

**INSTRUÇÃO TÉCNICA
DE
SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO
GEOMÉTRICO**

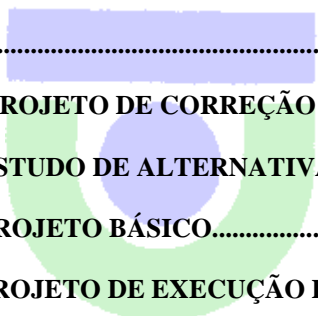
C B T U

IT- 07 / CBTU

REV. 03

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 1/17 | IT – 07/ CBTU |

| ÍNDICE | PÁG. |
|--|------|
| 1. OBJETIVO..... | 02 |
| 2. NORMALIZAÇÃO COMPLEMENTAR..... | 02 |
| 3. CONDIÇÕES GERAIS..... | 02 |
| 4. PRESCRIÇÕES BÁSICAS EM PLANTA..... | 04 |
| 5. PRESCRIÇÕES BÁSICAS EM PERFIL..... | 10 |
| 6. SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DA VIA PERMANENTE..... | 11 |
| 7. FAIXA DE DOMÍNIO..... | 12 |
| 8. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE CORREÇÃO GEOMÉTRICA..... | 12 |
| 9. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE ALTERNATIVA..... | 13 |
| 10. APRESENTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO..... | 13 |
| 11. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DESENHOS..... | 15 |



C B T U

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 2/17 | IT – 07/ CBTU |

1 - OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente Instrução tem por objetivo estabelecer os procedimentos e rotinas para a elaboração do projeto geométrico de correção e/ou implantação da via permanente nos empreendimentos a cargo da CBTU.

2 - NORMALIZAÇÃO COMPLEMENTAR

Complementam esta Instrução os seguintes documentos:

- IT-01/CBTU - "Instrução para Implantação de Poligonal Principal"
- IT-02/CBTU - "Instrução para Implantação de Poligonais de Apoio e Rede de RN"
- IT-03/CBTU - "Instrução para Cadastro Planialtimétrico de Linhas"
- IT-04/CBTU - "Instrução para Levantamentos Topográficos Especiais"
- "Elementos Básicos para o Projeto Geométrico de Desvios e Pátios em Linhas de Bitola Larga"
- "Marcos Limite entre Vias Convergentes"
- "Gabarito de Obstáculos para Linhas Novas"
- "Entrevias de Valor Variável"

3 - CONDIÇÕES GERAIS

3.1 - O projeto deverá ser desenvolvido, em princípio, de acordo com as prescrições básicas estabelecidas nesta Instrução, cabendo ressaltar que, para situações particulares, serão definidas pela CBTU as características técnicas específicas, em função de parâmetros intervenientes tais como: restrição de faixa de domínio, bitola mista, condicionantes impostas por linhas já existentes, fluxos de transporte a serem atendidos, implantação do projeto por etapas, flexibilidade operacional pretendida, ampliação futura de estações, pátios etc.

3.2 - Poderá ser elaborado nas etapas, a saber:

- Projeto de Correção Geométrica
- Estudo de Alternativas
- Projeto Básico
- Projeto de Execução

3.2.1 - Projeto de Correção Geométrica

3.2.1.1 - O projeto de correção geométrica elaborado, basicamente, a partir do cadastro planialtimétrico do trecho, visa otimizar a geometria das vias principais existentes, através da adoção, desde que possível, de adequações que resultem em melhorias para a circulação operacional do trecho e/ou facilidades para a manutenção da via permanente, tais como:

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| DIRETORIA TÉCNICA | | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | | FL. | CBTU | | |
|---|----------|----------------------------------|-------------|------|---------------|-------------------|-------------|
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | | | 3/17 | IT – 07/ CBTU | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - introdução de raio mínimo compatível com a velocidade diretriz; - redução do número de raios em curvas horizontais compostas; - utilização de curvas de transição, preferencialmente simétricas; - emprego de concordâncias verticais parabólicas; - etc. <p>3.2.1.2 - Para definição das adequações a serem introduzidas , deverão ser ensaiadas exaustivamente, dentro da faixa de domínio da ferrovia, as diversas soluções geométricas possíveis, das quais serão selecionadas para desenvolvimento aquelas que, após análise detalhada de sua viabilidade e conveniência para a CBTU, forem consideradas como aprovadas pela Fiscalização.</p> <p>3.2.1.3 - No ensaio das possíveis soluções geométricas deverão ser avaliadas, cuidadosamente, todas as alterações e modificações que as mesmas poderão acarretar nas vias e/ou instalações ferroviárias adjacentes.</p> <p>3.2.1.4 - O projeto geométrico proposto deverá ser perfeitamente exequível do ponto de vista operacional, isto é, os puxamentos/remanejamentos programados para as vias existentes não poderão acarretar interrupções no tráfego comercial de trens.</p> <p>3.2.2.2 - Poderão ser consideradas como alternativas passíveis de estudo, aquelas soluções apresentadas para determinados locais e/ou segmentos do projeto, que apesar de viável técnica e economicamente, se enquadram parcial ou integralmente nas circunstâncias e situações anteriormente descritas.</p> <p>3.2.2.3 - Caberá à Fiscalização , após análise detalhada da documentação preparada pela Consultora contendo o maior número de informações possíveis sobre as citadas soluções, avaliar a situação das mesmas frente à realidade e/ou conveniência da CBTU no momento, aprovando-as ou não, a seu exclusivo critério, como alternativas do projeto de correção geométrica, a serem estudadas.</p> <p>3.2.2.4 - Para o desenvolvimento destes estudos, que posteriormente subsidiarão os respectivos projetos detalhados de implantação, deverão ser observadas, no que forem aplicáveis, as premissas e condições estabelecidas para o projeto de correção geométrica.</p> <p>3.2.3 - PROJETO BÁSICO</p> <p>3.2.3.1 - O projeto básico será elaborado para o caso de implantação de linhas novas, e deverá ser desenvolvido sobre plantas obtidas por intermédio de restituição aerofotogramétrica ou levantamento topográfico convencional, em escalas adequadas, atendendo às necessidades e imposições operacionais, às características geológicas, geotécnicas e hidrólogas da região e às condicionantes locais observadas (disponibilidade de faixa de domínio, condições topográficas, localização de estações, instalações ferroviárias etc), de modo a se obter o melhor traçado (técnico e econômico) para o trecho em estudo, e submetido à apreciação da CBTU.</p> | | | | | | | |
| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 4/17 | IT – 07/ CBTU |

3.2.4 - PROJETO DE EXECUÇÃO

3.2.4.1 - O projeto de execução consistirá no detalhamento do projeto básico, após análise e aceitação deste pela CBTU, incluindo o levantamento topográfico da faixa a partir da locação do eixo estudado e/ou aproveitamento de cadastro planialtimétrico existente.

4 - PRESCRIÇÕES BÁSICAS EM PLANTA

4.1 - Deverão ser observadas, em princípio, as mesmas características das vias existentes, exceto quando as condições destas forem incompatíveis com a superestrutura da via para o trecho, ou quando os estudos de traçado indicarem a possibilidade de implantação de uma geometria mais adequada e favorável.

4.2 - A determinação das características das linhas existentes deverão ser obtidas a partir dos dados de via disponíveis e, na inexistência destes, através da realização de cadastro planialtimétrico, de acordo com a "Instrução para Cadastro Planialtimétrico de Linhas" (IT-03/CBTU).

4.3 - O raio mínimo das curvas circulares deverá ser compatível com a velocidade diretriz prevista para o trecho em estudo, estando as duas grandezas relacionadas pelas equações abaixo apresentadas, deduzidas para as bitolas de 1,60m e 1,00m, onde "V" é expresso em Km/h e "R" em metros:

$$V = 4,55 \times R^{1/2} \text{ - bitola de 1,60m}$$

$$V = 4,52 \times R^{1/2} \text{ - bitola de 1,00m}$$

Se nestas expressões explicitarmos "R" e "V" assume um valor particular de "Vdir" (velocidade diretriz), o raio "R" assume o valor de "R_{min}" para essa velocidade diretriz, sendo portanto:

$$R_{\min} = \frac{V_{\text{dir}}^2}{20,7075} \text{ -bitola de 1,60m}$$

$$R_{\min} = \frac{V_{\text{dir}}^2}{20,4522} \text{ -bitola de 1,00m}$$

4.4 – Nos casos onde seja possível adotar raios de concordância circulares da ordem do milhar ou milhares de metros e a velocidade diretriz no trecho não exija a introdução de superelevação no arco circular, não há necessidade de se adotar concordâncias de curvatura progressiva. A expressão geral para qualquer bitola que relaciona a velocidade e o raio mínimo que atenda a esta condição é a seguinte:

$$V = 3,6 \times (J_c \times R_{\min})^{1/2}$$

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 5/17 | IT – 07/ CBTU |

V = velocidade em Km/h

R_{min} = raio mínimo da curva circular em metros

$J_c = 0,65 \text{ m/s}^2$ (aceleração lateral não compensada)

Logo : $V = 2,9 \times R_{min}^{1/2}$

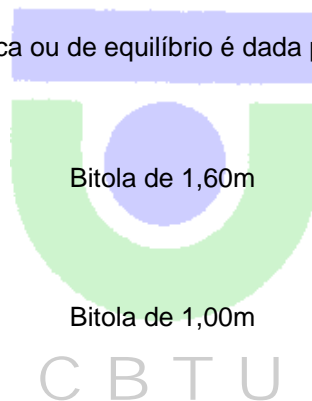
4.5 – Nas vias dos pátios, exceto as vias principais de circulação, serão usadas concordâncias circulares sem transição, uma vez que essas vias não possuem superelevação.

