122	430865892	0.000033155825	430839002	0.000033157895
369083396	0.000038705925	369083396	0.000038705925	374741644	0.000038121502	374718257	0.000038123881
491250000	0.000058160669	491250000	0.000058160669	498781128	0.000057282497	498750000	0.000057286072
424360220	0.000033664122	424360220	0.000033664122	430865892	0.000033155825	430839002	0.000033157895
369083396	0.000038705925	369083396	0.000038705925	374741644	0.000038121502	374718257	0.000038123881
Dano	0.000269698614	Dano	0.000269698292	Dano	0.000265626100	Dano	0.000265642678
Vida útil	3707.84 Anos	Vida útil	3707.85 Anos	Vida útil	3764.69 Anos	Vida útil	3764.46 Anos

Tabela A.6 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da irregularidade de pavimento

Irregularidade				
Tensão máxima (MPa)		171.86		
Variação de Tensão máxima (MPa)		154.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 1
	

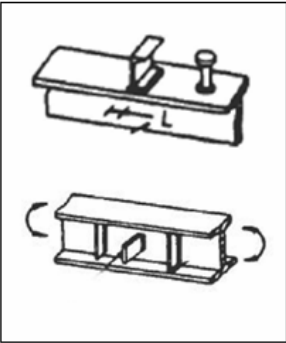
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
2	6.25%	125000	1	0.01
1	3.13%	62500	2	0.01
3	9.38%	187500	3	0.02
1	3.13%	62500	4	0.03
4	12.50%	250000	5	0.03
2	6.25%	125000	6	0.04
5	15.63%	312500	7	0.05
3	9.38%	187500	8	0.05
1	3.13%	62500	9	0.06
2	6.25%	125000	12	0.08
1	3.13%	62500	13	0.08
1	3.13%	62500	23	0.15
1	3.13%	62500	25	0.16
1	3.13%	62500	26	0.17
1	3.13%	62500	40	0.26
1	3.13%	62500	43	0.28
1	3.13%	62500	127	0.82
0.5	1.56%	31250	153	0.99
0.5	1.56%	31250	154	1.00
32		2000000		

NBR 8800		AASHTO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
3924000000000	0.000000031855	3930000000000	0.000000031807	3990249023621	0.000000031326	3990000000000	0.000000031328
4905000000000	0.000000127421	4912500000000	0.000000127226	498781127953	0.000000125305	4987500000000	0.000000125313
1453333333333	0.000001290138	1455555555556	0.000001288168	147787000875	0.000001268718	1477777777778	0.000001268797
61312500000	0.000001019368	61406250000	0.000001017812	62347640994	0.000001002444	62343750000	0.000001002506
31392000000	0.000007963812	31440000000	0.000007951654	31921992189	0.000007831591	31920000000	0.000007832080
18166666667	0.000006880734	18194444444	0.000006870229	18473375109	0.000006766495	18472222222	0.000006766917
322511712	0.000193791412	323004849	0.000193495547	327956688	0.000190573946	327936221	0.000190585840
251136000	0.000248869139	251520000	0.000248489186	255375938	0.000244737232	255360000	0.000244752506
223258990	0.000279943935	223600364	0.000279516539	227028279	0.000275296101	227014110	0.000275313283
61312500	0.001019367992	61406250	0.001017811705	62347641	0.001002443701	62343750	0.001002506266
49354145	0.001266357671	49429610	0.001264424300	50187393	0.001245332677	50184261	0.001245410401
1915657	0.032625876019	1918587	0.032576065522	1947999	0.032084197438	1947878	0.032086199875
1095607	0.028523007454	1097282	0.028479460878	1114104	0.028049447688	1114034	0.028051198308
223258990	0.000279943935	223600364	0.000279516539	227028279	0.000275296101	227014110	0.000275313283
61312500	0.001019367992	61406250	0.001017811705	62347641	0.001002443701	62343750	0.001002506266
49354145	0.001266357671	49429610	0.001264424300	50187393	0.001245332677	50184261	0.001245410401
1915657	0.032625876019	1918587	0.032576065522	1947999	0.032084197438	1947878	0.032086199875
1095607	0.028523007454	1097282	0.028479460878	1114104	0.028049447688	1114034	0.028051198308
1074402	0.029085945464	1076045	0.029041539440	1092541	0.028603039390	1092473	0.028604824561
Dano	0.156975025484	Dano	0.156735368957	Dano	0.154368811659	Dano	0.154378446115

Vida útil	6.37 Anos	Vida útil	6.38 Anos	Vida útil	6.48 Anos	Vida útil	6.48 Anos
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Tabela A.7 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da mobilidade da carga

Peso				
Tensão máxima (MPa)		99.92		
Variação de Tensão máxima (MPa)		46.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 2
	

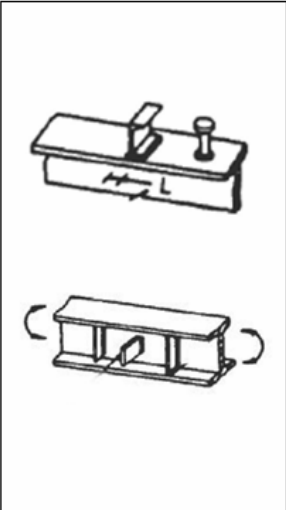
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
29	52.73%	1054545	1	0.02
17	30.91%	618182	2	0.04
1	1.82%	36364	3	0.07
1	1.82%	36364	4	0.09
0.5	0.91%	18182	19	0.41
2.5	4.55%	90909	20	0.43
0.5	0.91%	18182	22	0.48
0.5	0.91%	18182	23	0.50
2	3.64%	72727	29	0.63
0.5	0.91%	18182	38	0.83
0.5	0.91%	18182	46	1.00
55		2000000		

NBR 8800		AASHTO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
1438800000000	0.000000732934	1440000000000	0.000000732323	1002305238078	0.000001052120	1730000000000	0.000000609564
1798500000000	0.000003437208	1800000000000	0.000003434343	125288154760	0.000004934080	2162500000000	0.000002858644
532888888889	0.000000682387	533333333333	0.000000681818	37122416225	0.000000979560	64074074074	0.000000567525
22481250000	0.000001617510	225000000000	0.000001616162	15661019345	0.000002321920	27031250000	0.000001345244
209768188	0.000086675765	209943140	0.000086603535	146129937	0.000124422268	252223356	0.000072086180
179850000	0.000505471731	180000000	0.000505050505	125288155	0.000725600046	216250000	0.000420388860
135123967	0.000134556575	135236664	0.000134444444	94130845	0.000193154732	162471826	0.000111907514
118254294	0.000153751864	118352922	0.000153623737	82378995	0.000220709394	142187885	0.000127871781
58993809	0.001232795006	59043011	0.001231767677	41096611	0.001769665953	70933618	0.001025286390
26221023	0.000693406121	26242893	0.000692828283	18266242	0.000995378144	31527920	0.000576689438
14781787	0.001230014911	14794115	0.001228989899	10297374	0.001765675153	17773486	0.001022974251
Dano	0.004043142012	Dano	0.004039772727	Dano	0.005803893371	Dano	0.003362585391

Vida útil	247.33 Anos	Vida útil	247.54 Anos	Vida útil	172.3 Anos	Vida útil	297.39 Anos
------------------	--------------------	------------------	--------------------	------------------	-------------------	------------------	--------------------

Tabela A.8 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da irregularidade de pavimento

Irregularidade				
Tensão máxima (MPa)		126.27		
Variação de Tensão máxima (MPa)		160.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 2
	

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
4	13.56%	271186	1	0.01
5	16.95%	338983	2	0.01
4	13.56%	271186	3	0.02
2	6.78%	135593	4	0.03
1	3.39%	67797	5	0.03
1	3.39%	67797	6	0.04
2	6.78%	135593	11	0.07
2	6.78%	135593	12	0.08
1	3.39%	67797	13	0.08
1	3.39%	67797	14	0.09
1	3.39%	67797	15	0.09
1	3.39%	67797	16	0.10
1	3.39%	67797	17	0.11
0.5	1.69%	33898	19	0.12
2	6.78%	135593	28	0.18
0.5	1.69%	33898	136	0.85
0.5	1.69%	33898	160	1.00
29.5		2000000		

