

Índice general

Resumen	v
Abstract	vii
Resum	ix
Lista de abreviaturas y definiciones	xix
1 Introducción y objetivos	1
1.1 Introducción	2
1.1.1 Caso de estudio: valoración de la interacción vehículo-estructura	8
1.1.2 Simplificación del problema: análisis de la interacción en el puente de estudio sometido al paso de un solo eje	10
1.1.3 Fenómenos resonantes e interacción	14
1.2 Objetivos	20
1.3 Contenido de la tesis doctoral	21
2 La interacción vehículo-estructura en puentes de ferrocarril: Estado del arte	23
2.1 Orígenes y evolución del cálculo dinámico de puentes de ferrocarril	23
2.2 Principales contribuciones al estudio del comportamiento dinámico del puente ferroviario considerando modelos de cargas constantes	29

2.3	Principales contribuciones al estudio del comportamiento dinámico del puente ferroviario considerando modelos de interacción	35
2.4	Conclusiones	40
3	Análisis de sensibilidad en sistemas vehículo-estructura: formulación y planteamiento	43
3.1	Introducción	43
3.2	Formulación original del comité ERRI D214 sobre la semejanza entre las respuestas de puentes isostáticos	45
3.3	Modelos matemáticos implementados	51
3.3.1	Características de los modelos implementados	51
3.3.2	Ecuación adimensional de movimiento para el modelo TLM	66
3.3.3	Ecuación adimensional de movimiento para los modelos SIM y DIM	67
3.4	La formulación de semejanza en la reducción de la respuesta del puente	71
3.4.1	Fórmulas de semejanza y parámetros fundamentales de los modelos	71
3.4.2	Aplicación de las fórmulas de semejanza a la reducción de la respuesta del puente	74
3.4.3	Aplicación de las fórmulas de semejanza al cálculo del amortiguamiento adicional	75
3.4.4	Aplicación de las fórmulas de semejanza a las fuerzas de interacción normalizadas	77
3.4.5	Análisis del método del amortiguamiento adicional del Eurocódigo 1	79
3.5	Definición del análisis de sensibilidad	93

3.5.1	Catálogo de coches convencionales representativos para alta velocidad	93
3.5.1.1	Aspectos normativos que condicionan el catálogo	94
3.5.1.2	Datos de trenes reales de alta velocidad	97
3.5.1.3	Colaboración con empresas del sector ferroviario	98
3.5.1.4	Justificación del catálogo	98
3.5.2	Catálogo de puentes isostáticos representativos para alta velocidad	108
3.5.3	Combinaciones realistas de los parámetros fundamentales .	119
3.5.3.1	Ejemplo de combinación realista de parámetros fundamentales: caso simplificado	120
3.5.3.2	Ejemplo de combinación realista de parámetros fundamentales: caso completo	121
3.5.4	Marco general del análisis de sensibilidad	124
3.5.4.1	Discretización de los parámetros fundamentales y configuraciones vehículo-estructura consideradas	124
3.5.4.2	Casos excluidos por cancelación de resonancia . .	126
3.5.4.3	Consideraciones sobre las velocidades de cálculo analizadas	132
4	Análisis de sensibilidad en sistemas vehículo-estructura: interpretación de resultados	135
4.1	Introducción	135
4.2	Análisis de la interacción a partir de una configuración de referencia	137
4.2.1	Fenómenos de interacción asociados al problema del oscilador móvil amortiguado	137
4.2.2	La configuración de referencia del modelo DIM	141
4.3	Influencia del número de modos y del modelo de vehículo	152

4.4	Influencia del orden de resonancia	155
4.5	Influencia del amortiguamiento estructural y del número de coches	159
4.6	Influencia de los parámetros fundamentales secundarios	164
4.6.1	Modelo SIM	165
4.6.2	Modelo DIM	165
4.7	Conclusiones	173
5	Análisis de casos reales	177
5.1	Introducción	177
5.2	ELS de aceleración vertical en el catálogo de puentes	179
5.3	Composiciones convencionales	187
5.3.1	Resultados representativos	187
5.3.2	Contraejemplos al ADM	193
5.3.3	Casos complementarios y adicionales	200
5.3.3.1	Influencia de la cancelación parcial de resonancia por geometría de la composición	201
5.3.3.2	Influencia de las locomotoras	208
5.3.3.3	Casos de estudio en primera resonancia	210
5.3.3.4	Influencia del amortiguamiento estructural y del número de coches	221
5.3.3.5	Influencia de la disipación de la suspensión primaria	223
5.3.3.6	Influencia de los parámetros de la caja	228
5.4	Composiciones articuladas y regulares	246
5.4.1	Resultados representativos	246
5.4.2	Contraejemplos al ADM	249

5.4.3 Casos complementarios y adicionales	260
5.5 Conclusiones	264
6 Conclusiones y desarrollos futuros	271
6.1 Resumen del trabajo realizado	271
6.2 Aportaciones originales	273
6.3 Conclusiones	274
6.4 Líneas de investigación propuestas	278
Anexo A Formulación del modelo TLM	281
Anexo B Solución analítica del modelo TLM	289
Anexo C Formulación de los modelos de interacción	293
C.1 Equilibrio dinámico de la viga B-E simplemente apoyada sometida a una sucesión de fuerzas de interacción	293
C.2 Equilibrio dinámico de un coche convencional	294
C.2.1 Particularización del equilibrio dinámico del coche para el modelo DIM	295
C.2.2 Particularización del equilibrio dinámico del coche para el modelo SIM	297
C.3 Equilibrio dinámico del sistema vehículo-estructura	298
Anexo D Desglose de la ecuación de movimiento adimensional para los modelos SIM y DIM	303
D.1 Modelo SIM	304
D.2 Modelo DIM	307

Anexo E Trenes reales para alta velocidad	313
E.1 ICE 2	315
E.2 ETR500Y	316
E.3 Virgin	317
E.4 Shinkansen S300	318
E.5 Pioneer	319
E.6 AVE-S103 (ICE 3)	320
E.7 Eurostar	321
E.8 Talgo AV	323
Anexo F Obtención de combinaciones realistas de parámetros fundamentales para el modelo DIM	325
F.1 Combinación realista de parámetros fundamentales: distancias . . .	326
F.2 Combinación realista de parámetros fundamentales: masas	334
F.3 Combinación realista de parámetros fundamentales: frecuencias . .	339
Bibliografía	345