



Manual de Obras da Saneago

Informação adicional

Sumário

Instruções gerais do manual.....	13
1 Introdução e disposições gerais.....	14
1.1 Objetivo e âmbito de aplicação.....	14
1.2 Convenções, abreviaturas e metrologia.....	14
1.2.1 Convenções.....	15
1.2.2 Abreviaturas.....	16
1.2.3 Metrologia.....	17
1.3 Da gestão da obra.....	19
1.3.1 Documentos da obra.....	19
1.3.2 Caderno de especificações da obra.....	20
1.3.3 Contradições, omissões e erros.....	20
1.3.4 Serviços não especificados.....	20
1.3.5 Plano de trabalho.....	21
1.3.6 Ordem de iniciação dos trabalhos.....	21
1.3.7 Objetos encontrados.....	21
1.3.8 Critérios de medição, regulamentação de preços e serviços.....	21
1.3.9 Modificações de componentes da obra.....	22
1.3.10 Segurança e higiene nas obras.....	23
1.3.11 Vigilância.....	27
1.3.12 Licenças, seguros, taxas e tarifas.....	27
1.3.13 Recebimento das obras.....	27
1.4 Da fiscalização da obra.....	33
1.4.1 A fiscalização e suas funções.....	33
1.4.2 Direitos e autoridades da fiscalização.....	35
1.5 A contratada.....	35
1.5.1 Obrigações e responsabilidades da contratada.....	35
1.5.2 Pessoal da contratada.....	36
1.5.3 Danos, prejuízos e responsabilidades.....	36
1.5.4 Ensaios.....	37
2 Serviços preliminares.....	38
2.1 Limpeza do terreno.....	38
2.1.1 Desmatamento e Destocamento.....	38
2.1.2 Capina e Roçagem.....	38
2.2 Caminhos de serviços.....	38
2.3 Demolições e reposições.....	38
2.4 Tapume de proteção e cercas.....	39
2.5 Sinalização.....	40

2.5.1	Considerações Gerais.....	40
2.5.2	Dispositivos de Sinalização Diurna.....	41
2.5.3	Dispositivos de Sinalização Noturna.....	42
2.6	Passadiço e travessia.....	43
2.7	Construção e conservação de desvios.....	43
2.8	Canteiro de obras.....	43
2.8.1	Instalações provisórias no canteiro.....	44
2.9	Placas.....	45
2.9.1	Identificação da obra.....	45
2.9.2	Placas da Saneago.....	45
2.10	Desmontagem do canteiro e limpeza final.....	45
2.10.1	Desmontagem e remoção do canteiro.....	45
2.10.2	Limpeza final.....	45
3	OBRAS CIVIS.....	47
3.1	Preparo do terreno.....	47
3.2	Locação das obras.....	47
3.3	Escavações.....	48
3.3.1	Cavas para fundações.....	48
3.3.2	Escavações taludadas.....	49
3.3.3	Escavações protegidas.....	49
3.4	Cortinas.....	49
3.5	Muros de arrimo.....	49
3.6	Escoras e ancoragens.....	49
3.7	Fundações.....	49
3.7.1	Fundações superficiais ou diretas.....	49
3.7.2	Fundações superficiais ou indiretas.....	51
3.8	Fechamentos.....	56
3.8.1	Alvenarias.....	56
3.8.2	Coberturas.....	57
3.8.3	Esquadrias de madeira.....	58
3.8.4	Esquadrias metálicas.....	59
3.8.5	Esquadrias de alumínio.....	60
3.8.6	Vidros.....	60
3.9	Revestimento e tratamento de superfície.....	61
3.9.1	Chapisco.....	61
3.9.2	Emboço.....	61
3.9.3	Reboco.....	62
3.9.4	Cerâmicas e azulejos.....	62
3.9.5	Lajota cerâmica semifosca (litocerâmica).....	68
3.10	Revestimento de pisos.....	68
3.10.1	Contrapisos.....	68

3.10.2	Piso cimentado liso.....	68
3.10.3	Piso cerâmico.....	69
3.10.4	Piso vinílico e em placas de borracha.....	69
3.10.5	Piso de Granilite.....	69
3.10.6	Piso monolítico de alta resistência.....	70
3.11	Impermeabilização e proteção térmica.....	70
3.11.1	Impermeabilização rígida com argamassa.....	71
3.11.2	Impermeabilização betuminosa.....	71
3.11.3	Impermeabilização com manta butílica.....	71
3.11.4	Impermeabilização com feltro asfáltico.....	73
3.11.5	Impermeabilização com manta impregnada de asfalto.....	74
3.11.6	Impermeabilização composta por pasta de cimento e polímeros.....	75
3.11.7	Impermeabilização com membrana.....	75
3.11.8	Proteção mecânica.....	76
3.11.9	Proteção térmica em lajes planas de cobertura.....	76
3.12	Pinturas.....	76
3.12.1	Pintura a cal.....	77
3.12.2	Pintura látex a base de PVA ou Acrílica.....	77
3.12.3	Pintura a óleo e esmalte.....	77
3.12.4	Pintura a verniz.....	77
3.12.5	Pintura grafite.....	78
3.12.6	Pintura a base de silicone.....	78
3.12.7	Pintura alumínio.....	78
3.12.8	Pintura antiferruginosa ou primer.....	78
3.13	Urbanização.....	79
3.13.1	Pavimentação em paralelepípedo ou bloco (blockret).....	79
3.13.2	Passeio cimentado.....	79
3.13.3	Passeio em ladrilho hidráulico.....	79
3.13.4	Passeio em pedras portuguesas.....	80
3.13.5	Portões.....	80
3.13.6	Cercas de arame.....	80
3.13.7	Cerca de tela tipo alambrado.....	80
4	Materiais de Construção.....	82
4.1	Aços.....	83
4.1.1	Aços para concreto armado.....	83
4.1.2	Aço para estrutura metálica (para efeito deste manual).....	84
4.1.3	Aço inoxidável.....	85
4.1.4	Aços zincados e chapas.....	86
4.2	Aglomerantes.....	86
4.2.1	Cimento Portland.....	87
4.2.2	Gesso.....	87
4.2.3	Cal.....	88

4.2.4 Cimentos especiais.....	89
4.2.5 Agregados.....	90
4.2.6 Areia.....	90
4.2.7 Brita.....	91
4.2.8 Saibro.....	91
4.2.9 Granilha.....	92
4.2.10 Pedregulho – seixo rolado.....	92
4.2.11 Pó-de-pedra.....	93
4.2.12 Argila expandida.....	93
4.2.13 Capeamento de alta resistência.....	94
4.3 Água.....	94
4.4 Arames.....	94
4.5 Argamassas.....	95
4.5.1 Alta resistência.....	95
4.5.2 Sintética autonivelante.....	95
4.5.3 Usuais.....	96
4.5.4 Pré-fabricadas.....	98
4.5.5 Especiais.....	99
4.5.6 Texturadas.....	100
4.5.7 Diversas.....	101
4.6 Betuminosos.....	101
4.6.1 Soluções ou tintas.....	102
4.6.2 Solução ou tinta betuminosa sem carga.....	103
4.6.3 Solução ou tinta betuminosa com carga.....	103
4.6.4 Emulsões.....	103
4.7 Blocos de concreto.....	107
4.7.1 Vazados– sem função estrutural.....	107
4.8 Madeiras.....	112
4.8.1 Natural.....	112
4.8.2 Aglomerada.....	114
4.8.3 Compensada.....	114
4.8.4 Fibras, chapas duras.....	115
4.8.5 Fibras, chapas acústicas forros.....	115
4.8.6 Fibras, chapas isolantes.....	116
4.8.7 Painéis contraplacados.....	116
4.8.8 Portas.....	116
4.8.9 Formas para concreto aparente.....	116
4.9 Tijolos e blocos cerâmicos.....	116
4.9.1 Tijolos maciços.....	116
4.9.2 Blocos cerâmicos.....	118
4.9.3 Refratários.....	122
4.9.4 Vidro.....	123

4.10 Especiais.....	123
4.10.1 Acetato de polivinila – PVA.....	123
4.10.2 Acrílico.....	124
4.10.3 Aditivos.....	125
4.10.4 Afastadores de armaduras.....	127
4.11 Materiais de acabamento.....	127
4.11.1 Alumínio.....	127
4.11.2 Aparelhos sanitários.....	129
4.11.3 Azulejos.....	130
4.11.4 Cristais.....	131
4.11.5 Ferragens e artefatos similares.....	132
4.11.6 Hidrófugos.....	133
4.11.7 Ladrilhos.....	134
4.11.8 Metais.....	135
4.11.9 Papéis.....	136
4.11.10 Porta corta fogo.....	136
4.11.11 Pedras de construção.....	137
4.11.12 Telhas.....	146
4.11.13 Vidros.....	154
5 INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO E HIDROSSANITÁRIAS.....	158
5.1 Instalações de ar condicionado, verificação e aquecimento.....	158
5.1.1 Normas e regulamentos.....	158
5.1.2 Condicionadores.....	159
5.1.3 Bombas centrífugas.....	170
5.1.4 Torres de resfriamento.....	170
5.1.5 Aquecedores.....	172
5.1.6 Ventiladores.....	173
5.1.7 Condicionadores de ar compactos – tipo janela.....	174
5.1.8 Rede de distribuição de ar.....	175
5.1.9 Tubulações frigoríferas.....	177
5.1.10 Tubulações hidráulicas.....	178
5.1.11 Tubulações para calefação.....	180
5.1.12 Isolamento térmico e acústico.....	181
5.1.13 Instalações de ar condicionado, verificação e aquecimento.....	182
5.1.14 Dispositivos de Controle.....	182
5.1.15 Acessórios Diversos.....	183
5.2 Instalações prediais.....	184
5.2.1 Instalações hidrossanitárias prediais.....	184
5.2.2 Instalações hidrossanitárias.....	186
5.2.3 Instalações de transporte vertical.....	201
6 Instalações elétricas.....	204
6.1 Instalações prediais.....	204

6.1.1 Instalações elétricas.....	206
6.2 Dispositivos de manobra e proteção.....	222
6.2.1 Chaves manuais.....	223
6.2.2 Contactoras.....	225
6.2.3 Relés.....	227
6.2.4 Disjuntores.....	227
6.2.5 Motores elétricos.....	230
6.2.6 Estabilizadores de tensão.....	231
6.2.7 Baterias.....	237
6.2.8 Capacitores de Potência.....	240
6.2.9 Geradores e/ou Alternadores.....	241
6.3 Ensaios.....	247
6.3.1 Garantia.....	247
6.3.2 Documentação.....	247
6.3.3 Sistema Externo de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SEPDA)....	247
6.3.4 Sistema INTERNO de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SIPDA)– Protetores de Surto.....	249
7 Estruturas.....	250
7.1 Estruturas de concreto armado.....	250
7.1.1 Disposições diversas.....	250
7.1.2 Disposições construtivas.....	250
7.1.3 Normas de confecção do concreto.....	250
7.1.4 Materiais componentes do concreto.....	251
7.1.5 Formas e escoramentos.....	253
7.1.6 Escoramento e cimbramento.....	256
7.1.7 Retirada das formas e do cimbramento.....	257
7.1.8 Aprovação do projeto de formas.....	257
7.1.9 Aços.....	257
7.2 Fabricação e controle do concreto.....	262
7.2.1 Disposições gerais.....	262
7.2.2 Dosagem.....	264
7.2.3 Mistura e amassamento.....	266
7.2.4 Lançamento do concreto.....	268
7.2.5 Elementos embutidos no concreto.....	270
7.2.6 Adensamento do concreto.....	270
7.2.7 Cura do concreto.....	270
7.2.8 Juntas de concretagem.....	271
7.2.9 Acabamento superficial.....	272
7.2.10 Juntas de dilatação.....	273
7.2.11 Aparelhos de apoio.....	273
7.3 Estruturas de concreto protendido.....	274
7.3.1 Armadura para protensão.....	274

7.3.2	Bainhas.....	274
7.3.3	Cabos de protensão.....	275
7.3.4	Sistema de protensão.....	276
7.3.5	Injeção nas bainhas dos cabos de protensão.....	277
7.3.6	Calda de cimento para protensão.....	278
7.4	Estrutura de concreto projetado.....	279
7.4.1	Concreto projetado.....	279
7.4.2	Dosagem.....	281
7.4.3	Equipamentos.....	282
7.4.4	Execução.....	285
7.4.5	Juntas de construção.....	292
7.4.6	Acabamento.....	292
7.4.7	Cura e proteção.....	292
7.4.8	Reparos de defeitos.....	293
7.4.9	Segurança.....	293
7.4.10	Inspeção.....	294
7.4.11	Controle da aplicação.....	295
7.4.12	Aceitação e rejeição.....	297
7.5	Recuperação, reparo e reforço de estruturas de concreto.....	297
7.6	Preparo do substrato de concreto e metodologia de intervenção.....	298
7.7	Metodologia do reparo.....	299
7.8	Aceitação da estrutura.....	302
7.8.1	Controle tecnológico.....	302
7.8.2	Testes de estanqueidade.....	302
7.8.3	Verificação de recalques na estrutura.....	303
7.8.4	Recebimento da estrutura.....	303
7.9	Estruturas metálicas.....	303
7.9.1	Fabricação da estrutura.....	304
7.9.2	Corte por meios térmicos.....	304
7.9.3	Aplainamento de bordas.....	304
7.9.4	Construção parafusada.....	304
7.9.5	Construção soldada.....	305
7.9.6	Acabamento de superfícies que transmitem esforços de contato.....	305
7.9.7	Tolerâncias dimensionais.....	305
7.9.8	Acabamento de bases, pilares e placas de base.....	306
7.9.9	Pintura de oficina.....	306
7.9.10	Superfícies inacessíveis.....	307
7.9.11	Superfícies de contato.....	307
7.9.12	Superfícies adjacentes à solda de campo.....	307
7.10	Montagem.....	307
7.11	Condições locais.....	307
7.12	Fundações, bases e encontros.....	308

7.13 Eixos e referências de níveis.....	308
7.14 Instalações de chumbadores, acessórios embutidos e ligações em pilares.....	308
7.15 Dispositivos de apoio.....	309
7.16 Materiais de ligação no campo.....	309
8 Obras Lineares.....	312
8.1 Sistemas de Saneamento.....	312
8.1.1 Sistemas de coleta e tratamento de esgotos.....	312
8.1.2 Sistema de Abastecimento de Água.....	313
8.2 Serviços preliminares, canteiro, placas, trânsito e segurança.....	315
8.2.1 Materiais fornecidos pela Saneago.....	315
8.2.2 Materiais fornecidos pela contratada.....	316
8.3 Serviços topográficos.....	331
8.3.1 Generalidades.....	331
8.3.2 Pesquisa de interferências.....	332
8.3.3 Cadastro de sistemas de abastecimento de água e de sistemas de esgotos sanitários.....	333
8.3.4 Topografia.....	333
8.4 Escavação de valas.....	369
8.4.1 Largura e profundidade de vala.....	370
8.4.2 Regularização do fundo da vala.....	373
8.4.3 Perfil final de escavação.....	373
8.4.4 Material proveniente da escavação.....	373
8.4.5 Excesso de escavação.....	373
8.5 Aterro e recobrimento de valas, cavas e poços.....	373
8.5.1 Geral.....	373
8.5.2 Aterro de vala sob passeio.....	374
8.5.3 Aterro de vala sob via carroçável.....	374
8.5.4 Aterro junto a estruturas de concreto.....	374
8.5.5 Controle de compactação e ensaios.....	375
8.5.6 Recobrimento especial.....	375
8.6 Escoramentos.....	376
8.6.1 Estrutura de escoramento- madeira.....	376
8.6.2 Escoramento metálico- madeira.....	377
8.6.3 Escoramento metálico.....	378
8.6.4 Remoção de escoramento.....	379
8.7 Esgotamento e drenagem.....	380
8.7.1 Generalidades.....	380
8.7.2 Bomba superficial.....	380
8.7.3 Rebaixamento do lençol freático.....	381
8.7.4 Canaleta de concreto.....	381
8.7.5 Drenagem subterrânea.....	382
8.8 Assentamento de tubulações, peças e conexões.....	383

8.8.1	Fundações para assentamento de tubulações.....	383
8.8.2	Assentamento de tubulações.....	386
8.8.3	Instalação de embutidos.....	436
8.8.4	Montagem de peças especiais.....	437
8.8.5	Revestimento de tubulação de aço no campo.....	437
8.8.6	Vedação entre tubos e paredes de concreto.....	441
8.8.7	Perda.....	441
8.8.8	Peças e conexões.....	442
8.8.9	Travessias.....	442
8.8.10	Transporte e armazenamento de tubos e peças.....	442
8.8.11	Teste e limpeza final.....	442
8.9	Poços de visita e caixas de passagem.....	443
8.9.1	Poços de visita.....	443
8.9.2	Caixa de passagem para mudança de diâmetro e/ou direção.....	445
8.10	Ligações prediais.....	446
8.10.1	Conceitos.....	446
8.10.2	Ligação domiciliar de água.....	446
8.10.3	Ligação domiciliar de esgoto.....	448
8.11	Pavimentação.....	451
8.11.1	Levantamento de pavimentação.....	451
8.11.2	Regularização e revestimento.....	451
8.11.3	Recomposição de meios-fios.....	452
8.11.4	Recomposição de sarjeta.....	452
8.11.5	Recomposição de outros elementos.....	452
8.11.6	Danos a terceiros.....	453
8.11.7	Pavimentação asfáltica.....	453
9	Obras em terra.....	454
9.1.1	Topografia.....	454
9.2	Geotecnia.....	454
9.2.1	Memorial descritivo.....	455
9.2.2	Estudo geotécnico.....	456
9.2.3	Investigação de materiais.....	457
9.2.4	Análise e interpretação das investigações dos solos.....	458
9.2.5	Programa de execução de obras em terras.....	459
9.2.6	Especificações da obra.....	459
9.3	Escavação geral.....	460
9.3.1	Escavações em solos.....	460
9.3.2	Classificação dos solos.....	460
9.3.3	Escavações submersas.....	461
9.3.4	Escavações em rochas.....	461
9.3.5	Exploração de jazidas.....	462
9.4	Compactação mecanizada de áreas.....	463

9.4.1	Definição.....	463
9.4.2	Sequência.....	463
9.4.3	Carga, transporte e descarga em geral.....	464
9.4.4	Construção de diques.....	465
9.4.5	Equipamentos de compactação.....	466
9.4.6	Espessura das camadas.....	466
9.4.7	Grau de compactação.....	466
9.4.8	Umidade de compactação.....	467
9.5	Controle de execução de aterros argilosos.....	467
9.5.1	Controle geral.....	467
9.5.2	Controle da espessura das camadas.....	467
9.5.3	Controle do grau de compactação e desvio da umidade.....	467
9.5.4	Controle do desvio da umidade.....	468
9.5.5	Impermeabilização do fundo das lagoas.....	469
9.6	Proteção de taludes.....	469
9.6.1	Talude de jusante.....	469
9.6.2	Talude de montante.....	470
9.6.3	Proteção da crista.....	470
9.7	Tratamento de bota-fora.....	470
9.7.1	Tratamento de bota-fora.....	470
9.8	Obras de contenção e reforço de solos.....	470
9.8.1	Proteção com pedra-de-mão sem manta.....	470
9.8.2	Proteção com pedra-de-mão com manta.....	471
9.8.3	Proteção com gabiões.....	471
9.8.4	Proteção com manta não tecida de poliéster.....	472
9.8.5	Proteção com pintura betuminosa.....	472
9.8.6	Proteção com concreto projetado.....	472
9.8.7	Proteção com cortina atirantada.....	472
10	Obras eletromecânicas/Instalações de produção.....	473
10.1	Montagem mecânica.....	473
10.1.1	Conjunto moto-bombas.....	473
10.1.2	Comportas.....	476
10.1.3	Adufas.....	477
10.1.4	Floculadores e agitadores.....	478
10.1.5	Ponte rolante.....	478
10.1.6	Instalação de monovia com talha.....	479
10.1.7	Montagem mecânica de tubulações e peças.....	480
10.2	Montagem elétrica.....	484
10.2.1	Eletrodutos.....	484
10.2.2	Caixas de passagem.....	487
10.2.3	Aterramento.....	488
10.2.4	Cabos elétricos.....	490

10.2.5	Terminais para condutores.....	492
10.2.6	Testes para instalações.....	493
10.2.7	Instalação de quadros elétricos de fornecimento pela Saneago.....	494
10.2.8	Pré-operação e testes de aceitação.....	495
11	Obras especiais.....	499
11.1	Poços tubulares profundos.....	499
11.1.1	Construção.....	499
11.1.2	Análises físico-químicas.....	500
11.1.3	Condições de operação do poço.....	500
11.2	Obras subterrâneas.....	503
11.2.1	"Mini-shield".....	503
11.2.2	Tubos cravados.....	504
11.2.3	Sistema "N.A.T.M.".....	505
11.2.4	Sistema "tunnel liner".....	507
12	GERENCIAMENTO DOS DOCUMENTOS.....	509
13	APROVAÇÃO.....	510

Instruções gerais do manual

Esse arquivo foi desenvolvido para possibilitar a elaboração do Manual de Obras da Saneago de forma simples e esteticamente coerente ao padrão gráfico da Companhia, sendo necessária apenas a utilização do LibreOffice Write, software que é disponível gratuitamente.

Configurações da página

Foram pré-definidos três níveis hierárquicos de títulos. Para usá-los, basta selecionar o texto e clicar na opção “Estilos”, presente no menu superior. Depois, escolher uma das três opções: Título 1, Título 2 ou Título 3.

Subtítulos no Sumário

O uso da predefinição de títulos implicará diretamente em uma alteração no sumário do documento, a qual está especificada no tópico seguinte.

Sumário

A atualização do sumário deverá ser feita após a conclusão do documento. Para isso, basta clicar sobre ele com o botão direito do mouse e selecionar a opção “atualizar índice”.

Quando o documento for exportado em formato de PDF, será feito um link interno automático, no qual o usuário poderá clicar no item do sumário e ir diretamente para a respectiva página.

Cabeçalhos e rodapés

Os cabeçalhos possuem a opção de colocar o título geral do Manual. Para alterar o texto, basta clicar duas vezes sobre ele. O mesmo vale para alterações no rodapé.

Exportação em PDF

Para exportar o documento em formato PDF, basta clicar em “Exportar”, no menu superior, e escolher as opções: Exportar como... > Exportar como PDF

Depois, selecionar a opção “Exportar” na caixa de diálogo que aparecerá.

1 Introdução e disposições gerais

1.1 Objetivo e âmbito de aplicação

O presente Manual Geral de Obras tem por escopo definir e padronizar os procedimentos técnicos e operacionais a serem adotados pela Empresa SANEAGO – Saneamento de Goiás S.A. na execução dos serviços e obras de engenharia.

A presente atualização e revisão do Caderno de Encargos da SANEAGO, ora apresentada como Manual Geral de Obras, busca a uniformização das especificações gerais e dos critérios e procedimentos aqui consolidados, os princípios que subsidiam e orientam tanto o corpo técnico da empresa como os demais usuários no desempenho de suas funções, permitindo um maior controle das atividades de fiscalização e estabelecendo uma relação mais clara e eficiente com as empresas construtoras e prestadoras de serviços.

Objetiva ainda o aperfeiçoamento e modernização dos processos construtivos, em conformidade com a evolução tecnológica que permeia o exercício da engenharia de saneamento e da engenharia em geral.

O objetivo precípua do presente trabalho é intermediar o relacionamento técnico da SANEAGO com as empresas contratadas e demais prestadoras de serviços. Procura também traduzir as preocupações dos diversos setores da Empresa com a consecução dos melhores procedimentos técnicos e busca da qualidade.

As especificações, critérios e procedimentos técnicos contidos no Manual Geral de Obras são para aplicação nas obras engenharia e atividades afins. As mesmas serão observadas pelos diversos setores da SANEAGO, em especial pelos setores de projeto, de obras, de instalações de suprimento e de controle de qualidade.

Nas especificações concernentes a cada obra específica constará o caráter obrigatório de obediência a este Manual Geral de Obras. A menos que haja explícita orientação em contrário, ficam suas diretrizes e orientações incorporadas aos contratos e convênios firmados com a SANEAGO, para a execução de obras ou para prestação de serviços.

1.2 Convenções, abreviaturas e metrologia

No presente Manual Geral de Obras usaremos, além daquelas consagradas pelo uso, as expressões e abreviaturas que se seguem.

1.2.1 Convenções

QUADRO 1- Expressões

Termo	Definição
Análise crítica	Atividade realizada no sentido de assegurar a exequibilidade, eficácia e eficiência do objeto analisado, de modo a atingir os objetivos estabelecidos.
Caderno de Especificação de Obra	Conjunto de especificações capaz de subsidiar e orientar na elaboração de projetos executivos e orçamentos, bem como na execução e na fiscalização adequada das obras.
Controle de Configuração	Controle de identificação de datas, número de versão e demais informações capazes de identificar cabalmente cada um dos componentes atualizados dos projetos e obras, objetivando impedir o uso de documentos obsoletos.
Contratada	Pessoa física ou jurídica signatária do contrato com a SANEAGO para a execução de obras ou serviços, sendo técnica e legalmente habilitada para executar, total ou parcialmente, um empreendimento de acordo com o projeto e nos limites, condições e pressupostos estabelecidos na Lei nº 8.666/1993, bem como na Lei nº 13303/2016 e suas posteriores modificações.
Coordenador de Fiscalização	Técnico do quadro permanente da SANEAGO, podendo ser ainda pessoa física ou jurídica contratada, técnica e legalmente habilitada para desempenhar as funções de coordenação da fiscalização, assumindo a responsabilidade por todas as atividades, e alocação de recursos humanos e técnicos necessários à fiscalização de obras ou serviços contratados pela SANEAGO.
Cronograma	Representação gráfica da previsão de desenvolvimento de uma obra, na qual se indicam os prazos em que se executarão as suas diversas fases ou etapas.
Especificador	Autor do caderno de especificação da obra.
Especificações da Obra	Conjunto de documentos, recomendações e orientações técnicas, em conformidade com as Normas Brasileiras e Normas Internacionais, em áreas não cobertas pela ABNT, objetivando estabelecer as condições de desenvolvimento de cada etapa do empreendimento.
Estudo de Concepção	Estudo de natureza técnica, sanitária, política, econômica, social e ambiental para a definição da melhor alternativa de elaboração de um projeto.
Fiscalização	Engenheiro, arquiteto, técnico ou preposto legalmente credenciado pela SANEAGO e designado pelo vocábulo fiscal, definido como pessoa física ou jurídica, técnica e legalmente habilitada para verificar o cumprimento das disposições contratuais de uma obra, suas especificações e normas contidas neste Manual.
Manual Geral de Obras	Conjunto de normas e especificações básicas aplicáveis a materiais, equipamentos e serviços, incluindo a sequência de execução dos mesmos, com o objetivo de padronizar e reduzir variabilidade das construções bem como para a obtenção de maior qualidade, segurança e economia das obras.
Prestador de Serviços	Pessoa física ou jurídica, técnica e legalmente habilitada, com a qual a SANEAGO contrata, na forma da lei, a execução de serviços técnicos especializados.
Projetista	Pessoa física ou jurídica legalmente habilitada para elaborar projeto de um empreendimento de forma parcial ou total.
Projeto Básico	- Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução. Um Projeto Básico deve conter os seguintes elementos: - Desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza; - Soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de introdução de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;

	- Soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de introdução de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem; - Identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução; - Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, e instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para sua execução; - Subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso; - Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos adequadamente avaliados.
Projeto Executivo	Conjunto de elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Constará de: plantas e dados definidores do projeto, contemplando os detalhes construtivos, especificações de serviços, de materiais, de equipamentos e orçamento detalhado, tais que possibilitem a construção e fiscalização da obra.
Recebimento de Obra	Conjunto de atividades realizadas para oficializar a aceitação e o respectivo encerramento de uma obra, a partir da verificação do cumprimento das especificações técnicas e das estratégias construtivas e de todas as condições fixadas pelo contrato, visando a obter a segurança e a qualidade necessária para o empreendimento, tudo em consonância com o seu objetivo e função.
SANEAGO	Concessionária estadual dos serviços de saneamento básico, entidade contratante ou gestora de obras e serviços correlacionados a sua área de atribuição.
Terceirização	Subcontratação de pessoa física ou de firma pelas construtoras ou prestadores de serviços, com prévia autorização da SANEAGO. Os subcontratados estarão vinculados à totalidade das condições contratuais, especificações e Manual Geral de Obras, firmadas entre a SANEAGO e a contratada e, portanto, integralmente submetidos à ação da coordenação de fiscalização no âmbito da obra ou serviço contratado.

1.2.2 Abreviaturas

QUADRO 2 - Siglas

Sigla	Significado
AASHO	American Association of State Highway Officials.
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica.
AFNOR	Association Française de Normalisation.
AISC	American National Institute Standard.
ANSI	American National Institute Standard.
ASA	American Standard Association.
BSI	British Standard Institution.
BSP	British Standard Pipe.
COBRACON	Comitê Brasileiro de Construção.
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade.
COPANT	Comissão Pan-americana de Normas Técnicas.
CSHD	California Capote Highway Department

DIN	Deutsche Institut Fur Normung, de preferência Deutsche Industrienormen.
EB	Especificação Brasileira da ABNT, na sua forma mais recente.
FBS	Federal Specification Board.
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas.
INT	Instituto Nacional de Tecnologia.
IOS	International Organization for Standardization.
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas da São Paulo.
NB	Norma Brasileira da ABNT, na sua forma mais recente.
NBR	Norma Brasileira Registrada, classes 1 a 4, conforme G-01.SIS. 01.
NBS	National Bureau of Standards (USA).
NR	Norma Regulamentadora da ABNT, na sua forma mais recente.
PB	Projeto de Norma de Especificação, de Método, de Terminologia, etc., da ABNT, na sua forma mais recente.
SB	Simbologia Brasileira da ABNT, na sua forma mais recente.
SINMETRO	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
SI	Sistema Internacional de Unidades.
TB	Terminologia Brasileira da ABNT, na sua forma mais recente.
TR	Tonelada de Refrigeração
UBC	Uniform Building Code.

1.2.3 Metrologia

O Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) foi criado, no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio, pela Lei Federal nº 5.966, de 1.973.

A atuação do SINMETRO é procedida por meio do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade (CONMETRO) e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

A finalidade do CONMETRO é a de formular, coordenar e supervisionar a política nacional de normalização. A finalidade do INMETRO é a de executar a política formulada pelo CONMETRO.

A ABNT foi reconhecida pelo CONMETRO, em abril de 1.983, como Fórum Nacional de Normalização, confirmando a credencial que o INMETRO lhe outorgara.

Classes de normas

- NBR 1 - Normas compulsórias, de uso obrigatório em todo o território nacional.
- NBR 2 - Normas referendadas, de uso obrigatório para o poder e serviços públicos concedidos.
- NBR 3 - Normas registradas no INMETRO, de acordo com diretrizes e critérios estabelecidos pelo CONMETRO.
- NBR 4 - Normas probatórias, em fase experimental, com vigência limitada, registradas no INMETRO de acordo com diretrizes e critérios estabelecidos pelo CONMETRO.

Legislação

A obrigatoriedade do emprego da linguagem internacional, no que diz respeito à unidade de medidas, foi estabelecida pelo decreto federal nº. 81621, de 03.05.78, que adotou o "Quadro Geral de Unidades de Medidas", em substituição ao anexo do decreto nº 63.233, de 12.09.68. As unidades de medidas, constantes "Quadro Geral de Unidades de Medidas", são baseadas nas resoluções, recomendações e declarações das Conferências Gerais de Pesos e Medidas (CGPM) realizadas por força da Convenção Internacional do metro, de 1.975.

Sistema internacional de unidades

O Sistema Internacional de unidades (SI) ratificado pela 11ª CGPM/1.960 e atualizado até a 15ª CGPM/1.975 compreende:

- a) Sete unidades de base, conforme quadro três, a seguir;
- b) Duas unidades suplementares, conforme quadro quatro, a seguir;
 - Unidades derivadas deduzidas, direta ou indiretamente, das unidades de base e suplementares;
 - Múltiplos e submúltiplos decimais das unidades acima, cujos nomes são formados pelo emprego dos prefixos SI, conforme quadro três, a seguir. No SI só são usados múltiplos e submúltiplos, potências mil vezes menor que o padrão.

Unidades de pressão

No SI, a unidade de força passou a ser o Newton (N), unidade essa que equivale a, aproximadamente, 0,1Kgf. A unidade de pressão (compressão e tração), definida como uma unidade de força (N) atuando sobre uma unidade de área (m²) passou a ser denominada Pascal (Pa): 1 N/m².

Como essa unidade representa uma pressão muito pequena, adota-se um múltiplo um milhão de vezes maior, o Megapascal (MPa), que corresponde a 1 milhão N/m² ou 1 N/mm².

A conversão do Kg/cm² para o MPa é efetuada da seguinte maneira:

1,0 N/m² = 1,0 Pa; como 1,0 N = 10,0 Kgf, temos 10,0 Kgf/m² = 1 Pa,
ou 10,0 Kgf/cm² = 1,0 Pa, ou ainda, 1,0 Kgf/cm² = 10,0 MPa,
logo 10,0 Kgf/cm² = 10,0 Pa = 1,0 Mpa.

QUADRO 3 - Sete unidades de base

Unidade	Símbolo	Grandeza
Metro	M	Comprimento
Quilograma	Kg	Massa
Segundo	S	Tempo
Ampere	A	Corrente Elétrica
Kelvin	K	Temperatura Termodinâmica
Mol	Mol	Quantidade de Matéria
Candela	Cd	Intensidade Luminosa

QUADRO 4 - Duas unidades suplementares

Unidade	Símbolo	Grandeza
Radiano	Rad	Ângulo plano
Esterradiano	Sr	Ângulo sólido

QUADRO 5 - Prefixos SI

Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
Exa	E	$10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000$
Peto	P	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000$
Terá	T	$10^{12} = 1.000.000.000.000$
Giga	G	$10^9 = 1.000.000.000$
Mega	M	$10^6 = 1.000.000$
Quilo	K	$10^3 = 1.000$
Hecto	h	$10^2 = 100$
Deca	da	10
Deci	d	$10^{-1} = 0,1$
Centi	c	$10^{-2} = 0,01$
Mili	m	$10^{-3} = 0,001$
Micro		$10^{-6} = 0,000\ 001$
Nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
Pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$
Femto	f	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$
Otto	o	$10^{-18} = 0,000000\ 000\ 000\ 000001$

1.3 Da gestão da obra

1.3.1 Documentos da obra

São considerados documentos de obra, para todos os efeitos administrativos, técnicos e jurídicos:

Os jogos completos de plantas,

- O Caderno de Especificações da Obra,
 - O Manual Geral de Obras,
 - O Contrato de Execução da Obra ou Serviço,
 - O Diário de Obra,
 - Os Programas de Trabalhos aprovados e validados pela Fiscalização,
 - Os Cadastros de Sistemas de Água e Esgoto,
 - As Pesquisas de Interferências,
 - As Cadernetas de Campo da Topografia, bem como aqueles documentos de caráter informativo como:
 - Ensaaios de laboratório,
 - Laudos técnicos,
 - Estudos complementares,
 - Diagramas de movimentos de terras,
 - Esquemas de montagem fornecidos por fabricantes ou especialistas,
 - As reportagens fotográficas das obras e serviços e ainda,
 - Todos os comprovantes e justificantes gráficos e literais das medições das obras executadas.
- Os documentos da obra serão exigidos pela fiscalização, a qualquer tempo, estando a contratada obrigada a fornecê-los de forma imediata.

A contratada deverá manter todos os documentos de obra arquivados após a conclusão dos trabalhos, por todo o tempo que durar o período de manutenção e de garantia legal das obras executadas.

1.3.2 Caderno de especificações da obra

O caderno de especificações de obra é o documento contratual que apresenta as especificações técnicas e procedimentos particulares da obra ou serviço contratado, sendo complementar ao Manual Geral de Obras, prevalecendo a este em casos de contradição entre ambos.

É o documento que descreve de forma detalhada todos os procedimentos construtivos e especificações técnicas de materiais e equipamentos abrangendo todas as particularidades da obra ou serviço contratado.

Toda obra ou serviço contratado deve obrigatoriamente ter um caderno de especificações que estabeleça normas de procedimentos, materiais, equipamentos e qualquer meio imprescindível à sua consecução.

1.3.3 Contradições, omissões e erros

Em caso de divergência entre desenhos prevalecerão sempre os de escala maior.

Em caso de divergência entre desenhos, de datas diferentes, prevalecerão os mais recentes.

Em caso de contradições entre as plantas e o caderno de especificações de obra, prevalecerá o prescrito neste último.

Em caso de divergência entre as cotas dos desenhos e suas dimensões, medidas em escala, prevalecerão sempre as primeiras.

Nos casos específicos, o Caderno de Especificações e plantas, por atenderem as particularidades da obra, prevalecem ao Manual Geral de Obras da SANEAGO, o qual será válido na omissão absoluta daqueles.

Aquilo que for mencionado no Caderno de Especificações de Obra e omitido nas Plantas, ou vice-versa, serão executados como se em ambos os documentos estivesse exposto, sempre após a devida autorização da Fiscalização, que definirá suficientemente a unidade de obra correspondente a qual terá preço previsto no Contrato.

Eventuais dúvidas quanto à interpretação das Plantas, do Caderno de Especificações de Obra ou mesmo deste Manual, quaisquer que sejam, são dirimidas com a Fiscalização.

A omissão, no entanto, de qualquer procedimento neste Manual, no Projeto, nas Especificações de Obra ou qualquer outro documento contratual, não exime a Contratada da obrigatoriedade da utilização das melhores técnicas padronizadas para os trabalhos, respeitando os objetivos básicos do funcionamento e adequação dos resultados.

1.3.4 Serviços não especificados

Todo serviço somente poderá ser executado se convenientemente detalhado e especificado.

Para todos os serviços não descritos e não especificados no Caderno de Especificações de Obra, deverão ser observadas as prescrições deste Manual Geral de Obras. Caso haja necessidade de detalhamento específico de projeto, definição própria de processos de execução, definição precisa de materiais e procedimentos construtivos inerentes à obra, os

quais não estejam definidos nem nos desenhos de Projetos, nem nas Especificações de Obra, nem no Manual Geral de Obras, o Construtor deverá, antes de iniciar qualquer um dos mesmos, solicitar à Fiscalização das Obras que providencie, por meio escrito ou magnético, as referidas Especificações desses serviços. Nestes casos será imprescindível que tais Especificações sejam transcritas ao Diário de Obras.

Para todos os serviços executados sem especificações, seja de materiais a serem empregados, seja de procedimentos de execução, seja de detalhamentos construtivos, à revelia desta instrução, será o Construtor responsabilizado pelas possíveis imperfeições ou inadequações decorrentes dos mesmos devendo refazê-los conforme indicação da Fiscalização, arcando com todos os custos relativos à recuperação ou retrabalho, sem nenhum ônus para a SANEAGO.

1.3.5 Plano de trabalho

A contratada deverá apresentar no início das obras um Plano de Trabalho indicando cronologicamente as atividades a serem desenvolvidas, a divisão dos trabalhos e as respectivas equipes, o qual deverá ser aprovado pela Fiscalização. Se, por qualquer motivo, houver necessidade de mudança no Plano de Trabalho, a mesma deverá ser obrigatoriamente aprovada pela Fiscalização, que poderá exigir reforço ou aumento de equipes ou ainda a ampliação dos horários de trabalho cabendo à Contratada os ônus ou prejuízos daí decorrentes.

1.3.6 Ordem de iniciação dos trabalhos

Todo e qualquer trabalho somente terá início após a expedição da correspondente Ordem de Serviço e da abertura do Diário de Obra.

Iniciadas as obras, deve a Contratada conduzi-las contínua e regularmente dentro do cronograma físico estabelecido e aprovado pela Fiscalização.

1.3.7 Objetos encontrados

Se durante as escavações previstas do projeto, forem encontrados artefatos que configurem sítios arqueológicos, ficarão imediatamente suspensos os trabalhos, sendo avisada a Fiscalização. Esta, após contatos com as instituições oficiais do setor, no prazo mais rápido possível, confirmará ou dará fim à suspensão imposta. Os gastos decorrentes dessa paralisação serão de responsabilidade da Contratante.

Todo e qualquer objeto de valor arqueológico encontrado é de propriedade do Estado.

1.3.8 Critérios de medição, regulamentação de preços e serviços

A medição dos serviços e fornecimentos executados observará:

Condição geral

São medidos os serviços e conferidos os fornecimentos quando previstos em contrato ou expressamente autorizados pela SANEAGO.

Serviços extracontratuais

Todo e qualquer serviço ou fornecimento extracontratual terá seu preço e sua execução previamente aprovados pela SANEAGO. Caso o serviço ou fornecimento seja regulamentado, prevalecerá o valor constante da listagem de Preços da SANEAGO.

Salvo menção em contrário nas Especificações da Obra, devidamente explicitada na Regulamentação de Preços, todos os preços unitários ou globais incluem, em sua composição, os custos relativos aos seguintes itens.

Materiais

Fornecimento, carga, transporte, descarga, estocagem, manuseio e guarda.

Mão-de-obra

Pessoal, seu transporte, alojamento, alimentação, assistência médica e social, equipamentos de proteção individual tais como luvas, capas, botas, capacetes, máscaras e quaisquer outros necessários a segurança pessoal.

Veículos e equipamentos

Alocação, operação e manutenção de todos os veículos e equipamentos necessários à execução das obras, inclusive veículos colocados à disposição da fiscalização.

Ferramentas, aparelhos e instrumentos

Fornecimento, operação e manutenção das ferramentas, aparelhos e instrumentos necessários à execução das obras.

Materiais de consumo

Combustíveis, graxas, lubrificantes e materiais de uso geral.

Água e energia elétrica

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos sistemas de distribuição de água e de eletrificação, tanto para o canteiro como para a execução das obras.

Segurança e vigilância

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos equipamentos contra fogo e todos os demais destinados à prevenção de acidentes, assim como de pessoal habilitado para efetuar a vigilância das obras.

1.3.9 Modificações de componentes da obra

Serão permitidas modificações de componentes da obra com as devidas justificativas nos seguintes casos.

Unilateralmente por interesse da SANEAGO:

- Quando houver modificações do projeto ou de especificações, para melhor adequação técnica aos seus objetivos;
- Quando houver necessidade de modificação contratual, em decorrência de acréscimo ou diminuição quantitativa de unidades de obra.

Em ambas as hipóteses, (nos contratos regidos pela Lei nº 8666/1993) a construtora ou prestadora de serviços ficará obrigada, nas mesmas condições contratuais, a aceitar os acréscimos ou supressões que se fizerem nas obras até o limite de 25% (vinte e cinco por cento) do valor inicial atualizado do contrato.

Por acordo das partes:

Quando houver necessidade de modificação de obra, serviço, ou modo de fornecimento, em face da verificação técnica da inaplicabilidade dos termos contratuais originais;

Quando sobrevierem fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis, retardadores ou impeditivos da execução da obra;

Por motivos de força maior ou caso fortuito ou fato de príncipe configurando área econômica extraordinária e extracontratual.

Ficam limitados, ao máximo de 25% (vinte e cinco por cento) do valor inicial atualizado do contrato, os acréscimos ou supressões decorrentes das modificações feitas por acordo das partes.

Em qualquer caso será observado o disposto no artigo 65 da Lei 8.666/1993, (para contratos regidos por esta lei) e no art. 81 da Lei 13.303/2016 (para contratos regidos por esta lei) e suas posteriores modificações no que tange as alterações dos contratos decorrentes das modificações de obras, e seus quantitativos e da recomposição de preços.

1.3.10 Segurança e higiene nas obras

Determina as diretrizes a serem observadas pela contratada que diretamente com o seu pessoal ou com o pessoal de terceiros contratados sob sua responsabilidade venham a desempenhar permanente ou ocasionalmente qualquer função dentro da área de execução das obras.

Essas diretrizes ficarão vigentes durante todo o prazo em que a Contratada desempenhar as funções que lhe forem atribuídas no Contrato até o seu encerramento, incluindo os períodos de manutenção, seja obrigação praticada dentro do canteiro da obra, seja sobre atos ocorridos fora dele, mas que interfiram com as atividades internas.

A observância, em todos os locais de trabalho do disposto neste item não desobrigará a contratada do cumprimento de outras disposições que, em relação à matéria, sejam incluídas em códigos e regulamentos da União, Estado ou Municípios bem como daquelas oriundas de convenções coletivas de trabalho.

Fica estabelecido que é de responsabilidade da contratada:

- Cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentos sobre segurança e medicina do trabalho;
- Instruir os empregados através de Programas Educativos, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais;
- Dar ciência aos empregados por meio de ordens de serviço, das Normas Regulamentadoras sobre segurança e medicina do trabalho;
- Adotar as medidas que lhe sejam determinadas pelo órgão regional competente;
- Solicitar ao órgão regional do Ministério do Trabalho a aprovação das instalações do canteiro de obras, e apresentar à fiscalização da obra o laudo técnico emitido por aquele.
- A Fiscalização conforme o caso, à vista do laudo técnico de serviço competente que demonstre grave e iminente risco para o trabalhador poderá paralisar o serviço, máquina ou equipamento e até mesmo a obra, com a brevidade que a ocorrência requerer e exigir as providências que deverão ser adotadas para a supressão total do risco ao trabalhador;
- Organizar e manter em funcionamento uma comissão interna de prevenção de acidentes- CIPA, que deverá ser registrada no órgão regional do ministério do trabalho

até 10 dias após sua eleição. A CIPA será composta de representantes do empregador e dos empregados, de acordo com o dimensionamento previsto no quadro 1 da NR 5, qual deverá ser seguida em todos os seus dispositivos;

- Fornecer aos empregados gratuitamente, Equipamento de Proteção Individual – EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem preventiva não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes e danos à saúde dos empregados. Os Equipamentos de Proteção Individual serão exigidos pela Fiscalização, sempre que o tipo de trabalho em elaboração assim o exija. Da mesma forma, para trabalhar em períodos noturnos será necessária a utilização de tintas, adesivos ou tiras reflexivas em capacetes, braçadeiras ou roupa de trabalho;
- Disponibilizar os Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC conforme o PCMAT;
- Realizar o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)- NR-07, uma vez que o Ministério do Trabalho, através da SSST (Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho) entende que "todos os trabalhadores devem ter controle de sua saúde de acordo com os riscos a que estão expostos. Além de ser uma exigência legal prevista no artigo 168 da CLT, está respaldada na convenção 161 da Organização Internacional do Trabalho- OIT, respeitando princípios éticos, morais e técnicos";
- Garantir nas edificações, as condições de perfeita segurança e de higiene do trabalho estabelecidas pelo Ministério do Trabalho mantendo as mesmas conservadas e limpas, e ainda, atender as condições de iluminação, ventilação e conforto térmico compatíveis com a natureza dos trabalhos nela realizados;
- Permitir que somente profissional qualificado possa instalar, operar, inspecionar ou reparar instalações elétricas;
- Observar as precauções de segurança na movimentação e armazenamento de materiais nos locais de trabalho, adequando equipamentos, recipientes e instalações, às condições especiais de operação e manutenção dos mesmos e exigência de pessoal habilitado;
- Garantir que máquinas e equipamentos sejam dotados de dispositivos de partida e parada e qualquer outro que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes de trabalho, especialmente quanto ao risco de acionamento acidental. Garantir que reparos, limpeza e ajustes somente serão executados por pessoal habilitados e treinado para tal fim e somente com as máquinas equipamentos parados, salvo se o movimento for indispensável para tal fim;
- Controlar periodicamente os riscos ambientais decorrentes de agentes físicos, químicos e biológicos. Caberá a contratada a adoção de medidas para a eliminação ou a neutralização da insalubridade adotando medidas que conservem o ambiente do trabalho, ou com a utilização de equipamentos de proteção individual que diminuam a intensidade do agente agressivo a limites de tolerância;
- As despesas salariais decorrentes de adicionais por motivo de insalubridade no trabalho caberão à contratada;
- Assegurar que nenhum trabalhador remova individualmente peso superior a 60 Kg (sessenta quilogramas), ressalvadas as disposições especiais relativas ao trabalho da

mulher e do mesmo. Não compreende este item a remoção feita com a utilização de meios mecânicos devendo ser observados neste caso os limites impostos pelo Ministério do Trabalho;

- Respeitar o disposto na Norma Regulamentadora n.º 17 relativa à ergometria;
- Manter no canteiro de serviços equipamentos contra incêndio em perfeito estado de funcionamento, de capacidade e natureza coerentes com o tipo e volume de serviços em execução, bem como funcionários treinados para seu uso correto. Revisar periodicamente estes equipamentos de acordo com as instruções dos fabricantes. Mantê-los em locais visíveis, estrategicamente escolhidos e de acesso permanente. Em caso de incêndio em qualquer local da obra a contratada terá a obrigação da prestação de ajuda no combate ao sinistro, independentemente de tal sinistro envolver ou não elementos relacionados com o seu trabalho;
- Manter a higiene nos locais de trabalho, nas instalações sanitárias, vestuários, alojamento, refeitórios, salas e qualquer outro local da obra utilizado pelos trabalhadores. Essas instalações deverão estar de acordo com a Legislação vigente;
- Fornecer a todos os trabalhadores água potável em condições higiênicas e em volume adequado, com especial atenção ao caso que estejam sendo executados em posições remotas do canteiro;
- Manter sinalização de segurança em todos os locais da obra onde haja riscos ou estejam sendo executados serviços;
- A contratada deverá observar e cumprir o disposto na Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1.977 bem como a portaria 3.214 de 8 de junho de 1.978 que aprova as Normas Regulamentadoras NR do capítulo V do título II da consolidação das leis do trabalho relativas a segurança e medicina do trabalho, as quais serão obrigatório cumprimento no que couber nas obras ou serviços fiscalizados pela SANEAGO.
- Em caso de acidentes no trabalho a contratada deverá:
- Prestar todo e qualquer socorro às vítimas;
- Paralisar imediatamente a obra nas suas circunvizinhanças a fim de evitar possibilidade de mudanças nas circunstâncias relacionadas com o acidente;
- Solicitar imediatamente o comparecimento da fiscalização ao local da ocorrência relatando o fato por escrito em diário de obras, o mais tardar a vinte e quatro horas após o acontecimento acompanhado de uma descrição do acidente;

No caso de acidente ou morte de qualquer pessoa envolvida no trabalho ou em decorrência da obra, a fiscalização, a seu critério, reunirá uma "Comissão de Sindicância", com a finalidade de investigar o acidente dentro de setenta e duas horas do ocorrido. A fiscalização notificará a contratada com vinte e quatro horas de antecedência do local e da hora das reuniões da Comissão e indicará testemunhas, documentos e equipamentos necessários a determinação das causas e fatos pertinentes ao acidente. A Comissão deverá emitir parecer indicando as possíveis causas do acidente e as medidas de prevenção para evitar o acontecimento de novos acidentes.