NBR 8800		AASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
143880000000	0.00000188481	1440000000000	0.00000188324	1002305238078	0.00000270563	1730000000000	0.00000156755
179850000000	0.000001884810	1800000000000	0.000001883239	125288154760	0.000002705627	2162500000000	0.000001567552
53288888888	0.000005088987	53333333333	0.000005084746	37122416225	0.000007305194	64074074074	0.000004232390
22481250000	0.000006031392	225000000000	0.000006026365	15661019345	0.000008658007	27031250000	0.000005016165
11510400000	0.000005890031	115200000000	0.000005885122	8018441905	0.000008455085	13840000000	0.000004898599
66611111111	0.000010177973	66666666667	0.000010169492	4640302028	0.000014610387	8009259259	0.000008464779
1080991736	0.000125434095	1081893313	0.000125329567	753046760	0.000180059496	1299774606	0.000104320564
832638889	0.000162847571	833333333	0.000162711864	580037754	0.000233766198	1001157407	0.000135436465
654893036	0.000103523181	655439235	0.000103436911	456215402	0.000148606579	787437415	0.000086097776
524344023	0.000129297955	524781341	0.000129190207	365271588	0.000185606032	630466472	0.000107534045
426311111	0.000159030831	426666667	0.000158898305	296979330	0.000228287303	512592593	0.000132262173
351269531	0.000193004528	351562500	0.000192843691	244703427	0.000277056235	422363281	0.000160517292
292855689	0.000231501769	293099939	0.000231308851	204010836	0.000332318672	352127010	0.000192534535
209768188	0.000161598884	209943140	0.000161464218	146129937	0.000231973720	252223356	0.000134397962
65543003	0.002068767287	65597668	0.002067043315	45658949	0.002969696515	78808309	0.001720544724
571984	0.059264452958	572461	0.059215065913	398459	0.085073580059	687748	0.049288840991
351270	0.096502264128	351563	0.096421845574	244703	0.138528117336	422363	0.080258646027
Dano	0.159130984860	Dano	0.158998375706	Dano	0.228431073009	Dano	0.132345468796

Vida útil	6.28 Anos	Vida útil	6.29 Anos	Vida útil	4.38 Anos	Vida útil	7.56 Anos
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

A.3. Comboio II na faixa central, velocidade de 80km/h - Caso 3

Tabela A.9 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da mobilidade da carga

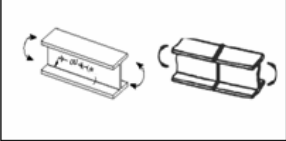
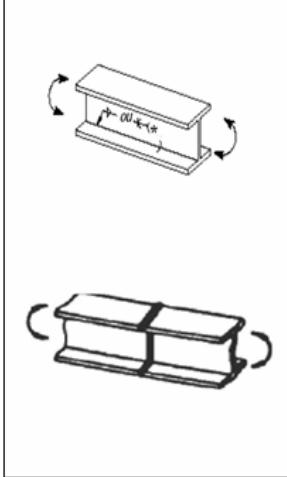
Peso							
Tensão máxima (MPa)				96.59			
Variação de Tensão máxima (MPa)				11.00			
Solda entre a mesa e a alma							
Meio do vão	Viga 1						
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$			
13	76.47%	1529412	1	0.09			
2	11.76%	235294	2	0.18			
1	5.88%	117647	10	0.91			
1	5.88%	117647	11	1.00			
17		2000000					
							
NBR 8800		AASHTO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
3924000000000	0.000000389758	3930000000000	0.000000389163	3990249023621	0.000000383287	3990000000000	0.000000383311
4905000000000	0.000000479703	4912500000000	0.000000478970	498781127953	0.000000471738	4987500000000	0.000000471768
39240000000	0.000029981412	39300000000	0.000029935638	3990249024	0.000029483638	39900000000	0.000029485478
2948159279	0.000039905259	2952667168	0.000039844335	2997933151	0.000039242723	2997746056	0.000039245172
Dano	0.000070756131	Dano	0.000070648107	Dano	0.000069581386	Dano	0.000069585729
Vida útil	14133.05 Anos	Vida útil	14154.66 Anos	Vida útil	14371.66 Anos	Vida útil	14370.76 Anos

Tabela A.10 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da irregularidade de pavimento

Irregularidade				
Tensão máxima (MPa)		92.65		
Variação de Tensão máxima (MPa)		45.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 1
	

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
3	16.22%	324324	1	0.02
2	10.81%	216216	3	0.07
2	10.81%	216216	4	0.09
2	10.81%	216216	5	0.11
0.5	2.70%	54054	6	0.13
1	5.41%	108108	7	0.16
1	5.41%	108108	12	0.27
0.5	2.70%	54054	13	0.29
1	5.41%	108108	16	0.36
1	5.41%	108108	20	0.44
1	5.41%	108108	21	0.47
1	5.41%	108108	22	0.49
0.5	2.70%	54054	24	0.53
0.5	2.70%	54054	26	0.58
0.5	2.70%	54054	29	0.64
1	5.41%	108108	45	1.00
18.5		2000000		

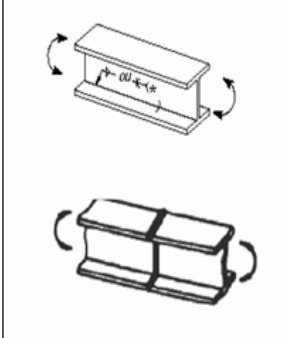
NBR 8800		AASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
3924000000000	0.000000082651	3930000000000	0.000000082525	3990249023621	0.000000081279	3990000000000	0.000000081284
1453333333333	0.000001487726	1455555555556	0.000001485455	147787000875	0.000001463026	1477777777778	0.000001463117
61312500000	0.000003526462	61406250000	0.000003521078	62347640994	0.000003467913	62343750000	0.000003468130
31392000000	0.000006887622	31440000000	0.000006877106	31921992189	0.000006773268	31920000000	0.000006773691
18166666667	0.000002975453	18194444444	0.000002970910	18473375109	0.000002926052	18472222222	0.000002926235
11440233236	0.000009449817	11457725948	0.000009435390	11633379078	0.000009292924	11632653061	0.000009293504
22708333333	0.000047607240	22743055556	0.000047534557	2309171889	0.000046816830	2309027778	0.000046819752
1786071916	0.000030264209	1788802913	0.000030218004	1816226228	0.000029761741	1816112881	0.000029763598
958007813	0.000112846792	959472656	0.000112674507	974181891	0.000110973227	974121094	0.000110980153
490500000	0.000220403890	491250000	0.000220067396	498781128	0.000216744584	498750000	0.000216758111
423712342	0.000255145053	424360220	0.000254755519	430865892	0.000250908949	430839002	0.000250924609
368519910	0.000293357578	369083396	0.000292909704	374741644	0.000288487041	374718257	0.000288505046
283854167	0.000190428961	284288194	0.000190138230	288646486	0.000187267321	288628472	0.000187279008
223258990	0.000242113673	223600364	0.000241744034	227028279	0.000238093926	227014110	0.000238108785
160892206	0.000335964405	161138218	0.000335451482	163608554	0.000330386479	163598344	0.000330407099
43061728	0.002510538061	43127572	0.002506705178	43788741	0.002468856278	43786008	0.002469010364
Dano	0.004263079593	Dano	0.004256571075	Dano	0.004192300838	Dano	0.004192562487

Vida útil	234.57 Anos	Vida útil	234.93 Anos	Vida útil	238.53 Anos	Vida útil	238.52 Anos
-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------

Tabela A.11 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da mobilidade da carga

Peso							
Tensão máxima (MPa)				127.95			
Variação de Tensão máxima (MPa)				52.00			
Solda entre a mesa e a alma		Meio do vão					
		Viga 2					

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{\max}$
12.5	26.88%	537634	1	0.02
18	38.71%	774194	2	0.04
8	17.20%	344086	3	0.06
2	4.30%	86022	4	0.08
1	2.15%	43011	5	0.10
1	2.15%	43011	9	0.17
2	4.30%	86022	19	0.37
0.5	1.08%	21505	20	0.38
0.5	1.08%	21505	22	0.42
0.5	1.08%	21505	51	0.98
0.5	1.08%	21505	52	1.00
46.5		2000000		



NBR 8800		AASHTO		EUROCODE		BS 5400	
Classe C		Classe C		Classe 80		Classe F2	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
1438800000000	0.000000373669	1440000000000	0.000000373357	1002305238078	0.000000536398	1730000000000	0.000000310771
1798500000000	0.000004304662	1800000000000	0.000004301075	125288154760	0.000006179304	2162500000000	0.000003580086
5328888888889	0.000006456994	5333333333333	0.000006451613	37122416225	0.000009268955	64074074074	0.000005370129
2248125000000	0.000003826367	2250000000000	0.000003823178	15661019345	0.000005492714	2703125000000	0.000003182298
1151040000000	0.000003736686	1152000000000	0.000003733572	8018441905	0.000005363979	1384000000000	0.000003107713
1973662551	0.000021792354	1975308642	0.000021774194	1374904305	0.000031282725	2373113855	0.000018124184
209768188	0.000410078889	209943140	0.000409737157	146129937	0.000588664494	252223356	0.000341052893
179850000	0.000119573958	180000000	0.000119474313	125288155	0.000171647323	216250000	0.000099446827
135123967	0.000159152938	135236664	0.000159020311	94130845	0.000228462587	162471826	0.000132363727
10846507	0.001982700638	10855553	0.001981048387	7555957	0.002846148627	13041741	0.001648965131
10232704	0.002101631886	10241238	0.002099880526	7128366	0.003016873346	12303710	0.001747877432
Dano	0.004813629040	Dano	0.004809617682	Dano	0.006909920451	Dano	0.004003381192

Vida útil	207.74 Anos	Vida útil	207.92 Anos	Vida útil	144.72 Anos	Vida útil	249.79 Anos
-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------

Tabela A.12 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da irregularidade de pavimento

