



Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

CÉSAR AUGUSTO INOCÊNCIO SOUSA

Outubro de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL
2014 - 2015

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Engenharia Civil – Ramo de Infraestruturas
Instituto Superior de Engenharia do Porto

César Augusto Inocência Sousa – 1050710

Orientador: Eng.ª Maria de Fátima Guimarães Faria Portela Moreira
Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto

[Outubro de 2015]

À minha Mãe

À minha Irmã

À Carla

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

RÉSUMÉ

ÍNDICE DE TEXTO

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE QUADROS

SIGLAS e ACRONIMOS

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Capítulo 2 – REFERENCIAS HISTÓRICAS

Capítulo 3 – REDE FERROVIÁRIA

Capítulo 4 – APRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES MAIS IMPORTANTES DA FERROVIA

Capítulo 5 – PATOLOGIAS DA SUPERESTRUTURA DA FERROVIA

Capítulo 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto de mestrado, apesar do processo solitário a que qualquer candidato está destinado, contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato.

À Engenheira Maria de Fátima Portela, pela sua orientação, total apoio, disponibilidade, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões e críticas, total colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que foram surgindo ao longo da realização deste trabalho e por todas as palavras de incentivo.

À Engenheira Gisela Peleira, pela sua participação e colaboração, pela clareza, rigor e total disponibilidade no solucionar de problemas e dúvidas que foram surgindo ao longo da realização deste projeto e por toda a transmissão de saber e conhecimento adquirido pela já vasta experiência, bem como o fornecimento de material escrito sem o qual este trabalho não seria possível.

Ao Engenheiro Ângelo Jacob, coordenador da secção de infraestruturas do mestrado, por não ter descartado o tema que eu próprio propus, e me ter dado a possibilidade de adentrar numa área que me é muito querida.

À Teresa Pedroso, um Muito Obrigado por todo o carinho e amizade que me manifestou, sendo companheira nesta fase final e estando comigo lado a lado na finalização deste projeto. Agradeço, de forma especial, a ajuda, o apoio e a preocupação, nos momentos de maior aflição.

Aos meus amigos, Maria João, Patrícia, Márcio, Daniel, Henrique, Ivo e Adriano, companheiros de luta, a estes um profundo Obrigado pelo tempo de jogo, no qual perdemos muitas horas mas sem o qual provavelmente nos teríamos perdido primeiro, companheiros de venturas e desventuras.

À minha família, mãe e irmã, um enorme obrigado por acreditarem sempre em mim naquilo que faço e por todos os ensinamentos de vida. Espero que esta etapa, que agora termino, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que, constantemente, me ofereceram. Por tudo, a minha enorme gratidão.

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

À minha outra metade, Carla, um agradecimento especial pelo apoio e carinho diários, pelas palavras doces e pela demonstração de confiança e de força, modelo de coragem, pelo seu apoio incondicional, incentivo e paciência demonstrados e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo. Conseguimos os dois...

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto, pelas condições colocadas à disposição para a realização do meu percurso académico e a conclusão deste projeto.

RESUMO

Nesta dissertação de Mestrado, pretende-se contribuir para o conhecimento no âmbito das patologias da ferrovia, nomeadamente no que se refere a patologias em carril, balastro, travessas e elementos de fixação, tendo sido coletado neste trabalho as mais variadas patologias da ferrovia balastrada bem como a sua catalogação socioeconómica, permitindo com essa enumeração tomadas de decisão coerentes e assertivas no que respeita a recomendações a efetuar tanto como diagnóstico como para manutenção.

O trabalho inicia-se por uma introdução relativa ao aparecimento da ferrovia num contexto internacional, particularizando posteriormente o caso de Portugal até ao estado da arte atual, com um pequeno desenvolvimento a nível socio-económico com as grandes obras e projetos para os próximos anos.

Para além da síntese de conhecimentos referida, apresentou-se um pouco da atualidade ferroviária de alguns países com relevância, quer por associação fronteiriça quer por desenvolvimento tecnológico.

Apresenta-se brevemente os componentes mais importantes da ferrovia balastrada com especial destaque para os elementos da superestrutura de via, nos quais se engloba o carril, as travessas, os elementos de fixação e o balastro.

Por fim esta dissertação apresenta um trabalho exaustivo na recolha e investigação das várias patologias associadas ao carril, as travessas, aos elementos de fixação e ao balastro, bem como o sistema de código, recomendações e correções associadas, fornecendo assim uma fácil interpretação do tipo de patologia e defeitos associados ao desenvolvimento desses fenómenos.

ABSTRACT

This Master's thesis, intend to contribute to the knowledge within the railway pathologies, in particular as regards the conditions in rail, ballast, sleepers and fasteners, having been collected in this study the most varied railway pathologies ballasted well as its cataloging, allowing with this cataloging taken coherent decision and assertions relatively to recommendations to perform diagnosis as well as for maintenance.

The work starts by an introduction related to the appearance of the railroad in an international context, then particularizing the case of Portugal to the current state of the art, with a small development social-economic level with the great works and projects for the coming years.

In addition to the synthesis of such knowledge, presented a bit from the train today in some countries of relevance, either by border association or by technological development.

It presents briefly the most important components of the railway ballasted with special emphasis on the track superstructure elements, in which it encompasses the rail, sleepers, fasteners and ballast.

Finally this thesis presents a thorough job in collecting and research of the various pathologies associated with rail, sleepers, the fasteners and ballast, as well as the code system, recommendations and associated patches, thus providing an easy interpretation of the type of pathology and defects associated with the development of these phenomena.

RÉSUMÉ

Cette thèse de master prétend contribuer pour la connaissance des pathologies du chemin de fer, notamment en ce qui concerne la pathologie de rail, ballast, les traverses et les éléments de fixation, ayant été collecté dans ce travail plusieurs pathologies de la voie ferrée ballastée ainsi que sa catalogation, permettent, avec celle-ci, la prise de décision cohérente et juste, aussi bien pour les diagnostics que pour la maintenance.

L'ouvrage démarre avec une introduction concernant la naissance de la voie ferrée dans le contexte international, particulièrement dans le cas du Portugal jusqu'à l'état de l'art actuel, avec un petit développement socio-économique, des chantiers et des projets pour les années à venir.

Au delà de la synthèse des connaissances référencées on a présenté des connaissances de la actualité des voies ferrées de certains pays avec des références, soit en association frontalière, soit par développement technologique.

On présente brièvement les composants les plus importants de la voie ferrée ballastée, donnent spécial importance aux éléments de la super structure de la voie, dans lesquelles on englobe les rails, les traverses, les éléments de fixation et les ballasts.

En conclusion, cette dissertation présente un travail approfondi dans la collecte et investigation de plusieurs pathologies associées aux rails, les traverses, les éléments de fixations et aux ballasts ainsi qu'au système de code, recommandations et corrections associées, donnent ainsi une facile interprétation du type de pathologie et ses défauts associés au développement de ses phénomènes

Índice de Texto

INDICE GERAL	III
AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
RÉSUMÉ	XI
SIMBOLOGIA	XXV
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura do Trabalho	3
2. Referências Históricas	5
2.1. A Origem do Caminho-de-ferro	5
2.1.1. Contexto Internacional	7
2.1.2. Contexto Nacional	9
2.2. Impacto Socioeconómico	14
2.3. Impacto Ambiental	19
3. Rede Ferroviária	21
3.1. Portugal	21
3.2. Espanha	26

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

3.3.	França	28
3.4.	Japão	29
3.5.	Rede Ferroviária	31
4.	Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovia.....	33
4.1.	Estrutura.....	33
4.2.	Superestrutura.....	35
	Carril.....	36
	Travessa.....	38
	Elementos de Ligação e Fixação	41
	Balastro.....	45
4.3.	Infraestrutura	45
5.	Patologias da Superestrutura da Ferrovia.....	53
5.1.	Carril.....	53
5.1.1.	Fase 1: Defeito no Carril	54
5.1.2.	Fase 2: Recomendações	55
5.1.3.	Fase 3: Localização do Defeito	56
5.1.4.	Fase 4: Código Geral para Defeito no Carril.....	56
5.1.5.	Patologias do carril.....	59
5.2.	Travessas	87
5.3.	Elementos de Ligação e Fixação	91
5.3.1.	Fixação	91

5.3.2. Ligação	94
5.4. Balastro	97
6. Considerações Finais	103
6.1. Conclusões Finais	103
6.2. Desenvolvimentos Futuros	104
Referências Bibliográficas.....	105
Anexos.....	109

Índice de Figuras

Figura 1 - Vagonete a tração animal – antiga litografia de Gabriel Jars, Paris 1765.	5
Figura 2 – Primeira locomotiva de Trevithick (Fonte: (1)).....	5
Figura 3 - Locomotiva de Blenkinsop, com rodas de cremalheira (Fonte: (2))	6
Figura 4 - Linha do Leste (Adaptado de: http://escola-freixinho.planetaclix.pt/mapa_comboios.htm)	12
Figura 5 - Ponte D. Maria Pia – (Fonte: Arquivo digital: Porto em postais).....	13
Figura 6 - Investimento prioritário previsto para Portugal entre 2014 e 2020 (Fonte: PETI3+).....	18
Figura 7 - Investimentos entre 2014-2020 em Portugal por sector (Fonte: PETI3+).....	19
Figura 8 - Extensão das linhas férreas por país (Fonte: Deepask, dados de 2012)	31
Figura 9 - Via permanente "tipo" (Adaptado de: (8)).....	33
Figura 10 - Perfil transversal de uma via balastrada "tipo" (Adaptado de: (9))	34
Figura 11 - Esquema da superestrutura e infraestrutura (Adaptado de: (8))	36
Figura 12 - Da esquerda para a direita: carril UIC 54, carril UIC 60, carril de Gola, carril de cabeça dupla simétrico e carril de cabeça dupla assimétrico (Fonte: www.ferropedia.es/wiki/Carril).....	37
Figura 13 - Esquema das secções do carril (Adaptado de: (8)).....	37
Figura 14 - Carregamento tipo nas travessas adjacentes ao ponto de aplicação de uma carga estática (Adaptado de: (10))	39
Figura 15 - Travessas usadas na ferrovia (Fonte: (10)).....	40
Figura 16 - Travessas metálicas (Fonte: (15)).....	41
Figura 17 – Travessas Polivalentes (Fonte: adaptado de (13)).....	41

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Figura 18 - Barretas (Fonte: (13))	42
Figura 19 - Posição relativa das juntas (Fonte: (12))	42
Figura 20 - Exemplo de fixação rígida (Fonte: (13))	43
Figura 21 - Fixações elásticas (Fonte: (1)).....	44
Figura 22 - Alternativas ao sub-balastro	47
Figura 23 - Localização no carril (Fonte: UIC 712).....	56
Figura 24 - Organograma Geral do sistema de código (Fonte: UIC 712).....	58
Figura 25	59
Figura 26	60
Figura 27	60
Figura 28	61
Figura 29	61
Figura 30	61
Figura 31	61
Figura 32	62
Figura 33	62
Figura 34	62
Figura 35	62
Figura 36	63
Figura 37	64
Figura 38	64

Figura 39.....	64
Figura 40.....	65
Figura 41.....	65
Figura 42.....	66
Figura 43.....	67
Figura 44.....	67
Figura 45.....	67
Figura 46.....	67
Figura 47.....	68
Figura 48.....	68
Figura 49.....	68
Figura 50.....	69
Figura 51.....	69
Figura 52.....	69
Figura 53.....	69
Figura 54.....	70
Figura 55.....	70
Figura 56.....	70
Figura 57.....	71
Figura 58.....	71
Figura 59.....	72

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Figura 60	73
Figura 61	73
Figura 62	73
Figura 63	74
Figura 64	75
Figura 65	76
Figura 66	77
Figura 67	78
Figura 68	78
Figura 69	79
Figura 70	79
Figura 71	79
Figura 72	80
Figura 73	80
Figura 74	80
Figura 75	81
Figura 76	81
Figura 77	82
Figura 78	82
Figura 79	83
Figura 80	83

Figura 81.....	84
Figura 82.....	84
Figura 83.....	85
Figura 84.....	86
Figura 85.....	86
Figura 86 - Travessas de madeira "tipo" (Fonte: Alibaba - Produtos)	88
Figura 87- Travessa bibloco (Fonte:(17)).....	89
Figura 88 - Travessa Monobloco (Fonte:(17))	89
Figura 89 - Travessa monobloco polivalente (Fonte: (17)).....	90
Figura 90 - Pregação rígida e elástica (Fonte:(17))	91
Figura 91 - Fixação Vossloh W14 (Fonte: Catálogo da Vossloh).....	92
Figura 92 - Sistema de fixação Nabla (Fonte: Catálogo Nabla).....	92
Figura 93 - Fixações indiretas Vossloh KS e “K” em travessa de madeira (Fonte: (17))...	93
Figura 94 - Junta ligada com barretas metálicas - quatro furos (Fonte: (17))	94
Figura 95 - Junta isolante normal (Fonte: (17)).....	95
Figura 96 - Junta isolante colada (Fonte: (17))	96
Figura 97- Grampos ferroviários em junta temporária (Fonte: (17))	96
Figura 98 – Atacadeira de via (Somafel) a executar trabalhos na linha do sul (Fonte: Nuno Morão – flickr)	99
Figura 99- Reguladora numa primeira passagem (Fonte: Máquinas FERGRUPO)	101

Índice de Quadros

Quadro 1 – Data de inauguração de caminhos-de-ferro público – Caminhos-de-ferro portugueses, Esboço da sua história, 1956.	8
Quadro 2 – Extensão dos caminhos-de-ferro em 1870 e 1947 – Caminhos-de-ferro portugueses, Esboço da sua história, 1956.	8
Quadro 3 – Mercadorias exportadas, segundo os modos de transporte – ETC_2013, INE	18
Quadro 4 - Classe de Capacidade de Carga da Plataforma (UCI, 2008).....	49
Quadro 5 - Características do Solo (Fonte: (10))	49
Quadro 6 - Expressões "tipo" (UIC 712).....	55

SIMBOLOGIA

ADIF – Administrador de Infraestruturas Ferroviárias

AMV – Aparelho de Mudança de Via

ANIPB - Associação Nacional dos Industriais de Prefabricação em Betão

BLS – Barra Longa Soldada

CEF – *Connecting Europe Facility*

CP – Comboios de Portugal

DCF – Direção de Circulação Ferroviária

EP – Estradas de Portugal

ETCS - GSM-R – European Train Control System – Global System for Mobile Communications-Railway

ETI – Especificações Técnicas de Interoperabilidade

GIF – Gestor de Infraestruturas Ferroviárias

IP – Infraestruturas de Portugal

IPQ – Instituto Português da Qualidade

JNR – Caminho-de-ferro Nacional Japonês

ONS – Organismo de Normalização Sectorial

PETI3+ – Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas

RENFE – Rede Nacional de Ferroviária Espanhola

REFER – Rede Ferroviária Nacional

RFF – Rede Férrea Francesa

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

SNCF – Sociedade Nacional de Caminhos-de-ferro- Franceses

TER – Tráfego Regional

TGV – *Train à Grande Vitesse*

UIC – Union Internationale des Chemins de Fer

UITP – União Internacional do Transporte Público

“Quanto a ti, permanece firme naquilo que aprendeste e aceitaste como certo,
pois sabes de quem o aprendeste.”

2 Tm 3:14

1. Introdução

1.1. Enquadramento

No âmbito do Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Infraestruturas, ministrado no Instituto Superior de Engenharia do Porto, foi aceite a proposta de desenvolver um trabalho profundo no que respeita a patologias da superestrutura ferroviária, com a apresentação de patologias presentes nos principais componentes da mesma.

As patologias associadas às vias férreas são numerosas e o seu tratamento requer equipamento e mão-de-obra especializada, e deste simples facto advém custos elevados quer para as correções de patologias e reabilitações profundas, quer na manutenção da ferrovia, seja esta manutenção sistemática, condicionada ou corretiva.

A atenção necessária a uma manutenção sustentável passa pelo estudo das patologias associadas à via-férrea a explorar, e estas deviam também ser tidas em consideração logo de início na conceção e planeamento de um projeto.

Do mesmo modo que a construção apresenta a maior percentagem de investimento num projeto, a manutenção do mesmo pode, em certa medida, chegar até cerca de 40% do investimento total da vida de uma estrutura, e esses valores cada vez mais devem ser tidos em linha de conta.

(...) “Por volta de 2050, os caminhos-de-ferro vão dominar o mercado de passageiros em viagens de duração até 3 horas, vencendo a concorrência das linhas aéreas. Mas não vai ser só nos passageiros: também no mercado de cargas, as ferrovias vão vencer a concorrência das rodovias em todos os percursos maiores do que 300 km.” (...)

Esta previsão foi feita pelo vice-presidente da Comissão Europeia para Transportes, Siim Kallas, na abertura da Innotrans 2010, em Berlim (21/09), atualmente o principal evento mundial sobre transporte ferroviário.

É interessante assistir, 194 anos depois da sua origem, à mensagem de que o caminho-de-ferro ainda tem um grande contributo a dar no presente e num futuro associado ao conforto

e velocidade, mas também à racionalização da energia (eficiência), redução da poluição e acima de tudo na melhoria do ambiente.

É dentro desta perspetiva, necessidade e evolução global, que o desenvolvimento deste projeto se insere não só numa compilação de conhecimentos teóricos, mas todo o trabalho para fornecer uma perspetiva simples e vocacionada para a intervenção da manutenção.

1.2. Objetivos

O presente trabalho apresenta-se como um desafio no que respeita às infraestruturas ferroviárias, por todo o seu cariz de pesquisa e trabalho em campo, de modo a compreender alguns fenómenos destrutivos para as ferrovias e os seus avanços numa escala de tempo, utilização indevida e falta da manutenção devida.

Este trabalho tem como principal objetivo a análise e o elencar exaustivo de patologias associadas à superestrutura de uma via-férrea balastrada de traves de madeira, apresentando todas as patologias da superestrutura, nomeadamente nos seus componentes mais importantes.

Numa fase introdutória, é apresentado de uma forma breve a origem e contextualização do caminho-de-ferro a nível internacional e nacional, e o impacto socioeconómico e ambiental, bem como algumas considerações e comparações da rede ferroviária na Europa e no Japão.

Apresentam-se os componentes mais importantes da ferrovia, bem como as patologias associadas à superestrutura da ferrovia nesses mesmos componentes considerados referindo ainda como essas mesmas patologias são identificadas e classificadas por equipas de manutenção.

.

1.3. Metodologia

De modo a cumprir os objetivos procedeu-se a uma recolha bibliográfica extensa, de forma a obter um conhecimento aprofundado dos meios e abordagens aplicadas atualmente, com vista a melhorar a deteção e manutenção da conservação do sistema ferroviário no que diz respeito a livros, normas internacionais e nacionais, estudos e artigos, bem como alguns dados disponibilizados *online*.

O desenvolvimento do trabalho foi estruturado capítulo a capítulo de tal forma que, à medida que se avançava no trabalho surgiam novas informações que se iam acrescentando a capítulos anteriormente realizados.

Assim este documento foca-se nas patologias da superestrutura da ferrovia e aborda questões de especificações técnicas e correções de patologias.

1.4. Estrutura do Trabalho

A tese está organizada em seis Capítulos e um anexo, contendo informação geral sobre o tema, bem como alguns dados gerais e formulários de apoio.

Para além da presente Introdução, objeto deste Capítulo, aborda-se no Capítulo 2, a evolução dos caminhos-de-ferro, a sua contextualização internacional e nacional, bem como o impacto socioeconómico e ambiental.

No Capítulo 3, compara-se brevemente o sistema ferroviário de alguns países europeus, bem como com o sistema ferroviário japonês.

No Capítulo 4, apresentam-se os componentes mais importantes da ferrovia, estando divididos em estrutura, superestrutura e infraestrutura. Neste Capítulo será aprofundada a superestrutura referindo os vários aspetos e parâmetros técnicos do carril, travessa de madeira, balastro e fixações, uma vez que este trabalho se foca nas patologias associadas à superestrutura.

O Capítulo 5 é inteiramente dedicado ao elencar de patologias existentes na superestrutura da via-férrea, sendo estas divididas por componente, carril (5.1), travessa (5.2), elementos

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

de ligação e fixação (5.3) e balastro (5.4), de modo a que se torne mais perceptível as causas e as abordagens de resolução.

Finalmente, no último Capítulo, efetuam-se considerações finais sobre o trabalho desenvolvido e enunciam-se as principais conclusões a que se chegou com o presente projeto. Apresentam-se, ainda, as linhas orientadoras de trabalhos de investigação futuros no âmbito do alargamento deste trabalho para a infraestrutura e estrutura, bem como pela procura de novas soluções e correções possíveis para os diversos tipos de patologias.

Em anexo, apresentam-se dados referentes ao PETI3+, bem como indicação e catalogação pelo sistema de código sobre as patologias do carril, bem como uma ficha tipo de uso prático de apoio à manutenção.

2. Referências Históricas

2.1. A Origem do Caminho-de-ferro

Muito se escreveu sobre a origem dos caminhos-de-ferro. Os primeiros carris metálicos de que há registo, aparecem em 1728 em Cumberland (1). O sucesso deste sistema cedo se expandiu, havendo registo de pelo menos 20 linhas em minas da zona de Northumberland, onde vagonetes transportavam minério, recorrendo a tração animal ou em planos inclinados por gravidade (Figura 1).

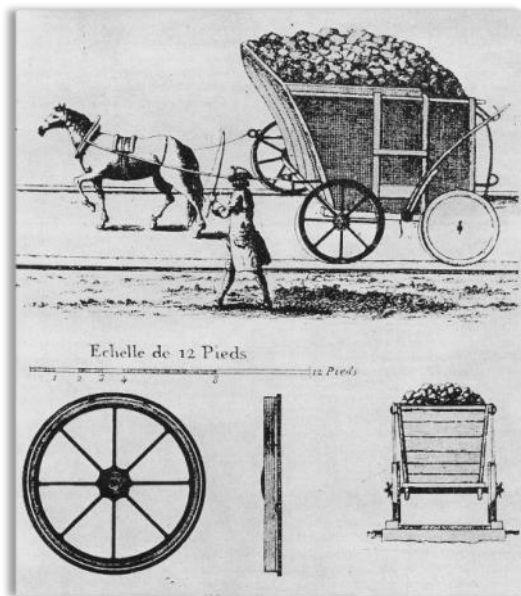


Figura 1 - Vagonete a tração animal – antiga litografia de Gabriel Jars, Paris 1765.

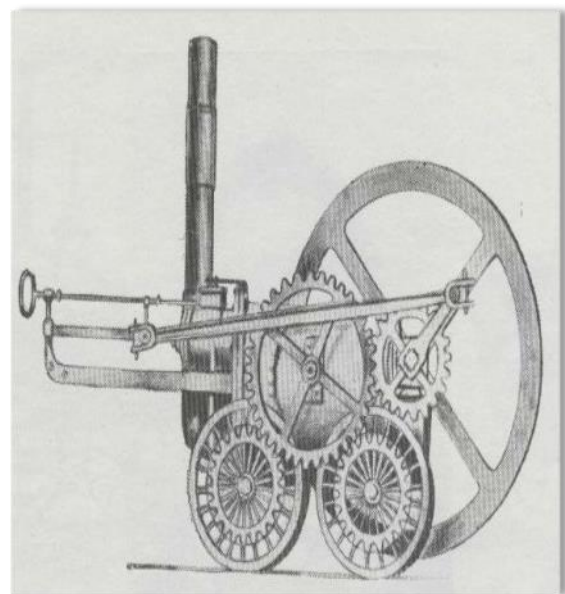


Figura 2 – Primeira locomotiva de Trevithick (Fonte: (1))

A primeira linha de caminho-de-ferro de uso não dedicado exclusivamente ao sector industrial surge em Surrey, entre Wandsworth e Croydon em 1803. Em 1804 aparece a primeira tentativa de aplicar a máquina a vapor nos caminhos-de-ferro.

O inventor inglês Richard Trevithick construiu esta primeira máquina capaz de aproveitar a alta pressão de vapor. Montou-a sobre uma estrutura de quatro rodas planeada para se deslocar sobre os carris, fez uma experiência com o veículo, fazendo-o puxar cinco vagões com 10 toneladas de carga e 70 passageiros à velocidade de 8 quilómetros por hora, usando carris fabricados em ferro fundido. Esta locomotiva (Figura 2), teve dificuldades iniciais como o peso, dimensões, estabilidade da via, entre outras levaram a que esta aplicação só fosse possível a partir de 1812, entre Middleton e Leeds (1).

John Blenkinsop, também inglês, construiu uma locomotiva em 1812 que usava dois cilindros verticais que movimentavam dois eixos, unidos a uma roda dentada que faziam accionar uma cremalheira, como se pode observar na figura seguinte (2).

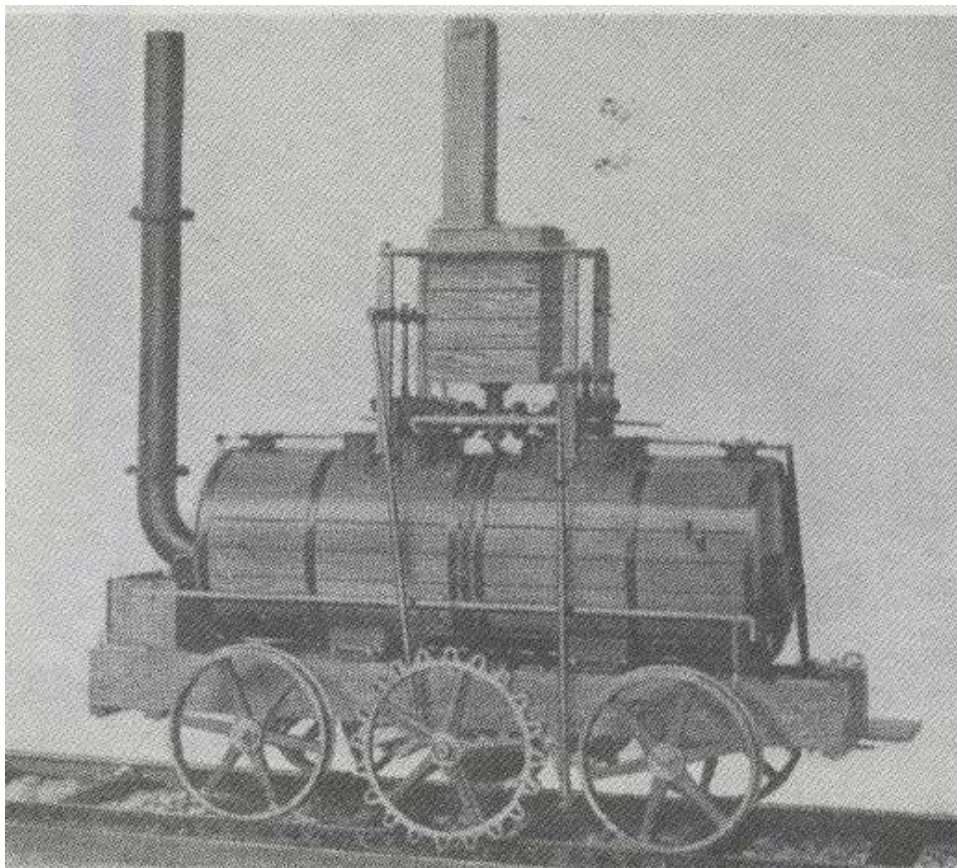


Figura 3 - Locomotiva de Blenkinsop, com rodas de cremalheira (Fonte: (2))

A chamada era de George Stephenson (1820 – 1850) surgiu com a sua primeira locomotiva em 1814, a que chamou Blucher. A Blucher destinava-se a transportar materiais da mina, e conseguia puxar uma carga de trinta toneladas à velocidade de 6 quilómetros por hora. Stephenson acreditava na tecnologia e aplica com sucesso a máquina a vapor ao sistema de caminhos-de-ferro. Apostou na aderência como único meio de tracionar as composições ferroviárias.

O grande passo dos sistemas ferroviários mineiros, para o caminho-de-ferro tal como o conhecemos foi dado em 1825 com a companhia de caminho-de-ferro Stockton & Darlington Railway. Esta empresa em 1825 abre o seu negócio que era exclusivamente de mercadorias, também passageiros.

É por esta altura que no caminho-de-ferro, George Stephenson, como engenheiro responsável, define a distância entre carris de rolamento, em 4 ft 8 in (1435 mm); definindo o que seria chamado de bitola internacional, referência mundial.

É contudo entre Liverpool e Manchester que abre em 1830 a ligação ferroviária que deu início à “Era do Caminho-de-ferro”. O caminho-de-ferro acompanhou, como parte integrante da revolução industrial, o alastramento desta à Europa Continental, onde se vê surgir a rede ferroviária Europeia (3).

2.1.1. Contexto Internacional

Durante os primeiros 15 a 20 anos, desde a primeira linha férrea até 1840 ou 1850, o desenvolvimento do caminho-de-ferro foi fraco. Cada país ensaiava os seus processos, fazia a sua aprendizagem, varria os últimos preconceitos à medida que o novo meio de transporte ia impondo a sua inquestionável utilidade.

Em 1840, 76 companhias inglesas repartiam entre si 3600 quilómetros de linhas em exploração ou em construção. Seis anos antes, chegara à Irlanda o caminho-de-ferro com a linha de Dublin a Kingston.

Em 1844, a França tinha apenas 500 quilómetros em exploração e alguns quilómetros na Alemanha, na Itália e na Rússia. A Bélgica começara a mostrar a sua atividade.

Em Espanha, de 1829 a 1844, surgem duas concessões de caminhos-de-ferro. D. José Diaz Imbrechts e D. Marcelino Calero y Portocarrero, com o propósito de facilitar o transporte dos vinhos andaluzes, propõem a construção de linhas férreas que, partindo de Jerez, fossem até à costa.

Pouco depois de 1840 começam a ser executadas três linhas férreas: Barcelona a Mataró, Madrid a Aranjuez e a de Langreo. É por estas linhas que realmente se inicia a construção de linhas férreas em Espanha. A primeira linha férrea foi inaugurada no ano de 1848 a 28 de Outubro e ligava Barcelona a Mataró (4).

Apresenta-se o quadro resumo com os anos em que se inaugurou a primeira linha férrea de serviço público de alguns países.

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Quadro 1 – Data de inauguração de caminhos-de-ferro público – Caminhos-de-ferro portugueses, Esboço da sua história, 1956.

País	Ano de Inauguração
Inglaterra	1825
França	1828
Alemanha	1835
Bélgica	1835
Rússia	1838
Itália	1839
Holanda	1839
Áustria	1841
Dinamarca	1847
Suíça	1848
Espanha	1848
Noruega	1853
Suécia	1856
Portugal	1856

Em 1850, a extensão de linhas férreas no mundo era de 32.000 quilómetros; em 1947, quase um século depois, era de 1.260.800 quilómetros. O quadro a seguir apresenta a extensão das linhas férreas em quilómetros, em cada continente, em 1870 e 1947.

Quadro 2 – Extensão dos caminhos-de-ferro em 1870 e 1947 – Caminhos-de-ferro portugueses, Esboço da sua história, 1956.

Continente	Extensão (km)	
	1870	1947
Europa	104050	422000
África	1530	67600
Ásia	8240	147800
América	94700	572000
Oceânia	650	51400
Total	209150	1260800

Por volta de 1914, a atual rede ferroviária da Europa já tinha sido construída. As linhas principais e auxiliares adicionais foram construídas durante o final do século XIX e princípio do século XX. Algumas dessas linhas exigiram a construção de túneis através dos Alpes para ligar a França, a Suíça e a Itália. O túnel Simplon, que une a Itália à Suíça, foi concluído em 1906 e é um dos maiores túneis ferroviários do mundo, com 20 km de extensão.

A primeira linha transcontinental dos Estados Unidos foi concluída em 1869 e ligou a cidade de Nova York, no Atlântico, a São Francisco, no Pacífico. O percurso totalizava 5.300 km.

Na América hispânica, a primeira ferrovia foi inaugurada a 15 de Setembro de 1850, no México. Até 1850, África, Ásia e Oceânia não tinham linhas férreas. As construções das linhas férreas australianas tiveram início a partir de 1870. Na Índia, a primeira linha de costa a costa, de Bombaim a Calcutá, foi concluída em 1870. O Japão, a partir de 1867, pediu ajuda ao Ocidente para iniciar a construção dos caminhos-de-ferro no último quarto do século XIX.

Os caminhos-de-ferro abriram as portas do mundo ao comércio e à colonização e foram importantes para a colonização do norte da América contribuindo para o seu desenvolvimento, favorecendo o progresso, mas também a violência, facilitaram a colonização do Oeste, mas também contribuíram para o desaparecimento das tribos índias.

Durante o período das duas grandes guerras os caminhos-de-ferro foram a principal via para as movimentações de homens, armas, máquinas e mantimentos. Com o propósito de evitar que as fronteiras fossem tomadas de assalto pelas movimentações de guerra, alguns Estados adotaram diferentes tipos de bitola. Durante a II Guerra Mundial, as linhas férreas serviram também para a deslocação de milhares de Judeus para os Campos de concentração (4).

2.1.2. Contexto Nacional

Na segunda metade do século XIX, elementos da elite intelectual, política e económica discutiam sobre a melhor forma de modernizar o país. Muitos defendiam a necessidade de construção de vias de comunicação. Mas, Portugal ainda não se tinha recuperado das convulsões políticas e das guerras civis que enfrentou e por isso não conseguia obter capitais necessários para tal investimento.

A partir de 1844 foram sendo apresentados projetos, e no apogeu do governo de Costa Cabral, surgem tentativas de passar-se à prática e à concretização dos mesmos. Já em Dezembro do mesmo ano, é fundada a Companhia das Obras Públicas em Portugal, cujo

principal objetivo é a construção do caminho-de-ferro de Lisboa até à fronteira espanhola, com a intenção de ligar o país à Europa.

Só depois de 1851 com o fim do governo de Costa Cabral, se reuniram as condições necessárias para iniciar a construção da rede ferroviária nacional.

Assim, e depois de muitas intenções, de muitas companhias e de muitos projetos, é lançada a concurso a construção da primeira linha férrea portuguesa, que é ganho pela Companhia Central Peninsular dos Caminhos-de-ferro em Portugal (companhia criada em Londres a 14 de Maio de 1852).

Esta empresa prosseguiu os estudos do primeiro troço de caminho-de-ferro, entre Lisboa e Santarém, que deveria partir da capital seguindo a margem direita do rio Tejo e passar próximo das povoações de Póvoa, Alverca, Vila Franca de Xira e Vila Nova da Rainha.

A 7 de Maio de 1853 dá-se finalmente o início da construção da linha. A 3 de Outubro de 1856, uma comissão fiscalizadora considerou que estavam reunidas as condições necessárias para a abertura da circulação de comboios desde que se observassem certas regras, como a que determinava que os comboios não ultrapassassem os trinta quilómetros por hora.