Normas Regulamentadoras (NR) Aprovadas pela Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978, de obrigatório cumprimento:

- NR. 5 - Comissão interna de prevenção de acidentes CIPA

- NR. 6 - Equipamentos de proteção individual EPI
- NR. 7 - Programa de controle médico de saúde ocupacional
- NR. 8 - Edificações
- NR. 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA
- NR. 10 - Instalações e serviços de eletricidade
- NR. 11 - Transporte, movimentação e armazenamento de materiais
- NR. 12 - Máquinas e equipamentos
- NR. 18 - Condições e meio ambiente na indústria da construção
- NR. 23 - Proteção contra incêndios
- NR. 24 - Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho
- NR. 26 - Sinalização de segurança

PCMAT

Será obrigatória a elaboração e implantação do PCMAT – DRT e PCMSO junto à obra. Toda esta documentação deverá ser entregue à fiscalização da obra até no prazo máximo de 7 (sete) dias após a emissão da ordem de serviço.

O PCMAT- Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho pertencente à NR-18 e é definido como sendo um conjunto de ações, relativas a segurança e saúde do trabalho, ordenadamente dispostas, visando à preservação da saúde e da integridade física de todos os trabalhadores de um canteiro de obras, incluindo-se terceiros e o meio ambiente.

O PCMAT é um elenco de providências a serem executadas em função do cronograma da obra. De conformidade com a legislação a elaboração do PCMAT compreende:

Memorial sobre as condições e meio ambiente de trabalho nas atividades e operações, levando-se em consideração riscos de acidentes e doenças do trabalho e suas respectivas medidas preventivas;

Para que se atenda esse item ele deverá conter:

- A identificação da construtora e as principais empresas envolvidas com endereço da sede, CEP, CGC, Contas d'água, telefone, principais responsáveis técnicos, etc.
- Descrição da obra, levando-se em consideração suas características básicas e dimensões, como por exemplo o tipo de edifício, o número de pavimentos, a área total construída, a área total do terreno, a área projetada na planta, etc.;
- Elaboração de croqui com a localização indicando os limites do terreno, propriedades vizinhas, vias de acesso, cursos d'água, etc.
- Definição de cronograma para as etapas da obra, incluindo número de trabalhadores previsto para cada uma das fases;
- Previsão, em cronograma, da instalação e permanência de máquinas, equipamentos e veículos de porte;
- Identificação de riscos ambientais por etapa e por função/atividade, considerando, principalmente, o agravamento do risco nas mudanças de fases da obra. Exemplo: pedreiro trabalhando sobre andaime suspenso; carpinteiro trabalhando na periferia da laje;
- Projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas de execução da obra.

O projeto das proteções, segundo alguns especialistas, cabe ao Engenheiro de Segurança, que definirá que tipo de proteções coletivas serão necessárias e quando deverão ser implantadas.

O PCMAT nada mais é do que o PPRA para as obras de construção civil onde, além da necessidade de enfoque dos riscos ambientais, enfatizam-se os riscos inerentes às atividades da indústria da construção.

O PCMAT deverá ser elaborado e executado, segundo a norma, por profissional legalmente habilitado em segurança do trabalho, que são os Técnicos de Segurança do Trabalho e os Engenheiros de Segurança do Trabalho, guardadas as devidas atribuições funcionais de cada um deles.

1.3.11 Vigilância

A Contratada manterá permanentemente durante 24 horas (vinte e quatro horas) sistema de vigilância, com pessoal devidamente habilitado e uniformizado, até o recebimento definitivo da obra pela SANEAGO. Licenças, seguros, taxas e tarifas

A contratada estará obrigada a obter todas as licenças, autorizações, alvarás e franquias necessárias ao serviço que contratar, pagando as taxas, emolumentos e outras despesas previstas em lei. Obriga-se ainda a observar todas as disposições normativas e legais referentes à obra e a segurança pública, bem como o pagamento de seguros de pessoas, despesas decorrentes das leis trabalhistas e impostos. Correrão ainda às suas expensas as tarifas de consumo de água e de energia elétrica, oriundas das instalações de escritórios e das obras e ainda quaisquer outras taxas administrativas que decorram da execução da obra.

1.3.12 Licenças, seguros, taxas e tarifas

A contratada estará obrigada a obter todas as licenças, autorizações, alvarás e franquias necessárias ao serviço que contratar, pagando as taxas, emolumentos e outras despesas previstas em lei. Obriga-se ainda a observar todas as disposições normativas e legais referentes à obra e a segurança pública, bem como o pagamento de seguros de pessoas, despesas decorrentes das leis trabalhistas e impostos. Correrão ainda às suas expensas as tarifas de consumo de água e de energia elétrica, oriundas das instalações de escritórios e das obras e ainda quaisquer outras taxas administrativas que decorram da execução da obra.

1.3.13 Recebimento das obras

Considerações Gerais

Os procedimentos aqui especificados serão aplicados para todos os serviços e obras de engenharia, independentemente de valor e localização, construídas para a SANEAGO.

Define-se como "Recebimento de Obra" o conjunto de atividades realizadas para oficializar a aceitação e o respectivo encerramento de uma obra, a partir da verificação do cumprimento das especificações técnicas, das estratégias construtivas e de todas as condições fixadas pelo contrato, visando obter a segurança e a qualidade necessária para o empreendimento, tudo em consonância com o seu objetivo e função.

Recebimento da obra

Quando as obras e serviços contratados estiverem inteiramente concluídos, em perfeito acordo com o Contrato, a Contratada encaminhará um ofício a Coordenação de Fiscalização solicitando o Recebimento da Obra. A Coordenação de Fiscalização iniciará o processo de recebimento emitindo a NOTIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE OBRAS/SERVIÇOS a Coordenação de Aceitação de Obras e Serviços da SANEAGO juntamente com um relatório de informações essenciais da obra.

A Coordenação de Aceitação de Obras e Serviços fará uma primeira visita à obra para dimensionar os recursos técnicos, humanos e econômicos para proceder ao Recebimento da Obra/Serviços. Instituirá a seguir uma Comissão de Recebimento que terá autoridade para oficializar o Recebimento da Obra, com todas as implicações cíveis e administrativas pertinentes.

Antes, porém, de encaminhar ofício a Coordenação de Fiscalização da Obra, a Contratada deverá junto com a Fiscalização da Obra elaborar uma Lista de Verificação que contemplem de forma objetiva as especificações a serem conferidas.

Itens Mínimos da Lista de Verificação

A Lista de Verificação deverá conter, no mínimo, os seguintes itens a serem conferidos pela Contratada e pela Fiscalização da Obra, quanto a sua conformidade as Normas da SANEAGO, as Especificações de Obra, as Plantas e as especificações deste Manual, e ainda a sua adequação ao uso pretendido da obra e seus elementos.

- Obras de Abastecimento de Água
 - ENSAIOS HIDRÁULICOS
 - Vazão;
 - Pressão;
 - Curvas de bombas;
 - Rendimentos;
 - Estanqueidade;
 - Lubrificação;
 - Acionamento de registros, válvulas, ventosas e outros dispositivos.
 - ENSAIOS ELÉTRICOS
 - Análises, vibrações;
 - Alinhamentos;
 - Balanceamentos.
 - MEDIÇÃO DE GRANDEZAS DA PARTE ELÉTRICA
 - Frequência;
 - Tensão;
 - Corrente;
 - Fator de potência;
 - Resistência de terra;
 - Aquecimento;
 - Aferições de relés;
 - Seletividades das proteções;
 - Testes de funcionamento;

- Acionamento manual/automático/sequencial/local e remoto;
- Supervisão local e remota.
- CAPTAÇÃO DE ÁGUA
 - Barragem (poço de sucção) canal de tomada;
 - Adufas de parede;
 - Casas de máquinas;
 - Quadros de comando;
 - Aterramentos;
 - Medidores de vazão;
 - Instalações elétricas;
 - Funcionamentos de motores e moto-bombas;
 - Automações do sistema;
 - Áreas: urbanização, drenagens e iluminações.
- ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA
 - Estanqueidade do poço de sucção;
 - Funcionamento de moto- bombas;
 - Aterramentos;
 - Quadros de comandos;
 - Automações;
 - Caixas de válvulas de controle;
 - Urbanização e drenagem da área;
 - Barriletes.
- ADUTORA DE ÁGUA BRUTA
 - Cadastro;
 - Proteções;
 - Descargas;
 - Ancoragens;
 - Materiais empregados;
 - Vazamentos.
- ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
 - Calha Parshall;
 - Medidor de vazão;
 - Estanqueidade de filtros, floculadores e decantadores;
 - Adufas de paredes;
 - Vazamentos existentes em geral;
 - Equipamentos elétricos e mecânicos;
 - Conservação do prédio;
 - Quadro de comando (painéis de comando);
 - Automação;
 - Equipamentos especiais;
 - Urbanização, drenagem, descarga e iluminação da área;
 - Transformadores;

- Cloradores, exaustores, balança, quadro de comando;
- Fornecimento de todos os manuais e garantia dos equipamentos utilizados.
- ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
 - Estanqueidade;
 - Funcionamento dos conjuntos motos- bombas;
 - Aterramentos;
 - Quadros de comandos;
 - Automação;
 - Caixas de válvulas de controle;
 - Urbanização e drenagem da área;
 - Tubulações de sucção e de recalque.
- ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
 - Cadastro;
 - Proteções;
 - Descargas;
 - Ancoragens;
 - Materiais empregados;
 - Vazamentos;
- RESERVATÓRIOS ENTERRADOS, SEMI-ENTERRADOS, APOIADOS E ELEVADOS
 - Material;
 - Capacidade;
 - Estanqueidade;
 - Logotipo da SANEAGO;
 - Pintura;
 - Luz de sinalização (luz piloto – reservatório elevado);
 - Para-raios (reservatório elevado);
 - Tubulações de entrada e de saída;
 - Extravasor com protetor de tela;
 - Barrilete;
 - Indicadores de níveis;
 - Urbanização, drenagem e iluminação da área.
- EDIFICAÇÕES CIVIS
 - Dimensões;
 - Revestimento de parede;
 - Revestimento de piso;
 - Pintura;
 - Acabamentos especiais;
 - Portas, portais, alizares e fechaduras;
 - Louças e metais sanitários;
 - Esquadrias;
 - Vidros;

- Armários;
- Instalação elétrica (iluminação e telefonia);
- Instalação hidráulica e sanitária;
- Cobertura;
- Urbanização, drenagem e iluminação externa;
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA
 - Cadastro completo dos condutos principais e secundários, de acordo com as Normas da SANEAGO.
 - Caixas de registros de parada e de descarga de cada módulo;
 - Testes de funcionalidade de registros, válvulas e ventosas;
 - Conferências de materiais empregados nas tubulações troncos e nas secundárias, verificando se estão aprovadas pelo controle de qualidade da SANEAGO;
 - Teste final da rede, condutos principais e condutos secundários;
 - Válvulas de quebra de pressão.
- LIGAÇÕES DOMICILIARES
 - Padrão SANEAGO;
 - Materiais empregados;
 - Testes das ligações prediais;
 - Cadastro.

• **Obras de esgoto sanitário/Lagoas**

Verificar a estanqueidade, taludes e seus dispositivos de proteção contra a erosão, detalhes de entrada e de saída, interligações, meio fio, urbanização, plantio de gramas e árvores, drenagem de águas pluviais.

◦ REDES, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

Verificar se material empregado está de acordo com o projeto, verificar ainda os diâmetros e as declividades dos coletores, dos interceptores e dos emissários, profundidade dos PV's e demais detalhes pertinentes.

◦ CADASTROS DAS REDES COLETORAS, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

De acordo com o padrão da SANEAGO.

◦ ELEVATÓRIA

Verificar a estanqueidade do poço de sucção, funcionamento do conjunto moto-bomba, aterramentos, quadros de comandos, níveis de automação, caixas de chegada, urbanização da área.

◦ LIGAÇÕES DOMICILIARES

Material empregado, testes das ligações prediais e cadastro.

◦ EDIFICAÇÕES CIVIS

Verificar dimensões, revestimento da parede, revestimento de piso, pintura, acabamentos especiais, portas, alizares e fechaduras, louças, metais sanitários, esquadrias, vidros, armários, instalação elétrica (iluminação e telefonia), instalação hidráulica e sanitária, cobertura, urbanização, drenagem e iluminação externa.

Além desta Lista de Verificação, a qual será anexada ao ofício encaminhado a Coordenação de Fiscalização, serão igualmente reunidos e entregues os seguintes documentos:

- Resultados e pareceres dos ensaios;
- Os ensaios de solos realizados no desenvolvimento da obra;
- Os ensaios de aço e de concreto realizados no desenvolvimento da obra;
- Os ensaios realizados em qualquer material no desenvolvimento da obra;
- Projeto definitivo;
- Desenhos "as built" de todos os projetos;
- Cadastro técnico;
- Relatórios técnicos elaborados no desenvolvimento da obra;
- Manuais técnicos dos equipamentos;
- Termos de garantia dos equipamentos;
- Laudos técnicos;
- Comprovante das vistorias das Companhias concessionárias de energia, de telefonia, de fornecimento de gás, quando for o caso.

Ficará a critério da SANEAGO exigir outros documentos relativos: as posturas municipais, aos regulamentos das concessionárias de serviços públicos e a qualidade dada às características intrínsecas das obras e serviços.

Entendendo a Comissão designada pela Coordenação de Aceitação de Obras e Serviços que todos os itens das especificações e de uso foram satisfeitos, estando de acordo com as Normas da SANEAGO, com as Especificações da Obra, com as Plantas e com as especificações deste Manual, será emitido o Laudo de Recebimento que conferirá à obra a condição de Recebida definitivamente, finalizando assim o processo de recebimento.

Caso seja observada alguma imperfeição nas obras ou serviços contratados, a referida Comissão emitirá um Relatório de Correção de Obras especificando os itens a serem reformulados ou reconstruídos e o prazo que disporá a Contratada para as devidas reparações. Concluídos os trabalhos das reparações, a Contratada deverá, mediante Ofício, notificar ao Coordenador de Aceitação de Obras e Serviços o término dos mesmos. Atendidas e satisfeitas todas as correções solicitadas, será emitido o Laudo de Recebimento.

Este Laudo de Recebimento conterá declaração formal de que o prazo mencionado no artigo 1245 do Código Civil será contado, em qualquer hipótese, a partir da data desse mesmo termo, ou seja, fica entendida e acordada a responsabilidade da Contratada, pelo prazo de 5 (cinco) anos, quanto ao seguinte:

- Pela execução e aplicação de materiais;
- Pela solidez e segurança das obras, em razão dos materiais empregados e do solo onde foram edificadas.

Atestado para fins de acervo técnico

O Atestado de Execução para fins de Acervo Técnico será emitido quando solicitado pelo interessado, por ocasião do recebimento da obra, ou em época posterior.

O Atestado de Acervo Técnico será editado em 2 (duas) vias sendo que uma via ficará na SANEAGO e a outra será entregue a requerente.

Atestado de Acervo Técnico será redigido de acordo com a minuta a seguir:

Atestado de Capacidade Técnica

Atestamos, a requerimento da parte interessada, através do **protocolo nº.**_____/____ e constante no **contrato nº.**_____/____, que a firma _____, sediada na _____ inscrita no CNPJ/MF sob o nº. _____, tendo como responsáveis técnicos dessa obra, os engenheiros civis _____

_____ e **ART nº.1020180058784**

executaram para a **Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO)**, sediada na Avenida Fued José Sebba, nº1245, Jardim Goiás, Goiânia-GO, inscrita no CNPJ: **01.616.929/0001-02**, no período de ____/____/____ a ____/____/____, as obras e serviços relacionadas na planilha anexa, relativas a _____ **no município de** _____-GO, conforme o citado contrato celebrado entre as partes, encerrado em ____/____/____ e processo licitatório **Nº.** ____/____.

Goiânia, ____ de ____ de ____.

Eng. _____

Gestor do Contrato

Eng. _____

Superintendente de Gestão de Obras

Eng. _____

Diretor de Expansão

1.4 Da fiscalização da obra

1.4.1 A fiscalização e suas funções

A Fiscalização da obra ficará a cargo de pessoa física ou jurídica, designada pela SANEAGO e comunicada à contratada, estando técnica e legalmente habilitada para fiscalizar a execução da obra, com autoridade para exercer em nome da SANEAGO toda e qualquer ação de orientação geral, controle de obras e serviços, nos limites da lei.

A Fiscalização será composta por quantos técnicos sejam necessários para o cumprimento do contrato, de modo técnico, eficaz e legal. Competirá a ela zelar pela obediência das plantas, desenhos, detalhes, especificações e do Manual Geral de Obra, contando para isso com os meios capazes de fazer cumprir e de observar a boa técnica no desempenho de suas funções.

São funções da fiscalização:

- Exigir da contratada, diretamente ou através do pessoal a suas ordens, o cumprimento das condições contratuais;

- Garantir a execução das obras com estrita obediência ao projeto aprovado, ou com as modificações devidamente autorizadas pela diretoria de engenharia e ainda zelar pelo cumprimento do programa de trabalho estabelecido;
- Definir as condições técnicas que o presente Manual Geral de Obras ou o Caderno de Especificações da obra determinem, na sua esfera de decisão; as condições do contrato ou que estas se processem nos limites da lei e com a autorização da diretoria de engenharia;
- Estudar eventuais problemas que apareçam nas obras e que impeçam o normal cumprimento do contrato e provoquem sua modificação, analisando, rejeitando ou aprovando as propostas de soluções correspondentes apresentadas;
- Propor as ações pertinentes para obter dos organismos oficiais e particulares as licenças e autorizações necessárias para execução da obra e ocupação de bens afetados por elas e resolver
- Resolver todas as questões técnicas que surjam quanto à interpretação das plantas, condições uso de materiais e de execução das unidades de obra, sempre que não se modifiquem os problemas com os serviços e servidores relacionados com as mesmas;
- Assumir sob sua responsabilidade, em casos de urgência e gravidade, a direção imediata de determinadas operações ou trabalhos em cursos. Nessa eventualidade, a construtora ou prestadora de serviços colocará a sua disposição os meios necessários;
- Ordenar a contratada o aumento de horário de trabalho, nos limites da lei, caso venham ocorrer atrasos nas etapas programadas assumindo aquelas o ônus ou eventuais prejuízos daí decorrentes;
- Fazer as medições das obras com as técnicas apropriadas e com os meios humanos e materiais mais adequados, de forma a expressar literal e graficamente as reais quantidades de obras e serviços executados. Todas as medições de obras e serviços serão responsabilidade direta da fiscalização e da coordenação da fiscalização, assumindo estas juntamente com a contratada, as consequências administrativas e jurídicas da incorreção voluntária das mesmas ou quando realizadas com negligência ou imperícia;
- Creditar a contratada às obras realizadas conforme o disposto nos documentos contratuais e de acordo com os critérios de medição e pagamento da SANEAGO;
- Participar dos recebimentos provisórios e definitivos das obras e redigir os termos de recebimento correspondentes conforme as normas legais estabelecidas e os dispositivos eventuais da SANEAGO;
- Aprovar a contratação de terceiros pelas contratadas sempre que este ato não fira os documentos contratuais e seja legalmente permitida, comprovando previamente a devida habilitação e qualificação dos mesmos para a realização das obras ou serviços a eles encomendados;
- Aprovar antes da aquisição, através de mostruários, todos os materiais a serem utilizados na obra, cuja decisão pela aprovação tenha sido a ela incumbida pelo caderno de especificações da obra ou por este manual geral de obra;
- Fazer e/ou aprovar, com as devidas autorizações, as modificações técnicas e economicamente mais viáveis, na solução de problemas da obra em decorrência de

imprevistos ou omissões nos projetos sempre nos limites impostos pela Lei 8.666 e suas posteriores modificações;

- Anotar no diário de obra todas as ordens e recomendações dadas à contratada para o fiel desempenho de suas funções. A contratada poderá negar-se a executar as ordens que não forem escritas no diário de obras;
- Fazer cumprir o estabelecido neste Manual no que se refere à segurança e higiene nas obras;
- Preparar e acompanhar a lista de validação para checagem final antes do início do processo de recebimento da obra.

1.4.2 Direitos e autoridades da fiscalização

A fiscalização poderá exigir da contratada, a qualquer momento e de pleno direito, que sejam adotadas providências adicionais necessárias à segurança dos serviços e ao bom andamento da obra, devendo anotá-las no diário de obras.

A fiscalização terá plena autoridade para suspender, por meios amigáveis ou não, os serviços da obra, total ou parcialmente, sempre que julgar conveniente por motivos técnicos, de segurança ou outros considerados importantes e justificáveis. Essa iniciativa dar-se-á sem prejuízo das penalidades a que ficará sujeita a contratada, sem que ela tenha direito a qualquer indenização, na falta do cumprimento da ordem no prazo estabelecido na notificação correspondente. Em quaisquer dos casos, os serviços serão reiniciados através de ordem específica da fiscalização.

É de competência da fiscalização a solução ou encaminhamento de todo e qualquer caso singular, duvidoso ou omissivo, não previsto no contrato, nas especificações ou plantas da obra ou aquelas dúvidas de projeto que, de qualquer forma se relacione ou venha a se relacionar direta ou indiretamente com a obra em questão e seus complementos.

1.5 A contratada

1.5.1 Obrigações e responsabilidades da contratada

Não poderá alegar, em hipótese alguma, como justificativa ou defesa, pela contratada, desconhecimento, incompreensão, dúvidas ou esquecimento das cláusulas e condições deste manual, do contrato ou do projeto, bem como de tudo que estiver contido nas normas, especificações e métodos da ABNT aplicáveis aos serviços que estiver executando.

A contratada acatará de modo imediato as ordens da fiscalização que estejam no âmbito do contrato, das especificações da obra, ou deste manual.

A contratada manterá de forma permanente e colocar a disposição da fiscalização os meios necessários e aptos a permitir a medição dos serviços executados, bem como a inspeção das instalações das obras, dos materiais e dos equipamentos, independentemente das inspeções de medições para efeito de faturamento e, ainda, independentemente do estado da obra e do canteiro.

A existência e a atuação da fiscalização em nada diminuem a responsabilidade única, integral e exclusiva da contratada no que concerne às obras e suas implicações próximas ou remotas, sempre de conformidade com o contrato, o código civil e demais leis ou regulamentos vigentes. A contratada atenderá a fiscalização e prestar-lhe todos os esclarecimentos e informações sobre a programação e o andamento da obra, as peculiaridades dos diversos trabalhos e tudo o mais que a fiscalização julgar necessário.

A contratada será obrigada a afastar do serviço e do canteiro de trabalho todo e qualquer elemento que, por conduta, pessoal ou profissional, possa prejudicar o bom andamento da obra ou a ordem do canteiro.

A contratada não executará qualquer serviço que não seja autorizado pela SANEAGO, salvo aqueles que se caracterizem como necessários à segurança da obra.

1.5.2 Pessoal da contratada

A contratada manterá na chefia da obra, em tempo integral, um engenheiro devidamente registrado na região local do CREA e com comprovada capacidade e experiência na gerência de obras do mesmo porte e natureza da que será executada.

Esse engenheiro será auxiliado na execução de obras, em cada frente de trabalho, por pelo menos, um encarregado especializado.

O engenheiro chefe da obra será o representante legal da contratada. O quadro de pessoal da contratada alocado na obra, ou em outros setores que a afetem diretamente, será constituído de elementos competentes, hábeis, disciplinados e experientes qualquer que seja a sua função, cargo ou atividade.

1.5.3 Danos, prejuízos e responsabilidades

Além das responsabilidades estabelecidas em contrato, serão de responsabilidade da contratada aquelas de ordem pública impostas pela lei ou pela ética profissional perante a administração pública, a vizinhos da obra e a terceiros, empregados, fornecedores, e fisco, bem como perante os órgãos da fiscalização administrativa e profissional, em face às infrações decorrentes de eventos da construção, quais sejam:

- Responsabilidade pela perfeição da obra;
- Responsabilidade pela solidez e segurança da obra;
- Responsabilidade civil por danos a vizinhos ou terceiros;
- Responsabilidade ético-profissional;
- Responsabilidades trabalhistas e previdenciárias;
- Responsabilidades pelo fornecimento de insumos e materiais previstos em contrato;
- Responsabilidades pelos tributos relacionados a suas atividades;
- Responsabilidades administrativas e de gestão das obras;
- Responsabilidades penais por acidentes decorrentes de colapsos de componentes das obras ou por erros de construção;
- Responsabilidade por construções clandestinas, ou sem cobertura legal;
- Responsabilidade pelos danos ao meio ambiente, causados pela inobservância das recomendações relativas ao controle ambiental das obras, em suas diversas fases ou etapas.

1.5.4 Ensaios

Será obrigatória a realização de qualquer ensaio de laboratório previsto nas especificações da obra ou qualquer outro que, por recomendação de norma técnica, seja indispensável para a comprovação das qualidades exigidas em projeto, ainda que não solicitados pela fiscalização.

A critério da fiscalização serão realizados quantos ensaios forem necessários para comprovar a qualidade dos materiais, equipamentos e obras executadas, bem como para a comprovação de não existências de defeitos ou de vícios ocultos.

O ônus da realização dos ensaios caberá exclusivamente à contratada.

2 Serviços preliminares

2.1 Limpeza do terreno

2.1.1 Desmatamento e Destocamento

Compreende o corte de troncos de mais de 0,10 m de diâmetro, medidos a 1 m do solo, com arrancadora dos tocos e remoção para local fora da área de implantação da obra, aprovado pela Fiscalização. Somente serão derrubadas, mediante anuência dos órgãos competentes e aprovação da Fiscalização, árvores que comprovadamente causem interferências nos serviços ou que tenham sua sobrevivência comprometida por escavações que afetem suas raízes.

2.1.2 Capina e Roçagem

Compreende a remoção, executada manualmente, da vegetação rasteira e dos arbustos com diâmetros até 0,10 m, medidos a 1,00 m do solo, além da remoção do material até o local fixado pela Fiscalização, ou a queima deste material, se necessário, em local que não ofereça qualquer espécie de perigo as instalações do canteiro.

2.2 Caminhos de serviços

Os caminhos de serviços, existentes ou abertos por ocasião das obras, devem apresentar características técnicas que permitam o tráfego nos dois sentidos de todos os veículos e equipamentos utilizados, em condições adequadas de conforto e segurança durante todo o período contratual.

Para tanto, se necessário, receberão revestimento primário em cascalho ou pedra britada e sofrerão manutenções periódicas, de modo a evitar a degradação de suas características iniciais.

Os caminhos de serviços deverão apresentar boas condições de tráfego de modo a facilitar o acesso às diversas unidades componentes da obra.

Após a conclusão dos serviços, estes caminhos serão mantidos caso sejam integrados à malha viária de acesso ao empreendimento, caso em que serão melhorados. Aqueles que não estiverem integrados ao sistema viário de acesso ao empreendimento serão eliminados, devendo ser restauradas as condições iniciais do local.

2.3 Demolições e reposições

A Contratada executará as demolições e as remoções de qualquer natureza, cadastradas ou não, que lhe forem determinadas pela Fiscalização, para permitir a execução dos serviços da obra. Nas demolições ou remoções serão observados os interesses da SANEAGO referentes ao material que pretenda aproveitar na própria obra ou em outras obras.

Na execução das demolições, serão tomadas medidas adequadas para proteção contra danos às propriedades vizinhas, aos transeuntes e aos próprios operários.

A Contratada deverá proceder às diversas reposições, reconstruções e reparos de qualquer natureza, mobilizando todos os meios e recursos (pessoal, material, equipamento e boa

técnica) aptos a tornar o executado melhor ou, no mínimo, igual à obra removida, demolida ou comprometida, obedecendo a todas as normas e prescrições deste Manual ou as determinadas pela fiscalização.

A Contratada assumirá integral responsabilidade nos casos em que ocasionar danos, por ação ou omissão, a terceiros, correndo por sua exclusiva conta todo material e mão-de-obra empregados nas reparações, bem como as indenizações porventura devidas.

O entulho e os materiais não sujeitos a reaproveitamento, provenientes das demolições, serão transportados pela Contratada e levados para o bota-fora, indicado pelo órgão competente e aprovado pela Fiscalização. Igual tratamento será dado periodicamente ao entulho e material descartável resultante dos serviços de construção.

2.4 Tapume de proteção e cercas

As escavações para a implantação das canalizações das redes de água e de esgoto bem como das adutoras, subadutoras, interceptores e emissários de esgotos quando realizadas em zona urbana, de forma a interferir com o trânsito de veículos e de pessoas deverão ser sinalizadas e dotadas de desvios, tapumes e passarelas. Quando situadas ao longo das vias de tráfego, possuirão sinalização luminosa de advertência, conforme adiante especificado. Os tapumes deverão ser utilizados para cercar o perímetro de todas as obras urbanas, com a exceção das pequenas e de curta duração, nas quais se utilizarão cercas portáteis.

A Contratada será responsável pela pintura, transporte e manutenção dos tapumes e passarelas de pedestres. Os tapumes deverão apresentar-se sempre limpos e pintados, e a sinalização, em permanente estado de funcionamento, de modo a manter a segurança do tráfego, noturno e diurno, de pedestres e veículos.

Poderão ser empregadas placas laterais, de chapas de madeira compensada, tábuas ou chapas de metal, porém deverão ser pagos pelos custos do tapume de madeira.

Em qualquer caso deverão ser obedecidas as dimensões indicadas pela Fiscalização, de forma contínua, estando dispostas verticalmente e encostadas no solo.

A vedação lateral deve ser feita de maneira a impedir completamente a passagem de terra ou detritos.

A sustentação vertical das chapas ou placas será feita por elementos de madeira ou metal, além de uma base interna ao tapume para garantir estabilidade ao conjunto.

As pranchas devem atingir a altura mínima de 1,10 m a partir do solo.

No caso de obras de grande duração, atingirão no mínimo a altura de 2.00m.

As pranchas deverão ser colocadas em sequência e em número suficiente para fechar completamente o local. Junto às interseções, o tapume terá altura máxima de 1,10 m até 3,00 m do alinhamento da construção da via transversal, para permitir visibilidade aos condutores de veículos. Além disto, terão dispositivos luminosos de luz fixa.

Será reservado um espaço nas pranchas para identificação da concessionária, da empreiteira e da obra, assim como nas placas de barreiras.

A Fiscalização suspenderá todas as escavações de valas que, a seu critério, possam comprometer a segurança dos transeuntes.

As vias de acesso fechadas ao trânsito deverão ser protegidas com barreiras e com a devida sinalização e indicação de desvio, devendo, durante a noite, serem iluminadas e, em casos especiais, deverão ser postados vigias ou sinalizadores, devidamente equipados.

Nos cruzamentos ou em outros locais, onde não for possível utilizar desvios o serviço será efetuado por etapas, de modo a não bloquear o trânsito.

Os serviços deverão ser executados sem interrupção até a liberação da área, sendo programados para fins de semana ou para os horários de menor movimento, em comum acordo com os órgãos competentes e com a Fiscalização.

As grades portáteis deverão ser utilizadas nas obras rápidas ou pequenas, como na construção ou montagem de poços de visitas no leito carroçável ou nas calçadas.

Para tanto, as grades deverão ser portáteis e dobráveis, a fim de cercar o local em obras com flexibilidade.

Será procedida manutenção permanente, seja da estrutura, seja da pintura, sendo reparadas ou substituídas quando apresentarem deterioração.

As grades deverão ser colocadas em volta da área de trabalho, de modo a proteger os trabalhadores, pedestres e motoristas. No caso de serviços no leito carroçável, deverão ser fixadas bandeirinhas no greide. Além disso, o local deverá ser devidamente sinalizado com cones ou balizadores.

2.5 Sinalização

2.5.1 Considerações Gerais

A Contratada se empenhará em tornar mínima a interferência dos seus trabalhos sobre o tráfego, o público e o trânsito, criando facilidades e meios que demonstrem essa sua preocupação. A Contratante, através da Fiscalização, participará da análise dos problemas e das soluções adotadas.

A sinalização adequada das obras será feita, não só para proteger trabalhadores, transeuntes, equipamentos e veículos, bem como atender as exigências legais.

As obras e serviços, em vias públicas, deverão ser executados com a indispensável cautela e adequada sinalização, quer durante o dia, quer durante a noite e de acordo com os elementos de sinalização diurna e noturna, recomendados e descritos nas Normas de Sinalização de Obras em Vias Públicas Urbanas.

Quaisquer obras, nas vias públicas, que possam perturbar ou interromper o livre trânsito, ou ainda oferecerem perigo à segurança pública não serão iniciadas sem prévios entendimentos com a administração local e com o órgão responsável pelo trânsito.

Nenhuma obra em rua transitada por pedestres ou veículos será iniciada sem prévia sinalização de desvio, tudo de acordo com as autoridades competentes ou entidades concessionárias de serviços de transportes.

Todas as providências relativas ao assunto serão de responsabilidade exclusiva da Contratada. Nas calçadas e faixas de segurança de passagem de pedestres, particularmente diante de escolas, hospitais e outros polos de concentração, deverão ser providenciados, pela Contratada, condições que permitam o livre trânsito de pessoas, durante o dia ou à noite, em perfeita segurança.

Vias de acesso sujeitas a interferências com a obra serão deixadas abertas com passadiços ou desvios adequados, construídos e mantidos pela Contratada. Vias de acesso fechadas ao trânsito serão protegidas com barricadas, com a devida e convencional sinalização de perigo e indicação de desvio, colocando-se os sinais de advertência. Durante a noite, serão iluminadas e, em casos especiais, deverão ser postados vigias ou sinalizadores devidamente equipados para orientação, evitando acidentes.

A sinalização para o tráfego desviado obedecerá às recomendações do Código Nacional de Trânsito quanto às dimensões, formatos e dizeres. Serão executados pela Contratada, a quem caberá o fornecimento dos materiais necessários, tanto para sinalização diurna, como noturna. Nas saídas e entradas de veículos das obras, da área de empréstimo ou bota-fora, a Contratada proverá sinalização diurna e noturna adequada. Especial cautela e sinalização se recomendam para eventuais inversões de tráfego, ficando sob a responsabilidade da Contratada os entendimentos e a obtenção das autorizações, junto às autoridades competentes.

Os equipamentos empregados pela Contratada terão características que não causem danos às vias públicas, pontes, viadutos, redes aéreas, etc. Quaisquer danos desse tipo deverão ser reparados pela Contratada, sem ônus para a Contratante.

Quando a Contratada tiver necessidade de transportar cargas excepcionalmente pesadas ou de dimensões avantajadas, informará a Fiscalização, cabendo-lhe, todavia, as responsabilidades e providências pertinentes. A Contratada será inteiramente responsável por quaisquer danos a viaturas particulares ou acidentes que envolvam pessoas, empregados ou não, nas obras.

Onde não for possível desviar o trânsito, a Contratada efetuará os serviços por etapas, de modo a não bloqueá-lo. Tais serviços prosseguirão sem interrupção até a sua conclusão e serão programados em dias não úteis ou em horas de movimento sabidamente reduzido. Particular atenção é recomendada a serviços, nestas circunstâncias, que exijam sinalização bem destacada a partir de 500 m no mínimo, em todos os sentidos de aproximação.

A Contratada construirá passagens temporárias que permitam o tráfego de veículos para estacionamento ou recolhimento e garagens coletivas comerciais ou residenciais quando necessárias.

Ficará na obra cópia xerográfica autenticada dos documentos de liberação da área de serviço pelo órgão de trânsito com jurisdição sobre o local.

2.5.2 Dispositivos de Sinalização Diurna.

Os sinais de trânsito são classificados em três categorias principais, de acordo com o "Sistema Uniforme de Sinalização" aprovado pela comissão de transporte e comunicação da ONU em junho de 1952 e adotado pelo código nacional de trânsito.

Essas categorias compreendem:

- Sinais de advertência

Cuja finalidade é avisar o usuário da existência e da natureza de ocorrência de intervenção na rua ou rodovia;

- Sinais de regulamentação

Têm por fim informar o usuário sobre certas limitações e proibições, relativas ao uso da rua, cuja violação constitui uma contravenção das normas estabelecidas pelo código nacional de trânsito;

- Sinais de indicação

Destinados a guiar o usuário no curso de seu deslocamento e fornecer outras informações que possam ser úteis. De modo geral, os sinais mencionados nas presentes normas são de advertência; todavia, sempre que as condições exigirem deverão ser acompanhadas de sinais de regulamentação, fornecidos e instalados diretamente pelo órgão responsável pelo trânsito.

2.5.3 Dispositivos de Sinalização Noturna.

A sinalização noturna ocorre com os mesmos dispositivos utilizados na sinalização diurna; acrescidos de um ou dois elementos adicionais seguintes: sinalização refletiva e/ou sinalização luminosa. Além das recomendações normalmente indicadas para as obras, o mesmo cuidado e atenção serão dispensados à sinalização noturna dos equipamentos que muitas vezes ficam estacionados na rua durante a execução dos serviços.

- Sinalização Refletiva

A sinalização refletiva tem por fim refletir ao máximo toda luz incidente, tornando claramente visível, em sua totalidade, o dispositivo em que é aplicada. A refletividade de um elemento de sinalização é conseguida por meio de dispositivos especiais (olhos-de-gato, películas refletivas e outros) ou de tintas que possuam essas propriedades.

- Dispositivos Especiais

Quando adotados, serão vermelhos e colocados, de preferência, nos cavaletes.

- Tintas Refletivas.

São utilizadas na pintura das faixas amarelas dos cavaletes zebrados e dos demais dispositivos, já descritos, da sinalização diurna que venham a ser utilizados à noite.

- Sinalização luminosa

- Sinalizadores a querosene

Compõem-se de um recipiente para querosene e pavio grosso, que é extraído para fora dele, através de dispositivo especial à medida que é utilizado.

Serão usados na sinalização de locais que não dispõem de outro tipo de iluminação. Serão colocados na altura adequada e perto de sinais que se pretende tornar visíveis.

- Lâmpadas vermelhas comuns

Quando houver necessidade e a critério da Fiscalização, serão utilizadas lâmpadas vermelhas comuns ou baldes de plástico vermelho perfurados.

- Sinalização rotativa ou pulsativa

Em locais de grande movimento, serão exigidos sinalizadores rotativos ou pulsativos, que são visíveis a grande distância e constituem um dos mais perfeitos dispositivos de sinalização noturna.

A Contratada usará qualquer recurso técnico para iluminação de sinais. Quando for usado exclusivamente sistema elétrico, com iluminação da Concessionária, haverá gerador de emergência no local e operador permanente. As redes elétricas serão duplas com lâmpadas alternadas, alimentadas pelos dois circuitos diferentes, providos de navalhas, com fusíveis diferentes, sendo a rede usada exclusivamente para iluminação elétrica. O

sistema de emergência é de bateria com "cut-off" automático. Quando for usado outro tipo de iluminação, com "lâmpioes", esses serão protegidos das intempéries e serão mantidos no local operários encarregados de reabastecê-los durante a noite. Os montes de material escavado que permanecerem expostos serão caiados.

2.6 Passadiço e travessia

Deverão ser construídas passagens temporárias nos locais indicados pela Fiscalização sempre que houver comprometimento da segurança dos transeuntes.

As passarelas de pedestres deverão ser iluminadas em toda a sua extensão, possuir guarda-corpo rígido e piso de pranchões de madeira muito bem nivelados, sem juntas apreciáveis ou ressalto que possam causar acidentes aos usuários. As passarelas deverão ser varridas diariamente, de modo a evitar o acúmulo de terra ou lama, que as tornem escorregadias.

Nas entradas dos edifícios, tanto de veículos como de pedestres, deverão ser executadas "pontes" de pranchões de madeira ou de chapas de aço, de forma a garantir-lhes o acesso.

As passarelas serão de dois tipos, conforme descrição a seguir:

- Passadiços de madeira

Passadiços e/ou passarelas de madeira serão construídos onde necessários, a critério da Fiscalização, em ruas de pequeno movimento para garantir a trânsito normal de pedestres e assegurar a continuidade da operação e manutenção das instalações existentes.

Deverá ser de largura tal que permita segurança na sua utilização por pedestres.

- Passadiços de chapas metálicas para veículos

Passadiços e/ou passarelas metálicas serão construídos onde necessários, a critério da Fiscalização, em locais em que haja movimento razoável de veículos, para garantir o trânsito normal de pedestres e/ou veículos e assegurar a continuidade da operação e manutenção das instalações existentes.

Serão em chapas de aço de espessura igual ou maior a 3/4 ", com dimensão mínima de 1,50 x 1,50 m".

2.7 Construção e conservação de desvios

Se durante o desenvolvimento das obras houver necessidade de execução de desvios, os mesmos serão construídos, de acordo com as instruções da Fiscalização, tendo a Contratada o direito de receber os gastos decorrentes de sua realização.

Salvo se as especificações de obra estabelecerem o contrário, entende-se como incluído no preço, da execução dos desvios, a manutenção e conservação dos mesmos.

2.8 Canteiro de obras

O local escolhido para construção do canteiro de serviços deverá ser aprovado pela Fiscalização. Apesar da aprovação, não caberá à SANEAGO, em hipótese alguma, os ônus decorrente de locação e manutenção dos acessos à área escolhida.

O terreno escolhido para instalação do canteiro de serviços deverá estar localizado próximo à obra e ser de fácil acesso por vias bem conservadas, sendo que a conservação ficará sob a responsabilidade da Contratada.

O canteiro será executado conforme instruções da Fiscalização. A Contratada, não poderá, em hipótese alguma, iniciar as obras do canteiro sem a autorização e aprovação do projeto pela Fiscalização. As dimensões das instalações do canteiro levarão em consideração as proporções e características das obras. As alterações na execução em relação aos projetos apresentados e aprovados serão previamente autorizadas pela Fiscalização, não havendo nenhum ônus para a SANEAGO. Para a aprovação do canteiro pela Fiscalização, a Contratada apresentará a planta geral indicando:

- Localização do terreno;
- Acessos;
- Redes de energia elétrica, de água, esgoto, internet, telefone ou de rádio;
- Localização e dimensões de todas as edificações;
- Localização dos pátios.

2.8.1 Instalações provisórias no canteiro

Ficará ainda sob responsabilidade da Contratada:

Fornecimento de Água e de Energia Elétrica

O fornecimento de água industrial e potável e de energia elétrica para abastecimento do canteiro de obras serão atribuições da Contratada. Na inexistência ou falta de suprimento pela Rede Pública, a Contratada deverá estar aparelhada para tal eventualidade, com produção de energia mediante geradores e abastecimento de água através de caminhões-pipas.

Sistemas de Esgotamento

A Contratada solicitará a SANEAGO ligação a Rede Pública. Caso o sítio da obra não disponha de sistema público de coleta, a Contratada providenciará fossa séptica e sumidouro ou outro destino mais recomendável para aqueles dejetos.

Internet, Telefonia ou Radiotransmissor

A Contratada providenciará instalações de telefone e internet, para ela e para a Fiscalização. Em locais onde não exista Rede Telefônica, a Contratada providenciará, quando solicitada pela Fiscalização, instalação de Rádio- Transmissor, sem ônus para a SANEAGO.

Manutenção do Canteiro e Medidas de Higiene e Segurança

A manutenção do canteiro, até o final da obra, quer sob o aspecto físico como o de ordem interna, e a observação dos cuidados higiênicos e de segurança pessoal.

Escritório de Obras da SANEAGO

Ficará a cargo da Contratada a execução dos escritórios de obras da SANEAGO, que terão área mínima, segundo o porte da obra, conforme projeto aprovado pela Fiscalização. Ficará a critério da Fiscalização alterar a disposição, inclusive sua ampliação, conforme sua necessidade.

Opcionalmente a critério da Fiscalização, a Contratada alugará um imóvel como canteiro, desde que possua no mínimo as áreas e instalações necessárias.

No decorrer da obra, ficará por conta e a cargo da Contratada o fornecimento do mobiliário necessário à Fiscalização e a limpeza das instalações, móveis e utensílios das dependências da Fiscalização e a reposição do material de consumo necessário (carga do extintor de incêndio, produtos para higiene pessoal e do ambiente, etc.).

2.9 Placas

2.9.1 Identificação da obra

O fornecimento de Placa de Identificação da Obra ficará a cargo da Contratada, que providenciará a confecção por profissional especializado, devendo a sua instalação se dar em local definido pela Fiscalização.

Os modelos e detalhes da placa serão aqueles em vigência na época da execução da obra e serão fornecidos pela fiscalização. Terão a face em chapa de aço galvanizado, nº 16 ou nº 18, com tratamento antioxidante, sem moldura, fixadas em estruturas de madeira, suficientemente resistente para suportar a ação dos ventos.

As tintas usadas para pintura serão de cor fixa e de comprovada resistência ao tempo.

2.9.2 Placas da Saneago

As placas da SANEAGO serão do modelo vigente à época da obra, e em se tratando de obras financiadas, deverão ser consideradas as exigências do agente financiador. Serão instaladas em local escolhido pela Fiscalização.

Placas da contratada

No canteiro de obras só será colocada placa da Contratada, após prévio consentimento da Fiscalização, principalmente no que se refere a sua localização e dimensões. A referida placa deverá satisfazer as exigências do CREA-GO, com relação aos profissionais.

2.10 Desmontagem do canteiro e limpeza final

2.10.1 Desmontagem e remoção do canteiro

Após a conclusão dos serviços, a Contratada procederá à desmontagem do Canteiro e, salvo determinação contrária da Fiscalização da Obra, desmontará todas as construções realizadas para abrigar os escritórios, banheiros, dormitórios, refeitórios, enfermarias, armazéns, almoxarifados ou qualquer outra edificação construída por motivo da execução da Obra.

A Contratada deverá elaborar Relatório de Desmobilização do Canteiro descrevendo as ações, a destinação dos resíduos com os documentos comprobatórios, além de fotos.

Removerá do local os restos de materiais, equipamentos e quaisquer detritos provenientes da obra, deixando-o totalmente limpo, restituindo a área ao seu estado original. Deverão ser removidas todas as Placas.

2.10.2 Limpeza final

Cimentados e Ladrilhos

Lavar com solução de ácido clorídrico (ou muriático) na proporção de uma parte de ácido para 5 de água, após secagem aplicar duas demãos de cera incolor a base de silicone.

Pisos de Granilite ou de Alta Resistência

Após o último polimento, será feita a lavagem das superfícies e, depois de secas, efetuado o enceramento com duas demãos de cera incolor à base de silicone.

Azulejos e Cerâmicas

Lavar com água e sabão e enxugamento com pano limpo. Também serão admitidos uso de produtos próprios para limpeza de azulejos e cerâmicas que, comprovadamente, não afetem seu esmalte.

Assoalho de Madeira

Após a conclusão de todos os acabamentos, será feita a limpeza com pano limpo e úmido. Após a secagem, enceramento com duas demãos de cera incolor a base de silicone lustrada após cada demão.

Ferragens, Metais e Esquadrias

Cromados ou niquelados, realizará a limpeza com um removedor adequado e usará flanela para polimento. As esquadrias metálicas ou de alumínio serão limpas apenas com água e sabão neutro e, em seguida, secas e polidas com flanelas.

Vidros

Obedecerá ao que se segue:

- Respingo de tinta;
- Remover com removedor e palha de aço fina;
- Eliminar os excessos de massa com lâmina ou espátulas finas, sem causar danos às esquadrias e pintura;
- Borrifar produtos a base de álcool, próprios para limpeza de vidros ou com água e sabão neutro e logo secar com rodo de mão e papel.

Aparelhos Sanitários

Lavar com água e sabão, sem qualquer adição de ácidos, ou com detergentes ou bactericidas próprios para louça sanitária.

De iluminação

Utilizar pano úmido ou no máximo água e sabão neutro.

Pátios, Passeios e Acessos

Após a remoção de todos os entulhos e restos de materiais para fora da obra, será feita limpeza final com

3 OBRAS CIVIS

3.1 Preparo do terreno

Para Limpeza, trânsito, segurança e demolições vide Capítulo 2, Item 2.1 – Serviços Preliminares.

3.2 Locação das obras

Os serviços topográficos compreendem a materialização da geometria e altimetria das obras civis projetadas a partir de marcos de apoio planimétrico e altimétrico fornecidos pela Fiscalização, tão perto quanto possíveis da área de trabalho.

Sempre que possível os marcos planimétricos terão definidas as coordenadas planas e orientação, e os altimétricos suas altitudes sobre o nível do mar. Caso contrário, tais referências serão arbitradas em projeto ou pela Fiscalização.

No caso dos marcos de apoio distarem da área de trabalho, a contratada deverá providenciar os transportes das referências dos marcos fornecidos à área de trabalho.

A locação da obra será efetuada rigorosamente de acordo com os desenhos e dados do projeto, ficando sob a responsabilidade da contratada qualquer erro de alinhamento, obrigando-se a desfazer ou refazer a marcação sob suas expensas, caso alguma incorreção seja verificada pela Fiscalização ou pela Contratante.

