

TÍTULO SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS					
TIPO ET	SISTEMA V	LINHA X	KM 99		
TRECHO 99	SUBTRECHO 99	SUBSISTEMA/CONJUNTO 0199		ÁREA GPP	Nº CONTRATO
ETAPA 6	CLASSE/SUBCLASSE C01	SEQUENCIAL 999	Nº CONTROLE AK7802-3	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 08.2017	VERIFICAÇÃO/DATA
IDENTIFICAÇÃO ET-V-X-99-99-0199/6-C01-999			REVISÃO F	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 08.2017	APROVAÇÃO/DATA
Nº CONTRATO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA		SUPERVISORA	

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1. ABNT NBR15309 – Locação topográfica e acompanhamento dimensional da obra metroviária e assemelhada - Procedimento
2. ABNT NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico
3. ABNT NBR 14166 - Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento
4. AQ6407-0 à DE-AQ6413-5 DE- Seções Transversais Tipo
5. AS6843-1 ET Marcos de amarração dos pontos notáveis
6. AK7803-1 ET - Projeto Geométrico do Traçado da Via Permanente
7. NS-GRI1001: Emissão de Documentos Técnicos da CPTM
- 8.
- 9.

DOCUMENTOS RESULTANTES

1. BC3347-7 IT Implantação e manutenção geométrica da superestrutura da via permanente em sistema de fixação direta
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

OBSERVAÇÕES

Rev. D elaborado: Ilona (DPPI) e Elcio (DOTV)

F.	Anexo 7 L13	Revisão do projeto de sinalização	Ilona	O.F.B.	23/08/2017
E.	4.1, 9.3.1, 10.2 e An.7	Inclusão do Trilho de Referência por linha, do IT de implantação da via em fix dir e dos MT's AMVU-500:14	Ilona	O.F.B.	08/2017
D.	Geral	Introdução do SIRGAS e introdução de novo sistema de construção de via permanente	I.B.S.	O.F.B.	25/05//2017
C.	Geral	Título, complementação e detalhamento	I.B.S.	O.F.B.	23/01/2013
B.	Geral	Complementação e detalhamento	I.B.S.	O.F.B.	20/10/2011
A.	Geral	Complementação e detalhamento	I.B.S.	O.F.B.	02/05/2011
REV.	ÍTEM	MOTIVO	RESP. TÉCNICO	APROVAÇÃO	DATA

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

Sumário

Sumário	2
1. OBJETIVO	4
2. DEFINIÇÕES DOS SISTEMAS	4
2.1 Sistemas adotados.....	4
2.2 Referencias normativas.....	4
3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS SISTEMAS DE COORDENADAS E ALTIMETRIAS	4
3.1 Sistema Geodésico Brasileiro, SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas)	4
3.3 Altimetria.....	5
4. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE REFERENCIA DOS SISTEMAS TOPOGRÁFICOS APLICADOS NA CPTM.....	5
4.1 Dados para sistema SIRGAS2000 do ponto 93800	5
4.2 Dados para sistema PTL do ponto 91607	6
5. PONTOS GEODÉSICAS MUNICIPAIS E PONTOS TOPOGRÁFICOS	6
5.1 Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo.....	6
5.2 Rede de apoio geodésico.....	6
5.3 Rede de apoio topográfico	6
5.4 Poligonal topográfica para locação - MTL	6
5.5 Marcos Topográficos - MT	7
6 APARELHAGEM DE MEDIÇÃO.....	7
7 POLIGONAIS DA CPTM AO LONGO DAS LINHAS	8
7.1. Rede das poligonais, Rede de apoio geodésico	9
7.2. Pontos das Poligonais, Rede de apoio topográfico e RN's	9
7.2.1 Materialização e Identificação dos Marcos	10
7.3 Execução das medições das poligonais	11
7.3.1 Medições dos Ângulos e Lados.....	11
7.3.2 Implantação das Referências de Nível (RN's)	12
7.4 Exigências de Qualidade para as Medições	14
7.4.1. Tolerâncias de medição	14
7.4.2 Fechamento das Poligonais	14
7.4.3 Fechamento dos Nivelamentos Geométricos	16
7.4.4 Relatório Técnico (RT) – Implantação de poligonais e RN's.....	16
7.5 Inspeção, verificação e aprovação das Poligonais e RN's pela CPTM	17
7.5.1. Inspeções.....	17
7.5.1.1.Instrumentos e Equipamentos.....	17
7.5.1.2.Inspeção no campo relativa a Implantação de Poligonais	17
7.5.1.3.Inspeção no campo relativa a Implantação de RN's.....	17
7.5.2. Verificações	17
7.5.2.1.Verificação no Campo relativa às Medições Angulares e Lineares	17
7.5.2.2. Verificação no Campo relativa aos Nivelamentos Geométricos.....	18
7.5.2.3. Verificação de Documentos Técnicos	18
7.5.2.3.1. Condições Gerais	18
7.5.2.3.2.Critério de verificação, aceitação ou rejeição	19
8 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL	19
8.1. Cronograma Básico das Atividades	20
8.2. Método de Levantamento	20
8.3. Conteúdo do Levantamento	21
8.3.1. Cadastro em Geral.....	21

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

8.3.3. Instalações Ferroviárias	21
8.3.4. Cadastro dos Aparelhos de Mudança de Via - AMV's	22
8.3.4.1. Particularidades da Ficha de Cadastro dos AMV's tipo AREMA.....	22
8.3.4.2. Ficha de Cadastro dos AMV's tipo UIC	23
8.3.5. Seções Transversais.....	24
8.4. Processamento de Dados	25
8.5. Elaboração de Desenhos	25
8.6. Inspeção e Verificação	26
8.6.1. Poligonais e RN's.....	26
8.6.2. Levantamento de Detalhes	26
8.6.3. Memorial de Cálculos - MC	26
8.6.4. Desenhos - DE.....	27
8.7. Aceitação ou Rejeição.....	27
9. PROJETO TOPOGRÁFICO	27
9.1 Levantamento planialtimétrico cadastral	27
9.2 O projeto do traçado da via permanente	27
9.3 Projetos para implantação da via permanente e obras de arte.....	28
9.3.1 Via Principal em Fixação Direta	28
9.3.2 Via em Lastro – Pátio.....	29
10 EXECUÇÃO DA OBRA.....	29
10.1 Locação topográfica da obra.....	29
10.2 Locação da via definição do “Trilho de referência”	29
10.3 Locação e execução geométrica da superestrutura da via permanente em via assentada em fixação direta	30
10.3.1 Localização dos MTL's e RN's	30
10.3.2 Identificação das MTL's e RN's.....	30
10.3.3 Locação, Verificações e Liberações dos MT's	30
10.4 Locação e execução geométrica da superestrutura da via permanente em via assentada em lastro	30
10.5 Tipos de Marcos	31
10.5.1 Fixação Direta.....	31
10.5.2 Vias em lastro e Pátio	31
10.6 Equipamentos Utilizados	31
10.7 Recebimento da Via.....	32
ANEXOS	33

ANEXO 1 – Marcos geodésicos no Estado de São Paulo

ANEXO 2 - Marco geodésico do ponto 93800 denominado POLI em SIRGAS 2000

ANEXO 3 – Monografia do Ponto 91607 Pilar 1 da USP em sistema SIRGAS 2000

ANEXO 4 - Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo - Figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5

ANEXO 5 – Cadastro de AMVA

ANEXO 6 – Cadastro de AMVU

ANEXO 7 – Trilho de referência das Linhas L7, L8, L9, L10, L11, L12 e L13

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

1. OBJETIVO

Estabelecer e uniformizar os procedimentos e as rotinas dos serviços topográficos para pontos poligonais, furos de sondagem, levantamento topográfico cadastral, elaboração de projeto e execução de obras da CPTM.

2. DEFINIÇÕES DOS SISTEMAS

2.1 Sistemas adotados

Devem ser obedecidos em todos os trabalhos topográficos da CPTM as definições a seguir:

Pontos dos poligonais, e outros pontos de interesse:

Deverão ser executados no Sistema Topográfico Local (STL) e apresentadas também, em SIRGAS2000 em forma de Memorial de Cálculo em UTM e nível.

Levantamentos topográficos, furos de sondagem, elaboração de projetos e execução de obras:

Deverão ser executados no Sistema Topográfico Local (STL).

2.2 Referencias normativas

Quando a presente especificação for mais rigorosa do que as normas citadas, valem as definições desta especificação.

Devem ser adotadas as seguintes normas e definições:

- Definições do IBGE, relativas a Sistema Geodésico Brasileiro segundo ABNT NBR 13133, (doravante SGB) para planialtimetria;
- IBGE – Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos;
- Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo
- Rede Básica de Referência Geodésica do Município, onde passa a respectiva Linha da CPTM
- ABNT NBR15309 – Locação topográfica e acompanhamento dimensional da obra metroviária e assemelhada - Procedimento
- ABNT NBR 13133 - Execução de levantamento topográfico
- ABNT NBR 14166 – Rede de referência cadastral municipal - Procedimento
- ABNT NBR 14645 -1, -2 e -3 Elaboração do “como construído” (as built) para edificações Sistema Geodésico Brasileiro, segundo ABNT NBR 13133

3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS SISTEMAS DE COORDENADAS E ALTIMETRIAS

Todas as referências e definições geográficas e topográficas deverão ser apresentados nos seguintes sistemas:

3.1 Sistema Geodésico Brasileiro, SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas)

Definido segundo norma ABNT NBR 13133 item 3.39. O Sistema Geodésico de Referência, oficialmente adotado no Brasil, define os pontos para cada Estado, sendo para Estado de São Paulo, segundo Anexo1.

A CPTM adota para Região Metropolitana de São Paulo o ponto 93 800 (IBGE), cuja descrição está no Anexo 2.

3.2 STL (Sistema Topográfico Local)

Está definido segundo norma ABNT NBR 14166 item 5.5.1, com coordenadas X=150 000 m e Y=250 000 m. Em São Paulo corresponde Pilar 1 do USP (Ponto 91607). Monografia do Ponto 91607 Pilar 1 da USP em sistema SIRGAS2000 ver no Anexo 3.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

3.3 Altimetria

Adotado o nível médio das marés, representado através do marégrafo instalado no porto de Imbituba – SC. No Pilar 1 da USP corresponde o altitude ortométrica: 721,1014 m.

O Ponto POLI 93 800 corresponde o altitude geométrica aproximadamente 730,622 m, pode ser definido por satélites. Observamos que para rede altimétrica na CPTM não deve ser utilizado este referencial, para locação topográfica. (somente pode ser utilizado para serviços topográficos sem exigência de precisão altimétrica).

3.4 Histórico:

Foram utilizados vários sistemas, e assim pode se achar referencias ainda nestes sistemas:

1949 até 1979: Córrego Alegre

1969: SAD 69 (South American Datum)

1984 WGS 84 (World Global System)

1993: SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) criado com a participação dos países da América do Sul e Caribe, tendo como objetivo estabelecer um Sistema de Referência Geocêntrico - SRG, para o Continente.

O SIRGAS foi oficialmente adotado como referência Geodésica Brasileira em 2005 através da resolução do presidente do IBGE nº 1/2005.

A partir de 2014 é obrigatório a utilização do SIRGAS.

As principais características do sistema UTM são:

A Terra dividida em 60 zonas, contadas de Greenwich para Leste, definindo as abscissas. As zonas utilizadas para o Brasil são as de 19 a 25.

As ordenadas são definidas a partir do Equador.

As coordenadas geodésicas são apresentadas em:

Unidade: [m], sendo. Ordenada: "N" de Norte e Abscissa: "E" como Leste, ou

Unidade: [° ' "], sendo Longitude ϕ e Latitude λ

4. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE REFERENCIA DOS SISTEMAS TOPOGRÁFICOS APLICADOS NA CPTM

4.1 Dados para sistema SIRGAS2000 do ponto 93800

Ver Tabela 1

Tabela 1	
PONTO 93800 – POLI (torre)	
SIRGAS2000	
Coordenadas UTM MC = 45°W FUSO 23	E = 323.390,708 [m]
	N = 7.393.902,042 [m]
Altitude geométrica (GPS)	h = 730,622 m (Ver item 3.3)
STL	
Coordenadas no PTL	X = ⁽¹⁾ [m]
	Y = ⁽¹⁾ [m]
Altitude ortométrica Datum Vertical = Marégrafo Imbituba-Sc	H = ⁽¹⁾ [m]
ORIGEM DO PTL Estação geodésica 91607	X = 150.000 m
	Y = 250.000,000 m
	HoPTL* = 760,000

Obs.: ⁽¹⁾ A "Secretaria de Urbanismo e Legislação" da Prefeitura da São Paulo não disponibilizou os dados na época da elaboração da Rev. D e E.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

4.2 Dados para sistema PTL do ponto 91607

Ver Tabela 2

Tabela 2	
PONTO 91607 - PILAR 1 – USP	
SIRGAS2000	
Coordenadas UTM MC = 45°W FUSO 23	E = 323.255,082 [m] N = 7.394.432,170 [m]
Altitude geométrica (GPS)	h = 718,14 m
STL	
Coordenadas no PTL	X = 150.000,000 [m] Y = 250.000,000 [m]
Altitude ortométrica Datum Vertical = Marégrafo Imbituba-Sc	H = 721,1014 [m]

SLT	- Sistema Topográfico Local
PTL	- Plano Topográfico Local
N e E	- Coordenada UTM em metros orientada para o Norte e Leste respectivamente
h	- Altitude Geométrica obtida por GPS.
H	- Altitude Ortométrica obtida por Nivelamento Geométrico do Marégrafo de Imbituba/SC.
X e Y	- Coordenadas cartesianas definidoras da localização planimétrica dos pontos medidos no terreno e representados no PTL, orientado positivamente para o Leste /Norte respectivamente.
HoPTL*	- Altitude ortométrica média do terreno (São Paulo), adotada para definição do PTL
MC	- Meridiano Central.

5. PONTOS GEODÉSICAS MUNICIPAIS E PONTOS TOPOGRÁFICOS

5.1 Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo

Segundo norma ABNT 14166 cada município deve implantar a sua rede de pontos de referencia. As vias da CPTM passam em 23 municípios, cujos pontos de apoio deverão ser consultados, sendo que deve ser utilizado o Ponto mais próximo.