A 28 de Outubro de 1856 é inaugurada a linha de caminho-de-ferro entre Lisboa (Santa Apolónia) e Carregado.

O comboio que fez a viagem inaugural era composto por duas locomotivas batizadas de Portugal e Coimbra, e dezasseis carruagens que partiram da estação provisória do Cais dos Soldados até ao Carregado. A viagem de ida decorreu normalmente e fez o percurso entre Lisboa e Carregado em quarenta minutos. No entanto, na viagem de regresso rebentaram os tubos da caldeira de uma das locomotivas e o percurso acabou por ser feito com uma única locomotiva e um número reduzido de carruagens, entre elas, a do D. Pedro V e da Família Real, tendo demorado duas horas a chegar a Lisboa. Apesar deste incidente, a linha foi aberta ao serviço público no dia seguinte, 29 de Outubro, embora com as devidas cautelas.

A construção do Caminho-de-ferro de Lisboa até à fronteira foi suspensa a 5 de Setembro de 1855, devido à alegada falta de pagamento por parte da Companhia aos empreiteiros

Waring Brothers & Shaw. Apesar dos auxílios do estado à Companhia, nessa altura o governo fica responsável pela continuação dos trabalhos. Em Março de 1857 dá-se a dissolução da Companhia Central Peninsular dos Caminhos-de-Ferro de Portugal.

Após a rescisão do contrato com a Companhia dão-se os passos para a formação de uma nova companhia que levasse o mais rapidamente possível o caminho-de-ferro ao Porto e à fronteira. O governo inicia negociações com o empreiteiro espanhol D. José de Salamanca que se propõe a explorar e concluir a linha do Leste (do Carregado até à fronteira, perto de Badajoz) e construir a linha do Norte (a partir de um ponto, perto da Ponte da Pedra, na linha do Leste, até ao Porto, na margem direita do Douro). A 30 de Julho de 1859 é assinado o contrato provisório, para a construção e exploração destas linhas, que viria a ser oficializado a 14 de Setembro do mesmo ano.

Em 1860 é publicado o decreto que declara a Companhia Real dos Caminhos-de-ferro Portugueses formalmente constituída, após a realização de 40 por cento do seu capital. Pode-se considerar como a primeira antepassada da CP – Comboios de Portugal. Graças ao génio ativo e empreendedor do empreiteiro D. José de Salamanca, a construção e o desenvolvimento do caminho-de-ferro em Portugal entra decisivamente num ritmo adequado às necessidades do País. A Companhia Real reservou para si a construção das novas linhas, sendo D. José de Salamanca o seu diretor até 25 de Julho de 1865 e também seu administrador até à data da sua morte que ocorreu no ano de 1883.

D. José de Salamanca venceu todas as dificuldades que se lhe depararam: conseguiu apoio financeiro de capital espanhol e francês e rodeado de engenheiros portugueses e espanhóis substituiu a bitola da linha já construída entre Lisboa e Asseca (68 km) que, inicialmente tinha a medida europeia (1,435 m), pela medida peninsular (1,668 m), sem haver qualquer interrupção no serviço ferroviário e assegurando assim que a circulação dos comboios entre Portugal e Espanha se fizesse sem grandes complicações técnicas.

A 4 de Julho de 1863, o comboio chega a Elvas, atravessando o rio Tejo pela Ponte de Abrantes. A 24 de Setembro do mesmo ano, o comboio chega à fronteira (Badajoz) aguardando a ligação a Madrid, por Ciudad – Real, ficando deste modo Portugal ligado à rede espanhola. A Linha do Leste atingiu, pois, a fronteira quase sete anos depois da inauguração do primeiro troço até ao Carregado apresentando uma extensão total de 275,611km. A figura seguinte apresenta o traçado da linha do leste.

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada



Figura 4 - Linha do Leste (Adaptado de: http://escola-freixinho.planetaclix.pt/mapa_comboios.htm)

Entretanto, nasce a Companhia dos Caminhos-de-ferro ao Sul, que se propõe explorar uma linha entre Aldeia Galega e Vendas Novas. Posteriormente a origem passa para o Barreiro e são previstas extensões para Setúbal, Évora e Beja. Em 1854 é aberto o concurso para a construção das linhas, e em Maio de 1858, os comboios da Companhia já circulam até Bombel com bitola de 1,44 metros. A 16 de Julho de 1859 é apresentado pelo governo o programa de concurso para o prolongamento da construção até Évora e Beja. Não havendo interessados, a 3 de Janeiro de 1860, o governo contrata a Companhia dos Caminhos-de-Ferro do Sueste para a construção e exploração dos prolongamentos.

Esta empresa, que se vulgarizou por Companhia Inglesa ou Companhia dos Ingleses, foi obrigada por lei, a construir as suas linhas com bitola ibérica. Enquanto esta empresa inicia os seus trabalhos, a Companhia dos Caminhos-de-ferro ao Sul do Tejo abre as suas linhas a 1 de Fevereiro de 1861 à exploração, entre o Barreiro e Vendas Novas e do Pinhal Novo a Setúbal. A 14 de Setembro de 1863 chega o comboio a Évora e a Beja a 15 de Fevereiro de 1864, tudo por obra da Companhia dos Ingleses.

Devido à lei imposta pelo governo à Companhia dos Ingleses, de Vendas Novas para o Alentejo existia a bitola ibérica e para o Barreiro a bitola europeia, causando assim o transbordo em Vendas Novas. Em 1861 o governo obtém autorização para propor o resgate à Companhia do Sul do Tejo, devido à necessidade de uniformização da via. Resolvido o resgate, o governo contrata em 1864 a Companhia dos Ingleses para a exploração das linhas resgatadas e para que mude a bitola entre Barreiro e Vendas Novas e Pinhal Novo e Setúbal. A Companhia dos Ingleses propõe-se ainda a prolongar as suas linhas de Évora à de Leste e de Beja à fronteira, na direção de Sevilha e do Algarve. No entanto, a

Companhia do Sueste não conseguia fazer uma exploração que cumprisse os compromissos assumidos com o Estado, sendo as suas linhas em exploração postas em hasta pública em 1867. Não havendo interessados, ficou o Estado na posse das Linhas do Sul e Sueste a partir de 13 de Março de 1869, passando a construir por sua conta e risco as linhas em direção ao Algarve. O Estado apesar de alguns esforços na década de setenta não conseguiu atrair capitais nem empresas para a exploração e construção das linhas, mesmo com as subvenções que se propunha dar.

A 1 de Julho de 1889, sob a jurisdição do Estado, iniciou-se a abertura à exploração pública do troço entre Amoreiras e Faro, ficando desta forma concluída a Linha do Sul.

A linha do Norte, que tem a sua origem ao quilómetro 106,3 da linha do Leste, fica completa até às Devesas, na margem esquerda do rio Douro, a 7 de Julho de 1864, estabelecendo assim a ligação direta de Lisboa com a “capital” do Norte. Para que a ligação se tornasse prática e efetiva, era necessário ligar as duas margens. A solução adotada para unir as duas margens foi a construção de uma ponte metálica (4).

A ponte Maria Pia (Figura 5) foi projetada por Gustavo Eiffel e Seyrig, e foi a primeira ponte em que os apoios intermédios foram substituídos por um arco, o maior do mundo até então. A construção durou cerca de 22 meses, começou a 5 de Janeiro de 1876 ficando concluída no dia 30 de Outubro de 1877. A linha do Norte fica assim concluída a 4 de Novembro de 1877, com a construção da ponte Maria Pia sobre o rio Douro e a chegada do comboio à estação de Campanhã no Porto.

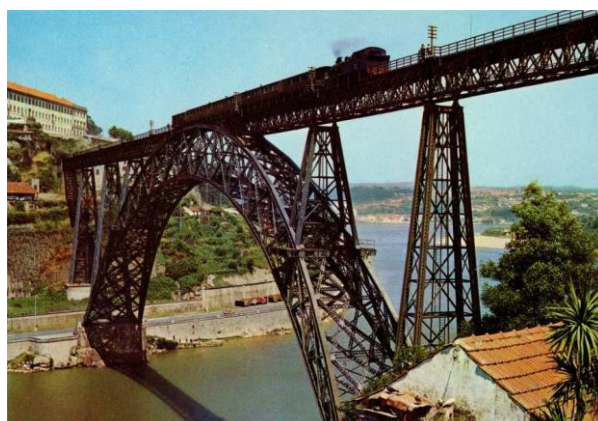


Figura 5 - Ponte D. Maria Pia – (Fonte: Arquivo digital: Porto em postais)

Até ficar concluída a rede ferroviária nacional, foi preciso mais de meio século. Ao longo da segunda metade do século, várias linhas vão sendo estudadas, construídas e exploradas, por iniciativa do Estado ou de empresas particulares.

2.2. Impacto Socioeconómico

Em Portugal desde há muitos anos que não tem existido uma estratégia para tornar a ferrovia competitiva perante outras vias de comunicação, tendo-se dado prioridade ao desenvolvimento rodoviário ao longo dos últimos anos. De facto a rede ferroviária tem sofrido de abandono nos últimos anos, sendo que este fenómeno envolve um grande número de fatores, no entanto de futuro avizinham-se mudanças.

No início de 2015 começa um novo programa europeu de incentivos ao desenvolvimento das infraestruturas, e no caso de Portugal com vista ao desenvolvimento da ferrovia. Em junho de 2015 dar-se-á início à construção da ligação de Sines até Espanha com bitola europeia, possibilitando assim que as mercadorias que chegam aos portos de Portugal sigam até ao destino europeu final sem se efetuar o transbordo ferroviário da fronteira Espanha – França. Esta medida será de extrema importância no futuro do desenvolvimento, não só ferroviário mas também económico e social do país.

Os estudos já efetuados e entregues para avaliação à *Connecting Europe Facility* (CEF), referentes à ligação Sines – Madrid, apontam para uma poupança inicial de cerca de 40% associado à fatura do transporte e deverá estar concluída até 2019, prevendo-se posteriormente a ligação até ao porto de Lisboa concluir-se em 2021.

Espanha, e consequentemente Portugal, ainda estão a pagar caro o erro cometido em 1844 ao construir linhas de ferro com bitola diferente da europeia, esta decisão teve grandes consequências económicas e sociais, provocando o isolamento da Península Ibérica sendo o transporte ferroviário de mercadorias para a união europeia quase nulo.

Existe agora um único organismo regulador para rodovia e ferrovia a fim de se aumentar a inter-relação e o desenvolvimento destas vias de comunicação (Estradas de Portugal/REFER), e é nesta conjuntura que a administração da IP (Infraestruturas de Portugal) apresenta como prioridades de Portugal na ferrovia os seguintes pontos:

- Conclusão do corredor Sines – Caia – Madrid em bitola europeia
- Conceção do corredor Aveiro – Vilar Formoso
- Interoperabilidade ibérica
- Aumento da eletrificação
- Circulação de comboios com 750 metros
- Aumento da capacidade para 1400 toneladas

Como já evidenciado anteriormente o fundamental deste novo início de desenvolvimento para a rede ferroviária é, sem dúvida, a conclusão da linha Sines – Madrid e a inclusão de Portugal e Espanha na Europa com a construção de uma linha em bitola europeia.

Salienta-se que quer o aumento da eletrificação quer a interoperabilidade ibérica serão muito importantes para o rápido desenvolvimento de toda a rede ibérica, uniformizando com isto tanto o material circulante como os processos de comunicação.

Torna-se importante, mediante todo o impacto socioeconómico, concentrar esforços e dispor de todos os dados possíveis para as variadíssimas tomadas de decisão. Do mesmo modo que em 2003 na cimeira ibérica da Figueira da Foz, se propôs uma linha de alta velocidade Aveiro – Salamanca e que pouco avançou no papel devido a dispersão de objetivos, bem como pela conjuntura económica, assim se prevê que aconteça com a linha Aveiro – Vilar Formoso.

Em ano de eleições, o Governo foi sensível às reivindicações dos autarcas do Norte e do Centro, sobretudo de Viseu, e anunciou uma nova linha férrea Aveiro-Vilar Formoso que será construída aproveitando o traçado da linha de alta velocidade que estava desenhado no mapa. Este investimento tem um custo próximo dos mil milhões de euros e é o dobro daquele que a EP/REFER tem andado a estudar e que consiste em fazer uma melhoria à atual linha da Beira Alta, para a qual pretendia construir variantes, aumentando-lhe a capacidade e permitindo a circulação de comboios de mercadorias com 750 metros. O Governo candidatou esta linha ao mecanismo CEF e ao fundo de coesão, mas dificilmente a sua construção poderá avançar antes de 2020, altura em que termina o atual quadro comunitário de apoio (5).

Por isso, está praticamente tudo para fazer ao nível dos estudos, ao passo que a modernização da linha atual já se encontra mais avançada, contemplando, inclusive, soluções que permitiriam no futuro a mudança da bitola ibérica para europeia.

A solução encontrada pela IP (e que está contemplada no PETI3+) prevê intervir em mais de metade da linha da Beira Alta (Pampilhosa – Vilar Formoso), basicamente através da construção de variantes e de troços duplos que aumentam a sua capacidade e velocidade. O objetivo era que, num contexto de crise e após a demonização dos grandes projetos ferroviários do governo de Sócrates, se fizesse agora uma abordagem mais económica, aproveitando a infraestrutura existente.

Já uma nova linha – que na verdade pode custar mais de mil milhões de euros pois atravessa uma zona montanhosa entre Aveiro e Mangualde – terá, porém, a vantagem de colocar a cidade de Viseu na geografia ferroviária portuguesa através de uma linha de passagem, em vez de ser servida por um simples ramal como contempla o estudo da IP.

A nova linha Aveiro – Vilar Formoso é, para já, apenas um anúncio de candidatura a fundos comunitários para estudos. Carece de uma avaliação socioeconómica e de custo-benefício que prove que a região Norte e Centro precisa de uma nova linha férrea de ligação a Espanha. A natureza das atividades exportadoras destas regiões portuguesas assenta em pequenas e médias empresas, cuja logística é facilmente resolvida com camiões, mais flexíveis do que a ferrovia de mercadorias, que está hoje baseada em comboios bloco de uma só origem e destino, como acontece com o tráfego de contentores proveniente de Sines, mas também aqui se poderia inovar com a construção de centros de apoio logísticos para este fim, no entanto também este projeto carece de investimento.

Os estudos terão, assim, de demonstrar que os portos de Leixões e Aveiro serão capazes – tal como o de Sines - de acomodar navios porta-contentores post-Panamax que permitem alimentar um fluxo contínuo de comboios de mercadorias que justifiquem o investimento de muitos milhões que pressupõe uma nova linha férrea e embora o porto de Leixões já apresente as condições ideais resta ainda o desenvolvimento do porto de Aveiro.

A própria modernização da linha da Beira Alta que ocorreu nos anos 80 já tinha como premissa que por ela circulariam diariamente dezenas de comboios de mercadorias, o que

nunca veio a verificar-se. A quota de mercado do modo ferroviário no transporte de mercadorias entre Portugal e Espanha é de apenas 4%. O resto é transportado por camião.

A razão para esta quota residual não é a falta de infraestrutura, uma vez que a atual linha da Beira Alta, apesar de alguns constrangimentos, está subaproveitada. Por isso, será necessário convencer Bruxelas de que este investimento será a solução para retirar camiões das estradas e aumentar a quota da ferrovia.

A futura linha, seja nova ou resultando de uma melhoria da atual, será feita de maneira a adaptá-la posteriormente à bitola europeia. Algo que só acontecerá, obviamente, quando Espanha fizer o mesmo a partir de Vilar Formoso, mas não há qualquer calendarização para tal por parte de Espanha, que nunca teve a preocupação de dar continuidade no seu território à linha da Beira Alta. Basta recordar a cimeira da Figueira da Foz de 2003: além de um TGV Aveiro-Salamanca ficou acordado que eletrificariam a linha convencional até Vilar Formoso. Mas, 12 anos depois, continua tudo na mesma. Todos os dias os comboios chegam à fronteira rebocados por uma locomotiva elétrica portuguesa que é substituída por uma máquina a *diesel* espanhola a fim de poder prosseguir viagem em Espanha. Este constitui mais um bloqueio a resolver para que se justifique um investimento de tal envergadura na linha da Beira Alta. Sem compromissos políticos assumidos por parte dos espanhóis de que esta linha terá seguimento além de Vilar Formoso, o anúncio da sua construção não passará de isso mesmo – um simples anúncio (5).

É mediante toda a história, do que se fez, do atual estado, e do que se prevê e propõe que sem dúvida o investimento nesta área vai colocar o país em movimento e torna-se importante a atualização de processos de manutenção e que estes sejam tidos em consideração desde a conceção do projeto.

Quando colocados lado a lado, claramente se percebe que ainda existe muito a fazer para que a ferrovia se torne um veio de exportação e oportunidades, comparativamente com outros modos de transporte.

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Quadro 3 – Mercadorias exportadas, segundo os modos de transporte – ETC_2013, INE

Modos de transporte	Total		Rodoviário		Marítimo		Aéreo		Ferroviário		Outros (b)	
	t	10 ³ eur	t	10 ³ eur	t	10 ³ eur	t	10 ³ eur	t	10 ³ eur	t	10 ³ eur
TOTAL	36 752 901	45 951 061	14 318 588	25 665 351	21 306 578	17 079 233	974 846	2 776 421	160 629	365 465	2 260	64 591

Assim o Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas (PETI3+) prevê o seguinte investimento prioritário para Portugal entre 2014 e 2020.

PROJETO	INVEST. (M€)	QREN	F. COM. 14-20	PRIV.	PUB.	ITE-T	1T	2T	2S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	3S	
							14	14	14	15	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21
CORREDOR DA FACHADA ATLÂNTICA	734	0	520	0	214																			
Conclusão do Plano de Modernização - Linha do Norte	400		300	0	100	Principal																		
Linha do Minho (Nine - Valença, Ermesinde - Contumil, Ramal Secil na Trofa, Ramal Particular SN Longos da Maia)	145		110	0	35	Global																		
Linha do Oeste + Ramal de Alfaielos (Meleças / Lourçal, Ramal de Alfaielos, Ramal Secil, Ramal do Ramalhal - Valouro)	135		70	0	65																			
Linha do Sul (Porto de Setúbal + Praias do Sado)	20		15	0	5	Global																		
Linha de Leixões (Terminal de Leixões / Porto de Leixões)	20		15	0	5	Principal																		
Linha do Sul (Terminal de Termizena)	14		10	0	4	Global																		
CORREDOR INTERNACIONAL NORTE	960	0	690	0	270																			
Corredor Aveiro / Leixões - Vilar Formoso Linha Betra Alta (Ramal Porto Aveiro + Ramal Portuvel Cacia + Plataforma de Cacia + Pampilhosa/V Formoso + Ramal de Viseu)	900		630	0	270	Principal																		
Linha Betra Baixa (Covilhã-Guarda)	80		60	0	20	Global																		
CORREDOR INTERNACIONAL SUL	800	0	320	0	480																			
Corredor Sines / Setúbal / Lisboa - Cacia (Sine / Setúbal / Lisboa - Cacia + Poceirão - V. Novas + Bombel - Casa Branca + Ramal Petrogal Sines)	800 a 1.000		320	0	480	Principal																		
CORREDOR DO ALGARVE	55	0	44	0	11																			
Linha do Algarve (Lagos - Tunes + Faro - Vila Real de Santo António + Ligação ao Aeroporto de Faro)	55		44	0	11	Global																		
DESENVOLVIMENTO DO INTERIOR	1.850	10	1.042	6	792																			
Linha do Douro (Calde - Marco de Canavezes)	20	10	0	0	10																			
Linha do Douro (Marco - Régua)	20		16	0	4																			
Linha do Douro (Régua - Pocinho)	16		14	0	2																			
Linha do Vouga (Aveiro - Sernada do Vouga e Espinho - Oliveira de Azeméis)	3		2	0	1																			
Linha do Sul (Ramal de Neves Corvo)	11		0	6	6																			
Corredor Aveiro / Leixões - Vilar Formoso Linha Betra Alta (Ramal Porto Aveiro + Ramal Portuvel Cacia + Plataforma de Cacia + Pampilhosa/V Formoso + Ramal de Viseu)	900	0	630	0	270	Principal																		
Linha Betra Baixa (Covilhã-Guarda)	80	0	60	0	20																			
Corredor Sines / Setúbal / Lisboa - Cacia (Sine / Setúbal / Lisboa - Cacia + Poceirão - V. Novas + Bombel - Casa Branca + Ramal Petrogal Sines)	800	0	320	0	480	Principal																		
TOTAL	2.639	10	1.606	6	1.017																			

Figura 6 - Investimento prioritário previsto para Portugal entre 2014 e 2020 (Fonte: PETI3+)

Legenda:

	Decisão preliminar
	Estudos
	Contratação/adjudicação
	Construção
	Abertura

O valor previsto de investimento para o período de 2014-2020 será de 2.630 milhões de euros, e comparando rapidamente os investimentos no sector ferroviário com as restantes infraestruturas de transporte se percebe a potencialidade do desenvolvimento que existirá em cada sector.

SECTOR	INVEST. (M€)	QREN	F. COM. 14-20	PRIV.	PUB.
Sector ferroviário	2.639	10	1.606	6	1.017
Sector marítimo-portuário	1.534	0	389	945	200
Sector rodoviário	898	120	96	600	82
Sector aéreo e aeroportuário	241	0	0	241	0
Transportes públicos de passageiros	755	15	592	88	60
TOTAL	6.067	145	2.683	1.880	1.359

Figura 7 - Investimentos entre 2014-2020 em Portugal por sector (Fonte: PETI3+)

Em anexo apresenta-se ainda mapas esquemáticos da evolução prevista em Portugal no que se refere a:

- Circulação de cargas máximas
- Eletrificação
- ETCS – GSM-R
- Sistema de sinalização

2.3. Impacto Ambiental

Relativamente ao ambiente, nunca é de mais realçar os benefícios do uso do comboio, em comparação com outros meios de transporte – nomeadamente o automóvel privado – é mais favorável o comboio.

O custo externo dos prejuízos ambientais que se atribuem ao transporte foi avaliado em cerca de 4,6% do produto interno bruto na união europeia (6), do qual 93% está associado ao tráfego rodoviário (reportando-se 70% exclusivamente a transporte individual), 6% ao tráfego aéreo e só 1% ao comboio. (7)

Segundo um estudo da União Internacional do Transporte Público (UITP) espera-se que, em 2020, este sector seja o maior consumidor de energia, superando o da própria indústria, prevendo-se que, naquele ano, o mundo consumirá o dobro da energia, que consome hoje.

Atualmente, calcula-se que cerca de 95% dos transportes têm por base a utilização do petróleo. Assim, qualquer futuro sistema de transporte que seja concebido terá que entrar em linha de conta com uma nova realidade que todos os Governos vão ter de encarar nas próximas décadas: o preço do petróleo barato terminou e não se espera que no futuro a situação se altere. Em 1998, o preço do barril de petróleo estava nos 12 dólares, hoje já encontra-se acima dos 60 dólares e se a economia portuguesa não estivesse ligada ao Euro a situação de Portugal seria ainda pior. Cada acréscimo de 1 dólar representa um aumento de 100 milhões de dólares no total. Tendo, em 2004, Portugal consumido 6 mil milhões de dólares (4).

Portugal deverá adotar uma estratégia para os transportes, que promova a poupança de energia, pois este sector será o que, no futuro, virá a apresentar o mais elevado nível de consumo, e com isto criar as condições necessárias para a redução do numero de veículos a circular, por toda a poluição associadas, bem como pelo peso que estes representam a nível de dependência económica externa.

3. Rede Ferroviária

3.1. Portugal

Em 1910 a Companhia dos Caminhos-de-ferro Portugueses, que devido à Implantação da República abandonou a palavra “Real”, arrenda a exploração da Linha de Cascais, em 1918 com a conveniente autorização governamental, à Sociedade Estoril. Esta empresa compromete-se a eletrificar a linha o que veio a acontecer em 15 de Agosto de 1926.

Devido a intercessões com o Cabo Submarino em Carcavelos os comboios elétricos são suspensos em 21 de Agosto. Só em 22 de Dezembro de 1926 os comboios elétricos voltam a circular definitivamente, depois de resolvidos todos os problemas técnicos, relativos às intercessões com o Cabo Submarino.

No ano de 1926 o Estado, abre concurso entre companhias nacionais para a concessão da exploração daquelas linhas, com a intenção de se libertar da exploração das suas redes do Sul e Sueste e do Minho e Douro. Ao concurso apresentam-se as seguintes empresas: Sociedade Geral de Comércio, Indústria e Transportes; Companhia União Fabril; Companhia do Caminho-de-ferro de Guimarães; Companhia dos Caminhos-de-ferro Portugueses; Banco Burnay; Companhia Industrial Resineira e Companhia Geral de Construções. Por despacho ministerial de 9 de Março de 1927 o governo arrenda as suas linhas do Minho e Douro e Sul e Sueste à Companhia dos Caminhos-de-ferro Portugueses. No entanto para a CP o panorama não era nada animador, já que as linhas do Estado se encontravam muito degradadas, dado que os investimentos estatais na via tinham sido escassos desde a sua construção e o material circulante mais recente, nomeadamente locomotivas, tinha sido recebido como forma de indemnização da guerra de 1914/18.

Devido à falta de experiência na via estreita, a CP subarrenda as linhas estreitas do Douro à Companhia Nacional dos Caminhos-de-ferro (Linhas do Corgo e Sabor) e à Companhia dos Caminhos-de-ferro do Norte de Portugal (Linha do Tâmega).

A 7 de Setembro de 1945 o governo, faz publicar a Lei 2008 que determina o plano de substituição de todas as concessões de linhas férreas de via larga e estreita por uma concessão única. Desta forma, pretendia-se conseguir uma maior eficiência económica nos transportes ferroviários, assim sendo, esta

Lei incluía as linhas do Estado do Minho – Douro e Sul – Sueste e todas as linhas exploradas pela Beira Alta, Norte de Portugal, Vale do Vouga e Companhia Nacional. A partir das zero horas do dia 1 de Janeiro de 1947 todas as linhas férreas portuguesas (exceto a linha de Cascais que continua arrendada à Sociedade) passam a estar integradas na CP. Em 1951 é assinado em definitivo o contrato de concessão única entre a Companhia dos Caminhos-de-ferro Portugueses e o governo.

A 17 de Outubro de 1947, a CP assina um contrato com a General Eléctric Portuguesa, para o fornecimento de 12 locomotivas Diesel – Elétricas. Passados, sensivelmente, 4 meses, o Conselho de Administração da CP aprova a deslocação aos EUA de elementos da sua companhia, para a frequência de cursos facultados pela American Locomotive Company. Estes cursos tinham como intuito a instrução para o manuseamento e conservação das locomotivas adquiridas. Estas locomotivas adquiridas à General Eléctric Portuguesa, entram em funcionamento com a intenção de começar a substituir as 341 locomotivas a vapor existentes até então.

Reconhecendo a estagnação em que o Caminho-de-ferro se encontrava em Portugal, o Estado, em 1953, ajuda a CP na sua reorganização e modernização. Integrado no I Plano de Fomento são atribuídos 283 milhões de escudos para instalações fixas e 450 milhões para a eletrificação das linhas.

No II Plano de Fomento Nacional são atribuídos 800 milhões de escudos para a eletrificação do Entroncamento ao Porto, 150 milhões para material Diesel, 160 milhões para material circulante e 190 milhões para renovação das linhas.

Dispondo de verbas tão avultadas dão os nossos Caminhos-de-ferro um salto qualitativo, no que concerne, aos serviços que vinham sendo prestados ao país. Com o final dos anos cinquenta dá-se início à eletrificação da Linha do Norte, depois de tal ter acontecido na linha de Lisboa a Sintra. Os 100 anos do Caminho-de-ferro em Portugal, são comemorados a 28 de Outubro de 1956 com a inauguração da eletrificação, no sistema de 25000 volts alternos em 50 ciclos, entre Lisboa e o Carregado e ainda a ligação a Sintra. Só em 28 de Abril de 1957, dá entrada em funcionamento o material eléctrico. As locomotivas e unidades eléctricas passam a circular juntamente com o material *diesel* que desde 1948 já fazia serviço nas linhas da Companhia. Durante os anos 60 são adquiridas mais locomotivas e automotoras *diesel*, bem como locomotivas eléctricas, permitindo acabar

gradualmente com a tração a vapor. Na Região Centro ela acabou em 15 de Fevereiro de 1968 e na Região Sul em 1969.

Com o III Plano de Fomento são atribuídos, entre 1968 e 1973, aproximadamente 4500 milhões de escudos para os Caminhos-de-ferro. Daquele valor 56% são destinados a infraestruturas e 35% a material motor. O Estado reforça a sua posição na CP já que da verba atribuída pelo III Plano de Fomento 1480 milhões de escudos são uma participação do próprio Estado. O restante foi obtido através da emissão de obrigações e por financiamentos internos e externos.

Em 1975, através do Decreto-Lei nº 205B/75 de 16 de Abril a CP é nacionalizada, passando o Estado a ter uma posição de controlo total da Companhia. A Sociedade Estoril é integrada na CP e em 25 de Março de 1977 são publicados os estatutos da transportadora ferroviária nacional, que adotam a designação de CP – Caminhos-de-ferro Portugueses, Empresa Pública. No mesmo dia, as locomotivas a vapor encerram a sua atividade em definitivo da via larga, nas Regiões Centro e Sul. Posteriormente é a vez da Região Norte dizer também adeus ao vapor em via larga. Em via estreita o vapor ainda prolongava por mais alguns anos a vida das suas locomotivas.

Com o final dos anos setenta os Caminhos-de-ferro entram numa fase de estagnação, em que os investimentos são bastantes reduzidos, limitando-se à aquisição de algum material circulante. Em termos de infraestruturas é apenas de salientar a ligação entre Poceirão e Águas de Moura, linha que vai permitir uma melhor ligação ao sul e também a Sines, que era a verdadeira razão da construção deste troço de via-férrea.

Os anos oitenta vão encontrar os Caminhos-de-ferro Portugueses numa verdadeira encruzilhada. O Estado parece interessado em desenvolver o transporte ferroviário, anunciando a atribuição de largas verbas, cujos resultados práticos são reduzidos. Apenas a nova travessia do Rio Douro (Ponte São João), inaugurada em Junho de 1991, foge a esta situação, acabando a nova ponte com um estrangulamento na rede. Em contrapartida em muitas das linhas de tráfego reduzido a exploração é suspensa, causando grandes conflitos entre a empresa ferroviária e as populações.

Com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia o panorama ferroviário português pouco muda. Os apoios atribuídos pela Comunidade são encaminhados prioritariamente para construção de estradas, vias rápidas e autoestradas.

É, apenas, na década de noventa que os Caminhos-de-ferro são olhados com atenção pelo Estado Português, investindo largas verbas e lançando obras de grande envergadura. Para além da aquisição de novas locomotivas elétricas e da eletrificação do troço Entroncamento – Abrantes, os investimentos são canalizados para a reconversão e eletrificação da Linha da Beira e para a modernização da Linha do Norte. Na linha de Sintra dá-se início a um ambicioso plano de modernização com a construção de novas estações, para além da quadruplicação dos seus primeiros quilómetros, onde o novo material circulante entra também ao serviço. Nos arredores do Porto os troços suburbanos das linhas do Minho e Douro, são duplicados e eletrificados.

Com o aproximar do fim do século, Portugal é um autêntico estaleiro ferroviário: a Linha do Norte recebe comboios com tecnologia pendular através de um contrato celebrado entre a CP e a FIAT Ferroviária para a aquisição de 10 locomotivas pendulares; a Linha da Beira Alta está apta a receber comboios de grande tonelagem tracionados por locomotivas elétricas; as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto são palco de grandes obras de modernização dos seus principais eixos ferroviários de acesso; constrói-se finalmente uma ligação ferroviária que liga Lisboa à outra margem do Tejo, utilizando a ponte construída em 1966 (Ponte 25 de Abril); a Linha do Sul prepara-se para ser eletrificada. Em Lisboa é construída uma nova estação – Estação do Oriente – com o objetivo principal de servir a Exposição Universal de 1998. À sua volta é construída uma verdadeira plataforma intermodal de transportes, com ligações ao metro, aos autocarros urbanos e suburbanos, tanto no corredor de Vila Franca de Xira, como no novo eixo do Montijo, em função da entrada em funcionamento da nova ponte sobre o Tejo.

Com o aproximar do ano 2000 também o Estado revê a sua posição sobre o Caminho-de-ferro. A já secular Caminhos-de-ferro Portugueses é repartida em duas empresas, uma que constrói e gere as linhas e outra que opera os comboios. A CP é o operador público de transporte ferroviário em Portugal. Fruto das profundas alterações introduzidas no sector ferroviário português e à luz das orientações comunitárias, nomeadamente com o surgimento da empresa pública gestora da infraestrutura ferroviária (REFER – Rede

Ferrovária Nacional, EP) a CP concentra-se hoje na exploração do transporte de passageiros e mercadorias nas linhas férreas e ramais que integram a rede ferroviária nacional, com exceção do transporte suburbano do eixo ferroviário Norte/Sul da região de Lisboa, concessionado a um operador privado, a FERTAGUS.

Por outro lado, num cenário de progressiva liberalização do mercado de transporte ferroviário com a possibilidade de acesso de novos operadores, a CP, reorganizou-se para enfrentar os desafios inerentes a um mercado concorrencial. O estado continua a tutelar as suas atividades, mas tudo indica que o mercado ferroviário poderá receber capitais privados a curto prazo.

Depois de quase um século e meio de existência, o Caminho-de-ferro em Portugal está reduzido a dois eixos fundamentais: Braga – Lisboa e a ligação pela Beira Alta à Europa. As linhas do Sul têm uma expressão reduzida, realizando um serviço regional num território cada vez mais desertificado. Além destes dois eixos, mantêm-se as ligações suburbanas de Lisboa, Porto e Coimbra, cuja importância é vital para o acesso das populações residentes nas áreas adjacentes a estas cidades. Com as obras em curso neste final de século, parece haver condições para que o Caminho-de-ferro em Portugal, dê um salto qualitativo de forma a recuperar o atraso de décadas. Do transporte “porta a porta”, muito utilizado no decorrer de décadas passadas, o Caminho-de-Ferro está cada vez mais vocacionado para, além dos serviços suburbanos, assegurar as ligações rápidas nacionais ao longo do litoral (Braga - Faro) e também a ligação europeia da Beira Alta, garantindo o transporte de passageiros e mercadorias em velocidades cada vez mais elevadas. Fruto desta evolução, em 7 de Dezembro de 2005, ocorreu a apresentação do Projeto de Alta Velocidade em Portugal, que iria permitir ligações entre grandes distâncias num curto espaço de tempo, sendo que esta não se viria a concretizar até à presente data por diversos constrangimentos de várias naturezas.