4.6 – SUPERELEVAÇÃO

4.6.1–A superelevação teórica ou de equilíbrio é dada pelas seguintes expressões, dependendo da bitola:

$$St = 13,13 \times \frac{v^2}{R}$$

$$St = 8,38 \times \frac{v^2}{R}$$



com V em Km x h e R em metros

Esta superelevação será utilizada para trechos percorridos à velocidades constantes, nas vias em que somente circularão trens de passageiros.

4.6.2–Para linhas em que circularão trens de passageiros e cargueiros, as variações de velocidade dos trens ao passarem num dado trecho excluem a adoção da superelevação teórica, passando então, a adotar-se a superelevação prática ou efetiva que, geralmente é fixada em 2/3 da superelevação teórica:

4.6.3 - A definição das superelevações teórica e prática pressupõe, obviamente, a definição do limite inferior da mesma grandeza, isto é, a superelevação mínima, ou seja, aquela que resulta a aceleração lateral não compensada de $0,65 \text{ m/s}^2$ que é dada, em bitola larga, pela expressão:

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 6/17 | IT – 07/ CBTU |

$$S_{\min} = 13,13 \frac{V^2}{R} - 111$$

com S_{\min} em mm, V em Km/h e R em metros.

No caso da bitola métrica, com S, V e R nas mesmas unidades e entrando, também com $J_c = 0,65 \text{ m/s}^2$, obtém-se para expressão de S_{\min} :

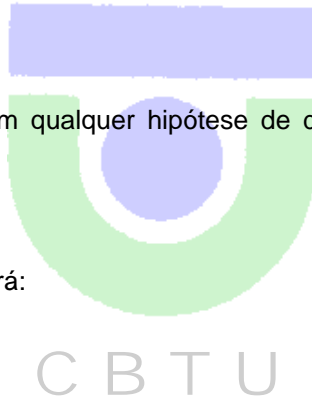
$$S_{\min} = 8,38 \frac{V^2}{R} - 71$$

4.6.4 - Em bitola larga e em qualquer hipótese de definição da superelevação, o seu valor máximo é limitado a:

$$S_{\max} = 160\text{mm}$$

Em bitola métrica será:

$$S_{\max} = 100\text{mm}$$



4.6.5 - A rampa de superelevação é definida por:

$$r = \frac{S}{L_c}$$

com "r" em mm/m, "S" em mm e "Lc" em metros.

O valor normal da rampa de superelevação é de 1,5 mm/m. O valor máximo admissível, somente em casos excepcionais devidamente justificados, é de 4mm/m.

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 7/17 | IT – 07/ CBTU |

4.7 - O comprimento da curva de transição (lc) deverá ser calculado através das expressões a seguir apresentadas.

4.7.1 - Comprimento Normal de Transição

Em função da taxa de variação da aceleração por segundo ou índice de comodidade, particularizado no valor de 1 pé/s²/s (0,3048m/s²/s), chega-se à expressão do comprimento (lc) do arco de transição :

$$l_c = 0,07032 \times \frac{v^3}{R}$$

com lc em metros, V em Km/h e R em metros.

O comprimento lc também se pode exprimir em função do raio mínimo (R_{min}) definido em 4.3:

$$l_c = 6,6263 \times \frac{(R_{\min}^3)^{1/2}}{R} - \text{bitola de 1,60m}$$

Os valores obtidos para lc, seja em bitola larga ou em bitola métrica, são iguais desde que o Rmin de cada bitola tenha sido obtido em função das mesmas velocidades diretrizes.

$$l_c = 6,5041 \times \frac{(R_{\min}^3)^{1/2}}{R} - \text{bitola de 1,00m}$$

4.7.2 - Comprimento Mínimo de Transição

Será calculado na dependência da velocidade máxima de variação de superelevação (50 mm/s), que se exprime por:

$$\frac{\text{delta } S}{\text{delta } t} = \frac{S}{L_c/V} = \frac{S \times V}{3,6 L_c} \leq 50 \text{ mm/s}$$

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 8/17 | IT – 07/ CBTU |

Uma vez que se pretende o menor valor de l_c , deverá tornar-se " $\Delta S/\Delta t$ " com o seu valor máximo e " S " com o seu valor mínimo:

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = 50 \text{ mm/s} = \frac{S \times V}{3,6 \times l_{c\min}}$$

$$\text{Donde: } l_{c\min} = \frac{S_{\min} \times V}{180}$$

onde " S_{\min} " está expresso em mm e cuja expressão foi dada no item 4.6.3, " V " em Km/h e " l_c " em metros.

