

AEAMESP

19ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

Tema: VIA PERMANENTE

GEOMETRIA E SUPERESTRUTURA DE VIA PERMANENTE PARA TRENS REGIONAIS:
UMA ABORDAGEM PARA MANUTENÇÃO

TRABALHO TÉCNICO

ÍNDICE

1. Introdução	3
2. Conceitos Iniciais	3
2.1. Plano	4
3. Superestrutura da Via Permanente.....	4
3.1. Fórmulas Básicas.....	5
3.2. AMV.....	5
3.3. Interseções e Travessias	6
4. Comportamento Mecânico da Via	6
4.1. Principais Objetivos almejados	6
4.2. Dificuldades:.....	7
4.3. Comportamento Vertical da Via.....	7
4.4. Outros comportamentos atuantes	8
5. Referência Bibliográfica.....	Erro! Indicador não definido.

1. Introdução

O conceito das ligações devem ser comunicar regiões metropolitanas e cidades com relevante atratividade econômica, social e/ou turística, de modo a permitir um transporte eficiente de passageiros e/ou cargas.

Os impactos incidentes a Via Permanente são principalmente devido a Velocidade, Frequência e Carga aplicadas, diretamente relacionadas ao modelo operacional e material rodante adotados.

Nos tópicos a seguir são abordados questões técnicas, econômicas e ambientais importantes a manutenção de uma ferrovia regional envolvendo Traçado Geométrico e Qualidade da Via, Mecânica da Via e Planejamento da Manutenção.

2. Conceitos Iniciais

O traçado da Via Permanente para Trens Regionais apresenta características diferenciadas dos Trens de Alta Velocidade e dos Trens Suburbanos. Ver classificação na tabela abaixo:

Tipo de Modalidade Ferroviária	Velocidade
Trem Suburbanos/Metro	Até 70 km/h
Trem Regional	Até 200 km/h
Trem de Alta Velocidade	Acima de 250 km/h

Os trens regionais em São Paulo estão sendo especificadas para velocidades de no máximo 160 e 200km/h.

2.1. Plano

Uma das premissas de eficiência do investimento realizado é o PLANEJAMENTO da manutenção rede de transportes condizente com as diretrizes de desenvolvimento das unidades federativas e estabelecida segundo metas estratégicas da empresa.

Este plano origina de definições dos modelos de sistemas concebidos na fase de projeto e implantação das ferrovias, e segundo o desgaste e perda da funcionalidade destes sistemas com o tempo de utilização.

3. Superestrutura da Via Permanente

A máxima aceleração transversal não compensada em curvas devem atender 3 situações:

- Segurança
- Conforto dos passageiros
- Desgaste dos trilhos / Vida útil da Superestrutura

Dadas as acelerações transversais máximas admitidas, podem ser calculadas os Raios Mínimos a serem utilizadas nos traçados, em função do tipo de Material Rodante a ser utilizado, existindo a possibilidade do emprego de Material Rodante com tecnologia de auto compensação em curvas, chamados veículos basculantes exigindo um suporte diferenciado ao sistema da Via Permanente, pois permite a utilização de velocidades superiores a geometria desenvolvida sem a consideração de veículos-basculantes.

3.1. Fórmulas Básicas

$$a_t = \frac{V^2}{R} + \frac{s \cdot g}{B} \leq a_{m\acute{a}x}$$

Onde a_t : aceleração transvesal não compensada [m/s²]

V : velocidade [m/s]

R : raio [m]

s : superlevação [mm]

g : gravidade [m/s²]

B : bitola [mm]

$a_{m\acute{a}x}$: máxima aceleração transversal não compensada [m/s²]

Sendo empregados para Trens Regionais acelerações transversais não compensadas padrão de 0,5m/s² e excepcionalmente de 0,65m/s².

3.2. AMV

Devido às descontinuidades em relação ao caminho principal são necessários desvios chamados AMV (Aparelho de Mudança de Via), abaixo é apresentado tabela das geometrias dos AMVs utilizados na DB e SNCF.

Empresa	R (m)	Tg α	Velocidade na via desviada (km/h)
SNCF	500	1/12,0	60
	1200	1/18,5	100
	2500	1/26,5	130
	6000	1/42	200
DB	3000	1/46	160
	6720	1/65	220

Os aspectos referentes ao AMV são em geral muito especiais, pois constituem os pontos mais sensíveis da via e apresentam sérios inconvenientes, como:

- Exigências específicas de concepção, projeto, fabricação e montagem
- Vida útil muito menor ao restante da via
- Custo relativo elevado
- Conservação mais onerosa

3.3. Interseções e Travessias

A dinâmica de desenvolvimento das infraestruturas das cidades exigem o contínuo controle da estabilidade e segurança da via, sendo necessário compatibilizações nas interseções e/ou travessias de uso comum das zonas subterrâneas, superficiais e aéreas.

No desenvolvimento dos traçados existirão interseções de 2 tipos:

- Internas: Vias ferroviárias de Trens, do Metro e da própria rede de Trens Regionais
- Externas: como rodovias, ferrovias, rios, rede de transmissão elétrica.

Nas interseções do tipo externa é verificado o traçado para que não afetem as funcionalidades das obras existentes, por meio de OAE, como viadutos, túneis e/ou galerias.