Caso se verifique algum erro de projeto tanto na planimetria como na altimetria os mesmos serão imediatamente comunicados por escrito, à Fiscalização, a qual deverá corrigi-los e autorizar o prosseguimento dos trabalhos. Não caberá à contratada nenhuma reclamação nem tampouco nenhum abono de serviços cujas medições sejam superiores às de Projeto em decorrência de erros ou omissões destes, a menos que as mesmas tenham sido previamente discutidas e expressamente aprovadas pela Fiscalização.

Previamente, a contratada deverá verificar junto aos órgãos municipais e estaduais competentes as restrições à locação da obra. Caso se constate alguma restrição, a contratada deverá providenciar às suas expensas as possíveis alterações e/ou obtenção de licenças e autorizações.

Para a realização dos serviços topográficos previstos neste Manual e outros eventualmente necessários para a perfeita implantação das obras, a contratada contará, durante todo o período de sua execução, com uma equipe de topografia permanente à disposição. Os integrantes dessa equipe deverão, em número e nível técnico, atender às necessidades do empreendimento.

Os equipamentos topográficos utilizados deverão garantir o nível de precisão nos apoios e pontos singulares na seguinte razão:

Na planimetria, a precisão angular é de $10'' \times \text{raiz quadrada de } N$, sendo N o número de vértices da poligonal; já a precisão linear é de $1/20.000$ da extensão da poligonal. A precisão do apoio altimétrico é de $4 \text{ mm raiz quadrada de } K$, sendo K a distância entre os marcos, expressa em quilômetros.

Caberá à contratada, ainda, a realização dos seguintes serviços:

A amarração planialtimétrica do eixo de locação das obras aos marcos de referência.

A precisão da locação deverá garantir um desvio máximo do ponto locado de 1: 3000 da poligonal de locação; Coletar e ordenar todos os elementos necessários às medições e à elaboração do cadastro da obra;

Cadastrar as interferências existentes e eventualmente não detectadas na época da elaboração do projeto ou que foram construídas posteriormente;

As medidas lineares serão executadas com trena de fibra de vidro e sempre verificadas com duas medidas taqueométricas, a ré e a vante;

Serão implantados marcos topográficos de concretos em pontos estratégicos, perfeitamente identificados, de modo a permitir locações durante e posteriormente ao término da obra;

Durante a execução das obras, os vértices das poligonais dos levantamentos planialtimétricos serão materializados no campo com piquetes de madeira de lei;

Para o fechamento angular das poligonais abertas, serão determinados os azimutes extremos, por visadas ao sol.

3.3 Escavações

3.3.1 Cavas para fundações

As escavações necessárias à construção de fundações e as que se destinam a obras permanentes serão executadas de modo a não ocasionar danos à vida, às propriedades ou a ambos.

Desde que atendidas as condições anteriormente citadas, as escavações provisórias de até 1,00 m não necessitam de cuidados especiais.

As escavações de além de 1,00 m de profundidade serão taludadas ou protegidas com dispositivos adequados de contenção. Quando se tratar de escavações permanentes, serão protegidas com muros de arrimo ou Cortinas.

As cavas para fundações, subsolos, reservatórios d'água e outras partes da obra abaixo do nível do terreno, serão executadas de acordo com as indicações constantes do projeto de fundações e demais projetos da obra, natureza do terreno encontrado e volume do material deslocado.

A execução dos trabalhos de escavação obedece, além do transcrito no presente Procedimento, a todas as prescrições da NB-51/86 – Projeto e execução de fundações (NBR-6122), concernentes ao assunto.

As escavações para execução de blocos e cintas (baldrames) circundantes serão levadas a efeito com a utilização de escoramento e esgotamento d'água, se for o caso, de forma a permitir a execução a céu aberto daqueles elementos estruturais e respectivas impermeabilizações.

Todas as escavações serão protegidas, quando for o caso, contra ação de água superficial ou profunda, mediante drenagem, esgotamento ou rebaixamento do lençol freático.

O reaterro de escavações provisórias e o enchimento junto a muros de arrimo ou cortinas serão executados com todos os cuidados necessários, de modo a impedir deslocamentos que afetem a própria estrutura, edificações ou logradouros adjacentes.

A execução das escavações implicará responsabilidade integral do CONSTRUTOR, pela resistência e estabilidade das mesmas.

3.3.2 Escavações taludadas

Os taludes serão executados em conformidade com as características reais do solo por meio de ensaios adequados em cada ponto da obra.

Cuidados especiais serão tomados de forma a evitar que a execução dos taludes possa afetar ou interferir em vias públicas, construções adjacentes ou propriedades de terceiros.

Os taludes das escavações serão convenientemente protegidos, durante toda sua execução, contra os efeitos de erosão interna e superficial. É admitido, caso necessário e com prévia autorização da Fiscalização, a criação de patamares (bermas ou plataformas), objetivando conter erosão, bem como reduzir a velocidade de escoamento superficial.

Os taludes definitivos receberão um capeamento protetor a fim de evitar futuras erosões, será utilizada grama ou outro material.

3.3.3 Escavações protegidas

Quando não detalhado em projeto e vier a surgir no curso da obra a sua imperiosa necessidade, competirá à CONTRATADA submeter previamente à Fiscalização e com a urgência requerida, para evitar paralisação dos serviços, as alternativas possíveis para a solução do problema.

A SANEAGO admite os seguintes tipos de proteção, de acordo com a natureza do solo e das exigências da obra:

3.4 Cortinas

- Cortinas com peças de proteção horizontais;
- Cortinas de estacas pranchas;
- Cortinas de estacas justapostas;
- Paredes executadas com materiais tixotrópicos (lama)
- Paredes diafragma.

3.5 Muros de arrimo

3.6 Escoras e ancoragens

- Cortinas escoradas
- Cortinas ancoradas.

3.7 Fundações

3.7.1 Fundações superficiais ou diretas

São os seguintes tipos de fundações superficiais:

- **Bloco** – elemento de fundação de concreto simples, dimensionado de maneira que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura.
- **Sapata** – elemento de fundação de concreto armado, com altura menor que de bloco, utilizando armadura para resistir aos esforços de tração.
- **Viga de fundação** – elemento de fundação que recebe pilares geralmente de concreto armado; pode ter seção transversal tipo bloco (sem armadura transversal e longitudinal) quando são frequentemente chamadas de baldrame, ou tipo sapata, armada.
- **Grelha** – elemento de fundação constituído por um conjunto de vigas que se cruzam nos pilares;
- **Sapata associada** – elemento de fundação que recebe parte dos pilares da obra, o que a difere do radier, sendo que estes pilares não são alinhados, o que a difere da viga de fundação;
- **Radier** – elemento de fundação, tipo laje, que recebe pilares da obra.

As Sapatas e os Blocos são os elementos de fundação mais simples, e, quando possível sua adoção, os mais econômicos.

- **Lastro**

Os lastros sob estruturas ou fundações diretas são constituídos de duas camadas: a primeira, de pedra britada nº 2; a segunda, de concreto não-estrutural. A espessura das camadas é de, no mínimo, 50 mm cada, ou conforme projeto.

A camada de pedra britada, lançada sobre o terreno devidamente regularizado e apiloado, é compactada através de soquetes de madeira ou equipamento mecânico apropriado.

O lançamento do concreto não-estrutural é acompanhado de apiloamento com soquetes de madeira, com o cuidado de não ocasionar a segregação dos materiais. A superfície é regularizada e perfeitamente nivelada através de régua de madeira.

Nos casos de fundações por estacas, os blocos devem apoiar-se diretamente sobre estas. Os lastros, portanto, devem ocupar a área dos blocos sem interferir na união estaca-bloco.

Para o assentamento de tubulação diretamente sobre o solo, deve-se fazer um rebaixo no fundo da vala para alojar o tubo. Isto é possível em terreno seco onde não haja rocha. Quando não for possível fazer o rebaixo no terreno natural, ele é executado em colchão de material granular fino, areia ou pó de pedra, perfeitamente adensada, na espessura mínima, abaixo da geratriz externa inferior, de 0,10 m e de 0,20 m, no caso de o leito apresentar-se, respectivamente, em solo e rocha.

A Fiscalização poderá ainda determinar os seguintes casos de fundação direta.

Lastro de brita – a tubulação será assentada sobre lastro de pedra britada nº 3 e nº 4 compactado manualmente.

Lastro, laje e berço – A tubulação será assentada sobre um berço de concreto apoiado em laje de concreto armado, executada sobre lastro de pedra britada nº 2 e nº 4.

Caso o solo não apresente características de suporte adequadas, este será substituído ficando a critério da Fiscalização o enchimento da superescavação, que será feito com areia compactada ou pelo aumento da espessura do lastro de brita, dependendo da espessura do enchimento.

Nos trechos onde a camada de solo, adequado para a sustentação da tubulação, estiver localizada a uma profundidade relativamente grande e que não torne aconselhável a substituição do terreno de fundação, serão utilizadas estacas de modo a transmitir a carga da estrutura para a camada de solo de maior capacidade de carga.

3.7.2 Fundações superficiais ou indiretas

Os projetos e execução de fundações devem obedecer às instruções contidas na NBR 6122.

- Estacas

As estacas serão locadas de acordo com o projeto, não devendo ocorrer deslocamento ou inclinação na sua posição por ocasião da perfuração ou cravação.

Ocorrendo excentricidade ocasionada por locação, perfuração ou cravação incorreta que possa comprometer a estabilidade da obra, será consultado o autor do projeto que apreciará o problema e determinará a solução, que correrá por conta da contratada, sem nenhum ônus para a SANEAGO.

A estaca suporta, com segurança, a carga prefixada, sendo controladas as cotas de arrasamento com referência aos níveis de projeto.

Na execução de fundações por estacas, cujo processo de cravação possa comprometer a estabilidade de solos e edificações vizinhas, serão tomadas medidas que neutralizem as vibrações.

Eventuais danos a pessoas ou propriedades correrão por conta da contratada. Nesses casos ela deverá reparar os danos causados, com a maior brevidade.

O tipo de estaca, sua capacidade nominal de carga e o comprimento médio estimado serão fornecidos pelo projeto, sendo que qualquer alteração necessária na obra só será efetuada com autorização prévia do autor do projeto.

Com base nos parâmetros fornecidos pelo projeto, no caso de estacas cravadas a contratada indicará os seguintes elementos:

- Seção transversal da estaca;
- Peso do martelo do bate-estaca;
- Altura de queda do martelo;
- Nega nos últimos dez golpes;
- Tipo de equipamento utilizado.

Em caso de divergência sensível entre os elementos do projeto e os que foram obtidos na cravação, a Fiscalização solicita a realização de prova de carga.

- Estacas de Eucalipto

Somente será permitida a cravação de estacas de eucalipto que receberem prévio tratamento e aprovadas pela Fiscalização.

As estacas de eucalipto deverão atender à Norma NBR-6122/86.

A cravação executada por bate-estacas, usando martelo de gravidade, se dará com peso variável entre uma e uma vez e meia o peso da estaca. A altura de queda do martelo não será superior a 1,50 m.

A locação dos eixos das estacas será feita pela contratada, sendo de 0,01 m/m a tolerância máxima de diferença de inclinação, em relação à projetada.

Quando a área da cabeça da estaca for maior que o martelo, será usado um anel para distribuir uniformemente o golpe, evitando-se, desse modo, tanto quanto possível, a tendência de rachar ou fragmentar a estaca.

Durante a cravação das estacas, será usado um coxim entre o cabeçote e a cabeça da estaca. A espessura do coxim deve variar em função do bate-estaca e da resistência encontrada na cravação. Quando necessário será usado coxim adicional.

Os coxins serão inspecionados regularmente, não devendo permitir o emprego daqueles que tenham perdido sua forma inicial e sua consistência natural.

Emendas de estacas serão executadas somente quando aprovadas pela Fiscalização e de acordo com os detalhes do projeto específico fornecido pela contratante.

Em função do tipo de equipamento de cravação empregado, do peso do martelo, do capacete e da estaca, será determinada pela Fiscalização a nega admissível. No bate-estaca de queda livre, durante a determinação da nega, o martelo tem altura de queda de 1,00 m.

Serão tomadas precauções no sentido de evitar rupturas da estaca ao atingir qualquer obstáculo que torne difícil a sua penetração.

Sobre as estacas cravadas será feita uma laje de concreto armado sobre a qual será executado o berço para assentamento de tubulação.

- Estaca Moldada “in loco” com Execução Mecânica

A execução das estacas moldadas “in loco” será cuidadosamente acompanhada pela contratada e Fiscalização.

Serão executadas em suas posições definitivas com auxílio de um tubo, que cravado até a cota exigida pelo projeto, será retirado gradativamente à medida que se proceda ao enchimento com concreto apiloado ou comprimido. Antes do início da retirada do tubo, será executada uma base alargada (bulbo) de concreto.

Serão consideradas moldadas “in loco”, as estacas tubulares cravadas, em suas posições definitivas, com auxílio de um tubo metálico não recuperável, preenchido com concreto, havendo ou não bulbo na parte inferior.

Em qualquer caso, seja o tubo recuperável ou não, sua extremidade inferior é aberta e a sua descida se dará por um dos seguintes processos:

- Fechamento da ponta do tubo por meio de uma rolha e descida do tubo por cravação;
- Ponta do tubo aberta para retirada do material escavado de seu interior por meio de equipamento especial e descida do tubo pelo seu próprio peso ou sob ação de uma pequena força externa.

No caso de estacas com tubo recuperável, será evitada a separação do concreto durante a operação concomitante de compactação e extração do tubo, conservando o operador pelo menos 0,30 m da ponta do tubo sempre mergulhada na massa de concreto.

Ao ser cravado o tubo, seja ele recuperável ou não, se a rolha sair e o tubo for invadido por água, lodo ou outros materiais, estes serão expulsos por meio de uma nova rolha mais compacta ou então será o tubo arrancado e cravado novamente, no mesmo local, com o furo previamente cheio de areia. Antes do lançamento do concreto, que é feito sem interrupção em toda a extensão da estaca, deverá a Fiscalização comprovar se o interior do tubo permanece seco e limpo.

No caso de estacas tubadas, o lançamento do concreto, em qualquer delas, somente será feito depois de terem sido cravados todos os tubos até a sua posição definitiva, num raio de 1,50 m a partir da estaca considerada.

A qualidade das estacas fornecidas será de inteira responsabilidade da contratada. As estacas danificadas, a critério da Fiscalização, serão substituídas, por conta da contratada, por outras em perfeitas condições de utilização.

O manuseio e o transporte das estacas só serão efetuados após o concreto ter atingido comprovadamente 80% da resistência prevista para os 28 dias. As estacas só serão cravadas quando o concreto tiver atingido a resistência prevista aos 28 dias.

Toda estaca danificada nas operações de cravação, devido a defeitos internos ou de cravação, deslocamento de sua posição, com o topo abaixo da cota de arrasamento fixada no projeto ou pela Fiscalização, será corrigida às expensas da contratada, que adotará, após aprovação pela Fiscalização, um dos seguintes procedimentos:

- A estaca será arrancada e cravada nova estaca no mesmo local;
- Uma segunda estaca será cravada adjacente à estaca defeituosa;
- A estaca será emendada com uma extensão suficiente para atender ao objetivo.

O furo deixado por uma estaca arrancada será preenchido com areia, mesmo que uma nova estaca venha a ser cravada no mesmo local.

Uma estaca será considerada defeituosa quando tiver fissuras visíveis que se estendam por todo o perímetro da seção transversal, ou quando apresentar qualquer defeito que, a juízo da Fiscalização, afete sua resistência ou vida útil.

As cabeças de todas as estacas serão protegidas com capacete de tipo aprovado, de preferência provido de coxim, de corda ou de outro material adequado que se adapte ao capacete e se apoie, por sua vez, em um bloco de madeira.

Na cravação de todas as estacas, verticais e inclinadas, serão sempre empregadas guias ou uma estrutura adequada para suporte e colocação do martelo, salvo autorização da Fiscalização para emprego de outro procedimento.

Quando concretada uma estaca tubular, nenhuma outra será cravada a menos de 1,50 m de distância da estaca concretada, em qualquer direção, salvo se já tiver sido lançado o concreto há mais de sete dias. O lançamento do concreto dentro do tubo será feito em camadas de no máximo, 0,50 m de espessura, e somente após a colocação da armadura da estaca. Cada camada será vibrada ou fortemente compactada antes da concretagem da camada seguinte. A concretagem será ininterrupta, desde a ponta até a cabeça da estaca, sem segregação dos materiais.

Os vergalhões para a armadura das estacas com tubos, recuperáveis ou não, serão rigidamente amarrados para que esta não seja danificada por ocasião do apiloamento do concreto. Sempre que possível, os estribos serão fixados com solda elétrica antes da colocação da armadura dentro do tubo de cravação. A posição da armadura no centro do tubo será sempre mantida.

Os tubos serão soldados, caso haja necessidade de serem executados acréscimos, devendo ser preservada a estanqueidade do tubo a fim de impedir a penetração de água ou outro material.

- Estaca Moldada “in loco” com Perfuração Manual

As estacas manuais, de maneira geral, têm comprimento limitado 5,5 m e diâmetro entre 0,15 m e 0,25 m para cargas até 5 t, com espaçamento máximo de 2,00 m para baldrame de construções e 3,00 m para muros.

O concreto utilizado deve atender a resistência característica especificada em projeto. Em geral, a critério da Fiscalização, não será permitido o uso destas estacas em solo que acusem presença de lençol freático. Sendo autorizado o uso, serão tomados cuidados especiais quanto à dosagem do concreto e esgotamento da água.

- Estaca Pré-fabricada de Concreto

As estacas de concreto armado ou protendido terão suas formas e dimensões compatíveis com as capacidades nominais de projeto.

Sua fabricação será feita por lotes, em áreas protegidas da intempérie. Cada estaca será identificada pelo número do lote e data de concretagem. Todas as estacas de um lote serão de um mesmo tipo.

As estacas de fundação, logo que concluídas suas cravações, serão arrasadas nas cotas indicadas no projeto ou determinadas pela Fiscalização, de maneira que fiquem embutidas pelo menos 50 mm no bloco de coroamento e sua armação seja mergulhada na massa do concreto num comprimento no mínimo igual ao de ancoragem. O corte da estaca será sempre normal ao seu eixo. Quando por algum motivo o arrasamento de uma estaca ocorrer abaixo da cota de projeto, será executado o seu prolongamento, obedecendo-se aos seguintes preceitos:

- O concreto da extremidade da estaca é cortado no comprimento necessário à emenda das barras longitudinais da armadura por justaposição;
- As superfícies de contato do concreto e a emenda de armação serão tratadas como emendas de concreto armado;
- Será assegurado o alinhamento entre as faces das estacas e as da parte prolongada;
- A armadura da parte prolongada é idêntica à da estaca. Assim como o concreto a empregar
- A concretagem, o adensamento do concreto, a remoção das formas, a cura e o acabamento das estacas serão feitos conforme o indicado;
- As emendas das estacas pré-moldadas de concreto serão efetuadas através de luvas metálicas.

- Estaca Metálica

Serão constituídas de perfis laminados simples ou associados por perfis compostos de chapa soldada, trilhos ou por tubos cravados no terreno rigorosamente nas posições indicadas no projeto.

A contratada deverá tomar precaução no sentido da perfeita interpretação da sondagem, para evitar que as estacas atinjam obstáculos que tornem difícil sua penetração, induzindo a negas falsas e/ou causando rupturas, torções ou flambagens destas.

Em caso de dúvida. Serão efetuadas provas de carga na estaca, em questão, a critério da Fiscalização, objetivando a confirmação dos elementos indicados em projeto.

Os perfis ou tubos constituintes das estacas metálicas devem atender às indicações do projeto e das normas da ABNT.

As estacas serão depositadas em áreas próprias e protegidas contra a oxidação, em pilhas constituídas de, no máximo, três camadas para evitar flexão naquelas localizadas nas partes inferiores.

O deslocamento da posição final da cabeça de cada estaca, em relação àquela indicada no projeto, assim como a inclinação do seu eixo em relação à vertical também indicada no projeto, não deve exceder aos seguintes valores:

- Deslocamento da posição inicial da cabeça da estaca de aço em 50 mm;
- Variação da inclinação da estaca: menor ou igual a 10 mm por metro.

As emendas serão feitas com solda elétrica, seguindo os critérios de projeto.

Só serão emendados trechos de estacas maiores que 3 m, excetuando-se o complemento para a última etapa, cujo comprimento será o necessário à concretização dos trabalhos.

O plano de cravação será aprovado pela Fiscalização e apresentará o equipamento em qualidade e quantidades adequadas à execução dos serviços.

A estaca danificada na operação de cravação, que apresente defeitos de fabricação, emenda mal executada, que tenha sido cravada com deslocamento excessivo de sua posição projetada e que tenha sua cota de topo abaixo da cota de arrasamento fixada pelo projeto, será corrigida às custas da contratada, adotando-se um dos seguintes procedimentos:

- A estaca será arrancada, preenchendo-se o furo deixado com areia, e nova estaca será cravada de acordo com o projeto; ou, ainda, uma segunda estaca será cravada adjacente à estaca defeituosa;
 - A estaca será emendada até que a cota do topo atinja a cota indicada em projeto.
- Tubulões

Os tubulões terão as dimensões definidas em projeto, com a camisa pré-moldada em concreto, ou em aço, rigorosamente centrada e aprumada, com ou sem emprego de ar comprimido, de acordo com as condições de impregnação e de permeabilidade do terreno.

As tolerâncias quanto à prumada, locação e deslocamento dos tubulões ficarão a critério da Fiscalização, que se orientará com base nas informações do projetista.

Atingida a camada de terreno prevista, e constatada a qualidade de resistência especificada no projeto a Fiscalização autorizará o alargamento da base do tubulão, conforme dimensões indicadas no projeto.

A critério da Fiscalização, a escavação prosseguirá até ser encontrada camada de solo com a resistência adequada, ou a base será aumentada em relação ao diâmetro previsto. Caso a variação da cota de assentamento dos tubulões acarrete diferenças no comprimento do fuste, maiores que 20%, a armação de projeto será confirmada pela projetista.

Na cota de base definitiva, o terreno será nivelado, permitindo-se depressões máximas de 50 mm em relação ao plano horizontal teórico.

Antes da colocação da armação de alargamento, será feita, no fundo, uma camada de regularização em concreto magro.

Com a base liberada, será executada em concretagem continua, incluindo um trecho de fuste com 1,50 m de comprimento. As bases serão concretadas com concreto auto adensável.

Na execução de bases de tubulões contíguos, situados a uma distância inferior a 2 m entre as bordas mais próximas, deve-se proceder à abertura das bases, uma de cada vez. Somente após a concretagem de uma é que será executada a escavação da base adjacente.

O enchimento do fuste será com concreto convencional conforme indicado no projeto. No caso de um fuste fazer por partes, em aduelas (segmento de camisa), a altura mínima de cada uma delas não será inferior a 2,00 m para céu aberto e 3,00 m para ar comprimido.

- Tubulão a Céu Aberto

Os tubulões a céu aberto serão escavados sem revestimento, se o solo assim o permitir; senão, serão sempre revestidos com camisas de aço ou pré-moldadas em concreto.

Quando da colocação da ferragem do fuste, serão tomados cuidados especiais para se evitar queda de solo sobre o concreto da base.

- Tubulão a Ar Comprimido

A execução dos trabalhos sob ar comprimido será feita nas condições de trabalho previstas na Portaria nº 073, de 2/05/50, do Ministério do Trabalho.

A utilização de ar comprimido será definida pelo projeto e pelas sondagens. Todo o fuste e a base alargada nestas condições serão considerados como serviços sob regime pneumático.

Para o desligamento do ar comprimido, num determinado tubulão, deve estar garantida a adequada cura do concreto da base e do respectivo trecho de núcleo, de modo que a subpressão da água não danifique a concretagem executada.

Como medida de segurança, o desligamento do ar comprimido deverá ocorrer dois dias após a concretagem do núcleo.

3.8 Fechamentos

A execução dos serviços de fechamento será conforme o projeto arquitetônico e/ou indicações da Fiscalização.

Atenção especial será dada ao acabamento e padronização dos materiais e serviços, bem como às prioridades na execução.

3.8.1 Alvenarias

As alvenarias de tijolos comuns deverão utilizar tijolos maciços de argila, de massa homogênea, isenta de fragmentos calcários ou qualquer outro corpo estranho. Os tijolos serão cozidos, leves, duros e sonoros, não vitrificados. Deverão apresentar arestas vivas, faces planas, sem fendas ou falhas, porosidade máxima de 20%.

Os tijolos serão molhados antes do assentamento.

As alvenarias assentadas sobre alicerces ou baldrame terão as duas primeiras fiadas acima do nível do solo assentes com argamassa de cimento e traço 1:3 em volume, com adição de impermeabilizante na proporção indicada pelo fabricante. As demais fiadas de paredes serão assentes com argamassa de cal e areia traço 1:3 em volume. As paredes que fizerem parte de estrutura mista têm as demais fiadas assentes com argamassa de cimento e cal no traço 1:2:9 em volume.

Todas as fiadas serão alinhadas, niveladas, aprumadas e assentes com juntas de espessura máxima de 1,5 cm, diminuídas na altura a colher para permitir boa aderência do revestimento.

Todas as alvenarias que repousarem sobre vigas contínuas serão levantadas, simultaneamente, em vãos contíguos. As diferenças de altura entre paredes não deverão ser superiores a 1,00 m.

Nas alvenarias revestidas será executado encunhamento com uma fiada de tijolos de barro em ângulo de 45°, nas alvenarias aparentes será executada complementação normal dos panos de alvenarias.

As paredes serão levantadas uniformemente, com amarrações para ligações posteriores e tacos de madeira para fixação de esquadrias e rodapés.

Os vãos superiores a 1 m para esquadrias e passagens terão vergas de concreto armado, com apoio mínimo de 25 cm nas extremidades.

O concreto para vergas e cintas será dosado para resistência característica mínima de 15,0 MPa.

Os tijolos para paredes à vista serão especiais, aprovados pela Fiscalização. Serão assentados com argamassa de cimento, cal e areia 1:2:9 em volume. As juntas serão rebaixadas e terem espessura uniforme máxima de 1 cm. Os excessos de argamassa e sujeiras serão removidos com pano ou esponja umedecidos com solução de ácido muriático, durante ou logo após a execução do serviço.

Para formar a espessura definida em projeto, não será permitido cortar os tijolos nem assentá-los com os furos voltados para a face da parede, exceto nas fiadas para amarração.

As alvenarias de blocos de concreto deverão obedecer, no que couber, às disposições prescritas para alvenaria de tijolos.

A argamassa para assentamento de blocos de concreto será de cimento e areia traço 1:6 em volume. As amarrações com pilares serão com esperas de ferro previamente deixadas para este fim durante a concretagem.

Os blocos de concreto estrutural serão assentados com juntas desencontradas, em amarrações ou a prumo, conforme especificado em projeto, de modo a garantir a continuidade vertical dos furos, especialmente para as peças que serão amarradas.

Serão previstas, nos elementos armados, visitas de limpeza para remoção do excesso de argamassa. As quais serão fechadas antes do lançamento de concreto graute.

3.8.2 Coberturas

As coberturas com telhas de barro cerâmico serão executadas com telhas bem cozidas, isentas de defeitos e com coloração uniforme.

As telhas tipo francesa serão colocadas do beiral para a cumeeira e emboçadas com argamassa de cimento e cal.

As coberturas com telhas de fibrocimento serão executadas de acordo com as recomendações do fabricante, obedecendo às declividades mínimas para cada tipo. As telhas autoportantes de fibrocimento, do tipo canaleta ou de perfil trapezoidal, serão fixadas com parafusos sobre vigas de madeira, ou berço de madeira sobre vigas de concreto, ou sobre apoio metálico, utilizando-se os elementos de fixação indicados pela fabricante. Os vãos entre apoio e capa serão fechados com placas especiais do mesmo material.

As estruturas de madeira serão executadas de acordo com o projeto, em madeira de lei isenta de nós, brocas, carunchos, fissuras ou fibras inclinadas ou torcidas.

Os frechais, contrafrechais, terças e cumeeiras serão emendados somente sobre os apoios onde as esperas deverão se localizar, sem ultrapassar o comprimento máximo igual à altura da peça emendada.

As emendas e ligações das pernas, pendurais, escoras e tirantes das tesouras devem, obrigatoriamente, ser feitas com estribos, braçadeiras e chapas de aço, cujos parafusos serão reapertados periodicamente até a paralisação do afrouxamento decorrente do trabalho e secagem da madeira.

As ripas serão pregadas nos caibros espaçados de acordo com o tipo de telha a ser empregado, não sendo aceitas ripas rachadas, lascadas ou com nós e falhas. Não será utilizada madeira “verde”.

Todo madeiramento, deverá ser tratado com produtos anticupim, antibrocas e repelentes de água.

As calhas de beiral serão em chapa galvanizada, moldurada ou de PVC e serão fixadas com escáculas de ferro galvanizado ou suporte de PVC, com espaçamento suficiente para suportar as calhas quando carregadas. Serão executadas com declividade suficiente para o perfeito escoamento das águas.

As calhas de platibanda terão uma borda fixada por parafusos no madeiramento do telhado e sob as telhas, de forma a captar toda a água escoada. As telhas deverão avançar para dentro da calha, formando pingadeira, a fim de evitar retomo da água para o forro. A outra borda da calha será encostada na parede e recoberta com rufos chumbados na alvenaria, com vedação suficiente para impedir qualquer vazamento. Em platibandas baixas, o rufo deve recobrir com uma única peça o topo da parede e a calha.

Os rincões são calhas de chapas galvanizadas, em forma de “V”, fixados no madeiramento com pregos em ambos os lados. Os rincões serão colocados nas águas furtadas dos telhados, ou seja, nas porções côncavas dos planos dos telhados.

Os condutores serão do tipo indicado no projeto. Em trechos horizontais, apresentam inclinação mínima de 5%. Quando houver desvios na vertical, será provida de visitas para limpeza. A conexão entre condutores e calhas é feita nos bocais de forma flexível, não sendo permitido o uso de conexões com ângulo reto. A fixação na vertical será feita com braçadeiras. A extremidade inferior do condutor é curva e estará sempre acima do nível de coleta das caixas ou sarjetas de captação, queda livre da água, evitando afogamento.

As saídas de calhas internas de beirais de concreto, sem uso de condutores, serão com buzínates chumbados na laje e com comprimento suficiente para evitar retorno de água.

3.8.3 Esquadrias de madeira

Serão de madeira de primeira qualidade com sambladuras tipo macho e fêmea.

Os batentes serão aparafusados em tacos de madeira previamente chumbados nas paredes. Os referidos tacos serão, no mínimo, três de cada lado e serão chumbados na alvenaria com chumbadores de ferro (vistas). Os parafusos serão de fenda rosca soberba, devendo ficar com a cabeça embutida de forma a permitir acabamento com tarugos de madeira ou com massa. Quando não especificado, deverão ser de latão.

As guarnições serão da mesma madeira da esquadria, parafusadas com buchas na alvenaria das paredes. Quando os alizares forem do tipo caixão e batentes comuns, serão pregados no próprio batente. O arremate das guarnições com o rodapé será executado de forma a dar um acabamento perfeito.

As portas serão de madeira maciça ou de chapas tipo compensado. As externas serão de madeira maciça, espessura mínima de 3,5 cm, de tipo almofadado ou de calha ou com frisos macho e fêmea, tipo lambril. Os montantes e travessas serão com sulcos de profundidade até 1,2 cm para embutimento das almofadas ou calhas. O número de travessas ou pinázios será de, no mínimo, três para cada folha.

Os caixilhos de madeira para vidraças serão montados com baguetes e massas calafetantes para assegurar aderência do vidro com a madeira e vedação perfeita. Será usada, também, gaxeta de compressão em perfil rígido de elastômero com tiras de enchimento. Após o envidraçamento, os caixilhos serão submetidos a testes com jatos d'água para verificar a vedação.

3.8.4 Esquadrias metálicas

As esquadrias de ferro serão executadas em perfis cantoneira para os pequenos vãos e em chapa dobrada com baguetes de ferro ou alumínio para os grandes vãos, obedecendo rigorosamente às indicações do projeto.

As esquadrias somente serão assentadas depois de aceitas pela Fiscalização, que verificará se a execução e acabamento estão de acordo com o projeto.

Todas as unidades, depois de armadas, serão marcadas de forma a facilitar a identificação com o vão correspondente.

Os contramarcos e marcos serão chumbados e selados de forma que a esquadria fique aprumada e nivelada.

Não serão aceitas rebarbas nem saliências de soldas nos quadros. Todos os furos para rebites e parafusos serão escareados e as saliências limadas.

As junções por justaposição serão feitas com parafusos, rebites ou pontos de solda espaçados, entre si, de no máximo 8 cm.

As peças de aço desmontáveis serão fixadas com parafusos de latão, cromados ou niquelados, de acordo com o acabamento das peças.

Os chumbadores das esquadrias terão as extremidades em forma de cauda de andorinha e serão fixados com argamassa de cimento, distanciados entre si de, no máximo 60 cm, e em número mínimo de duas unidades de cada lado.

Os rebaixos e encaixes para dobradiças, fechaduras, trincas e fechas terão o formato justo da peça, não sendo permitido amassamento e fechos nos desbastes para ajustamento.

As partes móveis das esquadrias verticais ou horizontais serão providas de pingadeiras para evitar infiltrações. As janelas serão dotadas de soleiras com acabamento inclinado para a face externa, a fim de permitir o escoamento das águas. As esquadrias de grandes dimensões expostas ao tempo serão providas de juntas de dilatação. Quando a menor dimensão de uma esquadria for maior que 2 m, os quadros, marcos e contramarcos serão reforçados. Os caixilhos para vidros serão submetidos a provas de estanqueidade.

As portas de correr serão montadas sobre trilhos que servirão de guias e suportes das roldanas, cuja localização será definida no projeto.

As portas de abrir serão montadas em quadros tipo batente, fixados nas paredes.

As portas de enrolar abrem no sentido vertical correndo em guias laterais de aço, chumbadas no prumo das paredes. O dispositivo de enrolamento será montado na parte superior, nivelado em conjunto com as guias, de forma a permitir que se abra sem esforço.

Todas as esquadrias metálicas serão fornecidas completas e com pintura antiferrugem.

3.8.5 Esquadrias de alumínio

Serão executadas e montadas de acordo com o projeto. Não será admitido o contato direto de metais pesados com o alumínio.

O isolamento será de ferro com pintura de cromato de zinco, borracha clorada ou outro produto similar.

Os parafusos e rebites para emenda das peças serão de aço zincado e os furos escareados para acabamento sem folgas ou saliências.

A anodização deve conter acetato de níquel e, quando não for especificado à parte ou indicado no projeto, o recobrimento mínimo permitido será de vinte microns de espessura.

As peças não anodizadas serão protegidas com filme de macropolímero olefúrico tipo “polaray” C.

As esquadrias serão fixadas com contramarcos chumbados previamente nas paredes, com vedação perfeita de forma a evitar qualquer infiltração. As janelas têm soleiras e as peças móveis verticais e horizontais serão protegidas com pingadeiras.

Não serão aceitos caixilhos com rebaixo aberto. Os vidros serão protegidos, com baguetes, do mesmo material, associados com material de calafetação à base de elastômero de silicone.

Também serão utilizadas gaxetas de pressão em perfil rígido de elastômero de neoprene com tiras de enchimento.

As portas terão os perfis das folhas unidos com cantilhões de alumínio estruturados e aparafusados; no quadro do chassi. A união será feita com parafusos autoatarrachantes. As dobradiças serão de alumínio especial e os puxadores de alumínio anodizado.

3.8.6 Vidros

Os vidros serão do tipo e formato definidos pelo projeto. A espessura será função da área do corte, vibração e pressão de ventos. Não serão aceitos vidros defeituosos, com bolhas, lentes, ondulações, ranhuras e desbitolados. Serão fornecidos cortados nas dimensões previstas, evitando-se sempre o corte na obra. As bordas dos cortes serão esmerilhadas de forma a se apresentarem lisas, regulares e isentas de lascas.

Os vidros temperados serão entregues com a respectiva ferragem e obedecerão a todas as prescrições. Os detalhes de furação serão definidos no projeto. O diâmetro dos furos deverá, no mínimo, ser igual à espessura da chapa. A distância entre as bordas de dois furos ou entre a borda de um furo e a aresta da chapa será, no mínimo, igual a três vezes a espessura do vidro. As esquadrias, antes de receberem os vidros, deverão estar preparadas e limpas e os caixilhos de ferro pintados com tinta antioxidante.

No assentamento de vidros com grampos ou prendedores não será admitido o contato direto do elemento metálico com o vidro, devendo ser interposto calço especial. Em caixilhos, será obrigatório o uso de gaxetas e baguetes para apoio dos vidros, facilitando os deslocamentos consequentes de dilatação.

Em nenhuma hipótese o vidro será apoiado diretamente sobre elementos de sustentação. O repouso de placas no leito será somente sobre dois calços distanciados a um terço das extremidades das chapas; entre o vidro e a esquadria serão previstas folgas de 3 mm a 5 mm para absorver a dilatação.

3.9 Revestimento e tratamento de superfície

Os revestimentos de paredes, forros e os tratamentos serão executados somente após o término e testes das instalações, bem como após a conclusão da cobertura.

Todos os materiais utilizados e sua metodologia de aplicação deverão atender ao prescrito nesta especificação e nas normas pertinentes.

Os pisos só serão executados após estarem concluídas todas as canalizações embutidas, bem como os revestimentos de paredes e tetos.

As superfícies a serem revestidas serão limpas e lavadas a fim de evitar gorduras, vestígios de substâncias orgânicas e outras impurezas.

3.9.1 Chapisco

Chapisco consiste de uma argamassa aplicada de forma irregular nas superfícies de alvenaria ou de concreto das paredes, tetos, beirais, vigas e pilares.

A argamassa de chapisco deve ser utilizada, no máximo, em duas horas a partir do primeiro contato da mistura com a água desde que não apresente quaisquer vestígios de endurecimento.

O excedente de argamassa, que não aderir à superfície, não será reutilizado.

O chapisco fino, composto de cimento e areia média no traço 1:3 em volume, será sempre aplicado antes da execução do emboço, para aumentar a aderência nas superfícies.

O chapisco grosso, composto de cimento e areia grossa ou pedrisco, no traço 1:3 em volume e granulometria média de 6 mm, será utilizado como acabamento de revestimento.

Quando for especificado ou exigido pela Fiscalização a aplicação de chapisco com impermeabilizante hidrófugo, a argamassa será de cimento e areia no traço 1:2 em volume.

3.9.2 Emboço

Emboço é a camada de revestimento aplicada diretamente sobre superfícies previamente chapiscadas. Destina-se a receber o acabamento com reboco e outros produtos industrializados.

O emboço será feito com argamassa de cimento e cal no traço 1:2:6 em volume.

Para facilitar a aderência do emboço, as superfícies serão umedecidas durante a execução dos serviços.

A aplicação do emboço somente será permitida após a cura (endurecimento) completa do chapisco e do embutimento de toda tubulação, condutores e caixas previstos para instalações de água, esgoto, luz, telefone e gás.

Antes da aplicação do emboço serão executadas guias mestras de argamassa, de forma a permitir que a superfície emboçada fique totalmente plana e regular com espessura máxima de 20 mm.

A areia a ser utilizada nas argamassas para emboço será de granulometria média, com diâmetro máximo de 2,4 mm, conforme as especificações da NBR-7211.

Esta será aplicada somente após a decorrência de, no mínimo, três dias da hidratação da cal.

3.9.3 Reboco

Reboco é a camada com espessura máxima de 5,0 mm, que dá o acabamento dos emboços das paredes, tetos e beirais.

Será executado com argamassa de cal no traço 1:4 em volume, ou com produtos industrializados. A superfície será molhada antes da execução do reboco.

Os materiais da mescla serão dosados a seco. Será executada a quantidade de mescla conforme as etapas de aplicação, a fim de se evitar o início de endurecimento antes de seu emprego. O excedente de argamassa, que não aderir à superfície, não será reutilizado.

A argamassa será utilizada, no máximo, em duas horas após o primeiro contato da mistura com água e desde que não apresente quaisquer vestígios de endurecimento.

Todas as superfícies a serem rebocadas devem estar limpas, secas e com o emboço curado (endurecido), não sendo permitida a execução do reboco nas superfícies expostas a chuvas, durante a ocorrência destas.

3.9.4 Cerâmicas e azulejos

Cerâmicas

As cerâmicas para revestimentos deverão atender as características estabelecidas pela ISO 13.006 e ensaios conforme ISO 10.545, além das normas brasileiras (NBR/1997) NBR 13.816 (Terminologia), NBR 13.817 (Classificação) e NBR 13.818 (Ensaio e Especificação).

As mesmas deverão atender os requisitos de uniformidade dimensional, regularidade geométrica (limites máximos para o esquadro, curvatura, empeno), porosidade desejada, e superfície esmaltada sem defeitos.

O tipo de cerâmica utilizada deverá se adequar às necessidades físicas construtivas de cada ambiente, referentes à absorção de água, resistência mecânica e dilatação das placas.

Tabela 6 - Absorção de água

Classificação	Classificação ISO 13006	Absorção %	Resistência Mecânica
Porcelanato	Bla	Baixa 0,0 a 0,5	Alta
Grés	BIb	Baixa 0,5 a 3,0	Alta
Semi-Grés	BIIa	Média 3,0 a 6,0	Média
Semi-poroso	BIIb	Média/Alta 6,0 a 10,0	Baixa
Poroso	BIII	Alta 10,0 a 20,0	Baixa

Resistência Mecânica

Entendendo-se por resistência mecânica, as seguintes:

- Resistência ao Impacto: Capacidade da cerâmica de receber impactos, como no caso da queda de objetos pontiagudos e/ou pesados.
- Resistência à Compressão: Capacidade de suportar cargas de compressão tal como o peso de objetos a ela apoiados.
- Resistência a Flexão

1º Tipo: é aquela intrínseca ao material, chamada módulo de resistência à flexão.

2º Tipo: é a carga de ruptura, que depende da resistência intrínseca do material e da espessura da placa.

- **Resistência à Abrasão:** Capacidade de resistência à abrasão representa a oposição ao desgaste superficial do esmalte das placas cerâmicas, causado pelo movimento de pessoas e/ou objetos. Existem dois métodos de avaliação da resistência à abrasão:
 - O superficial – para produtos esmaltados;
 - O profundo – para não esmaltados.

Para produtos esmaltados, o método PEI (Instituto de Esmaltes para Porcelana) prevê a utilização de um aparelho que provoca a abrasão superficial por meio de esferas de aço e materiais abrasivos.

O projetista deverá atender às necessidades, especificando segundo a tabela abaixo:

Tabela 7 - Classificação PEI

PEI	Tráfego	Prováveis locais de uso
PEI 0	-	Paredes exclusivamente
PEI 1	Baixo	Banheiros, residenciais, quarto de dormir, etc.
PEI 2	Médio	Cômodos sem porta para o exterior e banheiros
PEI 3	Médio/alto	Cozinhas, corredores, halls, sacadas, residências
PEI 4	Alto	Residências, quintais, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes,
PEI 5	Altíssimo	Residências, áreas públicas, shoppings, aeroportos, padarias e fast-foods

Para produtos não-esmaltados será medido o volume de material removido em profundidade da placa, quando submetido à ação de um disco rotativo e um material abrasivo específico.

- **Resistência a Gretagem**

Capacidade de resistir ao aparecimento de fissuras, como um fio de cabelo sobre a superfície esmaltada. A EPU (expansão por umidade) é a maior responsável pela ocorrência de gretagem após o assentamento.

- **Resistência ao Choque Térmico**

Capacidade da cerâmica de resistir às variações bruscas de temperatura sem apresentar danos.

- **Resistência ao Congelamento**

Capacidade de resistência das cerâmicas ao aumento de volume da água congelada nos poros das mesmas. Importantes características em placas cerâmicas destinadas ao uso em terraços, fachadas e sacadas em cidades de clima frio e em câmaras frigoríficas (loais sujeitos a temperaturas inferiores a zero grau Celsius).

- **Resistência ao Ataque Químico e às Manchas**

É a capacidade que a superfície tem de não alterar sua aparência quando em contato com determinados produtos químicos ou agentes manchantes.

De acordo com a resistência ao produto químico ou ao agente manchante foi estabelecida a seguinte tabela que permite definir as Classes das placas cerâmicas:

Tabela 8 - Resistência Química

Classe	Resistência Química
Classe A	Ótima resistência a produtos químicos
Classe B	Ligeira alteração do aspecto
Classe C	Alteração de aspecto bem definida

Tabela 9 - Resistência a Manchas

Classe	Resistência a Manchas
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de manchas
Classe 4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha removível com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha removível com ácido clorídrico/acetona
Classe 1	Impossibilidade de remoção de mancha

- Dilatação das cerâmicas

Deve-se ter em conta, o fator dilatação da cerâmica já que, de acordo com o local de aplicação tal como a exposição à irradiação solar ou ambientes que sofram grandes variações de temperatura, pode ocorrer dilatações que comprometam sua finalidade.

As dilatações são de dois tipos:

- Reversíveis – por variação de temperatura ;
- Irreversíveis – pela expansão por umidade (EPU).

Em qualquer caso, ambas precisam ser absorvidas pelas juntas largas e com rejuntas flexíveis.

- Juntas de dilatação

Juntas de Assentamento ou Juntas de Colocação – São espaçamentos (frestas), regulares entre placas cerâmicas. Toda cerâmica destinada a pisos ou paredes deve ter necessariamente juntas.

Os tamanhos das juntas recomendados variam de fabricante a fabricante das cerâmicas, contudo a informação sobre os tamanhos das mesmas é encontrada nas embalagens (caixas), e/ou folhetos de cada um. Tais recomendações serão observadas pelo assentador.

As juntas atendem as seguintes finalidades:

- Adequar pequenas diferenças de bitola, melhorando o alinhamento;
- Permitir que o conjunto se movimente nas dilatações e/ou contrações;
- Fazer a troca da peça, sem correr o risco de quebra das restantes.
- De acordo com sua finalidade as juntas recebem a seguinte classificação.
- Junta de separação ou estrutural: São as juntas já existentes na estrutura de concreto. Na posição onde estiverem serão mantidas e com a mesma largura, em todas as camadas que constituem o revestimento.
- Junta de união ou de solidarização: São juntas executadas no encontro do piso com as paredes ou quaisquer outros obstáculos verticais, aprofundando-se até a superfície da base de assentamento. As juntas de união nunca têm larguras menores que 5 mm.
- Junta de dilatação ou movimentação: São juntas intermediárias, normalmente mais largas do que as de assentamento, tendo como objetivo absorver as deformações diferenciais originadas pelas variações térmicas entre as peças.

Formas de Assentamento

São conhecidas as seguintes formas de assentamento das placas:

- Amarrada;
- Dama;
- Escama de peixe;
- prumo ou alinhada (ortogonal);

- Diagonal.
- Procedimentos

Cuidados a serem observados antes do início do trabalho de assentamento:

- Verificar a quantidade de cerâmicas para revestimentos necessárias para cada ambiente a ser revestido, e acrescentar um percentual (de 3 a 10%) referente a cortes, rodapés e reserva para eventuais substituições;
- Espalhar as cerâmicas para revestimentos no chão para verificando que não haja diferenças de tonalidade e/ou de bitola;
- Verificar se as caixas (embalagens), contêm as especificações conforme as necessidades da obra. Todas as cerâmicas utilizadas na obra, por ambiente, devem ser do mesmo lote.
- Deverão possuir as mesmas características de tamanho, espessura, tonalidade, resistência e capacidade de tráfego;
- Verificar se as ferramentas são adequadas e se estão em boas condições de uso;
- Verificar se a quantidade de argamassa colante industrializada está de acordo com a necessidade do serviço a executar.

Exemplo de consumo:

Ø 5 a 7 Kg / m² (quilos por metro quadrado) para placas cerâmicas com medidas maiores que 40 x 40 cm; Ø 4 a 5 Kg / m² (quilos por metro quadrado) para placas cerâmicas com medidas até 40 x 40 cm.

Processo de Execução

A superfície de assentamento deverá estar livre de falhas ou defeitos:

- No caso da alvenaria: sem falhas de execução tais como ondulações, falta de pedaços de blocos ou tijolos, blocos ou tijolos salientes ou aprofundados e excessos de argamassas de assentamento salientes;
- No caso de piso: contrapiso e lajes, deverão estar prontos e curados.

Somente após a correção destas falhas será admitido o início do assentamento das cerâmicas. Verificar se a superfície de assentamento está limpa e seca, pois não será admitida a aplicação da argamassa de regularização em alvenarias que apresentem umidade.

No caso de assentamento em paredes:

Será usada tela galvanizada na união entre a estrutura de concreto e a alvenaria (com transpasse – de 15 cm) a fim de absorver as possíveis movimentações da estrutura e evitar o aparecimento de trincas;

A superfície da alvenaria deverá receber antes da camada de regularização, uma camada de chapisco com argamassa cimento areia lavada grossa no traço 1:2 ou 1:3, observando-se igualmente a aplicação nos pontos onde houver as telas;

Em continuação, preparar a argamassa de regularização (emboco), feita em obra com cimento/cal hidratada/ areia ou utilizar argamassa industrializada (massa única), sarrafeada ou desempenada, para corrigir as imperfeições da base (prumo e alinhamento);

Somente após a superfície da parede já regularizada estar limpa e curada é que será autorizado o início do assentamento das placas. Não será admitido o assentamento das placas em paredes que apresentem umidade. Recomenda-se ainda, verificar e fazer os testes hidráulicos antes do início do assentamento;

Deve-se observar os pontos de alinhamento, nível e prumo, antes do início da operação. Para isso serão utilizados linhas ou níveis de bolha, eletrônico ou a laser e prumos.