Os valores de " l_c " dados pelas expressões deste item são aplicáveis a qualquer bitola, bastando entrar, na expressão acima, com " S_{\min} " correspondente à bitola em causa.

4.7.3 - Os comprimentos utilizados para " l_c " deverão ser múltiplos de 10 metros e imediatamente superiores aos valores calculados, tolerando-se, excepcionalmente, comprimentos múltiplos de 5 metros, desde que apreciados e aprovados pela CBTU.

4.7.4 - Razões de exiguidade de espaço ou outras poderão impor diferentes comprimentos para os arcos de transição de uma dada curva. Se uma das clotóides puder manter o comprimento normal e somente à outra for exigido o necessário encurtamento, esta segunda não deve, normalmente, resultar inferior ao comprimento mínimo de transição (item 4.7.2).

A expressão a utilizar no cálculo das tangentes de transição quando os arcos de clotóide são diferentes é:

$$T_s = q + (R_c + p) \times \text{tg } AC/2 \pm \Delta T_s$$

onde:

R_c : raio do arco circular central

AC : ângulo ao centro (ou ângulo de deflexão) dos alinhamentos

p : componente normal ao alinhamento reto, do deslocamento do ponto da tangência do arco circular primitivo, quando são introduzidos arcos iguais na clotóide. Haverá um " p_a " relativo ao caso de dois arcos de transição iguais do comprimento maior e um " p_b " relativo ao caso de dois arcos iguais do comprimento menor.

q : distância, medida segundo o alinhamento reto, desde o ponto de tangência (TS ou ST) da clotóide com o alinhamento reto, ao ponto de tangência do arco circular primitivo, subtraído da componente, segundo o alinhamento, do deslocamento do ponto de tangência do arco circular primitivo. Haverá um " q_a " relativo ao caso de dois

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 9/17 | IT – 07/ CBTU |

arcos de transição iguais do comprimento maior e um "qb" relativo ao caso de dois arcos iguais do comprimento menor.

sinais (\pm) : O sinal de (-) será aplicado no cálculo do "Ts" correspondente ao arco de clotoíde mais longo, o sinal (+) será usado no cálculo do "Ts" correspondente ao arco de clotoíde mais curto.

delta Ts : É o acréscimo da tangente "Ts" devido à desigualdade dos dois arcos de clotoíde. A sua expressão é:

$$\text{delta Ts} = (p_a - p_b) / \text{senAC}$$

4.8 - Entre curvas de sentidos opostos deverá ser prevista, sempre que possível, uma tangente mínima de 20 metros.

4.9 - É recomendável que sejam evitadas tangentes curtas entre curvas do mesmo sentido, substituindo-as por uma única concordância, devendo essas situações serem submetidas à apreciação da CBTU.

4.10 - Os aparelhos de mudança de via deverão situar-se em tangentes, cuja extensão deverá ser compatível com as dimensões dos AMV a serem empregados e cujas características foram adotadas em correspondência com a velocidade máxima fixada para o trecho.

Sempre que possível deverá ser preservado um mínimo de 10 metros entre as pontas das agulhas e o ponto de tangência da curva adjacente. Somente em casos especiais e desde que aprovados pela CBTU, os AMV poderão situar-se, parcialmente, no início da curva de transição.

4.11 - As curvas de concordância que se seguem a um ramo desviado por AMV deverão ter como raios mínimos os que resultem do produto da relação 0,50/0,65 das acelerações centrífugas máximas nos AMV e em curvas circulares (sem superelevação), pelo menor dos raios de ligação e equivalente da agulha do AMV.

$$R_d = 0,50/0,65 \times R_{\text{amv}} \text{ onde,}$$

R_d = raio mínimo da curva circular (sem superelevação) na via desviada à saída do AMV.

R_{amv} = menor dos raios de ligação e equivalente da agulha, do mesmo AMV

4.12 - Deverá ser evitada a implantação de pátios e estações em locais que exijam a execução de obras-de-arte especiais.

4.13 - As plataformas de estações deverão ser projetadas, preferencialmente, nos trechos em tangentes, devendo ser submetidas a apreciação da CBTU as situações que não se enquadrem nesta recomendação.

4.14 - Quando as estações a serem implantadas se situarem em curva, o raio destas deverão atender aos limites mínimos estabelecidos para a via corrida e obedecer, também, a uma outra limitação decorrente das folgas entre o bordo da plataforma e a lateral dos veículos a nível do piso, medidos ao eixo das portas de acesso. De acordo

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 10/17 | IT – 07/ CBTU |

com os estudos desenvolvidos para definição dos "GABARITOS DE OBSTÁCULOS", o raio mínimo que conduz aos valores máximos aceitáveis das folgas em referência é o raio de 700 metros para a bitola larga e o raio de 600 metros para bitola métrica.