Portugal encontra-se, atendendo aos dados de 2012 do deepask, na 50ª posição do ranking mundial no que diz respeito à extensão dos caminhos-de-ferro, com 2541 km de linha férrea.

3.2. Espanha

A vizinha Espanha teve um percurso muito parecido ao português tendo como entidade reguladora a nível ferroviária a RENFE (Rede Nacional de Ferrocarriles Españoles).

A RENFE, foi uma empresa ferroviária espanhola, que resultou da junção de todas as empresas ferroviárias espanholas, que existiram entre 1941 e 2004. No dia 1 de Janeiro de 2005, o monopólio da RENFE acabava, dividindo-se a RENFE no ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), e na Renfe Operadora.

A RENFE foi criada em 1941, que resultou da junção de todas as empresas ferroviárias espanholas, entre as quais se destacam:

- Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España, criada em 1858.
- Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante, criada em 1856.
- Compañía del Oeste, criada em 1928.
- Ferrocarriles Andaluces, criada em 1936.

O objetivo da criação da RENFE foi reabilitar a rede ferroviária espanhola, gravemente danificada pela Guerra Civil, antes da falência económica de empresas ferroviárias que tinham então explorado a rede. A RENFE explorou a rede ferroviária espanhola no regime de monopólio até ao dia 31 de Dezembro de 2004.

A partir da década de 1970 e principalmente de 1980, a RENFE começou a reger-se por uma política de rentabilidade económica, que consistia em encerrar todas as linhas que não eram rentáveis. No dia 1 de Janeiro de 1985 encerraram-se mais de 900 km de linhas, entre as quais a linha Santander-Mediterrâneo, Via de la Plata, etc.

As divisões comerciais ou unidades de negócio da RENFE eram:

- Alta Velocidade
- Grandes Linhas
- Regionais
- Urbanos
- Mercadorias e Logística
- Manutenção Integral de Material Circulante

No dia 1 de Janeiro de 2005, acabou o monopólio da RENFE, e a empresa dividiu-se em dois:

- Renfe Operadora, que está encarregada do transporte de passageiros e mercadorias. Também realiza a manutenção e o fabrico de material ferroviário.
- ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), que gere linhas, estações, circulações, etc., cobrando um preço às empresas usuárias da rede, entre elas a Renfe Operadora.

Devido às novas diretivas económicas da União Europeia, o Governo Espanhol deveria abrir a rede ferroviária à concorrência, pelo que se implementou uma nova legislação para o sector ferroviário, que deveria entrar em vigor no dia 1 de Junho de 2004, mas que se atrasou devido a ascensão do governo de José Luís Zapatero no dia 1 de Janeiro de 2005.

No dia 31 de Dezembro de 2004, a RENFE uniu-se com o GIF (Gestor de Infraestructuras Ferroviárias) e, minutos mais tarde, no dia 1 de Janeiro de 2005, a Entidad Pública Empresarial Renfe Operadora desprendia-se da RENFE, que a partir desse momento se começou a chamar Entidad Pública Empresarial Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF). A Renfe Operadora especializou-se na prestação de serviços de transporte, enquanto o ADIF ficou encarregado com as funções de atribuição de capacidades, manutenção e construção de infraestruturas da rede ferroviária espanhola.

De salientar que apesar de Espanha possuir a mesma bitola que Portugal, as linhas de alta velocidade encontram-se ao nível Europeu (apresentando uma bitola de 1435mm e seguindo para a Europa), uma vez que é possível usar material circulante com velocidades de categoria I de acordo com o definido na Diretiva 96/48/EC de 23 de Julho de 1996 que define:

- Categoria I – as linhas especialmente construídas para a Alta Velocidade, equipadas para velocidades geralmente iguais ou superiores a 250 km/h;
- Categoria II – as linhas especialmente adaptadas para a Alta Velocidade, equipadas para velocidades da ordem dos 200 km/h;
- Categoria III – as linhas especialmente adaptadas para a Alta Velocidade, de natureza específica devido a condicionalismos de topografia, relevo ou meio urbano e nas quais a velocidade deverá ser adaptada caso a caso.

É reconhecida a importância da ferrovia de alta velocidade na coesão social e territorial nacional, na integração Europeia e na criação de condições para a modernização e aumento da competitividade do país num contexto de globalização. As redes ferroviárias de alta velocidade tem imposto uma competitividade saudável entre países, em que a pressão para alcançar novos e melhores níveis de qualidade de serviço de transporte e de competitividade da economia é uma constante, sendo que a Espanha tem cerca de 15665 km de extensão em linhas férreas.

3.3. França

Na França, o transporte ferroviário é caracterizado por uma predominância do tráfego de passageiros, impulsionada em especial pela alta velocidade, comparativamente ao tráfego de mercadorias. A Société Nationale des Chemins de Fer Français (Sociedade Nacional dos Caminhos de Ferro Franceses, SNCF), goza de um quase-monopólio de exploração dos serviços na rede ferroviária nacional, por isso, é a segunda empresa ferroviária europeia para o transporte de viajantes com 72,2 bilhões de passageiros-quilómetros, embora seja apenas o quinto para transporte de mercadorias, com 46,8 mil milhões de toneladas-quilómetros em 2002.

A história dos caminhos-de-ferro franceses começou no início do século XIX, e tiveram sempre ao longo dos anos em comum uma forte vontade política do Estado tanto na direção escolhida como nos meios mobilizados. No entanto, a França já possuía uma rede secundária importante sendo que esta era propriedade de empresas privadas.

A primeira linha ferroviária em França foi concedida 26 fevereiro de 1823 por ordem do rei Luís XVIII, a linha de Saint Etienne Andrezieux, com 23 km de extensão, concedida para o transporte de carvão. Esta linha foi colocada em serviço a 30 de junho de 1827 e foi a primeira na Europa continental sendo a tração dos vagões realizada por cavalos.

A rede ferroviária em 1856, virou-se totalmente para Paris, com o intuito de possibilitar a movimentação na capital, assim em 1838, Victor Alexis Baptiste Legrand traçou as grandes linhas de uma rede em estrela centrada em Paris que viria mais tarde a ser conhecido como a estrela de Legrand. Assim com o traçado proposto para a rede, o país experimentou uma influência forte na geografia económica e social do tempo.

O serviço de passageiros da SNCF estagnou durante o tempo das duas grandes guerras comparativamente com o automóvel e o avião, no entanto o tráfego está novamente a aumentar desde a década de 1980. Esse crescimento é devido principalmente à ascensão da rede de alta velocidade desde o lançamento do TGV (*Train à Grande Vitesse*) no troço Paris-Lyon, em 1981. Evidenciou-se também um aumento do tráfego regional (TER) desde os primeiros acordos assinados entre a SNCF e as várias regiões de França no final de 1990.

Entre os anos 1990 e 2000, a França a par dos restantes países europeus, viu-se obrigada a aplicar as reformas previstas pela União Europeia, incluindo a separação da infraestrutura e da exploração, o que levou à criação do Réseau Ferré de France (Rede Férrea Francesa, RFF), em 1997, e a separação das atividades da SNCF: Grandes Linhas e Transportes Públicos para Passeiros, o frete e Infra-estrutura, para a qual RFF delegados a operação e manutenção da rede. Outra grande medida que viria a tornar-s realidade: a liberalização do transporte com o fim do monopólio da SNCF para as mercadorias em duas etapas em 2003 e 2006.

Em 1 de Janeiro de 2015, a SNCF Réseau nasceu após o agrupamento da RFF, da SNCF-infra e da Direction de la Circulation Ferroviaire (Direção da Circulação Ferroviária, DCF).

A França encontra-se com cerca de 30013 km de linha férrea e é o 7º país com mais quilómetros de linhas férreas.

3.4. Japão

Não é passível de se falar em avanço e desenvolvimento da via-férrea sem se falar no Japão. A história do caminho-de-ferro no Japão iniciou-se sensivelmente 50 anos após o primeiro caminho-de-ferro em Inglaterra já no fim do chamado período de Edo e pode-se talvez agrupar todo o processo de desenvolvimento em quatro grandes fases:

- Fase 1, desde 1872, com a criação da primeira linha de Tóquio a Yokohama e até ao fim do conflito com a Rússia (1904-1905);
- Fase 2, desde a nacionalização entre 1906 e 1907, até ao fim da 2ª Guerra Mundial;

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

- Fase 3, desde o pós-guerra até à criação do JNR (caminho-de-ferro nacional japonês) em 1987;
- Fase 4, desde a privatização até ao presente, com a divisão da JNR em seis operadoras de transporte de passageiros e uma de mercadorias.

O transporte ferroviário no Japão merece o reconhecimento da sua reputação de eficiência, capacidade, pontualidade e tecnologia. A estação de Liner, é um dos primeiros sistemas de trânsito em carril automatizados do mundo, inaugurado em 1981. O túnel Seikan, o túnel ferroviário mais longo do mundo, a Grande Ponte Seto ligando quatro das maiores ilhas do Japão por via-férrea em 1988. O SCMaglev (comboio de levitação magnética) atingiu o seu mundo recorde de velocidade de 581 km/h em 2003, enquanto o Linimo (um comboio de levitação magnética) muito mais lento, estreou em 2005, e é reconhecido como o primeiro metro maglev (ou maglev urbano) do mundo sendo que esta versão de comboio por levitação magnética tem as suas origens no Birmingham Maglev (1984-1995), no Berlin M-Bahn (1989-1991) e no Shangai Maglev (2004).

Um comboio japonês de levitação magnética bateu um novo recorde mundial de velocidade ao atingir 590 km/h numa viagem experimental, informou uma companhia ferroviária do Japão no dia 16 de abril de 2015, este record duraria apenas 4 dias uma vez que o mesmo comboio atingiu 603 km/h. O comboio percorreu mais de um milhão de quilómetros nesta fase de testes, anunciou a Japan Railways Group, que planeia abrir em 2027 a primeira linha para um comboio de levitação magnética no país. O comboio de alta velocidade vai ligar em 40 minutos a capital japonesa, Tóquio, à cidade de Nagoya, numa distância de 286 quilómetros. A construção da linha, orçada em 66,6 mil milhões de euros, começou em outubro de 2014 após receber aprovação do governo japonês.

O desenvolvimento do Japão, no século 20 é análogo ao do seu transporte ferroviário. Ao longo dos tempos, as ferrovias foram os mais importantes meios de transporte, e ainda o são nas grandes cidades. Como muitas cidades suburbanas foram desenvolvidas por operadores ferroviários, a sua importância é incontestável e algo único no mundo. O Japão tem 20140 km em linha férrea e é atualmente o 13º classificado a nível mundial no que diz respeito à extensão de linhas férreas.

3.5. Rede Ferroviária

De salientar ainda que alguns países que pelas suas dimensões e densidade populacional, encontram-se no topo da classificação com o maior numero de quilómetros de linha férrea e em alguns dos casos só uma infraestrutura como o caminho-de-ferro permitiu o desenvolvimento e a inovação do país.

Na figura seguinte podemos graficamente ter uma ligeira perceção desses valores.

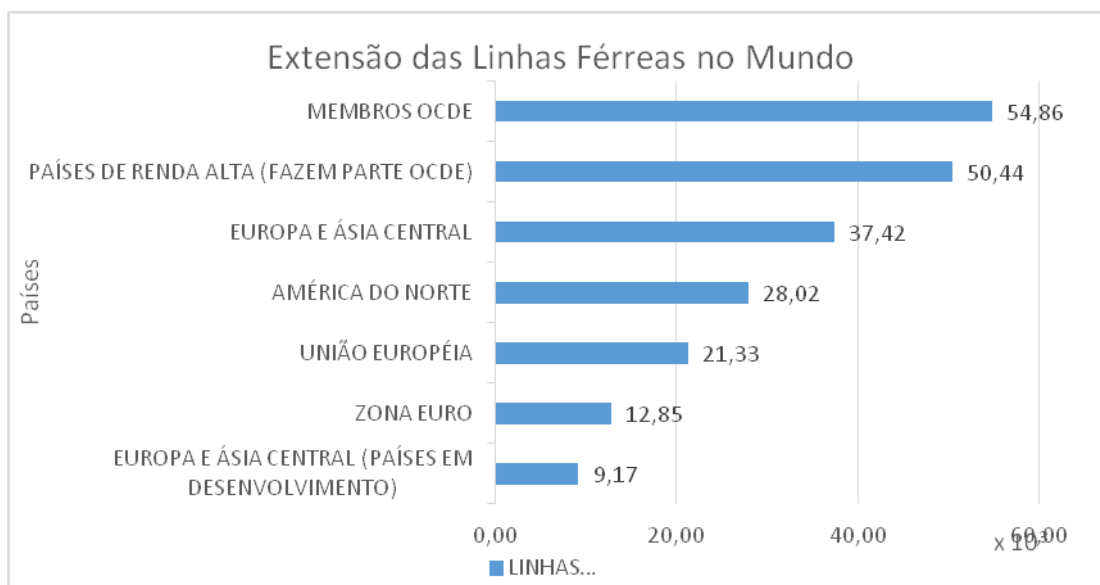


Figura 8 - Extensão das linhas férreas por país (Fonte: Deepask, dados de 2012)

Assim e atendendo a estes dados torna-se relevante também reorganizá-los de modo económico, constatando-se que a linha férrea é uma infraestrutura a ter em consideração para o desenvolvimento socioeconómico.

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Gráfico 1 - Extensão das Linhas Férreas no Mundo (Fonte: DeepAsk, dados de 2012)



4. Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovia

4.1. Estrutura

A via ferroviária é uma estrutura extremamente complexa, composta por diversas áreas que interagem entre si com o mesmo objetivo, que se traduz na circulação de comboios, garantindo-lhes condições mínimas para que esta se efetue com segurança, economia e conforto. Este sistema não é apenas composto pela via, mas também pelas áreas de operação, do suporte administrativo e manutenção, todas elas com características distintas.

A operação contempla a parte de circulação, encontrando-se interligada com o Centro de Controlo, unidade que faz o planeamento operacional da circulação. Este Centro de Controlo atua no dia-a-dia por forma a melhorar as rotas, a alocação adequada de equipamentos, a alocação mais económica de locomotivas e comboios, e a concessão de intervalos de manutenção (8).

O desempenho económico da via-férrea está diretamente ligado ao seu nível de rendimento em relação a menores interrupções no tráfego da via permanente, onde circulam as composições.

A via permanente é a obra de construção civil necessária à implantação da via-férrea, sendo a primeira integrante da segunda. Na figura apresenta-se um perfil transversal tipo de uma via permanente.

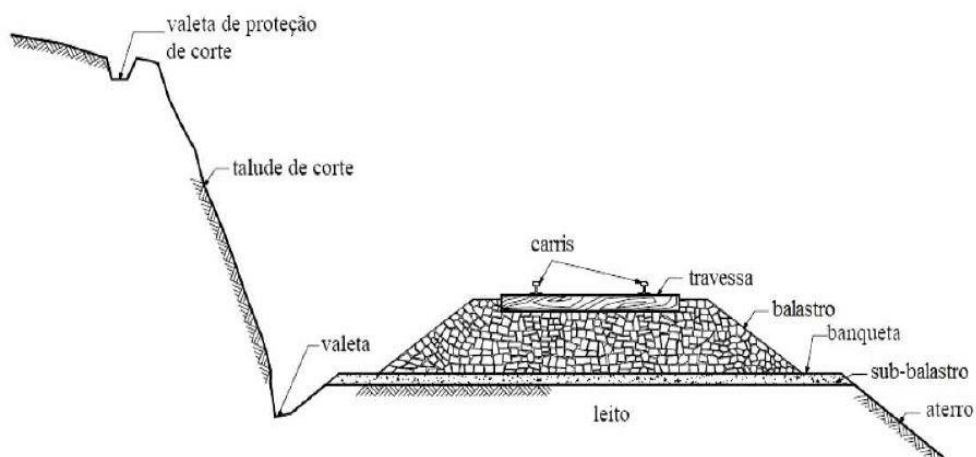


Figura 9 - Via permanente "tipo" (Adaptado de: (8))

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Considera-se que a estrutura da via-férrea consiste no conjunto de instalações e equipamentos que compõem a superestrutura e a infraestrutura ferroviária. São elementos que constituem a primeira, o denominado armamento e o balastro, onde o armamento da via é comumente constituído pelos carris, travessas, palmilhas, sistema de fixação carril - travessa e ainda pelos aparelhos de mudança de via (AMV). A segunda parte da via é constituída pelo sub-balastro e pela fundação, também conhecida por leito da via ou coroamento. A figura seguinte representa um perfil transversal da via balastrada, onde é possível observar as camadas mais correntes, nas vias-férreas.

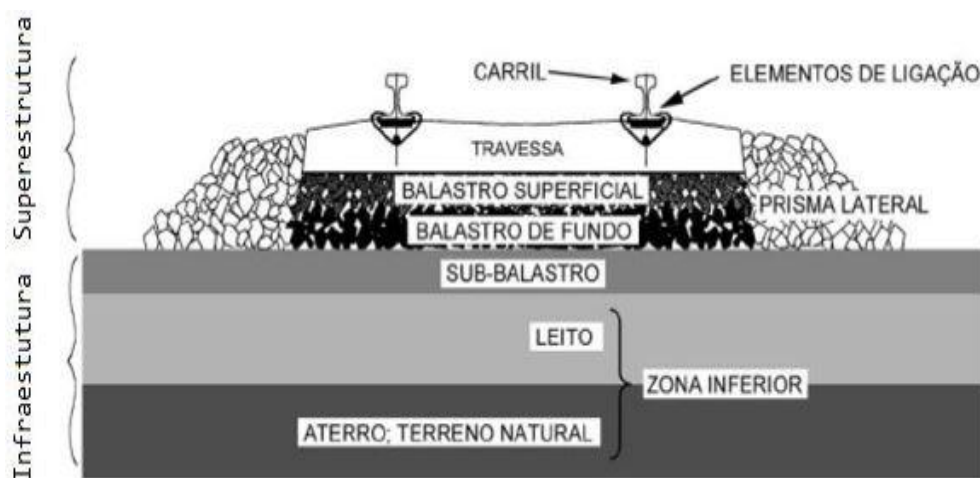


Figura 10 - Perfil transversal de uma via balastrada "tipo" (Adaptado de: (9))

O principal motivo de se adotar esta divisão, entre subestrutura e superestrutura, prende-se com o facto de que tanto a via balastrada, como a via não balastrada (via em laje) apresentarem características semelhantes para a subestrutura, pelo que se pode afirmar que as diferenças morfológicas entre estas soluções se encontram principalmente na superestrutura (9).

O dimensionamento da infraestrutura requer a utilização de materiais com determinados requisitos de qualidade que assegurem o bom comportamento estrutural relativamente às diferentes solicitações, e que garantam um bom funcionamento a longo prazo de toda a estrutura.

A fundação é, em geral, formada por solos locais, granulares ou argilosos. A camada de coroamento é habitualmente constituída por um solo de boa qualidade, sendo igual ao da plataforma quando este apresenta os requisitos mínimos a ser utilizado. Por fim, a camada

de sub-balastro é composta por materiais de qualidade elevada, em geral de origem granular ou recorrendo-se, em alguns casos, ao uso de misturas betuminosas.

Em caso de presença de solos de fundação de fraca qualidade, as normas ferroviárias sugerem um aumento da camada de sub-balastro ou coroamento, de modo a garantirem-se as condições mínimas estruturais e a durabilidade da infraestrutúra.

No que se refere aos aspetos técnicos da via-férrea, verifica-se atualmente uma crescente tendência para a instalação de novas soluções de superestrutura sobretudo para novas linhas de alta velocidade. Estas soluções apresentam novos materiais e soluções construtivas melhoradas relativamente a solução tradicional de via-férrea balastrada. São soluções cujas vantagens se centram na racionalização de custos globais, tendo em conta o ciclo de vida das estruturas e as crescentes exigências impostas à operação ferroviária (9).

Simplificadamente, as soluções de via resumem-se às seguintes:

- Via balastrada;
- Via não balastrada;
- Via de apoio misto.

Neste capítulo, descrevem-se os elementos que compõem a via-férrea balastrada tradicional, tema deste trabalho, as suas características e o modo como funciona.

4.2. Superestrutura

O sistema ferroviário nasce da interação entre a via-férrea e o material circulante, sendo portanto imperativo garantir que todos os elementos presentes numa via assegurem determinada função, no sentido de proporcionar um bom funcionamento global e equilibrado para a passagem do tráfego.

Ao longo da vida útil da superestrutura férrea será notória uma redução da qualidade dos seus materiais constituintes devido a ações externas, identificando-se através do estado de tensão - deformação.

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

Este estado tensão-deformação resulta da ocorrência de ações de rotura por fadiga e da ocorrência de deformações permanentes na superfície da via.

Neste sentido, distinguem-se as funções da superestrutura e da subestrutura, apresentando uma descrição detalhada dos elementos que as constituem (figura 11).

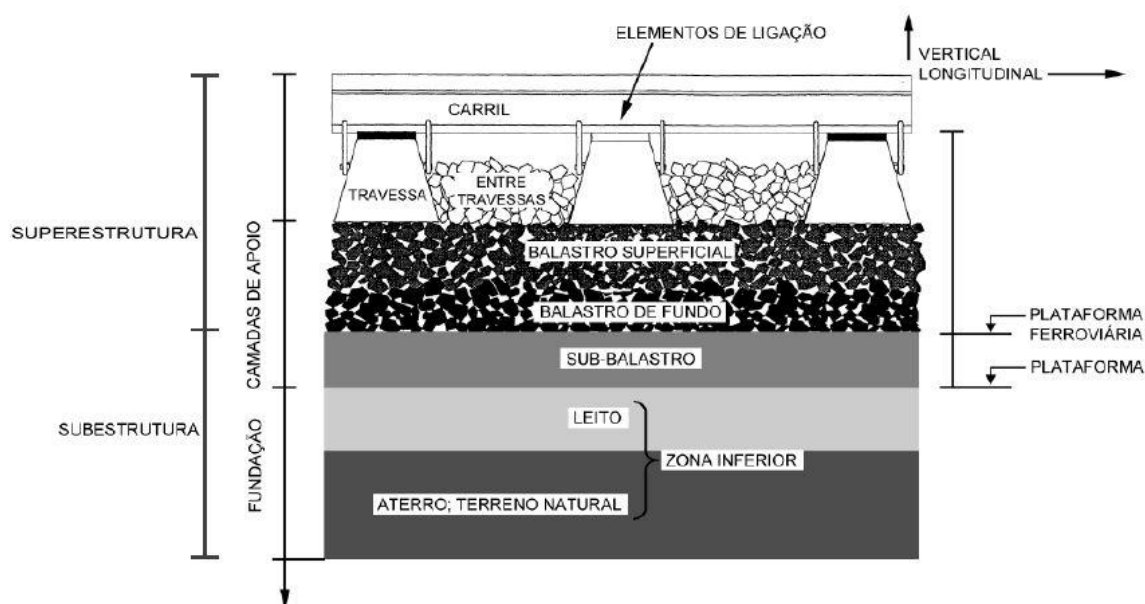


Figura 11 - Esquema da superestrutura e infraestrutura (Adaptado de: (8))

Em sentido lato, a superestrutura tem como principal função receber as tensões provenientes da carga nos carris e dissipá-las em profundidade. A superestrutura é formada pela camada de balastro, pelas travessas, pelos sistemas de fixação e pelos carris, cada um destes elementos suporta direta ou indiretamente as ações externas aplicadas à estrutura férrea. É desta forma que os esforços gerados são transmitidos para a plataforma.

Carril

Os carris são os elementos da via permanente em aço que sustentam e guiam o material circulante no seu trajeto. Este elemento estrutural funciona como uma viga contínua suficientemente rígida, de modo a transmitir, aos elementos subjacentes, as ações verticais, transversais e longitudinais que recebe do material circulante, bem como os esforços de origem térmica.

Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovia

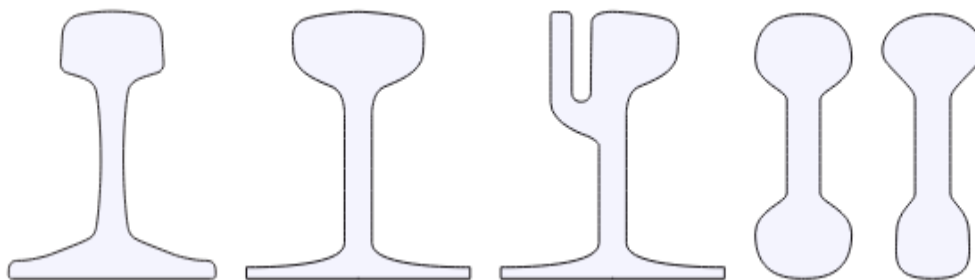


Figura 12 - Da esquerda para a direita: carril UIC 54, carril UIC 60, carril de Gola, carril de cabeça dupla simétrico e carril de cabeça dupla assimétrico (Fonte: www.ferropedia.es/wiki/Carril)

O carril Vignole, esquematizado na figura 12 (os dois primeiros), é o mais utilizado atualmente e está instalado na maioria das redes ferroviárias europeias, sendo os mais usados o 54 E1 (UIC 54) e o 60 E1 (UIC 60) e, que se caracterizam através do seu peso por metro linear (54 kg/ml e 60 kg/ml, respetivamente).

Os carris são compostos pela face de rolamento, cabeça, alma e patilha, tal como se encontra esquematizado na figura 13.

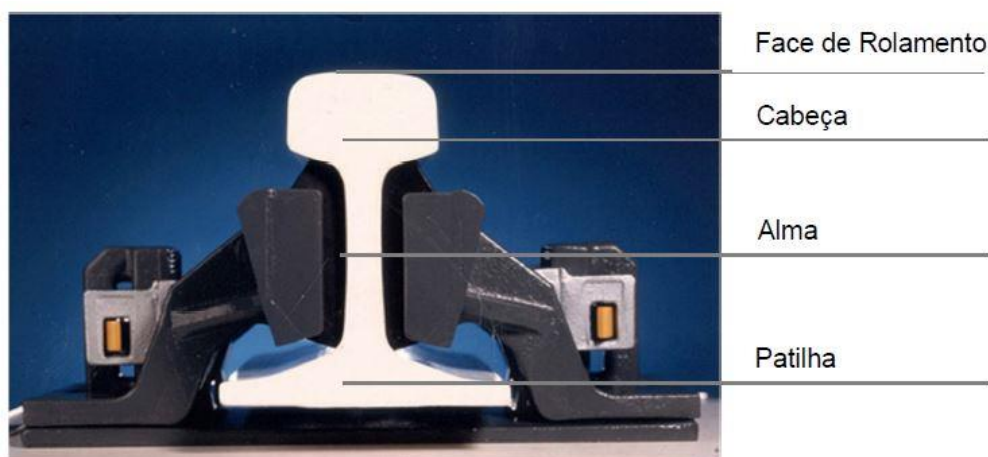


Figura 13 - Esquema das secções do carril (Adaptado de: (8))

De modo a garantir a qualidade da via, cada seção do carril deve preencher determinados requisitos, pois a vida útil do carril é limitada pelo desgaste ondulatório ou pela rutura por fadiga, proporcionada pelos carregamentos cíclicos a que é exposto.

Tendo também em linha de conta que, o tipo de aço, a rigidez de flexão, a regularidade geométrica, as características relacionadas com as juntas (ou a sua ausência) e as solicitações, sobretudo dinâmicas, a que os carris estão sujeitos podem influenciar o comportamento dos restantes elementos da via-férrea (10).

Assim sendo, é necessário que a cabeça do carril seja maciça o suficiente para que o desgaste ondulatório não afete o momento de inércia e as suas arestas deverão ser arredondadas, pois assim permitem diminuir a ação das tensões residuais.

O aumento da alma, altura dos carris, proporciona-lhes uma maior rigidez de flexão, o que permite distribuir a carga por um maior número de travessas, reduzindo assim o assentamento das travessas e a solicitação sobre as camadas de apoio. A patilha deve ter espessura suficiente garantindo a perpendicularidade da alma à travessa ou à placa de apoio, aquando de solicitações transversais.

Para permitir boas condições de contacto roda – carril e reduzir o desgaste ondulatório no carril, este é assente com uma inclinação de 1:20 sobre a vertical.

Atualmente, os carris podem apresentar-se em duas configurações, em carris curtos, ou com juntas, e em carris de barra longa, ou sem juntas. Os primeiros permitem dilatação livre quando ocorrem variações de temperatura, sendo o comprimento máximo do carril função da folga na junta, pois as ligações são aparafusadas. Os segundos, barras longas soldadas (BLS), impedem que o carril se movimente aquando das variações de temperatura, tornando desnecessárias as folgas, traduzindo um maior intervalo de operações de conservação, menor oscilação dos veículos e menor produção de vibrações e ruídos, proporcionando um nível de conforto superior. No entanto, o carril de barra longa está sujeito a esforços internos consideráveis com as variações de temperatura, torna mais difícil a substituição dos elementos da superestrutura e exige um investimento inicial mais elevado (10).

Travessa

As travessas são elementos intermédios da superestrutura da via, que se situam na direção transversal da via, e constituem os elementos de ligação entre o balastro e o carril.

A travessa é definida como o elemento da estrutura ferroviária que tem por função receber e transmitir ao balastro os esforços produzidos pelas solicitações estáticas e dinâmicas provocadas pelos veículos, suportar o sistema de fixações dos carris, impedir movimentos

Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovia

verticais, laterais e longitudinais dos carris, preservar a bitola e a inclinação do carril e garantir isolamento elétrico entre os dois carris da via.

Este elemento encontra-se principalmente submetido aos esforços de flexão, que dependem das ações impostas, do tipo de apoio sobre o balastro, do seu comprimento, entre outros.

Na figura 14, apresenta-se a distribuição de carga tipo nas travessas adjacentes ao ponto de aplicação de uma carga estática. A travessa localizada sob a carga estática recebe aproximadamente 30% da carga aplicada e as adjacentes, aproximadamente 20%. Estes valores dependem, naturalmente, da flexibilidade da via (11).

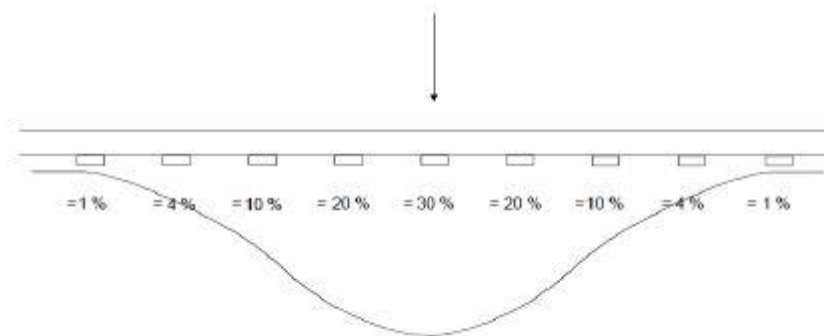


Figura 14 - Carregamento tipo nas travessas adjacentes ao ponto de aplicação de uma carga estática (Adaptado de: (10))

O material das travessas tem sido alvo de estudo ao longo dos tempos, podendo estas serem de madeira, de betão ou metálicas. No entanto, todas elas devem isolar eletricamente os carris.

Desde o início do caminho-de-ferro, as travessas de madeira sempre tiveram grande utilização, devido às suas características próprias, encontrando-se atualmente em quase todas as vias antigas ou de pouco tráfego.

As travessas de madeira se possuírem elevada densidade, dureza e garantirem uma boa absorção, apresentam vantagens como fácil fabrico e manuseamento, asseguram um bom nivelamento devido à sua interação com o balastro e ótima distribuição de cargas.

Este material é recomendado para vias cujo solo de fundação é de baixa qualidade. Atualmente, o seu uso na Europa é limitado aos locais onde não é viável o uso de travessas de betão.

O recurso a travessas de betão teve início após a Segunda Guerra Mundial, pois tornou-se significativa a escassez da madeira e surgiu um avanço significativo do betão. Atualmente são as mais utilizadas por serem fabricadas a partir de matéria-prima inesgotável, apresentarem uma elevada longevidade e assegurem uma boa fixação e estabilidade da via, dado o seu elevado peso (12).

O mercado ferroviário apresenta três tipos de travessas de betão, as do tipo bibloco (de betão armado), do tipo monobloco (de betão pré-esforçado) e as travessas-pórtico, tal como ilustra a figura 15.

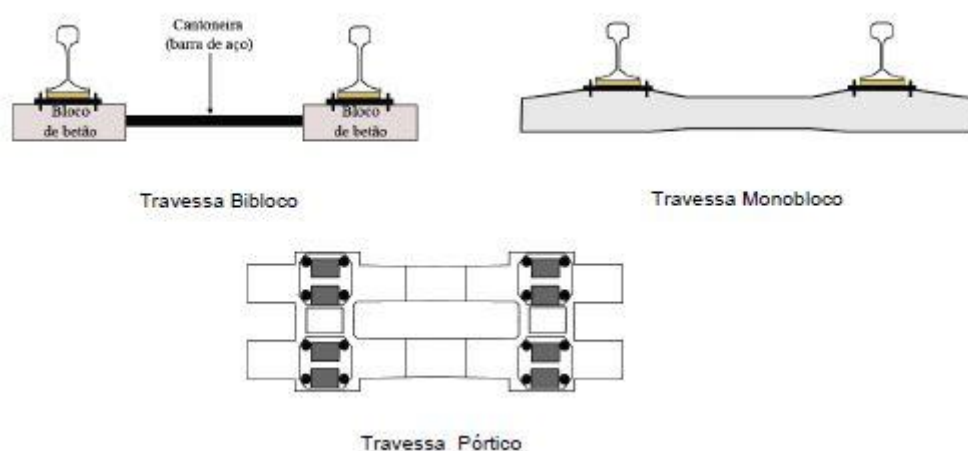


Figura 15 - Travessas usadas na ferrovia (Fonte: (10))

A travessa bibloco apresenta uma principal vantagem em relação à travessa monobloco. Permite atingir uma maior resistência lateral do balastro, pela existência de um maior número de superfícies de contacto entre a travessa e o balastro, sendo visivelmente uma travessa mais leve, pois tem uma cantoneira em aço como elo de ligação, ao invés de betão. A travessa monobloco, por se apresentar como um só bloco de betão armado, é submetida a elevados momentos fletores que atuam em diferentes secções das travessas, mas por ser pré-esforçada, garante menos suscetibilidade à fendilhação do betão. Por outro lado, devido ao seu maior peso, confere maior estabilidade e permite transmitir esforços horizontais e verticais, mesmo em caso de desnivelamento transversal.

Ao longo dos últimos anos as travessas metálicas foram encaradas como alternativa às travessas de madeira e às travessas de betão (figura 16). No entanto, tornaram-se pouco viáveis devido às desvantagens que apresentam, tais como, o seu difícil posicionamento na

Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovia

via, quer na horizontal, quer na vertical, exigem um isolamento elétrico especial, são ruidosas, a sua conservação é difícil e são suscetíveis a ataques químicos (10).