Enquanto que as interseções do tipo interna devem no projeto, ser pensadas de forma a possibilitar a integração das linhas, considerando aspectos dos gabaritos dinâmicos necessários e atividades operacionais das ferrovias existentes.

4. Comportamento Mecânico da Via

O sistema da Via Permanente suporta do pontos de vista mecânico esforços verticais, transversais e longitudinais.

4.1. Principais Objetivos almejados

- Verificação da contribuição de cada componente, de modo a assegurar à sua resistência e estabilidade perante aos esforços

- Fatores de conservação da geometria e resistência da via, frente ao aumento da velocidade, da carga veiculada e da frequência de passagem de carros.
- Garantia do projeto e a construção de vias pelo ponto de vista da confiabilidade e segurança.

4.2. Dificuldades

- Os fenômenos não são claramente elásticos.
- Mal se conhecem a transmissão de esforços de alguns elementos com outros, dificultando a modelação das interfaces. (Exemplo: o carregamento do dormente pelo trilho, a distribuição dos esforços do dormente ao lastro.
- O tráfego é variável no tempo

4.3. Comportamento Vertical da Via

Os esforços atuantes no trilho produzem tensões normais que devem ser menores as tensões admissíveis.

Em relação à momentos fletores houve uma evolução histórica, em que o modelo inicial era considerada como uma viga continuamente apoiada, sendo desenvolvido por Winckler em 1867. Um segundo modelo considerava apoios rígidos com espaçamento similares ao dos dormentes, seguido por modelo de apoio elástico discreto, elaborado por Zimmermann.

Em 1915, foi proposto o modelo Zimmermann-Timoshenko, uma análise sobre apoio elástico contínuo.

O coeficientes de majoração são necessários devido as cargas dinâmicas transmitidas pela roda do trem, adicionais aos esforços verticais estáticos atuantes sobre os trilhos, os modelos mais conhecidos são: Clássico (Winkler e Driessen), ORE, SNCF, DB(Schramm, Eisenmann).

Estes esforços verticais são suportados por outros elementos da via segundo modelos de ação e reação na junção com as interfaces entre trilho x dormente, dormente x lastro e lastro x plataforma ferroviária.

Já na plataforma ferroviária apresenta elevada faixa de variação das tensões admissíveis pelo solo de suporte, devido a grande variabilidade do solo ao longo da faixa ferroviária, considerando para a análise da estabilidade questões intrínsecas (umidade do solo e composição químicas) e também questões operacionais (tonelagem anual).

4.4. Outros comportamentos atuantes

Existem outros comportamentos atuantes sobre o trilho de interesse, que correspondem a tensões tangenciais e considerações de fadiga.

5. Considerações Finais

O trabalho teve como intuito inicial de verificar posições diferenciadas nas solicitações e exigências que o Trem Regional de velocidades mais elevadas e um Trem de Subúrbio, não tratando o tema à exaustão e nem pormenorizando os detalhes, devido a grande leque de conhecimento que o tema engloba.

Houve também uma abordagem da visão da área de manutenção da Via Permanente, pois após a implantação, a manutenção apresenta-se como um custo relevante no enquadramento financeiro da empresa, sendo um de valor patrimonial e funcional relevantes.

O autor deseja dessa forma inciar trabalhos com maior ênfase técnica garantido o conhecimento tecnológico deste empreendimento fundamental para o País.

.

6. Referência Bibliográfica

CARRARO, Ulysses. *A Infraestrutura Ferroviária*. São Paulo, 1979. 66 p. Dissertação (Seminário para obtenção de créditos para Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979. [Orientadora: Prof. Sérgio Then de Barros].

STECH, P. H. *Parâmetros do projeto geométrico para trens de passageiros de alta velocidade e longo percurso*. São Paulo, 2011. 322 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. [Orientadora: Profa. Ana Paula Camargo Larocca].

LOSADA, M.; QUEREDA, J. **Curso de Ferrocarriles - Cuaderno III – Mecanica de la Via**. ed. Madrid: Universidade Politecnica de Madrid, 2001. 113 p.

LOSADA, Manoel. **Curso de Ferrocarriles - Cuaderno IV - Geometria y Calidad de la Via**. ed. Madrid: Universidade Politecnica de Madrid, 2001. 177 p.

Fundação Seade. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Valor Adicionado Total, por Setores de Atividade Econômica, Produto Interno Bruto Total e per capita a Preços Correntes - Municípios do Estado de São Paulo - 2009**. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/pibmun/tab_2009.htm. Acesso em: 01 ago. 2012.

GOOSENS; Hugo. **Maintanance of High Speed Lines – Report 2010**. ed. Madrid: Universidade Politecnica de Madrid, 2010. 67 p.

AUTOR

Nome: ELCIO KAZUAKI NIWA

Formação: ENGENHARIA CIVIL – ESCOLA POLITÉCNICA – USP

Empresa: CPTM – Companhia Paulista de Transportes Metropolitanos

(empresa na inscrição anterior - entrega da síntese - SISTRAN ENGENHARIA)

Currículo: Carreira profissional focado em projetos de infraestrutura, com passagem nas áreas de Drenagem, Barragens e Transporte Rodo-Ferro-Hidroviário, desenvolvidas em empresas públicas e privadas, e instituição de pesquisa.