Quando o “Ponto mais próximo” não existir na região fora do Município de São Paulo, a CPTM deverá ser consultada, para aprovação de um referencial.

Devem ser utilizados os pontos com suas monografias, apresentadas no Anexo 4.

5.2 Rede de apoio geodésico

Segundo Norma ABNT NBR15309, itens 5.2 a 5.6. Segundo a norma:

- o espaçamento máximo entre vértices (item 5.2.3) deve ser < 2 km,
- a tolerância especificada no item 5.2.2.

5.3 Rede de apoio topográfico

Segundo Norma ABNT NBR15309, item 5.7. Segundo a norma:

- o espaçamento dos vértices (item 5.7.3) deve ser entre 50 m e 300 m.
- tolerância especificada no item 5.7.4.

5.4 Poligonal topográfica para locação - MTL

Segundo Norma ABNT NBR15309, item 5.8.

Espaçamento dos vértices:

- Fixação direta: item 9.3.1.1 desta ET
- Via em lastro: item 9.3.2 desta ET

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

5.5 Marcos Topográficos - MT

Fixação direta: item 9.3.1.2 desta ET

Via em lastro: item 10.5.2 desta ET

6 APARELHAGEM DE MEDIÇÃO

Todos os instrumentos e equipamentos sempre devem estar em perfeitas condições para execução das medições. Devem ser feitas, regularmente, verificações e necessários ajustes ou aferições do instrumental. Procedimentos, ocorrência e resultados destas verificações serão anotados em fichas, separadas para cada instrumento ou equipamento, e apresentados à CPTM.

Os instrumentos empregados devem possuir “Certificados de aferição”, confirmando o respectivo desvio padrão classificatório, fornecido pelo fabricante. A aferição deve ser realizada conforme DIN 18.723 e os certificados devem ser expedidos por entidades credenciadas.

Equipamentos e suas Características e Precisão deverão ser:

- Instrumental para Medição de Ângulos e Lados**

Para a **implantação das poligonais de apoio, intermediárias, auxiliares e de retorno**, devem ser utilizados Estações Totais (taquímetros eletrônicos informatizados) com precisões igual ou superior que a Classe 3 (alta precisão) da tabela 4 – Classificação de Estações Totais da NBR-13133.

Os desvios padrões (precisão), normalmente especificados pelo fabricante, devem atender as seguintes exigências de qualidade da CPTM:

Precisão angular	-	$\leq 02''$
Precisão linear	-	$\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \cdot K)$
ppm	-	parte por milhão
K	-	distância em km

Para locação dos **pontos secundários e levantamentos planialtimétricos cadastrais**, podem ser utilizados instrumentos com desvio padrão com precisões superior que a Classe 2 (média precisão) da tabela 4 – Classificação de Estações Totais da NBR-13133, como a seguir:

Precisão angular	-	$\leq 05''$
Precisão linear	-	$\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm} \cdot K)$

O medidor eletrônico de distância (MED) da estação total deve ser aferido periodicamente a cada 24 meses ou em períodos menores à critério da CPTM.

- Instrumental para Nivelamento Geométrico das RN's**

Para implantação das referências de nível (RN's) devem ser utilizados níveis automáticos ou níveis a laser da Classe 4 (precisão muito alta) da tabela 2 – Classificação dos Níveis da NBR 13133.

Desvio padrão para 1 km de duplo nivelamento: $\leq 1 \text{ mm}$

Para os demais nivelamentos podem ser empregados níveis da Classe 3 (precisão alta) com desvio padrão para 1 km de duplo nivelamento de $\leq 3 \text{ mm}$.

O nível deve ser aferido periodicamente a cada 15 dias ou em períodos estabelecidos pela CPTM.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

• Equipamentos Auxiliares

Para os serviços topográficos previstos para a implantação das poligonais e RN's serão utilizados os equipamentos, que atendem as especificações da norma ABNT NBR 13133 e as condições a seguir:

- Balizas: deve ser verificada se a ponteira está exatamente no seu eixo;
- Prumos esféricos ou prumos óticos: deve ser verificado em pontalete fixo perfeitamente aprumado;
- Trenas: deve ser comparada com outra aferida (padrão) e proceder as necessárias correções das medições;
- Miras: para a implantação das RN's devem ser utilizadas somente miras de Invar com duas escalas defasadas. Para os demais nivelamentos podem ser empregadas miras de madeira do tipo dobrável, aferidas no ato de aquisição;
- Prismas, Bastões e Bases com Suporte: deve ser verificada a constante das prismas para fins de correção das distâncias observadas;
- Sapatas: a sapata deve ter peso adequado à sua finalidade;
- Termômetro;
- Barômetro;
- Psicômetro;
- Dinamômetro;
- Aparador de sol.

Os equipamentos serão revisados constantemente na presença da fiscalização da CPTM.

As balizas, prumos esféricos e miras de Invar devem ser verificados e aferidos semanalmente

7 POLIGONAIS DA CPTM AO LONGO DAS LINHAS

Para fins de padronizar os procedimentos de medição, calculo e apresentação dos levantamentos topográficos planialtimétricos cadastrais, assim como unificar os diversos ramos das poligonais de apoio ao longo das linhas da CPTM, devem ser utilizados os marcos da Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo e do Plano Topográfico Local do Município de São Paulo do itens 4 e 5.

Nas Notas dos desenhos e os Memoriais apresentados devem constar os Numeros dos Marcos utilizados.

Apresentação dos Marcos Poligonais nos Desenhos, segundo *Tabela 2*.

Tabela 2	
	Marco do PTL-PMSP
	Marco da Poligonal de Apoio e Retorno
	Marco da Poligonal Intermediária e Auxiliar
	Marco da Poligonal Secundária

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

7.1. Rede das poligonais, Rede de apoio geodésico

Ref: item 5.2

- Na sua elaboração e execução deverá considerar além desta especificação, as exigências da norma ABNT NBR 15309 – Locação topográfica e acompanhamento dimensional de obra metroviária e assemelhada – Procedimento.
- Os marcos das poligonais de apoio da CPTM, situadas ao longo das linhas ferroviárias da CPTM, devem ser implantadas e calculadas nos Sistemas SIRGAS2000 e Sistema Topográfico Local (STL), vinculado ao PTL-PMSP. Somente os marcos da Rede de Referência Cadastral do Município de São Paulo podem ser usados como base para o desenvolvimento das poligonais da CPTM. Outros marcos existentes não devem ser usados para partida e/ou fechamento das poligonais.

A extensão total de cada poligonal de apoio, inclusive a poligonal de retorno, até seu fechamento, não deve ser superior a 30 km;

Os comprimentos dos lados da poligonal de apoio devem ser, na medida do possível, constantes, evitando assim a existência simultânea de lados muito longos e muito curtos. A diferença entre lados adjacentes não deve ser maior que 30%.

- Os marcos da poligonal de apoio devem ser utilizados também como Referências de Nível (RN's). Estas RN's serão obtidas através de nivelamento geométrico e o contranivelamento geométrico, ambos de alta precisão. Estes nivelamentos geométricos devem ser fechados em marcos de RN conhecidos;

A extensão de cada circuito de nivelamento geométrico entre RN's de ordem superior conhecidas não deve ser maior que 15 km.

7.2. Pontos das Poligonais, Rede de apoio topográfico e RN's

Ref: item 5.3

Os pontos de interção dos lados dos poligonais são materializados através de marcos.

Recomenda-se, antes do início das atividades de campo, um estudo de posicionamento dos marcos sobre documentação cartográfica disponível. O posicionamento estudado dos marcos será localizado em campo, ajustado ou modificado quando necessário, e aprovado pela CPTM, respeitando as seguintes exigências:

- Os vértices devem garantir plena intervisibilidade;
- Recomendam-se lados até 300m para a poligonal de apoio. No caso de lados >300m devem ser intercalados pontos poligonais e RN's intermediários com plena intervisibilidade;
- O terreno ou a base, onde serão os marcos materializados, deve ser estável;
- Os marcos poligonais devem ser implantados dentro da faixa da CPTM em lugares seguros, fora das áreas de construção e manutenção, para evitar danos, e devem ter acessibilidade fácil;
- No caso de implantação da poligonal de retorno para fins de fechamento da poligonal de apoio, seus marcos também devem ser posicionados em locais resguardados de danos e de acessibilidade fácil. A poligonal de retorno não faz parte da rede de RN's.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

7.2.1 Materialização e Identificação dos Marcos

7.2.1.1. Determinações Básicas

- Os marcos das poligonais de apoio, intermediária e de retorno, serão materializados por meio de pilares de concreto na forma tronco piramidal. A materialização de pontos auxiliares será feita conforme as funções dos mesmos (pontos permanentes ou temporários). Eventualmente, os marcos poderão ser implantados em rochas, calçadas, sapatas de concreto, etc. Nesses casos, a materialização dos marcos reduz a fixação de pinos e chapas de identificação;
- Os marcos das poligonais de apoio e intermediários, dos quais servirão também para a rede de RN's, devem ter a identificação conforme esta dupla finalidade;
- Para cada obra de arte, deverão ser implantados, no mínimo, dois marcos permanentes da poligonal auxiliar;
- Todos os pontos das poligonais de apoio, intermediários e auxiliares permanentes, terão fichas individuais (monografias), contendo descrição de acesso e localização, fotos, croquis de amarração, em sistemas SIRGAS2000 e no STL, assim como outras informações que conduzam a uma perfeita identificação e localização.

7.2.1.2. Materialização

Os pontos das poligonais de apoio, intermediárias, auxiliares permanentes e de retorno serão monumentados por pilares de concreto armado, pré-moldados e perfeitamente rígidos. Os pilares terão forma tronco piramidal, com seção da base de 120x120 mm e altura de 800 mm, encimados pela

identificação e orifício para assentamento da mira, baliza ou bastão do prisma.

Cada pilar ou marco será assentado dentro de um buraco na terra, que será preenchido com concreto magro (*ver Figura 1*).

Marcos de materiais e/ou dimensões diferentes deverão ser aprovados pela CPTM. A placa de identificação dos marcos de poligonais e RN's devem ser de metal inoxidável.

7.2.1.3. Identificação

Os marcos devem ser identificados com gravação da sigla da CPTM e respectivo código do ponto.

Cada ponto é caracterizado pela nomenclatura de letras e um números a seguir:

- Nomenclaturas de letras dos pontos:**

- PAP - Ponto planimétrico da poligonal de apoio;
- PAN - Ponto planialtimétrico da poligonal de apoio;
- PIP - Ponto planimétrico da poligonal intermediária;
- PIN - Ponto planialtimétrico da poligonal intermediária;
- PPN - Ponto planialtimétrico da poligonal auxiliar, apoiando a construção de Obras de Arte e estações (P=ponte);
- ATN - Ponto planialtimétrico da poligonal auxiliar, apoiando a construção de Obras de Arte e estações (T=tunel);
- AVN - Ponto planialtimétrico da poligonal auxiliar, apoiando a construção de Obras de Arte e estações (V=viaduto);
- AEN - Ponto planialtimétrico da poligonal auxiliar, apoiando a construção de Obras de Arte e estações (E=estação);

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

PSN - Ponto planialtimétrico secundário de menor precisão, apoiando o Levantamento planialtimétrico cadastral;

PRP - Ponto planimétrico da poligonal de retorno.

- **Caracterização:**

Numero de 5 digitos, sendo os primeiros 2 digitos o Nº da respectiva Linha e o segundo 3 digitos é sequencial.

- **Exemplos:**

- Poligonal de apoio: PAN07123

- PA - Poligonal de apoio

- N - Planialtimétrico (P = Planimétrico)

- 07 - Número da linha

- 123 - Numeração sequencial

- Poligonal auxiliar: AVN11015

- A - Poligonal auxiliar

- V - Tipo da obra (viaduto)

- N - Planialtimétrico

- 11 - Número da linha

- 015 - Numeração sequencial

7.3 Execução das medições das poligonais

7.3.1 Medições dos Ângulos e Lados

- **Cuidados Básicos**

- A medição deve ser executada em condições atmosféricas favoráveis e o instrumento deve ser protegido contra os raios solares e ventos fortes;

- A centralização da estação total e dos sinais a serem visados deve ser muito cuidadosa, pois, os erros de centralização resultam em grandes sequências de erros. No caso de medição dos ângulos horizontais, estes são tanto maiores quanto mais curtos forem os lados das poligonais. - Para neutralizar os erros de centralização deve ser empregado a centragem forçada, também conhecida como método dos três tripés;

- Devem ser medidas as alturas do aparelho medidor e dos sinais empregados em cada estação.

- **Medição Angular**

- Para a implantação das poligonais de apoio, intermediárias, auxiliares e de retorno, os ângulos horizontais e verticais devem ser observados em quatro séries de leituras conjugadas direta e inversa;

- Para os pontos secundários os ângulos horizontais e verticais devem ser observados em duas séries de leituras conjugadas direta e inversa.

- **Medição de Lados**

- A medição dos lados das poligonais de apoio, intermediárias, auxiliares e de retorno, deve ser feita nos dois sentidos (avante e ré). Devem ser executadas, no mínimo, quatro leituras para cada sentido e aplicada as correções de temperatura e pressão. Os lados serão compensados ao horizonte;

- Para os pontos secundários as distâncias devem ser determinadas através de três leituras para cada sentido.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

7.3.2 Implantação das Referências de Nível (RN's)

- **Nivelamento Geométrico**

- As RN's, espaçadas de acordo com a finalidade das mesmas, devem ser implantadas por meio de nivelamento geométrico duplo (nivelamento e contranivelamento), partindo e fechando nos marcos da rede de RN's do SGB;
- As RN's, que serão implantadas, devem ser, obrigatoriamente, medidas em mudança de instrumento;
- Para nivelamento e contranivelamento sempre devem ser observados as duas escalas da mira;
- Recomenda-se a ocorrência e propagação de erros sistemáticos, muito comuns no nivelamento geométrico, devendo para tanto serem consultados os manuais do fabricante dos níveis;
- Os comprimentos das visadas de ré e de vante devem ser aproximadamente iguais e de, no máximo, 50 m, sendo ideais serão comprimentos entre 38 e 42 m, de modo a compensar os efeitos da curvatura terrestre e da refração atmosférica, além de melhorar as leituras da mira;
- A discrepância entre as distâncias das visadas, ré e vante, não deve ser maior do que 10 %;
- Para evitar os efeitos do fenômeno de reverberação, as visadas devem situar-se, no mínimo, 50 cm acima do solo;
- As miras, devidamente verticalizadas, devem ser apoiadas sobre chapas ou pinos e, no caminhamento sobre sapatas, porém, nunca diretamente sobre o solo;

- **Correção Ortométrica**

É a forma de correção, aplicada às diferenças de nível obtidas por meio de nivelamento geométrico, transformando-as em diferenças de nível ortométrica, ou seja, em altitudes ortométricas.