Figura 16 - Travessas metálicas (Fonte: (15))

Atualmente é notória a tendência de instalar travessas de grande resistência, como as do tipo monobloco, de betão armado pré-esforçado, com espaçamentos usuais de 60 cm, para as linhas de alta velocidade. Do grupo de travessas de betão encontram-se as travessas polivalentes, estas travessas apresentam capacidade de instalação para duas bitolas diferentes, no caso de Portugal, tanto para a bitola de linhas de alta velocidade, 1435 mm, como para a bitola Ibérica de vias correntes, 1668 mm.

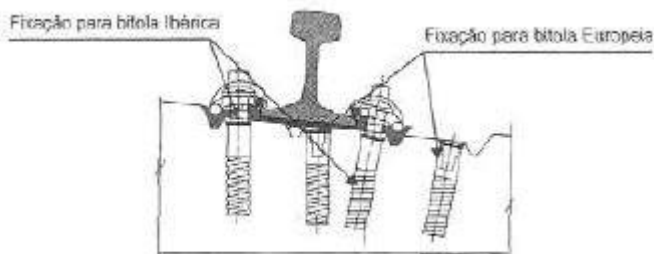


Figura 17 – Travessas Polivalentes (Fonte: adaptado de (13))

Elementos de Ligação e Fixação

Os elementos de ligação devem promover o apoio adequado dos carris e a fixação destes às travessas, resistindo aos esforços originados pelas ações verticais, laterais, longitudinais e de torção (transmitidas pelas rodas), e aos esforços produzidos pelas variações de temperatura dos carris.

Além disso, estes elementos devem ainda reduzir as tensões e as vibrações causadas pelas cargas dinâmicas. O tipo de ligação e as características dos elementos de ligação e de apoio estão relacionados com o tipo de travessa de cada via (10).

- Barretas

As barretas funcionam como elementos de continuação e reforço dos carris, como mostra a figura 18. Estes elementos são montados na alma do carril e apertados com quatro ou seis parafusos de elevada resistência. A configuração dos furos é oval, permitindo a dilatação das extremidades. No entanto, estas peças introduzem grandes esforços adicionais, estando suscetíveis a vibrações e solicitações dinâmicas, produzindo assim defeitos nas extremidades do carril. Nas vias-férreas Europeias, é comum dispor as juntas de forma coincidente, tal como mostra a figura 19, no entanto em Portugal opta-se sempre que possível por não as fazer coincidir e existir pelo menos 18m de distância entre elas.



Figura 18 - Barretas (Fonte: (13))

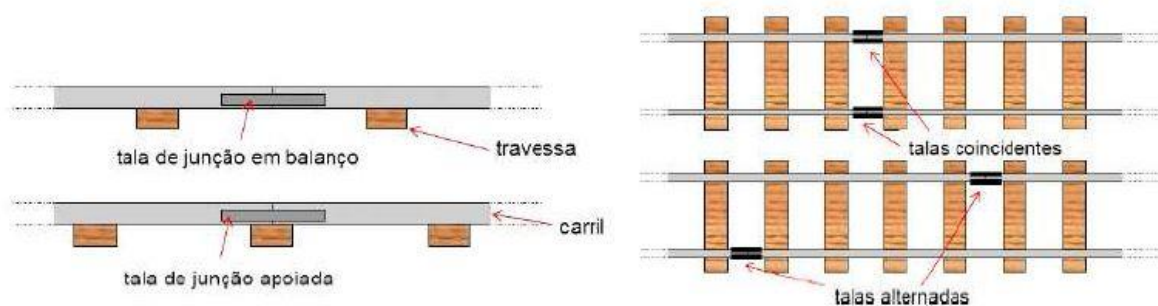


Figura 19 - Posição relativa das juntas (Fonte: (12))

- Fixações

As fixações têm como principais funções transmitir as forças aplicadas sobre os carris às travessas e garantir que a bitola da via e a inclinação se mantêm dentro dos valores exigidos.

Estes elementos oferecem resistência ao deslocamento longitudinal e horizontal do carril, provocado por variações de temperatura. As cargas horizontais e verticais devem ser transferidas para as travessas sem prejudicar os sistemas de fixação. As fixações devem permitir a substituição dos carris de forma fácil e sem danos para o resto da estrutura.

Em travessas de madeira interpõe-se apoios metálicos, conhecidos por “chapins”, entre os carris e as travessas, os quais asseguram tensões admissíveis e protegem a madeira contra o desgaste mecânico. A ligação destes apoios metálicos e as travessas de madeira são conseguidas por meio de tira-fundos (“tirefond”) ou por parafusos, constituindo assim fixações rígidas, tais como as da figura 20

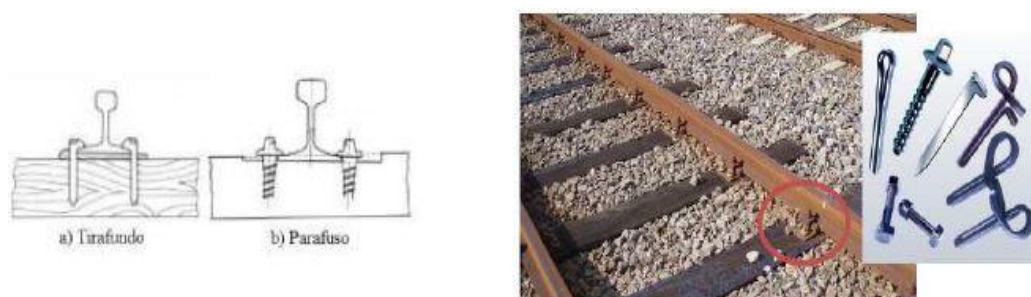


Figura 20 - Exemplo de fixação rígida (Fonte: (13))

Em travessas de betão colocam-se elementos resilientes para amortecer as vibrações provocadas pelas rodas, para reduzir o atrito entre o carril e a travessa e para promover o isolamento elétrico dos circuitos da via.

Neste sentido, as fixações elásticas podem ser variadas, entre as quais se apresentam as Vossloh, as Pandrol e as Nabla, na figura 21.



Figura 21 - Fixações elásticas (Fonte: (1))

- Palmilhas

As palmilhas são elementos elásticos colocados entre o carril e a travessa e apresentam as seguintes funções:

- Promover o apoio adequado do carril;
- Amortecer as vibrações provocadas pelas rodas;
- Reduzir o atrito entre o carril e a travessa;
- Promover o isolamento elétrico dos circuitos da via;
- Proteger as travessas de desgaste e danos por impacto.

O parâmetro que caracteriza a palmilha é a sua rigidez vertical, que por sua vez representa também grande relevância na rigidez vertical da via. Neste sentido, várias são as normas que apresentam múltiplas categorias de palmilhas de acordo com a carga a que a via está sujeita.

A ETI (2008) indica que a rigidez vertical da palmilha não deve exceder 600 kN/mm, o relatório da FIB (2006) considera que a rigidez da palmilha deve variar entre os 40 e 450 kN/mm, a norma NP EN 134581-2 (2009), distingue as palmilhas em três categorias, e existe então uma enorme variedade de características e parâmetros a serem cumpridos.

Balastro

Na via balastrada, o balastro funciona como camada de apoio, que se localiza entre as travessas e a fundação, proporcionando um suporte flexível.

O balastro representa a camada de pedra britada que é colocada sob as travessas, ocupando não só o espaço debaixo destas mas também algum espaço após o termo da via.

Assim, na figura 10, distinguem-se quatro zonas de balastro: 1) balastro entre travessas; 2) prisma lateral; 3) balastro superficial, que constitui a subcamada superior que é afetada diretamente durante as ações mecânicas de conservação; 4) balastro de fundo, que constitui a subcamada inferior.

A camada de balastro visa promover a distribuição homogênea das forças sobre a plataforma; oferecer uma alta resistência longitudinal e lateral para a armadura da via; garantir uma boa drenagem das águas pluviais e a proteção contra efeitos de gelo/degelo; garantir a elasticidade da via com a finalidade de amortecer as cargas dinâmicas; permitir uma fácil correção de posição da via através de trabalhos de ataque e ripagem da via (13).

Um bom balastro deve ser um material granular, 100% britado, isento de materiais poluentes, tais como partículas orgânicas e expansivas, metal ou plástico. O comportamento da camada de balastro é determinante na estabilidade da via. Desta forma, o seu desempenho é condicionado pelas suas características mecânicas e hidráulicas.

4.3. Infraestrutura

A infraestrutura de uma via é o conjunto de obras implantadas numa faixa de terreno, destinadas ao estabelecimento e à proteção de caminhos circuláveis das vias de comunicação terrestre.

A subestrutura tem como principal função a estabilidade da via, suportando a superestrutura. Esta é composta pela fundação e integra ainda o sistema de drenagem, secções de terraplanagem, obras de arte e obras de contenção.

- Sub-balastro

Este elemento localiza-se entre a camada de balastro e a fundação. À semelhança do balastro, a camada de sub-balastro tem como função atenuar a intensidade das cargas resultantes da circulação de veículos e transmiti-las para as camadas inferiores, a níveis aceitáveis. Exige-se ainda que a camada de sub-balastro proteja a fundação contra ações do gelo; promova a separação entre o balastro e a fundação, evitando a migração de elementos finos; funcione como camada impermeabilizante, não permitindo a passagem de águas até á fundação; evite o desgaste da fundação pela ação mecânica do balastro; funcione como elemento drenante e filtrante.

Assim, é necessário que o sub-balastro seja pouco deformável (módulo de deformabilidade elevado) e tenha baixa permeabilidade. Normalmente utilizam-se materiais naturais bem graduados, areias cascalhentas, compostas em central, materiais naturais britados ou detritos de pedreiras. As partículas devem ter boa resistência ao desgaste e a sua granulometria deve poder proporcionar as funções de filtro e de separação entre o balastro e a fundação. As partículas devem ser isentas de fragmentos de madeira, matéria orgânica, metais, plásticos, rochas alteradas e de materiais tixotrópicos, expansivos, solúveis, putrescíveis, combustíveis ou poluentes. (10;14).

A camada de sub-balastro não se encontra presente em todas as estruturas ferroviárias. Em alguns modelos de via, esta camada é substituída por uma camada mais espessa de leito do pavimento ou por geossintéticos.

Em alguns países, para as linhas de alta velocidade utilizam-se misturas betuminosas como camada de sub-balastro em combinação ou não com camadas de materiais granulares. Segundo a UIC719Rb, 2008, a aplicação de misturas betuminosas apresenta vantagens como uma melhor proteção da fundação e melhor distribuição da carga. No entanto, trata-se de uma solução pouco económica.

A figura seguinte apresenta algumas soluções alternativas ao sub-balastro granular e o respetivo comportamento da plataforma.

Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovia

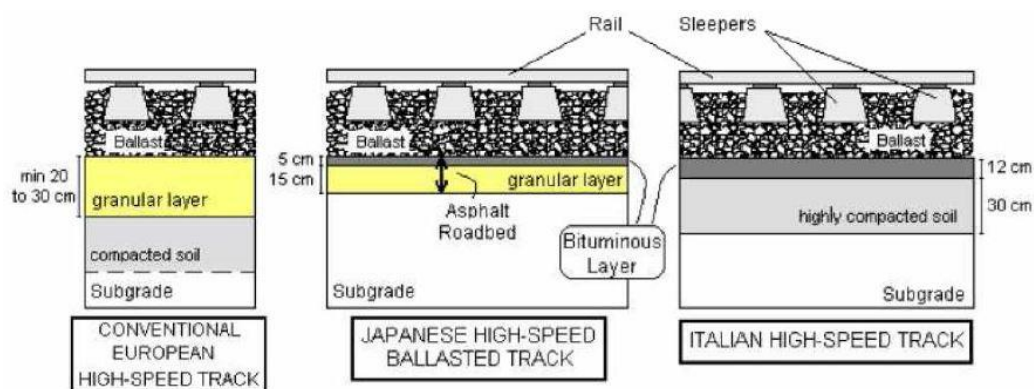


Figura 22 - Alternativas ao sub-balastro

Note-se que no entanto devido ao elevado custo associado e características de manutenção, esta não é uma solução amplamente adotada, sendo normalmente utilizada apenas em vias de alta velocidade.

No que se refere à utilização de geossintéticos em vias ferroviárias, atualmente estes podem ser geotêxteis, geogrelhas ou geomembranas. Com a aplicação de geotêxteis sob a camada de sub-balastro, é possível uma separação de camadas, a filtragem e a drenagem de águas, o reforço da capacidade resistente da fundação da via, quando constituída por solos fracos, e a proteção da fundação das ações climáticas durante a construção.

As geogrelhas, apresentam a função de reforço da camada, que apoia a via ferroviária e as geomembranas, são adotadas em caso de impermeabilização da fundação (11).

As exigências para a aplicação de geossintéticos na construção ferroviária estão indicadas na EN 13250 (2000) e na EN 13250:2000 A1 (2005).

As disposições construtivas utilizadas na execução da camada de sub-balastro são determinantes para o adequado escoamento das águas que caem na via. A camada colocada sobre a plataforma deve acabar lateralmente sobre uma valeta de superfície ou sobre um dreno subsuperficial. A inclinação da camada de sub-balastro deve ser tal que permita que uma grande percentagem da água que afluí à sua superfície seja rapidamente encaminhada para fora da via. Uma inclinação transversal de cerca de 4% a 5% conduz a resultados adequados, isto é, faz com que pelo menos 80% da água pluvial escorra na superfície da camada e seja conduzida pelos elementos de drenagem. Dos 20% que se infiltram na parte superior, admite-se que a sua secagem seja rápida após a paragem da chuva (10).

- Fundação

A fundação da via é frequentemente designada por plataforma. No entanto, de forma mais correta, deve distinguir-se duas zonas, a fundação, em geral mais profunda; o leito de via, mais superficial, onde se apoiam as camadas de balastro e de sub-balastro.

A fundação da via prolonga-se em profundidade até onde se fazem sentir de forma significativa as solicitações do tráfego. Embora essa profundidade possa atingir sete a oito metros abaixo da base da travessa, é normal haver uma preocupação especial com as características dos terrenos até profundidades da ordem de 1 a 2 m abaixo da base da travessa (10).

A capacidade de carga ao nível da plataforma das terraplenagens depende essencialmente das características dos terrenos subjacentes, das camadas sobrejacentes e das condições de drenagem da via. Uma boa plataforma não deve exibir deformações significativas durante a exploração. As características físicas e mecânicas avaliadas na sua superfície deverão apresentar homogeneidade longitudinal e transversal e deverão ser pouco suscetíveis à variação das condições climáticas. A superfície deve permitir a drenagem das águas da chuva que caem sobre a via.

Ainda na questão na drenagem, a UIC 719Rb (2008) refere que o nível freático deve estar, no mínimo, a uma distância, que pode variar entre 0,80 m a 2,50 m da posição do carril (11).

A plataforma deve ter a capacidade de servir de apoio à superestrutura e às camadas de apoio da via e suportar as tensões impostas pelas cargas repetidas, sem atingir a rotura e sem deformações excessivas (reversíveis e permanentes); manter uma posição estável no tempo, não sendo demasiadamente afetada pelas ações ambientais, como os ciclos de molhagem e secagem associados à pluviosidade; resistir ao atrito e ao desgaste causados pelo balastro e (ou) sub-balastro, fenómenos que tendem a causar a bombagem de finos e consequentes assentamentos; constituir uma adequada superfície para colocação e compactação do sub-balastro (10).

No que à fundação diz respeito, Meissonnier (2000) refere que a causa de ruína da via-férrea é, muitas vezes, a sua fraca qualidade (11).

Apresentação dos Componentes mais Importantes da Ferrovía

Assim, a Ficha UIC719R (UIC, 2008) classifica a plataforma das terraplenagens nas classes P1, P2 e P3, correspondentes a plataformas medíocre, média e boa, respetivamente, conforme as características do solo de fundação e dos materiais utilizados na camada de leito (Quadro 4).

Quadro 4 - Classe de Capacidade de Carga da Plataforma (UIC, 2008)

Quantidade de solo de fundação	Classe de plataforma	Camada de leito	
		Qualidade do material	Espessura (m)
QS1	P1	QS1	-
	P2	QS2	0,5
	P2	QS3	0,35
	P3	QS3	0,5
QS2	P2	QS2	-
	P3	QS3	0,35
QS3	P3	QS3	-

Os solos QS1 são solos medíocres; os solos QS2 e QS3 são solos de qualidade média e boa, respetivamente. A qualidade do solo (QSi) depende do tipo de solo, do seu estado hídrico e das condições hidrogeológicas e hidrológicas do local.

Relativamente às características mecânicas e físicas, são considerados os parâmetros de compacidade do material e o módulo de deformabilidade equivalente obtido sobre a plataforma de terraplenagens, medido no primeiro ciclo de carga, EV1, ou no segundo ciclo de carga, EV2, do ensaio de carga estática com placa (10).

Quadro 5 - Características do Solo (Fonte: (10))

Qualidade do solo	Identificação	CBR (%)	EV2 (Mpa)
QS1	Solos com mais de 15% de finos, estado hídrico "médio" ou "seco"	3 a 6	15 a 25
QS2	Solos com 15% a 40% de finos, estado hídrico "seco" e boas condições hidrológicas e hidrogeológicas	6 a 20	25 a 80
	Solos com 5% a 15% de finos, estado hídrico "seco"		
QS3	Solos com menos de 5% de finos, bem graduados e com partículas de dureza elevada	>20	>80

Relativamente ao dimensionamento da fundação e do leito de via, este é feito em função do tipo de tráfego, da capacidade de suporte da fundação, da configuração de via (espaçamento entre travessas, largura da via, etc.), das condições climáticas e hidrogeológicas, considerando-se um período de dimensionamento de 100 anos (11).

“Uma patologia nunca vem só...

Uma patologia não desaparece com o tempo! Agrava-se”

Gisela Peleira

5. Patologias da Superestrutura da Ferrovia

5.1. Carril

É necessário primeiramente, numa análise patológica ao carril, perceber um pouco como se faz a inspeção e a manutenção pelos técnicos que estão no terreno

Associado ao processo de análise existem quatro pontos ou fases:

- **Defeito no carril**
- **Recomendações**
- **Localização do defeito**
- **Sistema de código para o defeito do carril**

Sendo que para cada tipo de patologia, (fragmentado, fissurado ou danificado) se tem em linha de conta os seguintes parâmetros:

- **Características e aparência**
- **Meios de deteção**
- **Recomendações gerais**

Devido à natureza de certos defeitos, nem sempre é possível determinar a sua origem claramente a partir de uma simples inspeção visual. Em casos como estes, a origem do defeito só pode ser determinado por uma análise mais aprofundada em laboratório.

Usando o sistema de codificação selecionado, será possível produzir estatísticas rapidamente através do processamento de informações coletadas diretamente por computador.

Em anexo é possível ver o aspeto de um formulário de manutenção utilizado em trabalhos de campo, e de modo a clarificar e explanar um pouco sobre as quatro fases de trabalho, de seguida expõe-se alguns pormenores necessários para uma melhor compreensão do formulário em anexo. Toda a seguinte secção é baseada na “UIC code” (UIC 712)

5.1.1. Fase 1: Defeito no Carril

Os seguintes defeitos são passíveis de ocorrer em carris:

- Carril danificado
- Carril fissurado
- Carril fragmentado

Entenda-se cada defeito como:

Carril Danificado Um carril danificado é todo o carril que não se encontre fissurado nem fragmentado, mas que apresente outro tipo de defeitos, geralmente na mesa de rolamento.

Carril Fissurado Um carril fissurado é todo o carril que, em qualquer ponto da sua extensão e independentemente em que parte do perfil em questão, apresenta uma ou mais aberturas sem nenhum padrão definido, e em que a progressão possa levar à quebra do carril com significativa rapidez.

Carril Fragmentado Um carril fragmentado é todo o carril que se encontre separado em duas ou mais peças, ou um carril do qual uma peça de metal se tenha separado, originando uma separação de mais de 50mm em comprimento e mais de 10mm em profundidade desde a mesa de rolamento.

5.1.2. Fase 2: Recomendações

Na fase de recomendações existem já, e através da experiência, várias expressões “padrão” de modo a facilitar a compreensão.

Quadro 6 - Expressões "tipo" (UIC 712)

Manter o carril sob observação	Aplicável a casos em que o defeito não represente perigo para a circulação/operação, pelo menos neste estágio.
Remoção do carril	Remoção do carril periódica ou por agendamento de manutenção.
Remoção do carril imediata	Remoção obrigatória do carril dentro de um prazo estipulado de acordo com as características do defeito e as condições do local. Esta remoção é objeto de uma intervenção especial e aplicável a defeitos que representem perigo à circulação/operação, mas onde a via ainda pode ser utilizada desde que se tomem as medidas apropriadas.
Proibição do tráfego e remoção imediata do carril	Aplicável a defeitos que não permitam a utilização da via, nem mesmo aplicando medidas especiais.

Alguns defeitos nos carris são mais propensos a piorarem no tempo, nesse caso um grupo de recomendações são necessárias de modo a cobrir todo o perigo potencial do defeito em qualquer estágio de agravamento.

Em todos os casos o defeito deve ficar sobre observação e as várias recomendações aplicadas até que a patologia seja eliminada.

De referir que os métodos mais usuais na manutenção para deteção de anomalias são a inspeção visual e o uso de ultrassons.

A inspeção visual pode ser utilizada para detetar e monitorizar defeitos originados à superfície do carril e para monitorizar o crescimento de defeitos na via, já o ultrassom é

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

usado para detetar certos defeitos internos e monitorizar o crescimento interno de defeitos originados à superfície

5.1.3. Fase 3: Localização do Defeito

Existem, grosso modo, três zonas de localização de defeitos no carril e estas dividem-se da seguinte forma:

Extremidade do carril	A parte do carril localizada ao nível das barretas.
Zona afastada da extremidade	A parte do carril entre duas extremidades ou zonas de solda.
Zona de solda	A zona de solda compreende 100mm em cada direção do centro da solda entre os carris e qualquer defeito interno nesta zona é classificado como defeito de solda, defeitos exteriores serão considerados segundo os seus códigos específicos.

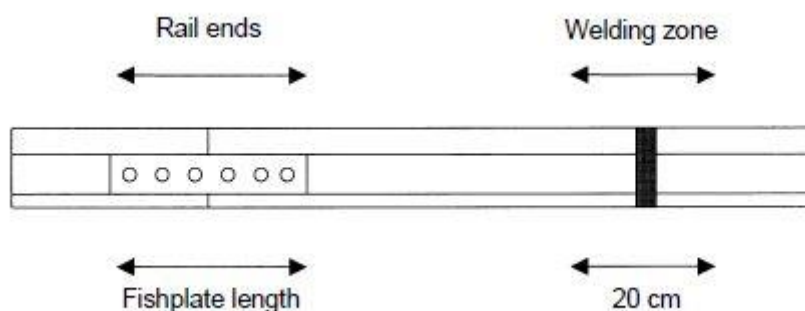


Figura 23 - Localização no carril (Fonte: UIC 712)

5.1.4. Fase 4: Código Geral para Defeito no Carril

Genericamente quer o defeito se defina por quebrado, fissurado ou danificado a cada patologia é atribuído quatro dígitos com o seguinte teor:

Dados do primeiro dígito:

- 1. Defeito na extremidade do carril**
- 2. Defeito na zona afastada da extremidade do carril**
- 3. Defeito resultante de dano provocado no carril**
- 4. Solda e afloramento de defeitos**

Dados do segundo dígito:

- **O local na secção do carril onde o defeito teve origem**
- **O método de solda no caso do primeiro dígito ser o 4**

Dados do terceiro dígito:

- **O padrão do defeito no caso de quebrado ou fissurado**
- **A natureza do defeito no caso de carril danificado**
- **A causa do defeito no caso de carril danificado**

O quarto dígito permite uma grande variabilidade de dados classificando segundo o tipo de defeito bem como a altura em que ele ocorreu.

Apresenta-se um organograma referente ao sistema de código geral utilizado na ferrovia para identificação de patologias no carril e em anexo a respetiva classificação e identificação específica de cada código. Este é um dos elementos mais utilizados pelos técnicos da manutenção facilitando bastante a identificação do problema e agilizando o procedimento de atuação.

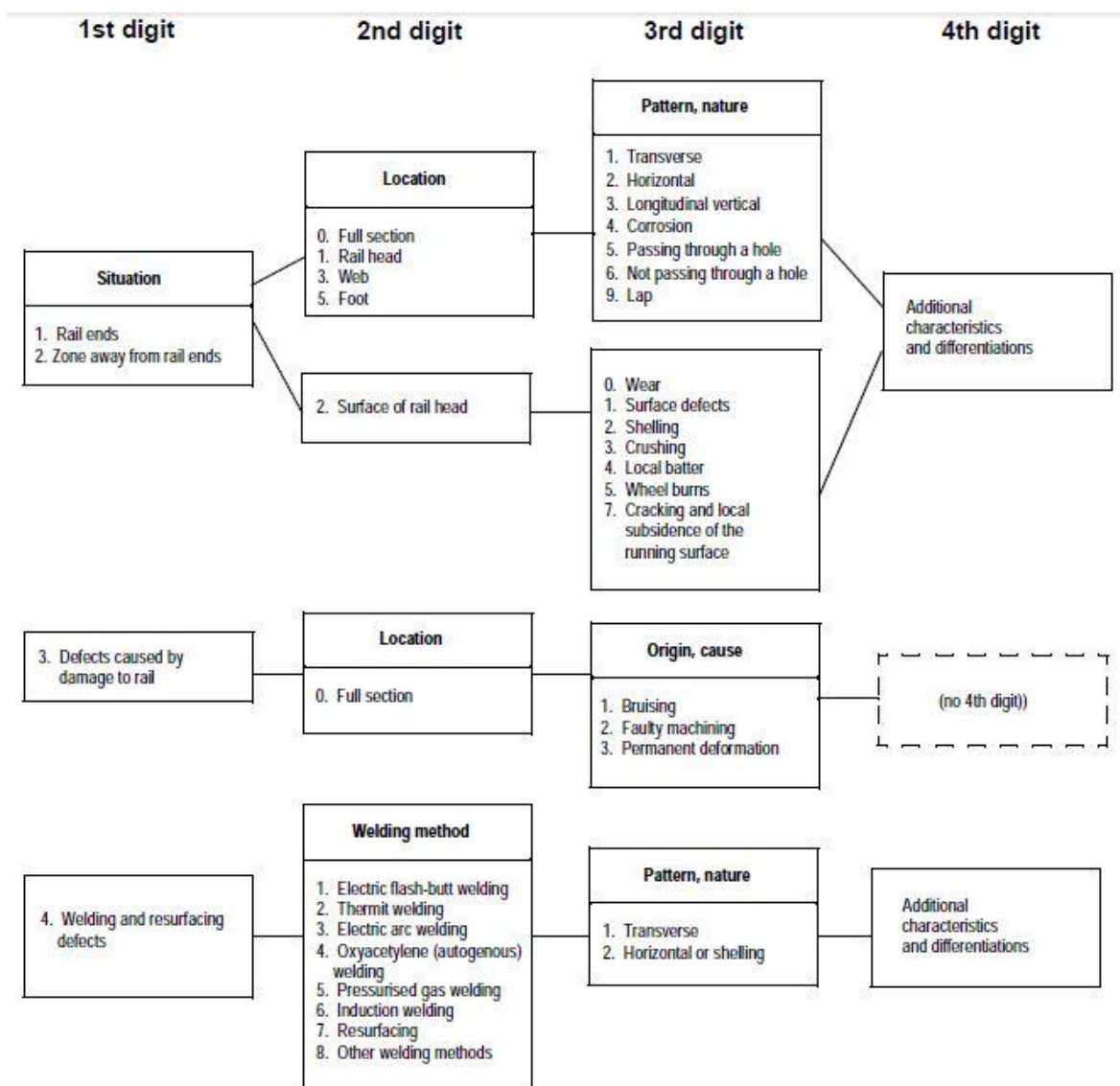


Figura 24 - Organograma Geral do sistema de código (Fonte: UIC 712)

5.1.5. Patologias do carril

De modo a facilitar a consulta e tentando ir ao encontro do organograma já apresentado, as patologias seguintes descrevem-se segundo o sistema de código, com uma breve descrição, nos casos que se evidencie necessário apresentando nessa descrição as características, aparência, meios de deteção e respetivas recomendações, por toda a sua extensão considera-se que as imagens deste capítulo apresentam uma patologia associada ao título onde se inserem e se encontram presentes no UIC 712.

1. Defeitos na extremidade do carril

10. Secção Total

100. Fragmentação transversal sem origem aparente (o mesmo que o 200)

Esta anomalia ocorre repentinamente e particularmente em temperaturas muito baixas sem que se determine imediatamente a sua origem, sendo que uma simples inspeção visual bastará para a sua identificação. Recomenda-se nesta situação a substituição imediata do carril fragmentado.



Figura 25

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

111. Fragmentação transversal progressiva em forma de rim (o mesmo que 211)

Este defeito desenvolve-se a partir de um defeito no interior da cabeça do carril. A posição do ponto de origem não é necessariamente central (figuras 30 e 31). A denominação "em forma de rim" é explicada pela forma característica da fissura progressiva. Depois de um certo tempo, a fissura atinge a região externa da cabeça do carril (figura 28). Nesse momento a fissura torna-se então visível nas faces da alma (figura 29). A fragmentação do carril é iminente nesta fase.

Este defeito não pode ser identificado com certeza até que a rutura ocorra. No entanto, a presença de uma fissura transversal oblíqua, geralmente e excluindo qualquer outro defeito na superfície da cabeça do carril, é uma indicação confiável de uma fissura por fadiga em forma de rim.

Quando a fratura ocorre antes do defeito se tornar visível, é possível ver uma mancha suave e brilhante em forma de rim, geralmente combinando com zonas concêntricas que denotam a progressão da fissura (figuras 30 e 31). A mancha começa a oxidar, logo que a fenda atinge a superfície e se torna visível.

Este defeito grave pode ocorrer várias vezes na mesma via-férrea e desse modo resultar em grandes lacunas no caso de várias fragmentações. Pode evoluir para uma patologia para os carris da mesma fila.

Neste caso para além da inspeção visual é utilizado também o teste de ultrassom e é recomendado:

- Manter o carril sobre vigilância
- Executar temporariamente uma junta (por exemplo recorrendo a barretas)
- Remover o carril
- Remover o carril imediatamente
- Se possível realizar o teste de ultrassom na mesma fila de modo a prever propagação



Figura 26



Figura 27

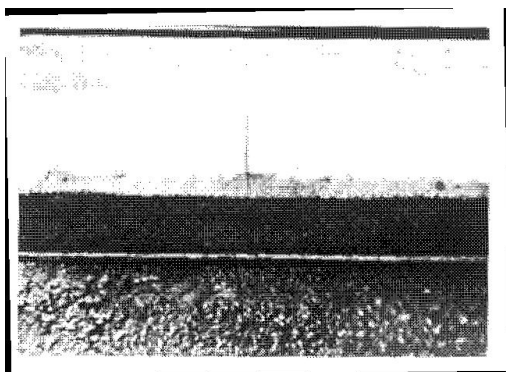


Figura 28

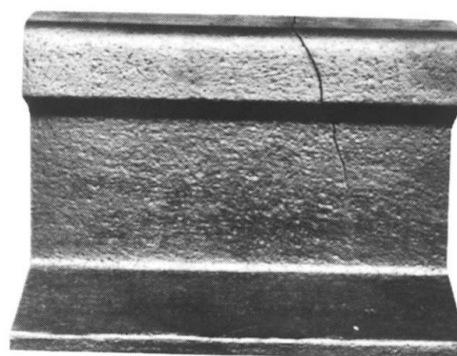


Figura 29



Figura 30



Figura 31

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

112. Fragmentação horizontal (o mesmo que 212)

A fragmentação horizontal é caracterizada por um afastamento gradual da cabeça do carril (figuras 32 e 33). Tem origem no interior da cabeça do carril e desenvolve-se paralelamente à mesa de rolamento podendo ser acompanhada de uma fissura vertical, num estado avançado esta anomalia pode resultar numa separação de material do carril (figura 34), sendo que essa mesma separação evoluir dar-se-á a fragmentação do carril.

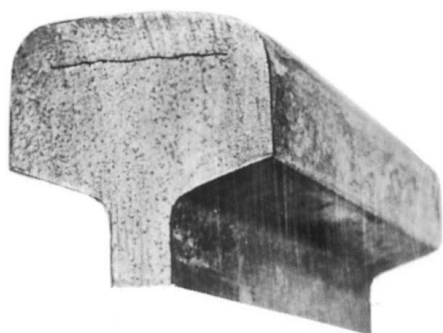


Figura 32

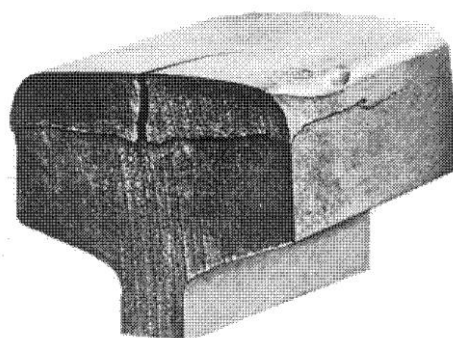


Figura 33



Figura 34

- 1. Defeitos na extremidade do carril
- 11/12. Cabeça do carril
- 113. Fissura longitudinal vertical

Esta anomalia tende a dividir a cabeça do carril gradualmente em duas partes criando um plano paralelo à alma (figura 35). Quando o defeito atinge a cabeça do carril é identificado por uma linha negra na superfície e do mesmo modo uma leve deformação pode ser observada.



Figura 35

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

121. Defeitos de superfície (o mesmo que 221)

Este tipo de defeitos é pouco visível no seu início mas tornam-se cada vez mais aparentes com o passar do tempo, tendo em consideração também as cargas de tráfego. Normalmente esta anomalia é dividida da seguinte forma:

- **Escamação**: finos flocos de metal que se separam da cabeça do carril (figura 36), o defeito pode apresentar vários milímetros de profundidade provocando uma depressão gradual na cabeça do carril (figura 37);
- **Ranhura longa**: uma tira de metal de secção aproximadamente constante separa-se da cabeça do carril, podendo apresentar vários metros de comprimento e apenas alguns milímetros de profundidade (figura 38);
- **Linha**: uma depressão uniforme no carril longitudinalmente que não exceda 2 a 3mm de profundidade, este defeito é perceptível com a colocação do carril e normalmente tende a desaparecer gradualmente com o desgaste da mesa de rolamento a não ser que esteja acompanhado de Escamação (figura 39).

Este defeito é controlado com inspeção visual e normalmente recomenda-se vigilância sobre o carril, remoção através de esmerilar no caso de defeito ser pouco profundo, remoção do carril caso o defeito seja muito extenso e se torne prejudicial para a via.