Também será respeitada a espessura do piso e rodapé, iniciando a fiada justo acima dessa espessura.

Tanto em paredes como em pisos serão estudados os cortes. Verificar com atenção os locais onde se encontram: janelas, portas, interruptores, colunas, ralos, vasos sanitários, box e etc., pois nestes pontos as placas devem receber cortes. Serão evitados cortes nas partes visíveis. A seguir será preparada a argamassa colante. Será providenciado um recipiente (plástico de preferência), onde será despejado todo o conteúdo do saco de argamassa colante e iniciar a sua mistura com água limpa na proporção indicada pelo fabricante. Após a mistura (argamassa colante + água), deve-se deixar descansar por um período de 10 a 20 minutos, tempo este necessário para que ocorra a reação de seus componentes químicos.

Depois de observado o tempo necessário para a argamassa colante reagir quimicamente, deve-se remexer a mistura para poder iniciar o assentamento. Será usada a desempenadeira dentada, primeiramente com o lado liso para aplicar a argamassa colante na parede, de preferência de baixo para cima. A seguir, passa-se a desempenadeira dentada para formar os cordões na argamassa já aplicada na parede.

A Norma NBR 13.753 recomenda o seguinte:

Tabela 10 - Desempenadeiras

Área (S) da superfície da placa cerâmica (cm ²)	Formato dos dentes da desempenadeira (mm)
S menor que 400	Quadrados 6 x 6 x 6
S entre 400 e 900	Quadrados 6 x 6 x 6
S superior a 900	Quadrados 6 x 6 x 6

Será obrigatório o uso de argamassa no verso da cerâmica.

Sempre que a desempenadeira dentada apresentar um desgaste dos dentes superior a 1,0 mm, ela deverá ser substituída.

Verifique o tempo de secagem da argamassa colante (tempo em aberto).

As argamassas colantes deverão atender as seguintes Normas Técnicas Brasileiras:

- “Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas”:
 - NBR 14.081 – Especificação;
 - NBR 14.082 – Execução do substrato – padrão e aplicação de argamassa para ensaios;
 - NBR 14.083 – Determinação do tempo em aberto;
 - NBR 14.084 – Determinação da resistência de aderência;
 - NBR 14.085 – Determinação do deslizamento;
 - NBR 14.086 – Ensaio de caracterização no estado anidro;
- “Revestimento de pisos internos ou externos com placas cerâmicas e com utilização argamassa colante industrializada”:
- NBR 13.753 – Procedimento;

“Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e utilização de argamassa colante industrializada”:

- NBR 13.754 – Procedimento;

“Revestimento de paredes externas e fachadas com placas de cerâmicas e utilização de argamassa colante industrializada”:

- NBR 13.755 – Procedimento;

Não será admitido o assentamento de cerâmica sobre a argamassa colante quando esta já estiver seca. Quando isto ocorrer será retirada toda a argamassa da base. O tempo de secagem superficial da argamassa será mais rápido ou mais lento, dependendo das condições climáticas (calor, frio, vento e umidade do ar) e da obra.

As cerâmicas serão assentadas preferencialmente de baixo para cima, sempre pressionando com as mãos e depois batendo levemente com o martelo de borracha. Áreas externas que estejam sujeitos às intempéries, fachadas de edifícios, piscina etc., serão assentados exclusivamente com argamassas colantes próprios para estes usos. Nas áreas internas, deverá ser usada argamassa colante normal (rígida).

Será exigido o uso de espaçadores, nas medidas especificadas em projeto ou indicadas pela Fiscalização, de preferência, fabricados com materiais flexíveis, a fim de assegurar melhor ajuste e alinhamento das placas, além de funcionarem como um “amortecedor” entre elas, compensando as movimentações provocadas pela dilatação e compressão das placas.

Após o término do assentamento, deverá se aguardar um período de 3 dias para começar o rejuntamento. Este deve ser do tipo industrializado observando-se as recomendações do fabricante.

Uma vez concluído o rejunte e esperado o período recomendado pelo fabricante, será feita a limpeza do excesso de rejunte da superfície das placas cerâmicas. Esta limpeza deverá ser feita primeiramente com uma esponja úmida e depois com pano seco.

Será proibida a passagem sobre os pisos recém-colocados, durante, no mínimo 24 horas após o assentamento, ainda que sobre ele se coloque algum tipo de proteção. Uma vez concluídos os trabalhos, serão providenciadas proteções de plástico naquelas zonas de tráfego, sobre as placas, a fim de evitar manchas e agressões ao esmalte das mesmas.

Azulejos

Serão de primeira qualidade, com dimensões, tipo e cor definidos no projeto. Serão fixados com argamassa de assentamento traço 1:4, cal e areia, com adição de 110 kg de cimento por m³ de argamassa ou com cimento-cola industrializado sobre a parede previamente preparada com emboço bem curado (endurecido) e desempenado. Quando não houver indicação, as juntas serão em nível e prumo, com espessura indicada pelo fabricante (variando de 2 a 10 mm). O rejuntamento será realizado com rejunte industrializado e executado no mínimo setenta e duas horas após o assentamento.

Quando for utilizada argamassa de cimento e areia, as peças ficarão mergulhadas em água limpa por vinte e quatro horas, antes do assentamento. Neste caso, a parede será convenientemente molhada antes da aplicação da argamassa, que depois de preparada será utilizada, no máximo, em duas horas.

Os azulejos serão colocados a partir do teto, para que os remates com peças fracionadas fiquem junto ao piso. Os cantos externos verticais serão, obrigatoriamente, protegidos por meio de cantoneiras de alumínio, até uma altura mínima de 1,80 m a partir do piso acabado. Todas

as peças e complementos de louças como cabides, saboneteiras etc., serão colocadas concomitantemente ao assentamento dos azulejos.

Os azulejos utilizados num mesmo ambiente deverão pertencer ao mesmo lote.

No caso de utilização de cola adesiva para o assentamento do azulejo serão atendidas as orientações do fabricante, respeitando-se a vida útil da mistura.

3.9.5 Lajota cerâmica semifosca (litocerâmica)

A base deverá estar limpa e isenta de materiais estranhos, o mesmo acontecendo com as peças a assentar.

As peças serão aplicadas com argamassa mista preparada na obra (observando-se consumo de 100 kg de cimento por m³ de argamassa), ou argamassas industrializadas.

No caso de assentamento com emprego de argamassa industrializada, as peças não devem estar molhadas, exceto quando a aplicação for feita em época de alta temperatura ambiente.

A argamassa será aplicada com desempenadeira de aço, formando-se sulcos e cordões finos (7 mm) e paralelos, para melhor aderência.

As peças serão pressionadas adequadamente para total aderência. As juntas deverão observar as distâncias recomendadas pelo fabricante.

O rejuntamento só será efetuado aos (cinco) dias após o assentamento.

3.10 Revestimento de pisos

3.10.1 Contrapisos

Serão aplicados como base de proteção para os pisos internos e externos em contato com o solo.

O terreno será molhado previamente, de maneira abundante, porém sem deixar água livre na superfície.

O concreto será lançado, espalhado e desempenado sobre o solo, nivelado e compactado, depois de concluídas as canalizações que ficam embutidas no piso.

A superfície do contra piso será plana, porém rugosa, nivelada ou em declive, conforme indicação de projeto.

Quando não houver indicação no projeto, será adotada espessura mínima de 60 mm, com consumo mínimo de cimento de 210 kg/m³, adicionando-se impermeabilizante, conforme prescrição do fabricante e orientação da Fiscalização.

3.10.2 Piso cimentado liso

Será executado com espessura mínima de 20 mm, usando-se cimento de fabricação recente, água isenta de óleos, ácidos etc. e areia média com diâmetro máximo de 2,4 mm, isenta de argila, gravetos e impurezas orgânicas e, quando necessário, adicionar impermeabilizante.

A superfície será raspada de todo o material resultante de queda e aderência quando da execução de revestimentos de paredes e tetos.

A superfície da base será limpa por varredura e lavada, no caso do capeamento ser executado sobre base já endurecida (laje de concreto).

A superfície será dividida em painéis com juntas plásticas alinhadas, colocadas junto a execução do revestimento e espaçadas conforme projeto arquitetônico. Será usado gabarito para garantir a linearidade e o alinhamento das juntas.

A argamassa será lançada sobre lastro ou base previamente saturados, porém sem água livre na superfície.

A superfície final será desempenada e alisada com colher, bufos, ou régua desempenante, após o espargimento de cimento, misturado ou não com corante, de acordo com indicação da Fiscalização.

As juntas ficarão aparentes, lixando-se quaisquer irregularidades.

Desníveis de até 20 mm entre duas superfícies contíguas terão arestas boleadas, evitando-se cantos vivos. A cura será feita, conservando-se a superfície constantemente úmida durante sete dias.

3.10.3 Piso cerâmico

Vide item 3.9.4

3.10.4 Piso vinílico e em placas de borracha

Serão assentados sobre argamassa regularizada com emprego de cola ou massa adesiva, recomendadas pela fabricante. A camada de regularização deverá estar limpa e seca.

As cores serão as indicadas em projeto, ou conforme orientação da Fiscalização.

Após a colocação, será liberada a circulação imediata de pessoas pelo local, a fim de auxiliar a fixação.

Nos dez primeiros dias após a colocação, não será jogada água, devendo o piso ser limpo apenas com pano úmido.

3.10.5 Piso de Granilite

Sobre o contrapiso devidamente preparado, será aplicada a argamassa de regularização de cimento no traço 1:3, com caimento para escoamento das águas em direção aos raios e soleiras, conforme previsto em projeto. O cimentado de regularização será perfeito, isento de saliências, reentrâncias ou desníveis não previstos em projeto e não será alisado com colher, apenas com desempenadeira de madeira, ficando a sua superfície áspera.

O cimentado de regularização será mantido umedecido por, pelo menos, cinco dias para ter uma boa cura.

A pasta de Granilite será industrializada ou dosada no canteiro, variando-se a cor ou a dosagem do corante. A cor, o tamanho ou a dosagem dos cacos da grana, ou o tipo do cimento, branco ou comum, são itens que deverão sempre ser aprovados pela Fiscalização, antes da sua aplicação.

A fim de evitar diferença de tonalidade na aplicação, só será aplicada pasta de um mesmo lote e fabricante no caso de esta ser industrializada. Se confeccionada no canteiro, a sua dosagem será bem classificada, caso haja necessidade de preparo de uma quantidade adicional.

A pasta de granilite será aplicada sobre o cimentado absolutamente limpo, varrido o umedecido, sendo que as juntas plásticas já devem estar colocadas, respeitando-se os espaçamentos do projeto, que nunca serão mais de 2,00 m.

A camada final de granilite deverá ter cerca de 5 mm de espessura.

Dois dias após a aplicação, o granilite deverá sofrer uma primeira raspagem e posterior lavagem. Imperfeições, depressões e falhas que se mostrem aparentes com esta lavagem serão estucadas, aguardando-se novamente dois dias para uma raspagem final, que será realizada com esmeril mais fino.

Após a conclusão do piso, este será limpo, varrido, e sobre ele será aplicado óleo de linhaça de primeira qualidade, que só será removido na limpeza final para entrega definitiva da obra.

Por ser facilmente manchável, o piso de granilite será um dos últimos itens de acabamento da obra a ser executado.

3.10.6 Piso monolítico de alta resistência

O piso monolítico de alta resistência aplicado sobre laje endurecida deverá obedecer a esta sequência:

- Apicoamento, limpeza e lavagem do concreto;
- Aplicação de chapisco de argamassa de cimento no traço 1:2 em volume;
- Execução de contrapiso de argamassa de cimento e areia, traço 1:3 em volume, adicionando-se aproximadamente 17 l de água por saco de cimento;
- Aplicação de produto, especificado em projeto, conforme orientações do fabricante;
- Cura por meio de colchão de areia molhada por quatro dias;
- Raspagem e lapidação;
- Enceramento e lustramento.

A aplicação será feita sempre por pessoas especializadas.

Deverão sempre ser obedecidos os espaçamentos das juntas, recomendados pelo fabricante.

3.11 Impermeabilização e proteção térmica

Para casos específicos serão usados outros produtos, com a aprovação da Fiscalização.

Têm por objetivo a estanqueidade da obra, de forma a mantê-la protegida contra qualquer tipo de infiltração de água. A estanqueidade estará assegurada quando foram utilizados materiais impermeáveis adequados e de permanência definitiva.

A impermeabilização será aplicada apenas em superfícies resistentes, uniformes e perfeitamente secas, sendo obrigatório um mínimo de cinco dias de sol antes do início de seus serviços. Os tipos de impermeabilização serão determinados em função da forma de penetração de água. Para efeito desta determinação, será considerada a penetração de água devido à pressão, percolação e umidade de solo. Os tipos de impermeabilização decorrentes serão de concretos ou argamassas impermeáveis, membranas asfálticas ou poliméricas, revestimentos e pinturas impermeabilizantes.

A aplicação dos materiais impermeabilizantes, indicados no projeto, deverá seguir as recomendações dos fabricantes e será feita por pessoal habilitado, tomando-se todas as precauções contra intoxicações e infiltração de gases.

Antes do início do processo de impermeabilização, a superfície deverá estar convenientemente tratada, ou seja:

- As trincas e fissuras serão identificadas e calafetadas com mastique elástico apropriado, mediante a abertura de canaleta em “U” ao longo da trinca ou fissura, nas dimensões de

10 mm de profundidade por 20 mm de largura, exceto as trincas localizadas internamente em estruturas hidráulicas;

- Cantos e arestas deverão estar devidamente arredondados, conforme normalização própria;
- Passagens de emergentes e tubulações através da peça a impermeabilizar deverão estar devidamente tratadas por meio de abertura de canaleta em “U” nas dimensões de 10 mm de profundidade por 20 mm de largura, que será aberta ao longo do perímetro do emergente ou tubulação. Esta canaleta será preenchida com mastique elástico apropriado;
- Não será permitida a execução de arremates de sistemas impermeabilizantes em platibandas e/ou outros elementos perimetrais construídos com blocos de concreto ou tijolos furados;
- Serão retirados todos os corpos contundentes e salientes do concreto;
- A peça deverá estar totalmente limpa, seca e isenta de óleos e graxas.

3.11.1 Impermeabilização rígida com argamassa

Não será utilizada para impermeabilização interna de reservatórios, decantadores ou peças destinadas ao armazenamento de água sob pressão.

A estrutura não poderá apresentar trincas e as existentes serão tratadas conforme o capítulo 3.6.4. A superfície deverá apresentar-se limpa, isenta de corpos estranhos, com cantos arredondados e caimento mínimo de 1% em direção aos coletores, quando se tratar de lajes ou vigas-calha. A argamassa será confeccionada com aditivo impermeabilizante dissolvido na água, cimento e areia média.

A aderência da argamassa ao substrato será garantida através de chapisco.

O traço da argamassa será de cimento e areia na proporção 1:3 em volume. A quantidade de aditivo deverá seguir as recomendações do fabricante.

A aplicação será feita em três camadas de 10 mm cada, acabada com desempenadeira de madeira. A cura de argamassa será constante através de molhagem, e por, no mínimo, três dias.

3.11.2 Impermeabilização betuminosa

A aplicação e o consumo seguirão as recomendações do fabricante.

Quando for usado asfalto “in natura”, este será do tipo oxidado, aquecido em temperatura não inferior a 180 °C e não superior a 220 °C. A aplicação será em no mínimo três camadas. A película final resultante deverá ter consumo mínimo de 2,0 kg/m².

3.11.3 Impermeabilização com manta butílica

- Preparo das superfícies

As superfícies deverão estar regularizadas, uniformes e secas. Se a regularização não for obtida na própria concretagem, a regularização e declividade para o escoamento pluvial, conforme projeto serão executadas com argamassa de cimento e areia no traço volumétrico de 1:3, perfeitamente aderida à base e com acabamento bem desempenado, com desempenadeira de madeira e feltro. Esta argamassa não poderá conter aditivos hidrófugos.

As superfícies verticais, rodapés e todos os perímetros serão preparados para receber os arremates da impermeabilização.

- Execução de berço amortecedor

Berço a Quente: Diretamente sobre a base limpa e seca, aplicar uma demão de tinta de imbricação. Em seguida executar o berço a quente numa temperatura aproximada de 140 °C, em uma faixa de 50 mm maior que a largura da manta elastomérica, ou sua área total. Consumo de material do berço: 2:3 kg/m².

Berço a Frio: Aplicar uma demão de tinta primária de imprimação (adesivo hidroasfáltico diluído em 50 a 100% de água). Aguardar, no mínimo, duas horas para a secagem.

Sobre a primária seca executar uma camada de berço amortecedor de impactos e de recobrimentos dos pontos contundentes do concreto. A aplicação é feita com desempenadeira de aço ou rodo, distribuindo uma camada uniforme e regularizadora com espessura mínima final de 2 mm, após a secagem. Consumo: 2 a 3 kg/m². Tempo de secagem: seis a doze horas.

- Aplicação de Manta

Dobrar metade da manta no sentido longitudinal aplicar uma demão do adesivo sobre o berço e outra sobre a manta, tendo o cuidado de deixar uma faixa de 50 a 60 mm nas extremidades do remate da manta, onde a colagem é feita pelo processo de caldeação a frio.

Aguardar que o adesivo se desidrate, ficando na cor preta e sem manchas marrons, tanto sobre o berço quanto na manta elastomérica. Desdobrar a manta sobre o berço, promovendo a colagem por fricção com pano ou estopa.

Proceder da mesma maneira na metade seguinte.

- Emendas de continuidade ou sobre substrato de concreto e emergentes

Nas emendas de mantas sobre mantas, a colagem é feita, a frio, com adesivo autovulcanizante e fita de caldeação.

As superfícies a serem coladas devem estar limpas, isentas de resíduos de talcos, parafina ou materiais estranhos ao elastômero. As mantas elastoméricas (Butylicas ou EPDM) serão unidas por sobreposição com 50 mm de largura.

Para limpeza, usar solvente tipo Varsol ou similar, escova vegetal e por fim, um tecido. Lixar com lixa de ferro n.º 60, nas áreas a serem colocadas com adesivo autovulcanizante, exceto na fita de caldeação.

Aplicar uma demão do adesivo autovulcanizante na face inferior da manta e colocar fita de caldeação através de leve fricção.

Empregar uma demão do adesivo autovulcanizante sobre a face superior da manta e sobre a fita de caldeação já anteriormente colada na face inferior. Quando o adesivo estiver no “ponto de toque” unir as partes superiores das mantas, com fricção enérgica, por meio de material adequado.

Nos arremates em dutos e outros emergentes, rodapés etc. e em todas as áreas verticais com até 0,40 m de altura, não é necessária a utilização do berço amortecedor. Nestas áreas e nas extremidades da fita de caldeação, serão aplicadas duas ou mais demãos do adesivo autovulcanizante.

Coletores de águas pluviais e outras unidades, que pela forma construtiva necessitem de reforços impermeabilizantes, também serão colocados sem berço amortecedor, porém com

duas demãos de adesivo autovulcanizante e fitas de caldeação, sobre as quais é fixado o reforço impermeável.

- Prova de estanqueidade

A superfície impermeabilizada é cheia de água, formando uma lâmina de 0,10 m, mantendo-a por cinco dias, no mínimo, a fim de detectar eventuais defeitos de execução. Ocorrendo falhas, corrija-las e repetir a prova quantas vezes forem necessárias, até que se verifique a completa estanqueidade do local.

Terminada a prova, aplicar uma demão de tinta branca, tipo caiação ou outra, quando não estiver prevista em projeto a proteção térmica e/ou mecânica.

3.11.4 Impermeabilização com feltro asfáltico

Não será permitida a execução dos trabalhos nos períodos de chuva. A temperatura de utilização do asfalto quente é de 180 °C a 220 °C. O trânsito de terceiros sobre as áreas que estão sendo impermeabilizadas, será proibido até que estejam protegidas contra ferimentos mecânicos.

A mesma interdição e cuidados deverão estar previstos em eventuais trabalhos (balancins etc.) realizados acima das áreas de impermeabilização não protegidas.

- Execução da imprimação

A tinta primária de imprimação, de solução asfáltica, será aplicada a frio, com esfregalho, friccionando muito bem, de forma a remover qualquer poeira residual. Aguardar cerca de dezesseis horas para a perfeita secagem da tinta e prosseguir os serviços. Consumo: 500 a 700 g/m²

- Execução da impermeabilização

Antes da impermeabilização, os coletores pluviais, os dutos que atravessam as áreas, as juntas de dilatação, os rodapés, os perímetros etc. Terão recebido os reforços impermeabilizantes necessários e previstos, aplicados de forma sobreposta.

Em todas as mudanças de ângulos, as membranas serão aplicadas de forma a resultar um número par delas.

A impermeabilização será executada com o número de camadas previstas em projeto. Será em número nunca inferior a quatro camadas de asfalto entremeadas por três membranas estruturantes de feltro. As camadas serão sobrepostas em 0,15 m uma sobre a outra, desencontrando-se todas as emendas transversais e longitudinais na camada subsequente à anterior.

A aplicação da primeira demão de asfalto oxidado, do tipo II ou III, será feita com esfregalho, distribuindo-o aproximadamente 0,10 m a mais da largura do estruturante e não mais de 1,00 m para frente.

Molhar novamente o esfregalho no asfalto e espalhar outra quantidade sobre a anterior, iniciando-se a colagem da membrana do estruturante na segunda molhadura. O esfregalho, sempre contendo asfalto, vai avançando encostado no rolo do estruturante, aquecendo e impregnando-o, também, com o asfalto a quente.

O asfalto deverá formar um pequeno “banque” à frente do rolo do estruturante (feltro), impedindo a criação de vazios ou bolsas de ar entre a camada de asfalto e a membrana de feltro.

À medida que o estruturante for sendo desenrolado será energicamente friccionado por meio adequado, para completar a perfeita colagem e soltar eventual ar retido.

Esse ar será libertado, furando-se a bolsa enquanto o asfalto estiver quente. Repete-se a mesmo processo nas camadas subsequentes até o número total de membranas especificadas.

Para evitar o tráfego pegajoso, sobre a última demão de asfalto polvilhar pó de cimento, caulim ou outra pasta. Jamais serão polvilhados grânulos contundentes como pedriscos, areia etc.

O consumo mínimo de primeira demão ou camada de asfalto será de 2 kg/m², nas outras demãos de 1,5 kg/m². Nos rodapés, não havendo reentrâncias a serem preenchidas com alvenaria, esta proteção será estruturada com tela hexagonal galvanizada, ancorada na parte superior o com junta de dilatação de, no mínimo, 20 mm entre os planos vertical e horizontal.

3.11.5 Impermeabilização com manta impregnada de asfalto

- Preparo da superfície

Os caimentos serão de 1%, no mínimo, ou conforme especificado em projeto ou orientados em direção aos ralos e/ou condutores.

Os tubos de respiro têm uma cova ao redor na profundidade de 50 mm.

- Imprimação com asfalto diluído

Aplicar uma demão de asfalto diluído em toda superfície a ser impermeabilizada. Aguardar doze horas antes de iniciar a impermeabilização.

Consumo: 0,3 a 0,5 litro/m².

- Aplicação da manta

O aplicador deverá proceder à colagem da manta, usando o asfalto oxidado fundido a uma temperatura de 180°C a 220°C. Ao desenrolar a membrana sobre a laje, deverá espalhar o asfalto quente na frente do rolo formando um excesso.

Há a opção de se efetuar a colagem com maçarico apropriado. Neste caso deverá utilizar na imprimação, asfalto diluído mais denso, conforme orientação do fabricante.

Trabalhar com o asfalto quente sempre perto do rolo, não permitindo que a distância ultrapasse meio metro.

Aplicar uma pressão enérgica sobre a membrana do centro para as extremidades a fim de expulsar bolhas de ar que possam estar retidas entre a membrana e a superfície, utilizando equipamentos apropriados. As membranas deverão sofrer uma sobreposição de 0,10 m. Deste modo, o asfalto oxidado, além de ser espalhado sobre a laje, será aplicado também, sobre a membrana anterior, já aderida à laje, em uma faixa de aproximadamente 0,10 m.

Na sobreposição das membranas, será constatado que há um pequeno excesso de asfalto, além dos 0,10 m da sobreposição. O excesso de material garantirá a perfeita fusão de uma membrana na outra.

Nas emendas das membranas será passado um rolete de 5 kg, logo em seguida à aplicação do asfalto. Consumo de asfalto: 3 kg/m².

Toda e qualquer impermeabilização será iniciada pelos pontos críticos: ralos, juntas de dilatação.

3.11.6 Impermeabilização composta por pasta de cimento e polímeros

Este sistema impermeabilizante, quando especificado, será obrigatoriamente aplicado nas faces internas das estruturas hidráulicas.

Preparo da superfície

- Regularizar a superfície, tampando os poros maiores (profundidade maior que 5 mm), preparando-a para receber a impermeabilização, com uma mistura de cimento e areia fina na proporção de 1:2 em volume, aplicada com esponja;
- Os poros menores (profundidade menor que 5 mm) serão corrigidos com o próprio produto em consistência de pasta e aplicado com desempenadeira de aço. Os cantos vivos devam ser arredondados;
- Materiais aderidos ao concreto (nata, argamassa etc.) serão removidas;
- As superfícies lisas serão lixadas (lixa grossa ou escovas de aço). Depois do lixamento será aplicada uma pintura adesiva composta por cimento, areia fina, água e adesivo (componente líquida), precedendo à impermeabilização, na proporção:
 - Cimento: areia – 4:4
 - Água: adesivo – 1: 1
 - Molhar a superfície do concreto até a saturação;

Preparo e aplicação da impermeabilização

Proceder à mistura do produto, obedecendo ao proporcionamento indicado pelo fabricante, até a total homogeneidade do material;

Aplicar três demãos cruzadas, utilizando brocha, tomando-se os cuidados a seguir:

- Aplicar nova demão cruzada, assim que a brocha não arranque (risque) a demão anterior. Caso contrário, se não houver tempo, curar a demão aplicada, borrifando água, assim que se note a endurecimento superficial da pintura, por um período de doze horas. Em seguida encharcar a superfície e aplicar a nova demão cruzada;
- Curar a última demão durante doze horas de sua aplicação, molhar o revestimento abundantemente com água por um período de sete dias, e colocar a estrutura em carga.

Nota: O consumo mínimo de cimento impermeabilizante será de 1 kg/m² por demão e do componente líquido de 0,1 kg/m² por demão.

3.11.7 Impermeabilização com membrana

Preparo da superfície

A superfície será regularizada com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3 em volume, com caimento mínimo de 1% em direção aos coletores ou conforme projeto.

Execução da impermeabilização

Aplicar uma demão de “primer” sobre a superfície, conforme orientação do fabricante.

Aplicar, no mínimo, quatro demãos do produto, sempre aguardando a secagem da demão precedente. Entre a segunda e a terceira demão será aplicada uma armadura de reforço de poliéster, lã de vidro ou similar.

3.11.8 Proteção mecânica

A proteção mecânica das impermeabilizações será executada conforme as especificações de projeto. Antes da execução da proteção mecânica será obrigatória a execução da prova de estanqueidade.

Obrigatoriamente, a proteção mecânica deverá estar separada da impermeabilização pela aplicação prévia de uma camada separadora (papel “kraft” betumado duplo, feltro asfáltico ou poliéster).

A proteção mecânica deverá possuir juntas, de no máximo, a cada 15 m².

3.11.9 Proteção térmica em lajes planas de cobertura

Quando especificada, a proteção térmica será de um dos três tipos a seguir:

- Proteção térmica com agregado leve;
- Proteção térmica com concreto celular;
- Proteção térmica com poliestireno expandido.

Estes deverão sempre ser definidas em projeto, considerando-se as condições de uso da laje em questão.

No caso de a proteção térmica ser efetuada com agregado leve ou com concreto celular, esta será aplicada diretamente sobre a impermeabilização previamente protegida por camada de proteção mecânica.

A proteção será sempre aplicada em espessura, formato, densidade, resistência à compressão axial, e com espaçamento de juntas, quando for o caso, definidas em projeto ou a critério da Fiscalização.

Caso a opção seja por poliestireno expandido, este deverá ter a maior densidade possível, fixado com adesivo apropriado, de base asfáltica, diretamente sobre a impermeabilização.

A espessura total do isolante será dividida em, no mínimo, duas camadas de placas isolantes, assentados com ajustes defasados, evitando-se ferimentos na impermeabilização. Sobre este último isolante térmico será feita camada de proteção mecânica.

3.12 Pinturas

As superfícies destinadas a receber pintura serão rigorosamente preparadas com a remoção de todos os resíduos. Serão emassadas, regularizadas, lixadas, limpas e secas. Este preparo também será feito quando as superfícies forem totalmente emassadas e aparelhadas com massa corrida, antes do recebimento da pintura.

A pintura é feita somente após secagem completa da superfície. Todos os elementos que não recebem pintura, deverão estar protegidos de quaisquer respingos de tinta. Antes do início de qualquer pintura, o local de trabalho deverá estar limpo e livre de resíduos decorrentes do preparo das superfícies, não sendo permitida a execução simultânea de preparo de superfície e pintura.

O acabamento final da pintura deverá apresentar tonalidade uniforme, devendo aplicar-se tantas demãos quantas necessárias. As tintas serão de primeira linha e estarão condicionadas em embalagens originais dos fabricantes. As cores serão as previstas no projeto. A pintura de superfícies externas não será permitida com tempo chuvoso e úmido. Após ocorrência de

chuvas dever-se-á esperar que a superfície esteja totalmente seca para que sejam reiniciados os serviços.

Todos os respingos de tintas serão removidos, no instante da ocorrência, a fim de facilitar a limpeza final da obra.

As pinturas e dissoluções de tintas na obra deverão obedecer às especificações dos fabricantes e sua aplicação dar-se-á somente após a liberação da Fiscalização.

3.12.1 Pintura a cal

Serão aplicáveis em superfícies internas e externas devidamente preparadas. As demãos serão executadas em direções cruzadas; nos tetos, a última demão deve ser perpendicular aos vãos de luz.

Para as superfícies excessivamente absorventes, a primeira demão deve conter óleo de linhaça.

3.12.2 Pintura látex a base de PVA ou Acrílica

Será aplicada massa de PVA ou acrílica (massa corrida), para o mesmo tipo de tinta.

Aplicar líquido selador, misturado com um pouco de tinta de acabamento ou corante concentrado. No caso de pintura exterior, verificar se a massa ou selador é o indicado para esse fim.

Após secagem do fundo, aplicar às superfícies tantas demãos quantas necessárias para um perfeito acabamento.

A Fiscalização deverá exigir, no mínimo, duas demãos de látex espaçadas de, pelo menos, três horas.

A aplicação será com trinchinha ou rolo, conforme instruções do fabricante.

3.12.3 Pintura a óleo e esmalte

A superfície deverá ser preparada e receber uma demão primária seladora de acordo com o material a ser utilizado.

Após secagem da base, serão aplicadas duas a três demãos de tinta específica, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas cada uma.

A superfície já pintada será lixada levemente com lixa d'água e seca antes da nova demão. A aplicação será com trinchinha ou revólver, conforme instruções do fabricante.

3.12.4 Pintura a verniz

Utilizada para proteção de superfícies de madeira, em uso interno ou externo.

Sobre a superfície previamente preparada será aplicada a primeira demão de verniz. Essa aplicação far-se-á com o uso de "bonecas" de tecido de algodão.

Os orifícios serão obturados, com massa constituída de verniz, gesso, óleo de linhaça e corante, procurando, na dosagem, obter coloração próxima à da madeira natural.

Após a completa secagem, será feita uma lixagem até a obtenção de uma superfície totalmente lisa. Aplicam-se mais duas demãos de verniz, aguardando-se os intervalos de total secagem, conforme instruções do fabricante.

3.12.5 Pintura grafite

Aplica-se para proteção de peças metálicas, estruturas, postes de iluminação, caixilhos etc.

A superfície será preparada tomando-se cuidado especial na remoção de ferrugem. Em seguida será aplicada 1 (uma) demão de fundo anticorrosivo. Após secagem do fundo, serão aplicadas duas a três demãos de grafite, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas entre cada uma.

A aplicação será por trincha, conforme instruções do fabricante.

3.12.6 Pintura a base de silicone

Esta pintura ser aplicada objetivando repelir a água em superfícies de alvenaria, concreto, argamassa e outros materiais que contenham silicatos.

A aplicação será efetuada somente em superfícies secas. Revestimentos novos deverão secar durante 2 duas semanas. Não será aplicado em dia chuvoso, aguardando-se pelo menos três dias após a última chuva.

Será aplicada uma demão abundante de modo que chegue a escorrer, ensopando a superfície. Em paredes destinadas a receber pintura à base de cal ou cimento, a pintura será executada antes da aplicação do silicone.

A aplicação será por brocha ou revólver, que deverá ter bico largo e pressão baixa para evitar a pulverização, conforme as instruções do fabricante.

3.12.7 Pintura alumínio

Recomendada para estruturas e perfis metálicos.

A superfície será preparada, dando-se especial atenção à eliminação de ferrugem. Será aplicada demão primária, seladora, de acordo com a material a ser utilizado.

Após secagem da base, serão aplicadas de duas a três demãos de tinta alumínio, com espaçamento mínimo, de vinte e quatro horas, entre cada aplicação.

A aplicação será com trincha ou revólver seguindo as instruções do fabricante.

3.12.8 Pintura antiferruginosa ou primer

Será aplicada em superfícies metálicas, previamente lixadas, livres de ferrugens e rebarbas de soldas.

O lixamento será feito com lixa de ferro umedecida em querosene para facilitar a remoção da ferrugem. A pintura será feita imediatamente após a limpeza.

A pintura antiferruginosa deverá receber as correções e retoques que forem necessárias, antes da pintura definitiva de acabamento.

As superfícies zincadas ou galvanizadas, como calhas, rufos, condutores etc.; serão pintadas com “primer” à base de cromato de zinco, antes de receberem a pintura de acabamento, óleo, esmalte etc.

Nota: A pintura de tubulações e acessórios nas estações de tratamento, de recalque e reservatórios, além da proteção anticorrosiva, deverá atender a estética e padronização de cores, conforme normas em vigor.

3.13 Urbanização

Os serviços de urbanização serão executados conforme projeto e/ou determinação da Fiscalização, levando-se em conta a programação das etapas de execução de outros serviços como:

- Pavimentação
- Portões
- Cercas de arame
- Cerca de tela tipo alambrado
- Plantio de grama em placas
- Plantio de arbustos e árvores

3.13.1 Pavimentação em paralelepípedo ou bloco (blockret)

As peças serão assentadas sobre lastro de areia: 5 cm de espessura para blocos articulados; 10 cm de espessura para blocos sextavados ou paralelepípedos.

Eventualmente, para melhorar as condições de suporte do solo, será executado lastro de brita ou de concreto magro.

Os paralelepípedos ou blocos serão assentados das bordas da faixa para o centro e, quando em rampa, de baixo para cima.

No caso de assentamento em rampas íngremes, este será feito sobre lastro de concreto magro, com consumo mínimo de cimento de 210 kg/m³.

O rejuntamento será feito com pedrisco, seguido do preenchimento das juntas com asfalto.

3.13.2 Passeio cimentado

O concreto deverá ter espessura igual à do piso existente, não devendo, no entanto, ser inferior a 5,0 cm, e será aplicado sobre lastro de brita de 5,0 cm de espessura devidamente compactado.

O consumo mínimo de cimento, por metro cúbico de concreto, será de 210 kg.

As juntas de dilatação para reposição de passeio serão do mesmo tipo e ter o mesmo espaçamento do pavimento existente. Para os passeios novos as juntas serão plásticas, alinhadas de tal forma que a superfície seja dividida em painéis.

Será aplicada uma camada de argamassa de acabamento desempenado de cimento traço 1:3 em volume, de 2,0 cm de espessura.

Quando o acabamento for superior deverá obedecer às características dos materiais existentes de forma a reconstruir as condições iniciais.

3.13.3 Passeio em ladrilho hidráulico

As pedras de ladrilho hidráulico serão assentadas sobre o contrapiso de concreto com consumo de 210 kg de cimento/m³ e espessura mínima de 5,0 cm.

Os ladrilhos ficarão imersos em água até a saturação. Serão assentados sobre a argamassa de cimento traço 1:3 em volume.

As disposições e as juntas para reposição de passeio serão do mesmo tipo do pavimento existente. Para os passeios novos, quando as juntas forem inferiores a 5 mm, serão

preenchidos com nata de cimento; se superiores, será utilizada a mesma argamassa de assentamento.

3.13.4 Passeio em pedras portuguesas

As pedras serão assentadas sobre lastro de cimento/areia, mistura seca, traço 1:5 em volume de 5,0 cm de espessura e comprimidas por percussão através de martelo de calceteiro.

Eventualmente, para melhorar as condições de suporte do solo, será executado lastro de brita. O rejuntamento consiste no espalhamento de uma camada de mistura seca de cimento e areia, traço 1:3 em volume, sobre as peças assentadas, para preenchimento dos vazios. A lavagem da superfície será feita com ácido muriático.

As cores e os desenhos para reposição de passeio serão do mesmo tipo de pavimento existente. Para os passeios novos, será de acordo com o projeto.

3.13.5 Portões

Os portões serão executados com tubos de ferro galvanizado e tela prensada de arame ou revestida de PVC, soldadas em quadro de ferro cantoneira.

Para fixação e suporte será executado pilar de concreto ou tubo de aço galvanizado enchido com argamassa de cimento e areia, apoiado sobre blocos com dimensões tais que permitam a sustentação adequada do portão. Os pilares que sustentarem portão de duas folhas (entrada de veículos) serão unidos por viga baldrame.

Os pilares serão pintados com tinta látex para exterior. As peças componentes do portão serão lixadas e limpas com solventes e receber uma demão de “primer” zarcão. A pintura de acabamento será com duas demãos de esmalte sintático.

As ferragens serão fornecidas pela contratada de acordo com orientação da Fiscalização.

3.13.6 Cercas de arame

Serão utilizados pilares de concreto tipo alambrado, com espaçamento de no máximo 2,50 m, fixados através de blocos de concreto. A vedação será através de cinco ou onze fios de arame farpado convenientemente fixados nos mourões. Nos pontos de mudança de direção, interrupção e intermediários de trechos longos, os mourões serão escorados com peças de concreto colocadas com inclinação de 45°, em vãos máximos de 25 m de extensão. A pintura de acabamento dos mourões será com tinta látex ou cal.

3.13.7 Cerca de tela tipo alambrado

Serão utilizados pilares de concreto tipo alambrado, com espaçamento de no máximo 2,50 m, fixados através de blocos de concreto. A vedação será com tela de arame ou tela de arame revestido de PVC, com malha de no máximo 5 x 5 cm, do início da mureta até o início da deflexão do mourão, completada com fios de arame farpado.

A fixação da tela na parte inferior será chumbada com grampos de arame galvanizado na mureta, constituída de duas fileiras de blocos de concreto ou de tijolos comuns, na altura definida no projeto.

Os revestimentos superior e lateral da mureta serão de argamassa.

Nos pontos de mudança de direção, interrupção e intermediários de trechos longos, os mourões serão escorados com escoras de concreto colocadas com inclinação de 45º, em vãos máximos de 25 m de extensão. A pintura de acabamento será com tinta látex.

Plantio de grama em placas

Procederá à limpeza, regularização e preparo da superfície de plantio com revolvimento do solo para se obter uma camada de até 0,20 m com granulação homogênea. Deixará o solo descansar durante trinta dias; verificará o pH do solo e, caso necessário, fará as correções devidas. Fará plantação de grama isenta de vegetação parasitária; adubação orgânica, natural ou química; cobertura com terra vegetal peneirada. As placas deverão receber uma compactação dosada para que as raízes da grama tenham contato mais íntimo com o solo. Fará eventual cravação de piquetes em taludes; proteção; remoção do material excedente e manutenção por um prazo de sessenta dias; inclusive, a primeira poda da grama só será feita depois que o gramado tenha “fechado”. Será efetuada rega constante até que a grama fique homogeneamente arraigadas ao terreno.

Normas pertinentes

Todos os materiais citados nesta especificação devem atender as condições exigidas nas normas relacionadas a seguir:

- NBR – 9227 – Vêu de fibra de vidro para impermeabilização.
- NBR – 9228 – Feltro asfáltico para impermeabilização.
- NBR – 9229 – Manta de butil para impermeabilização.
- NBR – 9396 – Elastômeros em solução para impermeabilização.
- NBR. 9690 – Mantas de Polímeros para impermeabilização.
- NBR – 9910 – Asfaltos oxidados para impermeabilização.
- NBR – 9952 – Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização.
- EB-634 – Materiais asfálticos para impermeabilização na construção civil.
- NBR – 5732 – Cimento Portland Comum – especificação.
- EB-301 – Azulejo.
- NB-796 – Assentamento de Azulejos.
- NB-1069 – Execução de piso com revestimento cerâmico.
- NBR-7211 – Agregados para Concreto.
- EB-229 – Agregado leve para concreto isolante térmico.

4 Materiais de Construção

Considerações gerais

Todos os materiais a empregar nas obras deverão ser novos, comprovadamente de primeira qualidade e satisfazem rigorosamente às condições estipuladas neste Manual, salvo disposição expressa e diversa, estabelecida nas especificações de Obra, cujas prescrições prevalecerão.

A contratada só usará qualquer material depois de submetê-lo ao exame e aprovação da Fiscalização, a quem caberá impugnar o seu emprego, quando em desacordo com as especificações.

Cada lote ou partida de material deverá, além de outras averiguações, ser comparado com a respectiva amostra, previamente aprovada.

As amostras de materiais aprovadas pela Fiscalização, depois de convenientemente autenticadas por esta e pela contratada, serão cuidadosamente conservadas no canteiro da obra até o fim dos trabalhos, de forma a facultar, a qualquer tempo, a verificação de sua perfeita correspondência aos materiais fornecidos ou já empregado.

Obriga-se a contratada a retirar do recinto das obras os materiais por ventura impugnados pela Fiscalização, dentro de 72 horas, a contar da Ordem de Serviço atinente ao assunto, sendo expressamente proibido manter no recinto das obras quaisquer materiais que não satisfaçam a estas especificações.

Critério de Analogia

Se as circunstâncias ou condições locais tornem aconselhável a substituição de alguns dos materiais especificados neste Manual, a substituição obedecerá ao disposto nos itens subsequentes e só será efetuada mediante expressa autorização, por escrito, da Fiscalização, para cada caso particular e será regulada pelo critério de analogia definido a seguir.

Diz-se que dois materiais ou equipamentos apresentam analogia total ou equivalência se desempenham idêntica função construtiva e apresentam as mesmas características exigidas na especificação ou no Serviço que a eles se refiram.

Diz-se que dois materiais ou equipamentos apresentam analogia parcial ou semelhança se desempenham idêntica função construtiva, mas não apresentam as mesmas características exigidas na especificação ou no Serviço que a eles se refiram.

Na equivalência, a substituição se processará sem haver compensação financeira para as partes, ou seja, a SANEAGO ou a contratada.

Na eventualidade de uma semelhança, a substituição se processará com a correspondente compensação financeira para uma das partes, SANEAGO ou contratada, conforme contrato.

O critério de analogia referido será estabelecido em cada caso pela Fiscalização, sendo objeto de registro no "Diário de Obras".

Nas especificações, a identificação de materiais ou equipamentos por determinada marca implica, apenas, a caracterização de uma analogia, ficando a distinção entre equivalência e semelhança subordinada ao critério de analogia retro estabelecido.

A consulta sobre analogia envolvendo equivalência ou semelhança será efetuada em tempo oportuno pela contratada. A SANEAGO não admitirá, em nenhuma hipótese, que essa consulta sirva para justificar o não-cumprimento dos prazos contratuais.

Laboratórios – ensaios e testes

- Requisitos

Os laboratórios que realizarão os ensaios e testes de materiais e equipamentos deverão ser credenciados pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, órgão subordinado ao Ministério da Indústria e Comércio e integrante do SINMETRO- Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

- Verificação

Compete à contratada apresentar à Fiscalização o "Certificado de Credenciamento", atualizado, expedido pelo INMETRO, sem o que poderá a Fiscalização considerar inaceitáveis os resultados dos ensaios e testes realizados por iniciativa da contratada.

A apresentação do certificado a que se reporta o item precedente será efetuada antes da realização dos testes e exames ou, quando muito, concomitantemente com os resultados desses exames e testes.

4.1 Aços

4.1.1 Aços para concreto armado

Normas

As barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado obedecerão à EB-3/85 Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado (NBR-7480).

Condições Gerais

Para aceitação dos lotes de aço, a Saneago será exigido, no mínimo, a execução dos ensaios de dobramento (item 6.2 da EB-3/85) e de tração (item 6.8.1 da EB-3/85). As condições de aceitação do lote seguirão as recomendações preconizadas no item 7 do referido normativo.

Tabela 11 - Características de fios e barras

Bitola	Massa p/ um. Compr. e tolerância (Kg/m)						Valor nominal p/ cálculo		
Fios	Barras	Massa Min. a (10%)	Massa Min. a (6%)	Massa Exata	Massa Máxima (6%)	Massa Máxima (10%)	Área da Seção (cm²)	Massa p/ Unid. de comprim.	Perím. (cm)
3.2	-	0,000	0,568	0,062	0,066	0,000	0,080	0,069	1,000
4	-	0,000	0,093	0,099	0,105	0,000	0,125	0,100	45.658,000
5	5	0,141	0,417	0,157	0,166	0,172	0,200	0,160	1,600
6,3	6,3	0,233	0,233	0,248	0,263	0,273	0,315	0,250	2,000
8	8	0,354	0,370	0,393	0,417	0,433	0,500	0,400	2,500
10	10	0,000	0,586	0,624	0,661	0,000	0,800	0,630	3,150
12,5	12,5	0,000	0,929	0,988	1,050	0,000	1,250	1,000	4,000
-	16	0,000	1,470	1,570	1,660	0,000	2,000	1,600	5,000
-	20	0,000	2,330	2,480	2,630	0,000	3,150	2,500	6,300
-	25	0,000	3,700	3,930	4,170	0,000	5,000	4,000	8,000
-	32	0,000	5,860	6,240	6,610	0,000	8,000	6,300	9,000
-	40	0,000	9,290	9,880	9,500	0,000	12,500	9,000	12,500

A massa exata corresponde ao produto do valor da área exata definida pela série de Renard, por 7,85 Kg.

Tabela 12 - Propriedades mecânicas de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado

Categoria	Ensaio de Tração (valores mínimos)				Ensaio de dobr. a 180°		Aderência	Dist. Da categ.
	Resist. carac. de escoramento FyK (Mpa) (A)	Limite de resist. Fyk (Mpa) (B)	Along. Em 10Ø (%) (C)		Diâm. de pino (mm) (D)		Coef. de conform. superf. mín. p/ Ø>10 nb	Cor
			Para aço Cl. A	Para aço Cl. B	Ø<20	Ø=20		
CA – 25	250	1,20 fy	18	-	2 Ø	4 Ø	1	Amarela
CA – 40	400	1,10 fy	10	8	3 Ø	5 Ø	1,2	Vermelha
CA – 50	500	1,10 fy	8	6	4 Ø	6 Ø	1,5	Branca
CA – 60	600	1,05 fy (E)	-	5	5 Ø	-	1,5	Azul

- (A) Valor característico do limite superior de escoamento: LE da MB-4177- Material metálico - determinação das propriedades mecânicas a tração (NBR-6152) ou fy da NB-1/78 - Projeto e execução de obras em concreto armado (NBR-6118);
- (B) O mesmo que resistência convencional à ruptura ou resistência convencional à tração, conforme MB-4/77 (NBR-6152), o símbolo LR ou
- (C) Bitola, definida em 3,4;
- (D) As barras de bitola Ø =32 das categorias CA-40 e CA-50 serão dobradas sobre pinos de 8 (em mm);
- (E) fst mínimo de 660 MPa.

4.1.2 Aço para estrutura metálica (para efeito deste manual)

- Definição

É considerado aço para confecção de perfis destinados à execução de estruturas metálicas, todo ferro forjado, sem necessidade de tratamento, que satisfaça às especificações constantes dos normativos relacionados a seguir.

Não se deve confundir esse tipo de aço com o aço destinado ao concreto armado.

- Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 13 -Normas aço para estruturas metálicas

Norma	Título
EB-782/85	Elementos de fixação dos componentes das estruturas metálicas (NBR-9971);
EB-1742/86	Aços para perfis laminados, chapas grossas e barras, usados em estruturas fixas (NBR-9763);
MB-4/77	Material metálico determinação das propriedades mecânicas a tração (NBR- 6152)
MB-5/88	Produto metálico ensaio de dobramento semiguiado (NBR-6153);
NB-14/86	Projeto e execução de estrutura de aço de edifícios – método estados limites (NBR-8800);

NB- 143/67	Cálculo de estruturas de aço constituídas por perfis leves;
PB-347/79	Perfis estruturais de aço, formados a frio (NBR-6355);
PB-348/78	Perfis estruturais soldados de aço (NBR-5884).

4.1.3 Aço inoxidável

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por aço inoxidável o aço constituído por liga de alto teor de cromo e baixo teor de carbono, considerando-se como tais as ligas contendo mais de 10% de cromo e menos de 0,2 % de carbono. Para atender a determinadas condições de trabalho, as ligas podem conter, ainda, níquel, colômbio, titânio e molibdênio.

Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto, há particular atenção para os dispostos seguintes:

Tabela 14 - Normas aço inoxidável.