Esta correção, denominada "correção ortométrica", é a mais extensamente aplicada nas redes de nivelamento e foi também adotada no Brasil.

A correção ortométrica tem por expressão:

$$\Delta h = 1542 \cdot 10^{-9} \cdot H_m \cdot \Delta \varphi' \cdot \sin 2 \cdot \varphi_m$$

Onde: Δh = correção ortométrica, que é positiva quando o nivelamento caminha para o equador e negativa quando o nivelamento caminha para um polo;

H_m = altitude média do trecho nivelado;

$\Delta \varphi'$ = diferença de latitude em minutos entre os pontos extremos do nivelamento (desenvolvimento em latitude da linha de nivelamento);

φ_m = latitude média do trecho de nivelamento.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

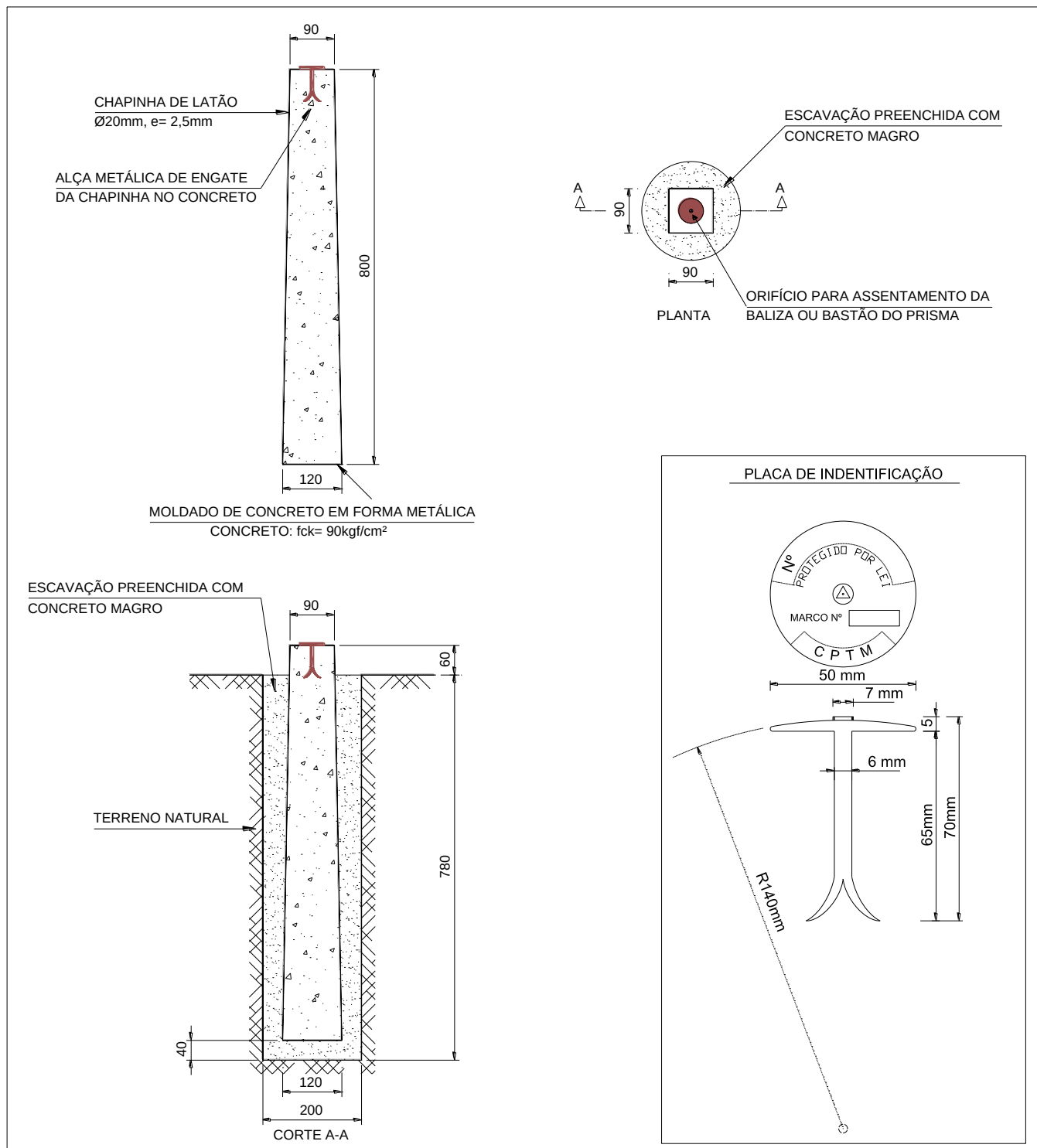


Figura 1 – Marco poligonal de apoio (medidas em mm)

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

7.4 Exigências de Qualidade para as Medições

7.4.1. Tolerâncias de medição

- **Ângulos Horizontais**

- Para a poligonal de apoio, intermediária, auxiliar e de retorno devem ser comparadas as diferenças das leituras (ângulo do vértice) com o valor médio das diferenças. Serão rejeitadas as medições onde os ângulos se afastarem mais de 3" do valor médio, calculando-se nova média e comparar com o restante dos ângulos. Havendo mais de duas rejeições, as observações devem ser repetidas integralmente;

- Para pontos secundários o limite de rejeição será de 6".

- **Ângulos Zenitais**

- Para a poligonal de apoio, intermediária, auxiliar e de retorno, as tolerâncias de leituras em relação ao valor médio, após a eliminação do erro de colimação, são limitadas a 6";

- Para pontos secundários, este limite de rejeição será de 10".

Leituras que se afastarem mais do valor médio serão rejeitadas, calculando-se nova média após a rejeição. Havendo mais de duas rejeições, as observações devem ser repetidas integralmente.

- **Lados**

- Para a poligonal de apoio, intermediária, auxiliar e de retorno, as tolerâncias das medições em relação ao valor médio são limitadas a 5 mm;

- Para distâncias de pontos secundários este limite será de 10 mm.

Medidas que se afastarem mais do que permitida do valor médio das distâncias serão rejeitadas, calculando-se nova média após a rejeição. Havendo mais de duas rejeições, novas medições devem ser executadas.

- **Nivelamento Geométrico para Implantação de RN's**

- Serão rejeitadas e repetidas as duas leituras de ré e vante do nivelamento e/ou contranivelamento quando as diferenças (ré-vante) calculadas divergirem entre si em mais de 0,2mm;

- Os valores médios das diferenças altimétricas (ré-vante) do nivelamento e contranivelamento de uma seção não devem ser afastados de um a outro mais que 0,2 mm. No caso de divergências maiores, todas as leituras da seção devem ser repetidas;

- Serão rejeitados e repetidos os serviços que apresentam, por quilômetro, mais que 1mm de diferença entre nivelamento e contranivelamento, independentemente da tolerância a ser respeitada no fechamento da rede de RN's.

7.4.2 Fechamento das Poligonais

Condições Gerais

Para fins de ajustes e compensações das poligonais, bem como para o estabelecimento das tolerâncias de fechamento, consideram-se dois tipos de poligonais:

- **Tipo1:** Poligonal aberta, apoiada nos seus extremos em bases conhecidas e aprovadas, apresentada na *Figura 2*.

Estas poligonais permitem a avaliação dos erros de fechamento transversal (função dos erros angulares) e de fechamento longitudinal (função dos erros lineares). Podem ser aplicados quaisquer métodos de ajustamento com base no modo em que se propagam estes erros.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

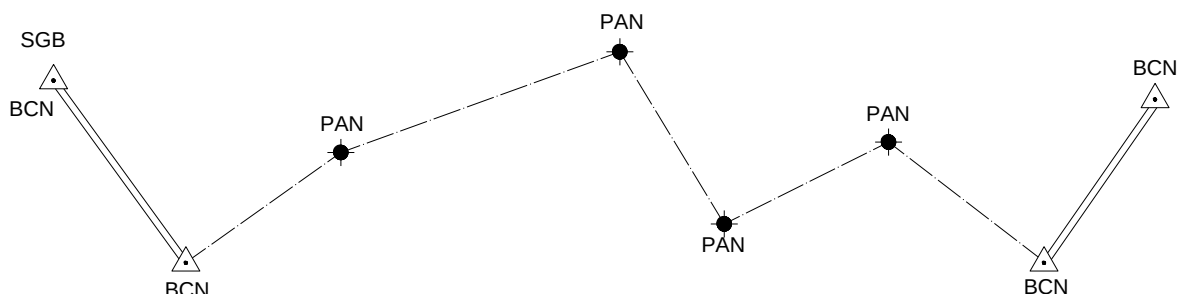


Figura 2 – Poligonal aberta

- **Tipo2:** Poligonal em forma de circuito fechado apoiada em uma base conhecida e aprovada (poligonal e poligonal de retorno), e apresentada na *Figura 3*.

Estas poligonais serão ajustadas através dos métodos que consistem em efetuar, primeiramente, uma distribuição dos erros angulares igualmente em seus vértices poligonais e, em seguida, fazer uma distribuição dos erros lineares ou projeções dos lados (ΔN , ΔE) proporcionalmente ao comprimento dos lados.

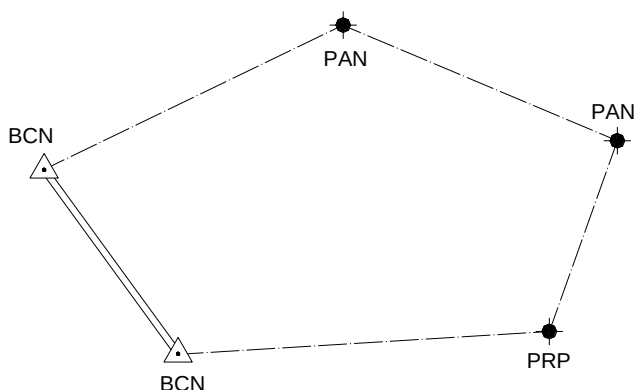


Figura 3 – Poligonal fechada

Antes da compensação linear e do fechamento linear da poligonal, os lados horizontais recebem correção de temperatura e pressão. Não será realizada a redução das distâncias horizontais ao nível de referência altimétrica do sistema de projeção topográfica;

O ajustamento das poligonais deve ser sempre precedido pelo cálculo e comparado com as respectivas tolerâncias permitidas.

• **Fechamento Angular Horizontal**

Devem ser respeitadas as seguintes tolerâncias máximas:

Poligonal de apoio, intermediária e de retorno: $T_{\alpha p} = \pm 5'' \sqrt{N}$

Poligonal auxiliar: $T_{\alpha a} = \pm 6'' \sqrt{N}$

Pontos secundários: $T_{\alpha s} = \pm 10'' \sqrt{N}$

Sendo, N = quantidade das estações.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- **Fechamento Linear**

Devem ser respeitadas as seguintes tolerâncias máximas:

Poligonal de apoio e de retorno:

$$T_{lp} = \pm 1: 75000 \quad \text{OU} \quad D_{lp} = \frac{\sum L_m}{75000}$$

Poligonal intermediária e auxiliar:

$$T_{lp} = \pm 1: 60000 \quad \text{OU} \quad D_{lp} = \frac{\sum L_m}{60000}$$

Pontos secundários:

$$T_{lp} = \pm 1: 40000 \quad \text{OU} \quad D_{lp} = \frac{\sum L_m}{40000}$$

Sendo: D_{lp} = Erro máximo permitido de fechamento linear

$\sum L_m$ = Soma dos comprimentos dos lados poligonais medidos

7.4.3 Fechamento dos Nivelamentos Geométricos

A exatidão das RN's se expressa pela qualidade do fechamento de circuitos ou linhas, formados por nivelamentos e contranivelamentos, conectando RN's conhecidas do SGB.

Para o fechamento do circuito de nivelamento geométrico duplo devem ser respeitados os seguintes limites;

- Implantação de RN's

$$Trn(mm) = \pm \sqrt{2 \cdot K} \quad \text{sendo,}$$

K = Comprimento do circuito expresso em quilômetros;

- Implantação de pontos altimétricos secundários

$$Tas(mm) = \pm 5 \cdot \sqrt{K}$$

7.4.4 Relatório Técnico (RT) – Implantação de poligonais e RN's

O relatório técnico de implantação de bases, poligonais e RN's, na finalização dos serviços topográficos, devem conter, no mínimo, os seguintes tópicos:

- Objeto, finalidade e localização dos serviços;
- Relação e especificação técnica dos instrumentos e equipamentos utilizados com fotos dos mesmos;
- Equipe técnica e identificação do responsável técnico;
- Datum ou origem dos sistemas planimétricos e altimétricos;
- Descrição dos marcos de partida e fechamento (fotos);
- Período e descrição dos serviços topográficos e dos métodos de execução;
- Memoriais de cálculo, destacando-se o cálculo de coordenadas e altitudes, assim como a apresentação das precisões obtidas e exigidas;
- Monografias dos marcos implantados, com apresentação de fotografia do marco, croqui de localização, coordenadas geodésicas, coordenadas UTM e coordenadas no STL-CPTM além de mais informações importantes como datum, origem, altitude do PTL etc. ;
- Relação dos documentos produzidos.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

7.5 Inspeção, verificação e aprovação das Poligonais e RN's pela CPTM

7.5.1. Inspeções

As inspeções dos serviços topográficos no campo têm como objetivo assegurar o seu desenvolvimento, segundo as prescrições e recomendações desta especificação técnica.