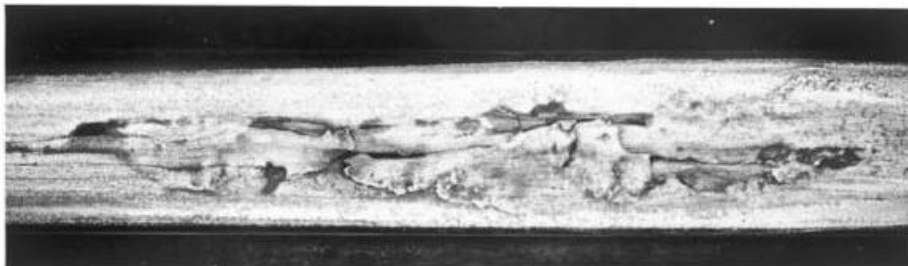


Figura 36

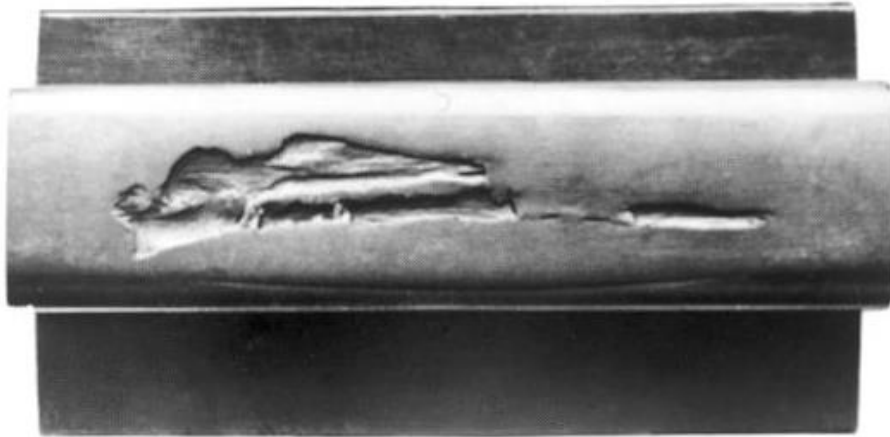


Figura 37

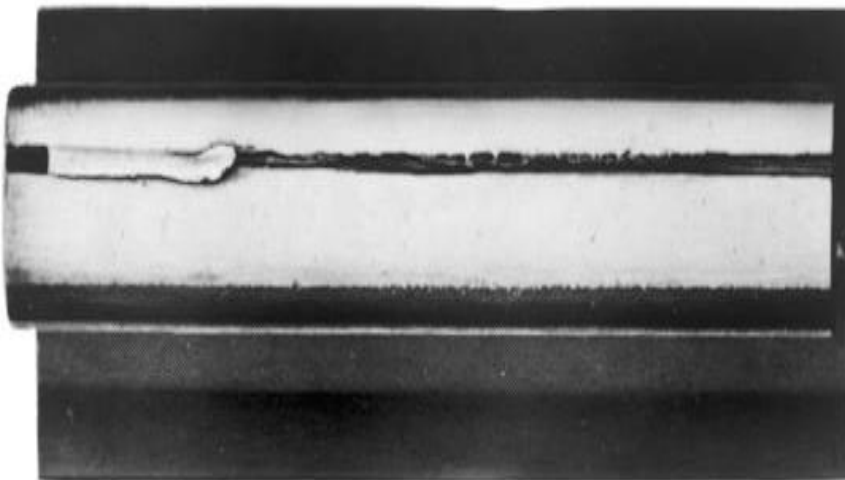


Figura 38

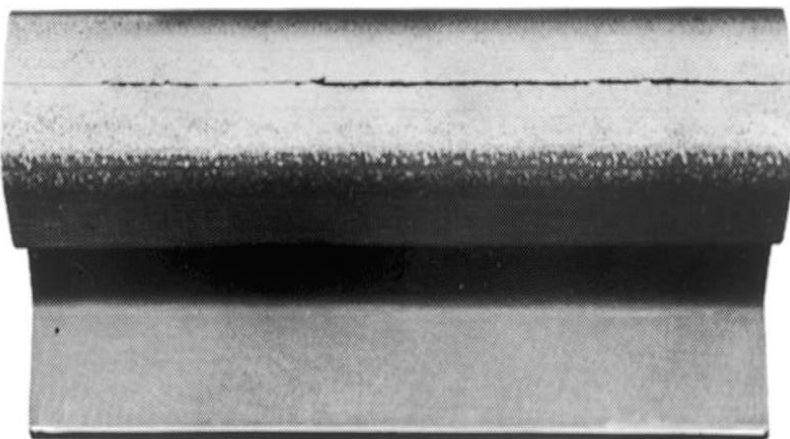


Figura 39

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

122. Defeitos de superfície por excesso de carga

Este defeito começa na superfície da cabeça do carril com o aparecimento de uma pequena fissura na face externa da cabeça e na extremidade do carril, alguns milímetros abaixo do plano de rolamento. É por vezes combinado com um ligeiro esmagamento da extremidade do carril e a formação de um pequeno lábio na abertura correspondente à expulsão de metal.

Numa fase posterior pode existir mesmo a separação de material por rompimento. Recomenda-se a reparação da superfície ou no caso de ser impossível, a remoção do carril. O controlo desta patologia é realizado por inspeção visual, testes de ultrassom e pelo testeo do martelo.



Figura 40

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

123. Esmagamento

O esmagamento ocorre pelo excesso de carga no carril e caracteriza-se por uma depressão na mesa de rolamento e pelo alargamento da cabeça do carril. O metal é expelido lateralmente e em alguns casos também nas extremidades do carril.

Detetado por inspeção visual, recomenda-se a vigilância, o corte do material lateral em excesso e a reparação da cabeça do carril.

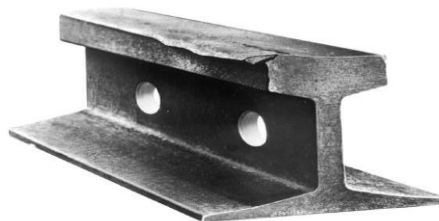


Figura 41

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

124. Massa localizada na cabeça do carril (o mesmo que 224)

Defeito pouco comum em que a causa não é imediatamente identificável, recomenda-se vigilância, remoção do carril e remoção imediata do carril.



Figura 42

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

125. Queimadura de roda (o mesmo que 225)

1251. Queimadura de roda isolada (o mesmo que 2251)

Este defeito é característico de excesso de cargas e cria na cabeça de rolamento formas elípticas.

Este defeito pode evoluir horizontalmente podendo tornar-se num defeito de superfície (122.) (figura 43 e 44) ou então, evoluir transversalmente resultando numa fissura interna que se irá propagar para a alma do carril, acompanhada de uma depressão na cabeça do carril sem mais nenhuma alteração na secção (figura 45). Por último a quando da fissuração transversal, pode ocorrer a fragmentação d carril com um padrão característico (figura 46).

Detetável por inspeção visual e recomenda-se:

- Vigilância desde que o carril não apesente uma fissura com desenvolvimento transversal,
- Remoção do carril se a quantidade de queimaduras for demasiado numerosa para que tal se justifique,
- Reparação se existirem poucas queimaduras por carril,
- Remoção imediata do carril

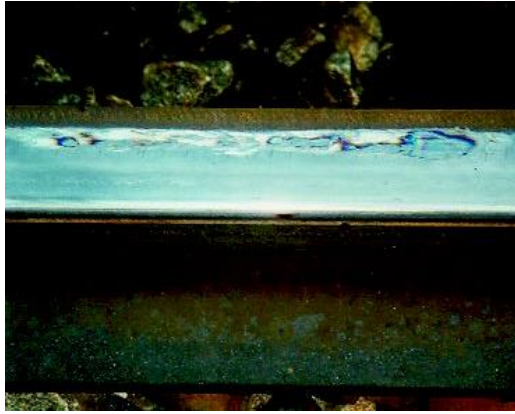


Figura 43



Figura 44

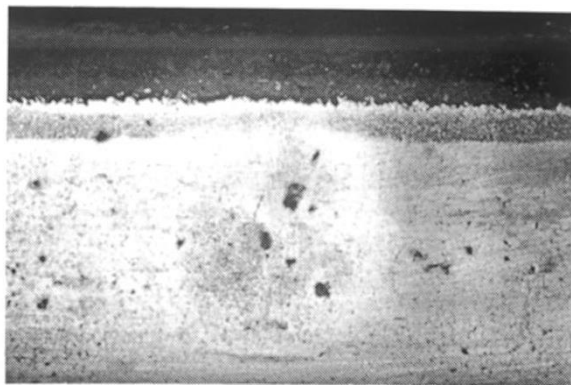


Figura 45

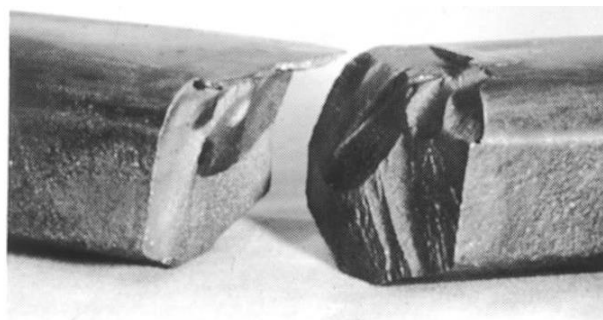


Figura 46

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

1. Defeitos na extremidade do carril

11/12. Cabeça do carril

125. Queimadura de roda (o mesmo que 225)

1252. Várias queimaduras de roda (o mesmo que 2252)

Esta anomalia ocorre em secções em que existem travagens frequentes ou falta de tração provocando um aspeto ondulado na cabeça do carril (figura 47). Com esta anomalia é comum o aparecimento microfissuras na mesa de rolamento e que se aprofundam para o interior do carril (figura 48). É passível de se ver o clarear da cabeça do carril especialmente com temperaturas mais baixas, o que pode levar à sua fragmentação (figura 49).

Este defeito é mais comum em locais de paragem. Identificável através de inspeção visual é recomendado a vigilância, esmerilagem no caso de queimaduras suaves e remoção do carril quando este apresente microfissuras.



Figura 47

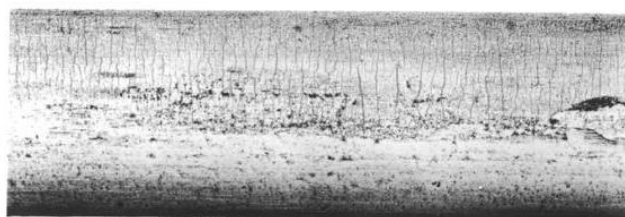


Figura 48

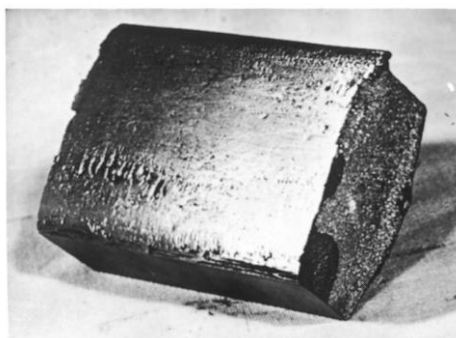


Figura 49

1. Defeitos na extremidade do carril

13. Alma do carril

132. Fragmentação horizontal (o mesmo que 232)

1321. Fragmentação horizontal na zona de ligação alma/cabeça

Este defeito apresenta uma fissura que tem origem na extremidade do carril e tende a separar a cabeça do carril da alma. Inicialmente a fissura propaga-se horizontalmente à cabeça do carril pela zona de união (figura 50) até curvar em direção a parte superior do carril ou até à parte inferior do mesmo, sendo que em alguns casos usa as furações das barretas para progredir (figura 53). Pode acontecer de a existir quebra superior e inferiormente.

Como meios de deteção temos o teste do martelo, inspeção visual em ambas as faces após a remoção das barretas e testes de ultrassom. Recomenda-se a remoção do carril fragmentado, a remoção imediata do carril fragmentado e a proibição de tráfego e imediata remoção do carril.

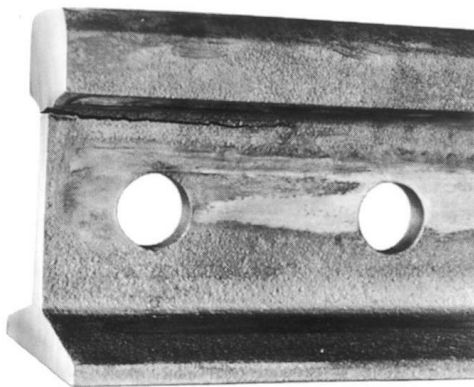


Figura 50

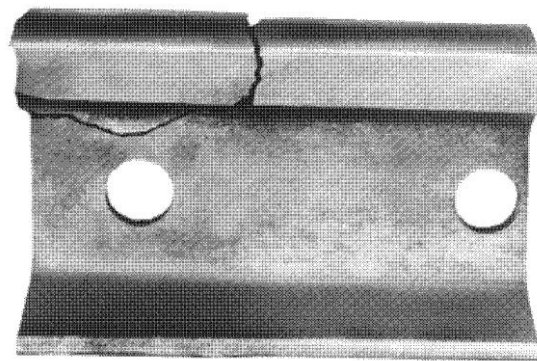


Figura 51

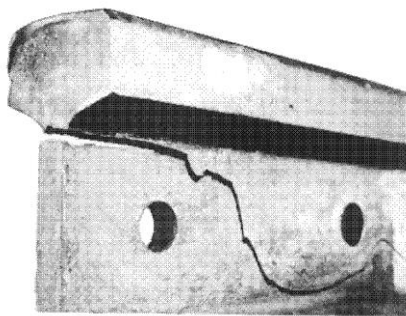


Figura 52

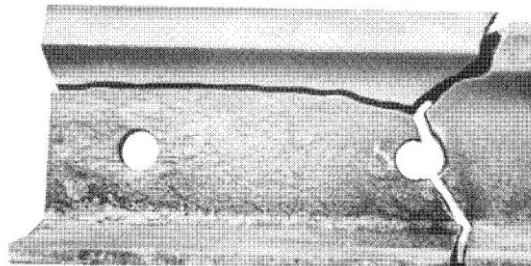


Figura 53

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

1. Defeitos na extremidade do carril

13. Alma do carril

132. Fragmentação horizontal

1322. Fragmentação horizontal na zona de ligação alma/base

Este defeito apresenta uma fissura que tem origem na extremidade do carril e tende a separar a base do carril da alma. Inicialmente a fissura propaga-se horizontalmente à base do carril pela zona de união (figura 54) até curvar em direção a parte inferior do carril ou até à parte superior do mesmo, sendo que em alguns casos usa as furações das barretas para progredir. Pode acontecer de a existir quebra superior e inferiormente.

Como meios de deteção temos o teste do martelo, inspeção visual em ambas as faces após a remoção das barretas e testes de ultrassom. Recomenda-se a remoção do carril fragmentado, a remoção imediata do carril fragmentado e a proibição de tráfego e imediata remoção do carril.

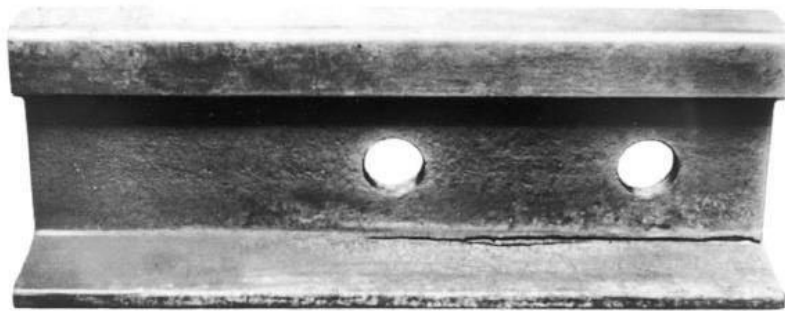


Figura 54

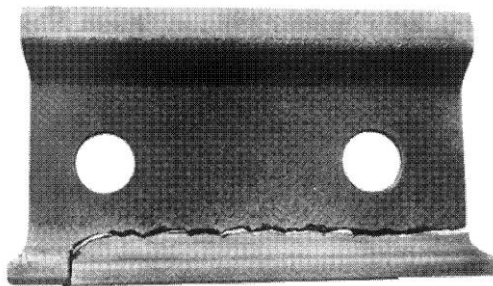


Figura 55

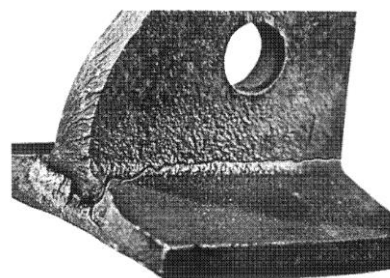


Figura 56

1. Defeitos na extremidade do carril

13. Alma do carril

133. Fragmentação longitudinal vertical (o mesmo que 153, 213, 233 e 253)

Este defeito é usualmente conhecido como “*piping*” e é caracterizado por uma descontinuidade vertical ao longo do comprimento do carril na zona da alma e leva á fragmentação do carril combinado com outros defeitos ou não. Em casos excepcionais poderá ocorrer o “inchaço” da alma e a conseqüente depressão na superfície do carril.

Como meios de detecção temos o teste do martelo, inspeção visual e testes de ultrassom. Recomenda-se a remoção do carril fragmentado, a remoção imediata do carril fragmentado e a proibição de tráfego e imediata remoção do carril.

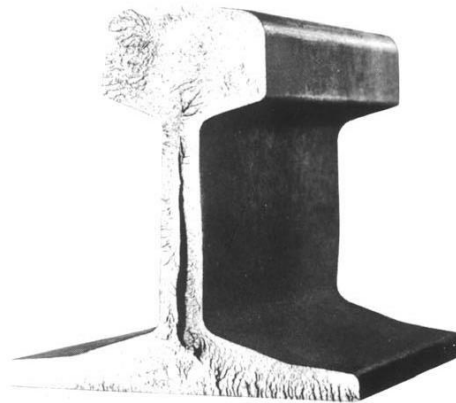


Figura 57

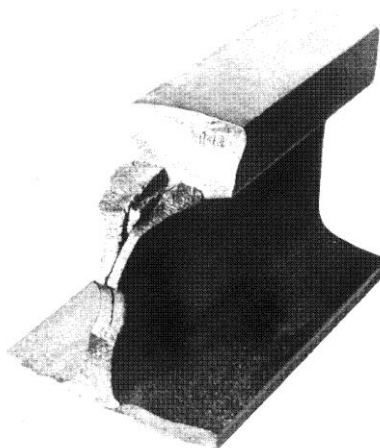


Figura 58

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

1. Defeitos na extremidade do carril

13. Alma do carril

134. Corrosão (o mesmo que 154, 234 e 254)

A corrosão extensa na alma do carril pode ocorrer devido a substâncias químicas no ar ou em água e em zonas particulares de uma via-férrea, como são os tuneis e as pontes. A corrosão vai gradualmente retirando material de composição da alma que vê assim a sua espessura a reduzir, podendo nestes casos levar à fragmentação do carril.

A inspeção visual requer uma medição periódica da espessura da alma após o tratamento da corrosão e recomenda-se a remoção de qualquer carril em que a espessura da alma se apresente inferior aos limites requeridos, bem como a remoção imediata de qualquer carril fragmentado.



Figura 59

1. Defeitos na extremidade do carril

13. Alma do carril

135. Fragmentação em estrela das furações das barretas (o mesmo que 235)

Este defeito consiste na progressiva fragmentação que irradia das furações das barretas (figura 61). A probabilidade da ocorrência deste defeito depende grandemente da qualidade da furação.

Recomenda-se a remoção do carril, a imediata remoção do carril ou a proibição de tráfego e a imediata remoção do carril. Os meios de inspeção para este defeito são a visual e o recurso a testes de ultrassom.

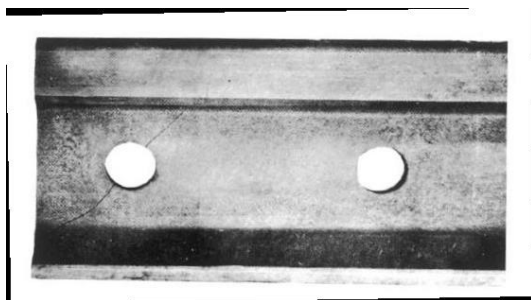


Figura 60

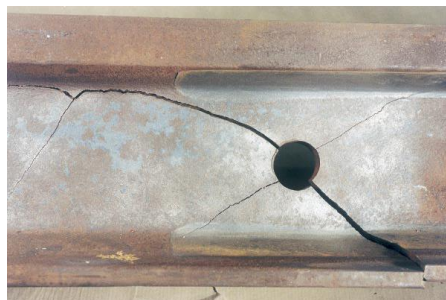


Figura 61

- 1. Defeitos na extremidade do carril
- 13. Alma do carril
- 139. Dobra (o mesmo que 239)

Este defeito bastante raro de superfície é caracterizado por uma linha paralela ao eixo de rolamento na superfície de um carril e ocorre normalmente na zona da alma. Este defeito deve-se ao excesso de metal na zona da dobra durante o processo de laminagem e como consequência todos os carris da mesma forma poderão estar sujeitos ao mesmo defeito.

Detetável por inspeção visual.

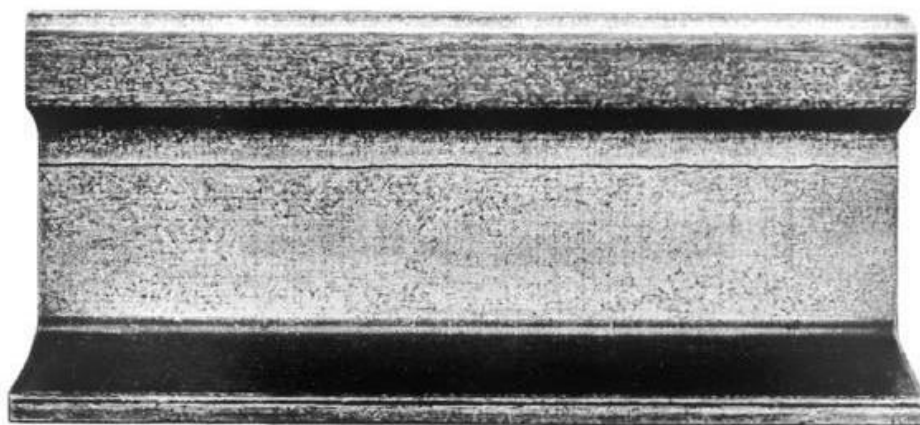


Figura 62

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

220. Desgaste

2201. Ondulação de passo curto

A ondulação de passo curto é caracterizada por uma sequência pseudo-periódica de cumes brilhantes e depressões escuras na mesa de rolamento e o espaçamento entre dois cumes varia entre 3 e 8cm.

Os meios de deteção utilizados são:

- Inspeção visual e sonora
- Observações de gravações realizadas por veículos de inspeção da via
- Gravações de veículos especializados neste defeito

Recomenda-se a esmerilagem do carril quando este seja prejudicial para:

- A manutenção da via
- O funcionamento do material circulante
- O conforto dos passageiros
- O ambiente (nível elevado de ruído provocado pela passagem do material circulante)



Figura 63

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

220. Desgaste

2202. Ondulação de passo longo

Neste tipo de defeito não existem diferenças de aparência entre os cumes e as depressões. A ondulação de passo longo é caracterizada por depressões na mesa de rolamento mais ou menos pronunciadas e desiguais em relação a um perfil retilíneo ideal. O passo normalmente varia entre 8 e 30cm e ocorre principalmente na fila interior de uma curva.

Os meios de deteção utilizados são:

- Inspeção visual e sonora
- Observações de gravações realizadas por veículos de inspeção da via
- Gravações de veículos especializados neste defeito

Recomenda-se a esmerilagem do carril quando este seja prejudicial para:

- A manutenção da via
- O funcionamento do material circulante
- O conforto dos passageiros
- O ambiente (nível elevado de ruído provocado pela passagem do material circulante)



Figura 64

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

220. Desgaste

2203. Desgaste lateral

O desgaste lateral é mais comum em curvas e na fila exterior, o desgaste apresenta normalmente uma forma sinusoidal com um valor mínimo nas zonas das barretas, sendo que a progressão do desgaste depende da qualidade do lubrificante para uma grande extensão.

O desgaste lateral passa a patologia quando a sua extensão é:

- Prejudicial à manutenção da via (aumento da bitola)
- Suscetível de causar rutura através do enfraquecimento do perfil

Recomenda-se manter o carril sobe vigilância e executar medições de bitola nas extensões necessárias, e a remoção do carril que apresente desgaste lateral anormal.

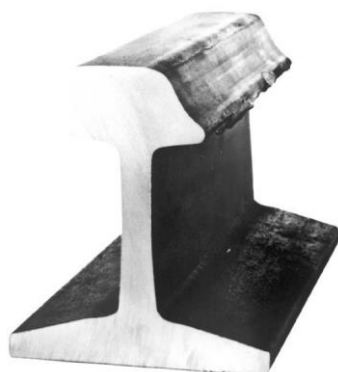


Figura 65

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

220. Desgaste

2204. Desgaste vertical anormal

O desgaste vertical está relacionado com as tensões introduzidas pelo material circulante e progride de acordo com a carga do mesmo, e por si só este fenómeno não é um defeito propriamente dito, no entanto é necessária atenção ao desgaste vertical anormal.

A sua extensão em alguns casos excede claramente o desgaste medio em carris adjacentes e sobe as mesmas condições e este desgaste anormal pode levar à fragmentação do perfil.



Figura 66

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

222. Descasque

2221. Descasque da mesa de rolamento

A deformação ondulatória na mesa de rolamento (figura 67) é observável antes do início do descasque do metal, e o descascamento pode ocorrer até vários milímetros de profundidade (figura 68), sendo que a secção transversal destas lascas é extremamente variável. O descascamento não é uma patologia isolada e normalmente ocorre em várias zonas do carril.

Deve-se manter o carril sobre vigilância, remover o carril, ou executar-se a imediata remoção do carril. Os meios de deteção deste defeito são a inspeção visual e o teste de ultrassom.

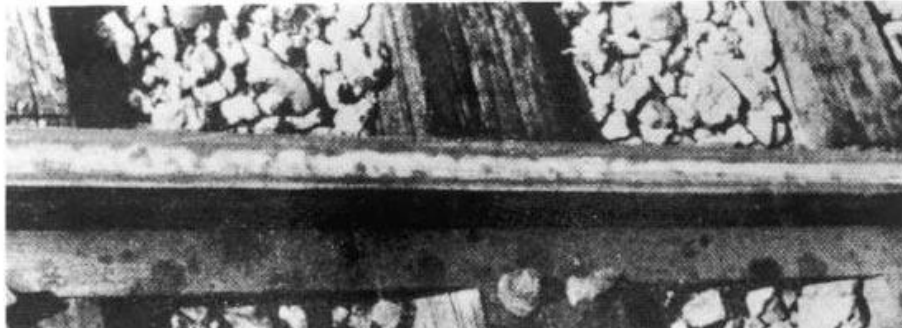


Figura 67



Figura 68

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

222. Descasque

2222. Descasque da mesa de rolamento

O carril apresenta primeiramente manchas negras espaçadas aleatoriamente sobre o canto interno da cabeça do carril (figura 69). Estas manchas são os sinais precoces de desintegração do metal subjacente que após um período de evolução, são caracterizados pela formação de lábios na face lateral, por fissuras e por último por descasque que pode por vezes ser bastante extenso (figura 70 e 71). Nesta fase este processo causa depressões simultâneas na mesa de rolamento levando ao expelir de material de forma lateral.

De um modo geral este defeito dá-se no carril exterior de uma curva e deve-se ao lubrificante colocado para evitar o desgaste lateral.

É possível a inspeção visual e o teste de ultrassom para identificar esta patologia e recomenda-se manter o carril sob vigilância, remover o carril ou remover o carril imediatamente.

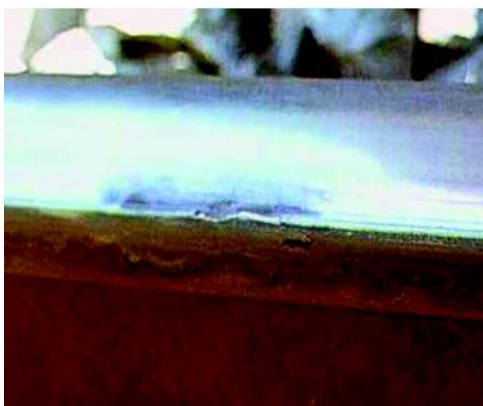


Figura 69



Figura 70



Figura 71

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

222. Descasque

2223. Fissuração na cabeça do carril

A fissuração na cabeça do carril aparece normalmente na face interior do carril e na fila exterior de uma curva. Apresenta pequenas fissuras paralelas entre si com espaçamento igual ou variado, sendo que este espaçamento varia com as condições locais e tipo de carril, entre 1mm e vários centímetros.

A fissuração da cabeça do carril apresenta os seguintes aspetos:

- Estabilizada e regular (figura 72).
- Com escala (figura 73). As fissuras progridem no interior do carril com um ângulo de 10° a 15° até profundidades de vários milímetros.
- Aparência de uma fissura longa terminando no topo numa ramificação que segue o eixo longitudinal do carril (figura 74).

Detetável por inspeção visual e testes de ultrassom, recomenda-se vigilância sobre o carril, esmerilagem ou a remoção do carril.

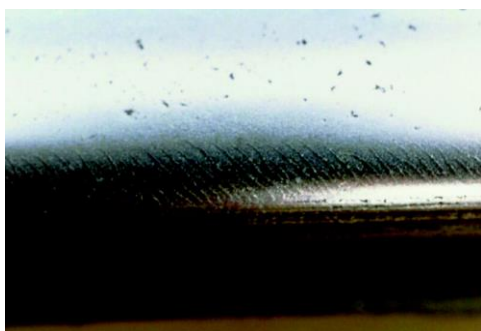


Figura 72



Figura 73



Figura 74

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

223. Esmagamento

A cabeça do carril expande lateralmente em distâncias consideráveis criando um lábio na zona exterior do carril e superiormente é possível observar uma linha de fragmentação pelo qual se dará a separação do material do lábio do resto da cabeça do carril.

Este defeito é comum na fila interior de curvas de raio muito reduzido

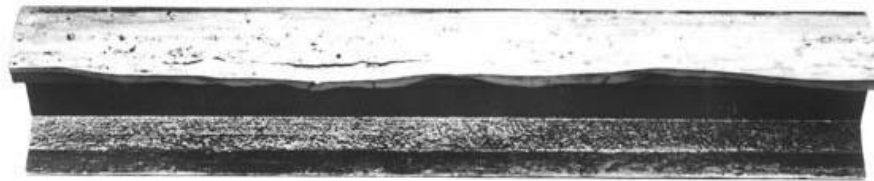


Figura 75

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

224. Massa localizada na superfície do carril

Defeito pouco comum de origem desconhecida e em que se denota uma ligeira depressão na superfície do carril e que provoca um estreitar de bitola.



Figura 76

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

2. Defeitos fora da zona de extremidade do carril

21/22. Cabeça do carril

227. Fragmentação e depressão local

Este defeito é visível na cabeça do carril e caracteriza-se por uma pequena depressão localizada com a forma de um arco ou de um “v”. Esta depressão cria uma fissura que se propaga no interior do carril. Inicialmente a fissura adentra na cabeça do carril com um determinado angulo mas quando esta atine os 3 a 5mm a fissura torna-se vertical ate a fragmentação do carril.

Este defeito é comum em zonas de solda.



Figura 77



Figura 78

3. Defeitos derivados de danos infligidos ao carril

30. Secção Total

301. Contusão

A contusão advém de acidentes de impacto de origem diversa:

- Descarrilamentos
- Peças soltas do material circulante
- Rodas danificadas
- Operações de movimentação
- Uso indevido de ferramentas
- Partículas do balastro
- Corpos estranhos incrustados na roda levando a contusões repetidas em intervalos
- Material em queda do material circulante

Em alguns casos a contusão danifica não só o carril como pode levar à sua fragmentação, particularmente em carris de aço duro.



Figura 79



Figura 80

Patologias na Superestrutura da Ferrovia Balastrada

3. Defeitos derivados de danos infligidos ao carril

30. Secção Total

302. Defeitos de maquinaria

Este defeito contempla a furação em más condições da zona do pé ou da alma, técnica inadequada de corte do carril ou má utilização de equipamentos, furação das barretas ou outro processo não aceitável que seja causador de fissuras ou fragmentação do carril quer por entalhe quer por redução do perfil.

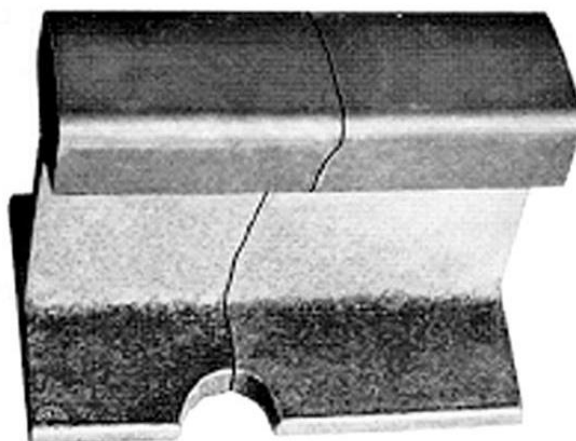


Figura 81



Figura 82

3. Defeitos derivados de danos infligidos ao carril

30. Secção Total

303. Deformação permanente

Deformações permanentes estão geralmente ligadas a descarrilamentos, manuseamento incorreto de equipamentos, que por si só não constituem um defeito mas que em alguns casos podem aumentar as tensões do carril levando a futuras deformações.



Figura 83

4. Zona da solda e defeitos que afloram à face

4.1. Solda elétrica

4.1.1. Fragmentação transversal do perfil

A fragmentação transversal desenvolve-se na zona de solda devido a um defeito na solda na zona da cabeça do carril ou na zona da base do carril o que leva, em último caso, à fragmentação completa da secção.

O padrão de fragmentação é caracterizado quer por uma mancha brilhante na cabeça do carril, quer por uma mancha escura na zona da base.

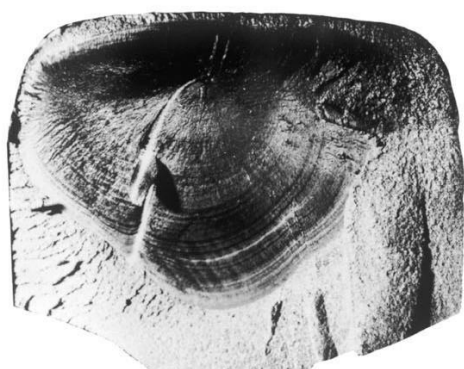


Figura 84



Figura 85

No caso observado por último toda as fragmentações na zona de solda levam ao mesmo estado – fragmentação do perfil – quer a solda seja por arco elétrico quer seja térmica e em alguns casos essa fragmentação pode ocorrer durante o processo de solda, pelo que é sempre preferível recorrer à solda realizada em fábrica sempre que possível.