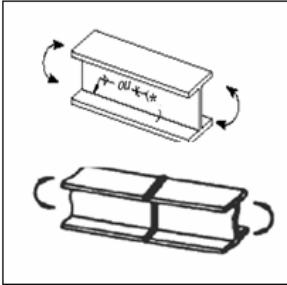
Irregularidade										
Tensão máxima (MPa)				115.09		Solda entre a mesa e a alma				
Variação de Tensão máxima (MPa)				42.00		Meio do vão	Viga 2			
Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{\max}$						
3	9.09%	181818	1	0.02						
1	3.03%	60606	2	0.05						
1	3.03%	60606	3	0.07						
7	21.21%	424242	4	0.10						
5.5	16.67%	333333	5	0.12						
1.5	4.55%	90909	7	0.17						
2	6.06%	121212	8	0.19						
3	9.09%	181818	9	0.21						
0.5	1.52%	30303	10	0.24						
3	9.09%	181818	11	0.26						
1	3.03%	60606	15	0.36						
1	3.03%	60606	17	0.40						
2	6.06%	121212	18	0.43						
0.5	1.52%	30303	21	0.50						
1	3.03%	60606	42	1.00						
33		2000000								
NBR 8800		AASTHO		EUROCODE				BS 5400		
Classe C		Classe C		Classe 80				Classe F2		
N	n / N	N	n / N	N				n / N	N	n / N
1438800000000	0.000000126368	1440000000000	0.000000126263	1002305238078	0.000000181400	1730000000000	0.000000105097			
1798500000000	0.000000336981	1800000000000	0.000000336700	125288154760	0.000000483733	2162500000000	0.000000280259			
532888888889	0.000001137311	533333333333	0.000001136364	37122416225	0.000001632600	64074074074	0.000000945875			
224812500000	0.000018870945	225000000000	0.000018855219	15661019345	0.000027089068	270312500000	0.000015694517			
115104000000	0.000028959318	115200000000	0.000028935185	8018441905	0.000041570836	138400000000	0.000024084778			
4194752187	0.000021672100	4198250729	0.000021654040	2922172706	0.000031110102	5043731778	0.000018024172			
2810156250	0.000043133588	2812500000	0.000043097643	1957627418	0.000061917871	3378906250	0.000035873183			
1973662551	0.000092122223	1975308642	0.000092045455	1374904305	0.000132240608	2373113865	0.000076615870			
1438800000	0.000021061322	1440000000	0.000021043771	1002305238	0.000030233335	1730000000	0.000017516202			
1080991736	0.000168195719	1081893313	0.000168055556	753046760	0.000241443415	1299774606	0.000139884393			
426311111	0.000142163924	426666667	0.000142045455	296979330	0.000204075013	512592593	0.000118234367			
292855689	0.000206948551	293099939	0.000206776094	204010836	0.000297072752	352127010	0.000172114206			
246707819	0.000491318523	246913580	0.000490909091	171863038	0.000705283245	296639232	0.000408617972			
155361192	0.000195048904	155490768	0.000194886364	108228619	0.000279990918	186804881	0.000162217551			
19420149	0.003120782470	19436346	0.003118181818	13528577	0.004479854687	23350610	0.002595480820			
Dano	0.004551878249	Dano	0.004548085017	Dano	0.006534179585	Dano	0.003785689263			
Vida útil	219.69 Anos	Vida útil	219.87 Anos	Vida útil	153.04 Anos	Vida útil	264.15 Anos			

A.4. Comboio II na faixa lateral, velocidade de 80km/h - Caso 4

Tabela A.13 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da mobilidade da carga

Peso							
Tensão máxima (MPa)				203.67			
Variação de Tensão máxima (MPa)				47.00			
Meio do vão		Viga 1					
Solda entre a mesa e a alma							

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{\max}$
15	31.25%	625000	1	0.02
13	27.08%	541667	2	0.04
9	18.75%	375000	3	0.06
4	8.33%	166667	4	0.09
2	4.17%	83333	5	0.11
1	2.08%	41667	6	0.13
2	4.17%	83333	7	0.15
1.5	3.13%	62500	46	0.98
0.5	1.04%	20833	47	1.00
48		2000000		

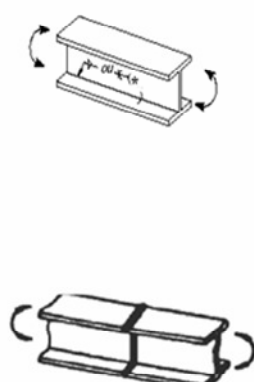


NBR 8800		AASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
3924000000000	0.000000159276	3930000000000	0.000000159033	3990249023621	0.000000156632	3990000000000	0.000000156642
4905000000000	0.000001104315	4912500000000	0.000001102629	498781127953	0.000001085981	4987500000000	0.000001086048
1453333333333	0.000002580275	1455555555556	0.000002576336	1477870000875	0.000002537436	1477777777778	0.000002537594
61312500000	0.000002718315	614062500000	0.000002714165	62347640994	0.000002673183	623437500000	0.000002673350
31392000000	0.000002854604	314400000000	0.000002850551	31921992189	0.000002610530	319200000000	0.000002610693
18166666667	0.000002293578	18194444444	0.000002290076	18473375109	0.000002255498	18472222222	0.000002255639
11440233236	0.000007284234	11457725948	0.000007273113	11633379078	0.000007163296	11632653061	0.000007163743
40313964	0.001550331295	40375606	0.001547964377	40994586	0.001524591564	40992028	0.001524686717
37795094	0.000551217932	37852884	0.000550376378	38433189	0.000542066210	38430791	0.000542100042
Dano	0.002120343824	Dano	0.002117106658	Dano	0.002085140330	Dano	0.002085270468

Vida útil	471.62 Anos	Vida útil	472.34 Anos	Vida útil	479.58 Anos	Vida útil	479.55 Anos
-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------	-----------	-------------

Tabela A.14 - Detalhes do tipo 1 e 2, na viga 1, efeito da irregularidade de pavimento

Irregularidade				
Tensão máxima (MPa)		148.06		
Variação de Tensão máxima (MPa)		146.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 1
	

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
4	13.33%	266667	1	0.01
1	3.33%	66667	2	0.01
1	3.33%	66667	3	0.02
2	6.67%	133333	4	0.03
1	3.33%	66667	5	0.03
2	6.67%	133333	7	0.05
2	6.67%	133333	8	0.05
1	3.33%	66667	9	0.06
1	3.33%	66667	10	0.07
3	10.00%	200000	11	0.08
3	10.00%	200000	12	0.08
1	3.33%	66667	19	0.13
1	3.33%	66667	25	0.17
1	3.33%	66667	44	0.30
1	3.33%	66667	47	0.32
0.5	1.67%	33333	66	0.45
1	3.33%	66667	72	0.49
1	3.33%	66667	78	0.53
0.5	1.67%	33333	80	0.55
0.5	1.67%	33333	139	0.95
1	3.33%	66667	140	0.96
0.5	1.67%	33333	146	1.00
30		2000000		

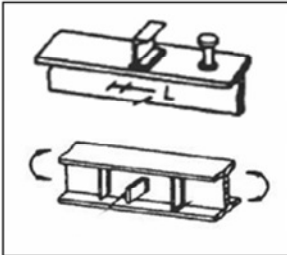
NBR 8800		ASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
3924000000000	0.00000067958	3930000000000	0.00000067854	3990249023621	0.00000066830	3990000000000	0.00000066834
4905000000000	0.00000135916	4912500000000	0.00000135708	498781127953	0.00000133659	4987500000000	0.00000133668
1453333333333	0.00000458716	1455555555556	0.00000458015	147787000875	0.00000451100	1477777777778	0.00000451128
6131250000000	0.00002174652	6140625000000	0.00002171332	62347640994	0.00002138547	6234375000000	0.00002138680
3139200000000	0.00002123683	3144000000000	0.00002120441	31921992189	0.00002088424	3192000000000	0.00002088555
11440233236	0.000011654774	11457725948	0.000011636980	11633379078	0.000011461273	11632653061	0.000011461988
7664062500	0.000017397214	7675781250	0.000017370653	7793455124	0.000017108373	7792968750	0.000017109440
5382716049	0.000012385321	5390946502	0.000012366412	5473592625	0.000012179691	5473251029	0.000012180451
3924000000	0.000016989467	39300000000	0.000016963528	3990249024	0.000016707395	39900000000	0.000016708438
2948159279	0.000067838940	2952667168	0.000067735369	2997933151	0.000066712628	2997746056	0.000066716792
22708333333	0.000088073394	2274305556	0.000087938931	2309171889	0.000086611136	2309027778	0.000086616541
572095058	0.000116530751	572969821	0.000116352841	581753758	0.000114596022	581717452	0.000114603175
251136000	0.000265460415	251520000	0.000265055131	255375938	0.000261053047	255360000	0.000261069340
46064989	0.001447230717	46135424	0.001445021204	46842705	0.001423202737	46839782	0.001423291562
37795094	0.001763897384	37852884	0.001761204411	38433189	0.001734611873	38430791	0.001734720134
13648886	0.002442201835	13669755	0.002438473282	13879320	0.002401654619	13878454	0.002401804511
10513117	0.006341284404	10529192	0.006331603053	10690611	0.006236001777	10689943	0.006236390977
8268851	0.008062385321	8281495	0.008050076336	8408455	0.007928527722	8407930	0.007929022556
7664063	0.004349303432	7675781	0.004342663274	7793455	0.004277093125	7792969	0.004277360067
1461116	0.022813617057	1463350	0.022778787108	1485784	0.022434848753	1485691	0.022436248956
1430029	0.046619096160	1432216	0.046547921968	1454172	0.045845091935	1454082	0.045847953216
1260870	0.026436765206	1262798	0.026396403732	1282158	0.025997842754	1282078	0.025999465330
Dano	0.120877072715	Dano	0.120692527566	Dano	0.118870183421	Dano	0.118877602339