7.5.1.1. Instrumentos e Equipamentos

Os instrumentos e equipamentos a serem utilizados, inclusive as respectivas especificações técnicas e certificados, devem ser previamente inspecionados e aprovados pela CPTM e, antes de dar início aos serviços, aferidos com presença do representante da CPTM.

7.5.1.2. Inspeção no campo relativa a Implantação de Poligonais

No campo devem ser inspecionados:

- Qualidade de materialização dos marcos;
- Amarração dos marcos;
- Intervisibilidade dos marcos;
- Comprimento dos lados e quantidades de estações;
- Origem das séries, e o afastamento das observações em relação ao seu valor médio calculado;
- Comparação das medições dos lados na forma recíproca;
- Conexão ao apoio geodésico

7.5.1.3. Inspeção no campo relativa a Implantação de RN's

No campo devem ser inspecionados:

- Qualidade de materialização dos marcos;
- Amarração dos marcos;
- Comprimentos das visadas ré e vante (seções);
- Altura mínima das visadas;
- Nivelamento e contranivelamento em horários distintos;
- Diferença entre nivelamento e contranivelamento;
- Conexão com o apoio altimétrico superior, inclusive a verificação dos comprimentos das seções em relação às RN's de partida e de chegada.

7.5.2. Verificações

7.5.2.1. Verificação no Campo relativa às Medições Angulares e Lineares

Para fins de aceitação dos serviços topográficos, serão realizadas no campo, pela CPTM, verificações aleatórias sobre os vértices poligonais implantados com instrumental e pessoal da contratada, cujos custos deverão estar incluídos no preço dos serviços. Serão verificadas, aproximadamente, 5% das medições efetuadas, abrangendo, no caso de implantações das poligonais, um conjunto mínimo de três estações por poligonal escolhido pela CPTM;

- **Aceitação:** no caso em que, no máximo, um ângulo ou um lado do conjunto de medições verificado estiver fora do limite, determinado nesta ET, quando comparado com as medições originais de campo, os serviços topográficos serão considerados aceitos, depois que for corrigido o erro detectado;

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- **Rejeição:** se houver dois ângulos, dois lados ou um ângulo e um lado do conjunto verificado fora dos limites, será escolhido e verificado pela CPTM outro conjunto de medições.
- Se todas as medidas desta segunda verificação estiverem dentro dos limites, estabelecidos nesta ET, os serviços de campo serão aceitos após a correção dos erros anteriormente detectados. Se uma ou mais das medidas do segundo conjunto estiverem fora dos limites, os serviços topográficos para esta poligonal serão rejeitados e totalmente refeitos, sem qualquer ônus para a CPTM;
- Se houver mais de duas medidas do conjunto verificado fora dos limites, os serviços para esta poligonal serão rejeitados e totalmente repetidos, sem ônus para a CPTM.

7.5.2.2. Verificação no Campo relativa aos Nivelamentos Geométricos

Objetivando a aceitação dos nivelamentos geométricos para implantação das RN's, realizam-se no campo, pela CPTM, verificações aleatórias sobre os marcos de RN's implantados com instrumental e pessoal da contratada, cujos custos deverão estar incluídos no preço do serviço.

Será verificado aproximadamente 5% do nivelamento efetuado, abrangendo um conjunto mínimo de três RN's por circuito ou linha, escolhido pela CPTM.

Após o nivelamento e contranivelamento serão calculadas as diferenças altimétricas entre as RN's escolhidas e comparadas com as diferenças altimétricas, obtidas pelo nivelamento original;

Aceitação: no caso em que uma das diferenças verificadas estiver fora dos limites, determinados nesta ET, será nivelada a RN adjacente, calculada a diferença altimétrica e comparada com a diferença original. Quando o resultado desta comparação atender aos limites estabelecidos, o circuito de nivelamento será aceito após a correção do erro anteriormente detectado.

Rejeição: Quando o resultado desta comparação estiver fora dos limites, serão nivelados os conjuntos adjacentes, cada de três RN's, calculadas as diferenças altimétricas e comparadas com as diferenças originais.

- Quando todos os resultados desta segunda comparação estiverem dentro dos limites, o circuito de nivelamento será aceito, após a correção de todos os erros detectados. Se um ou mais dos resultados desta verificação estiverem fora dos limites, os serviços deste circuito de nivelamento serão rejeitados e totalmente repetidos, sem ônus para a CPTM.

- Se houver as duas diferenças do conjunto inicial verificado fora dos limites estabelecidos nesta ET, serão nivelados os conjuntos adjacentes, cada um composto de três RN's, calculadas as diferenças altimétricas e comparadas com as diferenças originais. Quando todos os resultados desta comparação estiverem dentro dos limites, o circuito de nivelamento será aceito, após a correção dos erros detectados.

- Se houver um ou mais dos resultados desta segunda verificação fora dos limites, os serviços topográficos deste circuito de nivelamento serão rejeitados e totalmente refeitos, sem qualquer ônus para a CPTM.

7.5.2.3. Verificação de Documentos Técnicos

7.5.2.3.1. Condições Gerais

- A Contratada se comprometerá a apresentar à CPTM os relatórios das atividades topográficas desenvolvidas, em andamento e previstas, em intervalos a serem definidos pela CPTM;
- Os cálculos sempre serão executados a partir de dados constantes das cadernetas de campo, podendo ser transcritos em formulários próprios e desenvolvidos de forma convencional, diretamente em calculadoras eletrônicas programáveis, ou microcomputadores com saídas para impressora e plotter;

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Os resultados dos cálculos serão apresentados com “décimo de milímetro” para distâncias, coordenadas planimétricas (N,E) do STL e referências de nível do SGB, assim como o “centésimo de segundo” para ângulos e azimutes;
- Situações eventualmente surgidas no decorrer dos serviços e não previstas nesta especificação técnica, serão dirigidas pela CPTM, que deve emitir orientação específica a respeito.

7.5.2.3.2. Critério de verificação, aceitação ou rejeição

Para fins de verificação dos serviços topográficos de campo, dos cálculos efetuados e dos respectivos resultados e produtos deverão ser entregues a CPTM os seguintes documentos:

- Cadernetas de campo;
- Relatórios técnicos de implantação das poligonais e RN's;
- Plantas com a localização das poligonais e RN's na escala 1:2000 ou 1:1000.

Os documentos técnicos serão verificados adotando-se os seguintes critérios:

- Formato, conteúdo e características de apresentação;
- Metodologia de levantamentos e cálculos;
- Precisão dos levantamentos e cálculos.

Aceitação /Rejeição:

São estabelecidas da seguinte maneira:

- Para avaliação de formato e apresentação, devem ser observadas as respectivas especificações técnicas da CPTM;
- Para avaliação do conteúdo dos documentos, dos métodos de levantamentos topográficos e respectivos cálculos, assim como da precisão das medições de campo e dos resultados dos cálculos devem ser respeitadas as exigências e limites, descritos nesta Especificação Técnica.

Os serviços topográficos, resultados de cálculos e/ou documentos técnicos rejeitados pela CPTM devem ser refeitos e novamente apresentados à CPTM, em tempo hábil e sem qualquer ônus para CPTM, para fins de aceitação.

Após aceitação de todos os serviços topográficos, os documentos técnicos elaborados devem ser entregues a CPTM na forma impressa e por meio de arquivo digital.

8 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL

A partir dos pontos poligonais dos itens 5, 6 e 7, e conforme da diretriz do projeto será executado o levantamento planialtimétrico cadastral na faixa a ser exigida pela obra.

Para as medições planialtimétricas deverão ser utilizadas Estações Totais Classe 2 da tabela 3 da NBR 13133, trenas, balizas, prumos óticos, prismas e outros equipamentos necessários.

Os desvios padrão, que caracterizam estas estações totais, são as seguintes:

- Precisão angular - $\leq 7''$
- Precisão linear - $\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm}) \cdot K$

As estações totais devem ser aferidas e calibradas por entidade credenciada.

Todos os equipamentos serão aferidos antes do início dos serviços topográficos.

Os instrumentos e equipamentos devem ser verificados e aferidos periodicamente, segundo NBR 13133.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

8.1. Cronograma Básico das Atividades

O levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, independente da sua finalidade, deve ter, no mínimo, as seguintes fases:

- Vistoria no campo;
- Reconhecimento e verificação das condições dos marcos das poligonais e RN's que servirão de apoio para os levantamentos;
- Planejamento, seleção de métodos e aparelhagem;
- Coleta de dados e informações juntos aos órgãos públicos e/ou concessionárias em relação às interferências como redes elétricas, telefonia, galerias de rede e de águas pluviais e de esgoto, etc.;
- Levantamento planialtimétrico da situação de interesse, de seções e detalhes;
- Cálculos;
- Desenhos;
- Relatórios técnicos

8.2. Método de Levantamento

Para estabelecer os princípios básicos da metodologia do levantamento topográfico, deve-se considerar sua finalidade e a dimensão da área a ser levantada, enquadrando-o em uma das classes de levantamento topográfico planialtimétrico cadastral da NBR 13133.

Para o enquadramento devem ser consideradas a escala do desenho, a equidistância de curvas de nível e o grau de detalhamento suscitado pela finalidade do levantamento ou pelas condições locais.

Para os levantamentos, solicitados pela CPTM, dever ser, no geral, observada a metodologia da tabela 6 – Levantamento Planialtimétrico Cadastral – Classe IIPAC da NBR 13133.

Detalhamento do levantamento planialtimétrico cadastral:

- Será efetuado por irradiação, apoiado a dois ou três pontos poligonais;
- Para medição simples dos ângulos horizontais será utilizada somente a posição direta da luneta, desde que seja aplicada a correção de colimação, obtida pela média dos valores de leituras conjugadas realizadas no início e no fim de cada jornada de trabalho;
- Para a medição simples dos ângulos verticais será utilizada somente a posição direta da luneta, desde que sejam aplicadas as correções PZ (ponto zenital) e de índice do instrumento, obtidas pela média dos valores de leituras conjugadas realizadas no início e no fim de cada jornada de trabalho;
- Para a maioria dos pontos de detalhes, as distâncias, definidas através de uma leitura, serão registradas em metros e centímetros. As distâncias para os pontos do topo do boleto, das bordas das plataformas e de outros detalhes de maior importância, serão determinadas através de duas leituras e registradas em metros e milímetros;
- Todas as medições em campo, como ângulos, distâncias, alturas do instrumento, alturas do sinal e outros elementos que possibilitem os cálculos, devem ser registradas em cadernetas apropriadas. Além disso, serão elaborados croquis dos detalhes com indicação dos pontos visados e medições complementares de distâncias.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

8.3. Conteúdo do Levantamento

8.3.1. Cadastro em Geral

Constar em nota o numero, localização e dados planialtimétricos em SIRGAS2000 e STL do marco utilizado no levantamento da Rede Básica de Referência Geodésica e do Plano Topográfico Local do Município de São Paulo.

Serão levantados e identificados os seguintes detalhes:

- Marcos do poligonal implantados ou existentes, segundo item 7;
- Pontos de sondagem;
- Obras de arte como viadutos, pontes, pontilhões, tuneis e muros de arrimo com todos os detalhes;
- Passagens inferiores, em nível e superiores com todos os detalhes;
- Pé e crista de taludes, muros e obras de contenção;
- Cercas, alambrados e limitadores da faixa de domínio;
- Intereferências inferiores como dutos, galerias, etc., com as respectivas dimensões; em via corrida, a cada 50 m em patios e estacionamentos em uma rede de 50 m, valeta de interferencia de 1 m de profundidade;
- Interferências aéreas como linhas de transmissão, telefônicas, etc., com indicação das características e alturas;
- Edificações, ruas, rios, postes, árvores e plantações, assim como o terreno natural;
- Edificações com suas ocupações e andares;
- Pontos que caracterizam o terrapleno, a via e demais instalações;
- Outros elementos que venham a ser considerados de importância.

8.3.2 Drenagem

Deverão ser levantados:

- Bueiros, drenagem superficial e profunda com as respectivas dimensões;
- Area da bacia de contribuição;
- Nas caixas de drenagem as suas dimensões, o nível de fundo e nível de todas as entradas e saídas dos tubos / canaletas de drenagem;
- Localização, nivelamento e seção da drenagem, a cada 100 m, direção do escoamento e condução da canaleta lateral;

8.3.3. Instalações Ferroviárias

Deverão ser levantadas e identificadas as seguintes instalações:

- Alinhamento e topos dos boletos dos trilhos das vias (na reta a cada 20m e na curva a cada 10m, no mínimo) e dos AMV's (ver detalhes nos itens 8.3.4.1 e 8.3.4.2.);
- Postes, estruturas de rede aérea e dispositivos de sinalização;
- Plataformas e edificações das estações, e outras edificações, suas limitações;
- Edificações de administração, operação, sinalização e manutenção;
- Drenagem e dutos de cabos;
- Parachoques;

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Divisa da CPTM;
- Indicação das características da superestrutura da via permanente;
- Marcos de limites de segurança;
- Marcos quilométricos;
- Marcos topográficos de via existentes;
- Travessias ferroviárias de qualquer natureza, superior ou inferior;
- Instalações elétricas e eletrônicas ao longo das vias, postes elétricos;
- Outras instalações dentro da faixa da CPTM.

8.3.4. Cadastro dos Aparelhos de Mudança de Via - AMV's

Para fins de localização e identificação dos AMV's no campo, devem ser levantados e amarrados ao sistema topográfico local (STL) os seguintes pontos nos eixos dos trilhos:

- Começo do AMV (CMV);
- Ponta da agulha (PA);
- Ponta de ½" do jacaré ou ponta do jacaré (PJ);
- Fins do AMV (FMV e FMV');
- Pontos intermediários;
- Máquinas de chave;
- Sinais;
- Outras instalações relacionadas aos AMV's.

8.3.4.1. Particularidades da Ficha de Cadastro dos AMV's tipo AREMA

Ficha de cadastro que deverá ser anexo a MC se encontra no *Anexo 5*.

Em bitolas única ou mistas, direção do desvio deve ser registrado segundo *Figuras 4 e 5*.