A manutenção do carril passa em grande parte por acompanhar e vigiar cada patologia encontrada de modo a perceber a sua evolução e consequências para que se possa, em alguns casos, corrigir o problema ou proceder à substituição da peça.

5.2. Travessas

As travessas representam o órgão intermédio da superestrutura da via e destinam-se a fixar os carris, manter a bitola e distribuir as cargas sobre o balastro. As travessas podem ser de madeira, de betão ou metálicas, embora esta última solução não seja aplicada em Portugal.

Travessas de Madeira- Também designadas por “chulipas”, do inglês “*sleepers*”, são de fácil fabrico e manuseamento, asseguram um bom nivelamento devido à sua interação com o balastro, mas não garantem uma eficaz fixação dos carris.

Para garantir os objetivos, a madeira deve satisfazer condições de grande densidade e dureza, boa absorção de imunizante e boa durabilidade, sendo que o tempo de duração em serviço é muito variável, podendo oscilar entre os 10 e os 20 anos, para a travessa de pinho de boa qualidade e bem tratada.

As madeiras mais utilizadas são o pinho, o carvalho e o azobé.

Os tipos de travessas de madeira, de via corrente, podem ser destinados a:

- Plena via, podem ainda ser:
 - Normais, quando têm 14 cm de face de assentamento do carril;
 - Retangulares, quando têm 20 cm na face superior;
- Aparelhos de via, para aplicar em aparelhos de via;
- Pontes, para aplicar em pontes metálicas ou de betão não balastradas.

Para sua identificação as travessas de madeira – via corrente – trazem gravado de fábrica a indicação do ano de fabrico, indicação da bitola para que foram furadas e indicação do tipo de carril.

Não existem grandes patologias associadas a este elemento uma vez que qualquer uma delas leva à sua substituição, mas é de referir que o tempo de vida útil das travessas de madeira tem vindo a reduzir bastante. Esse facto deve-se a um processo de conservação usado nas mesmas de nome creosotagem. As travessas creosotadas apresentam, como anteriormente referido, uma larga longevidade, no entanto o óleo de creosota foi considerado prejudicial para o ambiente, e como tal, a taxa de impregnação das travessas

com este óleo tem sido reduzida consideravelmente, reduzindo assim também a esperança média de vida das travessas.

Uma vez que se reduz a percentagem de creosota nas travessas, estas encontram-se, com o passar do tempo, mais sujeitas a ataques químicos do meio ambiente, e claro suscetíveis à humidade, um dos principais fatores de apodrecimento das travessas. Nestes casos recomenda-se a substituição da travessa.



Figura 86 - Travessas de madeira "tipo" (Fonte: Alibaba - Produtos)

Travessas de Betão - São as mais utilizadas na atualidade porque, além de serem fabricadas a partir de matéria-prima abundante, asseguram uma boa fixação e estabilidade da via, graças ao seu elevado peso, e possuem uma grande duração.

Estas travessas, que são obtidas por moldagem de betão, são fabricadas para um determinado sistema de pregação e recebem, no ato da moldagem, as sedes de fixação dos carris. Só funcionam com esse tipo de fixação ou outro compatível.

As sobrelarguras da via, quando necessárias, são obtidas na montagem dos carris, por intermédio de diferentes combinações de peças de fixação.

Com diferentes combinações de peças de fixação, é também possível aplicar, nas mesmas travessas, diferentes tipos de carril (por exemplo 50, 54 e 60 Kg/m).

Em via corrida existem essencialmente dois tipos de travessas de betão:

- Travessas de betão bibloco - As travessas de betão bibloco são compostas por dois blocos de betão armado, unidos por um perfil de aço, designado de cantoneira, com função de tirante (figura 87).
- Travessas de betão monobloco - As travessas de betão monobloco (figura 88), são compostas por uma única peça de betão armado e, no respeitante ao processo de fabrico, são designadas por pré-tensionadas quando a tensão (esforço) é aplicado durante a betonagem, ou póstensionadas quando a tensão é aplicada após a betonagem.

A tensão aplicada é suficientemente elevada para que a travessa nunca sofra trações, por virtude das cargas a que estará submetida na passagem dos comboios.

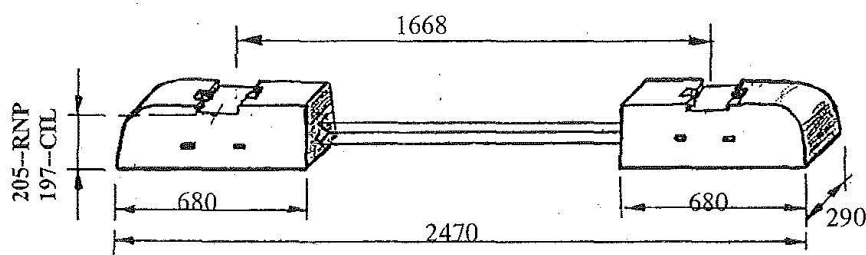


Figura 87- Travessa bibloco (Fonte:(17))

Se as travessas não forem submetidas previamente a tensões terão uma probabilidade elevada de sofrer deformações, nomeadamente o destacamento de betão na sua superfície, ficando as armaduras de aço expostas à ação dos agentes químicos e atmosféricos, sendo este um dos principais fatores de problemas neste tipo de travessas.

É desejável que através da inspeção visual se mantenha o registo tanto de situações de armaduras expostas por tensões indesejadas na travessa como por excesso de desgaste por abrasão e nos casos de bibloco se tenha em consideração possíveis assentamentos diferenciais.

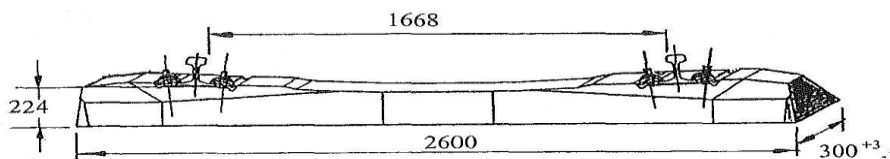


Figura 88 - Travessa Monobloco (Fonte:(17))

Travessas Polivalentes – São travessas monobloco, cujo perfil permite uma mudança da posição dos carris durante o futuro plano de conversão de bitola, mudando-se a atual bitola ibérica de 1668 mm para a bitola europeia de 1435mm (figura 89). Basta para o efeito “despregar” os carris, ripá-los para o interior e voltar a pregar, mas agora nas sedes destinadas a bitola Europeia.

Nas linhas novas e em renovação em Portugal, estas travessas estão a ser instaladas, desde 2008.

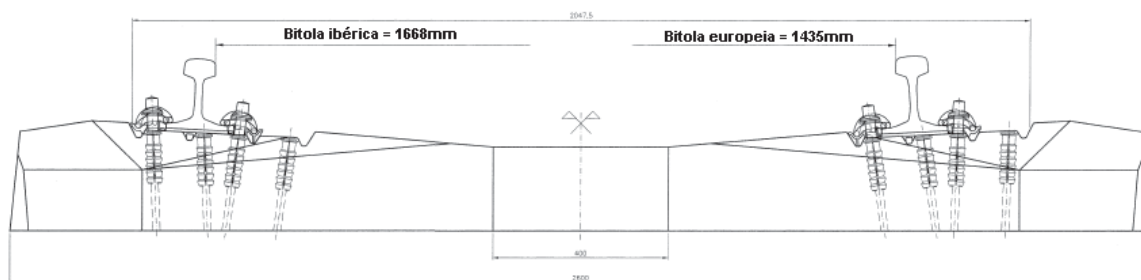


Figura 89 - Travessa monobloco polivalente (Fonte: (17))

As travessas de betão estão sujeitas às normas de produto aplicáveis à indústria dos prefabricados de betão. No que diz respeito às aplicações ferroviárias, estão a ser desenvolvidas pela Associação Nacional dos Industriais de Prefabricação em Betão (ANIPB), reconhecida pelo IPQ a partir de 1991, como Organismo de Normalização Sectorial (ONS), para gerir e dinamizar a Comissão Técnica Portuguesa de Normalização CT 121, que é um órgão que visa a elaboração de Normas Portuguesas e a emissão de pareceres normativos na área da prefabricação em betão.

Por fim há cuidados importantes a ter em conta em obra com o manuseamento das travessas de betão pois, caso contrário pode-se correr o grave risco de fratura transversalmente, pelo que nunca devem ser arremessadas devendo sempre repousar sobre dois apoios situados sob as cabeças.

Para impedir a introdução de areia, gravilha ou qualquer tipo de lixo miúdo, as buchas plásticas, sedes dos “*tirefonds*” de fixação, devem estar sempre tapadas. Se não tiverem o respetivo “*tirefond*”, devem ser rolhadas com o tampão próprio ou qualquer material que impeça a entrada de lixo (17).

5.3. Elementos de Ligação e Fixação

5.3.1. Fixação

O transporte ferroviário moderno é caracterizado pela circulação de grandes quantidades de carga, em veículos muito pesados e elevadas velocidades em vias com pouco manutenção. Este tipo de exploração exige uma superestrutura de via muito pesada, com um sistema de fixação carril/travessa robusto e flexível.

Neste ponto abordam-se os diversos sistemas de fixação, também designada por pregação do carril à travessa (figura 90), ou a qualquer outra forma de apoio destes, destacando-se:

- Pregação Rígida – O aperto do “*tirefond*” é dado diretamente sobre a patilha do carril, de modo a não romper as fibras da madeira; A pregação pode ser reforçada (6 “*tirefonds*” por travessa) ou simples (4 “*tirefonds*” por travessa); O isolamento elétrico entre as duas filas de carris é assegurado pela madeira;
- Pregação Elástica – Este sistema de fixação engloba uma palmilha em material plástico sob o carril e grampos de aço de mola que asseguram o aperto permanente do carril.

Existem no mercado diversos tipos de fixação elástica. Salvo algumas exceções, todos estes sistemas requerem um aperto controlado, sendo que um aperto insuficiente poderá não garantir uma fixação eficaz e um aperto exagerado poderá anular o efeito de flexibilidade requerido danificando os filetes da rosca da madeira, nuns casos ou da bucha plástica, noutros.

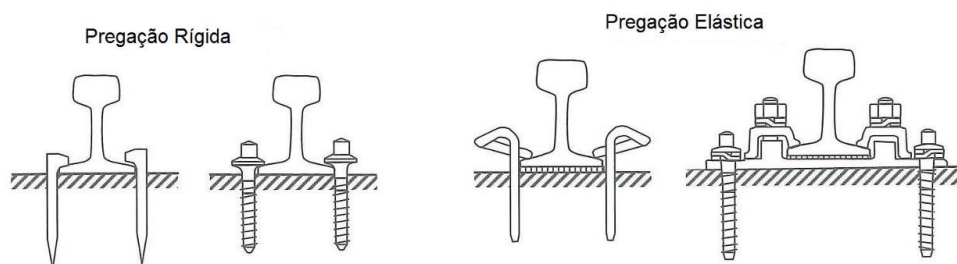


Figura 90 - Pregação rígida e elástica (Fonte:(17))

As fixações elásticas, são as mais utilizadas no meio ferroviário português e internacional presentemente, pela sua enorme resistência mecânica e elasticidade em relação às restantes fixações.

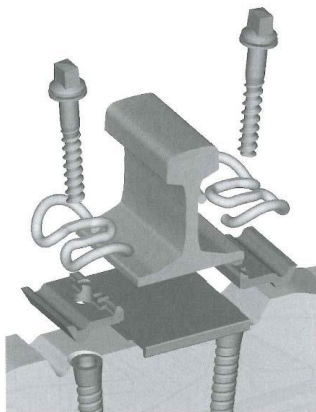


Figura 91 - Fixação Vossloh W14 (Fonte: Catálogo da Vossloh)

De salientar o sistema de pregação VOSSLOH (figura 91), que foi adotado pela IP, para a modernização das vias da rede ferroviária nacional. Começou por ser aplicado em Portugal em travessa bibloco, há mais de 20 anos, vindo-se a generalizar em travessas monobloco, sendo que o referido sistema também dispõe de aplicações próprias para via corrente e para situações específicas, como os aparelhos de via.

As fixações Nabla (figura 92), apresentam-se também como uma boa solução e de grande desempenho técnico nas travessas de madeira e de betão, e estão também muito disseminadas na aplicação na via-férrea por parte da IP.

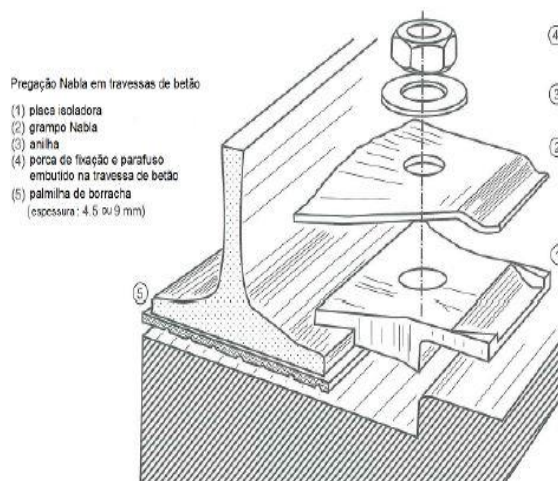


Figura 92 - Sistema de fixação Nabla (Fonte: Catálogo Nabla)

Há situações em que é conveniente consentir algum deslocamento longitudinal dos carris. É o caso dos aparelhos de dilatação.

Há outras situações em que o carril é fixo (BLS) mas há deslocções da infraestrutura sob o mesmo. É o caso de alguns pontões metálicos.

Nestes casos utiliza-se um outro tipo de pregação chamada Fixação Permissiva.

Este sistema é caracterizado por não haver geralmente palmilha entre o carril e o chapim. No entanto, no caso em que existe palmilha, esta é separada do carril por uma chapa de aço inoxidável.

Em casos especiais como aparelhos de via, tabuleiros metálicos, tabuleiros de betão não balastrados ou via sem travessas, encontramos outras fixações em que o carril é fixo a um chapim metálico com parafusos de gancho. O chapim é fixo às travessas ou ao tabuleiro por “*tirefonds*”, sendo estas fixações designadas de Fixações Indiretas. Como exemplo destas pregações temos o sistema de fixação Vossloh KS e “K” (figura 93).

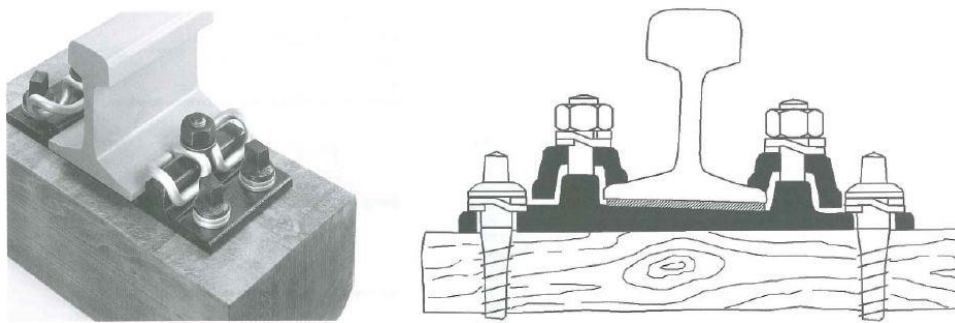


Figura 93 - Fixações indiretas Vossloh KS e “K” em travessa de madeira (Fonte: (17))

Existem duas situações graves a ter em consideração no que diz respeito às fixações:

- Quebra de um dos elementos da fixação;
- Fixação imprópria.

Qualquer um destes defeitos irá originar o mesmo problema.

Com a quebra de um dos elementos da fixação resultará num aumento de bitola e é recomendável a substituição de toda a fixação avaliando as tensões a que esta se encontra e ponderar a utilização de uma fixação mais conveniente, uma vez que este defeito é vulgarmente originado pelas tensões elevadas nos carris.

No caso de termos uma fixação imprópria o problema é mais gravoso uma vez que este problema tende a ser repetido em largas extensões de carril, ou seja, como referido

anteriormente as travessas de monobloco são previamente executadas para um sistema de fixação específico e se as fixações forem alteradas sem se ter em consideração este aspeto a fixação não irá realizar a sua função corretamente levando a um alargamento de bitola localmente, e numa grande extensão de carril a uma possível situação de descarrilamento. É recomendado a suspensão da circulação e a regularização da situação, sendo o mais fácil de se executar, a reposição do sistema de fixação correspondente à travessa em uso.

5.3.2. Ligação

Por forma a estabelecer a ligação e continuidade entre duas barras ou carris distintos, é necessário recorrer a juntas (zona de junção de dois carris), e que podem ser estabelecidas de diversas formas.

Um dos aspetos que influencia a decisão sobre o tipo de junta a implementar prende-se com o propósito que a mesma assume na via, isto é, o carácter de permanência (provisória ou definitiva).

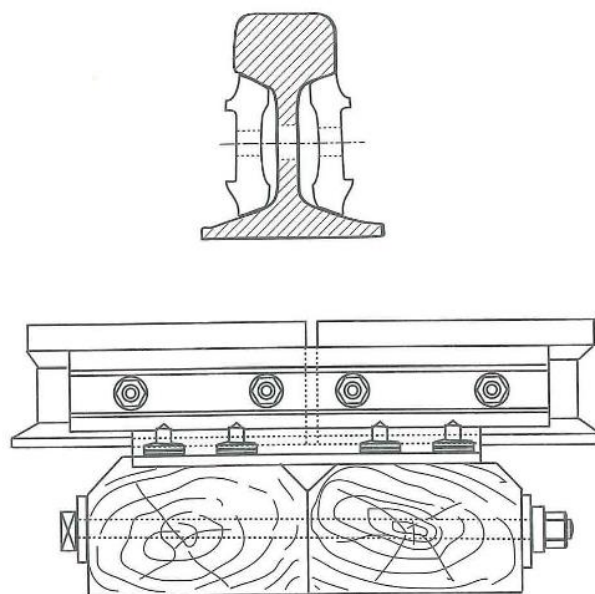


Figura 94 - Junta ligada com barretas metálicas - quatro furos (Fonte: (17))

Assim, podemos considerar quatro tipos de juntas, com carácter definitivo:

- Junta soldada - Ligação por soldadura realizada entre os topos dos carris, por dois processos distintos: soldadura aluminotérmica e soldadura elétrica. Utilizado nas vias soldadas (BLS), ligação essa que garante a continuidade do metal dos carris;
- Junta ligada com barretas metálicas - ligação tradicional dos carris (composta por: 2 barretas de 4 ou 6 furos, e parafusos com porca e anilha de acordo com a furação existente), conforme se apresenta na figura 94;
- Junta isolante normal (JIN) - junta que assegura a separação elétrica dos carris (composta por: 2 barretas isolantes de madeira lamelada, 1 topo isolador, 4 barras metálicas (2 ext. e 2 int.) e 4 parafusos para junta isolante com porca e anilha; Este dispositivo usa-se em troços de via com tração elétrica ou onde haja instalações elétricas para manobra de agulhas ou de sinais (figura 95);
- Junta isolante colada (JIC) - junta isolante feita de peças coladas (figura 96), que se destina a impedir a abertura das folgas entre os topos dos carris, pelo que as barretas (neste caso com um núcleo metálico), os parafusos de alta resistência e o topo isolante são envolvidos em resina epoxídica, o que confere a estas juntas uma resistência mecânica semelhante à das soldaduras (composta por: 2 barretas metálicas para JIC, 1 topo isolador, 6 parafusos. de alta resistência com porca e anilha, 6 casquilhos de nylon para isolar os parafusos, telas isolantes e resina epoxy).



Figura 95 - Junta isolante normal (Fonte: (17))

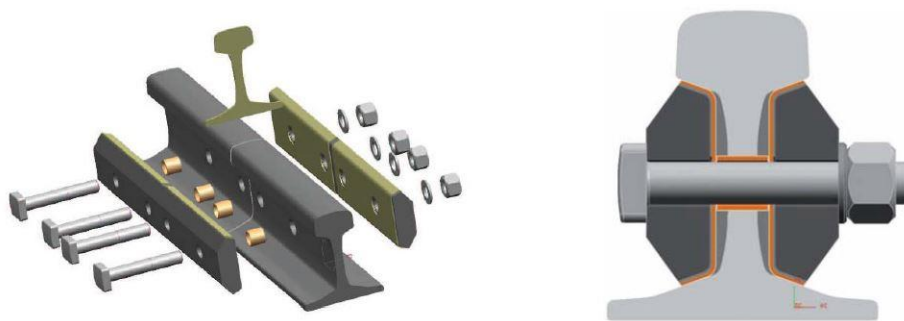


Figura 96 - Junta isolante colada (Fonte: (17))

A montagem é feita, em estaleiro ou na via, após forte aquecimento dos carris. A colagem faz-se com o aperto dos parafusos devendo ficar com as seguintes características:

- Momento de aperto após a secagem: ----- 31 a 40 Kgm;
- Isolamento: ----- 2.000 Ω em tempo húmido e 10.000 Ω em tempo seco;
- Resistência longitudinal à tração ou compressão ----- 1000 a 1400 KN.

Durante a fase de execução de trabalhos de montagem de via, e num período temporário enquanto não são executadas as juntas definitivas, utilizam-se juntas provisórias temporárias, recorrendo a grampos, permitindo por exemplo a passagem de equipamentos ferroviários de obra (figura 97).

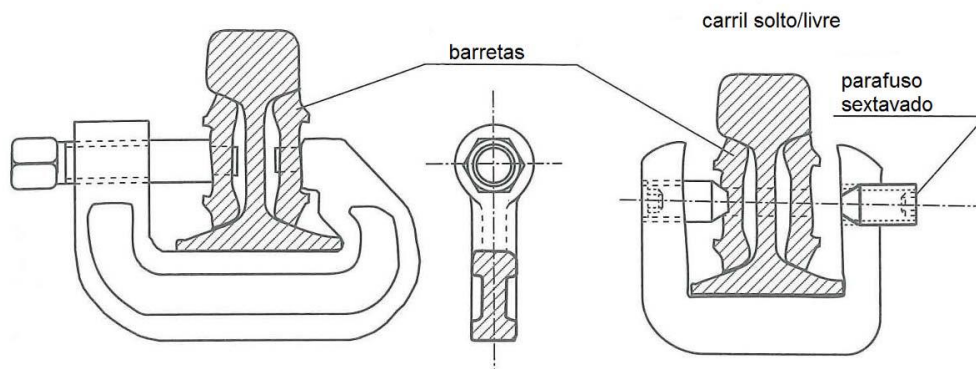


Figura 97- Grampos ferroviários em junta temporária (Fonte: (17))

Posto isto, não existem grandes patologias associadas às barretas no entanto a localização em que elas se encontram são pontos de alto escrutínio na manutenção uma vez que é através da zona da extremidade do carril que se percebe se a via se encontra bem compactada a nível do balastro, impedindo também futuras patologias do carril na extremidade do mesmo.

No entanto salienta-se que é passível de existirem quebras quer a nível das barretas quer a nível dos parafusos usados.

Para além destes problemas de quebra nos elementos da ligação da junta, a mesma ainda sofre desgaste que deve ser sempre controlado de modo a evitar-se a quebra dos elementos, este efeito de desgaste deve-se ao facto das furações serem ovais permitindo que o carril dilate e retraia mediante as variações de temperatura. Recomenda-se nestes casos o controlo do desgaste a substituição do material segundo as necessidades da via.

5.4. Balastro

Como anteriormente referido o balastro é um componente chave no sistema da superestrutura:

- Fornece suporte às travessas, quer verticalmente como lateralmente,
- Distribui as cargas das travessas ao solo de fundação,
- Providencia a drenagem da plataforma

Adicionalmente o balastro facilita ainda o reajuste da geometria da via.

O balastro é um material utilizado na ferrovia e apresenta um elevado grau de controlo e qualidade, genericamente terá de apresentar a forma e as dimensões corretas, ser resistente ao esmagamento e à abrasão, resistente à água (elevado valor de atrito molhado) e ser angular de modo a interligar-se e formar uma matriz estável de apoio à superestrutura mas possibilitando a drenagem livre.

Para tal existe um documento fundamental a considerar:

- IT.GEO.001 – documento que contempla desde as condições de homologação das pedreiras, características técnicas dos produtos, controlo e qualidade, ensaios, até às próprias condições de fornecimento

No entanto, e mesmo cumprindo com todos os mecanismos do documento IT.GEO.001, há a considerar duas situações distintas no que se refere a patologias associadas ao balastro. A primeira refere-se à falha do material em si e a segunda à falha do sistema.

A falha do material está relacionada com os pontos já referidos anteriormente, ou seja:

- Esmagamento
 - Excesso de carga
 - Manutenção mecânica
- Abrasão
 - Calçamento
 - Movimento dinâmico da via durante a circulação
- Atrito
 - Aumentado pela presença de água

A falha do sistema requer atenção sobre os seguintes aspetos:

- Criação de finos
- A entrada de finos exteriores (trazidos pelo vento ou pelo material circulante)
- A entrada de matéria vegetal
- Ascensão de finos

Existe uma grande relação entre as patologias do balastro e os problemas em manter uma boa geometria de via. Uma das principais atividades de manutenção referentes ao balastro é a sua compactação e limpeza de modo a garantir os parâmetros de via.

A compactação da via é geralmente realizada de forma mecânica com um equipamento conhecido como “atacadeira” (figura 86), este equipamento é de vital função na manutenção da via-férrea, no entanto por cada ciclo executado criam-se cerca de 4kg de finos e à medida que a via vai perdendo qualidade e avançando no seu estado de deterioração, proceder ao “ataque” do balastro não ira necessariamente ajudar.



Figura 98 – Atacadeira de via (Somafel) a executar trabalhos na linha do sul (Fonte: Nuno Morão – flickr)

Existem ainda algumas características que ajudam a identificar possíveis problemas. A criação de poças na superfície do balastro em zonas de drenagem mais difícil, como por exemplo em estações, onde a parede da plataforma não facilita o escoamento e onde se pode observar a ascensão de finos criando o que na gíria se chama de “babosas”, a sua cor e textura arenosas indicam que o problema provavelmente está relacionado com o átrio do balastro ou abrasão das travessas em caso de serem constituídas por betão.

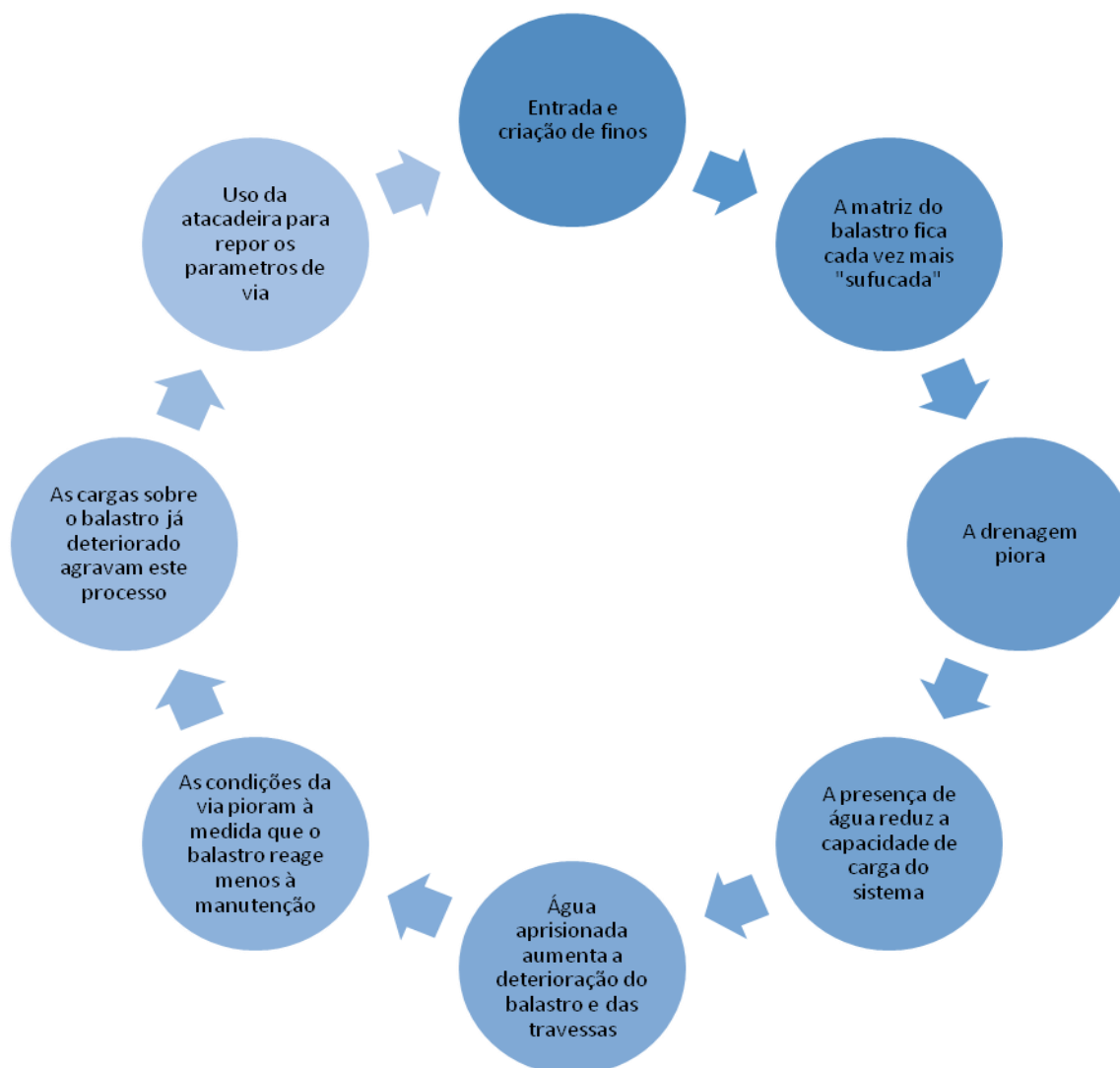
No entanto caso essas babosas sejam de cor e textura mais suaves então pode-se deduzir que o problema não é a abrasão do balastro mas sim a plataforma de fundação que esta a falhar, o que significa que os finos das camadas de fundação estão a ser substituídos pelos elementos britados do balastro levando à ascensão destes e à falta de drenagem correta.

Outro fator que ajuda a identificar um problema é o aparecimento de vegetação na via. A vegetação agrava o processo de acumulação de finos, principalmente os acumulados por via aérea, e nestes casos o problema é sempre uma má drenagem da plataforma, sendo que este problema tende só a agravar-se e é por si só um indicador de que as condições naquele local são bastante más.

De salientar que a vegetação tem sido um problema a considerar uma vez que devido às várias alterações aos herbicidas modernos, estes não são mais tão eficazes em exterminar

vegetação já existente, pelo que manter um controlo regular nas manutenções diárias para prevenir o aparecimento de qualquer tipo de vegetação.

Gráfico 2 - Ciclo de deterioração do balastro



Como seria de esperar esta deterioração tem as suas consequências:

- Deterioração da qualidade da via resultando numa baixa qualidade de conforto,
- Falhas discretas na geometria da via com o risco de descarrilamento,
- Perda de estabilidade lateral com riscos de deformações e assentamentos diferenciais,
- Formação de zonas húmidas causando dano às travessas,
- “Poças” de água levando à deterioração da plataforma.

Posto isto, os objetivos da manutenção são simples:

- Restaurar a capacidade de drenagem ao balastro
- Remover os finos
- Reparar danos que possam ter ocorrido na plataforma
- Melhorar o sistema como um todo (por exemplo com aplicação de geodrenos)

Atualmente a manutenção do balastro envolve a já vista compactação realizada pela atacadeira, a limpeza das banquetas e a regulação e limpeza da camada de balastro realizada pela reguladora (figura 87), bem como o controlo de ervas daninhas e manutenção da drenagem.



Figura 99- Reguladora numa primeira passagem (Fonte: Máquinas FERGRUPO)

6. Considerações Finais

6.1. Conclusões Finais

A presente dissertação pretende contribuir para a recolha de conhecimento no âmbito das patologias da superestrutura da via-férrea.

Apresentou-se de forma sucinta o sistema de caminho-de-ferro português, procurando e identificando cada elemento da sua composição para a Estrutura, Superestrutura e Infraestrutura do mesmo. Aprofundou-se a história associada ao desenvolvimento do caminho-de-ferro e apresentou-se o desenvolvimento do mesmo em vários países considerados relevantes e de avançado desenvolvimento no que diz respeito à via-férrea. Interligaram-se os dados históricos com a atualidade primando pelo rigor e atualização à data do presente trabalho, sendo que o cariz económico-social ficou patente até ao ano de 2020.

Procurou-se clarificar problemas inerentes a cada componente da superestrutura de via, com especial destaque nos mais complexos de se identificar a origem – o carril – efetuando uma descrição sucinta para uma exaustiva de patologias conhecidas permitindo uma fácil identificação visual no terreno da patologia em questão.

Da dissertação efetuada é possível retirar as seguintes conclusões:

- Durante os primeiros 15 a 20 anos, desde a primeira linha férrea até 1840 ou 1850, o desenvolvimento do caminho-de-ferro foi reduzido. Cada país ensaiava os seus processos, fazia a sua aprendizagem, varria os últimos preconceitos à medida que o novo meio de transporte ia impondo a sua inquestionável utilidade. Em Portugal este desenvolvimento foi ainda mais lento sendo que já na última década existiu um fraco desinvestimento nos caminhos-de-ferro portugueses com o encerramento de vários ramais.
- Colocou-se Portugal lado a lado com as grandes economias mundiais a fim de se perceber qual a situação de Portugal no que diz respeito ao desenvolvimento da ferrovia.

- Apresentaram-se os componentes mais importantes da ferrovia, com especial ênfase nos elementos da superestrutura.
- No que às patologias da superestrutura da ferrovia diz respeito, apresentou-se a metodologia de trabalho e identificação que atualmente se usa em Portugal, bem como o sistema de código que permite a rápida identificação da patologia em questão. Elencou-se de forma exaustiva as várias patologias para cada um dos componentes da superestrutura de via de modo a contemplar todas as possíveis variantes das problemáticas encontradas na ferrovia, referente à superestrutura.

6.2. Desenvolvimentos Futuros

Considera-se de extrema importância o trabalho que foi desenvolvido para apoio à identificação de qualquer patologia associada à superestrutura ferroviária. No entanto, numa tese de Mestrado não pode haver a pretensão de abordar com muita profundidade a problemática de cada uma das resoluções destas mesmas patologias, nem infelizmente, desenvolver ou expandir sistemas baseados em conhecimentos de forma completa.