Norma	Título
EB-1402/83	Peças fundidas de aço inoxidável e de outras ligas resistentes à corrosão para uso geral (NBR-8092);
EB-1409/83	Peças fundidas de aço inoxidável e de outras ligas resistentes ao calor para uso geral (NBR-8093);
EB-1511/89	Produtos planos de aço inoxidável para aplicações estruturais (NBR-8579);
MB-1677/82	Aço inoxidável - determinação da suscetibilidade ao ataque intergranular com ácido oxálico (NBR-7408);
MB-1678/82	Aço inoxidável – determinação da suscetibilidade ao ataque intergranular com sulfato férrico – ácido sulfúrico (NBR-7409);
MB-1679/62	Aço inoxidável – determinação da suscetibilidade ao ataque intergranular com ácido nítrico (NUR-7410);
MB-1680/82	Aço inoxidável austenítico ao molibdênio - determinação da suscetibilidade ao ataque intergranular com ácido nítrico – ácido fluorídrico (NBR-7411);
MB-1681/82	Aço inoxidável – determinação da suscetibilidade ao ataque intergranular com cobre - sulfato cúprico ácido sulfúrico (NBR-7412);
MB-1698/82	Aço Inoxidável e ligas similares – determinação da suscetibilidade à corrosão por pite e por frestas em solução de cloreto férrico (NBR-7546);
NB-320/87	Elementos de fixação de aço inoxidável e aço resistente à corrosão (NBR-10065);
NB-602/78	Aços inoxidáveis e aços resistentes ao calor - seleção (R-6847);
PB-354/88	Produtos planos de aço inoxidável - classificação por composição química (NBR 5601);
PB-578/90	Aço inoxidável – tratamento térmico (NBR- 6214);
PB-581/90	Propriedades mecânicas de produtos planos de aço inoxidável (NBR-6666);
PB-1210/85	Aços inoxidáveis - série padronizada (NBR-9246);
PB-1273/86	Produto plano laminado de aço inoxidável - embalagem e marcação (NBR- 9764).

Características técnicas

Para os casos em que se fizer necessária maior resistência à oxidação e à corrosão, serão usadas ligas do tipo 16-6, ou mais ricas, isto é, contendo mais de 16 % de cromo e de 6% de níquel e menos de 0,13% de carbono.

Para os casos de agentes particularmente agressivos, tais como cloreto e outros sais alóides, é empregado, no mínimo, o tipo 18-8.

Na hipótese de temperatura elevada, serão adicionados elementos ditos estabilizadores, de preferência o colômbio ou o titânio. O teor de colômbio é 10 vezes superior ao de carbono, e no mínimo de 0,7 a 1%. O teor de titânio é 5 vezes superior ao de carbono, e no mínimo de 0,4 a 0,8 %.

4.1.4 Aços zincados e chapas

Definição

Esta especificação considera chapa zincada (CZ) a chapa fina de aço, de baixo teor de carbono, revestida em ambas as faces com uma camada de zinco, aplicada por imersão da chapa em banho de metal fundido ou por eletroposição.

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para os dispostos seguintes:

Tabela 15 - Chapas de aço-carbono zincadas

Norma	Título
EB-167/81	Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo semicontínuo de imersão a quente (NBR-7005);
EB-649/81	Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo contínuo de imersão a quente (NBR-7008);
PB-315/81	Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo de imersão a quente requisitos gerais (NBR-7013).

Características técnicas

O aço-base das chapas zincadas é de baixo teor de carbono.

No caso de condições corrosivas mais severas, as chapas zincadas serão produzidas com aço de composição química modificada, com adição de cobre. As chapas zincadas recebem revestimento dos tipos A e C da EB- 167181 (NBR-7005); sendo o tipo A ou Comum para uso geral e o tipo C ou Especial para uso em condições mais severas ou quando se deseja maior duração da chapa, como no caso de calhas de águas pluviais.

O aço das chapas suporta dobramento transversal a 180º sem que haja ocorrências de trincas na face externa do corpo de prova, conforme EB-167181 (NBR-7005).

O revestimento de zinco deve suportar um dobramento da chapa a 180º, sem que haja ocorrência de fissura ou esfoliação da camada protetora, constatáveis à vista desarmada, conforme EB-167/81 (NBR-7005).

PADRÕES: as chapas zincadas serão lisas ou corrugadas.

4.2 Aglomerantes

Definição

Para os fins desta especificação, aglomerantes são os elementos ativos usados na confecção de mesclas, pastas, argamassas e concretos.

4.2.1 Cimento Portland

Tipos

- branco;
- comum;
- alta resistência inicial;
- alto forno;
- pozolânico;
- de moderada resistência a sulfatos e moderado calor e hidratação;
- de alta resistência a sulfatos.

Características técnicas

- Os principais tipos de cimento são os discriminados a seguir:
 - Os constituídos principalmente, de clínquer tipo Portland: dos tipos comuns (nas modalidades CP-25, CP-32 e CP-40), apresentando alta resistência inicial. São de moderada ou de alta resistência a sulfatos;
 - Os constituídos principalmente de clínquer tipo Portland e adições ativas são do tipo pozolânico ou de alto-forno;

Os outros tipos de cimento são:

- O Portland branco, cujo clínquer praticamente não contém óxido de ferro e;
- O aluminoso produzido a partir da fusão de uma mistura de calcário e bauxita.

É recomendável usar cimento de fabricação recente (observar sempre o prazo de validade descrito na embalagem), só aceitar na obra com a embalagem e a rotulagem intactas, contendo a marca de conformidade com a ABCP.

4.2.2 Gesso

- Gesso calcinado

Obtido pela calcinação da gipsita natural : sulfato de cálcio com duas moléculas de água.

É acompanhado de impurezas como SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , CaCO_3 , MgO , num total não ultrapassando a 6%.

O cozimento industrial feito à temperatura baixa (150 a 300°C) transforma o sulfato em semi-hidrato:



O gesso apresenta bom isolamento térmico, boa proteção contra fogo e facilidade de corte, perfuração e fixação por meio de parafusos e pregos com características especiais.

Na sua fabricação destacam-se três fases: britagem da pedra, trituração e queima.

As normas da ASTM C-26-33 especificam:

- tração: 1,4 mpa;
- compressão: 7,0 MPa;
- tempo de pega sem retardo: 10 a 40 minutos;
- tempo de pega com retardo: 40 minutos a 6 horas;
- nenhum resíduo na peneira 14 - (1,41 mm);

- 45 a 75% passam na peneira 100 - (0,15 mm).

Para verificação das características gerais do gesso são adotados os métodos de ensaio referidos nas normas da ASTM, aplicáveis ao caso.

A quantidade teórica de água necessária à hidratação é de 19 a 25%. Maiores quantidades de água de amassamento possibilitam o aumento do tempo de pega.

Normalmente amassa-se o gesso com excesso de água para evitar uma pega muito rápida, devendo-se evitar quantidades superiores a 70%.

Poder-se-á variar o tempo de pega pela adição de:

- Aceleradores: alúmen (silicato duplo de alumínio e potássio), sulfatos de alumínio e potássio;
- Retardadores: sulfato de sódio, Bórax, fosfato, caseína, açúcar e álcool, sendo que a quantidade de retardadores não deve ultrapassar 0,2%.

O gesso corrói o aço e tanto mais facilmente quanto mais água contiver em seus poros.

As armaduras para peças de gesso são galvanizadas. O gesso não adere bem à madeira e aos agregados lisos.

Pela sua solubilidade, o uso do gesso é restrito a interiores, não podem ter função estrutural.

- **Gesso para estuque:**

- o material para estuques, molduras e ornatos contem, no mínimo 70% de gesso calcinado. O gesso para estuque tem pega em período compreendido entre 20 e 40 minutos de seu preparo.

- **Gesso para revestimento:**

- o gesso para revestimento não contem menos que 60% de gesso calcinado.

4.2.3 Cal

- Cal virgem

Material calcinado, do qual o constituinte principal é o óxido de cálcio ou o óxido de cálcio, em associação natural com o óxido de magnésio, capaz de extinguir-se com água.

A cal virgem aérea não hidratada apresenta as seguintes características:

- Perda ao fogo, máximo: 12%;
- CaO + MgO, em relação aos compostos não voláteis: 88%;
- Resíduo de extinção, máximo: 15%.

- Cal hidratada (extinta)

Pó seco obtido pelo tratamento da cal virgem com água em quantidade suficiente para satisfazer a afinidade química, considerada as condições em que se processa a hidratação.

Constituída essencialmente de hidróxido de cálcio e de magnésio, principais constituintes da cal hidratada para argamassa tipo "E" (especial) , ou, ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio e de magnésio e óxido de magnésio, principal constituinte para argamassa tipo "C" (comum).

Normas

Os métodos de ensaio para verificação das características referidas são os estabelecidos na E-57 (especificação de cal virgem para construção) do IPT e nas normas da ABNT referentes à matéria, com especial atenção para as relacionadas a seguir:

Tabela 16 - Cal hidratada

Norma	Título
EB-153/86	Cal hidratada para argamassas (UBR-7175);
MB-341/67	Cal - determinação do resíduo de extinção(NBR-6472);
MB-342/67	Cal virgem e cal hidratada – análise química (NBR-6473);
MB-2331/05	Cal hidratada para argamassas – determinação da estabilidade (NBR-9205);
MB-2332/05	Cal hidratada para argamassas – determinação da plasticidade (NBR-9206);
MB-2333/95	Cal hidratada para argamassas - determinação da capacidade de incorporação de areia no cimento (NBR-9207);
MB-2351/85	Cal hidratada para argamassas – determinação da finura (NBR-9289);
MB-2352/95	Cal hidratada para argamassas – determinação da retenção de água (NBR- 9290).
MB-3058/99	Cal virgem – determinação do tempo de extinção(NBR-10791).

4.2.4 Cimentos especiais

Características técnicas

Os cimentos especiais com adição de substâncias específicas devem apresentar, uma vez endurecidos, total ausência de poros.

O início da pega ocorre em 7 segundos ou 15 minutos.

Os cimentos especiais, com início de pega em 7 segundos, tem como elemento integrante de sua constituição, o cimento "Fondu Lafargel".

Normas

São as seguintes normas da ABNT referentes ao assunto:

Tabela 17 - Cimentos especiais

Norma	Título
EB-1/88	Cimento Portland comum (NBR-5732);
EB-2/74	Cimento Portland de alta resistência inicial (NBR-5733);
ES-208/87	Cimento Portland de alto-forno (NBR-5735);
EB-758/86	Cimento Portland pozolânico (NBR-5736);
EB-903/86	Cimento Portland de moderada resistência a sulfatos (MRS) e cimento Portland de alta resistência a sulfatos (ARS) (NBR-5737);
MB-1/79	Ensaio de cimento Portland (NBR-7215);
MB-11/76	Análise química de cimento Portland - disposições gerais (NBR-5740);
MB-348/84	Cimento Portland e outros materiais em pó - determinação da área específica (NBR-7224),
MB-508/73	Cimento Portland - extração e preparação de amostras (NBR-5741);
MB-509/76	Análise química de cimento Portland - processos de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio (NBR-5742);

MB-510/89	Cimento Portland - determinação de perda ao fogo (NBR-5743);
MB-511/89	Cimento Portland - determinação de resíduo insolúvel (NBR-5744);
MB-512/89	Cimento Portland - determinação de anidrido sulfúrico (NBR-5745);
MS-513/76	Cimento Portland - determinação de enxofre na forma de sulfeto (NBR-5746);
MB-514/89	Cimento Portland - determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama (NBR-5747);
MB-515/76	Cimento Portland - determinação de óxido de cálcio livre (NBR-5748);
MB-1153/77	Pozolanas - determinação do índice de atividade pozolânica com cimento Portland pozolânico (NBR-5750);
MB-1154/77	Cimentos - método de determinação de atividade pozolânica em cimento Portland pozolânico (NBR-5750);
MB-1619/89	Cimento Portland - determinação de óxido de cálcio livre pelo etileno glicol (NBR-7227);
MB-1866/83	Cimento Portland pozolânico - análise química (NBR-8347);
MB-2072/84	Cimento Portland - determinação do calor de hidratação a partir do calor de dissolução (NBR-8009);
MB-2145/85	Cimento Portland e outros materiais em pó - determinação da finura por meio de peneira 0,044 mm (número 325) (NBR-9202);
TE-76/69	Cimento (NBR-7226).

4.2.5 Agregados

Normas

As normas da ABNT atinentes ao assunto são as seguintes:

Tabela 18 - Tipos de agregados

Norma	Título
EB-4/02	Agregados para concreto (NBR-7211);
EB-72/68	Pedra britada, pedrisco e pó-de-pedra para base de macadame hidráulico (NBR-7174);
EB-104/79	Pedra britada graduada e solo para base tipo macadame (NBR-7502);
EB-1133/82	Areia normal para ensaio de cimento (NBR-7214);
MB- 7/87	Agregado: determinação da composição granulométrica (NBR-7217);
MB- 10/87	Agregado :determinação de impurezas orgânicas húmicas, em agregado miúdo (NBR-7220);
MB- 95/07	Agregado: ensaio de qualidade de agregado miúdo (NBR-7221);
NB- 29/68	Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia (NBR-6491);
TB - 16/55	Materiais de pedra e agregados naturais (NBR-7225).

Condições gerais

Os agregados destinados à confecção de concreto são isentos de substâncias nocivas, torrões de argila, gravetos, mica, grânulos tenros e friáveis, impurezas orgânicas, cloreto de sódio, etc.

4.2.6 Areia

Características técnicas

É quartzosa e conforme o item 2.3 retro.

Granulometria

- Grossa: Areia de granulometria grossa, ou simplesmente areia grossa, é a areia que passa na peneira de 4,8 mm e fica retida na peneira de 2,4 mm, apresenta diâmetro máximo de 4,8 mm.

- Média: Areia de granulometria média, ou simplesmente areia média, é a que passa na peneira de 2,4 mm e fica retida na de 1,2 mm; apresenta diâmetro máximo de 2,4 mm.
- Fina: Areia de granulometria fina, ou simplesmente areia fina, é a que passa na peneira de 1,2 mm e fica retida na de 0,6 mm; apresenta diâmetro máximo de 1,2 mm.

Usos:

- a areia para argamassa de chapisco é a de granulometria grossa;
- para argamassa de alvenaria e de emboço é a de granulometria média
- e para argamassa de reboco é a de granulometria fina.

A areia para concreto, satisfaz a EB-4102 (NBR-7211) e as necessidades da dosagem para cada caso. Os ensaios de qualidade e de impurezas orgânicas são os referidos na EB-72/60 (NBR-7174).

4.2.7 Brita

Definição

É o produto resultante da britagem artificial de pedra, sendo que, substancialmente, todas as faces das partículas são oriundas do processo de britagem.

Classificação

Comercialmente as britas são classificadas:

- brita 0 - com diâmetro variando de 4,8 a 9,5 mm;
- brita 1 - com diâmetro variando de 9,5 a 19 mm;
- brita 2 - com diâmetro variando de 19 a 38 mm;
- brita 3 - com diâmetro variando de 38 a 76 mm;
- pedra de mão- com diâmetro acima de 76 mm, devendo seu emprego ser restrito apenas a concretos ciclóricos, quando utilizada como agregado para concreto.

4.2.8 Saibro

Definição

Sob a designação de saibro entende-se, para efeito desta especificação, a rocha em decomposição que se apresenta, principalmente, com grãos de quartzo (areia), de feldspato (em menor quantidade) e de argila. Em nenhuma hipótese o saibro é utilizado como agregado para concreto.

Características técnicas

- Teor de Argila: o teor de argila varia de 7 a 18% para os saibros ásperos, e de 31 a 32% para os saibros macios. As porcentagens de argila referidas são determinadas simplesmente por decantação. As argilas presentes em cada variedade são de tipos diversos, o que é denunciado pela coloração e pelos aspectos particulares de cada saibro;
- Densidade absoluta: as densidades absolutas de cada saibro são determinadas pelo frasco de Chapman, observando-se a técnica geral recomendada pelo IPT. Para todas as variedades, a densidade absoluta encontrada foi de 2,50;
- Densidade aparente: como a densidade aparente dos materiais granulados varia conforme o método empregado na medição, são utilizados, com o objetivo de apresentar números mais próximos da realidade, caixotes semelhantes aos que

são usados nas obras para as dosagens em volumes das argamassas. Os resultados obtidos são os seguintes:

- saibro áspero: 1,33 a 1,51;
- saibro macio: 1,18 a 1,21.

4.2.9 Granilha

Características técnicas

Granilha de mármore: é constituída por mármore natural triturado, isento de pó impalpável, dolomita ou outras substâncias nocivas. A existência de lascas, escamas ou fragmentos lamelares só é admitida quando em reduzidas proporções e, unicamente, para atender ao aspecto decorativo.

Granilha de granito: é constituída por granito triturado, da qualidade que for especificada, isenta de pó impalpável. A existência de lascas, escamas ou fragmentos lamelares só é admitido quando em reduzidas proporções e, unicamente, para atender ao aspecto decorativo.

Utilização

Revestimentos: as granilhas são agregados com resinas acrílicas, aplicadas com espátula metálica, são agregadas com argamassa de cimento e areia, como é o caso do fulget.

Pavimentações: como piso de alta resistência à abrasão, granilite e marmorite.

Coberturas: como membrana asfáltica reforçada, recoberta, com granilhas.

4.2.10 Pedregulho – seixo rolado

Definição

Conforme a TB-16/55 (NBR-7225), pedregulho é o material natural inerte, de forma arredondada, com dimensão nominal máxima de 100 mm e dimensão nominal mínima igual ou superior a 2 mm.

- muito grosso: compreendido entre 100 e 50 mm;
- grosso: compreendido entre 50 e 25 mm;
- médio: compreendido entre 25 e 4,9 mm;
- fino: compreendido entre 4,9 e 2 mm;
- bruto: extraído de cavas;
- lavado: extraído de rios naturais;
- graduado: obedece a uma distribuição granulométrica especificada.

Normas

São as seguintes as normas da ABNT atinentes ao assunto:

Tabela 19 - Normas pedregulho

Norma	Título
MB-29/84	Grãos de pedregulho retidos na peneira de 4,8 mm - determinação da massa específica, massa específica aparente e da absorção de água (NBR-6458);
NB-29/68	Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia (NBR-6491);
TB-16/55	Materiais de pedra e agregados naturais (NBR-7225).

Utilização

Será admitido, a juízo da SANEAGO, o emprego de pedregulho como agregado graúdo para concreto armado, desde que sua qualidade seja satisfatória e que as dosagens dos concretos sofram as correções necessárias.

4.2.11 Pó-de-pedra

Definição

Resíduo de tritramento mecânico de granito ou gnaíse, é isento de argila, matérias orgânicas ou outras impurezas nocivas aos fins a que se destine.

Normas

A norma da ABNT atinente ao assunto é a EB-72162 de macadame hidráulico (NBR-7174). Pedra britada, pedrisco e pó-de-pedra para base.

Restrições

Seu uso é limitado aos rebocos. Fica terminantemente proibida sua inclusão ou adição como agregado fino de concreto ou como argamassa que não sejam de rebocos. É igual e estritamente vedada a adição de pó-de-pedra aos rebocos pré-fabricados.

4.2.12 Argila expandida

Definição

Agregado leve, apresentado sob a forma de grãos arredondados de tamanhos variáveis até 2 cm de diâmetro, possuindo a superfície vitrificada, resistente e impermeável.

Normas

Normas da ABNT atinentes ao assunto:

Tabela 20 - normas agregados leves

Norma	Título
EB-228/69	Agregados leves para concreto de elementos para alvenaria;
EB- 229/82	Agregados leves para concreto isolante térmico (NBR-7213);
BO-230/69	Agregados leves para concreto estrutural.

Características técnicas

A massa específica aparente, no estado solto, varia entre 0,50 t/m³ para o agregado graúdo a 0,75 t/m³ para o material miúdo. O coeficiente de condutibilidade térmica para o agregado, no estado solto, é 0,085 kcal m/m².h.°C.

Tipos.

Agregado com:

- massa específica aparente no estado solto: 500 a 550 Kg/m³;
- tamanho variável entre 20 e 30 mm;
- utilização: enchimento de lajes e isolante térmico

Agregado com:

- massa específica aparente no estado solto;
- tamanho variável entre 13 e 20 mm;
- utilização: substitui a brita 1.

Agregado com:

- massa específica aparente no estado solto; 550 a 600 kg/m³;

- tamanho variável entre 5 e 13 mm;
- utilização: substitui a brita 0.

Agregado com:

- massa específica aparente no estado solto: 500 a 550 kg/m³ ;
- tamanho variável até 6 mm;
- utilização: elementos de menores resistências.

4.2.13 Capeamento de alta resistência

Características técnicas

Mistura de agregados rochosos não britados e metálicos. A granulometria e os pesos específicos desses materiais são definidos de forma a proporcionar perfeita cobertura superficial. O consumo é de 4 kg/m², e a resistência à abrasão é de 2 cm³/50 cm² (DIN 52108).

4.3 Água

Condições gerais

Presume-se satisfatória a água fornecida pela rede de abastecimento público das cidades. Caso ocorra, durante a estação chuvosa, uma turbidez excessiva da água, é providenciada decantação ou filtração.

Normas

A água destinada ao amassamento de argamassas e concretos atende às condições prescritas nas seguintes normas:

Tabela 21 - Normas água para amassamento e concretos

Norma	Título
MB-1056/75	Água - determinação de cloreto Método argentométrico (NBR-5759);
MB-1067/75	Água - determinação da dureza Método complexométrico (NBR-5761);
MB-1096/76	Água - determinação da alcalinidade - método por titulação direta (NBR-5762);
NB-1/78	Projeto e execução de obras de concreto armado (NBR-6118).

4.4 Arames

Definição

Arame de aço galvanizado é o fio de aço estirado, brando e galvanizado a zinco, de bitola adequada a cada caso. O arame para armaduras de concreto armado é o fio de aço recozido, preto, de 1,65 mm (n.º 16 SWG e de 1,21 mm (n.º 18 SWG). o arame de cobre para amarração de telhas e outros fins análogos é fio de liga de cobre, estirado, de 1,24 mm (n.º 18 SWG).

Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 22 - Arame de aço galvanizado e recozido

Norma	Título
EB-777/78	Arame de aço de baixo teor de carbono, zincado para uso geral (NBR-6331);
MB-781/84	Aramas de aço - ensaios de torção simples (NBR-6003);

MB-782/84	Arames de aço - ensaio de dobramento alternado (NBR-6004);
MB-783/79	Arames de aço - ensaio de enrolamento (NBR-6005);
MB-785/82	Arame de aço - ensaio de tração (NBR-6207);
PB-323/82	Arame de aço de baixo teor de carbono - diâmetro, tolerâncias e pesos (NBR- 5589);
TB-154182	Símbolos para acabamentos de superfície de arames de aço (NBR-6365).

Tabela 23 - Arame de alumínio e arame de cobre

Norma	Título
EB-1421/83	Alumínio e suas ligas - barras, arames, perfis e tubos extrudados (NBR-8117);
ES-1422/83	Alumínio e suas ligas - arames e barras (NBR-8118);
MB1929/83	Alumínio e suas ligas - rebites, barras e arames para recalque a frio - determinação da resistência ao cisalhamento (NBR-8399);
EB-319/83	Arames e arames achatados de ligas cobre-níquel e cobre-níquel-zinco (NBR-6630)
EB-320/79	Arames e arames achatados de ligas cobre-estanho (bronze fosforoso) (NBR- 6631);
EB-380/82	Arames e arames achatados de ligas de cobre - requisitos gerais NBR-(6633).

4.5 Argamassas

4.5.1 Alta resistência

Características técnicas

Com agregados rochosos e metálicos: trata-se de produto composto por agregados metálicos de alta dureza (entre 47 e 52 Na escala Rockwell), dimensionados granulometricamente, de forma a permitir a obtenção de argamassas, compactas sem espaços vazios em sua estrutura, capazes de constituir pisos de alta resistência a esforços mecânicos de impactos e à abrasão.

Com agregados rochosos: trata-se de produto composto por agregados rochosos de alta dureza, dimensionados, granulometricamente, obedecendo à curva Fuller, de forma a permitir a obtenção de argamassas compactas, sem espaços vazios em sua estrutura, capazes de constituir pisos de alta resistência a esforços mecânicos e de receber acabamento polido.

Com agregados rochosos e neoprene: idem item anterior, com adição de neoprene na proporção de 20%, em peso, da quantidade de cimento.

4.5.2 Sintética autonivelante

Definição

Entende-se a argamassa beneficiada com polímero de alto poder adesivo e elevadas resistências químicas e mecânicas.

Características técnicas

A argamassa é fornecida com 2 componentes, denominados "A" e "B". O componente "A" é um líquido de base acrílica, cor branca leitosa, densidade 1,0. O componente "B" é um pó constituído por areia de quartzo selecionada, cimento e aditivos, cor cinza concreto e densidade 1,8 (aproximadamente).

Da mistura dos 2 componentes resulta uma argamassa altamente fluida caracterizada pelo seu poder impermeabilizante e resistência mecânica elevada em curto prazo (24 horas).

As características da argamassa são as seguintes:

- Trabalhabilidade: 30/60 minutos;
- Resistência à compressão: 50/60 Mpa;
- Resistência à flexão: 10/15 Mpa;
- Modulo de elasticidade dinâmica: 300,000 kg/cm² ;
- Adesão ao concreto: 3 MPa;
- Adesão ao aço: 1,5 MPa.

4.5.3 Usuais

Preparo e dosagem

As argamassas são preparadas mecânica ou manualmente.

O amassamento mecânico deve ser contínuo e dura pelo menos 90 segundos, a contar do momento em que os componentes da argamassa, inclusive a água, tiverem sido lançados na betoneira ou misturados.

Quando a quantidade de argamassa a manipular for insuficiente para justificar a mescla mecânica, é permitido o amassamento manual, o qual é de regra para as argamassas que contenham cal em pasta. O amassamento manual é feito sob cobertura e de acordo com as circunstâncias e recursos do canteiro da obra, em masseiras, tabuleiros ou superfícies planas impermeáveis e resistentes.

Misturar-se-ão, primeiramente, a seco, cal e agregados (areia, saibro, quartzo, etc.), revolvendo-se os materiais com pá até que a mescla adquira coloração uniforme. A mistura é então disposta em forma de coroa e adicionada a água necessária no centro da cratera assim formada, de maneira paulatina.

Prosseguir-se-á o amassamento, com o devido cuidado, para evita perda de água ou segregação dos materiais, até conseguir-se a massa homogênea de aspecto uniforme e consistência plástica adequada.

São preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar em cada etapa, de maneira a se evitar o início de endurecimento antes de seu emprego.

As argamassas contendo cimento deverão ser usadas dentro de 1 hora, a contar do primeiro contato do cimento com a água. Nas argamassas de cal contendo pequena proporção de cimento, a adição do cimento será realizada no momento do emprego.

Será rejeitada e inutilizada toda argamassa que apresentar vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-la. A argamassa retirada ou caída das alvenarias e revestimentos em execução não é novamente empregada.

As dosagens especificadas serão rigorosamente observadas, sendo que nas argamassas contendo areia e saibro pode haver certa compensação das proporções relativas desses materiais, tendo-se em vista a variação do grau de aspereza do saibro e a necessidade de se obter certa consistência. De qualquer modo, não será tolerada a alteração da proporção entre o conjunto dos agregados e aglomerantes.

Não será admitida a mescla de cimento Portland e gesso dado a incompatibilidade química desses materiais.

Tipos

Serão adotados, conforme o fim a que se destinem, os tipos de argamassas definidos pelos traços volumétricos, conforme tabela a seguir:

Tabela 24 - tipos de argamassa

Tipo de argamassa	Traço	Componentes
A.1	1:1	Cimento e areia
A.2	1:2	Cimento e areia
A.3	1:3	Cimento e areia
A.4	1:4	Cimento e areia
A.5	1:5	Cimento e areia
A.6	1:6	Cimento e areia
A.7	1:8	Cimento e areia
A.8	1:6	Cimento e saibro áspero
A.9	1:8	Cimento e saibro áspero
A.10	1:2:3	Cimento, areia e saibro macio
A.11	1:3:3	Cimento, areia e saibro macio
A.12	1:3:5	Cimento, areia e saibro macio
A.13	1:1:6	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.14	1:2:3	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.15	1:2:5	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.16	1:2:7	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.17	1:2:9	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.18	1:3	Cal em pasta e areia, com a adição de 100 kg de cimento para cada m ³ de traço
A.19	1:4	Cal em pasta e areia, com a adição de 100 kg de cimento para cada m ³ de traço
A.20	1:0:5:5	Cimento, cal em pó e areia
A.21	1:1:2	Cimento, cal em pó e areia
A.22	1:1:4	Cimento, cal em pó e areia
A.23	1:1:6	Cimento, cal em pó e areia
A.24	1:2:6	Cimento, cal em pó e areia
A.25	1:2:8	Cimento, cal em pó e areia
A.26	1:2:9	Cimento, cal em pó e areia
A.27	1:3:5	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.28	1:3:5:4	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada
A.29	1:6:6	Cimento, cal em pasta e areia fina peneirada

4.5.4 Pré-fabricadas

Alvenaria

Argamassa fabricada à base de cimento Portland, minerais pulverizados, cal hidratada, areia de quartzo termotratada e aditivos especiais.

A argamassa para assentamento de blocos de concreto e de concreto celular tem a sua composição adaptada para a finalidade específica a que se destinam.

Chapisco

Entende-se por "chapisco pré-fabricado", o chapisco preparado com argamassa à base de: cimento Portland com aditivos especiais e componentes minerais. O chapisco visa a garantir perfeita aderência da argamassa ao concreto e entre a alvenaria e a argamassa de revestimento.

Emboço

Argamassa fabricada à base de: cimento Portland, minerais pulverizados, cal hidratada, areia de quartzo termotratada e aditivos especiais.

Reboco para pintura

Argamassa pré-dosada, constituída basicamente de: areia com tratamento térmico e rigoroso controle granulométrico, cimento Portland, cal hidratada e aditivos especiais que lhe conferem características de plasticidade e aderência.

Argamassa de assentamento de azulejos e ladrilhos

Argamassa dosada gravimetricamente e constituída de: cimento Portland, areia selecionada e de aditivos especiais.

Argamassa de assentamento de ladrilhos em mosaico

Argamassa dosada gravimetricamente e constituída por uma mistura de: cimento Portland, areia selecionada e graduada e aditivos especiais. É aplicada sobre: emboço desempenado, blocos de concreto celular, paredes de concreto, blocos de concreto pré-fabricados, contrapisos de cimento e areia e painéis de fibrocimento.

Argamassa para rejuntamento

Argamassa para rejuntamento de azulejos e ladrilhos, composta, basicamente, de agregado calcário dolomítico - classificado granulometricamente e isento de matérias orgânicas, Cimento Portland, óxidos minerais e aditivos especiais.

Argamassa de base de laminados e tintas

Argamassa composta, basicamente de: areia com rigoroso controle granulométrico, Cimento Portland, cal hidratada e aditivos especiais.

Argamassa para reboco Acabado

- Tipo travertino

Argamassa composta, basicamente de: calcário dolomítico, areia industrializada e classificada granulometricamente, cimento Portland, cal hidratada, óxidos metálicos e aditivos especiais, todos em formulação que lhe confira acabamento semelhante ao mármore travertino, para emprego em paredes externas e internas, sobre emboço sarrafeado, áspero.

- Tipo raspado

Características:

Argamassa composta, basicamente, de calcário dolomítico, areia industrializada e classificada granulometricamente, Cimento Portland, cal hidratada, óxidos metálicos e aditivos especiais, todos com formulação que confira ao reboco possibilidade de acabamento raspado, para emprego em paredes externas e internas, sobre emboço sarrafeado, áspero.

- Tipo camurçado

Argamassa composta basicamente de calcário dolomítico, areia industrializada e classificada granulometricamente, Cimento Portland, cal hidratada, óxidos metálicos e aditivos especiais, todos em formulação que lhe confira acabamento semelhante ao mármore travertino, para emprego em paredes externas (fachadas secundárias, áreas de ventilação, etc.), sobre emboço sarrafeado áspero.

4.5.5 Especiais

Pozolana

Para efeito desta especificação, entende-se por argamassa de pozolana a argamassa constituída por um material sílico-aluminoso em estado coloidal, cimento e areia.

Características técnicas

Os revestimentos executados com mesclas de pozolana aceitam qualquer tipo de pintura e dispensam o chapisco sobre as alvenarias.

O material sílico-aluminoso em estado coloidal é armazenado sem prejuízo de suas propriedades. Argamassa de pozolana possui ainda as seguintes características:

- plasticidade imediata, o que permite o seu emprego logo após a mistura;
- alta resistência mecânica;
- pega lenta;
- baixo índice de calor de hidratação, o que implica consolidação uniforme da argamassa;
- baixo índice de permeabilidade e de lixiviação;
- elevada resistência aos sulfatos, o que recomenda o seu emprego em construções na orla marítima.

Os traços volumétricos das argamassas de pozolanas são os seguintes:

Tabela 25 - Traços volumétricos de argamassas

Utilização		Traço	Componentes
Assentamento	Tijolos maciços	1:1:20	Pozolana, cimento e areia, sendo 75% areia média e 25% de areia fina
	Tijolos furados	1:1:18	
	Blocos de concreto	1:1:15	
	Azulejos, ladrilhos e ladrilhos em mosaico	1:1:14	
Revestimento	Interno, grosso	1:1:14	Pozolana, cimento e areia fina
	Interno, fino	1:1:14	Pozolana, cimento e areia, sendo 75% areia média e 25% de areia fina
	Externo, grosso	1:1:12	
	Externo, fino	1:1:12	Pozolana, cimento e areia fina

4.5.6 Texturadas

Para efeito desta especificação, argamassas texturadas são as argamassas constituídas por resinas alquídicas, solventes minerais (aguarrás), silicone, litopônio, dióxido de titânio, óxido de zinco, carbonato de cálcio, pigmentos naturais, fungicida, mica, amianto, fibra de vidro, perlita expandida e elastômero polisobutileno.

Características técnicas

A resina alquídica (poliester alquídico), da família dos policatéricos, é o componente mais importante. É o veículo da composição que confere flexibilidade à película.

A perlita, substância vítrea de origem vulcânica, é triturada e aquecida, resultando dessa calcinação a perlita expandida, material que atua como isolante acústico e térmico.

A mica funciona como isolante dielétrico e contribui também para melhorar as características de resistência ao calor e ao fogo e de recobrimento da mescla.

O dióxido de titânio, pigmento resistente à corrosão e imune às mudanças de temperatura, à umidade e aos ácidos, confere poder de recobrimento à argamassa.

O amianto atua como isolante térmico e acústico e as suas fibras servem de estrutura para argamassa, permitindo o recobrimento de fissuras.

A fibra de vidro atua como retardador do fogo.

O fungicida tem por finalidade evitar a aparecimento de fungos (mofo) e a ação de insetos.

O elastômero polisobutileno confere à argamassa, além de outras características, adesividade e estabilidade de coloração.

O rendimento da argamassa é de cerca de 1 kg/m² e o acabamento é com textura grossa ou fina.

Vermiculita

Composição

Argamassa constituída por cimento, cal, areia e vermiculita expandida, com traço básico recomendado de 1:1:1:5, em volume. Esse traço é ligeiramente modificado, adaptando-se a alguma exigência específica.

Consumo

Para o preparo de 1 m³ de argamassa, o consumo é o seguinte:

- cimento: 206 l (248 kg);
- cal : 206 l;
- areia : 206 l;
- vermiculita expandida: 1.030 l.

Características técnicas

A argamassa definida acima apresenta as seguintes características:

- peso específico: 800 kgf/m³;
- solamento térmico: 0,9 kcal/m².h. °C;
- isolamento acústico "NRC" (noise reduction coefficient): 38%;
- Ignífuga.

Vinílica

Para efeito desta especificação, entende-se por argamassa vinílica a argamassa constituída por resina vinílica (acetato de polivinila), cimento branco e pigmento.

Composição

- 1 parte de resina vinílica;
- 6 partes de água;
- cimento branco, até obtenção da consistência desejada;
- pigmento.

Para obter-se o aspecto granitado, aplica-se tinta de base de látex com pistola sobre a superfície do revestimento, úmida e batida à escova.

O acabamento é obtido com 2 demãos de verniz de resina vinílica, do tipo Emulsão Rhodopás 5000 SMR da Rhodia S.A., ou similar, conforme segue:

- primeira demão: 1 parte de resina para 3 partes de água;
- segunda demão: 1 parte de resina para 1 parte de água.

4.5.7 Diversas

Argamassas de carborundum

São constituídas pela mistura de argamassa e carborundum, em cristais de granulometria apropriada, na proporção de 1:5, em peso.

Argamassas de óxido de alumínio

São constituídas pela mistura de argamassa e óxido de alumínio, em cristais de granulometria apropriada, na proporção de 1:4, em peso. São recomendadas para locais submetidos a desgaste acentuado por decorrência de abrasão.

Argamassas de gesso

São argamassas constituídas por gesso e um aditivo retardador da pega.

4.6 Betuminosos

Disposições diversas

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 26 - Normas materiais betuminosos

Norma	Título
EB-634/75	Materiais asfálticos para impermeabilização na construção civil;
MB-37/75	Petróleo e outros materiais betuminosos - determinação da água (método por destilação);
MB-48/72	Produto de petróleo - determinação do ponto de fulgor (método pelo vaso fechado PenskyMartens);
MB-50/89	Produto de petróleo - determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vago aberto Cleveland),
MB-107/71	Materiais betuminosos - determinação da penetração (NBR-6576);
MB-164/72	Materiais betuminosos - determinação do ponto de amolecimento (NBR- 6560);
MB-166/71	Cimentos asfálticos de petróleo - determinação do teor de betume;
MB-167/71	Materiais betuminosos - determinação da ductibilidade (NBR-6293);
MB-209/69	Materiais betuminosos - determinação da perda por volatilização;

MB-517/71	Material betuminoso - determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura;
TB-27/90	Materiais betuminosos para emprego em pavimentação (NBR-7208).

Para fins desta especificação: entende-se por materiais betuminosos os produtos obtidos pela destilação do petróleo ou do alcatrão de hulha.

Objetivando estabelecer a distinção entre asfalto e betume, a ASTM assim os definiu.

- **Asfalto:** é um material aglutinante de consistência variável, cor pardo-escuro ou negra e no qual o constituinte predominante é o betume, podem ocorrer na natureza, em jazidas, ou ser obtido pela refinação do petróleo.
- **Betume:** é uma mistura de hidrocarbonetos pesados, obtidos em estado natural ou por diferentes processos físicos ou químicos, com seus derivados de consistência variável e com poder aglutinante e impermeabilizante, sendo completamente solúvel no bisulfeto de carbono (CS₂).

Características Técnicas

Os materiais betuminosos podem apresentar-se sob a forma líquida, semi-sólida ou sólida (soluções ou tintas, emulsões, mastiques e asfaltos).

Os produtos obtidos pela destilação do petróleo classificam-se como de base asfáltica, e os resultantes da destilação do alcatrão de hulha, como de base de alcatrão de hulha.

Na hipótese de uso simultâneo de vários materiais betuminosos, estes serão sempre da mesma base.

As cargas minerais empregadas nos materiais betuminosos não serão afetadas pela água, sendo vedado o emprego de substâncias higroscópicas, solúveis ou que tenham seu volume modificado pelo contato com esse líquido.

Ensaio da mancha

O ensaio da mancha obedece ao método AASHTO T-102.

A finalidade do ensaio é eliminar asfaltos que, no processo de refinação, tenham sido craqueados.

O craqueamento aumenta a produção de gasolina, mas o resíduo asfáltico obtido é mais suscetível ao intemperismo. O grau de suscetibilidade depende, obviamente, do grau de craqueamento e da porcentagem de asfalto craqueado.

O ensaio é feito dissolvendo-se a amostra de asfalto em nafta ou outro solvente. Uma gota dessa mistura é colocada sobre uma folha de papel filtro e os resultados serão observados. Se a mancha formada for uniformemente marrom, o resultado é dado como negativo, se houver uma área mais escura no centro, o resultado é dado como positivo.

O resultado positivo rejeita o asfalto ensaiado e o resultado negativo o qualifica, caso o mesmo perdure por 24 horas.

4.6.1 Soluções ou tintas

É o material betuminoso, de base asfáltica ou alcatrão de hulha, dissolvido em gasolina, querosene ou em solventes orgânicos.

O material betuminoso dissolvido em gasolina é de cura rápida, RC (Rapid Curing) ou "Cut-back"; em querosene, é de cura média, MC (Medium Curing); e em solvente orgânico, é de cura lenta, SC (Slow curing).

4.6.2 Solução ou tinta betuminosa sem carga

Características técnicas

- Base asfáltica
 - teor mínimo de asfalto: 35%, em peso;
 - ponto de amolecimento do asfalto (anel e bola): 55° C, no mínimo
- Base de alcatrão de hulha
 - teor mínimo de piche de alcatrão: 35%, em peso;
 - ponto de amolecimento do piche de alcatrão (anel e bola): 50° C, no mínimo

4.6.3 Solução ou tinta betuminosa com carga

Características técnicas

- Base asfáltica:

teor mínimo de asfalto: 30%, em peso;

ponto de amolecimento do componente sólido: 60° C, no mínimo

- Base de alcatrão de hulha:

teor mínimo de piche de alcatrão: 30%, em peso;

ponto de amolecimento do componente sólido: 60° C, no mínimo

4.6.4 Emulsões

Definição

Para os fins desta especificação, entende-se por emulsão betuminosa a dispersão de materiais betuminosos em água efetuada com o auxílio de agente emulsificador.

Características Técnicas

As emulsões são de ruptura rápida RR, média RM e lenta RL

O grau de estabilidade das emulsões é condicionado às conveniências de cada caso, isto é, as emulsões tem estabilidade suficiente para permitirem o transporte e o armazenamento do produto e apresentam instabilidade bastante para que sua ruptura não seja demorada, após a aplicação.

As emulsões satisfazem a AFNOR-P84-303, apresentando resistência à reemulsificação superior a 50° C e teores mínimos de materiais betuminosos de 30% para os destinados à impermeabilização.

Emulsão betuminosa sem carga

Características técnicas

- Base Asfáltica Comum
 - teor mínimo de asfalto: 30%, em peso;
 - ponto de amolecimento do asfalto (anel e bola): 45° C, no mínimo.
- Base Asfáltica Especial
 - emulsões de características neutras, com emulsificador constituído por material coloidal;
 - evaporada a água, o material sólido resultante contem 97% de material betuminoso da base asfáltica.
- Base Asfáltica com Látex

- emulsões com dispersão de material betuminoso associado com látex natural;
- Base de Alcatrão de Hulha
 - teor mínimo de piche de alcatrão: 25%, em peso;
 - ponto de amolecimento do componente sólido: 40%, no mínimo.

Emulsão betuminosa com carga

Características técnicas

- Base Asfáltica
 - teor mínimo de asfalto: 30%, em peso;
 - ponto de amolecimento do componente Sólido: 50° C, no mínimo.

Emulsão asfáltica aniônica e catiônica

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por emulsão asfáltica aniônica a emulsão na qual o agente emulsificante utilizado tem características tais que, durante o processo de ionização, o radical carregado negativamente é solúvel nas partículas dispersas de asfalto. São de natureza básica, dotadas de pH superior a 7.

As emulsões aniônicas funcionam exclusivamente com agregados de natureza básica como calcários dolomitos, etc.

Entende-se por emulsão asfáltica catiônica a emulsão na qual o agente emulsificante utilizado tem características tais que durante o processo de ionização, o radical carregado positivamente é solúvel nas partículas dispersas de asfalto. São de natureza ácida, dotadas de pH menor do que 6,5,

As emulsões catiônicas não apresentam restrições com respeito à natureza do agregado. Entretanto as aplicações de emulsões catiônicas com agregados de natureza ácida, como por exemplo: quartzitos, granitos e outros, trazem melhores resultados.

As emulsões asfálticas normalmente usadas em pavimentação são as catiônicas diretas e presta-se à execução de diversos tipos de serviços asfálticos de forma adequada, tanto técnica como economicamente. São empregadas nos seguintes tipos de serviços:

- Pintura de Ligação:
 - RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C.
 - Tratamentos Superficiais Simples, Duplos e Triplos: RR-1C e RR-2C
- Macadame Betuminoso:
 - RR-1C e RR-2C
- Pré-misturados a Frio:
 - RM-1C, RM-2C e RL-1C
- Areia-asfalto a frio:
 - RM-1C, RM-2C e RL-1C
- Mistura na Estrada (Road-mix):
 - RM-1C, RM-2C e RL-1C
- Solo Betume:
 - RL-1C, LA-1C e LA-2C

- Lama Asfáltica:
 - LA-1C, LA-2C e RL-1C

São classificadas de acordo com a sua ruptura, viscosidade Saybolt Furol, teor de solvente, desemulsibilidade, resíduo de destilação e quanto à utilização, em sete (7) tipos, que são:

- RR-1C: Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida, que se caracteriza pelo teor de resíduo asfáltico no mínimo de 62% e viscosidade Saybolt Furol a 50°C entre 20 e 90 s (baixa viscosidade) e desemulsibilidade superior a 50%;
- RR-2C: Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida, com teor de resíduo asfáltico no mínimo de 67% e viscosidade Saybolt Furol a 50°C entre 100 e 400 s (alta viscosidade) e desemulsibilidade não inferior a 50%;
- RM-1C: Emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, que se caracteriza por apresentar viscosidade Saybolt Furol a 50°C entre 20 e 200 s, teor de solvente destilado de no máximo 12%, teor residual de asfalto de , no mínimo, 62% e desemulsibilidade no máximo de 50%;
- RM-2C: Emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, que se caracteriza por apresentar viscosidade Saybolt Furol a 50°C entre 100 e 400 s, teor de solvente destilado entre 3 e 12%, teor residual de asfalto de , no mínimo, 65% e desemulsibilidade no máximo de 50%;
- RL-1C: Emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, que se caracteriza por apresentar viscosidade Saybolt Furol, no máximo 70s, à 50°C. Não apresenta solvente em sua constituição e tem teor asfáltico residual mínimo de 60%. Não se faz o ensaio de desemulsibilidade para caracterizá-la, e sim o teste de mistura com cimento ou com filler silícico, dependendo do agregado mineral que for usado;
- LA-1C: Emulsão asfáltica catiônica para lama asfáltica, que se caracteriza por apresentar viscosidade Saybolt Furol a 25°C máxima de 100s, teor de resíduo asfáltico de, no mínimo, 58%, e teor máximo de 2% no ensaio de mistura com cimento;
- LA-2C: Emulsão asfáltica catiônica para lama asfáltica, que se caracteriza por apresentar viscosidade à 25°C máxima de 100s, teor de resíduo asfáltico mínimo de 58%, e para a qual não exige o ensaio de mistura com cimento.

Emulsão asfáltica com fibras e minerais

Para efeito desta especificação, entende-se por emulsão asfáltica com fibras minerais a emulsão com aditivos para melhorar a resistência, fibras minerais e pigmentos inorgânicos e para enchimento dos vazios e correção das imperfeições da superfície asfáltica.

Mastiques

Para efeito desta especificação, entende-se por mastiques betuminosos os complexos constituídos de substância betuminosa, de solvente ou fluidificador, de plastificante e de material inerte granular ou fibroso.

Asfaltos

Para efeito desta especificação, entende-se por asfalto o material sólido ou semi-sólido, de cor entre preta e pardo-escura. É obtido pela destilação do petróleo, que se funde pelo calor e no

qual os constituintes predominantes são os betumes. Eventualmente, há ocorrência de asfalto na natureza.

- Asfalto Natura

É o asfalto encontrado em depósitos naturais. Em geral, é muito duro e não totalmente solúvel no CS₂, fator indicativo de baixo teor de betume.

- Asfalto Oxidado

É o asfalto obtido por sopro de ar, a alta temperatura através de resíduo da destilação fracionada do petróleo.

- Asfalto Destilado

É o asfalto obtido por destilação do petróleo.

Lençóis asfálticos

Características Técnicas

Membrana plástica e asfalto : lençol constituído por uma membrana plástica de polietileno, revestido em ambas as faces por asfalto catalítico. A membrana plástica tem 0,09 mm de espessura e é capaz de suportar temperaturas de - 30 a + 100° C. A elasticidade do lençol é de 300%.

Membrana plástica e asfalto com elastômero: -lençol auto-aderente e auto-selante, constituído por membrana plástica de polietileno e asfalto misturado com elastômero. A espessura do lençol é de 1,70 mm, sendo 0,20 mm de membrana de polietileno e 1,50 mm de asfalto com elastômero.

O lençol deve satisfazer aos seguintes testes:

- ponto de amolecimento do asfalto com elastômero: 97° C (ASTM-D36-70);
- tensão de ruptura longitudinal: 1,75 MPa (ASTM-DO82-67, método A);
- tensão de ruptura transversal: 1,6 MPa (ASTM-D882-67, método A);
- alongamento na ruptura longitudinal: 480% (ASTM-DO82-67, método A);
- alongamento na ruptura transversal: 500%

Asfalto modificado elastômero SBS ou APP

Para efeito desta especificação, entende-se por asfalto modificado o asfalto em solução, modificado com elastômero SBS (estireno-butadieno-estireno), o que lhe confere estabilidade físico-química, elasticidade permanente e grande durabilidade.

Características Técnicas

O asfalto em solução, modificado com elastômero SBS ou APP, apresenta as seguintes características:

- massa específica: 1,1;
- viscosidade a 25° C: 60 UK (unidades Krebs);
- teor de sólidos: 51,5%, em volume;
- secagem ao toque: 2 a 4 horas (25° C);
- tempo de secagem entre demãos: 8 horas (25° C);

O asfalto modificado, seco, apresenta as seguintes características:

- ponto de amolecimento: 123° C (não há escorrimento do material quando aplicado em superfície vertical);
- penetração a 25° C, 100 g: 5 segundos;

- escorrimento, em estufa, a 100° C durante 24 horas: não há escorrimento;
- absorção de água: 0,2%;
- tensão de ruptura: 1,529 MPa (ASTM D412-80);
- alongamento de ruptura: 1380%;
- resistência à temperatura: -10°C;
- ductibilidade: 11, segundo a MB-167/71 - Materiais betuminosos - determinação da ductibilidade (NBR-6293).