5 - PRESCRIÇÕES BÁSICAS EM PERFIL

- 5.1 - Deverão ser observadas, em princípio, as mesmas características de rampa das vias existentes, principalmente nos trechos em pontes, pontilhões, plataforma de estações, passarelas e viadutos rodoviários, exceto quando as condições destas forem incompatíveis com o desempenho operacional previsto para o trecho, ou quando os estudos de altimetria indicarem a possibilidade de implantação de um greide mais adequado e favorável.
- 5.2 - A determinação das características das linhas existentes deverá ser efetuada a partir dos dados de via disponíveis e, na inexistência destes, através da realização de cadastro planialtimétrico, de acordo com a "Instrução para Cadastro Planialtimétrico de Linhas" (IT-03/CBTU).
- 5.3 - Em locais de estações e/ou pátios de cruzamento (caso de via singela), deverá ser adotada rampa mais suave, tolerando-se um máximo de 0,5%. Situações diversas deverão ser submetidas a apreciação da CBTU.
- 5.4 - Nas estações que, além de passageiros também servem a trens de carga, as rampas máximas deverão ser de 0,15%; excepcionalmente poderão atingir 0,25% desde que, adicionalmente, se estabeleça um desvio em nível para estacionamento eventual de veículos retirados das composições.
- Se a rampa ascendente à saída de uma estação for superior a 0,5%, deve ser intercalada uma rampa intermediária com 0,5% na extensão mínima de 1000 metros, para facilitar a demarragem de trens carregados.
- 5.5 - Pátios de estacionamento, pernoite etc, deverão ser em nível, tolerando-se, excepcionalmente, até 0,05%, desde que não fique prejudicada a segurança da operação nos mesmos.
- 5.6 - Deverão ser empregadas curvas de concordância vertical entre declividades longitudinais sucessivas, quando a diferença algébrica dos greides for igual ou maior que:
- 0,1% para concordâncias côncavas
 - 0,2% para concordâncias convexas
- 5.7 - Somente em casos excepcionais, por razões de ordem prática e desde que aprovados pela CBTU, poderão ser tolerados limites de diferença algébrica de greides superiores aos estabelecidos no item anterior, sem a adoção de curva de concordância vertical.
- 5.8 - As curvas verticais de concordância serão parábolas simples do 2º grau. Poderão ser adotadas, eventualmente, curvas de concordância parabólicas compostas, desde que justificadas e aceitas pela CBTU.

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 11/17 | IT – 07/ CBTU |

- 5.9 - Para proporcionar maior suavidade na concordância vertical, é desejável a adoção de raio mínimo de curvatura de 8.000 m e 4.000 m para concordâncias côncavas e convexas, respectivamente.
- 5.10 - Para trechos onde se opera com velocidades limitadas tais como pátios, será tolerado raio mínimo de curvatura de 2.000 m, exceto para a linha principal de circulação.
- 5.11 - As alterações de greide deverão ser feitas, em princípio, ao longo das tangentes. Em situações particulares, estas alterações poderão situar-se dentro do trecho circular das concordâncias horizontais devendo, entretanto, ser evitada qualquer coincidência da concordância vertical com a transição horizontal.
- 5.12 - É recomendável que entre dois pontos de interseção vertical sucessivos seja observada uma distância mínima de 1.000 metros.
- 5.13 - Os aparelhos de mudança de via deverão situar-se em rampas contínua, de extensão compatível com as dimensões dos AMV a serem empregados. Somente em casos especiais, e desde que aprovados pela CBTU, estes AMV poderão situar-se, parcialmente, no início da curva de concordância vertical.

6 - SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO DA VIA PERMANENTE

- 6.1- Deverão ser apresentadas para análise e aprovação da CBTU, as seções transversais tipo em corte e aterro a serem utilizadas em estações, pátios e em cada tipo de via (singela, dupla ou múltipla).
- 6.2 - A largura útil da seção será estabelecida levando-se em conta as condições impostas pelos projetos de drenagem, superestrutura, sinalização, eletrificação etc, devendo, ainda, serem computados eventuais espaços necessários aos trabalhos de manutenção da via.
- 6.3 - Na determinação das dimensões mínimas da seção deverá ser considerado o espaço destinado à superelevação máxima do lastro para curvas de raio mínimo.
- 6.4 - A entrevia normal a ser respeitada em tangente é de 4,25m, tolerando-se para situações particulares até o mínimo de 4,00m. Para os estudos de correção geométrica, que são um melhoramento da geometria da via existente, aceita-se que as entrevias, em geral de valor variável, possam ser menores que o padrão de 4,25 m, mas que obedeçam aos limites definidos no estudo "ENTREVIAS DE VALOR VARIÁVEL"
- 6.5 - Nos casos onde seja necessário instalar postes ou quaisquer outras estruturas na entrevia, o valor mínimo desta deverá ser tal que atenda aos limites estabelecidos para os "GABARITOS DE OBSTÁCULOS".
- 6.6 - Em locais de pátios deverão ser previstas entrevias com largura suficiente para permitir a colocação dos sistemas de drenagem, posteação para iluminação e rede aérea, circulação para inspeção, limpeza de composições etc.
- 6.7 - Será considerada como largura útil da seção, a largura da plataforma de terraplenagem medida ao nível da face inferior do sublastro.