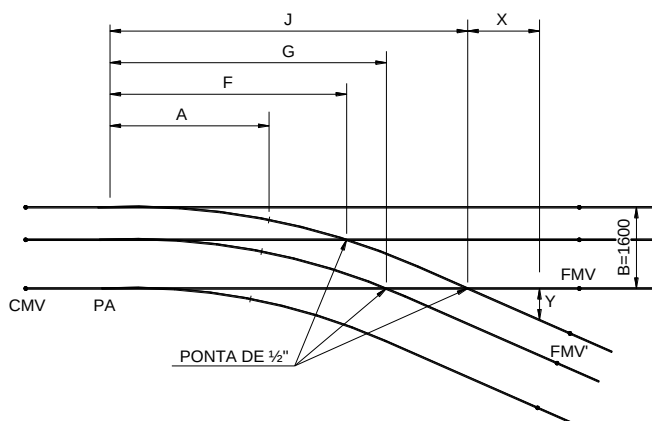


Figura 4 – AMVA tipo MDMR-1D

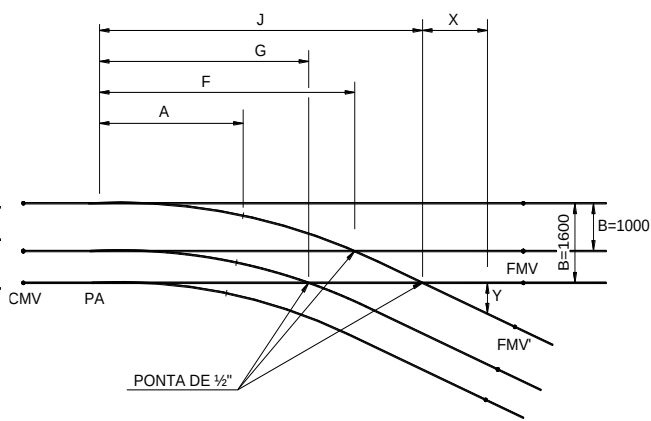


Figura 5 – AMVA tipo MDMR-1E

Objetivando a identificação de AMV's, devem ser medidos e anotados nas fichas do cadastro de AMV's tipo AREMA os seguintes dados básicos e comprimentos característicos:

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Perfil do trilho;
- Tipo dos dormentes: Concreto (C) ou Madeira (M);
- Derivação: à direita (D) ou à esquerda (E);
- Identificação da bitola

Exemplo::

MDMR-1D

MD – Bitola mista no desvio

MR – Bitola mista na reta

1D – Bitola métrica no lado direito

- Lado da máquina de chave: instalada no lado direito (D) ou no lado esquerdo (E) do AMV;
- Comprimento da agulha externa (A);
- Distância entre a ponta da agulha e a ponta de ½" do jacaré (F, G, J);
- Distância da ponta de ½" do jacaré em direção ao fim do AMV (adotar para a definição X = 1500mm);
- Distância perpendicular entre trilhos do jacaré (Y) para fins de determinação da tangente de abertura do AMV ($\tan \alpha = \frac{Y}{X}$).
- Através dos comprimentos e das distâncias, levantados em campo, serão definidas as características geométricas, abertura (Nº) dos AMV's.
- Os AMV's devem ser identificados conforme item 9.2 e numerados conforme item 6.3.3.3 da ET-Projeto Geométrico do Traçado da Via Permanente (CPTM-AK7803-1).

8.3.4.2. Ficha de Cadastro dos AMV's tipo UIC

Ficha de cadastro que deverá ser anexo a MC se encontra no *Anexo 6*.

Para identificação dos AMV's U devem ser medidos e anotados nas respectivas fichas de cadastro os seguintes dados básicos e comprimentos característicos (*ilustrado nas Figuras 6 e 7*):

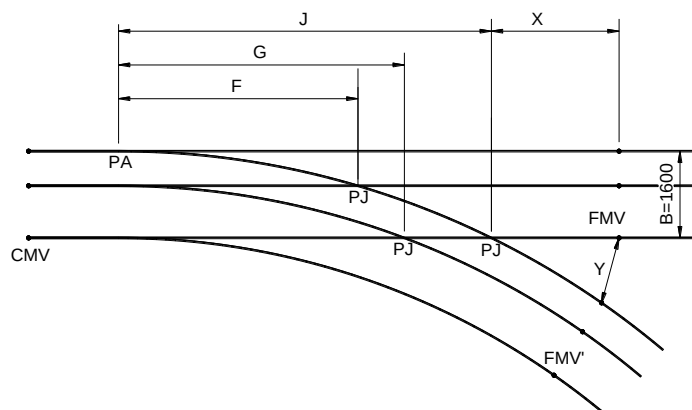
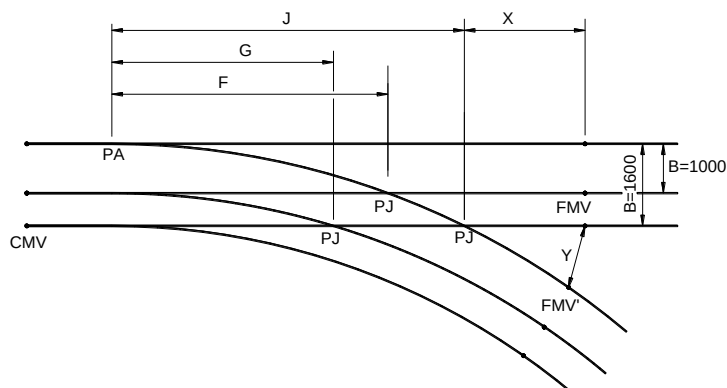
- Derivação: à direita (D) ou à esquerda (E);
- Identificação da bitola: ver exemplo do item 7.3.3.1
- Sistema de assentamento – lastro (L) ou fixação direta (D)
- Lado da máquina de chave: instalada no lado direito (D) ou no lado esquerdo (E) do AMV;
- Distância (F, G, J) entre a ponta da agulha (PA) e a ponta do jacaré (PJ);
- Distância (X) entre PJ e FMV;
- Distância (Y) entre trilhos no fim do jacaré (FMV-FMV') para fins de determinação do ângulo α

$$\left(\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{Y}{2 \cdot X} \right)$$

Por meio dos valores levantados em campo e cadastrados na respectiva ficha, serão determinadas as características geométricas, raio e abertura 1:X do AMV.

Os AMV's devem ser identificados conforme item 9.2 e numerados conforme item 6.3.3.3 da ET-Projeto Geométrico do Traçado da Via Permanente (CPTM - AK-7803-1).

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA


Figura 6 – AMVU tipo MDMR-1D

Figura 7 – AMVU tipo MDMR-1E

8.3.5. Seções Transversais

Deverão ser levantadas e apresentadas seções transversais nos locais onde está previsto alargamento da faixa da superestrutura ou obras de recuperação da infraestrutura, em cada situação geométrica da seção, quanto a super e infraestrutura, drenagem, obras de arte que interferem com a CPTM na sua infra, superestrutura, drenagem, passagem em nível, ou gabarito. A localização (km), e validação da seção deverá se indicado .

Em condições normais (quando uma especialidade não exigir) a cada 200 m deverá apresentar uma seção transversal.

As seções serão ortogonais a um dos eixos das vias principais (via de amarração) e referidas a quilometragem do mesmo.

Serão levantados planialtimetricamente os seguintes detalhes:

- Eixo(s) da(s) via(s), Distancia entre as mesmas, Perfil e tipo de trilho, Tipo do dormente e seu comprimento, Bitola da via, tipo de placa de apoio, fixação de trilho e placa de apoio, Nível do topo do boleto dos trilhos;
- Lastro com sua espessura sob o dormente, Crista do ombro do lastro e pé, no nível do terrapleno, protetor longitudinal de lastro;
- Talude ou terrapleno na crista e pé do nos dois lados, seus níveis e larguras, inclinação transversal superior, inferior; Banquetas, seus dimensões, Muro de arrimo ou de contenção, tipo, material, espessura, inclinação, nível da fundação, nível superior e inferior com o terrapleno;
- Drenagem: Canaletas, valetas, com localização, dimensões, nível e inclinação, Caixas de inspeção com dimensões, nível de entrada e saída dos tubos, e fundo, Travessia de drenagem, com os dados de entrada, saída, nível da água;
- Postes elétricos, porticos, tipo, localização, altura, Fio mensageiro (sustentação), fio trolley (contato de tração);
- Dutos e cabos paralelos e travessias, com localização e nível superior e inferior, diâmetro, material; Travessias subterrâneas;
- Marcos topográficos existentes e novos;
- Nível da água subterrânea, quando fica de 0,5 m do nível do topo da infraestrutura (crista do talude ou terrapleno);

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Bordas das plataformas das estações, distância entre eixo da via e borda da plataforma, nível da plataforma e dos dois trilhos próximos;
- Divisa da CPTM, locação e nivelamento, Vedação de faixa, tipo, base e altura;
- Todas as demais instalações e interferências;
- Casas, ruas, seus nomes, sistema viário que interfere de alguma forma com o projeto;
- Passagens, travessias rodoviárias, ou outros, com localização, nivelamento; distância entre TB e face inferior (ou superior) da obra de arte, medida obrigatória nos eixos de cada via;
- Demais interferências que eventualmente interferem com a estabilidade ou gabarito da via, no projeto do objeto.

8.4. Processamento de Dados

Para a execução de cálculos e elaboração de desenhos a boa ordenação dos elementos colhidos no campo é indispensável.

Os cálculos devem ser executados por computador e as saídas devem registrar os dados de entrada, resultados e outros elementos característicos.

Processados os cálculos, as coordenadas analíticas do sistema topográfico local devem ser registradas de forma concordante com as medidas observadas e compensadas.

Os resultados dos cálculos devem ser registrados com a precisão descrita no item 8.6.3. desta ET.

8.5. Elaboração de Desenhos

Os desenhos devem ter as seguintes características:

- Os elementos levantados em campo, devidamente calculados e compensados, devem ser lançados na escala predeterminada numa base quadriculada com quadrículas de 10cm de lado.
- Os pontos de apoio topográfico planialtimétrico (Poligonais e RN's) devem ser lançados por suas coordenadas no sistema topográfico local (STL), indicando a identificação, as coordenadas (N, E) e a altitude ortométrica (H) para cada ponto.
- O lançamento dos pontos de detalhes pode ser realizado por suas coordenadas (N, E, H) ou por meio de ângulos (azimutes) e distâncias a partir dos pontos de apoio (Coordenadas Polares).
- As curvas de nível devem ser lançadas a partir dos pontos definidos do relevo e das cotas dos pontos de detalhe, passando pelas interpolações controladas.
- As curvas-mestras, espaçadas de cinco em cinco curvas, devem ser reforçadas e cotadas. No caso de haver poucas curvas-mestras, as intermediárias, também, devem ser cotadas. A representação do relevo no desenho deve ser por curvas de nível complementadas com pontos cotados.
- Os desenhos planialtimétricos cadastrais devem ser apresentados em formato definido pela NBR 10.068 ou pela CPTM, adequados as suas finalidades, indicando nas bordas as coordenadas planoretangulares de identificação das linhas das quadrículas.
- Para a apresentação do cadastro nas plantas devem ser utilizadas as convenções do anexo B da NBR 13133.
- A toponímia, os números e outras referências devem ser desenhados de acordo com a NBR 6492.
- Devem ser, conforme as necessidades e como complemento informativo, desenhadas seções longitudinais e transversais, bem como detalhes de maior interesse em escalas adequadas ou determinadas pela AK7803-1 ET - Projeto Geométrico do Traçado da Via Permanente.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Todos os desenhos devem ser elaborados respeitando as determinações da AK7803-1 ET - Projeto Geométrico do Traçado da Via Permanente.

8.6. Inspeção e Verificação

As inspeções e/ou verificações serão realizadas para o levantamento topográfico e para a elaboração dos desenhos, e tem como objetivo de assegurar as determinações e recomendações da presente especificação técnicas e são relacionadas a seguir:

- Poligonais e RN's;

- Levantamento dos detalhes;

As verificações aleatórias no campo serão realizadas pela CPTM com instrumental e pessoal da contratada sem ônus para CPTM.

- Cálculos;

- Desenhos topográficos planialtimétricos cadastrais.

8.6.1. Poligonais e RN's

Devem ser inspecionados e/ou verificados os seguintes itens:

- Croquis de localização e amarração;

- Qualidade de materialização;

- Intervisibilidade.

8.6.2. Levantamento de Detalhes

No levantamento planialtimétrico devem ser inspecionados e/ou verificados os seguintes itens:

- Instrumentos e equipamentos;

- Croquis com a identificação dos pontos e sua legibilidade;

- Ângulos horizontais e zenitais e aplicação das correções de colimação e de PZ;

- Distâncias com a verificação das discrepâncias relativa às tolerâncias de controle.

- No caso de execução de nivelamento geométrico devem ser inspecionados e/ou verificados:

- Instrumentos e equipamentos;

- Fechamento entre RN's.

Para inspeção do levantamento de detalhes devem ser em princípio, aplicados os procedimentos desta ET, assim como, devem ser respeitados os limites de tolerâncias, estabelecidos no presente documento e na NBR 13133.

8.6.3. Memorial de Cálculos - MC

Nos Memoriais de Cálculos, de um modo geral, devem ser inspecionados e/ou verificados os seguintes itens:

- Transcrição dos elementos observados das cadernetas para os formulários;

- Apresentação das transformações das coordenadas segundo especificado no item 3.

- Registros impressos dos dados de entrada e de saída;

- Comparação dos resultados com os valores máximos aceitáveis prescritos como tolerâncias na NBR 13133.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

8.6.4. Desenhos - DE

Na elaboração dos desenhos devem ser inspecionados os seguintes itens:

- Formatação;
- Precisão do quadriculado;
- Qualidade do desenho (espessura dos traços, tipo e tamanho dos números e das letras, orientação dos nomes, etc.);
- Continuidade e qualidade do traçado dos detalhes e das curvas de nível, densidade dos pontos de detalhe locados;
- Orientação geográfica;
- Convenções topográficas adotadas;
- Esquema de articulação das folhas;
- Carimbo conforme ET;
- Dados marginais como legenda, notas e referências.

8.7. Aceitação ou Rejeição

Para fins de aceitação ou rejeição do levantamento topográfico e dos desenhos planialtimétricos devem ser ainda verificados os pontos aleatórios de detalhe.

Como regra básica, esta amostragem aleatória deve ser de acordo com a tabela 12 da NBR 13133.