4.7 Blocos de concreto

4.7.1 Vazados- sem função estrutural

Normas

São as seguintes as normas da ABNT atinentes ao assunto:

Tabela 27 - Normas blocos de concreto

Norma	Título
EB-50/74	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural (NBR- 7173);
MB-116/74	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural (NBR- 7184);
MB-2412/85	Argamassa de assentamento para alvenaria de bloco de concreto -determinação da retenção de água (NBR-9287);
NB-307/81	Bloco vazado modular de concreto (NBR-5712).

Definições

Blocos vazados são elementos de alvenaria cuja seção transversal média útil é inferior a 75% da seção transversal bruta.

Seção transversal bruta é a área total da seção transversal do bloco; a útil é a mesma área, descontando-se as áreas vazadas.

Blocos modulares são blocos com dimensões coordenadas.

Dimensões coordenadas e nominais são dimensões dos blocos destinados à execução de alvenarias Modulares. São dimensões múltiplas do modulo M - 10 cm ou de submódulos M/2 e M/4, diminuídas de 1 cm, valor que corresponde à espessura média da junta de argamassa.

Dimensões nominais são as dimensões dos blocos indicadas pelos fabricantes.

Características técnicas

- Tipos e dimensões

Os blocos vazados de concreto apresentam-se nos tipos normal e modular. Os blocos normais têm as dimensões indicadas pelos respectivos fabricantes e os blocos modulares têm as dimensões coordenadas.

O quadro de medidas dos blocos modulares é o seguinte, com tolerâncias permitidas de +-2mm para a largura e +-3 mm para altura e para o comprimento.

Tabela 28 - Medidas blocos modulares

Designação	Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)
M-20	19	19	39
	19	19	29
	19	19	19
	19	19	9
	19	9	19
M-15	14	19	39
	14	19	34
	14	19	29
	14	19	19
M-10	9	19	39
	9	19	29
	9	19	19
	9	19	14
	9	19	9
	9	9	19
Bloco de 20	20	20	40
Bloco de 15	15	20	40
Meio bloco de 20	20	20	20
Meio bloco de 15	15	20	20
Lajota	10	20	40
Meia Lajota	10	20	20

Amostragem

Para fins de ensaio, o fabricante fornece, gratuitamente, blocos inteiros de tamanho natural, os quais constituem amostra representativa de todo o lote do qual foram retirados.

Para fornecimento de até 9.000 blocos, a amostra representativa mínima é de 10 blocos. Para fornecimento maior que 9.000 blocos, a amostra é composta acrescentando aos 10 blocos a parte inteira do quociente da divisão da quantidade total de blocos por 9.000.

Os blocos que constituem a amostra representativa são marcados para facilidade de identificação e, posteriormente, remetidos ao laboratório para execução dos ensaios de recebimento. As marcas de cada unidade não devem cobrir mais de 5% da área superficial do bloco.

Condições Impostas

A amostra é submetida aos ensaios de acordo condições relacionadas com a MB-116/74 (NBR-7184) e deve satisfazer às condições relacionadas nos itens a seguir.

A resistência à compressão média é de 2,5 MPa e a individual, de 2,0 MPa (valores mínimos).

No momento da entrega ao laboratório, os blocos não apresentam umidade superior a 40% da quantidade de água fixada como absorção máxima.

A absorção média é de 10% e a individual, de 15% (valores máximos).

Aceitação e rejeição

A aceitação e rejeição, total ou parcial do fornecimento obedece ao disposto na EB-50174 (NBR-7173) sobre o assunto.

4.0.1 Vazados – com função estrutural

Normas

São as seguintes as normas da ABNT atinentes ao assunto:

Tabela 29 - Medidas blocos vazados com função estrutural

Norma	Título
EB-959/78	Blocos vazados de concreto simples de alvenaria estrutural (NBR-6136);
MB-1212/79	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria com função estrutural (NBR-7186);
MB-2162/85	Paredes de alvenaria estrutural - ensaio a compressão simples (NBR-8949);
MB 2412/85	Argamassa de assentamento para alvenaria de bloco de concreto determinação da retenção de água (NBR-9287)
MB- 307/81	Bloco vazado modular de concreto (NBR-5712);
NB-889/84	Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto (NBR-8798);
NB-1228/89	Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto (NBR-10837).

Definições

- Blocos vazados

Elementos de alvenaria cuja seção transversal média útil é inferior a 75% da seção transversal bruta. Seção transversal bruta é a área total da seção transversal do bloco, e a útil é a mesma área, descontando-se as áreas vazadas.

- Blocos modulares

São blocos com dimensões coordenadas.

- Dimensões reais e nominais

Dimensões reais são as dimensões dos blocos (comprimento e altura) destinados à execução de alvenarias modulares. São dimensões múltiplas do módulo M - 10 cm ou dos submódulos M/2 ou M/4, diminuídas de 1 cm, valor que corresponde à espessura média da junta de argamassa.

Dimensões nominais são as dimensões reais acrescidas de 1 cm de comprimento nominal mínimo dos blocos deve corresponder a $2 M = 20 \text{ cm}$.

- Em alvenaria estrutural

Características técnicas

- Classificação

Os blocos classificam-se em "A" e "B", conforme descrito a seguir.

■ Blocos de classe "A"

São destinados à execução de alvenarias externas que não recebem nenhum tipo de revestimento.

■ Blocos de classe "B"

São destinados à execução de alvenarias internas ou externas que recebem revestimento.

Dimensões

Os blocos modulares e submodulares atendem as dimensões reais constantes da tabela a seguir, com tolerâncias permitidas $\pm 3\text{mm}$, verificadas com precisão de $0,5\text{mm}$.

Tabela 30 - Medidas blocos

Dimensão (cm)	Designação	Dimensões reais (mm)		
		Largura	Altura	Comprimento
20	M-20	190	190	390
		190	190	190
		190	90	390
		190	90	190
		140	190	390
15	M-15	140	190	190
		140	90	190
		140	90	390
		140	90	390

As espessuras mínimas de quaisquer paredes de blocos são as constantes da tabela a seguir, onde:

- (A) como a média das medidas de 3 blocos, tomadas no ponto mais estreito, e
- (B) a soma, das espessuras de todas as paredes transversais do bloco, dividida pelo comprimento do bloco.

Lotes

Todo os blocos de um fornecimento serão separados em lotes e submetidos ao controle de aceitação. Os lotes serão constituídos, ao critério do comprador, por qualquer número de blocos, satisfeitas as condições aqui descritas. O lote é formado por um conjunto de blocos com as mesmas características, produzidos sob as mesmas condições e com os mesmos materiais, competindo ao fabricante, na entrega, a indicação dos blocos que atendam a esse requisito.

Para conjuntos de até 9.000 blocos é constituído somente um lote. Nenhum lote pode constituir-se de mais de 100.000 blocos.

Amostragem: de cada lote perfeitamente definido, serão retirados, de forma aleatória, blocos inteiros que contituem a amostra do lote para efeito de ensaios. A retirada é feita por funcionário do laboratório, informação que deve constar do relatório.

Para lotes com até 9.000 blocos, a amostra é composta de, no mínimo, 12 blocos. Para lotes com mais de 9.000 blocos, a amostra é composta, no mínimo, dos 12 blocos mais 2 para cada 9.000 blocos, ou fração excedente dos primeiros 9.000.

Todos os blocos de uma amostra serão marcados, para facilidade de identificação, e remetidos ao laboratório para os ensaios. As marcas de cada unidade não devem cobrir mais de 5% da área superficial do bloco.

Os blocos destinados a ensaios serão colocados em recipiente estanque, posteriormente lacrado.

Ensaio

Todos os ensaios serão executados de acordo com a MB-1212/79 (NBR-7186), por laboratório. Metade dos blocos da amostra é submetida ao ensaio de determinação da resistência a compressão; a outra metade, aos ensaios de determinação de absorção de água, umidade e, desde que requerido pelo comprador, ao ensaio de determinação da área líquida.

Sempre que o número de blocos da amostra for ímpar, a maior quantidade de blocos destinar-se-á ao ensaio de determinação da resistência à compressão.

Valor característico da resistência à compressão: admite-se uma distribuição normal para a resistência à compressão dos blocos, sendo o valor característico estimado pela expressão:

$f_{ck} = f_b - t \cdot S \cdot n$, correspondente ao quantil de 5% da respectiva distribuição, em que:

f_{ck} - resistência característica do bloco à compressão, em MPa;

f_b - resistência média dos blocos ensaiados à compressão, em MPa

S - desvio padrão calculado com os exemplares da amostra, ensaiados à compressão, em MPa;

n - número de exemplares da amostra;

t - coeficiente da distribuição de Student dado pela relação abaixo:

Tabela 31 - Numero de amostras x coeficiente da distribuição de Student

n	6	7	8	9	10	12	14	16
t	2051	1943	1895	1860	1833	1796	1771	1753
n	18	20	22	24	26	28	30	32
t	1740	1729	1721	1714	1708	1703	1699	1650

Aceitação e rejeição

A aceitação e rejeição, total ou parcial, do lote obedecem ao disposto na EB-959/78.

4.0.2 Celular

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por blocos de concreto celular os fabricados com concreto leve, autoclavados, confeccionado a partir de uma mistura de cimento, cal, areia, pó de alumínio e aditivos químicos.

A estrutura celular é produzida pela geração de gás de hidrogênio que dilata a massa e forma células uniformes e estanques.

O processo químico-físico de cura é completado dentro de, autoclaves em vapor saturado, em alta temperatura e a 12 atmosferas de pressão características de monosilicato de cálcio hidratado.

Características técnicas

O coeficiente de condutibilidade térmica do concreto celular com que se confeccionam os blocos é de 0,10 a 0,13 kcal.mlh.m².º C.

O isolamento acústico médio é de 40 db, em paredes com blocos de 10 cm de espessura e peso específico de 450 kgf/m³, revestidas nas 2 faces.

Com relação à estabilidade dimensional, a retração por unidade é de 0,3 a 0,5 mm/m desde estado de saturação completa até o estado seco.

Em paredes executadas com blocos de 12cm de espessura e após 6 horas de exposição ao fogo, o decréscimo de temperatura, entre as 2 faces, é de 1.188 para 95° C.

4.0.3 Vazados - com função estrutural

Norma

É aplicada a norma DIN 106.

Entende-se por blocos sílico-calcários, os blocos fabricados pela fusão de cal virgem em pó e areia quartzosa misturadas homoganeamente, prensadas e autoclavadas sob altíssima pressão e temperatura.

Indicação

Utilizados como alvenaria estrutural, apresentam algumas vantagens, tais como: dispensarem o uso de vigas, pilares e formas. Os referidos blocos são aplicados em alicerces, sapatas, paredes, com ou sem função estrutural. Podem ainda ser aplicados em paredes isolantes térmicas e/ou acústicas

4.8 Madeiras

4.8.1 Natural

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 32 - Normas madeiras

Norma	Título
MB-26/40	Madeira - ensaios físicos e mecânicos (NBR-6230);
NB-11/51	Cálculo e execução de estruturas de madeira (NBR-7190);
PB-5/45	Madeira serrada e beneficiada (NBR-7203);
TB-12/49	Madeiras brasileiras.

Características técnicas

Toda madeira para emprego definitivo é de lei, bem seca, isenta de branco, caruncho ou broca, não ardida e sem nós ou fendas que comprometam sua durabilidade, resistência ou aparência.

Nomenclatura

A fim de dirimir dúvidas, são adotadas as seguintes equivalências de terminologia, vulgar e botânica:

Tabela 33 - Nome vulgar e classificação botânica de madeiras

Nome vulgar	Classificação botânica
Acapu	Voucapoua americana
Amendoim	Terminalia Catappa L.
Angelim-Amargoso	Andira anthelmintica
Angelim-Pedra	Hymenolobium Petraeum Ducke
AngelimVermelho (cernum)	Hymenolobium Excelsum Ducke
Angico	Pithecolobium Polycephalum Benth
Aquano	Swietenia macrophylla king
Aroeira-do-sertão	Astronium urundeuva

Braúna	Melanoxylon braúna
Cabriúva Vermelha	Myroxylon balsamun
Canafístula	Casais Ferruginco Scharad
Canela-Parda	Nectandra amara
Canela-Sassafrás	Ocotea pretiosa
Carvalho-Brasileiro	Euplassa Organensis
Cedro-Aromático	Cedrela odorata
Cedro-vermelho	Cedrela fissilis
Cerejeira-Amarela	Amburana acreana
Faveiro	Pterodon abruptua Benth
Freijó	Cordia Goeldiana Ruber
Gonçalo-Alves	Astronium fraxinifolium
Imbuia	Phoebe porosa
Opaco	Tecoma leucoxyton
Jacarandá-Caviúna	Dalbergia violácea
Jacarandá-Preto	Machaerium incorruptibile
Louro-Aritu	Acroclidium appellii
Louro-Parda	Cordia exclesa
Louro-Rosa	Aniba parviflora
Macacaúba	Platymium ulei Harma
Maçaranduba	Mimussopa rufula

Finalidade de uso

Com base no trabalho "Grupamento de Madeiras conforme sua finalidade e uso", elaborado pelo Sindicato do Comércio Atacadista de Materiais de Construção do Rio de Janeiro e pelo Centro de Materiais de Construção, são relacionados nos itens a seguir, as madeiras de acordo com sua finalidade e uso. Isso permite definir uma alternativa na eventualidade de falta da essência especificada. As abreviaturas utilizadas são as seguintes:

cor: clara (C) e escura (E);

dureza: mole (Mo), média (Me) e dura (D);

uso: alternativo (Al) e comum (Co).

- **Resistência à água e estruturas:** Angelim-Pedra (E-Al), Cumaru (E-Al), Imbuia (E-Al), Ipê (E-Co), Itaúba (E-Al), Massaranduba (E-Co), Muiracatiara (E-Al), Pequiá (C-Al), Sapucaia (E-Al) e Sucupira (E-Al).
 - **Para telhados comuns:** Angelim-Pedra (E-Co), Angelim-Vermelho (E-Co), Angico-Preto (E-Al), Angico-Rajado (E-Al), Araracanga (C-Al), Canafístula (E-Al), Guaritá (E-Al), Jatobá (E-Co), Louro-Inhamuí (C-Al), Massaranduba (E-Al), Pau-Amarelo (C-Al), Pequiá (C-Al), Peroba-Rosa (C-Co), Sapucaia (E-Al) e Tatajuba (E-Al).
 - **Para telhados decorados:** Angelim-Pedra (E-Al), Canela-Preta (E-Al), Cerejeira (C-Al), Guaritá (E-Al), Imbuia (E-Al), Ipê (E-Co), Itaúba (E-Al), Mogno (E-Al), Muiracatiara (E-Al), Peroba-do-Campo (C-Co) e Sucupira (E-Al).
 - **Para pisos industrializados:** Angelim-Pedra (E-Al), Jatobá (E-Co), Massaranduba (E-Co), Muiracatiara (E-Al) e Pau-Amarelo (C-Al). Peroba-Rosa (C-Co), Pequiá (C-Al), Sapucaia (E-Al) e Tatajuba (E-Al), Ipê (E-Co), Amendoim (E-Co), Sucupira (E-Co), Angico (E-Co) e Pau-Marfim (C-Co).

- **Para pisos comuns domésticos:** Angelim (C-D-AI) , Araracanga (C-D-AI) , Canela-Preta (E-D-AI) , Cumaru (E-D-AI), Ipê (E-D-Co), Jarana (C-D-AI), Jatobá (E-D-Co), Massaranduba (E-D-Co), Muiracatiara (E-D-AI). Pau-Amarelo (C-D- AI), Pau-Marfim (C-D-AI), Sapucaia (E-D-AI), Sucupira (E-D-AI), Amendoim (E-D-Co) e Angico (E-D-Co).
- **Ganzepes:** Canela-Preta (E-Co), Louro-Inhamuí (C-AI), Pequiá-Amarelo (C-AI) e Tatajuba (E-A1)
- **Barroteamento para forros, lambris e divisórias:** Andiroba (E-AI), Angelim (C-AI), Canela (E-Co), Cedro (E-Co), Cedrorana (E-AI), Jatobá (E-AI), Pau-Amarelo (C-AI), Quaruba (E-AI) e Tatajuba (E-AI).
 - **Para lambris, forros e divisórias:** Abiurana (C-AI), Andiroba (E-AI) , Canela-Preta (E-AI) , Cedro (E-Co), Cerejeira (C-Co), Freijó (C-Co) , imbuia (E-AI) , Ipê (E-Co) , Jarana (C-AI) , Carvalho (C-AI) , Mogno (E-AI), Muiracatiara (E- AI) , Pau-Amarelo (C-AI), Pau-marfim (C-AI), Pinho-do-Paraná (C-Co) . Pinus (C-AI) , Quaruba (E-AI), Sucupira (E- Co) e Tatajuba (E-AI), Louro (C-AI), Amendoim (E-Co), Marfim (C-AI), Gonçalves-Alves (E-Co) e Canafístula (E-AI).
- **Para esquadrias adueladas, alizares, rodapés, janelas e portas:** Andiroba (E-Mo-AI), Canela-Preta (E-D-Co) , Castanheira (E-D-AI), Cedro (E-Mo-AI), Cerejeira (C-Me-AI) , Freijó (C-Me-AI), Louro-Inhamuí (C-D-AI), Louro- vermelho (E-Me-AI), Massaranduba (E-D-Co), Mogno (E-Me-Co), Muiracatiara (E-D-AI), Pau-Amarelo (C-D-AI), Quaruba (E-Me-AI) e Tatajuba (E-D-AI).
- **Para escadas, balaústres, corrimões e torneados:** Angelim-Pedra (E-AI), Cumaru (E-AI), Ipê (E-Co), Jarana (C-AI), Jatobá (E-AI), Pau-Marfim (C-AI), Sucupira (E-AI), Amendoim (E-Co), Peroba (C-AI) e Massaranduba (E-AI).
- **Para lâminas de madeiras decorativas:** Angelim-Rajado (C-AI), Cerejeira (C-Co), Freijó (C-Co), Gonçalves-Alves (E- AI), Imbuia (E-Co), Ipê (E-Co), Jacarandá (E-Co), Jatobá (E-AI), Louro (C-Co), Macacaúba (C-AI), Mogno (E-Co) e Sucupira (E-AI), Amendoim (E,AI), canela (E-AI), Marfim (C-Co), Peroba-do-Campo (C-AI) e Pinho-do-Paraná (C- AI).

4.8.2 Aglomerada

Definição

Madeira aglomerada é o produto obtido a partir de partículas de madeira, em forma de flocos, ligadas por resinas sintéticas, dos tipos uréia/formaldeído, uréia/melamina/formaldeído ou fenol/formaldeído, sob a ação de pressão e temperatura, com adição de outros compostos destinados a melhorar as características técnicas do material.

4.8.3 Compensada

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 34 - Normas chapas compensadas

Norma	Título
EB1668/86	Chapas de madeira compensada (NBR-9532);
MB2495/86	Compensado- determinação do teor de umidade (NBR-9484);
MB2496/86	Compensado- determinação da massa específica aparente (NBR-9485);
MB2497/86	Compensado- determinação da resistência à flexão estática (NBR-9533);
MB2498/86	Compensado- determinação da resistência da colagem ao esforço de cisalhamento (NBR-9534);
MB2499/96	Compensado- determinação da absorção da água (NBR-9486);
MB2500/86	Compensado- determinação do incitamento (NBR-9535);
NB1014/86	Amostragem de compensado para ensaio (NBR-9488);
NB1015/86	Condicionamento de corpos- de- prova para ensaio (NBR-9409);
TB-287/86	Lâmina e compensado de madeira (NBR-9490).

Características técnicas

Contrachapeada

Apresenta-se sob a forma de placas constituídas de núcleo de sarrafos, chapeado em ambas as faces por laminado de espessura variável entre 3 e 5 mm. Os sarrafos tem cerca de 5 mm de espessura para evitar ondulações nas laminas exteriores, defeito que poderia ocorrer no caso de emprego de maiores espessuras.

Os sarrafos e as lâminas são aglutinados com adesivo apropriado, sendo as lâminas dispostas com as fibras em sentido ortogonal. No caso de emprego da placa em locais sujeitos a molhaduras frequentes, o adesivo empregado é do tipo a prova d'água e o material é caracterizado com a designação de "compensado naval".

Laminada

A madeira compensada laminada é constituída por um número ímpar de lâminas (3, 5 ou 7) coladas sob pressão, com as fibras em sentida ortogonal, de forma que o movimento higroscópico transversal de uma lâmina é compensado pelas fibras ortogonais da lâmina adjacente, considerando que no sentido longitudinal é praticamente nula a deformação da madeira.

A união das laminas de uma mesma camada é perfeita, para evitar defeitos ou ondulações nas chapas exteriores. No caso do emprego de placa em locais sujeitos a molhaduras frequentes, o adesivo empregado é do tipo a prova d'água e o material é caracterizado com a designação de "compensado naval".

4.8.4 Fibras, chapas duras

Para efeito desta especificação, entende-se por chapas duras ("hard boards") as obtidas pela prensagem a quente do colchão de fibras formado pelo processo úmido, aglutinadas pela própria resina ou ácidos orgânicos naturais, sem emprego de produtos especiais.

4.8.5 Fibras, chapas acústicas forros

Para efeito desta especificação, chapas acústicas de forro ("soft boards") são as chapas obtidas pela secagem, em estufa, do colchão de polpa saído das máquinas formadoras ("forming").

4.8.6 Fibras, chapas isolantes

Para efeito desta especificação entende-se por chapas isolantes ("soft boards") as chapas obtidas pela secagem em estufa, do colchão de polpa saído das máquinas formadoras ("forming") e as chapas compostas de farpas e lascas de madeira comprimidas e impregnadas de pasta de cimento, encostadas, de superfícies rígidas e lisas.

4.8.7 Painéis contraplacados

Para efeito desta especificação, entende-se por painéis contraplacados aqueles constituídos por chapas duras e por chapas isolantes de fibra de madeira.

4.8.8 Portas

De acordo com a TB-223/83 (NBR-8037), "Porta de Madeira de Edificação", porta de madeira é o conjunto em que a folha, as capas e/ou almofadas são constituídos de madeira maciça e seus derivados.

Normas

Tabela 35 - Normas portas de madeira

Norma	Título
MB-1786/86	Porta de madeira de edificação verificação da, dimensões e formato da folha (NBR-8543);
MB 1787/82	Porta de madeira de edificação verificação da resistência a impactos da folha (NBR-8051);
MB-1788/82	Porta de madeira de edificação verificação de deformações da folha submetida a carregamentos (NBR-8050);
MB-1789/82	Porta de madeira de edificação verificação do comportamento da folha submetida a manobras (NBR-8054);
MB-1790/82	Porta de madeira de edificação verificação do comportamento da folha sob ação da água e sob ação de calor (NBR-8544);
NB-610/86	Desempenho de porta de madeira de edificação (NBR-8542);
PB-586/86	Porta de madeira de edificação - dimensões (NBR-8052);
TB-223/83	Porta de madeira de edificação (NBR-8037)

4.8.9 Formas para concreto aparente

Características técnicas

As formas de madeira para concreto aparente são constituídas, dependendo do detalhamento no projeto arquitetônico, por tábuas aparelhadas, chapas de madeira compensada, resinada ou não, ou ainda com revestimento plástico "tego-film" em uma ou em ambas as faces.

O revestimento Plástico "tego-film" é um filme impregnado com resina sintética e aplicado às superfícies das chapas, por meio de prensagem a alta temperatura e grande pressão. A colagem das lâminas de madeira é executada com resina fenólica, sintética e a prova d'água.

4.9 Tijolos e blocos cerâmicos

4.9.1 Tijolos maciços

Para efeito desta especificação, entende-se por tijolo maciço o tijolo que possui todas as faces plenas de material, podem apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área.

Normas

Os tijolos maciços obedecem às correspondentes normas da ABNT, particularmente as seguintes:

Tabela 36 - Normas tijolos maciços

Norma	Título
EB-19/03	Tijolo maciço cerâmico para alvenaria (NBR-7170);
PB-1007/93	Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - forma e dimensões (NBR-9041).

Terminologia

- Dimensão nominal: Dimensões especificada pelo fabricante para as arestas do tijolo.
- Dimensão real: Dimensão obtida de acordo com o processo definido na EB-19/83 (NBR-7170).
- Área bruta: Área de qualquer uma das faces do tijolo.

Características técnicas

Os tijolos maciços cerâmicos são fabricados com argila, conformados por extrusão ou prensagem, queimados a temperatura que permita, ao produto final, atender às condições determinadas nesta especificação. Devem trazer a identificação do fabricante, o que é efetuado sem prejuízo para o uso do produto.

Serão fornecidos em lotes ou sublotes identificáveis, constituídos de unidades do mesmo tipo e qualidade, essencialmente fabricados nas mesmas condições. A unidade de compra é o milheiro. Os tijolos se classificam em comuns e especiais. Os tijolos comuns são de uso comum e são classificados em categorias A (1,5 MPa), B (2,5 MPa) e C (4,0 MPa), conforme sua resistência à compressão. Os especiais são fabricados em formatos e especificações acordados entre as partes.

Os tijolos não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, superfície irregulares, deformações e desuniformidade de cor. Os tijolos comuns possuem a forma de um paralelepípedo retangular, sendo suas dimensões nominais, de 190 x 90 x 57 e 190 x 90 x 90 mm (comprimento x largura x altura). As tolerâncias máximas de fabricação são de 3 mm para mais ou para menos, nas 3 dimensões.

Para determinação das dimensões, colocam-se 24 tijolos em fila, no sentido do comprimento, largura ou altura e mede-se com auxílio de uma trena metálica (aproximação de 2 mm). Se por alguma razão, não for passível medir os 24 tijolos dispostos em uma fila, a amostra é dividida em 2 filas de 12, ou 3 filas de 8, e são medidas separadamente. Somam-se os resultados obtidos em qualquer dos casos e divide-se o resultado por 24 para obter-se a dimensão real do comprimento dos tijolos.

Inspeção

Serão feitas inspeções de forma geral, por medição direta e por ensaio. Na inspeção geral, as exigências quanto às características visuais são objeto de verificação no lote inteiro. Na inspeção por medição direta, são verificadas as características geométricas em lotes não superiores a 9.000 tijolos. Na inspeção por ensaio, a resistência à compressão dos tijolos é verificada por dupla amostragem, sendo o número de amostras o indicado no quadro a seguir:

Tabela 37 - Número de amostras tijolos

Lotes	1ª amostra	2ª amostra
De 1.000 a 3.000	8	8
De 3.001 a 35.000	13	13
De 35.000 a 50.000	20	20

Aceitação e rejeição

Os tijolos rejeitados na inspeção serão retirados do lote e substituídos.

A fim de reduzir a duração da inspeção geral pode-se, a partir de acordo entre as partes, transformá-la em dupla amostragem. Neste caso, se houver a reprovação do lote, o construtor pode solicitar a inspeção geral, desde que tenha providenciado a reposição dos tijolos defeituosos.

Na inspeção por medição direta, o lote é aceito se a dimensão real encontrada atender às características geométricas especificadas.

Na inspeção, o lote é aceito na 1ª ou na 2ª amostragem, de acordo com o indicado a seguir:

Tabela 39 - Critério de aceitação tijolos

LOTES	AMOSTRA		UNIDADES DEFEITUOSAS			
	1ª	2ª	1ª AMOSTRA		1ª + 2ª AMOSTRA	
			Nº aceitação	Nº rejeição	Nº aceitação	Nº rejeição
de 1.000 a 3.000	8	8	1	4	4	5
de 3.001 a 35.000	13	13	2	5	6	7
de 35.001 a 50.000	20	20	3	7	8	9

Para que o lote seja aceito, na 1ª amostragem, é necessário que o número de unidades defeituosas seja inferior ou igual ao número de aceitação. O lote é rejeitado na 1ª amostragem se o número de unidades defeituosas for superior ao número de rejeição.

O lote para a 2ª amostragem se o número de unidades defeituosas for superior ao número de aceitação e inferior ao de rejeição.

Para que o lote seja aceito na 2ª amostragem, é necessário que a soma das unidades defeituosas da 1ª e 2ª amostragens seja inferior ao número de aceitação indicado na tabela acima.

4.9.2 Blocos cerâmicos

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por bloco cerâmico o componente de alvenaria que possui furos prismáticos ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém.

Normas

Serão obedecidas as normas da ABNT sobre o assunto, particularmente as seguintes:

Tabela 40 - normas blocos cerâmicos

Norma	Título
EB-20/83	Bloco cerâmico para alvenaria (NBR-7171);
MB-53/83	Bloco cerâmico para alvenaria - verificação da resistência à compressão (NBR- 6461) ;

MB-1883/83	Bloco cerâmico portante para alvenaria - determinação da área líquida (NBR-8043);
PB-1008/93	Bloco cerâmico para alvenaria - formas e dimensões (NBR-8042).

Terminologia

- Dimensão nominal: Dimensão especificada pelo fabricante para as arestas do bloco.
- Dimensão real: Dimensão obtida para as arestas através da média das dimensões de 24 blocos.
- Área bruta: Área de qualquer uma das faces do bloco.
- Área líquida: Área bruta de qualquer uma das faces do bloco diminuída da área dos vazios contidos nesta face.

Características técnicas

Os blocos cerâmicos são fabricados com argila, conformados por extrusão, queimados a temperatura que permita ao produto final atender às condições determinadas nesta especificação. Devem trazer a identificação do fabricante, o que é efetuado sem prejuízo para o uso do produto.

Serão fornecidos em lotes ou sublotos identificáveis, constituídos de blocos do mesmo tipo e qualidade, essencialmente fabricados nas mesmas condições.

Classifica-se em blocos de vedação ou portantes. Os de vedação serão projetados para serem assentados com os furos na horizontal, e os portantes, com os furos na vertical.

Os blocos cerâmicos são especiais ou comuns. Os especiais são fabricados em formatos e especificações acordados entre as partes. Os comuns são os de uso corrente e são classificados conforme sua resistência à compressão na área bruta, conforme tabela a seguir:

Tabela 40 - Resistência à compressão blocos cerâmicos

TIPO		RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (Mpa)
De vedação	A	1,5
	B	2,5
Portante	C	4,0
	D	7,0
	E	9,0

Os blocos não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, superfícies, irregulares, deformações e desuniformidade de cor.

Características geométricas

Os blocos de vedação e portantes comuns possuem a forma de um paralelepípedo retangular. Entende-se por largura (L), altura (H) e comprimento (C) desse paralelepípedo o seguinte:

Blocos de vedação

- largura- menor aresta da face perpendicular aos furos;
- altura- maior aresta da face perpendicular aos furos;
- comprimento- aresta paralela ao eixo dos furos.

Blocos portantes

- largura- menor aresta da face perpendicular aos furos;
- altura- aresta paralela ao eixo dos furos;
- comprimento- maior aresta da face perpendicular aos furos.

As dimensões comerciais e nominais dos blocos de vedação e portantes comuns são as seguintes:

Tabela 41 - Dimensões comerciais blocos cerâmicos

DIMENSÕES COMERCIAIS (CM)	DIMENSÕES NOMINAIS (mm)		
	LARGURA (L)	ALTURA (H)	COMPRIMENTO (C)
10 x 20 x 10	90	190	90
10 x 20 x 20	90	190	190
10 x 20 x 30	90	190	290
10 x 20 x 40	90	190	390
15 x 20 x 10	140	190	90
15 x 20 x 20	140	190	190
15 x 20 x 30	140	190	290
15 x 20 x 40	140	190	390
20 x 20 x 10	190	190	90
20 x 20 x 20	190	190	190
20 x 20 x 30	190	190	290
20 x 20 x 40	190	190	390

A sistemática para a determinação das dimensões é a mesma definida para os tijolos maciços. O desvio em relação ao esquadro é medido entre as faces destinadas ao assentamento e ao revestimento do bloco, empregando-se esquadro (90°-I- 5) e régua (precisão de 0,5 mm) metálicos.

A planeza das faces destinadas ao revestimento é determinada através da flecha na região central de sua diagonal, empregando-se régua metálica com precisão de 0,5 mm.

A determinação da Área líquida é procedida de acordo com o método de ensaio constante da MB-1883 (NBR- 8043).

Inspeção

Toda partida é dividida em lotes, conforme descrito adiante. A inspeção é procedida em local determinado pelas partes para a completa verificação dos pontos pré-estabelecidos. São feitas inspeções de forma geral, por medição direta e por ensaio.

Na inspeção geral, as exigências quanto às características visuais serão verificadas no lote inteiro.

Na inspeção por medição direta, as exigências quanto às dimensões nominais serão verificadas em lotes não superiores a 9.000 blocos. As exigências quanto ao desvio em relação ao esquadro e planeza serão verificadas por dupla amostragem, sendo número de amostras o indicado na tabela a seguir:

Tabela 42 - Desvio em relação ao esquadro e planeza dos blocos

LOTES	1ª AMOSTRA	2ª AMOSTRA
De 1.000 a 3.000	32	32

De 3.001 a 35.000	50	50
De 35.001 a 50.000	80	80

Na inspeção por ensaio, a resistência à compressão é verificada por dupla amostragem; cada bloco é submetido a ensaio. A resistência à compressão do bloco é determinada de acordo com o método de ensaio constante da MB-53183 (NBR-6461).

O número de amostras é o indicado na tabela a seguir:

Tabela 43 - Número de amostras para ensaio de resistência à compressão do blocos cerâmicos

LOTES	1ª AMOSTRA	2ª AMOSTRA
De 1.000 a 3.000	8	8
De 3.001 a 35.000	13	13

Aceitação e rejeição: os blocos rejeitados na inspeção geral serão retirados do lote e substituídos.

Com o objetivo de reduzir sua duração, pode-se, a partir de acordo entre as partes, transformar a inspeção geral em dupla amostragem. Nesse caso, se houver a reprovação do lote, o construtor solicitará nova inspeção geral, desde que tenha providenciado a reposição dos blocos defeituosos.

Na inspeção por medição direta, o lote será aceito se as dimensões reais encontradas atenderem as características geométricas especificadas. Quanto ao desvio em relação ao esquadro e à planura, o lote será aceito na 1ª ou na 2ª amostragem, de acordo com o indicado na tabela abaixo:

Tabela 44 - Aceitação por medição direta esquadro e à planura

LOTES	AMOSTRA		UNIDADES DEFEITUOSAS			
	1ª	2ª	1ª AMOSTRA		1ª + 2ª AMOSTRA	
			Nº aceitação	Nº rejeição	Nº aceitação	Nº rejeição
de 1.000 a 3.000	32	32	5	9	12	13
de 3.001 a 35.000	50	50	7	11	18	19
de 35.001 a 50.000	80	80	11	16	26	27

Na inspeção por ensaio, o lote será aceito na 1ª ou na 2ª amostragem, de acordo com o indicado na tabela a seguir:

Tabela 45 - Aceitação por ensaio

LOTES	AMOSTRA		UNIDADES DEFEITUOSAS			
	1ª	2ª	1ª AMOSTRA		1ª + 2ª AMOSTRA	
			Nº aceitação	Nº rejeição	Nº aceitação	Nº rejeição
de 1.000 a 3.000	8	8	1	4	4	5
de 3.001 a 35.000	13	13	2	5	6	7

Para que o lote seja aceito na 1ª amostragem é necessário que o número de unidades defeituosas seja inferior ou igual ao número de aceitação. O lote será rejeitado na 1ª amostragem se o número de unidades defeituosas for superior ao número de rejeição.

O lote passa para a 2ª amostragem se o número de unidades defeituosas for superior ao número de aceitação e inferior ao número de rejeição.

Para que o lote seja aceito na 2ª amostragem será necessário que a soma das unidades defeituosas da 1ª e 2ª amostragens seja inferior ao número de aceitação indicado nas tabelas acima.

4.9.3 Refratários

Normas

Há particular atenção para o disposto nas seguintes normas da ABNT:

Tabela 46 - Normas tijolos refratários

Norma	Título
MB-1441/80	Tijolos refratários isolantes - determinação da resistência à compressão à temperatura ambiente (NBR-6227);
MB-1442/80	Tijolos refratários isolantes - determinação da resistência à flexão à temperatura ambiente (NBR-6228).

Características técnicas

São refratários sílico-aluminosos, aluminosos, antiácidos, isolantes de sílica e de carbureto de silício.

- Sílico-calcários

Para efeito desta especificação, entende-se por tijolos sílico-calcários o material de construção da classe dos produtos sílico-calcários, fabricados em peças prismáticas brancas, maciças ou com furos, feitas por prensagem de uma argamassa de areia silicosa e cal virgem em pó, submetida a uma autoclavagem de 5 horas, a vapor, sob alta pressão.

Normas

Os blocos sílico-calcários obedecem à norma DIN-106.

Características técnicas

- Resistência à compressão

Os blocos do tipo estrutural são fabricados com resistência à compressão controlada, e os do tipo normal e extra, com resistência não controlada. Os valores médios das resistências controladas têm um desvio padrão de 12 MPa, sendo fabricados com resistências de 10 a 35 MPa.

- Absorção

A absorção de água decresce com o aumento de sua resistência à compressão. Seu valor médio está entre 10 e 12%.

- Estabilidade dimensional

Na direção de prensagem, ou seja, na direção do eixo longitudinal, a estabilidade dimensional de +/- 2 mm. Nas outras dimensões, é £ 2mm.

- Condutibilidade térmica

A condutibilidade térmica é de 0,60 a 0,85 kcal.m/m².h.°C.

- Proteção ao fogo

Os blocos sílico-calcários resistem, a 4 horas de fogo, conservado-se, em relação à temperatura da face oposta, abaixo da linha de falência (120°C + temperatura ambiente).

- Tipos e dimensões

Tabela 47 - Tipos e dimensões blocos sílico-calcários

TIPO	DIMENSÕES (cm)	PESO (Kg)	PEÇAS (por m ²)
NF	11,5 x 7,1 x 24	3,75	48
2 DF	11,5 x 11,3 x 24	4	32
2 DF 14	14,0 x 11,3 x 24	4,9	32
3 DF	17,5 x 11,3 x 24	6,00	32

Vermiculita expandida

Tabela 48 - Vermiculita expandida

TIPO	Temp. Máx de trab. (°C)	Massa específica aparente (g/cm ³)	Resist. à Compressão			Condutib. Térm. à temp. máx. de trab. (Kcal.m/m ² .h.°C)	Temp na face fria (°C)	Refratarieda de (°C)
			à temp. amb. (Mpa)	Após queima a temp. máx. de				
1 B – 501	500	0,58	1,1	0,8		0,13	55	1,1
1 B – 801	800	0,54	0,8	1,1		0,12	65	1,2
1 B – 802	800	0,63	1,4	1,7		0,14	70	1,2
1 B – 1151	1,15	0,69	1,6	1,9		0,15	95	1,25

4.9.4 Vidro

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por tijolos de vidro - os moldados em uma só peça, e confeccionados com vidro extraclaro, translúcido, não transparente.

Características técnicas

Os tijolos de vidro têm as seguintes dimensões e pesos:

- 20 x 20 x 6 cm, pesando 2,00 kgf/unidade;
- 20 x 20 x 10 cm, pesando 2,7 10 kgf/unidade.

4.10 Especiais

4.10.1 Acetato de polivinila – PVA

Emulsões

As emulsões de acetato de polivinila, para efeito desta especificação, são, dispersões aquosas estáveis, de polímeros ou copolímeros de monômero PVA, obtidas por processo de polimerização em emulsão.

Soluções

As soluções de acetado de polivinila, para efeito desta especificação, são soluções orgânicas, de polímeros ou copolímeros do monômero PVA, obtidas por polimerização em solução.

Adjuvantes

Os adjuvantes de acetato de polivinila, para incorporação nas argamassas, são constituídas por emulsões.

Colas

As colas de acetato de polivinila, para fins diversos, são constituídas por emulsões e soluções, conforme definido anteriormente.

4.10.2 Acrílico

- Calafetadores/selantes

Para efeito desta especificação, calafetadores ou selantes acrílicos são os produtos obtidos pela polimerização de derivados acrílicos, principalmente dos ésteres e do ácido metacrílico.

Características técnicas

São as seguintes as características técnicas dos calafetadores acrílicos:

- resistência ao fluxo, DIN 52454, perfil A, temperatura ambiente: inferior a 0,5 mm;
- variação de volume, DIN 53505, 19,3%;
- dureza Shore A, DIN 53505 após 4 semanas-7, após 8 semanas-10 e após 12 semana-17;
- alongamento até ruptura, DIN 53504: 658%;
- resistência de ruptura: 11,5 N/cm²;
- resistência a pancadas de chuva: após 90 minutos;
- aderência/alongamento, DIN 52455: 50 e 100%: 1,8 N/cm² e 1504; 1,9 N/cm²;
- capacidade de recuperação DIN 52458 em 3 horas: 51%.

Os selantes acrílicos satisfazem A DIN 19540, norma alemã para massas elásticas de vedação

- Emulsão acrílica

Características técnicas

A emulsão de acrílico, ou acrílica, é uma emulsão concentrada com materiais minerais e pigmentos inorgânicos, apresentada em várias cores. Possui consistência pastosa ou de tinta.

- Ligantes acrílicos

Para efeito desta especificação, ligante acrílico é o produto que, adicionado à água de amassamento, aumenta a aderência das argamassas.

Características técnicas

Produto formulado a base de resina acrílica e de reticuladores que influenciam a catálise e polimerização, com resistência de aderência de 3,5 a 5,5 MPa.

- Vedantes acrílicos

Vedante acrílico, para efeito desta especificação, é o produto destinado a obturar trincas, fendas e rachaduras.

Características técnicas

Produto formulado à base de resina acrílica e agregado, em geral pó de mármore.

- Adesivos

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 49 - Vedantes acrílicos

Norma	Título
MB-2088/84	Adesivos a base de elastômeros determinação da densidade (NBR-8916);
MB-2098/94	Adesivos a base de elastômeros determinação do teor de sólidos (NBR-8877);
MB-2279/85	Adesivos à base de elastômeros determinação do tempo de escoamento através do copo DIN (NBR-9223);
MB-2280/85	Adesivos a base de elastômeros determinação do teor de cinzas (NBR-9224);
MB-2281/85	Adesivos a base de elastômeros determinação da viscosidade Brookfield (NBR-9277);
MB-2282/85	Adesivos a base de elastômeros determinação do tempo de escoamento através do fluxômetro de pressão (NBR-9278);
MB-2398/85	Adesivos de fusão determinação do ponto de amolecimento - anel e bola. (NBR-9424);
MB-2399/85	Adesivos de fusão determinação da viscosidade (NBR-9393);
MB-2537/06	Adesivos de fusão e selantes determinação da densidade relativa (NBR- 9683);
MB-2538/86	Adesivos de base elastomérica determinação do tempo em aberto (NBR- 9684).

- Seleção e emprego

Seleção dos adesivos será procedida considerando-se a finalidade de sua aplicação. O seu emprego obedecerá, rigorosamente, às recomendações do respectivo fabricante.

4.10.3 Aditivos

Aditivos para concreto

Aditivos, para concreto são substâncias de ação química, física ou físico-química que, adicionadas ao concreto, modificam certas características do produto, tais como a trabalhabilidade, o endurecimento ou a pega.

Normas

Os aditivos para concreto de cimento Portland obedecem ao disposto na EB- 1763192- Aditivos plastificantes (redutores de água) e modificadores de pega para concretos de cimento Portland.

Classificação

A ABNT adota a seguinte classificação:

- Tipo P: Aditivo Plastificante;
- Tipo R: Aditivo Retardador;
- Tipo A: Aditivo Acelerador;
- Tipo PR: Aditivo Plastificante Retardador;
- Tipo PA: Aditivo Plastificante Acelerador;
- Tipo IAR: Aditivo Incorporador de Ar;
- Tipo SP: Aditivo Super Plastificante;
- Tipo SPR: Aditivo Super Plastificante Retardador;
- Tipo SPA: Aditivo Super Plastificante Acelerador

O uso de normativos estrangeiros fica condicionado a justificativas e à aprovação da Fiscalização. A utilização e dosagem dos aditivos seguem rigorosamente às recomendações do fabricante.

Será exigido o atendimento aos requisitos de desempenho preconizados pela EB-1763/92, conforme quadro abaixo, cujos resultados referem-se a concretos preparados com cimento Portland comum.

Tabela 50 - Aditivos para concreto

PROPRIEDADES			Tipos de aditivo								
			P	R	A	PR	PA	IAR	SP	SPR	SPA
Redução de água (% mínima)			6	-	-	6	6	-	12	12	12
Termos de pega (h:min) (MB- 2665)	Início	No mínimo	-	+1:00	-1:00	+1:00	+/- 1:00	-	12	+1:00	-1:00
		Não mais que	-1:00 +1:30	+3:30	-3:30	+3:30	-3:30	+1:15 -1:30	-1:00 +1:30	+3:30	-3:30
	Fim	No mínimo	-	-	-1:00	-	-1:00	-	-	-	-1:00
		Não mais que	-1:00 +1:30	+3:30	-	+3:30	-	+1:15 -1:30	-1:00 +1:30	+3:30	-
Exsudação de água (%) (ASMT C 232)		No máximo	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-

Tabela 51 - Aditivos para concreto

PROPRIEDADES			Tipos de aditivo								
			P	R	A	PR	PA	IAR	SP	SPR	SPA
% mínima	Resistência à Compressão (% mínima) (MB – 3)	12 h	-	-	-	-	-	-	-	-	150
		3 dias	110	90	125	110	125	90	140	125	125
		7 dias	110	90	100	110	110	90	125	125	125
		28 dias	110	90	100	110	110	90	110	110	110
		90 dias	110	90	90	110	100	90	110	110	110
		180 dias (opcional)	-	-	-	-	-	-	100	100	100
	Resistência à tração por compressão diametral (MB – 212) ou Tração por Flexão (MB – 3483)	3 dias	100	90	110	100	100	90	110	110	120
		7 dias	100	90	100	100	100	90	100	100	110
		28 dias	100	90	90	100	100	90	100	100	100
Mudança de Comprimento (NB– 1401)	>=0,030% (máxima)		135	135	135	135	135	135	135	135	135
	< 0,030% (aum. máximo)		0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

4.10.4 Afastadores de armaduras

Características técnicas

Os afastadores ou distanciadores, para posicionamento dos vergalhões das armaduras de concreto armado, são do tipo "clips" plásticos, ou pastilhas de argamassa. Devem garantir o recobrimento previsto no projeto estrutural. A distância entre os afastadores é compatível com o peso das armaduras que suportam, de forma a assegurar sua perfeita integridade.

- Agentes
 - Agentes de cura

Película química aplicada sobre a superfície do concreto fresco, visando sua proteção contra agentes prejudiciais, dentre eles a desidratação. Proporciona processo de cura sem interrupção, evitando a formação de fissuras e favorecendo o desenvolvimento das resistências mecânicas, bem como a proteção pelo período de no mínimo 7 dias.

Aplicação

É efetuada com o uso de pulverizador de baixa pressão, sendo indispensável homogeneizar o agente cuidadosamente antes de verter no aparelho. O início da aplicação ocorre logo após a segregação da água, observando rigorosamente as recomendações dos fabricantes. Para obtenção de uma película contínua, desloca-se rapidamente o pulverizador em direções cruzadas, superpondo-se as camadas.

- Agente protetor de forma

Características técnicas

Composição oleosa, fina, para ser emulsionada em água no momento de seu emprego

Propriedades

O agente protetor de fôrmas apresenta as seguintes propriedades:

- evitar a aderência entre a fôrma e o concreto;
- facilitar a desmoldagem;
- facilitar a obtenção de superfícies aparentes de bom aspecto;
- não manchar o concreto;
- ser aplicável em fôrmas de madeira, aparelhadas ou não, ou em fôrmas metálicas.

Aplicação

Conforme recomendação do fabricante, agitando-se bem, até obter líquido de cor homogênea. Aplica-se a emulsão sobre a fôrma antes da colocação das armaduras, 4 horas antes da concretagem, no mínimo.

Após a aplicação, conservam-se as formas abrigadas de chuva.

4.11 Materiais de acabamento

4.11.1 Alumínio

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 52 - Normas alumínio e suas ligas

Norma	Título
CB-32/79	Alumínio e suas ligas (NBR-6834);
CB-79/80	Alumínio e suas ligas - têmperas (NBR-835);
CB-131/85	Tratamento de superfície do alumínio e suas ligas (NBR-8968);
EB-1259/81	Alumínio e suas ligas propriedades mecânicas de produtos extrudados (NBR- 7000);
EB-1421/83	Alumínio e suas ligas barras, arames, perfis e tubos extrudados (NBR-8117);
EB-1422/83	Alumínio e suas ligas arames e barras (NBR-9118);
MB-2411/85	Alumínio e suas ligas tratamento de superfície - determinação da qualidade de selagem da anodização pelo método de perda de massa (NBR-9243);
PB-986/82	Alumínio e suas ligas - chapas - propriedades mecânicas (NBR-7823);
PB-1018/83	Alumínio e suas ligas - tolerâncias dimensionais de produtos extrudados (NBR- 8116);
TB-165/80	Alumínio e suas ligas - processos e produtos (NBR-6599).

Características técnicas

- Alumínio puro : é do tipo "H" Metalúrgico,
- Ligas de alumínio:** as ligas de alumínio, considerados os requisitos de aspecto decorativo, inércia química ou resistência à corrosão e resistência mecânica, são selecionadas entre os grupos discriminados a seguir:
- Grupo binário:** ligas do tipo Al-Mn, Al-Mg, Al-Si e Al-Mg₂Si, Grupos ternários ou mais complexos: ligas do tipo Al-Mg-Si, Al-Mn-Mg, Al-Mn-Si Al-Cu-Si Al-Mg-Mn, etc.