Vida útil	8.27 Anos	Vida útil	8.29 Anos	Vida útil	8.41 Anos	Vida útil	8.41 Anos
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Tabela A.15 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da mobilidade da carga

Peso							
Tensão máxima (MPa)				147.93			
Varição de Tensão máxima (MPa)				46.00			
Solda entre a mesa e a alma							
Meio do vão	Viga 2						

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
13	46.43%	928571	1	0.02
8	28.57%	571429	2	0.04
2	7.14%	142857	3	0.07
1	3.57%	71429	16	0.35
1	3.57%	71429	17	0.37
1	3.57%	71429	18	0.39
0.5	1.79%	35714	45	0.98
1.5	5.36%	107143	46	1.00
28		2000000		

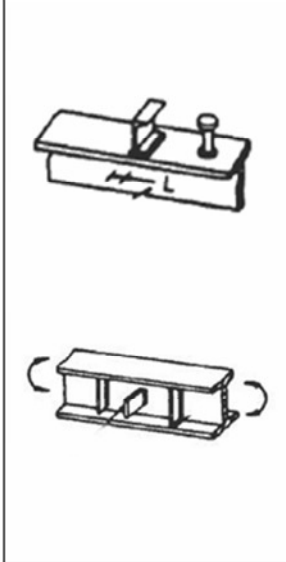


NBR 8800		AASHTO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
1438800000000	0.000000645379	1440000000000	0.000000644841	1002305238078	0.000000926436	1730000000000	0.000000536746
1798500000000	0.000003177251	1800000000000	0.000003174603	125288154760	0.000004560915	2162500000000	0.000002642444
5328888888889	0.000002680805	5333333333333	0.000002678571	37122416225	0.000003848272	64074074074	0.000002229562
351269531	0.000203344057	351562500	0.000203174603	244703427	0.000291898533	422363281	0.000169116433
292855689	0.000243903650	293099939	0.000243700397	204010836	0.000350121458	352127010	0.000202848885
246707819	0.000289526987	246913580	0.000289285714	171863038	0.000415613341	296639232	0.000240792733
15789300	0.002261929584	15802469	0.002260044643	10999234	0.003246979226	18984911	0.001881193229
14781787	0.007248302157	14794115	0.007242261905	10297374	0.010404871437	17773486	0.006028241123
Dano	0.010253509869	Dano	0.010244965278	Dano	0.014718819617	Dano	0.008527601156

Vida útil	97.53 Anos	Vida útil	97.61 Anos	Vida útil	67.94 Anos	Vida útil	117.27 Anos
-----------	------------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	-------------

Tabela A.16 - Detalhes do tipo 3 e 4, na viga 2, efeito da irregularidade de pavimento

Irregularidade				
Tensão máxima (MPa)		124.88		
Variação de Tensão máxima (MPa)		110.00		

Solda entre a mesa e a alma	
Meio do vão	Viga 2
	

Ciclos	%	n	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma / \Delta\sigma_{m\acute{a}x}$
1	4.17%	83333	2	0.02
2	8.33%	166667	3	0.03
1	4.17%	83333	4	0.04
3	12.50%	250000	5	0.05
1	4.17%	83333	6	0.05
2	8.33%	166667	7	0.06
2	8.33%	166667	10	0.09
1	4.17%	83333	11	0.10
2	8.33%	166667	14	0.13
1	4.17%	83333	15	0.14
1	4.17%	83333	16	0.15
1	4.17%	83333	18	0.16
1	4.17%	83333	24	0.22
1	4.17%	83333	29	0.26
1	4.17%	83333	37	0.34
1	4.17%	83333	42	0.38
1	4.17%	83333	99	0.90
0.5	2.08%	41667	109	0.99
0.5	2.08%	41667	110	1.00
24		2000000		

NBR 8800		ASTHO		EUROCODE		BS 5400	
Classe B		Classe B		Classe 125		Classe D	
N	n / N	N	n / N	N	n / N	N	n / N
179850000000	0.000000463349	180000000000	0.000000462963	125288154760	0.000000665133	216250000000	0.000000385356
532888888889	0.000003127606	533333333333	0.000003125000	371224162225	0.000004489650	64074074074	0.000002601156
22481250000	0.000003706793	225000000000	0.000003703704	15661019345	0.000005321067	27031250000	0.000003082852
11510400000	0.000021719488	115200000000	0.000021701389	8018441905	0.000031178127	13840000000	0.000018063584
6661111111	0.000012510425	66666666667	0.000012500000	4640302028	0.000017958601	8009259259	0.000010404624
4194752187	0.000039732184	4198250729	0.000039699074	2922172706	0.000057035187	5043731778	0.000033044316
1438800000	0.000115837272	14400000000	0.000115740741	1002305238	0.000166283344	1730000000	0.000096339114
1080991736	0.000077089704	1081893313	0.000077025463	753046760	0.000110661565	1299774606	0.000064113680
524344023	0.000317857474	524781341	0.000317592593	365271588	0.000456281496	630466472	0.000264354528
426311111	0.000195475396	426666667	0.000195312500	296979330	0.000280603143	512592593	0.000162572254
351269531	0.000237234733	351562500	0.000237037037	244703427	0.000340548288	422363281	0.000197302505
246707819	0.000337781485	246913580	0.000337500000	171863038	0.000484882231	296639232	0.000280924855
104079861	0.000800667223	104166667	0.000800000000	72504719	0.001149350474	125144676	0.000665895954
58993809	0.001412577611	59043011	0.001411400463	41096611	0.002027742238	70933618	0.001174807322
28405030	0.002933752664	28428721	0.002931307870	19787678	0.004211375111	34153949	0.002439932563
19420149	0.004291075897	19436346	0.004287500000	13528577	0.006159800194	23350610	0.003568786127
1482842	0.056198394495	1484079	0.056151562500	1032986	0.080672281186	1782956	0.046738872832
1111018	0.037503156566	1111944	0.037471903935	773964	0.053835438165	1335877	0.031190486513
1080992	0.038544852192	1081893	0.038512731481	753047	0.055330782706	1299775	0.032056840077
Dano	0.143047012557	Dano	0.142927806713	Dano	0.205342677907	Dano	0.118968810212

Vida útil	6.99 Anos	Vida útil	7 Anos	Vida útil	4.87 Anos	Vida útil	8.41 Anos
-----------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	-----------	-----------

ANEXO B - Exemplo de APDL para análise modal

!#### PONTE EM VIGA MISTA AÇO-CONCRETO BIAPOIADA DE 40M ####!

FINISH
/CLEAR

!/CONFIG, NRES, 30000
!!INICIA A FASE DE PREPROCESSAMENTO

/PREP7
/VIEW,1,1,1,1
/PNUM,AREA,1
/PNUM,AREA,1

!#### DEFINIÇÃO DO TIPO DE ELEMENTO FINITO ####!

ET,1,BEAM4 !TIPO DE ELEMENTO 1 - MESAS DAS VIGAS DE AÇO
ET,2,BEAM44 !TIPO DE ELEMENTO 2 - DIAFRAGMAS DE AÇO
ET,3,SHELL63 !TIPO DE ELEMENTO 3 - ALMA DAS VIGAS DE AÇO
ET,4,SHELL63 !TIPO DE ELEMENTO 4 - LAJE DE CONCRETO
ET,5,BEAM4 !TIPO DE ELEMENTO 5 - ENRIJECEDORES

!#### DEFINIÇÃO DAS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO MODELO ESTRUTURAL ####!

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DAS MESAS

!SUPERIOR 1

R,1,0.01125,5.859375e-7,1.8984375e-4,0.45,0.025,0,
RMORE,0,0,0,0,0,0

!SUPERIOR 2

R,2,0.0125,6.5104167e-7,2.604167e-4,0.5,0.025,0,
RMORE,0,0,0,0,0,0

!!INFERIOR 1

R,3,0.0225,4.6875e-6,3.796875e-4,0.45,0.05,0,
RMORE,0,0,0,0,0,0

!!INFERIOR 2

R,4,0.0335,6.979167e-6,1.253179167e-3,0.67,0.05,0,
RMORE,0,0,0,0,0,0

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS DIAFRAGMAS

!DIAGONAIS

R,5,23.3e-4,3.62e-6,3.62e-6,0.127,0.01,0
RMORE,23.3e-4,3.62e-6,3.62e-6,0.127,0.01,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0,0,0,0,0,0
RMORE,0

!!INFERIORES

R,6,46.6e-4,7.60e-6,13.734e-6,0.254,0.01,0
RMORE,46.6e-4,7.60e-6,13.734e-6,0.254,0.01,0
RMORE,0,0,0,0,0,0

RMORE,0,0,0,0,0,0
 RMORE,0,0,0,0,0,0
 RMORE,0,0,0,0,0,0
 RMORE,0,0,0,0,0,0
 RMORE,0,0,0,0,0,0
 RMORE,0,0,0,0,0,0
 RMORE,0

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DAS ALMAS DAS VIGAS

R,7,0.0095

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DAS LAJES

R,8,0.225

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS ENRIJECEDORES DE APOIO

R,9,0.0088,1.1733333e-4,3.54933333e-7,0.022,0.4,0,
 RMORE,0,0,0,0,0,0

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS DEMAIS ENRIJECEDORES TRANSVERSAIS

R,10,0.002125,5.117708333e-6,2.766927083e-8,0.0125,0.17,0,
 RMORE,0,0,0,0,0,0

!PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS ENRIJECEDORES LONGITUDINAIS

R,11,0.002125,5.117708333e-6,2.766927083e-8,0.0125,0.17,0,
 RMORE,0,0,0,0,0,0

!####DEFINIÇÃO DAS PROPRIEDADES DOS MATERIAIS####!