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 12/17 | IT – 07/ CBTU |

- 6.8 - Em princípio , a plataforma de terraplenagem deverá ter inclinações transversais entre um mínimo de 1,0% (região de pátios) e um máximo de 3,0% (linha corrida).
- 6.9 - A geometria da plataforma deverá ser estudada, basicamente, em função do número e disposição das vias a serem implantadas e da drenagem superficial e profunda prevista para as mesmas, adotando-se aquela que melhor compatibilize os sistemas de drenagem com um menor volume de lastro, principalmente nos casos de pátios.
- 6.10 - A superelevação da via será dada no lastro e fixada pelo projeto da superestrutura , em concordância com o plano operacional estabelecido para o trecho.
- 6.11 - Para as obras-de-arte especiais e túneis deverão ser apresentadas seções transversais tipo compatíveis com o gabarito dinâmico do veículo de dimensões mais desfavoráveis previsto no projeto, devendo ser respeitados , em qualquer hipótese, os limites previstos nos "GABARITOS DE OBSTÁCULOS".

7 - FAIXA DE DOMÍNIO

- 7.1 - O projeto geométrico da via permanente deverá ser desenvolvido de modo a permitir sua implantação, sempre que possível, dentro da faixa de domínio da ferrovia, sem prejuízo das condições de segurança no tráfego de circulação dos trens.
- 7.2 - Eventuais extrapolações da faixa de domínio, seja por imposições geométricas, seja por necessidades adicionais decorrentes das soluções estudadas nos demais projetos, tais como: limites de off-sets, drenagem de proteção, obras de contenção, áreas de botaforas, empréstimos, ocorrências de materiais de construção etc, deverão ser cuidadosamente identificadas e devidamente cadastradas de acordo com a IT-03/CBTU e IT-04/CBTU.

8 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE CORREÇÃO GEOMÉTRICA

- 8.1 - A apresentação do Projeto de Correção Geométrica deverá conter, entre outros, os seguintes documentos:
- 8.1.1 - Memória Descritiva e Justificativa
- O relatório deve conter uma exposição das características geométricas do traçado, as condições limites adotadas, razões de sua adoção e os cálculos dos elementos tais como:
 - listagem de coordenadas do eixo estaca por estaca e dos oitos característicos, para cada via projetada;
 - nota de serviço para puxamento a partir dos pontos cadastrados, para cada via projetada;
 - nota de serviço para levante (projeto vertical), contendo também os valores da superelevação, a partir dos eixos nivelados no cadastro, para cada via projetada;

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 13/17 | IT – 07/ CBTU |

- quadro de elementos de curvas para cada via projetada;
- quadro-resumo do projeto vertical contendo um resumo das características altimétricas, tais como: rampas, extensões, rampa máxima etc, para cada via projetada;
- quadro de afastamento de obstáculos em relação aos eixos existentes e projetados; quadro de valores de entrevista (situações existente e projetada).

8.1.2 - Conjunto de Desenhos

- planta com a geometria das vias sobre o desenho do cadastro planialtimétrico;
- perfil do boleto do trilho de todas as vias principais de circulação sobre o desenho do cadastro planialtimétrico;
- seções transversais representativas dos diversos segmentos do trecho, desenhadas em papel vegetal no formato A1 e na escala 1:50, contendo indicações sobre o número de linhas, entrelas, afastamentos, distância à plataforma de estação, padrão da superestrutura etc;
- esquema geral do projeto geométrico, desenhado em papel vegetal no formato A1, contendo plano de vias, elementos de planta, dados de perfil, valores de superelevação etc, representados, adequadamente, de forma prática e funcional;
- demais detalhamentos necessários à perfeita execução dos serviços de correção geométrica da via (etapas de execução, desvios provisórios de circulação etc), apresentados em folhas de papel vegetal nos formatos A1 e/ou A3 e/ou A4 e em escalas compatíveis com as dimensões a serem apresentadas.

9 - APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE ALTERNATIVA

9.1 - A apresentação do estudo de alternativas deverá conter, entre outros, os seguintes documentos:

- relatório/memória justificativa;
- lay-out esquemático da alternativa;
- seção transversal tipo;
- planta e perfil da alternativa;
- indicação da terraplenagem, drenagem e obras de contenção (esboço);
- indicação das OAE previstas;
- identificação das possíveis interferências;
- quantitativos, preços unitários e orçamento estimados para a implantação das obras de via permanente.