As condições de aceitação ou rejeição dos serviços e produtos elaborados nas diversas fases do levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, devem ser estabelecidas em decorrência dos resultados das inspeções e verificações, levando-se em conta as tolerâncias apresentadas na tabela 6, classe IIPAC e as demais exigências de precisão da NBR 13133.

Para a aceitação de seções devem ser observadas as determinações e os desenhos típicos da AK-7803-1 ET- Projeto Geométrico do Traçado da Via Permanente.

9. PROJETO TOPOGRÁFICO

Todos os pontos devem ser definidos planialtimetricamente, como caracterizado no item 3 desta ET. Deverá ser elaborado obedecendo os especificados do presente ET, e da AK7803-1.

9.1 Levantamento planialtimétrico cadastral

Os pontos notáveis da via, localização das edificações, instalações e obras civis, topografia do terreno, e outros pontos especificados, obedecendo o item 8 desta ET.

9.2 O projeto do traçado da via permanente

Deve ser apresentado para a sua implantação, correção e manutenção, conforme especificado na AS6843-1 ET - Marcos de amarração dos pontos notáveis. As etapas principais são:

- Projetos dos pontos notáveis, com os dados planialtimétricos;
- Projetos para materialização dos pontos no campo;
- Projeto dos marcos de amarração dos pontos notáveis da via, assentada em lastro, segundo AS6843-1;
- Projeto dos marcos de amarração dos pontos notáveis da via, assentada em fixação direta;
- Projeto dos marcos de amarração dos pontos notáveis das obras de arte e estação. Nas estações deverá ser definida a distância entre eixo da via e borda da plataforma, nível da plataforma, km início e fim da plataforma, e seus pontos notáveis, distância entre vias, e outros pontos principais do corpo da estação.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

9.3 Projetos para implantação da via permanente e obras de arte

9.3.1 Via Principal em Fixação Direta

9.3.1.1 Marcos Topográficos de Locação (MTL) e Referencia de Nível (RN)

Deverá ser apresentado o projeto a ser locado na infraestrutura da via permanente uma poligonal, com lados de aproximadamente 60,00 m nas retas e 50,00 m nas curvas através de Marcos Topográficos de Locação (MTL) e de aproximadamente 60,00 m, uma rede de Referência de Nível (RN). A partir das MTL's serão locados os MT's do projeto do eixo da via e as RN's, nivela-se as MTL's e MT's.

Nas vias em túnel os MTL's e RN's, deverão ser previstos no invert do túnel e nas vias em elevado nos topos dos pilares. No caso de superestrutura em via dupla a locação dos MTL's e RN's deverão ser projetados na entre via.

No caso de superestrutura em via dupla os MTL's e RN's deverão ser projetados na entre via.

No caso de vias em túneis singelos sem massa mola os MTL's deverão ser projetados próximo ao eixo da via e as RN's na lateral do túnel, no lado oposto à passagem de serviço.

No caso de vias em túneis singelos com massa mola, os MTL's e RN's deverão ser locados na lateral do túnel, no lado oposto à passagem de serviço.

Identificação das MTL's e RN's:

A identificação das MTL's e RN's, deverá ser feita de uma forma alfanumérica, e deverá ser constituída pela sigla da Estação mais próxima, composta de três letras seguidas de sequencial numérico composto por dois dígitos. A sigla de cada Estação e o início da numeração deverá começar no meio do trecho entre duas Estações. As siglas das Estações serão fornecidas pela CPTM.

9.3.1.2 Marcos Topográficos (MT's)

Os MT's servem para materializar o eixo da via, que são utilizados na implantação e manutenção da superestrutura da via permanente.

A partir dos MTL's deverão ser densificados novos pontos denominados de Marcos Topográficos (MT's), definido no documento BC3347-7 IT *Implantação e manutenção geométrica da superestrutura da via permanente em sistema de fixação direta*:

- Via corrida: é múltiplo do espaçamento entre placas de apoio dos trilhos, ou seja, depende da carga / eixo, velocidade máxima, perfil de trilho, elasticidade da placa de apoio, peso da superestrutura e método construtivo. Os MT's devem ser localizados no centro entre as placas de apoio.
- AMV's e transições: condições semelhantes à via corrida na via principal, e no desvio a partir de abertura de $y=10$ mm, no CMV, FMV/FMV', e trechos anterior e posterior do AMV, cuja extensão depende da elasticidade da placa de apoio do AMV e da via corrida, até o início de trecho da superestrutura padrão da via corrida.
- Deverão ser locados ainda os pontos notáveis do projeto de traçado da via.

Cada ponto notável e MT deverá ser caracterizado por:

- Seu número ou nome (ponto notável) correspondente;
- Suas coordenadas nos sistemas Sirgas2000 e STL;
- Sua quilometragem;

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- Distância entre pontos notáveis e entre MTs;
- Cota do topo do boleto;
- Superelevação e
- Flecha.

Identificação dos MTs:

O primeiro número representa o Nº da linha, e seguidos por quatro dígitos, de modo que a Via 1 é ímpar e Via 2 é par, começando na origem da Linha.

Deverá ser identificado conforme o desenvolvimento do projeto, seguindo a sequência numérica dos MTs e deverá dar continuidade à numeração existente. Na mesma Linha não poderá existir número repetido.

9.3.2 Via em Lastro – Pátio

Deverá ser projetado um poligonal através dos MTL's, com lados máximos de 70,00m nas retas e 50m nas curvas, acompanhando o traçado geométrico da via. Para as RN's serão utilizados os mesmos marcos dos MTL's.

O projeto dos MT's deverá ser executado nos pontos notáveis da via e densificados na via corrida com espaçamento de aproximadamente 35 m em retas e 20 m em curva circular, transição e de superelevação.

Identificação das MTL's, RN's e MT's:

- Pátio e estacionamentos: A identificação das MTL's e RN's, deverá ser feita de uma forma alfanumérica e deverá ser constituída pela sigla do Pátio, composta de três letras seguidas de sequencial numérico composto por dois dígitos.
- Vias em lastro: Identificação dos MTs e RN's deverá ser executado conforme o desenvolvimento do projeto, iniciando com o número da via, seguindo a sequência numérica iniciada em 001.
- AMV's: estão previstos nos seus pontos notáveis.

10 EXECUÇÃO DA OBRA**10.1 Locação topográfica da obra**

O procedimento de execução da locação topográfica, acompanhamento dimensional e suas inspeções e tolerâncias deverão obedecer a norma ABNT NBR 15309, e a presente Especificação técnica.

Os projetos devem ser implantados e localizados segundo o projeto dos pontos notáveis, baseados nos pontos topográficos do campo.

10.2 Locação da via definição do “Trilho de referência”

A instalação da via e facilidade de sua posterior verificação e manutenção deverão seguir as seguintes definições e métodos:

O projeto de locação, alinhamento e nivelamento da via é implantado durante a instalação da via, no trilho designado como “trilho de referência”. Esta definição poderá garantir que o projeto seja implantado na via com exatidão e facilidade. Deste modo a posição horizontal e vertical do “trilho de referência” será definido em relação ao respectivo MT ou Ponto Notável, e o outro trilho será posicionado em relação a este trilho através da bitola, nível e superelevação.

Trilho de referência:

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

- em reta: é o trilho A da Via 1 e o trilho C da via 2, como está apresentado para todas as linhas no **Anexo 7**. No caso de mais de duas vias na mesma linha, o trilho de referência é o trilho da mesma direção que da via 1. As letras de identificação dos trilhos crescem acompanhando a numeração das vias. Ex: Via 3: trilhos E e F; Via 4: trilhos G e H;
- em curva circular e curva de transição: é o trilho interno do raio ou do trilho sem superelevação;
- região de plataformas das estações, do início até o final, o trilho de referência deve ser o trilho próximo da plataforma.

A geometria da via instalada deverá obedecer ao projeto, com suas tolerâncias especificadas.

10.3 Locação e execução geométrica da superestrutura da via permanente em via assentada em fixação direta

O poligonal para MTL deverá ser implantada na infraestrutura da via permanente em Classe II P, conforme classificações e precisões estabelecidas na NBR 13133, e especificado do item 9.3.1.1. A precisão de implantação dos RN's deverá ser de $\pm 8 \text{ mm } \sqrt{k}$ (k = número de quilômetros do circuito). O projeto, a locação, implantação e manutenção da via deverá ser feito segundo BC3347-7 IT Implantação e manutenção geométrica da superestrutura da via permanente em sistema de fixação direta.

10.3.1 Localização dos MTL's e RN's

O Projeto dos MTL's e RN's devem ser revisados e apresentados, em função do levantamento planialtimétrico cadastral, dos pontos implantados.

10.3.2 Identificação das MTL's e RN's

Os marcos implantados de MTL e RN's devem ser identificados segundo o projeto.

10.3.3 Locação, Verificações e Liberações dos MT's

A locação dos MT's depende do método de execução da superestrutura da via. Em função disto, poderá ser necessário a implantação provisória dos MT's.

- Locação provisória:
 - do eixo da via para instalação das armaduras para concretagem das lajes;
 - imediatamente antes da concretagem das vigas/ laje de concreto.
- Locação definitiva:
 - do eixo da via para instalação da superestrutura da via permanente.
 - antes do concretagem, ou posicionamento, fixação e nivelamento dos trilhos, deverá ser executado pela topografia um levantamento para liberação da instalação da via.

Durante as diversas fases da montagem da via permanente deverão ser executadas verificações e liberações do alinhamento, posicionamentos lateral e longitudinal e altimetria.

10.4 Locação e execução geométrica da superestrutura da via permanente em via assentada em lastro

As poligonais projetadas no item 9.3.2 devem ser implantadas com precisão classe II P, conforme classificação e precisões estabelecidas na NBR 13133. Para as RN's serão utilizados os mesmos marcos das MTL's e RN's. A identificação seguirá o item 9.3.2.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

A caracterização e implantação deverá ser feita segundo especificações AS6843-1, verificações e liberações deverão ser executadas conforme descrito em fixação direta.

10.5 Tipos de Marcos

10.5.1 Fixação Direta

- Marco Topográfico de Locação (MTL)
Deverão ser utilizados pinos de aço (Walsywa ou similar) cravados em 60 mm de profundidade, 5 mm de diâmetro no corpo e 8 mm de diâmetro na cabeça.
- Marco de Referência de Nível (RN)
Deverão ser utilizados pinos de latão com a parte superior em forma de calota com 60 mm de engastamento, 10 mm de saliência e 13 mm de diâmetro. Para sua instalação deverá ser feito um furo e posteriormente colado com epóxi. Estes marcos deverão ser protegidos por um anel de concreto com 15 cm de diâmetro, 7 cm de altura e pintados com tinta refletora amarela.
- Marcos topográficos do eixo da via (MT)
Deverão ser utilizadas chapas metálicas (latão) quadradas medindo 4 cm de lado e 2 mm de espessura fixadas por epóxi no eixo da via, faceando o concreto, de modo que não fique saliente a superfície do concreto. O ponto exato deverá ser puncionado.

Os marcos MTL's, RN's e MTs, deverão ser identificados definitivamente, com suas respectivas siglas e números, em letras padrão com 5 cm de altura com tinta refletora, nas bordas das passagens de serviço em frente aos mesmos. Durante a execução da obra estes marcos deverão ser marcados nas paredes laterais com tinta lavável.

10.5.2 Vias em lastro e Pátio

- Marco Topográfico de Locação (MTL) e Referência de Nível (RN)
É constituído em perfil metálico I ou U de material de aço liga contra oxidação, com dimensões adequadas para ser engastado no terrapleno. O marco deverá ter engastamento de 2 m no terrapleno e acima deste deverá ser encamisado com tubo de PVC pintado com tinta refletora em cor amarela e preenchido com concreto. O topo do marco deverá estar 10 cm acima do nível do lastro, para sua fácil visualização. Quando do preenchimento do vazio com concreto, deverá ser engastado um pino de latão conforme item 7.2.1.2 no seu topo, saliente em 10 mm.
- Marco Topográfico do Eixo da Via (MT)
Os marcos deverão ser materializados segundo AS6843-1, Marcos de amarração dos pontos notáveis.

10.6 Equipamentos Utilizados

Marco Topográfico de Locação (MTL) e Referência de Nível (RN): Conforme especificados no item 6 desta ET.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

Na locação dos MTs deverão ser utilizados teodolitos Classe 2 conforme NBR 13133 e trena de aço milimétrica. Nas verificações e liberações verticais deverão ser utilizados níveis Classe 2 conforme NBR 13133.

O medidor eletrônico e trenas deverão possuir relatórios de aferição e os teodolitos e os níveis relatórios de classificação, ambos emitidos pelo representante autorizado, obedecendo os parâmetros da norma NBR 13133 ABNT.

10.7 Recebimento da Via

Para recebimento final da via permanente, deverá ser executado um “As Built”, para verificação da instalação da via, **confirmando o projeto geométrico conforme as tolerâncias de instalação especificadas**. No “As Built”, deverão ser incluídos os levantamentos nos MTLs, RN’s e MT’s.

Resultado do recebimento deverá ser apresentado em Relatório Técnico de Implantação da locação topográfica.

O RT deverá ter objetivo:

- Projeto e implantação das poligonais;
- Levantamento altimétrico cadastral e
- Implantação e manutenção da via.

O RT deverá conter:

- Atendimento desta ET e item correspondente;
- N° do ponto da rede básica de referência;
- N° do ponto da rede de apoio geodésico;
- N° de apoio topográfico e
- N° de MTL e MT.