Por isso, considera-se ser oportuno, numa perspetiva de desenvolvimentos futuros, prosseguir as atividades nas seguintes áreas:

- Recolha do mesmo cariz de informação e síntese para a infraestrutura e estrutura da via-férrea.
- Complementar e aperfeiçoar este tema fazendo a extensão de Rede Ferroviária para a Rede Metropolitana que apresenta, no caso português várias *nuances* e significativas diferenças em alguns pontos geométricos e como tal de patologias associadas.
- Aprofundar algumas técnicas de combate e manutenção em algumas das patologias apresentadas, sendo talvez as mais interessantes as que apresentam equipamento pesado como por exemplo a esmeriladora.
- Considera-se ainda relevante e apesar de muito automatizado, o desenvolvimento de um estudo sobre o sistema de sinalização associado à ferrovia, uma vez que o caso português é um dos mais conceituados da Europa e considerado dos mais seguros.

Referências Bibliográficas

- (1) ELLIS, H.; The Pictorial Encyclopedia of Railways: Hamlyn, London 1977;
- (2) ABRAGÃO, Engº Frederico de Quadros - Caminhos-de-ferro portugueses, Esboço da sua história. Companhia dos Caminhos-de-ferro Portugueses, Edição centenária, 1956.
- (3) NOCK, O. S.; Encyclopedia of Railways: Octopus Books Limited, London 1977;
- (4) SILVA, E.; MOURA, M.; CRUZ, M.; Normas e Especificações Técnicas de Traçado Ferroviário. Projeto de Licenciatura em Engenharia Civil – Orientado pelo Engº Ângelo Jacob e apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto em 2008.
- (5) Jornal “Público”, 18 de Março de 2015.
- (6) SILVA, E.; MOURA, M.; CRUZ, M.; Normas e Especificações Técnicas de Traçado Ferroviário. Projeto de Licenciatura em Engenharia Civil – Orientado pelo Engº Ângelo Jacob e apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto em 2008. pp 55
- (7) SILVA, E.; MOURA, M.; CRUZ, M.; Normas e Especificações Técnicas de Traçado Ferroviário. Projeto de Licenciatura em Engenharia Civil – Orientado pelo Engº Ângelo Jacob e apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto em 2008. pp 55
- (8) HENRIQUE, C. “Manutenção da Via Permanente com Foco na Produção”. Monografia, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.
- (9) PAIXÃO, A. e FORTUNATO, E. ITC informação científica. Transportes – ITC XX. Novas Soluções de Superestrutura de Via para a alta velocidade, Comparação com a via balastrada tradicional. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2009.
- (10) FORTUNATO, E. Tese de Doutoramento. Renovação de Plataformas Ferroviárias, Estudos relativos à Capacidade de carga. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, 2005.
- (11) VALE, C. S. D. Tese de Doutoramento. Influência da qualidade dos sistemas ferroviários no comportamento dinâmico e no planeamento da manutenção preventiva de vias de alta velocidade. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, 2010.
- (12) LEAL, D. Dissertação de Mestrado. Gestão da Conservação em Vias - Férreas. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra, 2008.
- (13) FONTUL, S. Slides das aulas da disciplina Infraestruturas ferroviárias e portuárias. Faculdade Ciências e Tecnologia – UNL, 2010.
- (14) IT.GEO.006. Características técnicas do sub-balastro. Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP, 2007.
- (15) SILVA, T.; Inspeção e Reabilitação de Infraestruturas Ferroviárias. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil no ramo de Estruturas e Geotecnia – Orientada pela Drª Simona Fontul e apresentada na Faculdade Ciências e Tecnologia – UNL em 2012.

- (16) Interoperabilidade do Sistema Ferroviário Transeuropeu de Alta Velocidade – Directiva 96/48/CE do Conselho de 23 de Julho de 1996. Especificação Técnica de Interoperabilidade (ETI) para o subsistema «infra-estrutura» – Decisão n.º 2002/732/CE da Comissão, de 30 de Maio de 2002.
- (17) LUÍS, J.; Modelo de Gestão de Obras de Via-Férrea na Perpetiva da Empresa Construtora. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil no ramo de Construções – Orientado pelo Doutor José Faria e apresentada na Faculdade de Engenharia do Porto em 2013
- (18) UIC-719R. Earthworks and track bed for railway lines. Union Internationale des Chemins de Fer (2008).
- (19) RIVIER, R. “Gestion de la Maintenance des Infrastructures de Transport – Gestion de la Maintenance des Voies Ferrés”. Document n.º 401/16, Laboratoire d’Intermodalité des Transports et de Planification, École Polytechnique Fédéral de Lausanne (2005).
- (20) RIVIER, R. “Gestion de la Maintenance des Infrastructures de Transport - Système de Gestion Intégré de La Maintenance des Voies Ferrées”. Document n.º 401/20, Laboratoire d’Intermodalité des Transports et de Planification, École Polytechnique Fédéral de Lausanne (2002).
- (21) SANTOS, L.; Disciplina de Transporte Ferroviário, Elementos do Traçado Geral Composição da Infraestrutura e Orientações para o seu Dimensionamento. DEC, FCTUC, Coimbra.
- (22) HENRIQUE, C. “Manutenção da Via Permanente com Foco na Produção”. Monografia, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro (2006).
- (23) SANTOS, J. Módulo 4 – Construção, Monotorização, Manutenção e Renovação da Infra-Estrutura Ferroviária. Curso de Formação em Engenharia Ferroviária, 29 e 30 de outubro de 2009, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- (24) Rail Engineering International Edition 2007 Number 4, Railway track optimisation by efficient track maintenance machinery and strategies. Dr. Bernhard W. Lichtberger, Head of Research & Testing Department, Plasser & Theurer, Linz, Austria.
- (25) FERREIRA, J; Intervenções de Construção, Renovação e Manutenção na ViaFérrea. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- (26) RIBEIRO, L. Análise de custos ao longo do ciclo de vida de pontes ferroviárias. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade do Minho (2007).
- (27) NP-EN134581-2 (2009) “Aplicações Ferroviárias. Via – Requisitos de desempenho para sistemas de fixação. Parte 2: sistemas de fixação para travessas de betão”. EN13481. Instituto Português da Qualidade.
- (28) MACÊDO, F.; “Estudo do desgaste de trilhos ferroviários”, Monografia submetida à coordenação de curso de engenharia de produção da universidade federal de Juiz de Fora (2009).

- (29) BONNETT, C.; Practical Railway Engineering. Imperial College Press, London (1996).
- (30) ESVELD, C.; Modern Railway Track, 2nd ed. MRT-Productions, Zaltbommel (2001).
- (31) LIMA, H.; “Procedimentos para a Seleção de Método para a Manutenção da Geometria da Superestrutura Ferroviária”. IME, Rio de Janeiro, 1998.
- (32) IT.VIA.018. Tolerâncias dos Parâmetros Geométricos da Via. Rede Ferroviária Nacional – REFER, EP (2009).
- (33) IT.VIA.002. Bitolas de Via Larga. Sobrelarguras e Tolerâncias. Rede Ferroviária Nacional – REFER, EP (2003).
- (34) Instituto Nacional de Estatística. Disponível em <www.ine.pt>
- (35) Centro de Recursos do IAPMEI. Disponível em <www.iapmei.pt>
- (36) Artigos e palavras de busca: “Via-férrea”, “mine railway”, “Locomotiva”, “Ferrovia”, “Locomotiva a vapor”, “Chemin de fer”, “Trains”, “Locomotive”, “Voiture de chemin de fer”, “Wagon”, “Interopérabilité”, “Bitola”, “Eurostar”, “SNCF”, “Japan Railways”, “Balasto”, “Track ballast”, “Ballast (chemin de fer)”, “Traviesas”, “Traviesa de hormigón”, “Traviesa de hormigón”, “Traviesa de madera”, “traverses”, “Sujeción”, “Rail”, “Carriles”, “Catenaria”, “Caténaire”, “Bogie”, “ferroviaire”. Disponível em <www.wikipedia.org>.
- (37) Artigos: “Os Caminhos-de-ferro e a história Portuguesa”, “O Nascimento dos Caminhos-de-ferro”, “Os Caminhos-de-ferro e a CP”, “Os Caminhos-de-ferro e a história Mundial”, “150 anos de História”. Disponíveis em <www.cp.pt>.

Anexos

Os anexos contêm os seguintes documentos:


- Mapas do PETI3+
- Apêndice A – ChekList UIC 712
- Classificação do sistema de código segundo o UIC 712
- Fichas usadas na inspeção visual A – D

ANEXO I




22.1 SECTOR FERROVIÁRIO

Linha do Norte (Gaia / Ovar - Alfarelos / Pampilhosa - Vale de Santarém/ Entroncamento, Alverca / Castanh. Ribatejo, Terminal Bobadela)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto de reabilitação da linha do Norte, espinha dorsal da Rede Ferroviária Nacional, integrado numa estratégia de desenvolvimento assente em princípios de aumento da eficiência, competitividade e sustentabilidade do sistema de transportes, dinamização do crescimento económico e aumento da coesão social e territorial, traduz-se numa intervenção fundamental para o desenvolvimento do sistema ferroviário.</p> <p>A conclusão da reabilitação visa dotar esta linha de condições homogêneas de exploração, eliminando constrangimentos, aumentando os níveis de segurança e fiabilidade da infraestrutura.</p> <p>A reabilitação impedirá a degradação da infraestrutura e permitirá repor o patamar de velocidades na média dos 140 km/h, não permitindo, no entanto, o aumento da TVM (tabela de velocidade máxima) uma vez que não irá haver alterações de traçado. As intervenções vão permitir eliminar as margens suplementares atualmente previstas no Diretório da Rede. Deverão ainda permitir o cruzamento e circulação de comboios de mercadorias com comprimento de 750 m.</p> <p>O projeto compreende a intervenção nos troços ainda não modernizados, a triplicação do troço a norte de Alverca / Castanheira do Ribatejo e a eliminação de constrangimentos no Terminal Vale Tejo e no Terminal da Bobadela e respetivas ligações à Rede Ferroviária Nacional.</p> <p>Troços: Gaia / Ovar - Alfarelos / Pampilhosa - Vale de Santarém/ Entroncamento, Alverca / Castanh. Ribatejo, Terminal Bobadela</p> <p>Investimento estimado: 400 M€</p> <p>Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ao nível do transporte de mercadorias, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a portos, plataformas logísticas e parques industriais localizados ao longo deste eixo ferroviário;▪ Ao nível do transporte de passageiros, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos, interfaces e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário. <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.




Linha do Minho (Nine/ Valença, Ermesinde/ Contumil, Ramal Secil na Trofa, Ramal Particular SN Longos da Maia)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
 <p>The map shows the railway line starting at Valença in the north, passing through Vila do Conde, Nine, and Porto. It highlights three specific branches: Ramal Secil na Trofa, Ramal SN Longos, and Ramal Particular SN Longos da Maia. The map also shows the border with Spain (Espanha) to the north.</p>	<p>O projeto de modernização da linha do Minho visa reforçar a s condições de mobilidade de pessoas e bens nas regiões do Grande Porto e do Alto Minho de Portugal e destas com a região espanhola da Galiza.</p> <p>As intervenções serão desenvolvidas em articulação com Espanha garantindo a interoperabilidade ferroviária ao longo do corredor. A infraestrutura deverá permitir o cruzamento e a circulação de comboios de mercadorias com comprimento de 750 metros.</p> <p>A conclusão da electrificação, permitirá aos Operadores tirar partido do investimento já efectuado nesta linha e potenciar a afectação de material de tração eléctrica, condições necessárias ao cadenciamento de horários e conseqüentemente à optimização dos modelos de exploração, gerando condições de competitividade para a exploração ferroviária.</p> <p>O projeto compreende designadamente a electrificação entre Nine - Valença / Fronteira, a duplicação de via entre Contumil e Ermesinde, o aumento do comprimento útil para recepção/expedição de comboios no Terminal Darque e as electrificações dos Ramais Particulares SN Longos Maia e Secil na Trofa.</p> <p>Troços: Nine/ Valença, Ermesinde/ Contumil, Ramal Secil na Trofa, Ramal Particular SN Longos da Maia</p> <p>Investimento estimado: 145 M€</p> <p>Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>O objectivo da realização deste projeto consiste no aumento da quota do transporte ferroviário de passageiros e mercadorias ao longo do eixo Porto-Vigo, fundamentalmente através do aumento da competitividade do transporte ferroviário e da diminuição do tempo de ligação entre as cidades do Porto e Vigo para cerca das 2 horas, assegurando simultaneamente a melhoria dos níveis de qualidade do serviço, designadamente em termos da pontualidade e fiabilidade do horário e da redução da sinistralidade nos atravessamentos de nível.</p> <p>Face ao exposto, este projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ao nível do transporte de mercadorias, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a portos e parques industriais localizados ao longo deste eixo ferroviário;▪ Ao nível do transporte de passageiros, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário. <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.




Linha do Oeste + Ramal de Alfarelos (Meleças / Louriçal, Ramal de Alfarelos, Ramal Secil, Ramal do Ramalhal - Valouro)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto de modernização da linha do Oeste potenciará o reforço da competitividade do setor ferroviário ao nível metropolitano e regional, através da melhoria das condições de mobilidade de mercadorias e pessoas ao longo da região do Oeste e do aumento da sua integração na rede ferroviária nacional por via de melhores ligações ao restante território nacional e a Espanha, aos portos de Lisboa e Figueira da Foz, às principais indústrias e à região da Grande Lisboa.</p> <p>Este projecto consistirá numa alternativa à linha do Norte, contribuindo para a melhoria do atual modelo de exploração, através do aumento das velocidades comerciais (substituição da tração térmica por tração eléctrica) e do aumento de capacidade da infraestrutura. Permitirá estruturar a frota de material diesel da CP, incrementar a produtividade dos meios operacionais e potenciar economias de escala (sinergias criadas entre os parques de material e na gestão dos recursos humanos).</p> <p>O projeto compreende intervenções (incluindo eletrificação) entre Meleças e o Louriçal, nos sistemas de sinalização e telecomunicações até à Figueira da Foz e a criação de desvios ativos e de pontos de cruzamento na linha do Oeste e no ramal de Alfarelos de forma a assegurar a circulação de comboios de mercadorias com comprimento de 750 metros. Compreende ainda a eletrificação dos Ramais Privados da Secil (Pataias e Martingança) e do Ramalhal - Valouro.</p> <p>Troços: Meleças/Louriçal, Ramal de Alfarelos, Ramal Secil, Ramal do Ramalhal-Valouro Investimento estimado: 135 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>Este investimento permitirá reduzir os tempos de percurso e aumentar o conforto para os passageiros, reforçando as condições de segurança da circulação ferroviária. Como tal, apresenta um potencial moderado de captação de tráfego, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ao nível do transporte de mercadorias, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes aos portos de Lisboa e Figueira da Foz e às principais indústrias localizadas ao longo deste eixo ferroviário;▪ Ao nível do transporte de passageiros, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos, interfaces e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário. <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M. <p>A entidade promotora deverá ponderar a viabilidade de otimização adicional deste projeto.</p>




Linha do Sul (Porto de Setúbal + Praias do Sado)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>Este projeto visa reforçar a ligação ferroviária ao Porto de Setúbal e aos ramais existentes, de modo a viabilizar um transporte ferroviário de mercadorias eficiente, potenciando assim o aumento da competitividade da economia nacional.</p> <p>O projeto compreende a eliminação dos constrangimentos na zona da estação de Praias do Sado e nas ligações aos ramais e ao Porto de Setúbal, a electrificação do feixe de recepção / expedição das linhas do Porto, a construção de linhas em falta e a electrificação do Ramal Privado da Somincor em Praias do Sado.</p> <p>Investimento estimado: 20 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego no que concerne ao transporte de mercadorias, sendo de destacar, ao nível da dimensão de intermodalidade, a melhoria de ligações consideradas insuficientes ao Porto de Setúbal e a plataformas logísticas localizados ao longo deste eixo ferroviário;</p> <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.




Linha de Leixões (Terminal de Leixões / Porto de Leixões)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
 <p>The map shows the railway line from Viana do Castelo in the north to Guarda in the south. Key stations marked include Viana do Castelo, Braga, Guimarães, Lousado, Ermesinde, Caide, Porto Campanhã, Gaia, Régua, Tua, Espinho, Ovar, Sernada do Vouga, Mangualde, Aveiro, and Guarda. The Porto de Leixões terminal is highlighted in blue near Gaia.</p>	<p>O projeto compreende a renovação da infraestrutura existente no actual terminal de Leixões (linha do pôrtico e linha de manobra), a construção de uma nova ligação ferroviária à prevista Plataforma logística portuária de Gatões/Guifões e ainda as criação de condições para assegurar a formação de comboios com 750 metros de comprimento.</p> <p>Troços: Terminal de Leixões / Porto de Leixões Investimento estimado: 20 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego no que concerne ao transporte de mercadorias, sendo de destacar, ao nível da dimensão de intermodalidade, os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ao nível do transporte de mercadorias, potencia a criação de ligações novas a portos e a plataformas logísticas; <p>A principal premissa de realização deste projeto ao nível da dimensão de sustentabilidade financeira assenta no potencial de cofinanciamento comunitário.</p>




Linha do Sul (Terminal de Termitrena)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto visa a construção de uma nova ligação da rede ferroviária nacional ao terminal portuário da Termitrena, servindo a área industrial/logística da SAPEC e o terminal portuário da Teporset, para sustentar o potencial aumento de carga previsto para aquele terminal.</p> <p>Troços: Terminal de Termitrena Investimento estimado: 14 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto potencia a criação de ligações novas a portos e a parques industriais.</p> <p>A principal premissa de realização deste projeto ao nível da dimensão de sustentabilidade financeira assenta no potencial de cofinanciamento comunitário.</p>




Corredor Aveiro – Vilar Formoso / Linha Beira Alta

(Ramal Porto Aveiro + Ramal Portucel Cacia + Plataforma de Cacia + Pampilhosa/Vilar Formoso + Ramal Viseu)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto visa reforçar a ligação ferroviária do norte e centro de Portugal com a Europa, de modo a viabilizar um transporte ferroviário de mercadorias eficiente, potenciando assim o aumento da competitividade da economia nacional. Tem ainda por objetivo repor a TVM de forma a ultrapassar os atrasos sucessivos que se têm registado, com forte impacto na qualidade percebida pelos passageiros.</p> <p>Serão desenvolvidas intervenções para assegurar: (i) a interoperabilidade ferroviária do Corredor ao nível nacional, ibérico e europeu - dotando-o de bi-bitola (1668 mm + 1435 mm); (ii) eliminar constrangimentos ao nível da infraestrutura da linha da Beira Alta; (iii) permitir a circulação de comboios de mercadorias com 750 m de comprimento.</p> <p>Será construída uma concordância entre as linhas da Beira Alta e do Norte de modo a garantir a circulação direta do tráfego com origem/destino a norte da estação da Pampilhosa e avaliada a correção de rampas no itinerário.</p> <p>O projeto compreende ainda a electrificação do Ramal do Porto Aveiro, incluindo as linhas de triagem e o aumento do comprimento da linha de expedição / recepção do Ramal Privado da Portucel Cacia.</p> <p>Troços: Ramal Porto Aveiro, Ramal Portucel Cacia, Plataforma de Cacia, Pampilhosa / Vilar Formoso, Ramal Viseu</p> <p>Investimento estimado: 900 M€</p> <p>Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego, sendo de destacar, ao nível da dimensão de intermodalidade, a melhoria de ligações consideradas insuficientes a portos, plataformas logísticas e parques industriais, no que diz respeito ao transporte de mercadorias localizados ao longo deste eixo ferroviário.</p> <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.




Linha da Beira Baixa (Covilhã/Guarda)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>A conclusão do projeto de modernização da linha da Beira Baixa, permitirá o fecho de malha e a redundância de rede, contribuindo não só para des congestionar a linha do Norte e a linha da Beira Alta bem como permitir canais alternativos ao tráfego internacional de mercadorias a partir das regiões da Grande Lisboa e Sul de Portugal, aumentando significativamente a capacidade de ligação à fronteira de Vilar Formoso. Permitirá ainda dar resposta às necessidades de mobilidade de pessoas em toda esta região.</p> <p>A infraestrutura deverá permitir o cruzamento e a circulação de comboios de mercadorias com comprimento de 750 m. Será avaliada a correção de rampas.</p> <p>O projeto compreende a electrificação e instalação de sinalização, controlo de velocidade e telecomunicações.</p> <p>Troços: Covilhã/Guarda Investimento estimado: 80 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ao nível do transporte de mercadorias, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a portos;▪ Ao nível do transporte de passageiros, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos, interfaces e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário. <p>A principal premissa em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto assenta no potencial de cofinanciamento comunitário.</p>




Corredor Sines/Setúbal/Lisboa – Caia (Lx/ Setúbal/ Sines/ Caia + Poceirão/ V. Novas + Bombel/Casa Branca + Ramal Petrogal Sines)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>Este projeto visa reforçar a ligação ferroviária ao porto de Sines, tendo em vista o aumento da sua atratividade como porta de entrada na Europa, em especial na Península Ibérica, alargando o seu <i>hinterland</i> e articulando com outras ligações aos portos de Lisboa e Setúbal.</p> <p>O objectivo da realização desta ligação internacional ferroviária passa por disponibilizar uma solução de transporte ferroviário de mercadorias mais eficiente, seja entre uma origem e um destino final ou integrado numa cadeia logística intermodal, potenciando assim o aumento da competitividade da economia nacional. Será ainda potenciada a mobilidade de pessoas entre as regiões do Alentejo e Lisboa e Vale do Tejo e o reforço da conectividade externa do território.</p> <p>O projeto compreende a construção de novos troços, nomeadamente a ligação de Sines a Grândola Norte e a ligação Évora/ Caia, bem como a modernização de troços já existentes, num corredor que deverá assegurar condições de interoperabilidade ferroviária a nível nacional ibérico e europeu. Esta linha ferroviária será electrificada, dotada de sinalização eletrónica, e assegurará a circulação de comboios com 750 metros. O projeto compreende ainda a correção de rampas e a electrificação do Ramal Privado Petrogal em Sines.</p> <p>Troços: Lisboa/ Setúbal/ Sines/ Caia, Poceirão/ Vendas Novas, Bombe/Casa Branca, Ramal Petrogal Sines</p> <p>Investimento estimado: 800 M€ - 1.000 M€</p> <p>Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial elevado no que concerne ao transporte de mercadorias e um potencial moderado no que diz respeito ao transporte de passageiros, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ao nível do transporte de mercadorias, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a portos, plataformas logísticas e parques industriais localizados ao longo deste eixo ferroviário; ▪ Ao nível do transporte de passageiros, potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a aeroportos e portos, núcleos urbanos densos, interfaces e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário. <p>A principal premissa de realização deste projeto ao nível da dimensão de sustentabilidade financeira assenta no potencial de cofinanciamento comunitário.</p> <p>A entidade promotora deverá ponderar a viabilidade de otimização adicional deste projeto.</p>

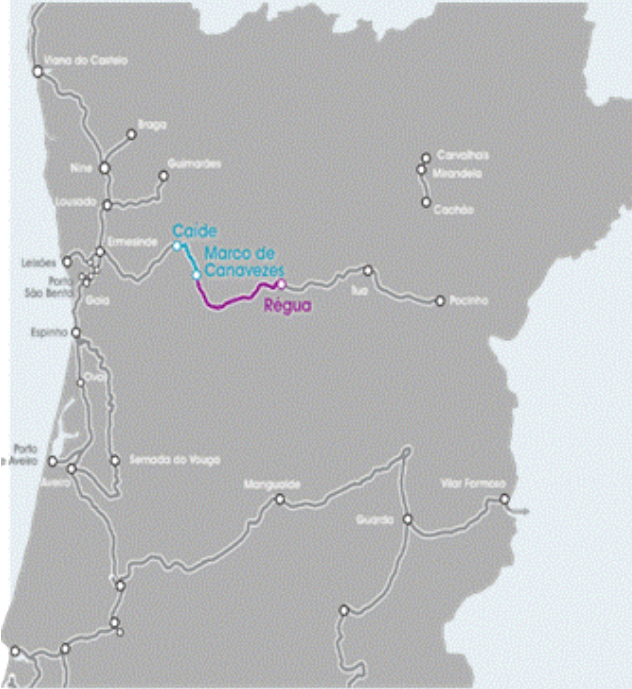


Linha do Algarve (Lagos / Tunes, Faro / Vila Real de Santo António)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>A Linha do Algarve assume-se como um eixo estruturante para a mobilidade da principal região turística de Portugal e desta com o restante território nacional, ibérico e europeu. A sua modernização visa por isso dinamizar a economia regional e nacional, dando resposta às crescentes necessidades de mobilidade de pessoas e bens geradas em toda esta região, designadamente num sector de atividade estratégico e gerador receitas muito significativas para a economia portuguesa.</p> <p>Esta intervenção permitirá a exploração comercial exclusivamente com material eléctrico e o cadenciamento do horário em função do aumento de capacidade da infraestrutura e da melhor performance do material, condições que contribuem para o aumento de produtividade dos meios e consequentemente da eficiência do modelo produtivo. Os investimentos a realizar deverão permitir reduções no tempo de percurso.</p> <p>Este projeto permitirá adicionalmente proceder à reestruturação da frota de material diesel de serviço regional da CP e assim eliminar a necessidade de custos de aluguer de material à RENFE.</p> <p>O projeto compreende a eletrificação dos troços da Linha do Algarve ainda não eletrificados, a intervenção nos sistemas de regulação de tráfego e a ligação ao aeroporto de Faro.</p> <p>Troços: Lagos / Tunes, Faro / Vila Real de Santo António Investimento estimado: 55 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial elevado de captação de tráfego no que concerne ao transporte de passageiros, sendo de destacar, ao nível da dimensão de intermodalidade, os seguintes principais aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Criação de novas ligações a infraestruturas aeroportuárias marítimo-portuárias;▪ Melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos, interfaces, equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário; <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Potencial limitado de captação de fontes externas de <i>funding</i>;▪ Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.




Linha do Douro (Caide/ Marco de Canavezes)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto de modernização da linha do Douro compreende a eletrificação entre Caide e Marco e a introdução de sinalização eletrónica, controlo de velocidade e telecomunicações até à Régua.</p> <p>Esta intervenção permitirá que o serviço urbano seja assegurado sem necessidade de transbordo entre o Porto e Marco de Canavezes, melhorando o serviço oferecido ao cliente e possibilitando o ganho de sinergias com a atual oferta Urbana do Porto.</p> <p>Troços: Caide/ Marco</p> <p>Investimento estimado: 20 M€</p> <p>Conclusão: até 2016</p>	<p>A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego de passageiros, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos, interfaces e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário.</p> <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.




Linha do Douro (Marco / Régua)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>Este projeto visa a eletrificação da linha do Douro entre o Marco e a Régua numa extensão de cerca de 43 km, para assegurar a oferta de serviços regionais com tração eléctrica, melhorando a velocidade comercial e as condições de conforto oferecidas aos passageiros, permitindo otimizar o modelo de exploração comercial.</p> <p>A eletrificação deste troço da linha do Douro contribuirá igualmente para a estruturação do parque de material diesel da CP.</p> <p>Troços: Marco / Régua Investimento estimado: 20 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos e a equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário.</p> <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Redução dos atuais custos de O&M.



Linha do Douro (Régua / Pocinho)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto prevê a eletrificação da linha do troço Régua – Pocinho da linha do Douro numa extensão de cerca de 70 km, para permitir a afectação de material de tração eléctrica e a consequente integração da exploração deste troço no modelo de oferta da restante linha do Douro, permitindo otimizar a gestão do parque de material e dos recursos humanos.</p> <p>Troços: Régua / Pocinho Investimento estimado: 16 M€ Conclusão: após QCA</p>	<p>A realização deste projeto potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes a equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário.</p> <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">- Redução dos atuais custos de O&M.



Linha do Vouga

Localização



Descrição

Este projeto visa melhorar os níveis de segurança da exploração ferroviária, elevando os níveis de fiabilidade e qualidade de serviço.

O projeto compreende a requalificação da via e a automatização de Passagens de Nível.

Troços: Linha do Vouga

Investimento estimado: 3 M€

Conclusão: após 2016 e antes fim QCA

Medidas de Otimização


A realização deste projeto apresenta um potencial moderado de captação de tráfego de passageiros, sendo de destacar ao nível da dimensão de intermodalidade a melhoria de ligações consideradas insuficientes a núcleos urbanos densos e equipamentos públicos, serviços e indústria localizados ao longo deste eixo ferroviário.

As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:

- Aumento do grau de cobertura dos atuais custos de O&M.



Linha do Sul (Ramal de Neves Corvo)

Localização	Descrição	Medidas de Otimização
	<p>O projeto compreende a electrificação do troço Ourique/Minas Neves Corvo numa extensão de aproximadamente 31 km.</p> <p>Troços: Ramal de Neves Corvo Investimento estimado: 11 M€ Conclusão: após 2016 e antes fim QCA</p>	<p>A realização deste projeto potencia a melhoria de ligações consideradas insuficientes parques industriais.</p> <p>As principais premissas em termos de sustentabilidade financeira e operacional do projeto são, respetivamente, como segue:</p> <ul style="list-style-type: none">- Potencial limitado de captação de fontes externas de <i>funding</i>;- Redução dos atuais custos de O&M.



Rede Ferroviária Nacional | 2013

Cargas Máximas

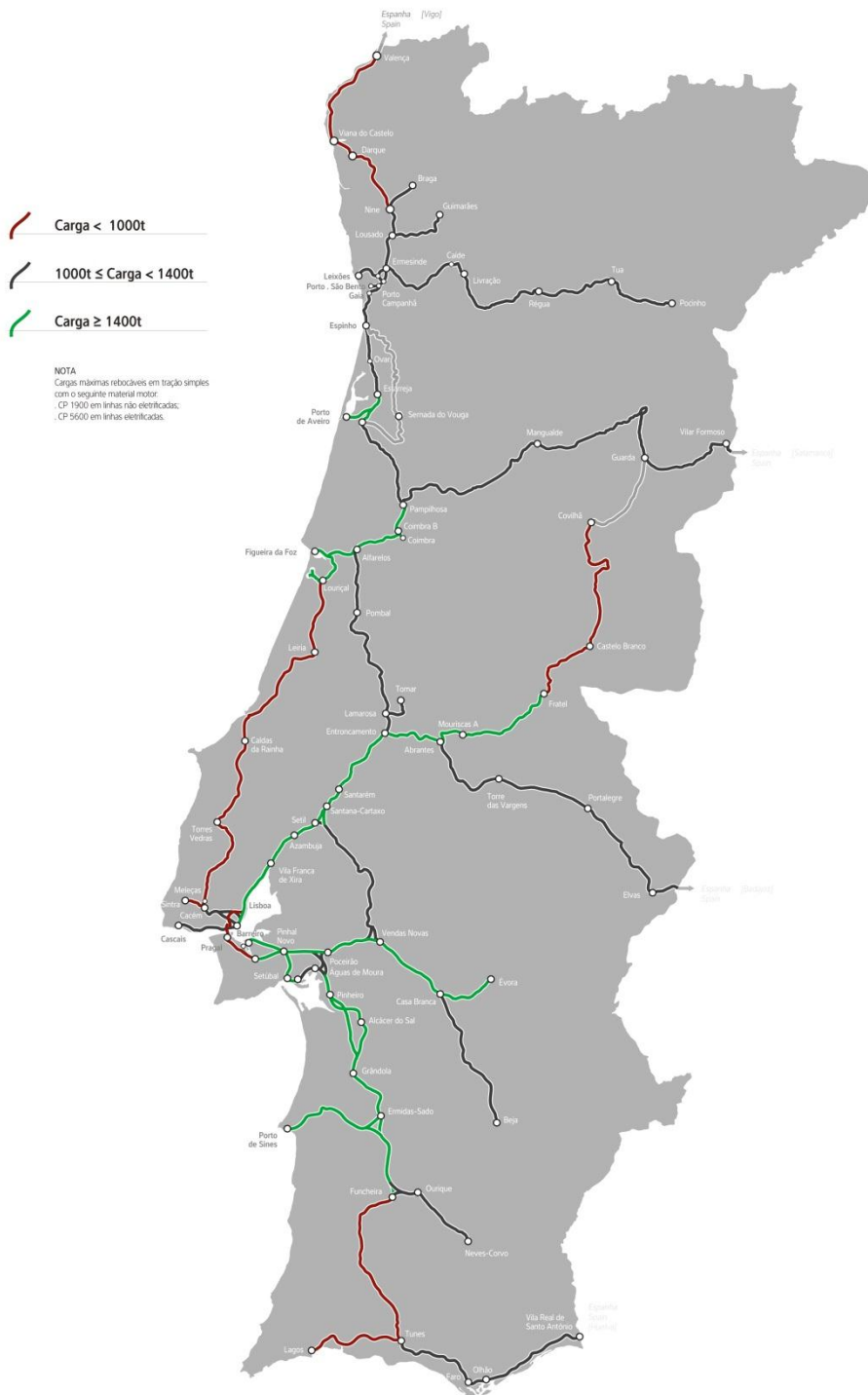


Ilustração 52 - Características da rede ferroviária nacional em 2013 - Cargas máximas