10 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO

10.1 - Deverá ser apresentada para análise e apreciação da CBTU, a seguinte documentação:

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 14/17 | IT – 07/ CBTU |

- Memória Descritiva e Justificativa com explanação sobre a geometria proposta para o eixo do projeto, estudos e cálculos realizados, procedimentos adotados, etc.;
- Conjunto de desenhos contendo planta , perfil longitudinal, seções transversais e demais desenhos elucidativos da geometria proposta para o eixo do projeto.
- Tanto o texto como os desenhos serão partes integrantes, respectivamente, do Volume de Memória Descritiva e Justificativa e dos Volumes de Desenhos dos estudos e projetos.

10.2 - Memória Descritiva e Justificativa

O relatório deve conter uma exposição das características geométricas do traçado, as condições limites adotadas, razões de sua adoção, os valores considerados para compensação das rampas, outros dados que caracterizem o projeto geométrico e os cálculos dos elementos que possibilitem a locação do eixo, tais como:

- estacas e coordenadas de todos os pontos característicos, em plantas;
- estacas e cotas de todos os pontos característicos, em perfil;
- azimutes de todas as tangentes;
- dados das concordâncias em planta, que permitam a locação, tais como raios, extensões do arco circular, da curva de transição, ângulo central, tangente externa e demais elementos definidores da concordância.

10.3 - Planta

Elaborado em folhas no formato A-1 (ABNT), com aproveitamento integral da faixa levantada, na escala da planta obtida por restituição ou por processo topográfico convencional, com curvas de nível pelo menos de 2 em 2 metros, contendo:

- eixo com estaqueamento contínuo, de 20 em 20 metros e marcação dos quilômetros;
- localização dos pontos característicos das curvas;
- quadro com os elementos das curvas de concordância horizontal,
- devidamente numeradas, incluindo as coordenadas dos pontos característicos;
- limites aproximados da faixa de domínio;
- localização preliminar dos bueiros e de outras obras correntes;
- localização de obras-de-arte especiais;
- localização preliminar das áreas de empréstimos e bota-foras;
- indicação da posição de linhas de transmissão e de distribuição, com localização aproximada de torres e postes;
- indicação de linhas de telecomunicações;
- indicação de outras vias interceptadas pelo traçado;
- localização de vértices de poligonal e RN que estiverem dentro da faixa em estudo;
- indicação da posição de estações, pátios e outras instalações da ferrovia;
- posição das articulações com as linhas existentes.

10.4 - Perfil

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 15/17 | IT – 07/ CBTU |

Apresentado preferencialmente na mesma folha da planta, dependendo das dimensões de cada um dos dois desenhos, ou então em folhas à parte no formato A-1, desenhado sobre quadriculas ou em papel milimetrado, com escala horizontal idêntica à da planta e, vertical, em princípio dez vezes maior, devendo conter:

- estaqueamento corrido no rodapé, com indicação dos quilômetros;
- perfil do terreno;
- linha do greide (terraplenagem e boleto);
- percentagem das declividades e respectivas extensões;
- localização e cota dos PIV, PCV e PTV, com indicação dos elementos característicos da concordância vertical (e, y e R);
- localização de AMV
- localização das obras-de-arte especiais;
- localização preliminar dos bueiros, com indicação do tipo e seção de vazão;
- localização das estações, pátios etc.

10.5 - Seções Transversais-tipo

Deverão ser compatíveis com as dimensões do gabarito mais desfavorável e desenhadas para terraplenagem e obras-de-arte especiais, dos trechos em tangente e em curva de linha corrida, pátios, estações etc., no formato A-1 e escala compatível indicando:

- largura e declividade transversal da plataforma de infra-estrutura;
- camada de sublastro;
- seção da superestrutura;
- etc.

11 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO

11.1 - Procedida a locação da diretriz anteriormente definida e efetuados os levantamentos topográficos necessários, elabora-se o projeto geométrico de execução, composto de:

- Memória detalhada dos elementos característicos da diretriz locada, incluindo todos os dados elucidativos do traçado;
- Conjunto de desenhos contendo planta, perfil longitudinal, seções transversais, plantas de levantamentos especiais e demais elementos considerados necessários ao bom entendimento do projeto.
- Cabe observar que o eixo definido no projeto básico, poderá sofrer pequenos ajustes durante a sua locação, principalmente em decorrência de problemas geológico-geotécnicos detectados na fase de detalhamento e/ou adequações necessárias resultantes dos estudos operacionais desenvolvidos.

11.2 - Memória Descritiva e Justificativa

O texto referente ao projeto geométrico de execução constitui um capítulo do volume relativo à Memória Descritiva e Justificativa.