As ligas a empregar, em cada caso particular, serão perfeitamente caracterizadas pela indicação das proporções relativas a cada componente ou pela sua designação industrial patenteada, sempre, porém, acompanhada do indispensável sufixo designativo do tipo escolhido, conforme exemplos seguintes: "Hidumínio 66", "Noral 322", "Duralumínio 30", "Peraluman 30", "3S", etc.

- Perfis para serralheria

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há especial atenção para o contido nas seguintes:

Tabela 53 - Normas alumínio e suas ligas

Norma	Título
CB-32/70	Alumínio e suas ligas (NBR-6834);
CB-79/80	Alumínio e suas ligas - têmperas (NBR-6035);
CB-131/85	Tratamento de superfície do alumínio e suas ligas (NBR-8968);
EB-1259/81	Alumínio e suas ligas propriedades mecânicas de produtos extrudados (NBR- 7000);
EB-1421/83	Alumínio e suas ligas barras, arames, perfis e tubos extrudados (NBR-8117);
ES-1422/83	Alumínio e suas ligas arames e barras (NBR-8118);
MB-2411/85	Alumínio e suas ligas tratamento de superfície - determinação da qualidade de selagem da anodização pelo método de perda de massa (NBR-9243);
PO-986/82	Alumínio e suas ligas chapas - propriedades mecânicas (NBR-7823);
PB-1018/83	Alumínio e suas ligas tolerâncias dimensionais de produtos extrudados (NBR- 8116);
TB-165/80	Alumínio e suas ligas processos e produtos (NBR-6599),

Características técnicas

As estruturas de alumínio serão confeccionadas com perfis fabricados com liga de alumínio que apresente as seguintes características:

- limite de resistência à tração: 120 a 154 Mpa;
- limite de escoamento: 63 a 119 Mpa;
- alongamento (50 mm): 18 a 10%;
- dureza (Brinell – 500/10): 48 a 68.

Acabamentos

O acabamento das superfícies dos perfis é caracterizado por linhas de matriz (riscos longitudinais). A maior ou menor profundidade desses riscos é definida pela rugosidade média da superfície (RMS); medida em micra.

O acabamento mais grosseiro (n.º 1) é normalmente usado em superfícies não expostas. É o acabamento comum obtido na extrusão de ligas duras. Para ligas moles, o limite máximo de rugosidade média é de 150 RMS. O acabamento que se obtém para superfícies expostas (n.º 2) tem um limite máximo de rugosidade média de 100 RMS, só possível para ligas moles.

A anodização é caracterizada pela letra "A" colocada após a RMS.

- Cantoneiras

Características técnicas

As cantoneiras de alumínio serão fabricadas com ligas de alumínio que apresentem bom aspecto decorativo, inércia química, resistência à corrosão e resistência mecânica.

- Alvaiade

Para efeito desta especificação, entende-se por alvaiade o carbonato de chumbo.

Há particular atenção para evitar o uso de outros produtos apresentados como alvaiade, tais como o sulfato de bário ou branco de barita, sulfato de chumbo, sulfato de cálcio e carbonato de cálcio.

Aplicação

A principal aplicação do alvaiade é como componente ativo de cimento branco, para rejuntamento de azulejos e outros revestimentos similares, a fim de evitar o escurecimento da junta é usado também como pigmento branco.

4.11.2 Aparelhos sanitários

- Esmaltados

Características técnicas

Os aparelhos e acessórios, de ferro fundido esmaltado ou de chapa esmaltada, não podem apresentar quaisquer defeitos de fundição, moldagem, laminação, usinagem ou acabamento.

As arestas serão perfeitas e as superfícies de metal serão isentas de fendilhamentos, esfoliações, rebarbas, desbeichamentos, bolhas e sobretudo de depressões, abaulamentos ou grânulos.

Os esmaltes serão perfeitos, sem escorrimientos, falhas, grânulos ou ondulações. Nas peças coloridas há particular cuidado na uniformidade de tonalidades das diversas unidades de cada

conjunto. As peças sujeitas a condições mais severas leva esmalte do tipo resistente a ácidos, sempre particularizadas nas especificações pela referência "RA".

- De louça
 - Normas

São as seguintes normas da ABNT atinentes ao assunto:

Tabela 54 - Normas aparelhos sanitários

Norma	Título
EB-44/85	Aparelhos sanitários de material cerâmico (NBR-6452);
MB-111/85	Material cerâmico sanitário - determinação da absorção de água (NBR-6463);
MB-2194/85	Bacia sanitária de material cerâmico - verificação do funcionamento (NBR-9060);
PB-6/83	Bacia sanitária de material cerâmico de entrada horizontal e saída embutida vertical - dimensões (NBR-6498);
PB-7/65	Lavatório de material cerâmico de fixar na parede – dimensões (NBR-6499);
PB-10/90	Mictórios de material cerâmico - dimensões (NBR-6500);
PB-1165/85	Bidê de material cerâmico - dimensões (NBR-9065).

Características técnicas

A louça para os diferentes tipos de aparelhos sanitários e acessórios é de grês branco (grês porcelânico), salvo quando expressamente especificado de modo diverso. As peças serão bem cozidas, desempenadas, sem deformações e fendas, duras, sonoras, resistentes e praticamente impermeáveis. O esmalte é homogêneo, sem manchas, depressões, granulações ou fendilhamentos.

4.11.3 Azulejos

Normas

Dentre as normas da ABNT relativas a azulejos há particular atenção para o disposto nas atinentes aos assuntos seguintes:

Tabela 55 - Normas Azulejos

Norma	Título
CB-100/83	Azulejo (NBR-7169);
EB-301/86	Azulejo (NBR-5644);
MB-1193/85	Azulejo - determinação da estabilidade de cores (NBR-6126);
MB-1194/85	Azulejo - determinação da absorção de água (NBR-6127);
MB-1195/85	Azulejo - determinação da resistência ao ataque químico (NBR-6128);
MB-1196/83	Azulejo- determinação da diferença de comprimento entre lados opostos e adjacentes (NBR-6129),
MB-1197/93	Azulejo - determinação da curvatura diagonal (NBR-6130);
MB-1198/85	Azulejo - determinação da resistência ao gretamento (NBR-6131);
MB-1199/86	Azulejo - determinação da tensão de ruptura à flexão (NBR-6132);

MB-1200/85	Azulejo - determinação das dimensões (NBR-6133),
MB 2299/85	Azulejo - determinação do empeno (NBR-9201);
NB-796/83	Assentamento de azulejos (NBR-8214);
- PB1005/96	Azulejo - formatos e dimensões (NBR-9040).

Classificação

Serão de primeira qualidade, brancos ou coloridos, com esmalte liso, vitrificação homogênea e coloração perfeitamente uniforme, dureza e sonoridade características e resistência suficiente. A SANEAGO não admite outras classes de azulejo, senão as constantes da CB-100/83 Azulejo (NBR-7169), onde serão classificados em "A", "B" e "C", conforme discriminado a seguir:

- Classe "A": os azulejos desta classe serão isentos de qualquer imperfeição visível a olho nu, à distância de 1m, em condições adequadas de iluminação.
- Classe "B": nos azulejos desta classe são admitidas imperfeições estruturais e ou de superfície, desde que as mesmas não comprometam sua estrutura e estética. Tal condição é comprovada por ensaios de laboratório e por inspeção visual. Vistas a olho nu, a uma distância de 1 m, as imperfeições são absorvidas pela aparência do conjunto em apreciação. Todavia os azulejos são isentos de rachaduras.
- Classe "C": nos azulejos desta classe são consentidas imperfeições estruturais e ou de superfície mais acentuadas, visíveis a olho nu, à distância de 1 m, incluindo pequenas rachaduras, desde que estas não comprometam as suas estrutura e estética, comprovada por ensaios de laboratório.

Características técnicas

As características técnicas dos azulejos são as seguintes, conforme normas DIN e EB-301/86 - Azulejos (NBR- 5644):

- Variações nas medidas das peças entre lados: 1%, DIN 18155;
- Variações nas medidas entre peças: 1%, EB-301/86 (NBR-5644);
- Variações nas espessuras entre peças: 10%, DIN 18155;
- Impermeabilidade absoluta;
- Porosidade do biscoito: faixa admissível entre 15 e 22%, DIN com máximo admissível de 25% (EB-301/86 -NBR- 5644);
- Resistência a ácidos: normal, DIN 51092;
- Resistência a choque térmico: 100% peças, DIN 51093;

A massa é pouco porosa, branca ou levemente amarelada e dificilmente raiável por ponta de aço;

Os arremates dos revestimentos de azulejos não são executados com peças que tenham sido tiradas de linha pelos fabricantes de faiança. As arestas são guarnecidas com cantoneiras de alumínio, salvo se especificado de modo diverso.

4.11.4 Cristais

Definição

Para efeito desta especificação, cristais são compostos químicos resultantes da combinação de dois silicatos, um alcalino e outro terroso ou metálico, com outros elementos. Os silicatos são destinados a conferir ao produto qualidades óticas especiais.

Características técnicas

Os cristais planos, lisos e transparentes são produtos obtidos por fundição e laminação. Após o recozimento, são submetidos a um trabalho mecânico suplementar, a frio, de desbastamento e polimento. Esse trabalho destina-se a desempenhar as duas faces do cristal, tornando-as praticamente planas, paralelas e polidas.

O paralelismo entre as faces é obtido por flutuação. A tolerância de planimetria é de 2% de mm. Não podem apresentar distorção ou ondulação aparentes, quando examinados a um ângulo superior a 5 graus. O peso dos cristais planos é de 2,5 kgf/m² e por mm de espessura.

Os cristais planos são temperados ou termoabsorventes.

Os cristais planos, lisos e transparentes são fabricados nas seguintes espessuras: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 19mm.

4.11.5 Ferragens e artefatos similares

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, merecem particular atenção as seguintes:

Tabela 56 - Cremona

Norma	Título
EB-966/79	Cremona e seus acessórios – padrão popular (NBR-7179)
EB-967/82	Cremona e seus acessórios – padrão superior (NBR-7805)
MB-1217/82	Cremona – ensaio de campo (NBR -7806)
MB-1218/82	Cremona – ensaio de laboratório (NBR-7807)

Tabela 57- Dobradiça

Norma	Título
EB-965/79	- Dobradiças de abas (NBR-7178);
EB-1355/82	- Dobradiça invisível (NBR-7702);
EB-1359/82	- Dobradiça helicoidal para porta corta-fogo;
EB-1360/82	- Dobradiça de mola para porta corta-fogo;
EB-1361/82	- Dobradiça excêntrica para porta corta-fogo;
MB-1777/82	- Dobradiça - ensaio de laboratório (NBR-7700);
MB-1778/82	- Dobradiça - ensaio de campo (NBR-7781);
MB-1779/82	- Dobradiça invisível - ensaio de laboratório (NBR-7703)
MB-1780/82	- Dobradiça invisível - ensaio de campo (NBR-7784).

Tabela 58 - Fechadura

Norma	Título
EB-606/72	Cilindro para fechaduras com travamento por pinos;
ED-904/77	Fechadura de embutir com cilindro - padrão popular (NBR-5630);
EB-906/77	Fechadura de embutir tipo interno- padrão popular (NBR-5633);
EB-907/77	Fechadura de embutir tipo banheiro - padrão popular (NBR-5636);
EB-908/77	Fechadura de embutir com cilindro - padrão médio (NBR-5631);
EB-909/77	Fechadura de embutir tipo interno - padrão médio (NBR-5634);
EB-910/77	Fechadura de embutir tipo banheiro - padrão .médio (NBR-5637);

ED-947/77	Fechadura de embutir tipo interno - padrão superior (NBR-5635);
EB-948/77	Fechadura de embutir tipo banheiro - padrão superior (NBR-5638);
EB-949/77	Fechadura de embutir com cilindro - padrão superior (NBR-5632);
EB-1358/82	Fechadura destinada à porta corta-fogo para saída de emergência;
EB-1369/82	Fechadura de sobrepor - tipo caixão sem trinco e sem gorges – padrão popular tipo A (NBR-7798);
EB-1370/82	Fechadura de sobrepor - tipo caixão sem trinco e sem gorges – padrão popular tipo B (NBR-7799);
EB-1371/82	Fechadura de sobrepor - tipo caixão sem trinco e com gorges – padrão popular tipo C (NBR-7800);
EB-1372/82	Fechadura de sobrepor - tipo caixão com trinco - padrão popular - tipo D (NBR-7901);
EB-1373/82	Fechadura de sobrepor, de 80 mm, para portões e portas – padrão popular (NBR-7802);
EB-1374/82	Fechadura de sobrepor, de 100 mm, com gorges, para portões e portas - padrão popular (NBR-7803);
EB-1375/82	Fechadura de sobrepor, de 80 mm, de cilindro - tipo A (NBR-7804);
EB-1411/83	Fechadura de sobrepor, de cilindro, 100mm - tipo B (NBR-8207);
MB-817/72	Cilindros para fechaduras com travamento por pinos - ensaio de resistência à corrosão ;
MB-1781/82	Fechadura e dobradiça para porta corta-fogo - verificação da resistência ao funcionamento ;
MB-1840/83	Fechadura de embutir - ensaio de campo (NBR-8208);
MB-1932/8	Fechadura de embutir - ensaio de laboratório (NBR-8489);
PB- 992/81	Fechadura destinada à porta Corta-fogo para saída de emergência.

Tabela 59 - Fecho e trinco

Norma	Título
EB-950/79	Trincos e fechos (NBR-7177);
EB-1362/82	Fechos de segurança tipo Pega-ladrão - padrão médio (NBR -7791);
EB-1363/82	Fecho de segurança tipo pega-ladrão - padrão superior (NBR-7792);
EB-1364/82	Fecho de segurança de embutir - padrão popular (NBR-7793);
EB-1365/82	Fecho de embutir - padrão superior (NBR-7794);
EB-1366/82	Fecho de embutir - padrão popular (NBR-7795);
EB-1367/82	Fecho de segurança - padrão médio (NBR-7796);
EB-1368/82	Fecho de segurança - padrão luxo (NBR-7797);
MB-1782/82	Trinco de fecho ensaio de laboratório (NBR-7787);
MB-1783/82	Trinco de fecho ensaio de campo (NBR-7788);
MB-1784/82	Fecho de segurança tipo pega-ladrão e fecho de embutir - ensaio de laboratório (NBR-7789);
MB-1785/82	Fecho de segurança tipo pega-ladrão e fecho de embutir -ensaio de campo (NBR-7790)

4.11.6 Hidrófugos

- Colmador integral (de massa)

Produtos impermeabilizantes, do tipo colmador integral, que se adicionam a concretos e a argamassas por ocasião do amassamento.

- Superfícies de silicone

Para efeito desta especificação, entende-se por hidrófugos de superfícies, de silicone, os produtos hidrorrepelentes ou refratários a molhadura. São constituídos de produtos ou pinturas para tratamento ou proteção de superfícies porosas ou absorventes. Não são, entretanto, produtos impermeabilizantes.

Na proteção contra a umidade, por hidrófugos, não há fechamento dos poros do material de construção, mas apenas o revestimento das paredes dos capilares e dos poros pelo produto empregado.

Características técnicas

Os hidrófugos à base de silicone são constituídos por siliconato de potássio diluído em água e por resina de silicone, diluída em solvente orgânico.

O emprego de produtos à base de siliconato de sódio não é recomendado, pois o carbonato de sódio, subproduto da reação, produz um véu branco sobre a superfície tratada.

O efeito dos produtos constituídos por siliconato de potássio só se verifica após a reação com o anidrido carbônico do ar em presença do vapor d'água. O ácido metilsilícico, decorrente da reação referida, se transforma, após o desprendimento

da água, no ácido polimetilsilícico, elemento ativo dos produtos adiante especificados. Para emprego sobre superfícies pouco absorventes ou que tenham recebido um tratamento anterior com produto diluído em água, o hidrofugante é do tipo resina de silicone diluída em solvente orgânico. Na impregnação com esses produtos, não se processam as reações químicas com o anidrido carbônico do ar.

O efeito aparece após a evaporação do solvente e a consequente impregnação das paredes dos capilares e poros com o ácido polimetilsilícico.

- Superfícies, cimento branco

Produtos hidrorrepelentes ou refratários a molhaduras, constituindo produtos ou pinturas para tratamento e proteção de superfícies porosas ou absorventes. Não são, entretanto, produtos impermeabilizantes.

Os hidrófugos à base de cimento branco são constituídos por cimento branco diluído em água

4.11.7 Ladrilhos

- Hidráulicos
 - Normas

As normas da ABNT atinentes ao assunto são as seguintes:

Tabela 60 - Ladrilho hidráulico

Norma	Título
EB-1693/86	Ladrilho hidráulico (NBR-9457);
NB-1024/86	Assentamento de ladrilho hidráulico (NBR-9458);
PB-1237/86	Ladrilho hidráulico - formatos e dimensões (NBR-9455).

Características técnicas

São de cimento e areia, isentos de cal. São prensados, perfeitamente planos, de arestas vivas, cores firmes e uniformes, perfeitamente maduros, desempenados e isentos de umidade.

Serão fabricados em 2 camadas, sendo a inferior constituída por argamassa A.4 (traço 1:4 de cimento e areia grossa) e, a superior constituída por argamassa de cimento comum ou branco e areia fina, no mesmo traço. Adiciona-se à camada superior os corantes necessários à formação dos desenhos.

Antes da cura em ambiente úmido, os ladrilhos tem sido submetidos a compressão.

- Cerâmicos e de porcelana

Normas

As normas da ABNT atinentes ao assunto são as seguintes:

Tabela 61 - Ladrilhos cerâmicos e de porcelana

Norma	Título
EB-648/75	Ladrilho cerâmico não esmaltado (NBR-6455);
MB-048/86	Piso cerâmico - determinação da absorção de água (NBR-6480);
MB-849/75	Ladrilho cerâmico não esmaltado - determinação da resistência ao desgaste por meio de abrasão (NBR-6481);
MB-850/85	Piso cerâmico - determinação das dimensões (NBR-6482);
PB-314/85	Piso cerâmico - formatos e dimensões (NBR-6501);
TB-118/85	Piso cerâmico (NBR-6504), NBR- 13.816 ; NBR 13.817 ; NBR 13.818

Características técnicas

Os ladrilhos, placas, blocos e pastilhas, quer de terracota, quer de grês cerâmico, de porcelana ou de feldspato são bem cozidos, de massa homogênea e perfeitamente planos. Quando fraturados, não apresentam camadas ou folhelhos.

A uniformidade de coloração dos ladrilhos destinados a um mesmo local é objeto de cuidadosa verificação sob condições e iluminação adequadas, recusando-se todas as peças que apresentem a mais leve diferença de tonalidade.

As características técnicas dos ladrilhos cerâmicos esmaltados são as seguintes:

- Dureza: 6 a 7 na escala de ohms;
- Estabilidade dimensional: $\pm 0,04$ cm em ladrilhos de 15 x 15 cm;
- Equilíbrio biscoito-esmalte: devem suportar 4 testes sucessivos de autoclave a 0,5 MPa em atmosfera saturada, a 120° C, durante 2 horas;
- Resistência à flexão (biscoito): 15 a 20 MPa.

De Vidro

Características técnicas

São do tipo ladrilhos em mosaico, perfeitamente moldados, colados em papel, sem apresentar nem mesmo qualquer variação perceptível de coloração entre as diferentes chapas destinadas ao conjunto. São totalmente impermeáveis, sem porosidade e não atacadas pela ação do ar marinho e de ácidos em geral.

4.11.8 Metais

- Equipamentos Sanitários

Características gerais

Os artigos de metal para equipamento sanitário são de perfeita fabricação, esmerada usinagem e cuidadoso acabamento. As peças não podem apresentar quaisquer defeitos de fundição ou usinagem. As peças móveis serão perfeitamente adaptáveis às suas sedes, não sendo tolerado qualquer empeno, vazamento, defeito de polimento, acabamento ou marca de ferramentas.

A galvanoplastia dos metais é primorosa, não se admitindo qualquer defeito na película de recobrimento, especialmente falta de aderência com a superfície de base.

Características técnicas

- Metais Forjados

Metais forjados serão os produtos obtidos a partir de vergalhões de qualidade controlada. Esses vergalhões serão cortados em pequenos blocos denominados batoques, os quais serão

aquecidos para adquirirem plasticidade. Em seguida, os blocos serão trabalhados em prensas e submetidas às operações de acabamento.

Como o metal não é derretido e depois resfriado, como é o caso da fundição, o produto resulta isento de bolhas de ar, compacto, sem porosidades e preciso em suas dimensões.

- Metais Fundidos

Metais fundidos são os produtos obtidos a partir do aquecimento do metal, até a liquefação, posterior resfriamento, na forma da peça que se procura fabricar.

Para obter-se produto compacto, o resfriamento deve processar-se com todos os requisitos e cautelas, evitando-se a formação de bolhas de ar, defeito que prejudica o funcionamento da peça.

4.11.9 Papéis

Diversos

- Papel forte

É qualquer papel suficientemente resistente e pouco hidrófilo para os serviços exigidos, tal como papel Kraft ("Kraft Paper") e o papel para construções ("Building Paper").

- Papel parafinado

É qualquer papel impregnado de parafina e suficientemente resistente para os fins visados.

- Em Revestimento de Parede

Papel de parede é o revestimento mural produzido à base de papel especial (composição da pasta, comprimento das fibras, peso por m², resistência às trações horizontal e vertical e coeficiente de elasticidade dentro das normas e padrões internacionais). Deve ser impresso com tintas resistentes à ação da luz e com aplicação de uma capa de acetato de polivinila, para obter resistência a lavabilidade.

Características técnicas

Admite lavagem com água, sabão neutro e esponja macia. Apresenta-se com as ourelas aparadas, o que implica ser colado por justaposição (uma faixa ao lado da outra e não uma sobre a outra).

Para aplicação, usa-se cola do tipo sintética.

- Caixão-Perdido

As formas para lajes, tipo caixão-perdido, serão feitas com papelão ondulado. Os caixões-perdidos serão dotados de tampa, colméia, e caixa, fundo (chapa), abas. A finalidade das abas é impedir, por superposição, o contato da forma de madeira com o concreto, bem como garantir o posicionamento correto dos próprios caixões.

- Tubos de Papelão

As formas tubulares serão feitas com papelão impermeabilizado. Os tubos serão cilíndricos, rígidos e tem tampas em ambas as extremidades.

O papelão é quimicamente inerte para não reagir com o concreto e apresenta resistência compatível com a sua utilização.

4.11.10 Porta corta fogo

- Com Núcleo de Vermiculita Expandida

Conjunto de folha de porta, marco e acessórios que atenda às normas, brasileiras. Impede ou retarda a propagação do fogo, calor e gases de um ambiente para outro e resiste ao fogo, sem sofrer colapso, por um mínimo tempo determinado.

Normas

As portas corta-fogo obedecem às normas da ABNT, atinentes ao assunto, com particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 61 - Normas porta corta-fogo

Norma	Título
EB-132/86	Portas e vedadores corta-fogo para isolamento de riscos em ambientes comerciais industriais;
EB-920/80	Porta corta-fogo para saída de emergência;
EB-1358/82	Fechadura destinada à porta corta-fogo para saída de emergência;
EB-1359/82	Dobradiça helicoidal para porta corta-fogo;
EB-1360/82	Dobradiça de mola para porta corta-fogo;
EB-1361/82	Dobradiça excêntrica para porta corta-fogo;
MB-564/77	Portas e vedações - métodos de ensaio ao fogo (NBR-6479);
MB-1781/82	Fechadura e dobradiça para porta corta-fogo - verificação da resistência ao Funcionamento
NB-208/93	Saídas de emergência em edifícios (NBR-9077);
PB-992/81	Fechadura destinada à porta corta-fogo para saída de emergência.

- Com Núcleo de Silicato de Cálcio

Conjunto de folha de porta, marco e acessórios que atenda às normas brasileiras. Impede ou retarda a propagação do fogo, calor e gases de um ambiente para outro e resiste ao fogo, sem sofrer colapso, por um mínimo tempo determinado (Definição constante da NB-208/83) (NBR-9077/85).

Normas

As portas corta-fogo obedecem às normas da ABNT ,atinentes ao assunto, com particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 62 - Normas porta corta-fogo

Norma	Título
EB-920/80	Porta corta-fogo para saída de emergência;
MB-564/77	Portas e vedações - métodos de ensaio ao fogo (NBR-6479) ;
NB-208/93	Saídas de emergência em edifícios (NBR-9077).

Características técnicas

As portas corta-fogo para saída de emergência serão classificadas em 4 classes, segundo seu tempo de resistência ao fogo no ensaio a que serão submetidas, de acordo com o MB-564177 (NBR-6479), não sendo admitidas classificações intermediárias.

As classes, com os respectivos tempos de resistência mínima ao fogo, são as seguintes:

- Classe P-30: 30 minutos;
- Classe P-60: 60 minutos;
- Classe P-90: 90 minutos;
- Classe P-120: 120 minutos.

4.11.11 Pedras de construção

Condições Gerais

Sob a denominação genérica de pedras de construção são considerados todos os fragmentos de rochas cortados dos maciços originais para emprego em construção, compreendendo pedras eruptivas, sedimentares ou metamórficas.

Características técnicas

As pedras de construção apresentam as seguintes características:

- Pouca resistência à tração e à flexão;
- Grande dureza;
- Pequena resistência ao choque.

Para efeito destas especificações as pedras de construção são classificadas em três grupos:

- Pedras magmáticas ou eruptivas;
- Pedras sedimentares;
- Pedras metamórficas.

Propriedades

Normas

São as seguintes as normas da ABNT relacionadas com o assunto:

Tabela 63 - Normas pedras de construção

Norma	Título
PB-107/69	Placa de mármore natural para revestimento superficial vertical externo (NBR-7205)
PB-108/69	Placa de mármore natural para revestimento de pisos (NBR-7206);
TB-16/55	Materiais de pedra e agregados naturais (NBR-7225).

Características técnicas

- Peso Específico

O peso específico aparente, identificado como "d", é a relação entre o peso da pedra seca "P" e o volume total "Vt". O volume total é a soma do volume de cheios "Vc" com o volume de vazios. O volume de vazios é a soma do volume de água "Va" com o volume de ar e/ou gás "Vg". De acordo com a DIN 2100, são os seguintes os valores limites do peso específico aparente de algumas pedras de construção:

- Granito, sienito: 2,60 a 2,80 t/m³;
- Diorito, gabro: 2,80 a 3,00 t/m³;
- Basalto: 2,95 a 3,00 t/m³;
- Diabásio: 2,80 a 2,90 t/m³;
- Arenitos: 2,00 a 2,65 t/m³;
- Conglomerados: 1,70 a 2,60 t/m³;
- Travertinos: 2,40 a 2,50 t/m³;
- Gnaisses leucocrásticos: 2,65 a 3,00 t/m³;
- Mármore: 2,65 a 2,85 t/m³;
- Ardósias: 2,70 a 2,90 t/m³.
- Peso específico real, identificado como "D", é a relação entre o peso da pedra seca "P" e o volume de cheios "Vc".

- **Compacidade**

Identificada como "C" é a relação entre o peso específico aparente e o peso específico real, ou a relação entre a volume de cheios e o volume total. A compacidade é expressa por um valor sempre inferior a 1.

- **Coeficiente de Vazios ou Porosidade Total**

Identificado como "Cv", é o complemento da compacidade para a unidade ou a relação entre o volume de vazios e o volume total. A porosidade total está na razão inversa do peso específico.

- **Porosidade Aparente**

É a relação entre o peso da água absorvida pela pedra após a sua imersão nesse líquido, durante um tempo determinado, e o peso da pedra seca, ou seu volume total.

- **Coeficiente de Porosidade**

É o número que se obtém multiplicando por 100 a porosidade aparente relativa ao peso ou ao volume, com resultado expresso com uma decimal. O coeficiente de porosidade em relação ao peso é também denominado coeficiente de absorção.

O coeficiente de porosidade das rochas eruptivas situa-se entre 0,5 a 1,5%, o das rochas sedimentares químicas e orgânicas entre 5 e 10 % e o das rochas sedimentares castiças (arenitos) entre 10 e 15%.

Segundo o coeficiente de porosidade, as rochas são classificadas da seguinte forma (Bendel, "Ingenieur Geologie"):

- Muito compacta: menor do que 1,0%;
- Pequena porosidade: 1,0 a 2,5%;
- Regular porosidade: 2,5 a 5,0%;
- Bastante porosa: 5,0 a 10,0%;
- Muito porosa: 10,0 a 20,0%;
- Fortemente porosa: acima de 20,0%.

- **Permeabilidade**

É a propriedade em virtude da qual certas pedras deixam-se atravessar por gases ou líquidos. A permeabilidade e a porosidade são propriedades distintas. A segunda refere-se à quantidade de vazios que são cheios de líquidos ou gases e, a primeira, à passagem desses fluídos através de seus poros.

- **Dureza**

A dureza das pedras de construção é avaliada, praticamente, pela maior ou menor facilidade com que elas são serradas. A classificação das pedras de construção segundo a dureza é a seguinte:

- Brandas: quando se deixam serrar facilmente pela serra de dentes (exemplo: tufos vulcânicos);
- Semiduras: quando, dificilmente são serradas pela serra de dentes, deixa-se serrar facilmente pela serra lisa com areia ou esmeril (exemplo: calcários compactos);
- Duras: quando só são serradas pela serra lisa, com areia ou esmeril (exemplo: mármore);
- Duríssimas: quando, dificilmente serradas pela serra lisa com areia, ou esmeril, são facilmente serradas com diamante ou carborundum (exemplo: granitos).

- Beneficiamento

Para efeito desta especificação, entende-se por beneficiamento ou afeiçoamento das pedras o conjunto das operações de extração, serragem, corte e aparelhamento ou acabamento, conforme quadro seguinte:

Tabela 65 - Operações de beneficiamento ou afeiçoamento das pedra

ESTADO INICIAL	OPERAÇÃO	ESTADO FINAL
Pedreira	Extração	Bloco
Bloco	Serragem	Chapa
Chapa	Corte	Forro Simples
Forro	Aparelhamento ou acabamento	Forro Aparelhado

- Aparelhamento ou acabamento

Entende-se por aparelhamento ou acabamento o trabalho executado nas faces da pedra que ficam aparentes e que têm por fim adaptá-la ao aspecto exigido nas especificações ou projeto.

- Acabamento Rústico

Correspondente a paramento tosco, resultante da operação de extração do bloco, grosseiramente desbastado e escassilhado.

- Acabamento Serrado Simples

Correspondente a paramento plano, com sinais de serra resultantes das operações de serragem e corte do bloco, sem qualquer outro trabalho de beneficiamento.

- Acabamento Serrado Retificado

Correspondente a paramento plano e áspero, sem sinais de serra, resultante da operação de desempenho ou retificação com máquinas polidoras usando granalha de aço até o n.º 60.

- Acabamento Apicoado

Correspondente a paramento plano e áspero, resultante do tratamento com picola ou burjada. Conforme o grau de aspereza da superfície, o acabamento apicoado é:

- Grosso quando usado a picola ou a burjada n.º 3;
- Médio: quando usadas, sucessivamente, as picolas ou as burjadas n.º 3 e 2;
- Fino quando usadas, sucessivamente, as picolas ou as burjadas nºs 3, 2 e 1, esta última de 36 pontas por polegada quadrada.

- Acabamento Lavrado

Correspondente a paramento perfeitamente plano e pouco áspero, resultante de acerto e eliminação de asperezas do apicoado fino por meio de escopros.

- Acabamento Polido Fosco

Correspondente a paramento perfeitamente plano e liso, resultante de operações, manuais ou de máquinas polidoras, em que se empregam esmeris em grãos ou pedra. O acabamento polido fosco compreende o polido fosco grosso, médio e fino. Para os mármore e granitos, os esmeris de carbureto de silício (comercialmente carborundum) empregados são os seguintes:

- Grosso: esmeris até o n.º 120;
- Médio: esmeris até o n.º 220;

- Fino: esmeris até o n.º 600 ou até 3F.
- Acabamento polido encerrado

Correspondente a paramento polido fosco fino encerado com uma mistura de aguarrás e cera virgem.

- Acabamento lustrado

Correspondente a paramento polido fosco fino com acabamento especular resultante da operação de lustração. A lustração dos granitos é obtida com óxido de alumínio, dando-se o brilho final com óxido de estanho reduzido a pó (comercialmente potéia) e aplicado com disco de chumbo ou de feltro. A lustração dos mármore é obtida com ácido oxálico (comercialmente sal de azedas) ou com óxido de o estanho (comercialmente potéia). Em seguida, lava-se a pedra e aplica-se sobre ela aguarrás misturada com cera virgem para proteger o lustro.

Classificação das pedras de construção Pedras magmáticas ou eruptivas

As pedras eruptivas compreendem 2 subgrupos:

- Pedras eruptivas de profundidade;
- Pedras eruptivas efusivas.

As pedras eruptivas de profundidade mantêm a seguinte correspondência com as pedras eruptivas efusivas:

Tabela 61 - Classificação das pedras de construção

PROFUNDIDADE	EFUSIVAS
Granitos	Riolitos
Sienitos	Traquitos
Sienitos Nefelínicos	Fonolitos
Dioritos	Andesitos
Gabros	Basaltos

- Granitos

Comercialmente, granito é o termo genérico, pelas analogias tecnológicas que apresenta, das pedras eruptivas de profundidade, estendendo-se a designação aos gnaisses, pelas mesmas razões.

Características técnicas

Os granitos são constituídos, essencialmente, por partículas cristalinas de quartzo, feldspato e mica. As pedras mais usadas sob a designação comercial de granitos são as seguintes:

- Cinza-Andaraí;
- Cinza-Andorinha;
- Cinza-Bangu;
- Cinza-Irajá;
- Cinza-Petrópolis;
- Juparaná;
- Ouro-Velho-Tijuca;
- Preta-Tijuca;
- Verde-Gávea;
- Verde-São Gonçalo;

- Verde-Ubatuba;
- Vermelho-Itu;
- Vermelho-Porto Alegre.

Sienitos

Os sienitos têm aplicação análoga à do granito.

- Dioritos

Semelhantemente aos granitos, os dioritos têm, também, propriedades e aplicações idênticas. Comercialmente, são conhecidos sob a designação de granitos pretos.

- Riólitos

Quando completamente vítreos, os riólitos formam o polito ou pedras-pomes, com emprego recomendado para as partes da construção submetidas a cargas reduzidas. Nas construções modernas, o polito é empregado na constituição dos concretos leves.

- Diabásios e basaltos

Utilizados especialmente em calçamentos, os diabásios e basaltos são escuros e constituem pedras de grande resistência e dureza.

Cortados em fragmentos constituem o mosaico denominado "Pedra Portuguesa". São susceptíveis de polimento.

O basalto deve apresentar cristalização regular, decorrência de um resfriamento lento, característica responsável por sua dureza e resistência.

- Pedras Sedimentares

São as pedras de construção que se formam na natureza pela desagregação, transposição e deposição.

As pedras sedimentares compreendem 3 subgrupos: as elásticas, as sedimentares de precipitação química e as sedimentares orgânicas, conforme descrito a seguir.

As pedras sedimentares elásticas resultam da desintegração física e mecânica, transporte e deposição, sem interferência de fenômeno químico (exemplos: arenitos, brechas e conglomerados calcários);

As pedras sedimentares de precipitação química resultam do mesmo processo de formação das elásticas, porém com interferência de fenômeno químico, exemplos : alabastros e travertinos.

As pedras sedimentares orgânicas são formadas a partir de restos de animais e vegetais (exemplos: calcários diversos).

- Arenitos

Composição

Pedras de construção constituídas por grãos, de sílica ou quartzo, ligado por um cimento silicoso, ferruginoso, argiloso ou calcário.

Características técnicas

Resistem bem aos ataques de atmosferas poluídas, mas sujam-se e escurecem . Por esse motivo, recomenda-se o seu emprego com acabamento polido.

- Brechas e Conglomerados

Características técnicas

Pedras de construção constituídas por fragmentos de calcário, resultantes das fraturas provocadas por movimentos da crosta terrestre e aglomerados por um cimento de natureza sedimentar. Conforme os fragmentos sejam angulosos ou arredondados, as pedras recebem a denominação de brecha ou conglomerado, respectivamente.

A distinção entre as brechas e conglomerados e os mármore é feita pela coloração. Nos dois primeiros, os fragmentos destacam-se da massa pela transição brusca de tonalidade. Nos mármore, verifica-se um esbatimento de cores.

- Produtos

Comercialmente as brechas mais usadas são:

- Brecha arrábida;
- Brecha mericea;
- Brecha oriental.

- Alabastros

Variedade translúcida de calcário de sedimentação química. Recebe muito bem o polimento, adquirindo brilho excepcional.

Comercialmente, os alabastros são denominados de mármore ônix (o ônix verdadeiro é uma variedade de calcedônia) e os mais empregados são:

- Ônix cambuci;
- Ônix São Luiz;
- Ônix africano.

- Travertinos

Calcários lacustres, compactos, apresentando, todavia, numerosas cavidades, em virtude de formação em torno de fragmentos vegetais.

Recomendados para emprego em revestimentos, com exceção de algumas variedades que apresentam grande resistência ao desgaste, o que permite o seu emprego em pavimentação.

Comercialmente, os travertinos mais difundidos são:

- Travertino romano;
- Travertino italiano.

- Calcários diversos

Calcários de origem orgânica, que resultam da associação de substâncias diversas ao carbonato de cálcio. A denominação dos calcários de origem orgânica varia com a textura, a granulação, a aparência, etc.

- Pedras Metamórficas

Pedras metamórficas são pedras de construção resultantes da ação do metamorfismo sobre as já existentes na natureza.

Variedades

As variedades, resultantes dos metamorfismos respectivos, são as relacionadas a seguir:

- Gnaisses: dos granitos;
- Micaxisto: dos granitos, com ausência ou raridade de feldspatos;
- Quartzitos: dos arenitos;

- Mármore: dos calcários;
- Ardósias: das argilas.
- Gnaisses

Características técnicas

Os gnaisses apresentam-se em três variedades:

- Leucocrático ou leptínico;
- Lenticular ou porfiróide ou facóideano;
- Melanocrático.

O gnaiss leucocrático é o que mais se assemelha ao granito; O gnaiss lenticular caracteriza-se pela presença de grandes olhos alongados ou facóides que, moldados em uma matriz bem cristalina, dão à pedra o aspecto lenticular. Os canteiros denominam esse tipo de gnaiss de "pedra de galho"; O gnaiss melanocrático é na tonalidade cinza, o mais escuro, em decorrência da presença de mica.

- Micaxistos

Características técnicas

Os micaxistos têm aspecto semelhante ao dos gnaisses, apresentando, entretanto, textura mais fina e predomínio de elementos lamelares e micáceos.

São compostos, essencialmente, de quartzo e apresenta 3 variedades:

- Sericitoxistos (sericita);
- Talcoxistos (talco);
- Cloritoxistos (clorita)

Comercialmente, o talcoxisto é conhecido pela denominação de pedra-sabão.

- Quartzitos

Características técnicas

Os quartzitos apresentam-se nas variedades itacolomito e itabirito. O itacolomito é constituído por grãos de quartzo e por grãos de quartzo ligados por um cimento de mica sericita, e o itabirito por grãos de quartzo e hematita.

São compactos, resistentes e extremamente-duros. São geralmente esbranquiçados, amarelados, acinzentados ou avermelhados, com textura granitóide ou porfiróide.

- Mármore

Características técnicas

Os mármore classificam-se, segundo a aplicação a que se destinam, em mármore, estatuários e mármore de construção. O mármore estatuário é o mármore puro. A sua aparência provém do reflexo de luz que nele penetra a certa profundidade.

Os mármore são empregados ao abrigo das intempéries. Em contato com o exterior, os mármore perdem o polimento, a cor atenua-se, confundem-se as tonalidades características.

Comercialização

Comercialmente, a nomenclatura dos mármore nacionais e estrangeiros mais empregados é a relacionada nas tabelas 1 e 2, a seguir:

Tabela 62 - Classificação de mármore

MATERIAL E COR	PROCEDÊNCIA	TIPO

Mármore Branco	Belmonte (MG)	Arabescato
Mármore Branco	Bocaiúva do Sul (PR)	A Paraná
Mármore Branco	Rio Branco do Sul (PR)	A Paraná
Mármore Branco	Cachoeiro do Itapemirim (ES)	A Branco sem mancha mármore
Mármore Branco	Cachoeiro do Itapemirim (ES)	B Veiado
Mármore Branco	Cachoeiro do Itapemirim (ES)	C Azulado mármore
Mármore Branco	Italva (RJ)	Capacete
Mármore Branco	Italva (RJ)	Veiado, Aurora
Mármore Branco	São Rafael, Oiti	Norte
Mármore Bege	Juazeiro (BA)	A Marfim
Mármore Bege	Juazeiro (BA)	B Comum
Mármore Cinza	Cachoeira do Campo (MG)	Prateado
Mármore Cinza	Itabirito (MG)	
Mármore Cinza	Sete Lagoas (MG)	Chumbinho
Mármore Pérola	Cachoeira do Campo (MG)	Cumbi
Mármore Pérola	Cachoeira do Campo (MG)	Lapa
Mármore Pérola	Itabirito (MG)	Perlato
Mármore Preta	Córrego da Prata (MG)	Florido
Mármore Preta	Patos (MG)	Portoro
Mármore Preta	Sete Lagoas (MG)	Esperança
Mármore Rosa	Cachoeiro do Itapemirim (ES)	
Mármore Rosa	Itapebi (BA)	Bahia
Mármore Rosa	Rio Grande do Norte	Rio Grande do Norte
Mármore Rosa	Sete Lagoas (MG)	
Mármore Verde	Patamute (BA)	Bahia
Mármore Verde	Córrego da Prata (MG)	Jaspe
Mármore Verde	Itajaí (SC)	Aurora Veiado
Mármore Verde	Sete Lagoas (MG)	Esperança
Mármore Verde	Sete Lagoas (MG)	Ipiranga

Tabela 68 - Classificação das pedras de construção

NOME COMERCIAL	PROCEDÊNCIA	CORES CARACTERÍSTICAS
Ônix Africano	África	Pardo, com tonalidades azuis, esverdeadas e amareladas (alabastro)
Ônix São Luiz	Argentina	VerdeMostarda (alabastro)
Travertino	Argentina	Crema-claro com cavidades Irregulares
Grand Bleu	Bélgica	Preto com veios brancos
Preto Belga	Bélgica	Preto
Vert Antique	França	Fundo verde com grandes incrustações escuras, cinzas e pretas
Verde Tinos	Grécia	Verde-escuro com veios mais claros e brancos, finos e entrelaçados
Bardilho	Itália	Cinza-chumbo
Botticino	Itália	Crema-claro
Calacatta	Itália	Branco com veios entrelaçados verdes, pardos e rosas
Carrara	Itália	Branco-estatuário
Carrara Veiado	Itália	Branco com manchas cinzentas
Portoro	Itália	Preto com veios brancos ou dourados bem característicos
Rosa Verona	Itália	Rosa-queimado com manchas e veios mais escuros
Travertino	Itália	Crema-claro com cavidades Irregulares
Brecha Arrábida	Portugal	Misturas de fragmentos de cores variadas, predominando os pardos, cremes, vermelhos e pretos
Extremós	Portugal	Pérola ou rosado, com veios rosados, pardos ou violáceos

Lioz Claro	Portugal	Pérola com veios acinzentados, pardos ou rosados
Lioz Florido	Portugal	Rosado ou pérola com incrustações conchíferas esbranquiçadas
Rosa do monte	Portugal	Rosado com veios esbranquiçados e esverdeados
Brecha Oriental	Uruguai	Branco rosado com fragmentos e veios marrom-avermelhados

- Ardósia

Pedras de construção resultantes do metamorfismo das argilas.

Utilização

São utilizadas em pavimentações, revestimentos e cobertura. O emprego das ardósias em coberturas permite substancial economia no madeiramento, pois o seu peso é de 20 a 25 Kg/m².

4.11.12 Telhas

- Cerâmicas
 - Simples e Esmaltadas

Normas

As telhas cerâmicas devem obedecer às seguintes normas da ABNT:

Tabela 69 - Normas telhas

Norma	Título
EB-21/86	Telha cerâmica tipo francesa (NBR-7172);
EB-1701/86	Telha cerâmica de capa e canal (NBR-9601);
MB-54/86	Telha cerâmica tipo francesa - determinação da carga de ruptura a flexão (NBR-6462);
MB-2132/85	Telha cerâmica determinação da massa e da absorção de água (NBR-8947);
MB-2133/85	Telha cerâmica verificação da impermeabilidade (NBR-8948);
MB-2524/86	Telha cerâmica de capa e canal - determinação da carga de ruptura à flexão (NBR-9602);
PB-1013/86	Telha cerâmica tipo francesa - forma e dimensões (NBR-8038);
PB-1245/86	Telha cerâmica de capa e canal tipo paulista - dimensões (NBR-9598);
PB-1246/86	Telha cerâmica de capa e canal tipo plan - dimensões (NBR-9599);
PB-1247/86	Telha cerâmica de capa e canal tipo colonial - dimensões (NBR-9600).

Características técnicas

As telhas atendem a aspectos de identificação visual e sonoridade.

Identificação

A telha cerâmica traz na face inferior, gravada em alto ou baixo relevo, a marca do fabricante e a cidade onde foi produzida. Em caso diverso, deve ser comprovada a origem da telha.

Visual: não apresenta defeitos sistemáticos, tais como fissuras na superfície que ficar exposta às intempéries, esfoliações, quebras e rebarbas.

Sonoridade: quando suspensa por uma extremidade e percutida, a telha cerâmica apresenta um som metálico. Essa característica, assim como a tonalidade da telha, possibilita ajuizar o grau de queima da peça e, portanto, inferir a adequação de algumas propriedades, tais como a

impermeabilidade e a resistência à flexão. O som produzido pela telha percutida também evidencia a presença de trincas e fissuras internas.

Características geométricas

Cada tipo de telha cerâmica deve obedecer às dimensões e tolerâncias constantes da padronização específica. Esse aspecto é importante para garantir o perfeito ajuste entre telhas vizinhas, bem como permitir a reposição de peças, em caso de reforma ou manutenção de telhados.

As telhas cerâmicas tipo francesa não apresentam empenamentos, deflexões ou distorções que prejudicam o encaixe. Quando apoiadas sobre um plano horizontal, as arestas de telhas cerâmicas de capa e canal não ficam, em nenhum ponto, separadas desse plano mais do que 5 mm.

Massa e Absorção de Água

As telhas cerâmicas, tipo francesa e de capa e canal, apresentam a massa seca máxima que cada peça pode atingir. Para efeito de dimensionamento da estrutura do telhado, é considerado o peso máximo e uma absorção de água de 20%. A determinação da massa e da absorção de água é processada de acordo com a MB-2132/85 (NBR-8947).

Impermeabilidade

As telhas cerâmicas não apresentam vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, quando submetidas a ensaio para verificação da impermeabilidade. O ensaio é processado de acordo com o MB-2133/85 (NBR- 8948).

Carga de Ruptura a Flexão

Para maior segurança no trânsito de pessoas sobre o telhado, a resistência à flexão é, no mínimo, de 10 N, conforme recomendação do IPT. O método de ensaio para a determinação da carga de ruptura à flexão, encontra-se definido na MB-54/86 (NBR-6462) em se tratando de telhas cerâmicas tipo francesa e para telhas cerâmicas do tipo capa e canal, o método de ensaio encontra-se definido na MB-2524/86 (NBR-9602).

Esmaltação

A esmaltação se faz nas duas faces da telha garante a impermeabilidade do produto e apresentar homogeneidade de cores.

- Telhas térmicas

As telhas térmicas apresentam as seguintes características:

- peças/ m²: 15;
- peso médio por peça: 2,8 kg;
- absorção de água na parte superior de 6 a 12%;
- absorção de água na parte inferior de 1 a 3%;
- peso /m² 42 kg;
- dimensões: 43 cm de comprimento e 21,5 cm de largura.

Padronização de Telhas Cerâmicas

Para efeito desta especificação, a padronização é a seguinte Telha Tipo Francesa

Possui encaixes transversal e longitudinal, bem como ranhuras na lateral da peça, para aumentar a segurança em caso de trânsito sobre ela. Possui outros rebaixas, à guisa de canais, para facilitar o escoamento da água.

- Telha Tipo Plan

O escoamento ocorre pelo canal. A capa evita a penetração de água recobrindo longitudinalmente dois canais vizinhos. O recobrimento transversal é de 6 cm, o que determina um espaçamento entre ripas (galga) de 40 cm, em média, variando fabricantes. A telha apresenta detalhes que propiciam bom encaixe entre canais e ripas e entre capas e canais.

- Telha Tipo Paulista

A telha tipo paulista difere da telha plan apenas quanto ao perfil, mantendo o mesmo sistema de encaixe.

- Telhas Tipo Colonial

A diferença estética entre a telha tipo colonial e a telha tipo paulista é o comprimento maior e a diferença da relação altura/largura.

- Fibra de Vidro

Características técnicas

Feitas de resina poliéster e fibra de vidro, são transparentes ou leitosas

- Fibrocimento (cimento-amianto)

Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 70 - Normas tipos de telhas

Norma	Título
EB-93/82	Telha ondulada de fibrocimento (NBR-7581);
MB-234/82	Telha ondulada de fibrocimento - determinação da resistência à flexão (NBR-6468);
MB-236/82	Telha ondulada de fibrocimento - determinação da absorção de água (NBR-6470);
MB-1089/82	Telha ondulada e chapa estrutural de fibrocimento - determinação da impermeabilidade (NBR-5642);
MB-1090/82	Telha de fibrocimento- verificação da resistência a cargas uniformemente distribuídas (NBR-5643);
NB-94/82	Folha de telha ondulada de fibrocimento (NBR-7196);
NB-554/77	Emprego de chapas estruturais de cimento-amianto (NBR-5639);
PB- 1169 /85	Peças complementares para telhas onduladas de fibrocimento funções, tipos e dimensões (NBR-9066).