!AÇO

MP,EX,1,2.10E+11 !MÓDULO DE ELASTICIDADE
 MP,PRXY,1,0.3 !COEFICIENTE DE POISSON
 MP,DENS,1,7850 !DENSIDADE

!CONCRETO

MP,EX,2,3.05E+10 !MÓDULO DE ELASTICIDADE
 MP,PRXY,2,0.2 !COEFICIENTE DE POISSON
 MP,DENS,2,2500 !DENSIDADE

!####COORDENADAS X,Y,Z DOS PONTOS-CHAVE (KEYPOINTS)####!

K,1,-1.25,2,0	K,24,0,2,17.186	K,47,3.5,0,17.186	K,70,7,2,11.558
K,2,-1.25,2,0.3	K,25,0,0,22.814	K,48,3.5,2,17.186	K,71,7,0,17.186
K,3,-1.25,2,5.929	K,26,0,2,22.814	K,49,3.5,0,22.814	K,72,7,2,17.186
K,4,-1.25,2,8.1	K,27,0,0,28.442	K,50,3.5,2,22.814	K,73,7,0,22.814
K,5,-1.25,2,11.558	K,28,0,2,28.442	K,51,3.5,0,28.442	K,74,7,2,22.814
K,6,-1.25,2,17.186	K,29,0,0,31.9	K,52,3.5,2,28.442	K,75,7,0,28.442
K,7,-1.25,2,22.814	K,30,0,2,31.9	K,53,3.5,0,31.9	K,76,7,2,28.442
K,8,-1.25,2,28.442	K,31,0,0,34.071	K,54,3.5,2,31.9	K,77,7,0,31.9
K,9,-1.25,2,31.9	K,32,0,2,34.071	K,55,3.5,0,34.071	K,78,7,2,31.9
K,10,-1.25,2,34.071	K,33,0,0,39.7	K,56,3.5,2,34.071	K,79,7,0,34.071
K,11,-1.25,2,39.7	K,34,0,2,39.7	K,57,3.5,0,39.7	K,80,7,2,34.071
K,12,-1.25,2,40	K,35,0,0,40	K,58,3.5,2,39.7	K,81,7,0,39.7
K,13,0,0,0	K,36,0,2,40	K,59,3.5,0,40	K,82,7,2,39.7
K,14,0,2,0	K,37,3.5,0,0	K,60,3.5,2,40	K,83,7,0,40
K,15,0,0,0.3	K,38,3.5,2,0	K,61,7,0,0	K,84,7,2,40
K,16,0,2,0.3	K,39,3.5,0,0.3	K,62,7,2,0	K,85,10.5,0,0
K,17,0,0,5.929	K,40,3.5,2,0.3	K,63,7,0,0.3	K,86,10.5,2,0
K,18,0,2,5.929	K,41,3.5,0,5.929	K,64,7,2,0.3	K,87,10.5,0,0.3
K,19,0,0,8.1	K,42,3.5,2,5.929	K,65,7,0,5.929	K,88,10.5,2,0.3
K,20,0,2,8.1	K,43,3.5,0,8.1	K,66,7,2,5.929	K,89,10.5,0,5.929
K,21,0,0,11.558	K,44,3.5,2,8.1	K,67,7,0,8.1	K,90,10.5,2,5.929
K,22,0,2,11.558	K,45,3.5,0,11.558	K,68,7,2,8.1	K,91,10.5,0,8.1
K,23,0,0,17.186	K,46,3.5,2,11.558	K,69,7,0,11.558	K,92,10.5,2,8.1