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

ANEXOS

ANEXO 1 – Marcos geodésicos no Estado de São Paulo

Marcos geodésicos no Estado de São Paulo							
RBMC - Rede Brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS - IBGE Relatório de informação de Estação de GPS							
Cidade	UF	Sigla	Código SAT	Latitude aprox.	Longitude aprox.	Endereço eletrônico (*)	Situação
Araçatuba	SP	SPAR	99540	-21° 11'	-50° 26'	SPAR.pdf	ok
Botucatu	SP	SPBO	99537	-22° 51'	-48° 26'	SPBO.pdf	ok
Cachoeira Paulista	SP	CHPI	93920	-22° 41'	-44° 59'	CHPI.pdf	ok
Campinas - UNICAMP	SP	SPC1	96181	-22° 49'	-47° 04'	SPC1.pdf	ok
Cananéia	SP	NEIA	91716	-25° 1'	-47° 55'	NEIA.pdf	ok
Dracena	SP	SPDR	99586	-21° 27'	-51° 33'	SPDR.pdf	ok
Fernandópolis	SP	SPFE	99596	-20° 16'	-50° 14'	SPFE.pdf	ok
Franca	SP	SPFR	99538	-20° 31'	-47° 23'	SPFR.pdf	ok
Ilha Solteira	SP	ILHA	96037	-20° 26'	-51° 21'	ILHA.pdf	ok
Jaboticabal	SP	SPJA	99539	-21° 14'	-48° 17'	SPJA.pdf	ok
Lins - UNILINS	SP	SPLI	99587	-21° 40'	-49° 44'	SPLI.pdf	ok
Ourinhos	SP	OURI	96039	-22° 57'	-49° 54'	OURI.pdf	ok
Piracicaba	SP	SPPI	99588	-22° 42'	-47° 37'	SPPI.pdf	ok
Pres. Prudente	SP	PPTE	93900	-22° 7'	-51° 25'	PPTE.pdf	ok
Rosana	SP	ROSA	96041	-22° 31'	-52° 57'	ROSA.pdf	ok
São Carlos	SP	EESC	99560	-22° 0'	-47° 54'	EESC.pdf	ok
São José do Rio Preto	SP	SJRP	96042	-20° 47'	-49° 22'	SJRP.pdf	ok
São José dos Campos	SP	SJSP	91537	-23° 12'	-45° 52'	SJSP.pdf	ok
São Paulo	SP	POLI	93800	-23° 33'	-46° 44'	POLI.pdf	ok
Tupã	SP	SPTU	99590	-21° 56'	-50° 30'	SPTU.pdf	ok
Ubatuba (Marégrafo)	SP	UBA1	99550	-23° 30'	-45° 7'	UBA1.pdf	ok
Campinas	SP	SPCA	99520	-22° 48'	-47° 3'	SPCA.pdf	desativado
Presidente Prudente	SP	UEPP	91559	-22° 7'	-51° 24'	UEPP.pdf	desativado
Sorocaba	SP	SPSO	99589	-23° 29'	-47° 25'	SPSO.pdf	desativado
Ubatuba	SP	UBAT	91902	-23° 30'	-45° 7'	UBAT.pdf	desativado

(*) ftp://geoftp.ibge.gov.br/RBMC/relatorio/Descritivo_

ANEXO 2 - Marco geodésico do ponto 93800 denominado POLI em SIRGAS 2000

7122	Esta folha é propriedade da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros sem autorização expressa. A liberação ou aprovação deste Documento não exime o projetista de sua responsabilidade sobre o mesmo	PÁG. 33/44
------	--	---------------

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
POLI - São Paulo

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 01/01/2007
Atualização: 04/02/2015 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
Ident. da Estação: POLI
Inscrição no Monumento: Não há inscrição
Código Internacional: [93800](#)
Informações Adicionais: -

2. Informação sobre a localização

Cidade: São Paulo
Estado: São Paulo
Informações Adicionais: Torre metálica medindo aproximadamente 14,0 m de altura, tendo em seu topo pino de centragem forçada. Ao lado do Prédio da AEP (Associação dos Engenheiros Politécnicos) e do Prédio Administrativo da Escola Politécnica da USP, denominado "Governador Mário Covas". Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2, Cidade Universitária - São Paulo - SP.

3. Coordenadas oficiais**3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)**

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 23° 33' 20,3323"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 46° 43' 49,1232"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	730,622 m	Sigma:	0,004 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	4.010.099,505 m	Sigma:	0,003 m
Y:	-4.259.927,303 m	Sigma:	0,003 m
Z:	-2.533.538,800 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.393.902,042 m		
UTM (E):	323.390,708 m		
MC:	-45		

ANEXO 3 – Monografia do Ponto 91607 Pilar 1 da USP em sistema SIRGAS 2000

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91607	Nome da Estação :	91607	Tipo :	Estação GPS
Município :	SÃO PAULO			UF :	SP
Última Visita:	27/11/1996	Situação Marco Principal :	Bom		
Conexões :	RN : 3007T				

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	23 ° 33 ' 03,0482 " S	Altitude Ortométrica(m)	721,1014	Gravidade(mGal)	
Longitude	46 ° 43 ' 53,6793 " W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Datum	
Altitude Geométrica(m)	718,140	Sigma Altitude(m)	0,06	Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum	Imbituba	Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição	27/11/1996		
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	15/06/2011		
Data Medição	15/03/1994				
Data Cálculo	23/11/2004				
Sigma Latitude(m)	0,003				
Sigma Longitude(m)	0,004				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,017				
UTM(N)	7.394.432,170				
UTM(E)	323.255,082				
MC	-45				

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/relatorioajustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rej_sirgas2000.pdf
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtml
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015.

Localização

No campus da USP, Cidade Universitária, cerca de 10 m do espelho d'água, na margem sul da raia de remo, a aproximadamente 90 m da extremidade oeste da raia.

Descrição

Pilar cilíndrico de concreto, fundido em uma base estável, do mesmo material; possui 0,30 m de diâmetro e altura 1,12 m. Possui um dispositivo de centragem forçada, padrão USP e tem o algarismo 1 pintado em seu corpo.

Itinerário

Entrar na Cidade Universitária, pelo portão de nº 2 e seguir pela Av. Prof. Mello Moraes; com cerca de 1,2 km, entrar à esquerda, atravessar a Av. e adentrar a área da raia de remo, por um portão de ferro situado a uns 20 m do prédio destinado a guarda das embarcações; desse portão, seguir à esquerda, margeando o lado sul da raia; com cerca de 1,1 km, local da estação.

Observação

A orientação da antena, deve ser feita com a bússola afastada do pilar.

Foto(s)



<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=91607>

ANEXO 4

7122	Esta folha é propriedade da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros sem autorização expressa. A liberação ou aprovação deste Documento não exime o projetista de sua responsabilidade sobre o mesmo	PÁG. 35/44
------	--	---------------

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo - Figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5

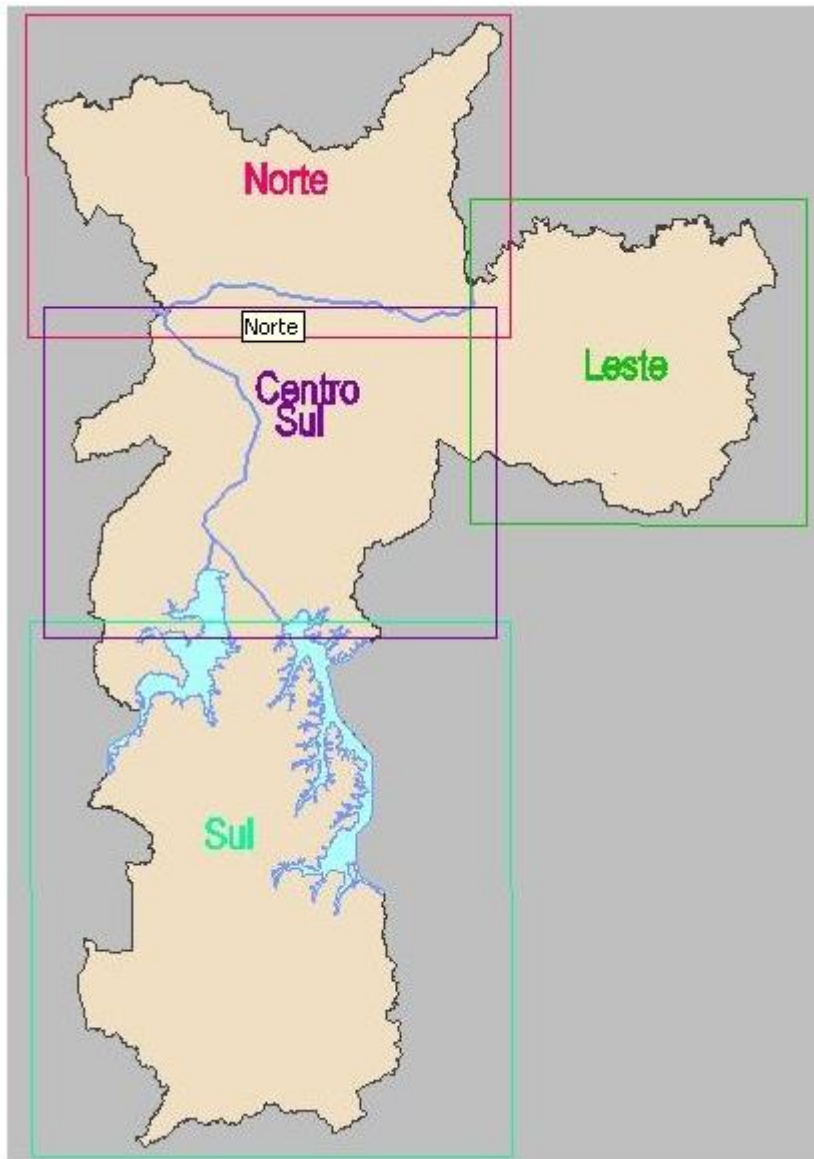


Figura 4.1 - Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo

 CPTM	ÁREA	Nº CONTROLE	REVISÃO	VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
	GPP	AK7802-3	F	Ilona 23.08.2017	O.F.B. 23.08.2017
	PROJETISTA			VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA			VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA	



Figura 4.2 – Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo – Zona Norte

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

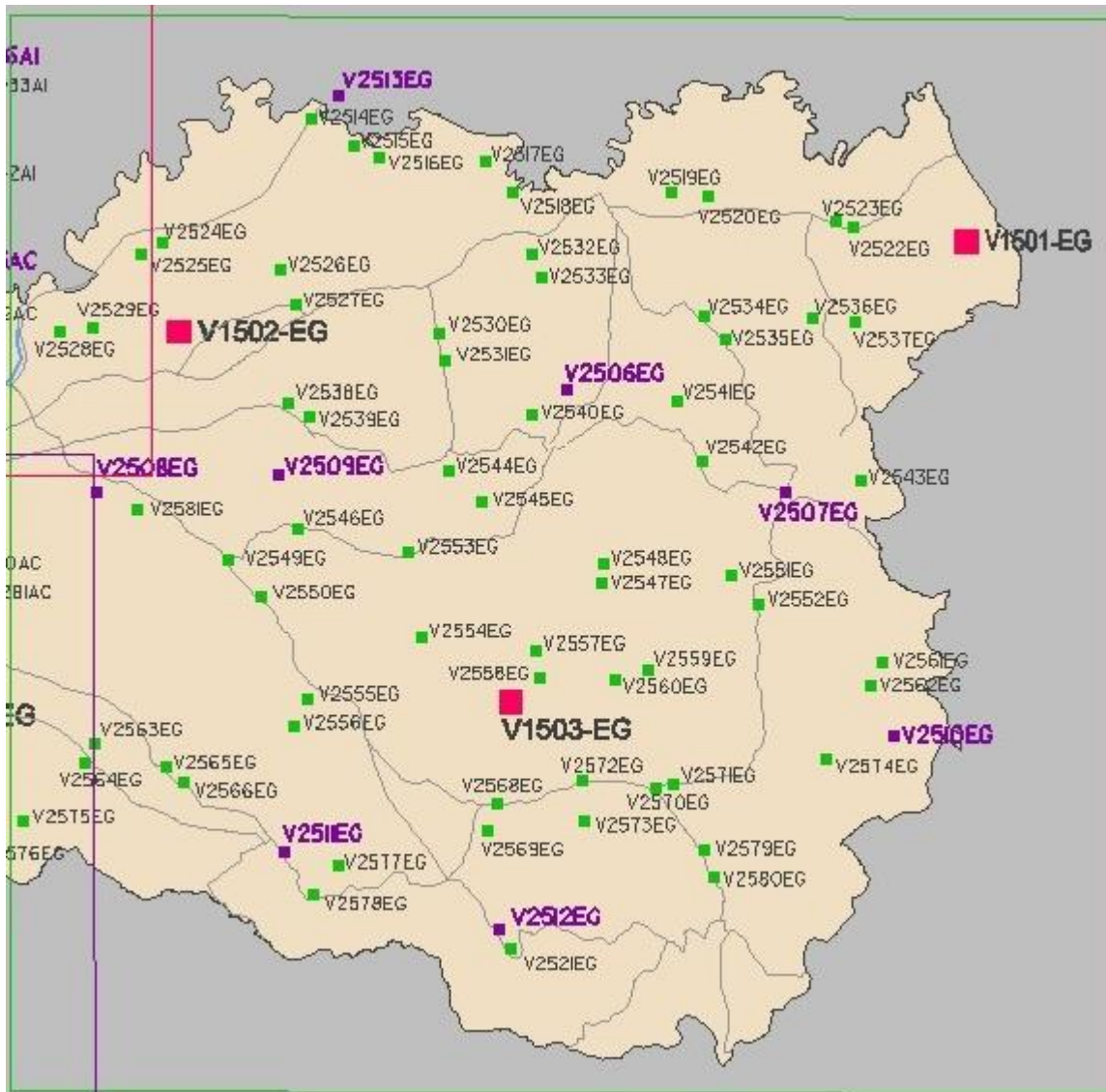


Figura 4.3 – Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo – Zona Leste

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
	PROJETISTA			VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
	SUPERVISORA			VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