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|-------------|------|----------|-------------------|-------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 16/17 | IT – 07/ CBTU |

Deverá conter uma exposição das características geométricas do traçado, as condições limites adotadas, as razões de sua adoção os valores considerados para compensação das rampas e demais dados que caracterizam o projeto geométrico, tais como:

- estacas e coordenadas de todo o estaqueamento, inclusive dos pontos característicos das concordâncias;
- estacas e cotas de todos os pontos característicos, em perfil;
- azimutes de todas as tangentes;
- dados das concordâncias horizontais como: raio, extensões do arco circular, da transição, ângulo central, tangente externa e demais elementos definidores da concordância.

11.3 - Planta

Elaborada em poliste em folhas no formato A-1 (ABNT), a partir do "CANSON" preparado com os dados do cadastro planialtimétrico, na escala 1:500 ou eventualmente em outra escala, desde que aprovada pela CBTU, com curvas de nível de metro em metro, contendo:

- eixo com estaqueamento contínuo, de 20 em 20 metros, com posicionamento dos quilômetros;
- linhas limites da plataforma de infra-estrutura;
- localização e identificação dos pontos característicos das curvas;
- quadro com os elementos das curvas de concordância horizontal, devidamente numeradas, incluindo as coordenadas dos pontos característicos;
- localização dos vértices de poligonal e RN situados na faixa levantada e em suas proximidades;
- azimutes das tangentes do eixo do projeto;
- projeção da linha dos "off-sets" com convenção, diferenciando cortes e aterros;
- limites da faixa de domínio;
- localização das valetas, drenos profundos etc., com indicação do sentido de escoamento das águas;
- localização dos bueiros e de outras obras-de-arte correntes;
- localização das obras-de-arte especiais;
- localização de empréstimos e bota-foras;
- localização das articulações com linhas existentes, indicando elementos identificadores tais como quilômetro, posteação, estação, que permitam estabelecer os locais exatos de ligação com as linhas existentes;
- localização de pátios, estações e outras instalações da ferrovia;
- indicação de linhas de telecomunicação, transmissão e de distribuição que cruzem o traçado, mencionando o número dos postes ou torres, procedência e destino;
- indicação de outras vias interceptadas, com sua identificação, mencionando origem e destino;
- localização dos marcos-limite (marcos de segurança);

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |

| | | | |
|---|---|------------|---------------|
| DIRETORIA TÉCNICA | ELABORAÇÃO DE PROJETO GEOMÉTRICO | FL. | CBTU |
| DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL | | 17/17 | IT – 07/ CBTU |

- comprimento útil das vias, medida entre os marcos-limite, no caso de desvios e pátios.

11.4 - Perfil

Apresentado em papel vegetal, preferencialmente na mesma folha da planta, ou então em folhas à parte no formato A-1 (ABNT), com escala horizontal idêntica à da planta e, vertical, em princípio dez vezes maior, quanto se tratar de um estudo novo e independente do existente. Nos casos em que se procura reajustar o existente a escala vertical será de 1:20. Deverá conter:

- estaqueamento corrido no rodapé, com indicação dos quilômetros;
- perfil do terreno;
- linha do greide (terraplenagem e boleto);
- percentagens das declividades e respectivas extensões;
- localização e cota dos PIV, PCV e PTV, com indicação dos elementos característicos da concordância vertical (e, y e R);
- localização das obras-de-arte especiais;
- localização dos bueiros, com indicação do tipo e seção de vazão;
- localização das estações, pátios, etc.;
- indicação das concordâncias dos greides da infra-estrutura nas conexões com as linhas existentes.

11.5 - Seções Transversais-tipo

Deverão ser compatíveis com as dimensões do gabarito mais desfavorável e desenhadas para terraplenagem e obras-de-arte especiais, dos trechos em tangente e em curva de linha corrida, pátios, estações etc., em papel vegetal no formato A-1 (ABNT) e escala compatível indicando:

- largura e declividade transversal da plataforma da infra-estrutura;
- camada de sublastro;
- seção da superestrutura;
- etc.

11.6 - Seções Transversais

- Deverão ser elaboradas, em princípio, para cada estaca, em papel vegetal, em folhas no formato A-1 (ABNT) ou rolo milimetrado, na escala 1:200 ou 1:100.
- Eventualmente, a critério da CBTU, as seções transversais poderão ser substituídas por folhas de cálculo e desenhos de computador.

| REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU | REV. | DATA | MOTIVO/REFERÊNCIA | APROV. CBTU |
|------|----------|-------------------|----------------|------|----------|-------------------|----------------|
| 0 | 15/10/85 | ELABORAÇÃO | | 3 | 17/11/05 | REVISÃO | |
| 1 | 20/02/86 | REVISÃO | | | | | |
| 2 | 10/10/92 | REVISÃO | | | | | |