K,93,10.5,0,11.558
 K,94,10.5,2,11.558
 K,95,10.5,0,17.186
 K,96,10.5,2,17.186
 K,97,10.5,0,22.814
 K,98,10.5,2,22.814
 K,99,10.5,0,28.442
 K,100,10.5,2,28.442
 K,101,10.5,0,31.9
 K,102,10.5,2,31.9
 K,103,10.5,0,34.071
 K,104,10.5,2,34.071
 K,105,10.5,0,39.7
 K,106,10.5,2,39.7
 K,107,10.5,0,40
 K,108,10.5,2,40
 K,109,11.75,2,0
 K,110,11.75,2,0.3
 K,111,11.75,2,5.929
 K,112,11.75,2,8.1
 K,113,11.75,2,11.558
 K,114,11.75,2,17.186
 K,115,11.75,2,22.814
 K,116,11.75,2,28.442
 K,117,11.75,2,31.9
 K,118,11.75,2,34.071
 K,119,11.75,2,39.7
 K,120,11.75,2,40
 K,121,0,0,1.14
 K,122,0,2,1.14
 K,123,0,0,2.337
 K,124,0,2,2.337
 K,125,0,0,3.534
 K,126,0,2,3.534
 K,127,0,0,4.731
 K,128,0,2,4.731
 K,129,0,0,7.805
 K,130,0,2,7.805
 K,131,0,0,9.681
 K,132,0,2,9.681
 K,133,0,0,13.434
 K,134,0,2,13.434
 K,135,0,0,15.31
 K,136,0,2,15.31
 K,137,0,0,19.062
 K,138,0,2,19.062
 K,139,0,0,20.938
 K,140,0,2,20.938
 K,141,0,0,24.69
 K,142,0,2,24.69
 K,143,0,0,26.566
 K,144,0,2,26.566
 K,145,0,0,30.319
 K,146,0,2,30.319
 K,147,0,0,32.195
 K,148,0,2,32.195
 K,149,0,0,35.269
 K,150,0,2,35.269
 K,151,0,0,36.466
 K,152,0,2,36.466
 K,153,0,0,37.663
 K,154,0,2,37.663
 K,155,0,0,38.86
 K,156,0,2,38.86
 K,157,3.5,0,1.14
 K,158,3.5,2,1.14
 K,159,3.5,0,2.337
 K,160,3.5,2,2.337
 K,161,3.5,0,3.534
 K,162,3.5,2,3.534
 K,163,3.5,0,4.731
 K,164,3.5,2,4.731
 K,165,3.5,0,7.805
 K,166,3.5,2,7.805
 K,167,3.5,0,9.681
 K,168,3.5,2,9.681
 K,169,3.5,0,13.434
 K,170,3.5,2,13.434
 K,171,3.5,0,15.31
 K,172,3.5,2,15.31
 K,173,3.5,0,19.062
 K,174,3.5,2,19.062
 K,175,3.5,0,20.938
 K,176,3.5,2,20.938
 K,177,3.5,0,24.69
 K,178,3.5,2,24.69
 K,179,3.5,0,26.566
 K,180,3.5,2,26.566
 K,181,3.5,0,30.319
 K,182,3.5,2,30.319
 K,183,3.5,0,32.195
 K,184,3.5,2,32.195
 K,185,3.5,0,35.269
 K,186,3.5,2,35.269
 K,187,3.5,0,36.466
 K,188,3.5,2,36.466
 K,189,3.5,0,37.663
 K,190,3.5,2,37.663
 K,191,3.5,0,38.86
 K,192,3.5,2,38.86
 K,193,7,0,1.14
 K,194,7,2,1.14
 K,195,7,0,2.337
 K,196,7,2,2.337
 K,197,7,0,3.534
 K,198,7,2,3.534
 K,199,7,0,4.731
 K,200,7,2,4.731
 K,201,7,0,7.805
 K,202,7,2,7.805
 K,203,7,0,9.681
 K,204,7,2,9.681
 K,205,7,0,13.434
 K,206,7,2,13.434
 K,207,7,0,15.31
 K,208,7,2,15.31
 K,209,7,0,19.062
 K,210,7,2,19.062
 K,211,7,0,20.938
 K,212,7,2,20.938
 K,213,7,0,24.69
 K,214,7,2,24.69
 K,215,7,0,26.566
 K,216,7,2,26.566
 K,217,7,0,30.319
 K,218,7,2,30.319
 K,219,7,0,32.195
 K,220,7,2,32.195
 K,221,7,0,35.269
 K,222,7,2,35.269
 K,223,7,0,36.466
 K,224,7,2,36.466
 K,225,7,0,37.663
 K,226,7,2,37.663
 K,227,7,0,38.86
 K,228,7,2,38.86
 K,229,10.5,0,1.14
 K,230,10.5,2,1.14
 K,231,10.5,0,2.337
 K,232,10.5,2,2.337
 K,233,10.5,0,3.534
 K,234,10.5,2,3.534
 K,235,10.5,0,4.731
 K,236,10.5,2,4.731
 K,237,10.5,0,7.805
 K,238,10.5,2,7.805
 K,239,10.5,0,9.681
 K,240,10.5,2,9.681
 K,241,10.5,0,13.434
 K,242,10.5,2,13.434
 K,243,10.5,0,15.31
 K,244,10.5,2,15.31
 K,245,10.5,0,19.062
 K,246,10.5,2,19.062
 K,247,10.5,0,20.938
 K,248,10.5,2,20.938
 K,249,10.5,0,24.69
 K,250,10.5,2,24.69
 K,251,10.5,0,26.566
 K,252,10.5,2,26.566
 K,253,10.5,0,30.319
 K,254,10.5,2,30.319
 K,255,10.5,0,32.195
 K,256,10.5,2,32.195
 K,257,10.5,0,35.269
 K,258,10.5,2,35.269
 K,259,10.5,0,36.466
 K,260,10.5,2,36.466
 K,261,10.5,0,37.663
 K,262,10.5,2,37.663
 K,263,10.5,0,38.86
 K,264,10.5,2,38.86
 K,265,-1.25,2,1.14
 K,266,-1.25,2,2.337
 K,267,-1.25,2,3.534
 K,268,-1.25,2,4.731
 K,269,-1.25,2,7.805
 K,270,-1.25,2,9.681
 K,271,-1.25,2,13.434
 K,272,-1.25,2,15.31
 K,273,-1.25,2,19.062
 K,274,-1.25,2,20.938
 K,275,-1.25,2,24.69
 K,276,-1.25,2,26.566
 K,277,-1.25,2,30.319
 K,278,-1.25,2,32.195
 K,279,-1.25,2,35.269
 K,280,-1.25,2,36.466
 K,281,-1.25,2,37.663
 K,282,-1.25,2,38.86
 K,283,11.75,2,1.14
 K,284,11.75,2,2.337
 K,285,11.75,2,3.534
 K,286,11.75,2,4.731
 K,287,11.75,2,7.805
 K,288,11.75,2,9.681
 K,289,11.75,2,13.434
 K,290,11.75,2,15.31
 K,291,11.75,2,19.062
 K,292,11.75,2,20.938
 K,293,11.75,2,24.69
 K,294,11.75,2,26.566
 K,295,11.75,2,30.319
 K,296,11.75,2,32.195
 K,297,11.75,2,35.269
 K,298,11.75,2,36.466
 K,299,11.75,2,37.663
 K,300,11.75,2,38.86
 K,301,0,1.542,0
 K,302,0,1.542,0.3
 K,303,0,1.542,1.14
 K,304,0,1.542,2.337
 K,305,0,1.542,3.534
 K,306,0,1.542,4.731
 K,307,0,1.542,5.929
 K,308,0,1.542,7.805
 K,309,0,1.542,8.1
 K,310,0,1.542,9.681
 K,311,0,1.542,11.558
 K,312,0,1.542,13.434
 K,313,0,1.542,15.31
 K,314,0,1.542,17.186
 K,315,0,1.542,19.062
 K,316,0,1.542,20.938
 K,317,0,1.542,22.814
 K,318,0,1.542,24.69
 K,319,0,1.542,26.566
 K,320,0,1.542,28.442
 K,321,0,1.542,30.319
 K,322,0,1.542,31.9
 K,323,0,1.542,32.195
 K,324,0,1.542,34.071
 K,325,0,1.542,35.269
 K,326,0,1.542,36.466
 K,327,0,1.542,37.663
 K,328,0,1.542,38.86
 K,329,0,1.542,39.7
 K,330,0,1.542,40
 K,331,3.5,1.542,0
 K,332,3.5,1.542,0.3
 K,333,3.5,1.542,1.14
 K,334,3.5,1.542,2.337
 K,335,3.5,1.542,3.534
 K,336,3.5,1.542,4.731
 K,337,3.5,1.542,5.929
 K,338,3.5,1.542,7.805
 K,339,3.5,1.542,8.1
 K,340,3.5,1.542,9.681
 K,341,3.5,1.542,11.558
 K,342,3.5,1.542,13.434
 K,343,3.5,1.542,15.31
 K,344,3.5,1.542,17.186
 K,345,3.5,1.542,19.062
 K,346,3.5,1.542,20.938
 K,347,3.5,1.542,22.814
 K,348,3.5,1.542,24.69
 K,349,3.5,1.542,26.566
 K,350,3.5,1.542,28.442
 K,351,3.5,1.542,30.319
 K,352,3.5,1.542,31.9
 K,353,3.5,1.542,32.195
 K,354,3.5,1.542,34.071
 K,355,3.5,1.542,35.269
 K,356,3.5,1.542,36.466
 K,357,3.5,1.542,37.663
 K,358,3.5,1.542,38.86
 K,359,3.5,1.542,39.7
 K,360,3.5,1.542,40
 K,361,7,1.542,0
 K,362,7,1.542,0.3
 K,363,7,1.542,1.14
 K,364,7,1.542,2.337
 K,365,7,1.542,3.534
 K,366,7,1.542,4.731
 K,367,7,1.542,5.929
 K,368,7,1.542,7.805
 K,369,7,1.542,8.1
 K,370,7,1.542,9.681
 K,371,7,1.542,11.558
 K,372,7,1.542,13.434
 K,373,7,1.542,15.31
 K,374,7,1.542,17.186
 K,375,7,1.542,19.062
 K,376,7,1.542,20.938
 K,377,7,1.542,22.814
 K,378,7,1.542,24.69
 K,379,7,1.542,26.566
 K,380,7,1.542,28.442
 K,381,7,1.542,30.319
 K,382,7,1.542,31.9
 K,383,7,1.542,32.195
 K,384,7,1.542,34.071
 K,385,7,1.542,35.269
 K,386,7,1.542,36.466
 K,387,7,1.542,37.663
 K,388,7,1.542,38.86
 K,389,7,1.542,39.7
 K,390,7,1.542,40
 K,391,10.5,1.542,0
 K,392,10.5,1.542,0.3
 K,393,10.5,1.542,1.14
 K,394,10.5,1.542,2.337
 K,395,10.5,1.542,3.534
 K,396,10.5,1.542,4.731

K,397,10.5,1.542,5.929	K,403,10.5,1.542,15.31	K,409,10.5,1.542,26.566	K,415,10.5,1.542,35.269
K,398,10.5,1.542,7.805	K,404,10.5,1.542,17.186	K,410,10.5,1.542,28.442	K,416,10.5,1.542,36.466
K,399,10.5,1.542,8.1	K,405,10.5,1.542,19.062	K,411,10.5,1.542,30.319	K,417,10.5,1.542,37.663
K,400,10.5,1.542,9.681	K,406,10.5,1.542,20.938	K,412,10.5,1.542,31.9	K,418,10.5,1.542,38.86
K,401,10.5,1.542,11.558	K,407,10.5,1.542,22.814	K,413,10.5,1.542,32.195	K,419,10.5,1.542,39.7
K,402,10.5,1.542,13.434	K,408,10.5,1.542,24.69	K,414,10.5,1.542,34.071	K,420,10.5,1.542,40

!####DEFINIÇÃO DE TODAS AS LINHAS DO MODELO ESTRUTURAL####!

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AS MESAS SUPERIORES EXTREMAS

L,14,16	L,62,64	L,30,148	L,78,220
L,16,122	L,64,194	L,148,32	L,220,80
L,122,124	L,194,196	L,32,150	L,80,222
L,124,126	L,196,198	L,150,152	L,222,224
L,126,128	L,198,200	L,152,154	L,224,226
L,128,18	L,200,66	L,154,156	L,226,228
L,18,130	L,66,202	L,156,34	L,228,82
L,130,20	L,202,68	L,34,36	L,82,84
L,38,40	L,86,88	L,54,184	L,102,256
L,40,158	L,88,230	L,184,56	L,256,104
L,158,160	L,230,232	L,56,186	L,104,258
L,160,162	L,232,234	L,186,188	L,258,260
L,162,164	L,234,236	L,188,190	L,260,262
L,164,42	L,236,90	L,190,192	L,262,264
L,42,166	L,90,238	L,192,58	L,264,106
L,166,44	L,238,92	L,58,60	L,106,108

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AS MESAS SUPERIORES CENTRAIS

L,20,132	L,44,168	L,68,204	L,92,240
L,132,22	L,168,46	L,204,70	L,240,94
L,22,134	L,46,170	L,70,206	L,94,242
L,134,136	L,170,172	L,206,208	L,242,244
L,136,24	L,172,48	L,208,72	L,244,96
L,24,138	L,48,174	L,72,210	L,96,246
L,138,140	L,174,176	L,210,212	L,246,248
L,140,26	L,176,50	L,212,74	L,248,98
L,26,142	L,50,178	L,74,214	L,98,250
L,142,144	L,178,180	L,214,216	L,250,252
L,144,28	L,180,52	L,216,76	L,252,100
L,28,146	L,52,182	L,76,218	L,100,254
L,146,30	L,182,54	L,218,78	L,254,102