Rede Ferroviária Nacional | 2020-2022

Cargas Máximas

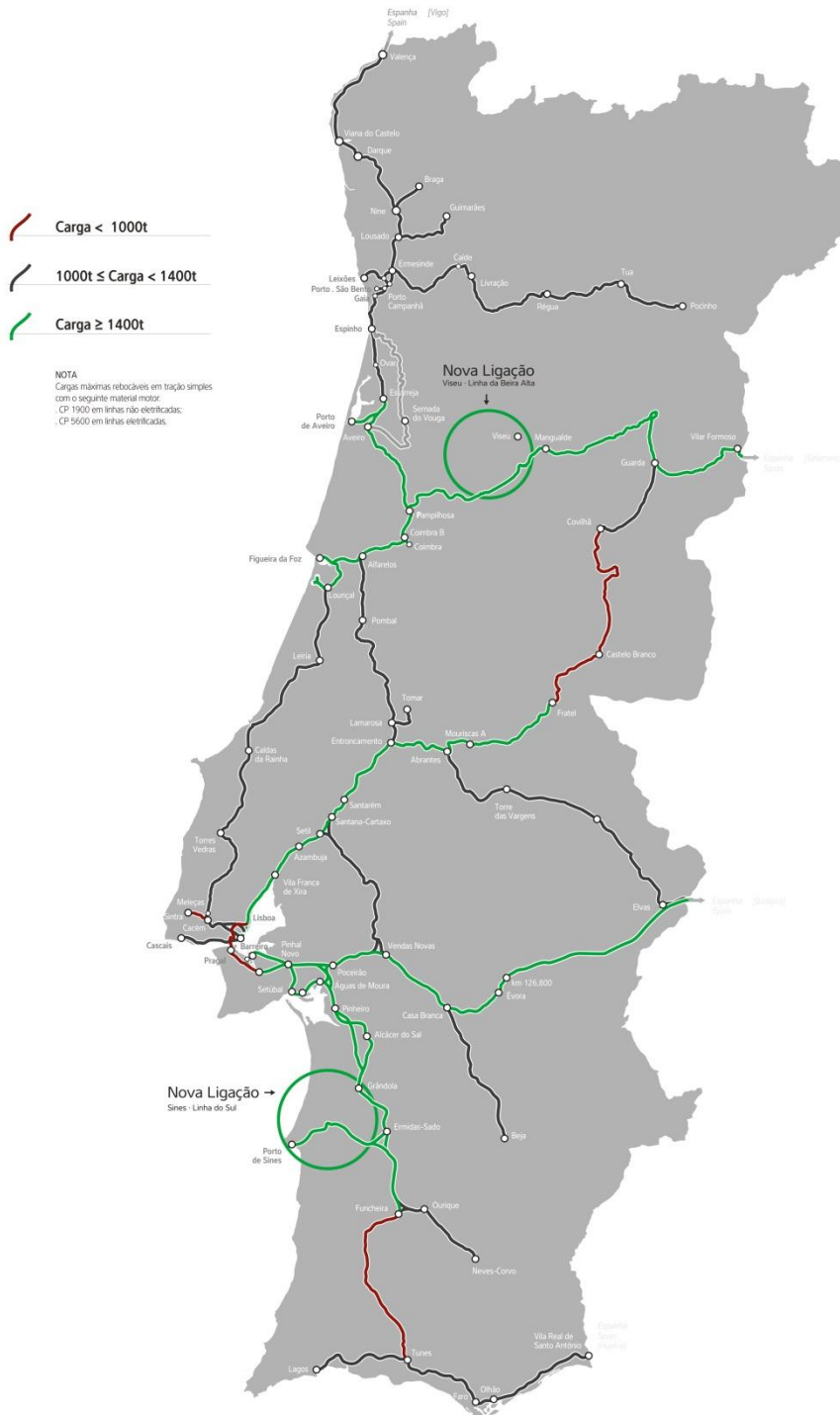


Ilustração 53 - Características da rede ferroviária nacional em 2020/22 - Cargas máximas

Rede Ferroviária Nacional | 2020-2022

Eletrificação

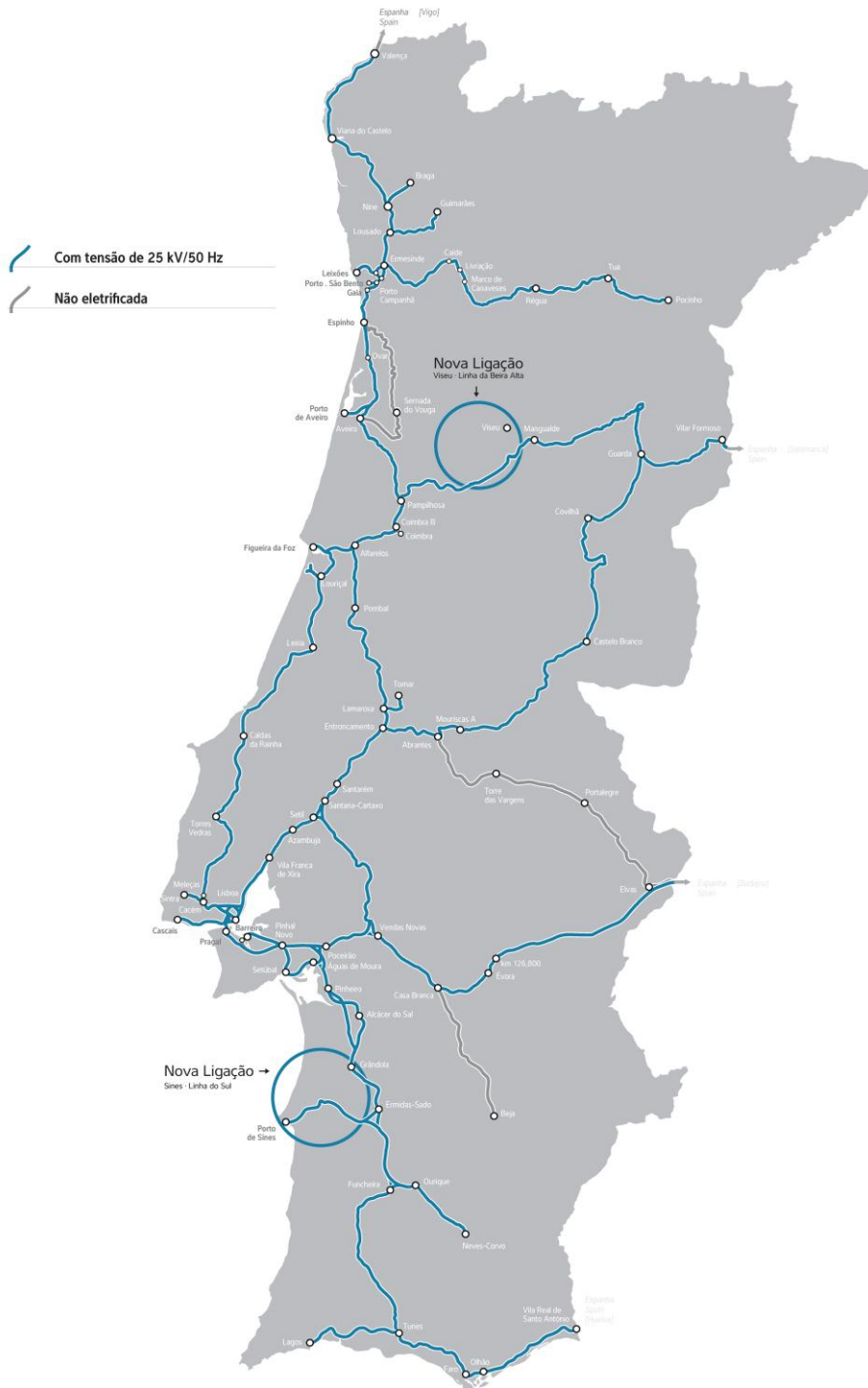


Ilustração 55 - Características da rede ferroviária nacional em 2020/22 - Electrificação



Rede Ferroviária Nacional | 2013

ETCS | GSM-R

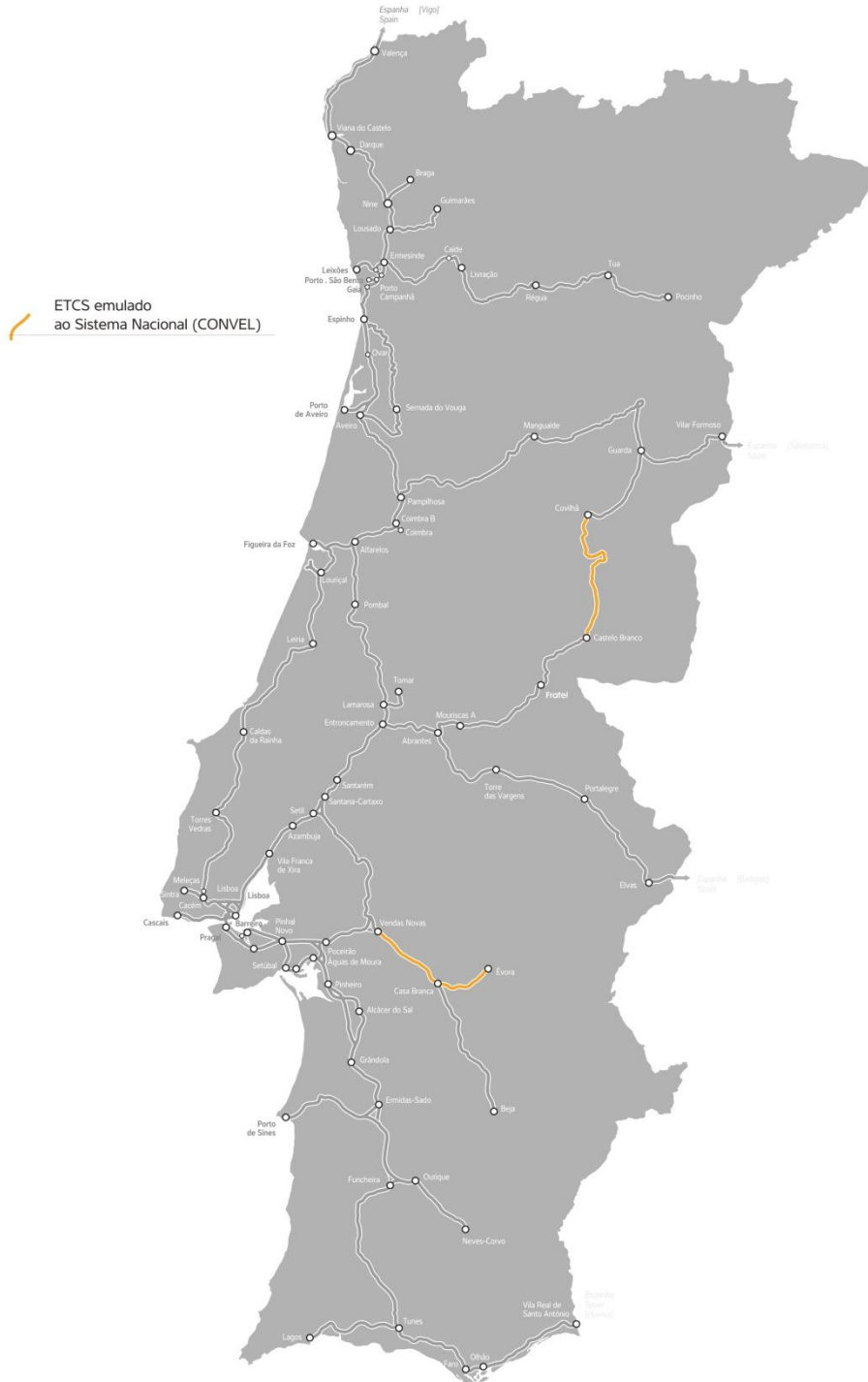


Ilustração 56 - Características da rede ferroviária nacional em 2013 - ETCS | GSM-R

Rede Ferroviária Nacional | 2020-2022

ETCS | GSM-R

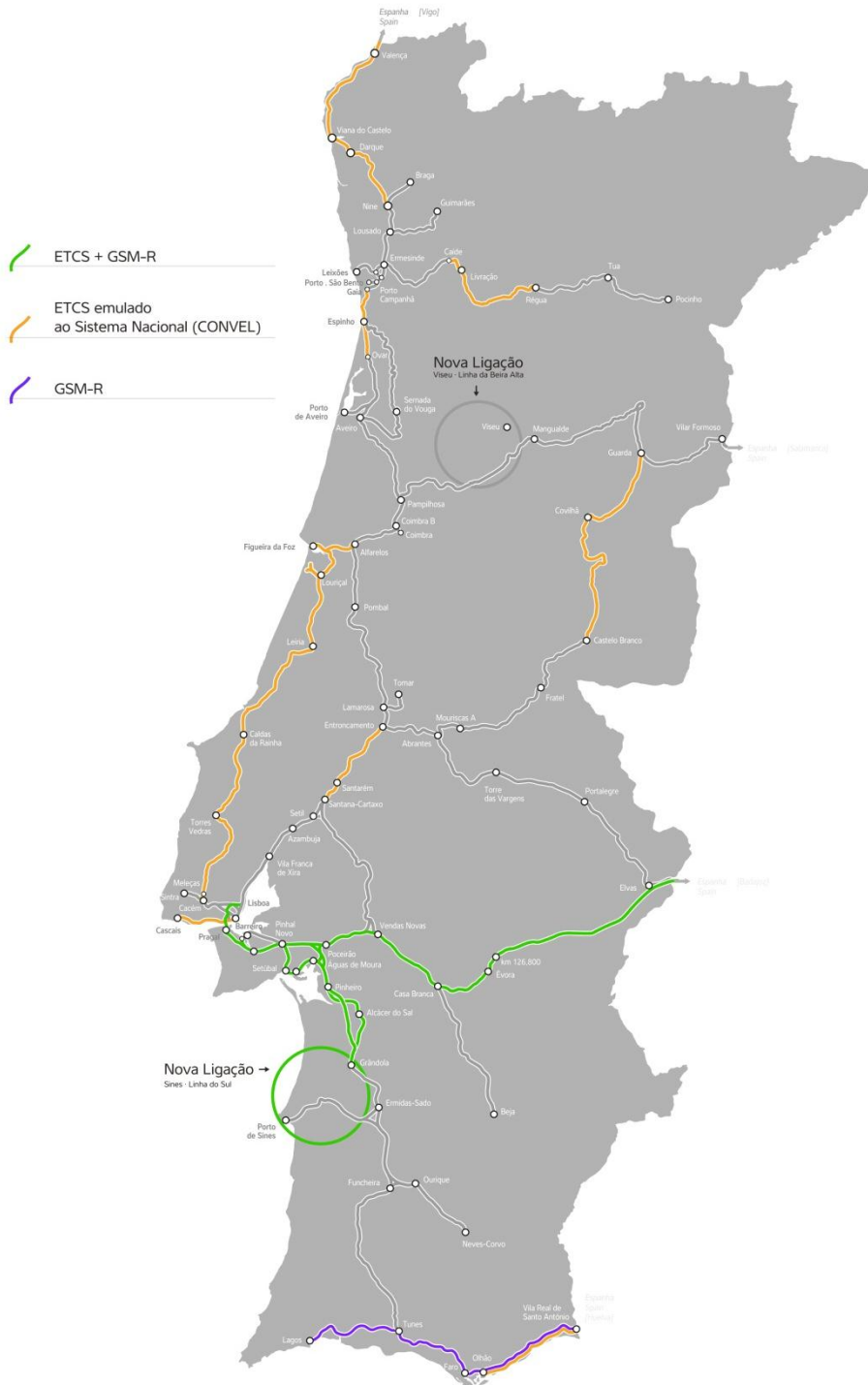


Ilustração 57 - Características da rede ferroviária nacional em 2020/22 - ETCS | GSM-R



Rede Ferroviária Nacional | 2013

Sistemas de Sinalização

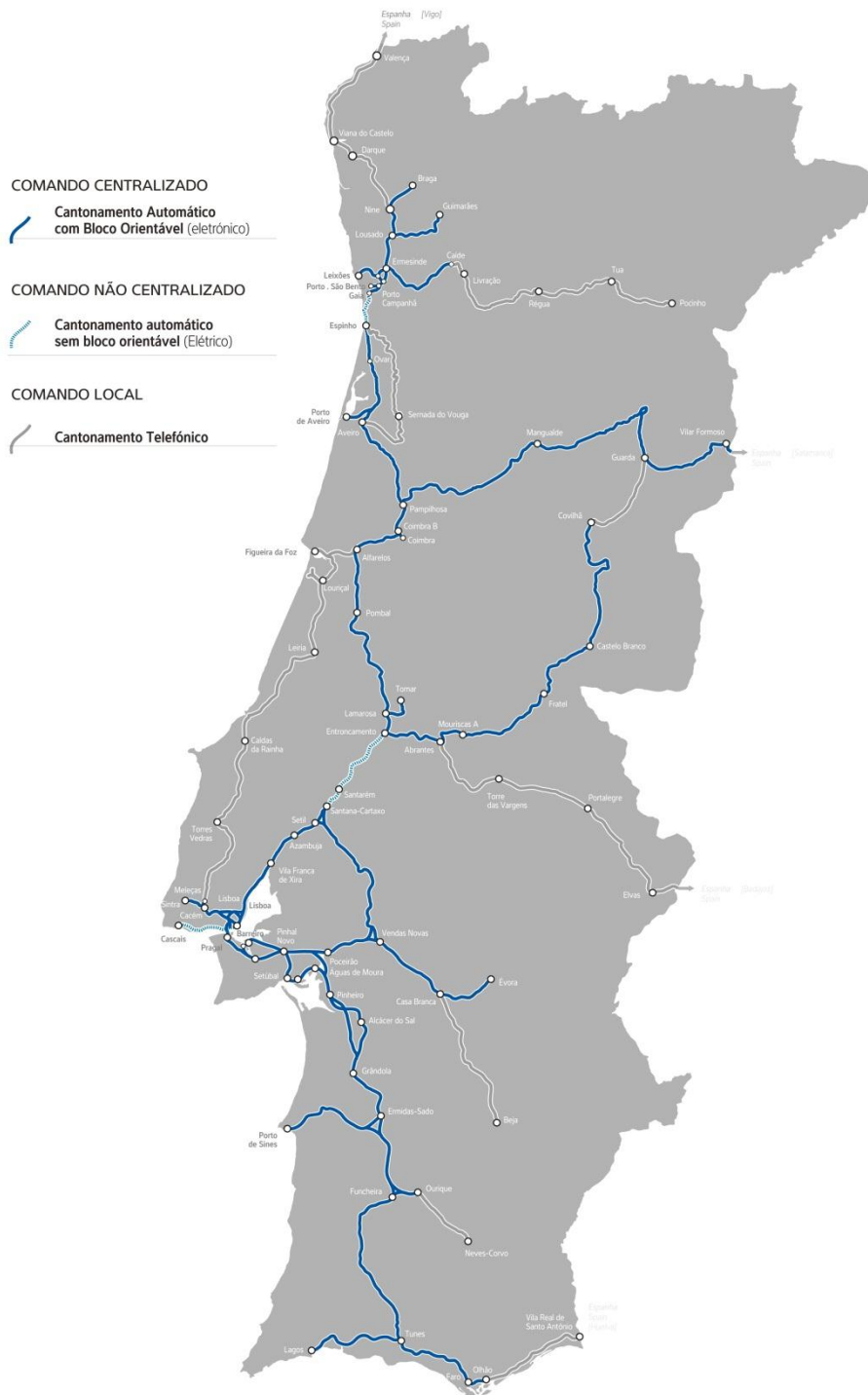


Ilustração 58 - Características da rede ferroviária nacional em 2013 - Sinalização



Rede Ferroviária Nacional | 2020-2022

Sistemas de Sinalização

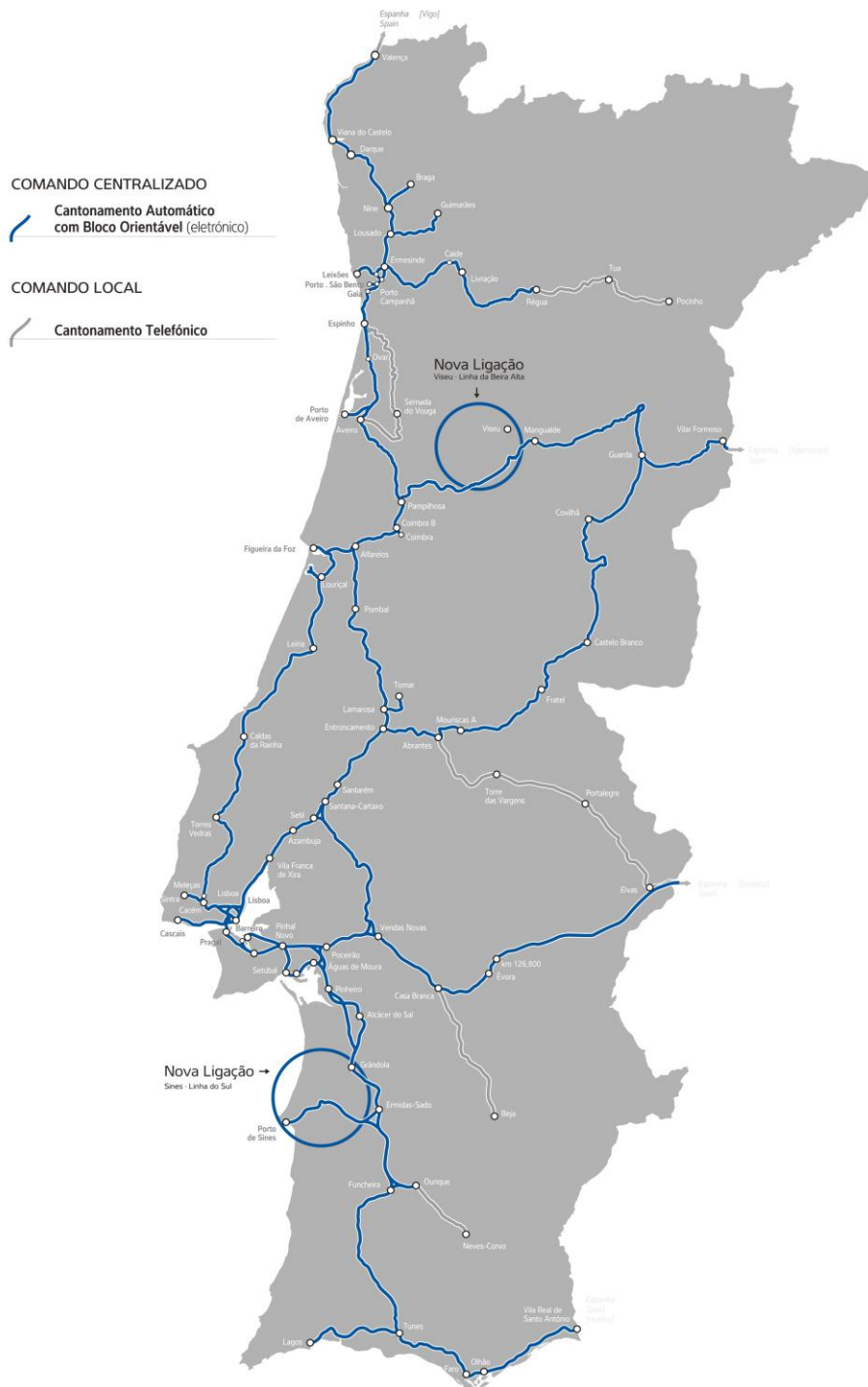
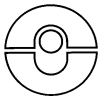


Ilustração 59 - Características da rede ferroviária nacional em 2020/22 - Sinalização

ANEXO II



Appendix A - Checklist of headings to be used when compiling a withdrawal form

NB : Items marked with an asterisk (*) should be considered the basic minimum.

GENERAL INFORMATION

Breakage * or **Cracking or damage***

PRECISE LOCATION OF THE DEFECT IN THE TRACK

Line *

Track *

Rail *

Kilometre point *

DATE

Date the defect was discovered *

Date the defect was repaired or the broken rail removed *

HOW WAS THE DEFECT DETECTED ?

Ultrasonic testing

Other means of detection

CHARACTERISTICS OF THE LINE AND TRACK

Layout: Straight line * or **Curve ***

Curve radius *

UIC group classification *

Maximum speed *

Year laid

Method of laying: Standard sections * - **Continuous welded rail *** - with baseplates - without baseplates

Type of sleepers : Wooden - Concrete - Metallic - Slab track

Location : Open line - Tunnel (name)

Type of joint : Ordinary - Junctioned - Insulated - Glued insulated

CHARACTERISTICS OF THE RAIL

Rail condition: New or Reused

Rail profile *

Length of rail

Length of replacement rail

Rolling marks (in relief)

Stamped marks (embossed)

Steel grade *

Manufacturing process *

Total gross tonnage borne *

CHARACTERISTICS OF WELDS OR RESURFACING

Year carried out

Weld removed or repaired

Length of replacement rail

Profiles of the rails on either side of the weld

Steel grade of the rails on either side of the weld

Resurfacing: at rail end or away from rail end

CODE NUMBER OF DEFECT

As per the Handbook of Rail Defects *

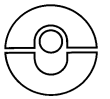
ACTION TAKEN

Rail removed on or rail despatched to.....

DESCRIPTION OF THE DEFECT

Sketch showing where the defect was located, with indication of its size.

ANEXO III



B.6 - Classification and numbering of rail defects

1 Defects in rail ends

10 *Full section*

100 Transverse break without apparent origin

11/12 *Head*

111 Progressive transverse cracking (kidney-shaped fatigue crack)

112 Horizontal cracking

113 Longitudinal vertical cracking

121 Surface defects

122 Shelling of running surface

123 Crushing

124 Local batter of running surface

125 Wheel burns

13 *Web*

132 Horizontal cracking

1321 at the web-head fillet radius

1322 at the web-foot fillet radius

133 Longitudinal vertical cracking (piping)

134 Corrosion

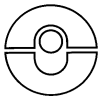
135 Star-cracking of fishbolt holes

139 Lap

15 *Foot*

153 Longitudinal vertical cracking

154 Corrosion



2	Defects away from rail ends
20	<i>Full section</i>
200	Transverse break without apparent origin
21/22	<i>Head</i>
211	Progressive transverse cracking (kidney-shaped fatigue crack)
212	Horizontal cracking
213	Longitudinal vertical cracking
220	Wear:
2201	Short-pitch corrugation
2202	Long-pitch corrugation
2203	Lateral wear
2204	Abnormal vertical wear
221	Surface defects
222	Shelling
2221	Shelling of the running surface
2222	Shelling of the gauge corner
2223	Head checking / Fissuring / Scaling at the gauge corner
223	Crushing
224	Local batter of the running surface
225	Wheel burn
2251	Isolated wheel burn
2252	Repeated wheel burns
227	Squat / Cracking and local depression of the running surface
23	<i>Web</i>
232	Horizontal cracking
2321	at the web-head fillet radius
2322	at the web-foot fillet radius
233	Longitudinal vertical cracking (piping)
234	Corrosion
235	Cracking around holes other than fishbolt holes
236	Diagonal cracking away from any hole
239	Lap
25	<i>Foot</i>
253	Longitudinal vertical cracking
254	Corrosion



3 Defects caused by damage to the rail

30 *Full section*

- 301 Bruising
- 302 Faulty machining
- 303 Permanent deformation (warped rail)

4 Welding and resurfacing defects

41 *Electric flash-butt welding*

- 411 Transverse cracking of the profile
- 412 Horizontal cracking of the web

42 *Thermit welding*

- 421 Transverse cracking of the profile
- 422 Horizontal cracking of the web

43 *Electric arc welding*

- 431 Transverse cracking of the profile
- 432 Horizontal cracking of the web

44 *Oxyacetylene welding (reserved)*

45 *Pressurised gas welding (reserved)*

46 *Induction welding (reserved)*

47 *Resurfacing*

- 471 Transverse cracking of the rail head
- 472 Detachment or shelling of the resurfaced portion

48 *Other welding methods*

- 481 Transverse cracking under electrical connection

Anexo IV

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA VIA

1. Dados gerais

Ficha nº:	<input type="text"/>	FOTO - vista geral		
Data:	<input type="text"/>			
1.1 Distrito:	<input type="text"/>			
1.2 Concelho:	<input type="text"/>			
1.3 Linha:	<input type="text"/>			
1.4 Quilometragem:	<input type="text"/>			
km, inicial	<input type="text"/>		km, final	<input type="text"/>
1.5 Ano de Construção:	<input type="text"/>			
1.6 Última Renovação Integral da Via:	<input type="text"/>			
1.7 Proc. Nº:	<input type="text"/>			

2. Local de implantação

2.1 Meio não urbano	<input type="text" value="-"/>	2.2 Meio urbano	<input type="text" value="-"/>
2.3 Zona climática [RCCTE, Anexo III]	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>

3. Tipologia de Via

3.1 Via única (VU)	<input type="text" value="-"/>	3.2 Via Dupla	<input type="text" value="-"/>
--------------------	--------------------------------	---------------	--------------------------------

4. Tipologia de Linha

4.1 Via Electrificada	<input type="text" value="-"/>	4.2 Tipo de tráfego	<input type="text" value="-"/>	4.3 Estação	<input type="text" value="-"/>
4.4 Nº de Comboios	<input type="text"/>				
4.5 Velocidade [km/h]	<input type="text"/>	Restrições	<input type="text" value="-"/>	km,inicial	<input type="text"/>
Projeto	<input type="text"/>			km,final	<input type="text"/>
4.6 Carga/eixo	<input type="text"/>		<input type="text" value="-"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto	<input type="text"/>				

5. Elementos de Traçado

5.1 Tipologia do traçado			
Curvo	<input type="text" value="-"/>	Reto	<input type="text" value="-"/>
5.2 Pontes			
km,inicial	<input type="text"/>	km,final	<input type="text"/>
5.3 Estação			
km,inicial	<input type="text"/>	km,final	<input type="text"/>

6. Tipologia da estrutura transversal da via

6.1 Espessura total [m]	<input type="text"/>	6.2 Nº de Camadas	<input type="text"/>	6.3 Materiais/Camada	<input type="text"/>
6.4 Fundação	<input type="text" value="-"/>	6.5 Sub-balastro	<input type="text" value="-"/>		
6.6 Via balastrada	<input type="text" value="-"/>	6.7 Via em laje	<input type="text" value="-"/>	6.8 Via mista	<input type="text" value="-"/>
6.9 Geotextil	<input type="text" value="-"/>	Localização/camada	<input type="text"/>		
6.10 Geogrelhas	<input type="text" value="-"/>	Localização/camada	<input type="text"/>		

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA VIA

7. Elementos de Via

7.1 Carril	<input type="text" value="-"/>	7.2 Travessa	<input type="text" value="-"/>	Referência Travessa	<input type="text"/>
7.3 Fixações	<input type="text" value="-"/>		<input type="text" value="-"/>		
7.4 AMV	<input type="text" value="-"/>	7.5 Drenagem	<input type="text" value="-"/>	7.6 Aparelhos Dilatação	<input type="text" value="-"/>
Nº de AMV	<input type="text"/>				

8. Outros Elementos de Via

8.1 Sistemas de lubrificação	<input type="text" value="-"/>	8.2 Bitola	<input type="text" value="-"/>	8.3 Talude [altura aprox.]	<input type="text"/>	[m]
------------------------------	--------------------------------	------------	--------------------------------	----------------------------	----------------------	-----

OBRAS DE BENEFICIAÇÃO

1. Elementos da Superestrutura

1.1. Carril Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 1.1.1 Reparação/Substituição total
- 1.1.2 Reparação/Substituição parcial
- 1.1.3 Lubrificação
- 1.1.4 Esmerilagem
- 1.1.5 Soldaduras
- 1.1.6 Decapagem
- 1.1.7 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

1.2. Travessas Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 1.2.1 Reparação/Substituição total
- 1.2.2 Reparação/Substituição parcial
- 1.2.3 Alteração do tipo de elemento
- 1.2.4 Ataque da via (travessas dançantes; desniveis)
- 1.2.5 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

1.3. Fixações Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 1.3.1 Reparação/Substituição total
- 1.3.2 Reparação/Substituição parcial
- 1.3.3 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

1.4. AMV Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 1.4.1 Reparação/Substituição total
- 1.4.2 Reparação/Substituição parcial
- 1.4.3 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

1.5. Balastro Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 1.5.1 Limpeza/Substituição total (Rebalastragem)
- 1.5.2 Limpeza/Substituição parcial
- 1.5.3 Ataque da via
- 1.5.4 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

OBRAS DE BENEFICIAÇÃO

2. Elementos da Subestrutura

2.1. Sub-Balastro Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 2.1.1 Estabilização/Substituição total
- 2.1.2 Estabilização/Substituição parcial
- 2.1.3 Geossintéticos [Geotextil; Geogrelha]
- 2.1.4 Camadas Impermeabilizantes
- 2.1.5 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

2.2. Fundação Projecto Extraordinária (emergência)

NOTA: Em situação de emergência atribuir à célula um (E)

Nº Int. - número de intervenções

Trabalhos identificados no local:

- 2.2.1 Reparação/Substituição dispositivos de drenagem
- 2.2.2 Estabilização da fundação
- 2.2.3 Alteração do tipo de elemento

Nº Int. / Ano			
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4

LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PATOLOGIA EM VIA FÉRREA BALASTRADA

FICHA
C

AVALIAÇÃO E REGISTO DAS ANOMALIAS E SUAS CAUSAS

1. Anomalias **NOTA:** Assinalar a anomalia encontrada no esquema representativo apresentado

1.1. Carril

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (GPS)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
1 - Inclinação insuficiente	-				
2 - Inclinação excessiva	-				
3 - Lubrificação insuficiente	-				
4 - Desgaste ondulatório	-				
5 - Desalinhamento / deslocamento dos elementos	-				
6 - Deficiência na bitola	-				
7 - Vestígios de corrosão / ferrugem	-				
8 - Deficiência na condução de corrente elétrica	-				
9 - Desgaste da cabeça do carril	-				
10 - Deficiência de soldadura	-				
11 - Deficiências de remates em juntas	-				

1.2. Travessas

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (km)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
13 - Fissuração	-				
14 - Desnivelamento dos elementos	-				
15 - Elementos soltos	-				
16 - Zonas de concavidade / convexidade	-				
17 - Acumulação de musgos / verdete	-				
18 - Degradação nas fixações	-				

1.3. Fixações

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (km)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
20 - Deficiência na montagem da fixação	-				
21 - Falta de elementos	-				
22 - Vestígios de corrosão / ferrugem	-				
23 - Desgaste/Falta/ Deslocamento da palmilha elástica	-				
24 - Elementos soltos	-				
25 - Deficiência na fixação dos carris	-				

1.4. Aparelhos de Mudança de Via (AMV)

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (km)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
27 - Lubrificação insuficiente	-				
28 - Desnível	-				
29 - Desgaste	-				

1.5. Balastro

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (km)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
31 - Acumulação de musgos / verdete	-				
32 - Deficiência na integridade da camada	-				
33 - Falta de densidade da camada	-				
34 - Deficiência na capacidade de drenagem	-				
35 - Irregularidade Granulometria	-				
36 - Desgaste dos agregados	-				
37 - Contaminação com elementos prejudiciais (de cima para baixo)	-				
38 - Contaminação com finos (de baixo para cima)	-				

1.6. Sub-Balastro

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (km)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
40 - Irregularidade granulométrica	-				
41 - Deficiência na capacidade de drenagem	-				
42 - Variação de espessura da camada	-				
43 - Elevados níveis de deformação	-				
44 - Contaminação	-				

AVALIAÇÃO E REGISTO DAS ANOMALIAS E SUAS CAUSAS

1.7. Fundação

An. - anomalia; Cód. - Código	An.	Causas Prováveis/Possíveis	Localização (km)	Cód. Filme (min.)	Cód. Foto
46 - Inclinação transversal insuficiente	-				
47 - Inclinação transversal excessiva	-				
48 - Deficiências na capacidade de drenagem	-				

2. Causas das anomalias

2.1 Erros de concepção	1 - pormenorização omissa ou deficiente 2 - prescrição de materiais omissa ou deficiente	2.2 Erros de Execução	3 - execução deficiente 4 - não cumprimento do projecto 5 - utilização inadequada de materiais
2.3 Ações Ambientais	8 - acumulação de humidade 9 - chuvas intensas 10 - ventos excepcionais 11 - gelo / degelo 12 - radiação solar / ultravioletas 13 - poluição	2.4 Ações de origem mecânica	6 - cargas excessivas 7 - choques
2.5 Utilização/ manutenção	14 - utilização inadequada do espaço 15 - ausência / inadequação de manutenção 16 - alteração de utilização do espaço 17 - envelhecimento natural 18 - vandalismo		