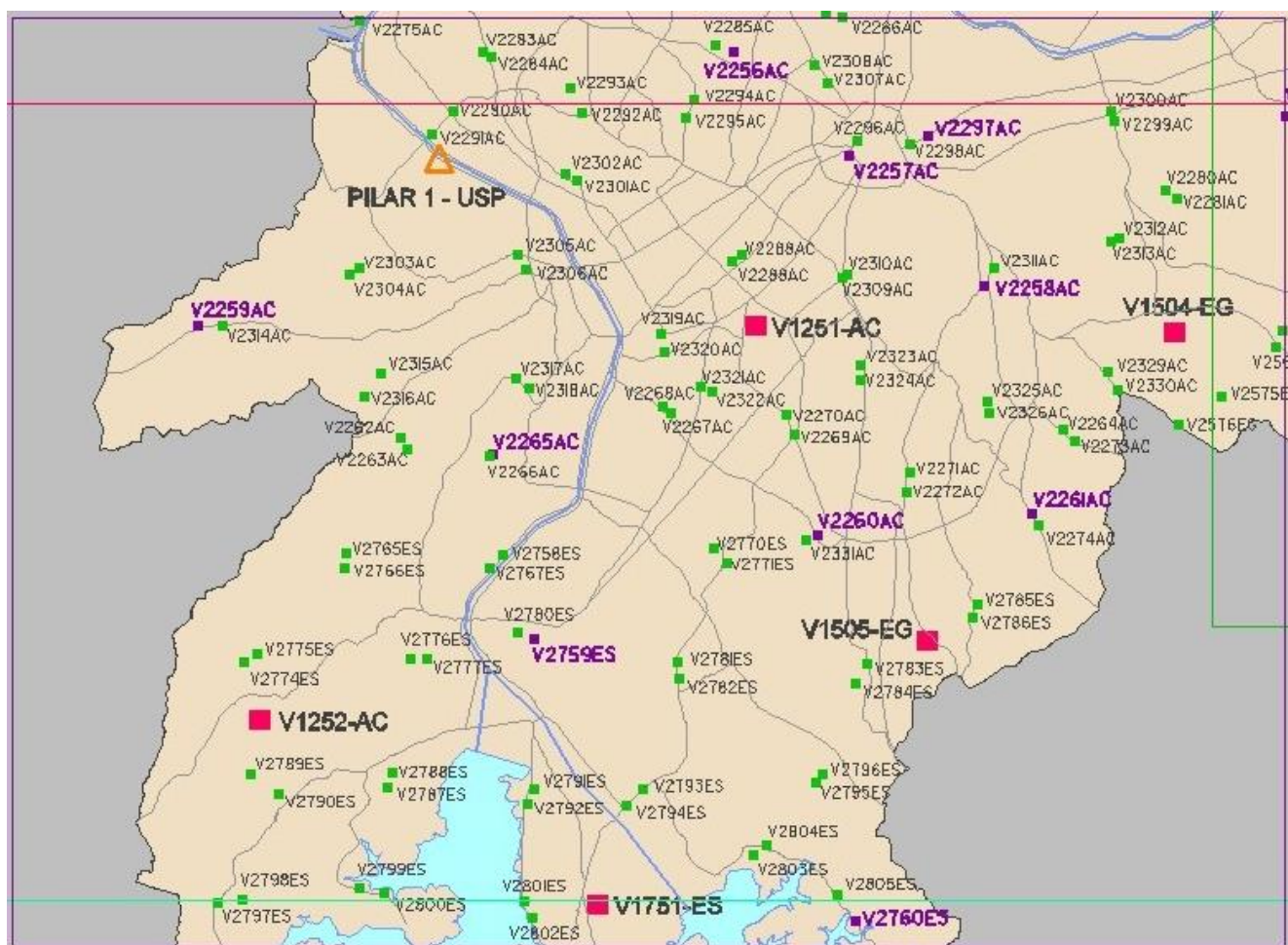


Figura 4.4 – Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo – Zona Centro Sul

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA



Figura 4.5 – Rede Básica de Referência Geodésica do Município de São Paulo – Zona Sul

 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA

Anexo 5 – Cadastro de AMVA

Cadastro de AMVA	Data:	Folha:
-------------------------	--------------	---------------

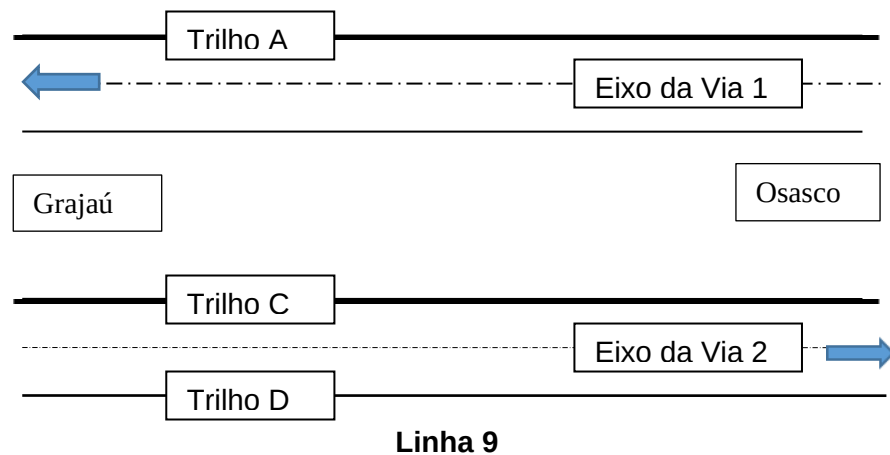
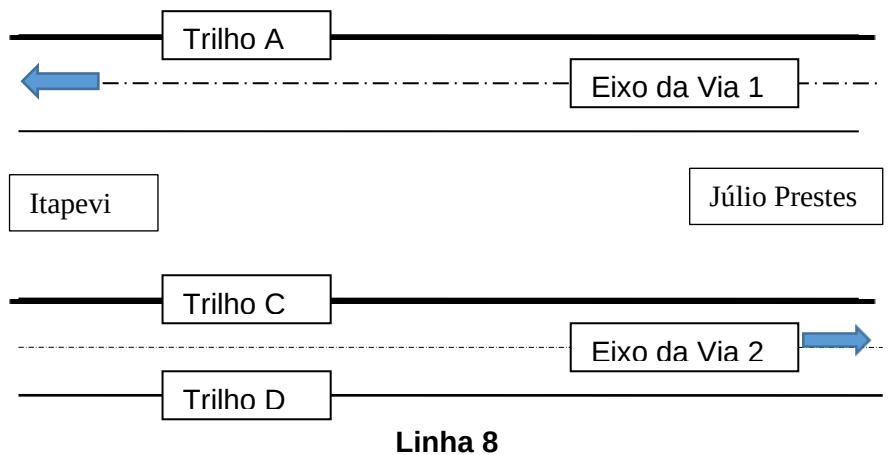
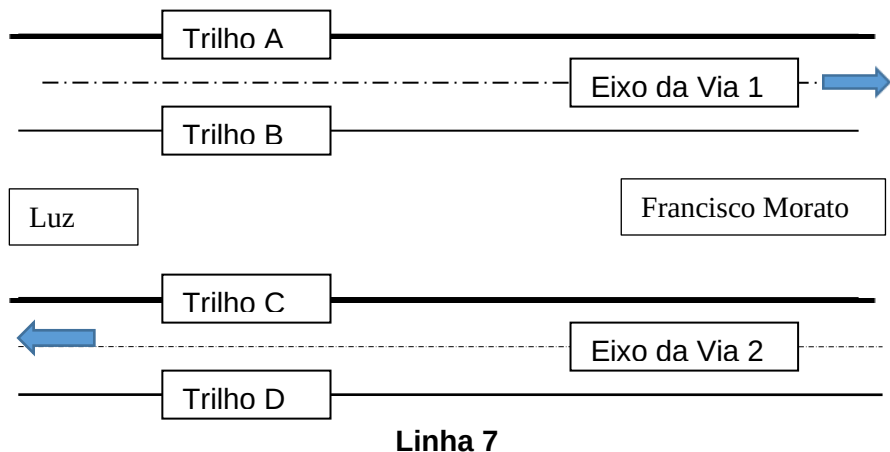
Linha:	Estação:	Via:		
Dados Básicos		Comprimentos (mm)		
Perfil do Trilho	TR	Agulha	A	
Dormentes		PA – Ponta de ½” do Jacaré	F	
Derivação		PA – Ponta de ½” do Jacaré	G	
Identificação da Bitola		PA – Ponta de ½” do Jacaré	J	
Lado da Máquina de Chave		Ponta de ½” do Jacaré + 1,5m	X	
		Abertura	Y	
Identificação: AMVA		Número:		

Anexo 6 – Cadastro de AMVU

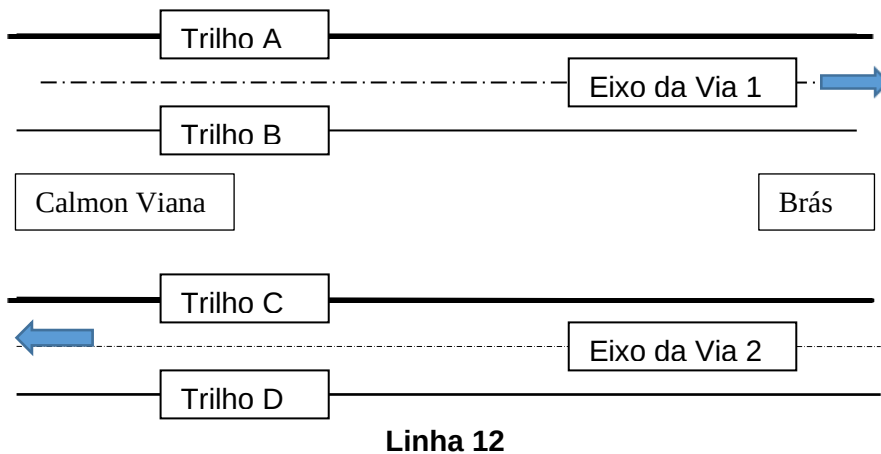
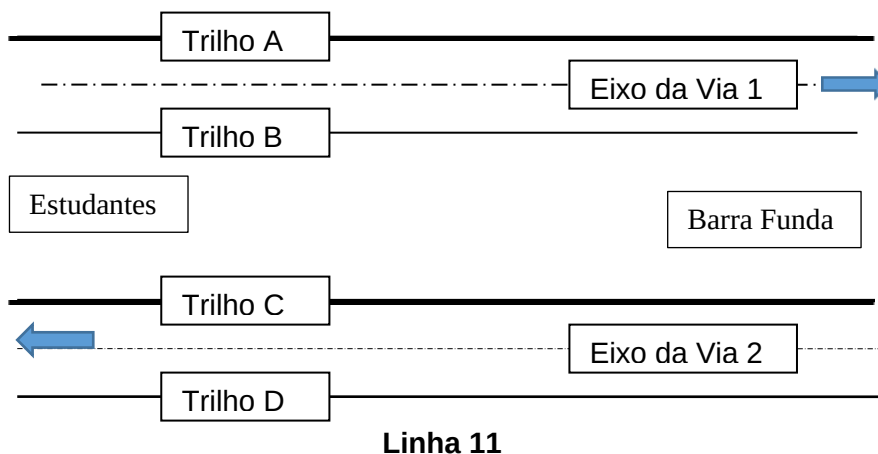
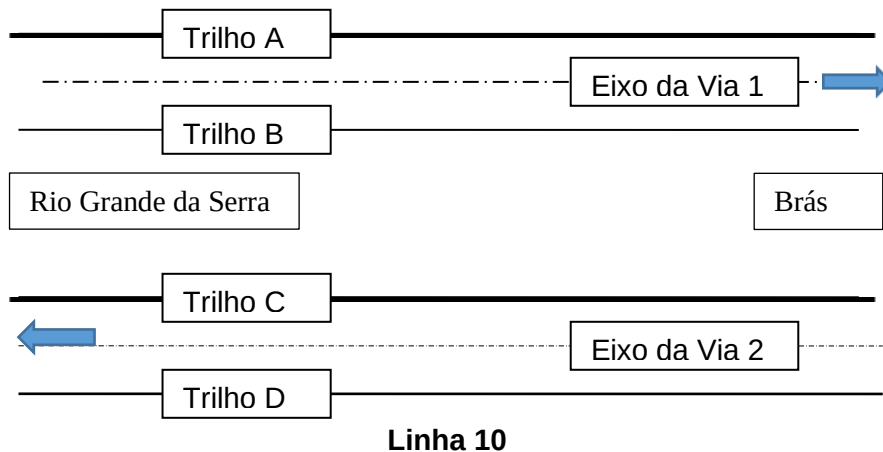
Cadastro de AMVU	Data:	Folha:
-------------------------	--------------	---------------

Linha:	Estação:	Via:		
Dados Básicos		Comprimentos (mm)		
Sistema de Assentamento		PA – PJ	F	
Derivação		PA – PJ	G	
Identificação da Bitola		PA – PJ	J	
Lado da Máquina de Chave (agulha)		PJ – FMV	X	
Lado da Máquina de Chave (jacaré)		Abertura	Y	
Identificação: AMV 60-E1		Número:		

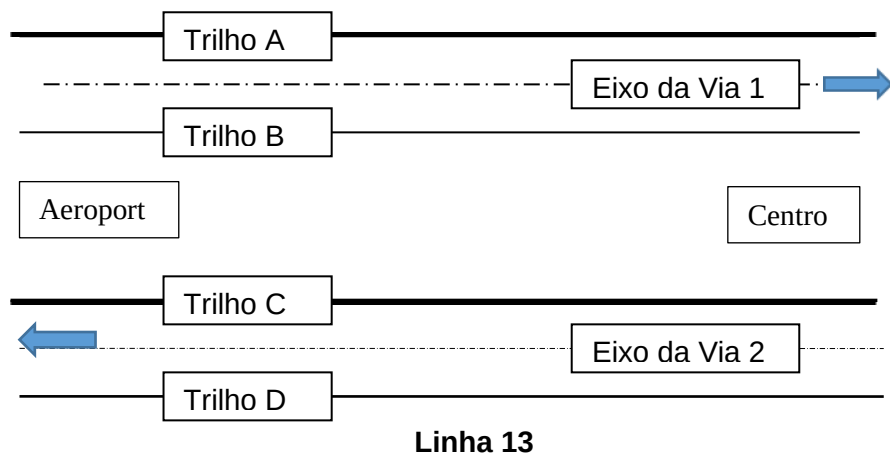
 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA



 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA



 CPTM	ÁREA GPP	Nº CONTROLE AK7802-3	REVISÃO F	VERIFICAÇÃO/DATA Ilona 23.08.2017	APROVAÇÃO/DATA O.F.B. 23.08.2017
PROJETISTA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA
SUPERVISORA				VERIFICAÇÃO/DATA	APROVAÇÃO/DATA


Anexo 7 - Trilho de referencia das Linhas L7, L8, L9, L10, L11, L12 e L13