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AS MESAS INFERIORES EXTREMAS

L,13,15	L,61,63	L,29,147	L,77,219
L,15,121	L,63,193	L,147,31	L,219,79
L,121,123	L,193,195	L,31,149	L,79,221
L,123,125	L,195,197	L,149,151	L,221,223
L,125,127	L,197,199	L,151,153	L,223,225
L,127,17	L,199,65	L,153,155	L,225,227
L,17,129	L,65,201	L,155,33	L,227,81
L,129,19	L,201,67	L,33,35	L,81,83
L,37,39	L,85,87	L,53,183	L,101,255
L,39,157	L,87,229	L,183,55	L,255,103
L,157,159	L,229,231	L,55,185	L,103,257
L,159,161	L,231,233	L,185,187	L,257,259
L,161,163	L,233,235	L,187,189	L,259,261
L,163,41	L,235,89	L,189,191	L,261,263
L,41,165	L,89,237	L,191,57	L,263,105
L,165,43	L,237,91	L,57,59	L,105,107

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AS MESAS INFERIORES CENTRAIS

L,19,131	L,139,25	L,167,45	L,49,177
L,131,21	L,25,141	L,45,169	L,177,179
L,21,133	L,141,143	L,169,171	L,179,51
L,133,135	L,143,27	L,171,47	L,51,181
L,135,23	L,27,145	L,47,173	L,181,53
L,23,137	L,145,29	L,173,175	L,67,203
L,137,139	L,43,167	L,175,49	L,203,69

L,69,205	L,73,213	L,239,93	L,247,97
L,205,207	L,213,215	L,93,241	L,97,249
L,207,71	L,215,75	L,241,243	L,249,251
L,71,209	L,75,217	L,243,95	L,251,99
L,209,211	L,217,77	L,95,245	L,99,253
L,211,73	L,91,239	L,245,247	L,253,101

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AOS DIAFRAGMAS DIAGONAIS

L,15,40	L,21,46	L,25,50	L,31,56
L,40,63	L,46,69	L,50,73	L,56,79
L,63,88	L,69,94	L,73,98	L,79,104
L,16,39	L,22,45	L,26,49	L,32,55
L,39,64	L,45,70	L,49,74	L,55,80
L,64,87	L,70,93	L,74,97	L,80,103
L,17,42	L,23,48	L,27,52	L,33,58
L,42,65	L,48,71	L,52,75	L,58,81
L,65,90	L,71,96	L,75,100	L,81,106
L,18,41	L,24,47	L,28,51	L,34,57
L,41,66	L,47,72	L,51,76	L,57,82
L,66,89	L,72,95	L,76,99	L,82,105

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AOS DIAFRAGMAS INFERIORES

L,15,39	L,21,45	L,25,49	L,31,55
L,39,63	L,45,69	L,49,73	L,55,79
L,63,87	L,69,93	L,73,97	L,79,103
L,17,41	L,23,47	L,27,51	L,33,57
L,41,65	L,47,71	L,51,75	L,57,81
L,65,89	L,71,95	L,75,99	L,81,105

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AOS ENRIJECEDORES DE APOIO

L,13,301	L,37,331	L,61,361	L,85,391
L,301,14	L,331,38	L,361,62	L,391,86
L,35,330	L,59,360	L,83,390	L,107,420
L,330,36	L,360,60	L,390,84	L,420,108

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AOS ENRIJECEDORES DOS DIAFRAGMAS

L,15,302	L,21,311	L,25,317	L,31,324
L,302,16	L,311,22	L,317,26	L,324,32
L,39,332	L,45,341	L,49,347	L,55,354
L,332,40	L,341,46	L,347,50	L,354,56
L,63,362	L,69,371	L,73,377	L,79,384
L,362,64	L,371,70	L,377,74	L,384,80
L,87,392	L,93,401	L,97,407	L,103,414
L,392,88	L,401,94	L,407,98	L,414,104
L,17,307	L,23,314	L,27,320	L,33,329
L,307,18	L,314,24	L,320,28	L,329,34
L,41,337	L,47,344	L,51,350	L,57,359
L,337,42	L,344,48	L,350,52	L,359,58
L,65,367	L,71,374	L,75,380	L,81,389
L,367,66	L,374,72	L,380,76	L,389,82
L,89,397	L,95,404	L,99,410	L,105,419
L,397,90	L,404,96	L,410,100	L,419,106

!SEGMENTOS CORRESPONDENTES AOS DEMAIS ENRIJECEDORES TRANSVERSAIS

L,121,303	L,133,312	L,145,321	L,157,333
L,303,122	L,312,134	L,321,146	L,333,158
L,123,304	L,135,313	L,147,323	L,159,334
L,304,124	L,313,136	L,323,148	L,334,160
L,125,305	L,137,315	L,149,325	L,161,335
L,305,126	L,315,138	L,325,150	L,335,162
L,127,306	L,139,316	L,151,326	L,163,336
L,306,128	L,316,140	L,326,152	L,336,164
L,129,308	L,141,318	L,153,327	L,165,338
L,308,130	L,318,142	L,327,154	L,338,166
L,131,310	L,143,319	L,155,328	L,167,340
L,310,132	L,319,144	L,328,156	L,340,168

L,169,342	L,193,363	L,217,381	L,241,402
L,342,170	L,363,194	L,381,218	L,402,242
L,171,343	L,195,364	L,219,383	L,243,403
L,343,172	L,364,196	L,383,220	L,403,244
L,173,345	L,197,365	L,221,385	L,245,405
L,345,174	L,365,198	L,385,222	L,405,246
L,175,346	L,199,366	L,223,386	L,247,406
L,346,176	L,366,200	L,386,224	L,406,248
L,177,348	L,201,368	L,225,387	L,249,408
L,348,178	L,368,202	L,387,226	L,408,250
L,179,349	L,203,370	L,227,388	L,251,409
L,349,180	L,370,204	L,388,228	L,409,252
L,181,351	L,205,372	L,229,393	L,253,411
L,351,182	L,372,206	L,393,230	L,411,254
L,183,353	L,207,373	L,231,394	L,255,413
L,353,184	L,373,208	L,394,232	L,413,256
L,185,355	L,209,375	L,233,395	L,257,415
L,355,186	L,375,210	L,395,234	L,415,258
L,187,356	L,211,376	L,235,396	L,259,416
L,356,188	L,376,212	L,396,236	L,416,260
L,189,357	L,213,378	L,237,398	L,261,417
L,357,190	L,378,214	L,398,238	L,417,262
L,191,358	L,215,379	L,239,400	L,263,418
L,358,192	L,379,216	L,400,240	L,418,264

ISEGMENTOS CORRESPONDENTES AOS ENRIJECEDORES LONGITUDINAIS

L,301,302	L,331,332	L,361,362	L,391,392
L,302,303	L,332,333	L,362,363	L,392,393
L,303,304	L,333,334	L,363,364	L,393,394
L,304,305	L,334,335	L,364,365	L,394,395
L,305,306	L,335,336	L,365,366	L,395,396
L,306,307	L,336,337	L,366,367	L,396,397
L,307,308	L,337,338	L,367,368	L,397,398
L,308,309	L,338,339	L,368,369	L,398,399
L,309,310	L,339,340	L,369,370	L,399,400
L,310,311	L,340,341	L,370,371	L,400,401
L,311,312	L,341,342	L,371,372	L,401,402
L,312,313	L,342,343	L,372,373	L,402,403
L,313,314	L,343,344	L,373,374	L,403,404
L,314,315	L,344,345	L,374,375	L,404,405
L,315,316	L,345,346	L,375,376	L,405,406
L,316,317	L,346,347	L,376,377	L,406,407
L,317,318	L,347,348	L,377,378	L,407,408
L,318,319	L,348,349	L,378,379	L,408,409
L,319,320	L,349,350	L,379,380	L,409,410
L,320,321	L,350,351	L,380,381	L,410,411
L,321,322	L,351,352	L,381,382	L,411,412
L,322,323	L,352,353	L,382,383	L,412,413
L,323,324	L,353,354	L,383,384	L,413,414
L,324,325	L,354,355	L,384,385	L,414,415
L,325,326	L,355,356	L,385,386	L,415,416
L,326,327	L,356,357	L,386,387	L,416,417
L,327,328	L,357,358	L,387,388	L,417,418
L,328,329	L,358,359	L,388,389	L,418,419
L,329,330	L,359,360	L,389,390	L,419,420

!####DEFINIÇÃO DE TODAS AS ÁREAS DO MODELO ESTRUTURAL####!

ÁREAS DAS LAJES

A,1,2,16,14	A,194,196,232,230	A,128,18,42,164	A,238,92,112,287
A,14,16,40,38	A,230,232,284,283	A,164,42,66,200	A,4,270,132,20
A,38,40,64,62	A,266,267,126,124	A,200,66,90,236	A,20,132,168,44
A,62,64,88,86	A,124,126,162,160	A,236,90,111,286	A,44,168,204,68
A,86,88,110,109	A,160,162,198,196	A,3,269,130,18	A,68,204,240,92
A,2,265,122,16	A,196,198,234,232	A,18,130,166,42	A,92,240,288,112
A,16,122,158,40	A,232,234,285,284	A,42,166,202,66	A,270,5,22,132
A,40,158,194,64	A,267,268,128,126	A,66,202,238,90	A,132,22,46,168
A,64,194,230,88	A,126,128,164,162	A,90,238,287,111	A,168,46,70,204
A,88,230,283,110	A,162,164,200,198	A,269,4,20,130	A,204,70,94,240
A,265,266,124,122	A,198,200,236,234	A,130,20,44,166	A,240,94,113,288
A,122,124,160,158	A,234,236,286,285	A,166,44,68,202	A,5,271,134,22
A,158,160,196,194	A,268,3,18,128	A,202,68,92,238	A,22,134,170,46

A,46,170,206,70	A,140,26,50,176	A,277,9,30,146	A,258,260,298,297
A,70,206,242,94	A,176,50,74,212	A,146,30,54,182	A,280,281,154,152
A,94,242,289,113	A,212,74,98,248	A,182,54,78,218	A,152,154,190,188
A,271,272,136,134	A,248,98,115,292	A,218,78,102,254	A,188,190,226,224
A,134,136,172,170	A,7,275,142,26	A,254,102,117,295	A,224,226,262,260
A,170,172,208,206	A,26,142,178,50	A,9,278,148,30	A,260,262,299,298
A,206,208,244,242	A,50,178,214,74	A,30,148,184,54	A,281,282,156,154
A,242,244,290,289	A,74,214,250,98	A,54,184,220,78	A,154,156,192,190
A,272,6,24,136	A,98,250,293,115	A,78,220,256,102	A,190,192,228,226
A,136,24,48,172	A,275,276,144,142	A,102,256,296,117	A,226,228,264,262
A,172,48,72,208	A,142,144,180,178	A,278,10,32,148	A,262,264,300,299
A,208,72,96,244	A,178,180,216,214	A,148,32,56,184	A,282,11,34,156
A,244,96,114,290	A,214,216,252,250	A,184,56,80,220	A,156,34,58,192
A,6,273,138,24	A,250,252,294,293	A,220,80,104,256	A,192,58,82,228
A,24,138,174,48	A,276,8,28,144	A,256,104,118,296	A,228,82,106,264
A,48,174,210,72	A,144,28,52,180	A,10,279,150,32	A,264,106,119,300
A,72,210,246,96	A,180,52,76,216	A,32,150,186,56	A,11,12,36,34
A,96,246,291,114	A,216,76,100,252	A,56,186,222,80	A,34,36,60,58
A,273,274,140,138	A,252,100,116,294	A,80,222,258,104	A,58,60,84,82
A,138,140,176,174	A,8,277,146,28	A,104,258,297,118	A,82,84,108,106
A,174,176,212,210	A,28,146,182,52	A,279,280,152,150	A,106,108,120,119
A,210,212,248,246	A,52,182,218,76	A,150,152,188,186	
A,246,248,292,291	A,76,218,254,100	A,186,188,224,222	
A,274,7,26,140	A,100,254,295,116	A,222,224,260,258	

ÁREAS DAS ALMAS DAS VIGAS

A,14,16,15,13	A,166,44,43,165	A,72,210,209,71	A,220,80,79,219
A,16,122,121,15	A,44,168,167,43	A,210,212,211,209	A,100,254,253,99
A,122,124,123,121	A,168,46,45,167	A,212,74,73,211	A,254,102,101,253
A,124,126,125,123	A,66,202,201,65	A,96,246,245,95	A,102,256,255,101
A,126,128,127,125	A,202,68,67,201	A,246,248,247,245	A,256,104,103,255
A,128,18,17,127	A,68,204,203,67	A,248,98,97,247	A,32,150,149,31
A,38,40,39,37	A,204,70,69,203	A,26,142,141,25	A,150,152,151,149
A,40,158,157,39	A,90,238,237,89	A,142,144,143,141	A,152,154,153,151
A,158,160,159,157	A,238,92,91,237	A,144,28,27,143	A,154,156,155,153
A,160,162,161,159	A,92,240,239,91	A,50,178,177,49	A,156,34,33,155
A,162,164,163,161	A,240,94,93,239	A,178,180,179,177	A,34,36,35,33
A,164,42,41,163	A,22,134,133,21	A,180,52,51,179	A,56,186,185,55
A,62,64,63,61	A,134,136,135,133	A,74,214,213,73	A,186,188,187,185
A,64,194,193,63	A,136,24,23,135	A,214,216,215,213	A,188,190,189,187
A,194,196,195,193	A,46,170,169,45	A,216,76,75,215	A,190,192,191,189
A,196,198,197,195	A,170,172,171,169	A,98,250,249,97	A,192,58,57,191
A,198,200,199,197	A,172,48,47,171	A,250,252,251,249	A,58,60,59,57
A,200,66,65,199	A,70,206,205,69	A,252,100,99,251	A,80,222,221,79
A,86,88,87,85	A,206,208,207,205	A,28,146,145,27	A,222,224,223,221
A,88,230,229,87	A,208,72,71,207	A,146,30,29,145	A,224,226,225,223
A,230,232,231,229	A,94,242,241,93	A,30,148,147,29	A,226,228,227,225
A,232,234,233,231	A,242,244,243,241	A,148,32,31,147	A,228,82,81,227
A,234,236,235,233	A,244,96,95,243	A,52,182,181,51	A,82,84,83,81
A,236,90,89,235	A,24,138,137,23	A,182,54,53,181	A,104,258,257,103
A,18,130,129,17	A,138,140,139,137	A,54,184,183,53	A,258,260,259,257
A,130,20,19,129	A,140,26,25,139	A,184,56,55,183	A,260,262,261,259
A,20,132,131,19	A,48,174,173,47	A,76,218,217,75	A,262,264,263,261
A,132,22,21,131	A,174,176,175,173	A,218,78,77,217	A,264,106,105,263
A,42,166,165,41	A,176,50,49,175	A,78,220,219,77	A,106,108,107,105

ASBL, ALL, ALL, , , KEEP

#####GERAÇÃO DA MALHA DE ELEMENTOS FINITOS#####

ESIZE,5,0, !DEFINE A DIVISÃO DAS LINHAS

TYPE,1 !DEFINE O TIPO DE ELEMENTO (MESA DAS VIGAS)
MAT,1 !DEFINE O TIPO DE MATERIAL (AÇO)

REAL,1 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (MESA SUPERIOR PERFIL EXTREMO)
LMESH,1,64,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

REAL,2 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (MESA SUPERIOR PERFIL CENTRAL)
LMESH,65,116,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

REAL,3 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (MESA INFERIOR PERFIL EXTREMO)
LMESH,117,180,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

REAL,4 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (MESA INFERIOR PERFIL CENTRAL)
 LMESH,181,232,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 TYPE,2 !DEFINE O TIPO DE ELEMENTO (DIAFRAGMAS)
 MAT,1 !DEFINE O TIPO DE MATERIAL (AÇO)

 REAL,5 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (DIAFRAGMAS DIAGONAIS)
 LMESH,233,280,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 REAL,6 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (DIAFRAGMAS INFERIORES)
 LMESH,281,304,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 TYPE,5 !DEFINE O TIPO DE ELEMENTO (ENRIJECEDORES)
 MAT,1 !DEFINE O TIPO DE MATERIAL (AÇO)

 REAL,9 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (ENRIJECEDORES DE APOIO)
 LMESH,305,320,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 REAL,10 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (ENRIJECEDORES TRANSVERSAIS)
 LMESH,321,528,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 REAL,11 !DEFINE AS PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS (DIAFRAGMAS LONGITUDINAIS)
 LMESH,529,644,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE LINHAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 AATT,2,8,4 !COMANDO QUE ENGLIBA O MATERIAL, REAL CONSTANTE E O TIPO DE ELEMENTO (LAJE DE CONCRETO)
 AMESH,1,145,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE ÁREAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

 AATT,1,7,3 !COMANDO QUE ENGLIBA O MATERIAL, REAL CONSTANTE E O TIPO DE ELEMENTO (ALMAS DAS VIGAS)
 AMESH,262,493,1 !DEFINE UMA SEQUENCIA DE ÁREAS COM MESMO MATERIAL, GEOMETRIA E TIPO DE ELEMENTO

#####CONDIÇÕES DE CONTORNO#####

!COMANDO "DK", NÚMERO DO NÓ, RESTRIÇÃO DOS NÓS EM X,Y,Z

!DK,1,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,14,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,38,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,62,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,86,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,109,UX,,,,UY,,,,UZ
 DK,13,UX,,,,UY,,,,UZ
 DK,37,UX,,,,UY,,,,UZ
 DK,61,UX,,,,UY,,,,UZ
 DK,85,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,12,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,36,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,60,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,84,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,108,UX,,,,UY,,,,UZ
 !DK,120,UX,,,,UY,,,,UZ
 DK,35,UX,,,,UY,,,,,
 DK,59,UX,,,,UY,,,,,
 DK,83,UX,,,,UY,,,,,
 DK,107,UX,,,,UY,,,,,

#####SOLUÇÃO#####

/SOLU

ANTYPE,2
 MODOPT,SUBSP,10
 EQSLV,FRONT
 MXPAND,10

SOLVE

FINISH