- Madeira

Para efeito desta especificação, telha de madeira é a telha constituída por madeira compensada laminada, ondulada, do tipo compensado naval, revestida em um dos lados com lâmina metálica de alumínio.

Características técnicas

A madeira compensada ondulada é constituída por 5 lâminas coladas com resina sintética, do tipo "Tego Film", A espessura total da telha é de 6 mm e o peso é de 4,5 kgf/m² . A lâmina metálica de alumínio tem 0,05 mm de espessura .

A madeira compensada é imunizada, com sal de Wolman ("Tanalith"), para resistir ao ataque de fungos e insetos.

As telhas têm 2,20 m de comprimento e 1,00 m de largura. tem 6,5 ondas e a altura das ondas é de 31 mm, o que implica uma altura total de 37 mm - há peças complementares, como cumeeiras de madeira e plástico e peças de fixação.

- Plástico

Características técnicas

As telhas de plástico são de cloreto de polivinila (PVC) rígido, de alto peso molecular, ou de poliéster reforçado com filamentos de vidro, em chapas translúcidas ou opacas.

- Vidro

Características técnicas

São claras, bem moldadas e de dimensões uniformes.

Tipos

- "Francesa Paulista", com encaixe à direita e dimensões de 41 x 24 cm;
- "Francesa Carioca", com encaixe à esquerda e dimensões de 44 x 24 cm;
- "Francesa Paraná", com encaixe à direita e dimensões de 39 x 23 cm;
- "Tipo Colonial", com as dimensões de 50 x 18 x 14 cm, para o canal e 50 x 14 x 11 cm, para a capa;
- "Tipo Plan", com as dimensões de 45 x 18 x 14 cm, para a canal e 45 x 14 x 11 cm; para a capa.

- Zinco

Características técnicas

São constituídas por chapas zincadas corrugadas fabricadas com aço de baixo teor de carbono e revestidas, em ambas as faces, com uma camada de zinco aplicada por imersão de chapa em banho de metal fundido, ou ainda, por eletrodeposição.

As telhas têm o comprimento máximo de 3,50 m, e as características da tabela abaixo:

Tabela 65 - dimensões de telhas de zinco

Espessura (mm)	Nº de corrugações		Largura (mm)	
	Reais	Efetivas	Reais	Efetivas
0,55 a 3,40	12	11	888	830
0,35 a 0,50	10	9	745	695

- Aço Duplas - Termo-acústicas

Características técnicas

São elementos de cobertura constituídos de chapas de aço galvanizado e forma trapezoidal, intercaladas com lã de vidro, lã de rocha, poliliscianurato ou poliuretano rígido expandido.

Dependendo do tipo de telha trapezoidal, as espessuras das chapas são de 0,43, 0,50, 0,65, 0,80, 0,95, 1,25 e 1,55 mm. A espessura do núcleo é garantida pelo perfil espaçador e é determinada em função da condutibilidade térmica desejada.

Para arremate das bordas há perfil próprio.

4.0.4 Tintas e vernizes

Normas e Classificação

Há particular atenção para o disposto nas seguintes normas da ABNT:

Tabela 71 - Normas tintas e vernizes

Norma	Título
EB-7/43	Óleo de linhaça cru;
EB-16/43	Classificação do óleo bruto e semi-refinado de caroço de algodão;
EB-23/51	Carbonato básico de chumbo - alvaiade de chumbo;

EB-24/51	Azul-ultramar;
EB-26/45	Óxido verde-cromo;
EB-27/51	Óxido de zinco (alvaiade de zinco),
EB-20/51	Oxido de ferro natural;
EB-29/51	Oxido vermelho de chumbo (zarcão),
EB-30/51	Carbonato de cálcio (CRE);
EB-31/51	Ocre;
EB-32/45	Verde-cromo concentrado;
EB-33/45	Verde-cromo reduzido;
EB-34/45	Litopônio;
EB-35/45	Amarelo-cromo;
EB-36/45	Azul da Prússia;
EB-37/51	Secante em pó;
EB-38/51	Aguarrás vegetal (essência de terebentina);
EB-95/56	Esmalte à base de resina sintética para exterior;
EB-96/56	Diluyente para esmalte sintático;
EB-140/62	Óleo de linhaça cozido;
EB-174/64	Oleo de tungue cru;
EB-236/67	Carbonato de cálcio precipitado;
EB-243/82	Pó de zinco (NBR-6629);
EB-285/79	Tinta ou massa retardante de incêndio;
EB-316/72	Viscosímetros cinemáticos padronizados de vidro;
TB-124/76	Vernizes e resinas (NBR-5846)

Classificação de tintas

Para efeito destas especificações, a classificação de tintas é a seguinte: Tintas com veículo não aquoso e óleo secativo:

- Tintas a óleo;
- Lacas;
- Tintas alquídicas.

Tintas com veículo termoplástico:

- Não Aquosas
 - Tintas acrílicas;
 - Tintas betuminosas;
 - Tintas de borracha clorada;
 - Tintas de "hypalon";
 - Tintas de neoprene;
 - Tintas formol-fenólicas;
 - Tintas ASTV.
- Aquosas
 - Tintas de Látex;
 - Tintas de PVA.
 - Tintas com veículo reativo:
- Não Aquosas
 - Tintas de epóxi;
 - Tintas de epóxi-alcatrão;
 - Tintas de Poliuretano;

- Tintas de zinco-epóxi;

- Aquosas

- Tintas de zinco – silicato (base água) Extra Classificação

Como o critério de classificação tomou como base o veículo permanente, as tintas incluídas nesta categoria escapam a essa diretriz.

- Hidrófugas de base de cimento;
- Hidrófugas de base de silicone;
- Ignífugas;
- Imunizantes;
- Resistentes ao calor;
- Minerais a base de cal (caiação);
- Minerais de gesso e cola ou têmpera ou, ainda, pintura a cola.

- Vernizes

Classificação

A classificação de vernizes é semelhante à de tintas, considerando que o critério adotado em sua elaboração foi o de tomar como base o veículo permanente.

Para efeito desta especificação, a diferença entre tintas e vernizes reside, apenas, no fato de que os últimos não possuem em sua constituição elementos de cobertura, entendendo-se como tal, pigmentos, corantes e cargas.

Definições

- Acrílicas e Esmaltes

Tintas e vernizes acrílicos são aqueles em que o veículo permanente é constituído por resina em cuja composição se encontram polímeros ou copolímeros do ácido acrílico e do ácido metacrílico, bem como ésteres desses ácidos.

- Alquílicas

Tintas e vernizes alquílicos são aqueles em que o veículo permanente é constituído por resinas artificiais em cuja composição se encontram, isolado ou associado a outros elementos o anidrido ftálico (derivado do ácido ftálico) e a glicerina.

- ASVT

Tintas ASVT são aquelas em que o veículo permanente é constituído por resina de copolímeros ASVT (acrílico, estireno, vinil, tolueno) e que secam por evaporação do solvente.

- Borracha clorada

Tintas de borracha clorada são aquelas em que o veículo permanente é constituído por uma resina natural, modificada, obtida pela ação do cloro sobre uma solução de látex natural em tetracloreto de carbono.

- Epóxi

Tintas e vernizes de epóxi são aqueles em que o veículo permanente é constituído por resina epóxi obtida a partir da epicloridrina e do bifenol "A", por reação em meio alcalino. É vedado seu emprego em superfícies expostas à radiação solar.

- Formol-fenólicas

Tintas formol-fenólicas, ou simplesmente tintas fenólicas, são aquelas em que o veículo permanente é constituído por uma resina obtida pela reação do formol com o fenol em presença de colofônio ou qualquer outra resina natural.

- Ignífugas

Tintas ignífugas são produtos que se enquadram na categoria de tintas como veículo termoplástico. São aquosas, de PVA, com adição de sais de mono-amônia e fosfato.

- Lacas

São tintas e vernizes que secam por evaporação e são constituídos por solução de nitrocelulose, à qual geralmente são incorporadas outras substâncias, como plastificantes (talatos de butila, octila ou isoctila), resinas e pigmentos, produtos que lhes conferem propriedades especiais.

- Esmalte tipo "Duco"

É a laca em que o veículo permanente é constituído exclusivamente por resina de nitrocelulose impregnada de um pigmento.

- Esmalte sintético

É a laca em que o veículo permanente é constituído por resina de nitrocelulose associada com resina sintética, como resina alquídica ou maléica, com impregnação de um pigmento.

- Látex

São aquelas em que o veículo permanente é constituído por uma resina de látex, entendendo-se como tal uma emulsão de tipo vinílico à base de resinas estireno-butadieno.

- Óleo

Tintas e vernizes a óleo são aqueles que secam por oxidação e em que o veículo permanente é constituído exclusivamente por produtos à base de óleo, cujos componentes fundamentais são os veículos permanentes e voláteis, e, no caso de tintas, pigmentos e cargas.

O veículo permanente é o óleo de linhaça, devendo ser usado cru para interiores, e cozido para exteriores. O veículo volátil é a aguarrás (essência de terebentina) atuando como solvente, associada a um secante, como sais de chumbo, de magnésio ou de cobalto.

- Poliuretano

Tintas e vernizes de poliuretano são aqueles em que o veículo permanente é constituído por resina obtida pela reação entre ésteres do ácido isocianico (isocianatos) e poliésteres contendo grupos hidroxílicos. O grupo reativo dos isocianatos (de fórmula NCO) e o grupo hidroxila dos poliésteres (de fórmula OR) reagem por adição, com deslocamento do hidrogênio e formação de uretano.

Para uso em superfícies expostas à radiação solar deve-se empregar a resina de poliuretano alifática e não a de poliuretano aromático.

- PVA

Tintas de PVA são aquelas em que o veículo permanente é constituído por resina de acetato de polivinila obtido pela reação do acetileno e ácido acético em presença de catalisadores.

Entende-se por emulsão copolímera de PVA aquela em que os plastificantes são quimicamente ligados ao PVA e, por conseguinte, absolutamente fixados. Taxa de plastificação é a porcentagem do plastificante em relação ao peso da resina seca. Para uso em exteriores, a taxa de plastificação deve situar-se entre 6 e 12%, e para uso em interiores, entre 12 e 25%.

A relação entre os elementos de cobertura (P) e ligante (L) para uso em exteriores, deve situar-se entre 1 e 2,5, e para uso em interiores, entre 3 e 4,5.

- Resistentes ao calor

Tintas resistentes ao calor são tintas com veículo não aquoso e óleo secativo e alumínio como carga, recomendadas para temperaturas até 200° C, ou tintas com veículo termoplástico, não aquosas, de silicone e alumínio com cargas, recomendadas para temperaturas de 200 a 550°C.

- Vinílicas

Tintas vinílicas são aquelas em que o veículo permanente é constituído por resina de cloreto de polivinil obtido pela ação do acetileno sobre o ácido clorídrico, em presença de catalisadores.

- Zinco-silicato

Tintas de zinco-silicato, base de água, são aquelas em que o veículo permanente é constituído por silicatos alcalinos. O pó de zinco, segundo componente, é o elemento que confere a proteção catódica ao metal.

Normas

Há particular atenção para o disposto nas normas da ABNT, atinentes ao assunto, em especial as relacionadas a seguir:

Tabela 72 - Normas tintas e Ignífugas

Norma	Título
EB-285/79	Tintas ou massa retardante de incêndio

Tabela 73 - Normas tintas Lacas

Norma	Título
EB-95/56	Esmalte a base de resina sintática para exterior
EB-96/56	Diluyente para esmalte sintático.

Tabela 74 - Normas tintas Óleo

Norma	Título
EB-7/43	Óleo de linhaça cru;
EB-38/51	Aguarrás vegetal (essência de terebentina)
EB-140/62	Óleo de linhaça cozido.

Tabela 75 - Normas tintas Zinco-silicato

Norma	Título
EB-243/82	Pó de zinco (NBR-6629)

- Imunizante

Características técnicas

- Imunizante de base de naftaleno de zinco

Para efeito desta especificação, as tintas imunizantes, à base de naftenato de zinco, são produtos inseticidas e fungicidas, penetrantes e tóxicos. Contêm, entre outros componentes, naftenato de zinco, tribromofenol, "Dioldrin", solventes alifáticos e aromáticos, parafina clorada e resinas sintéticas impermeabilizantes.

"Stain" é um produto semelhante ao imunizante à base de naftenato de zinco, com adição de pigmento.

- Imunizante de base de alcatrão

Para efeito desta especificação, as tintas imunizantes, à base de alcatrão, são produtos contendo alcatrões de hulha (piche) e de madeira (creosoto), além de sais fungicidas e inseticidas.

- Cal

Características técnicas

Para efeito desta especificação, entende-se por caiação a pintura pela cal, com ou sem adição de pigmentos minerais.

A pintura pela cal é fornecida pronta para uso, necessitando apenas da adição de água. Pode também ser preparada na obra.

A pintura pela cal preparada na obra emprega cal branca, puríssima, produzida em fábrica. A coloração é obtida com o uso de pigmentos minerais, do tipo usado para argamassas.

4.11.13 Vidros

Definição e Tipos

Para os fins desta especificação, vidros são complexos químicos resultantes da combinação de dois silicatos- um alcalino (potássio de sódio) e outro terroso ou metálico (cálcio, bário, chumbo, etc.)- nos quais a sílica atua como elemento ácido e os óxidos agem como elementos básicos.

A configuração tridimensional da sílica (bióxido de silício) é base das propriedades típicas do vidro. Os ingredientes modificadores, adicionados à base de sílica, têm por finalidade controlar o processamento e conferir determinadas propriedades, dando origem aos vários tipos de vidros.

Normas

Há que se ter particular atenção para o disposto na TB-88/88- Vidro na construção civil (NBR-7210)

Características técnicas

- **Vidro tipo "A"** : é o vidro empregado em vidraças, garrafas, etc.

Os óxidos alcalinos (sódio e potássio), que são usados para baixar a temperatura de fusão do dióxido de silício, tornam o vidro solúvel em água e atacável pela umidade. Nas aplicações usuais esse fato passa despercebido, o que não ocorre quando se trata de filamentos de pequeno diâmetro. A desproporção entre a massa e a superfície exposta ao ataque é tal que, no caso de filamentos, essa pequena solubilidade deve ser levada em conta.

A composição típica do vidro "A" é a seguinte:

- SiO₂: 72%;
- Na₂O: 14%;
- CaO: 10%, etc.
- **Vidro tipo "C"**: Trata-se de produto desenvolvido para aplicação onde necessário se fizer maior resistência ao ataque de ácidos. É empregado na fabricação de filtros químicos e, na indústria dos plásticos reforçados, de véus de superfície ("surfacing mat").
- **Vidro tipo "E"**: Vidro têxtil padrão, possui excelentes propriedades físicas, mecânicas e elétricas.

- Vidro Recozido – Plano, Comum

Características técnicas

- Lisos, Transparentes deverão Satisfazer a EB-92/55 - Vidro plano transparente comum.

Os vidros recozidos, planos, comuns, lisos e transparentes recebem unicamente polimento a fogo não sofrendo as suas superfícies, após o resfriamento, qualquer tratamento. O peso dos vidros planos é de 2,5 kgf/m² por mm de espessura.

Serão admitidos exclusivamente vidros da qualidade do tipo "A", conforme seguintes espessuras, com tolerância de - 0,3 a + 0,1 mm:

- Incolor: de 2 a 19 mm;
- Coloridos: de 3 a 10 mm.

- Lisos, Transparentes Coloridos

Os vidros são planos, lisos, transparentes, coloridos na massa e com superfícies perfeitamente polidas e são encontrados com as seguintes espessuras:

- fumê: 3, 4, 5, 6, 8 e 10 mm;
- bronze: 4, 5, 6, 8 e 10 mm.

- Lisos Translúcidos

São vidros lisos, submetidos a tratamento prévio, químico ou mecânico, de modo a permitir a passagem da luz e evitar, através dele, a visão nítida tem as seguintes espessuras:

- incolor: de 2 a 19 mm;
- coloridos: de 3 a 10 mm.

- Impressos, Comuns

São vidros tipo "fantasia", translúcidas, obtidos por alterações introduzidas na rugosidade da superfície acabada, de modo a formar desenhos abrangendo diversos tipos e espessuras, tais como martelado (com 4 mm), pontilhado (com 4, 8, 9 e 10 mm) e canelado (com 4 mm).

Tem as seguintes espessuras:

- incolor: de 2 a 19 mm;
- coloridos: de 3 a 10 mm.

Espessuras

Conforme NB-226/38- Projeto, execução e aplicações- vidros na construção civil (NBR-7/99), são as seguintes as espessuras recomendadas para os vidros, em função das dimensões dos vãos:

Tabela 76 - dimensões vidros

ESP. NOMINAL (mm)	LARG. MÁXIMA (m)	COMPR. MÁXIMO (m)
2	0,30	0,80
3	0,60	1,30
4	1,00	1,80

5	1,40	2,30
6	1,80	2,80
7	2,00	3,00

- Planos Especiais

Normas

Há especial atenção para o disposto no MB-1617/81 - Vidros de segurança – determinação dos afastamentos quando submetidos à verificação dimensional (NBR-7334).

Características técnicas

Lisos, transparentes, incolores - são vidros planos, lisos, transparentes, incolores, superfícies perfeitamente polidas, apresenta alta resistência conferida por processo térmico de têmpera. tem as espessuras nominais de 4 mm (para área de decoração, 6, 8 e 10 mm).

Lisos, transparentes, coloridos - são vidros planos, lisos, transparentes, coloridos na massa, superfícies perfeitamente polidas, apresenta alta resistência conferida por processo térmico de têmpera. têm as espessuras nominais de 6, 8 e 10 mm.

Impressos - são vidros impressos, translúcidos, apresenta alta resistência conferida por processo térmico de têmpera. Têm espessura de 8 a 10mm.

- Planos Especiais, Térmicos e Acústicos

Características técnicas

Conjunto de duas chapas de vidro separadas por uma camada de ar desidratado. O conjunto é hermeticamente selado, com propriedades isolantes térmicas e acústicas relacionadas com a natureza dos vidros empregados na montagem.

Os elementos que constituem os vidros especiais térmicos e acústicos são os seguintes:

- 2 chapas de vidro;
- Camada de ar intercalar, sempre com 9 mm de espessura;
- Perfil oco de alumínio, com 9 mm de largura, disposto em toda a periferia e com pequenos orifícios, no lado interno, possibilitando a atuação da substância higroscópica;
- Substância higroscópica, de elevada superfície capilar, colocada no interior do perfil de alumínio e destinada a absorver e a reter a umidade da camada de ar intercalar;
- Adesivo e calafetador de elastômero, com a finalidade de propiciar a junção das duas chapas de vidro ao perfil de alumínio, em todo o perímetro, bem como a de conferir estanqueidade absoluta ao conjunto.

Os vidros podem ter formato quadrado ou retangular, com as dimensões máximas de 180 x 200 cm. São nas espessuras de 17 ou 23 mm, inclusive as camadas de ar.

As chapas de vidro podem ter espessuras iguais ou diferentes.

A seleção das chapas de vidro é efetuada levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Carga solar;
- Intensidade luminosa;
- Ruídos externos;
- Segurança.

- Planos especiais - laminados

Por vidro de segurança laminado entende-se o vidro manufaturado com duas ou mais chapas de vidro, firmemente unidas e alternadas com uma ou mais películas de material aderente - butiral de polivinila, de forma que, quando quebrado, apresenta a tendência de manter os estilhaços presos à película aderente.

Normas

Os vidros de segurança laminados devem obedecer às seguintes normas da ABNT:

Tabela 77 - Normas vidros de segurança

Norma	Título
MB-1529/86	Vidros de segurança - determinação da visibilidade após ruptura e segurança contra estilhaços (NBR-9492);
MB-1530/86	Vidros de segurança - determinação da resistência ao impacto com Phantam (NBR-9493);
MB-1531/86	Vidros de segurança - determinação da resistência ao impacto com esfera (NBR-9494);
MB-1617/81	Vidros de segurança - determinação dos afastamentos quando submetidos à verificação dimensional (NBR-7334);
MB 2433/86	Vidros de segurança - determinação da separação da imagem secundária (NBR-9497);
MB 2434/86	Vidros de segurança - ensaio de abrasão (NBR-9498);
MB-2435/86	Vidros de segurança - ensaio de resistência à alta temperatura (NBR-9499);
MB 2436/86	Vidros de segurança - ensaio de radiação (NBR-9501);
MB-2437/86	Vidros de segurança - determinação da resistência à umidade (NBR-9502);
MB 2438/86	Vidros de segurança - determinação da transmissão luminosa (NBR-9503);
MB 2439/86	Vidros de segurança - determinação da distorção ótica (NBR-9504).

- Vidros Especiais- aramados

Definição e Tipos

Para efeito desta especificação, vidros planos, especiais, impressos ou aramados são os vidros translúcidos, com inserção de fina tela de arame durante a laminação.

Características técnicas

São as seguintes as características técnicas dos vidros aramados:

- Coeficiente global de transmissão luminosa: 0,78;
- Coeficiente global de transmissão térmica: 4,9 kcal.m/m².h.º C;
- Poder antichamas: 62 minutos;
- Índice de atenuação acústica: 28 a 31 dB.

5 INSTALAÇÕES DE AR CONDICIONADO E HIDROSSANITÁRIAS

5.1 Instalações de ar condicionado, verificação e aquecimento

5.1.1 Normas e regulamentos

- Normas nacionais

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, dar-se-á particular atenção às seguintes:

Tabela 78 - Normas Instalações de Ar condicionado

Norma	Título
EB-158/81	Condicionador de ar doméstico (NBR-5858);
EB-224/91	Tubo de cobre e suas ligas, sem costura, para condensadores, evaporadores e trocadores de calor (NBR-5029);
EB-269/69	Unidade compacta ou divisível de condicionamento de ar "SelfContained" tipo industrial ou comercial;
EB-271/84	Tubos capilares de cobre sem costura (NBR-5028);
EB-273/82	Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar condicionado (NBR-7541);
EB 1635/85	Condicionadores de ar domésticos - requisitos de segurança elétrica (NBR-9318);
NB-3/90	Instalações elétricas de baixa tensão (NBR-5410);
UB-10/78	Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto (NBR-6401);
NB-643/82	Instalações de ar condicionado para salas de computadores (NBR-10080);-
PB-256/81	Bombas centrífugas horizontais, de entrada axial, pressão nominal 1 Mpa– dimensões, características nominais e identificação (NBR-7878)
TS-163/79	Torres de resfriamento de água

- Normas estrangeiras

No caso de omissão ou inexistência de normas nacionais, serão observadas as editadas pelos seguintes órgãos:

- ANSI, ARI, ASHRAE, ASTM, DIN, NEMA, NFPA, SMACNA.
- ANSI/ASME, 1985Standard B-40.1- Gauger Apressure Indicating Dial Type Elastic Element;
- AMCA Standard 210-1985 Laboratory Methods of Testing Fans for Rating,
- SMACNA/HVAC- DuctConstruction Standards Metal and Flexible,
- SMACNA/Standard 1979-2, Fibrous Glass DuctConstruction Standards;
- SMACNA/WVAC Air DuctLeakage Test Manual; -IIVAC, 1981- FanApplicationGuide;
- ISO, 1977 Standard 3966- Measurementc) FluidFlow in ClosedConduit- VCIC) City Arca Method UsingPilot Statie Tubes;
- NFPA, 1974- Fires in High-RiskBuildings;
- ASHRAE Technical Data Bulletin;

- ANSI/ASURAE- Standard III- 1988 Practices for Measurement, Testing, Adjusting and Balancing Building Heating, Ventilation, Air Conditioning and Refrigeration System.

Prescrições

- Todos os equipamentos acionados por motores elétricos operam com fator de potência mínimo de 0,92.
- Os materiais para instalações de ar condicionado, ventilação e aquecimento, além das normas citadas, obedecerão ao disposto nos normativos da SANEAGO, inclusive as restrições temporárias ou permanentes, bem como às posturas municipais, estaduais e federais.
- Deve-se atentar para o art. 225 da constituição Federal e Lei n.º 69381 de 31.08.81, alterada em 19.09.89. Legislações federais que tratam do controle da poluição do ar.
- Só serão aceitos materiais e equipamentos que estampem a identificação do fabricante, bem como modelo, tipo, classe, etc. perfeitamente identificáveis.
- Os equipamentos fornecidos possuirão capacidade e potência conforme especificado pela SANEAGO, quando operando nas condições previstas no projeto específico de ar condicionado, ventilação ou aquecimento.

5.1.2 Condicionadores

Condicionadores self-contained

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como condicionador de ar "self-contained" a unidade condicionadora autônoma, com capacidade de 3 a 40 TR, dotada de sistema de refrigeração completo e serpentina para tratamento de ar.

O Sistema de condensação será a ar ou à água e o condensador pode ficar em gabinete próprio (condensador remoto).

Características técnicas Gabinete

Constituído por uma estrutura metálica, com painéis de chapas de aço galvanizado, protegidas contra a corrosão, por processo de fosfatização, com pintura eletrostática em tinta esmalte sobre "primer" anticorrosivo.

Os painéis serão removíveis para permitir fácil acesso ao interior da máquina e construídos com chapas de bitola adequada à boa rigidez do conjunto.

O gabinete será revestido internamente com isolamento termo acústico.

É provido de bandeja coletora de condensado com caimento para o lado da drenagem.

No caso de condicionadores com insuflamento direto, sem rede de dutos, o gabinete será dotado de caixa "Iplenum" com as mesmas características construtivas, a qual possui grelha de insuflamento com deflexão vertical e horizontal ajustável.

- Evaporador

Constituído por uma serpentina confeccionada com tubos de cobre sem costura e aletas integrais de alumínio fixadas aos tubos, por expansão mecânica, de forma a obter-se um perfeito contato.

É previamente testado contra vazamentos a uma pressão de 350 psi e equipado com distribuidores e coletores de fluídos refrigerantes.

- Condensador a Ar

É constituído por uma serpentina confeccionada em tubos de cobre sem costura e aletas integrais de alumínio, fixadas aos tubos por expansão mecânica, de forma a obter-se perfeito contato.

É previamente testado contra vazamentos a uma pressão de 350 psi. Será dotado de sub-resfriador integral que assegure o sub-resfriamento adequado. No caso de condensador remoto, deve possuir gabinete próprio, construído em chapas de aço com acabamento similar ao da unidade evaporadora.

- Condensador a Água

Tipo "shell and tube", confeccionado com carcaça de aço-carbono com tampas removíveis de ferro fundido. Os tubos são de cobre com aletamento integral, expandidos mecanicamente, nos espelhos de aço. É dotado de válvula de segurança e de sub-resfriador integral que assegure, o sub-resfriamento adequado. O condensador deve permitir a entrada da tubulação hidráulica no lado que for indicado no projeto.

- Ventiladores

São do tipo centrífugo, de dupla aspiração, com pás voltadas para frente (sirocco), confeccionado com aço galvanizado com motores balanceados estática e dinamicamente.

São acionados por motores elétricos de indução, trifásicos, 4 polos, transmissão através de polias e Correias em "V". Operam sobre mancais de rolamentos auto-alinhantes, auto lubrificados e blindados.

A polia motora do ventilador do evaporador é regulável, para permitir ajuste de vazão. No caso de unidades com condensadores remotos, o ventilador do condensador é do tipo axial, acoplado diretamente ao motor elétrico, nas situações em que não é pressão estática disponível do mesmo.

- Compressores

São do tipo alternativo (modelo hermético ou semi-hermético), ou rotativo, instalados sobre isoladores de vibração. São acionados por motores elétricos trifásicos, protegidos internamente contra sobrecargas e adequados para tolerar a variação de tensão de até 10% do valor nominal. Os motores são refrigerados pelo fluxo de sucção de refrigerante. Os compressores são dotados de aquecedores de cárter. Os compressores devem receber garantia mínima de 3 anos do fabricante.

- Circuito Frigorígeno

É confeccionado com tubos de cobre sem costura, com carga completa de refrigerante, exceto nos equipamentos com condensadores remotos. Cada circuito deve apresentar no mínimo os seguintes componentes:

- Válvula de expansão termostática com equalização externa;
- Filtro secador com conexões rosqueadas (cartuchos selados) ou soldadas (elemento filtrante recambiável);
- Visor de líquido com indicador de umidade;
- Isolamento térmico com borracha esponjosa na linha de sucção;
- Válvulas de serviço capazes de interromper o fluxo de refrigerante e permitir a leitura de pressão, recolhimento e carga de gás, instaladas nas linhas de sucção e descarga do compressor;

- Válvula de serviço ou registro instalado na linha de líquido a montante do filtro secador;
- Tanque de líquido (condicionadores com condensador remoto);
- Válvula solenoide na linha de líquido (condicionadores com condensador remoto);
- Conexão flexível na descarga de compressores semi-herméticos;
- Pressostato de alta com rearme manual;
- Pressostato de baixa.

Todos os acessórios citados serão exigidos, devendo a sua instalação ser efetuada em fábrica. Filtros de Ar são do tipo permanente e lavável, instalados dentro do gabinete e à montante de serpentina evaporadora. Têm eficiência compatível com a classe G.1 da NB-10/78- Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto (NBR-6401). Para aplicações especiais, outras exigências serão definidas pela SANEAGO.

- Sistema de Aquecimento

É constituído por resistências elétricas afiladas, especiais para aquecimento de ar, com dissipação máxima de 5 W/cm², instaladas junto à serpentina evaporadora. As resistências são ligadas em triângulo ou estrela equilibrada, através de fiação revestida com material incombustível (fibra de vidro, amianto, etc.). São protegidas contra a falta ou insuficiência de vazão de ar por chave de fluxo e contra superaquecimento superficial por termostato limite de segurança.

Para potências acima de 9 kW são instalados 2 estágios de aquecimento. O sistema de aquecimento só será instalado quando exigido pela SANEAGO.

- Sistema de Umidificação

É composto por um recipiente confeccionado com chapa de aço galvanizado protegido contra a corrosão, com resistência de aquecimento imersa. O recipiente é dotado de válvula de bronze, comandada por boia de aço inoxidável ou cobre, que controlará o nível de água, além de ladrão e dreno. O controle do funcionamento da resistência é através de sensor de umidade instalado no ambiente condicionado. Como proteção, é instalado um sensor de baixo nível da água, que deve desenergizar a resistência quando a água atingir o nível máximo fixado. O sistema de umidificação só será instalado quando especificado pela SANEAGO.

- Quadro Elétrico

Será montado no interior do gabinete do condicionador, devendo o acesso a ele ser possível sem interrupção do funcionamento da máquina. Abriga todos os elementos de operação e controle da unidade, contendo no mínimo os seguintes elementos, dimensionados conforme NB-3/90- Instalações Elétricas de Baixa Tensão (NBR-5410):

- Fusíveis para cada motor elétrico;
- Fusíveis para o circuito de comando;
- Chave contadora e relé térmico de sobrecarga para cada motor elétrico;
- Relé temporizador para partida sequencial (unidades com 2 compressores);
- Fusíveis e chave contadora para cada estágio de aquecimento, ou resistência de umidificação, se instalados;
- Relés auxiliares para intertravamento.

No caso de instalação no sistema de aquecimento e/ou umidificação, os componentes de comando, força e sinalização são instalados em quadro elétrico independente.

- Painel de Controle

Será instalado em local de fácil acesso, contendo todos os dispositivos de acionamento da máquina, perfeitamente indicados, bem como lâmpadas pilotos ou "leds" para sinalização do estado operacional da máquina. Em unidades dotadas de sistema de aquecimento, o painel deve conter ainda uma chave seletora para refrigeração ou calefação. Intertravamentos: o circuito de comando da unidade deve atender as seguintes condições de sequência operacional:

- Impedir a partida dos compressores quando não estiverem energizadas as contratoras dos ventiladores e das bombas;
- Impedir a partida simultânea de dois compressores (unidades com mais de 1 compressor);
- Impedir o funcionamento simultâneo de refrigeração e aquecimento em um mesmo condicionador;
- Impedir o funcionamento das resistências de aquecimento, na falta de ventilação no evaporador ou elevação demasiada da temperatura superficial das resistências de aquecimento.

Condicionadores tipo fan-coil

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como condicionador, tipo fan-coil, o equipamento dotado de serpentina, onde circula água quente ou gelada, e de um conjunto ventilador. É constituído por unidades de fabricação comercial ou montado em salas de alvenaria especialmente construídas para este fim.

Características técnicas

- Fan-Coil Tipo Console

É assim denominado o fan-coil compacto para pequenos ambientes, com capacidade entre 0,5 e 3 TRÉ constituído por gabinete, em chapa de aço galvanizado, protegido contra corrosão, dotado de serpentina confeccionada com tubos de cobre com aletas integrais de alumínio, ventilador centrífugo de pás voltadas para frente, acionado por motor elétrico monofásico com no mínimo 3 velocidades e filtro de ar permanente e lavável com eficiência G.O. As unidades para instalação no ambiente possuem grelha de insuflamento direcional, e painel de comando incorporado ao gabinete, contendo no mínimo chave para as posições ligado/desligado, controle da velocidade do ventilador e regulagem de temperatura através do termostato.

- Fan-Coil Linha Comercial

- Gabinete

É constituído por uma estrutura metálica, em painéis, de chapas de aço galvanizadas, protegidos contra a corrosão por processo de fosfatização, com pintura eletrostática em tinta esmalte sobre "primer" anticorrosivo.

Os painéis são removíveis para permitir fácil acesso ao interior da máquina.

O gabinete é revestido internamente com isolamento termoacústico. É provido de bandeja coletora de condensado com caimento para o lado da drenagem.

No caso de climatizadores com insuflamento direto, sem rede de dutos, o gabinete é dotado de caixa "Iplenum" com as mesmas características construtivas, a qual possui grelha de insuflamento com deflexão vertical e horizontal ajustável.

Quando especificado pela SANEAGO, o gabinete deve possuir espaço disponível para instalação de serpentina adicional para reaquecimento ou calefação, resistências elétricas e sistema de umidificação.

- Serpentina

É utilizada serpentina de alta eficiência, própria para trabalhar com água gelada ou quente. É confeccionada com tubos de cobre sem costura e aletas integrais de alumínio fixadas aos tubos, por expansão mecânica de forma a se obter um perfeito contato. É dotada de coletores em tubos de cobre soldados nos tubos da serpentina e suspiro de ar com "plug" rosqueado. É previamente testada contra vazamentos a uma pressão de 200 psi.

- Ventiladores

São do tipo centrífugo, de dupla aspiração com pás voltadas para frente (sirocco). São confeccionados em aço galvanizado e tem motores balanceados estática e dinamicamente.

São acionados por motores elétricos de indução, trifásicos, 4polos transmissão através de polias e correias em "V". Operam sobre mancais de rolamentos auto-alinhantes, autolubrificantes e blindados. A polia motora de ventilador é regulável, para permitir ajuste de vazão.

- Filtros de Ar

São do tipo permanente e lavável, construídos em tela metálica corrugada, instalados à montante da serpentina, em posição facilmente removível. Têm eficiência compatível com a classe G.1 da NB-10/78 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto (NBR-6401). Para aplicações especiais, outras exigências serão formuladas pela SANEAGO.

- Sistema de Aquecimento

É constituído por resistências elétricas aletadas, especiais para aquecimento de ar, com dissipação máxima de 5 w/cm², instaladas junto da serpentina evaporadora. As resistências são ligadas em triângulo ou estrela equilibrada, através de fiação revestida com material incombustível (fibra de vidro, amianto, etc.). São protegidas contra falta ou insuficiência de vazão de ar por chave de fluxo e contra superaquecimento superficial por termostato limite de segurança.

Para potências acima de 9 kW são instalados 2 estágios de aquecimento, podem ainda ser constituído de serpentina com circulação de água quente. O sistema de aquecimento só será instalado quando autorizado pela SANEAGO.

- Sistema de Umidificação

É composto por um recipiente confeccionado com chapa de aço galvanizado protegido contra a corrosão, com resistência de aquecimento imersa. O recipiente é dotado de válvula de bronze, comandada por boia de aço inoxidável ou cobre, que controlará o nível de água, além do ladrão e dreno. O controle do funcionamento da resistência é através de sensor de umidade instalado no ambiente condicionado. Como proteção é instalado sensor de baixo nível de água, que deve desenergizar a resistência quando a água atingir um nível mínimo fixado. O sistema de umidificação só será instalado quando autorizado pela SANEAGO.

- Quadro Elétrico

Deve abrigar todos os dispositivos de comando e proteção do equipamento, é instalado incorporado ao gabinete ou externamente. Contem os seguintes elementos mínimos, dimensionados conforme a NB-3/90 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão (NBR-5410), com os comandos perfeitamente identificado.

- Fusíveis para o circuito de comando e para os circuitos de força de motores e resistências;
- Chave contatora e relé térmico para o motor do ventilador;
- Chave contatora para as resistências, se instaladas;
- Botoeiras de comando liga /desliga;
- Lâmpadas de sinalização.

- Fan-Coil de Alvenaria

O climatizador é constituído por uma serpentina montada em uma sala termicamente isolada. A sala é de alvenaria ou outro material previsto no projeto, especialmente construída para este fim. As especificações da serpentina, ventiladores, filtros de ar, sistemas de aquecimento e umidificação e quadro elétrico são as mesmas válidas para o fan-coil comercial.

Condicionadores tipo Split

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como condicionador tipo Split o equipamento com capacidade nominal de 12.000 BTU/h até 40 TR, com condensação a ar. É constituído por duas unidades (condensadora e evaporadora) interligadas pelo circuito frigorífico, estando o compressor instalado junto à unidade condensadora. É do tipo horizontal para instalação embutida no forro ou ambiente, ou vertical para instalação ambiente.

Características técnicas

- Gabinete

Constituído por uma estrutura metálica, com painéis de chapa de aço galvanizado, protegido contra a corrosão por processo de fosfatização, com pintura eletrostática em tinta esmalte sobre "primer" anticorrosivo. Os painéis são removíveis para permitir fácil acesso ao interior da máquina. O gabinete do evaporador é revestido internamente com isolamento termoacústico. Deve possuir bandeja coletora de condensado com caimento para o lado da drenagem e dispositivo para insuflamento de ar com aletas direcionais. O gabinete da unidade condensadora deve receber acabamento adequado para instalação ao tempo.

- Evaporador

Composto por serpentina confeccionada em tubos de cobre sem costura e aletas integrais de alumínio fixadas aos tubos, por expansão mecânica, de forma a obter-se um perfeito contato é previamente testado contra vazamentos a uma pressão de 350 psi e ser equipado com distribuidor e coletores de fluidos refrigerantes.

- Condensador de Ar

Composto por uma serpentina confeccionada com tubos de cobre sem costura, e aletas integrais de alumínio fixadas aos tubos, por expansão mecânica, de forma a obter-se um perfeito contato é previamente testado contra vazamentos a uma pressão de 350 psi. É dotado de sub-resfriador integral que assegure um sub-resfriamento adequado.

- Ventiladores

São do tipo centrífugo, de dupla aspiração, com pás voltadas para frente (sirocco), confeccionado com aço galvanizado, com motores balanceados estática e dinamicamente. São acionados por motores elétricos de indução, trifásicos, 4polos, transmissão através de polias e correias em "V". Operam sobre mancais de rolamentos auto-alinhantes, autolubrificadas e blindados. A polia motora do ventilador do evaporador é regulável, para permitir ajuste de vazão. O ventilador do condensador é do tipo axial, acoplado diretamente ao motor elétrico, nas situações em que não é pressão estática disponível domesmo. Para unidades de até 30.000 BTU/h, os ventiladores são construídos em material plástico.

- Compressores

São do tipo alternativo (modelo hermético ou semi-hermético) ou rotativo, instalados sobre isoladores de vibração. São acionados por motores elétricos trifásicos, protegidos internamente contra sobrecargas e adequados para tolerar uma variação de tensão de até 10% do valor nominal. Os motores são refrigerados pelo fluxo de sucção de refrigerante. Os compressores com capacidade acima de 5 TR são dotados de aquecedores de cárter. Os compressores devem receber garantia mínima de 3 anos do fabricante.

- Motores Elétricos

Nos condicionadores com capacidade inferior a 30.000 BTU/h, os motores elétricos são monofásicos.

- Circuito Frigorígeno

É construído em tubos de cobre sem costura, com carga completa de refrigerante. Cada circuito instalado deve apresentar, no mínimo, os componentes relacionados nos itens a seguir, os quais são montados pelo fabricante.

Unidades com capacidade superior a 5 TR:

- Válvula de expansão termostática com equalização externa;
- Filtro secador com conexões rosqueadas (cartuchos selados) ou soldadas (elemento filtrante recambiável);
- Visor de líquido com indicador de umidade;
- Isolamento térmico com borracha esponjosa na linha de sucção;
- Válvulas de serviço capazes de interromper o fluxo de refrigerante e permitir a leitura de pressão, recolhimento e carga de gás instalado nas linhas de sucção e descarga do compressor;
- Válvula de serviço ou registro instalado na linha de líquido a montante do filtro secador;
- Tanque de líquido;
- Válvula solenoide na linha de líquido;
- Conexão flexível na descarga de compressores semi-herméticos; pressostato de alta com rearme manual;
- Pressostato de baixa.
- Unidades com capacidade até 5TR:
- Válvula de inspeção para leitura de pressões na sucção e descarga;
- Pressostato de alta e de baixa;
- Filtro secador com conexões rosqueadas;

- Controle do fluxo de refrigerante através de válvula de expansão ou tubo capilar;
- Chave reversora de ciclo, em condicionadores em que for solicitado funcionamento de aquecimento em ciclo reverso.

- Filtros de Ar

Serão do tipo permanente e lavável, instalados dentro do gabinete e a montante da serpentina evaporadora. Têm eficiência compatível com a classe G.1 da NB-10/78 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto (NBR-6401). Para aplicações especiais, outras exigências serão definidas pela a SANEAGO.

- Sistema de Aquecimento

É constituído por resistências elétricas aletadas, especiais para aquecimento de ar, com dissipação máxima de 5 W/cm², instaladas junto à serpentina evaporadora. As resistências serão ligadas em triângulo ou estrela equilibrada, através de fiação revestida com material incombustível (fibra de vidro, amianto, etc.).serão protegidas contra falta ou insuficiência de vazão de ar por chave de fluxo e contra superaquecimento superficial por termostato limite de segurança. Para potências acima de 9 kW serão instalados 2 estágios de aquecimento. O sistema de aquecimento só será instalado quando autorizado pela a SANEAGO.

Em unidades de até 5 TR, é permitido o uso de ciclo reverso .

- Sistema de Umidificação

É composto por um recipiente confeccionado com chapa de aço galvanizado protegido contra a corrosão, com resistência de aquecimento imersa. O recipiente é dotado de válvula de bronze, comandada por boia de aço inoxidável ou cobre, que controlará o nível de água, além de ladrão e dreno. O controle do funcionamento da resistência é através de sensor de umidade instalado no ambiente condicionado. Como proteção, é instalado um sensor de baixo nível de água, que deve desenergizar a resistência quando a água atingir um nível mínimo fixado. O sistema de umidificação só será instalado quando exigido pelaSANEAGO.

- Quadro Elétrico

Montado no interior do gabinete do condicionador, devendo o acesso a ele ser possível sem interrupção do funcionamento da máquina. Abriga todos os elementos de operação e controle da unidade, contendo no mínimo os seguintes elementos, dimensionados conforme a NB-3/90– Instalações elétricas de baixa tensão (NBR-5410):

Fusíveis diazed para cada motor elétrico;

Fusíveis para o circuito de comando;

Chave contatora e relé térmico de sobrecarga para cada motor elétrico;

Relé temporizador para partida sequencial (unidades com 2 compressores);

Fusíveis e chave contatora para cada estágio de aquecimento, ou resistência de umidificação, se instalados;

Relés auxiliares para intertravamento.

No caso de instalação de sistema de aquecimento e/ou de umidificação, os componentes de comando força e sinalização serão instalados em quadro elétrico independente.

- Painel de Comando

Instalado em local de fácil acesso, contendo todos os dispositivos de acionamento da máquina perfeitamente identificados, bem como lâmpadas pilotos ou "leds" para sinalização do estado

operacional da máquina. Em unidades dotadas de sistemas de aquecimento, o painel deve conter ainda uma chave seletora para refrigeração ou calefação.

- Intertravamentos

O circuito de comando da unidade deve atender às seguintes condições de sequência operacional:

- Impedir a partida dos compressores quando não estiverem energizadas as contadoras de ventiladores e de bombas; impedir a partida simultânea de 2 compressores (unidades com mais de 1 compressor);
- Impedir o funcionamento simultâneo de refrigeração e aquecimento em um mesmo condicionador;
- Impedir o funcionamento das resistências de aquecimento na falta de ventilação no evaporador, ou a elevação demasiada da temperatura superficial das resistências de aquecimento.

- Resfriadores de Líquidos

Para efeito desta especificação, entende-se como resfriador de líquido o equipamento de refrigeração destinado ao resfriamento de água até as temperaturas usuais em sistemas de ar condicionado, ou resfriamento de soluções a base de etileno-glicol para sistemas de termo acumulação. Sermitidos resfriadores com compressores alternativos, centrífugos ou do tipo parafuso.

- Características técnicas Resfriadores com Condensação a Ar

São montados em gabinetes metálicos, confeccionados com chapas de aço fosfatizadas e acabamento em pintura eletrostática, sendo os painéis removíveis para permitir o acesso às partes internas da máquina. Os condensadores serão em instalação remota.

O evaporador (chiller) é do tipo "shell and tube", com carcaça em aço-carbono e tubos de cobre, expandidos mecanicamente nos espelhos, e revestido externamente com material isolante térmico, com proteção mecânica externa. O condensador é em serpentina de tubos de cobre sem costura, com aletas integrais de alumínio, fixadas aos tubos por expansão mecânica, devendo ser dimensionado para proporcionar um adequado sub-resfriamento do refrigerante.

O ventilador do condensador é centrífugo, com pás voltadas para frente (sirocco), ou axial onde não seja exigida pressão estática disponível. É acionado por motor elétrico de indução trifásico, transmissão por polias e correias, operando sobre mancais de rolamento blindados e auto-alinhantes.

Os compressores serão alternativos, herméticos ou semi-herméticos, e operam de modo a permitir ao menos 2 estágios de capacidade, nos resfriadores com capacidade nominal de 10 TR serão dotados de aquecedores de cárter.

O circuito frigorígeno deverá apresentar os seguintes acessórios, instalados pelo fabricante:

- Filtro secador com conexões rosqueáveis;
- Visor de líquido com indicador de umidade, válvula de expansão termostática com equalização externa;
- Pressostato de alta e baixa, com rearme manual na alta;
- Pressostato de óleo para compressores semi-herméticos;

- Válvula de serviço na sucção e descarga do compressor, manômetro para leitura das pressões de sucção e descarga.

O esquema elétrico e o circuito de controle preveem os seguintes elementos:

- Fusíveis diazed, chave contatora e relé térmico de sobrecarga para cada motor elétrico;
- Fusíveis para o circuito de comando;
- Relé temporizador para máquinas com mais de 1 compressor;
- Termostato para controle da temperatura da água;
- Termostato anticongelamento;
- Proteção contra sobreaquecimento dos enrolamentos do motor do compressor.
- Resfriadores com condensação a água e compressores alternativos.

- Estrutura

O grupo resfriador será montado sobre estrutura metálica, confeccionada com perfis laminados de aço dimensionados para suportar o peso e vibrações do conjunto. A disposição da estrutura deve permitir a fácil remoção dos compressores. Todos os componentes metálicos da estrutura serão soldados eletricamente com os pontos de solda completamente limpos de rebarbas, pingos ou bolhas. A pintura de acabamento é à base de esmalte sintético. A pintura é aplicada sobre fundo antioxidante de cromato de zinco. Os compressores serão fixados à base através de calços antivibratórios.

- Compressores

São do tipo semi-hermético ou aberto, de acionamento direto, 1750 rpm, com carcaça externa fabricada em ferro fundido, estanque às pressões de operação. A carcaça é testada contra vazamentos a uma pressão de 350 psi. Possuem pistões fundidos em alumínio e virabrequim balanceado estática e dinamicamente para eliminar vibrações. A lubrificação é forçada através de bomba de óleo acoplada ao eixo do compressor, o qual deve possuir visor de nível de óleo. Possuem resistências para aquecimento do cárter, que fica permanentemente ligado, até que seja dada a partida no compressor. Utilizam motores elétricos de indução, 4 polos, com rotor gaiola e enrolamentos resfriados pelo gás refrigerante de sucção. Os motores serão adequados para suportar variações de tensão de mais ou menos 10% da tensão nominal. Os enrolamentos dos motores serão protegidos contra superaquecimento por sensores internos. A partida dos motores elétricos é com corrente inicial reduzida, utilizando-se sistemas como chave estrela- triângulo ou chavecompensadora automática. Para resfriadores com capacidade de até 30 TR é admitida a utilização de compressores herméticos.

- Trocadores de calor

São do tipo "shell and tube", com carcaça confeccionada com aço-carbono e tampas, de ferro fundido ou aço, com conexões flangeadas e tubos de cobre sem costura com aletamento integral, expandidos mecanicamente contra os espelhos. serão dotados de defletores internos e suportes intermediários para evitar movimentos relativos dos tubos. Os trocadores serão projetados e testados conforme as especificações da ASME para vasos de pressão sem combustão.

Os testes serão efetuados a pressões compatíveis com as condições operacionais do equipamento. O condensador deve ser dimensionado para propiciar o adequado sub-resfriamento e atuar como reservatório de refrigerante líquido. O condensador é dotado de

válvula de segurança. O evaporador é revestido externamente com camada de material isolante térmico, com proteção mecânica externa.

- Circuito frigorígeno

É confeccionado com tubos de cobre sem costura, sendo um circuito para cada compressor ou, no máximo 2, para compressores operando em paralelo. O controle do fluxo de refrigerante é através de válvula de expansão termostática com equalização externa ou, alternativamente, com válvula de expansão com controle de abertura eletrônico. É utilizada válvula piloto comandando a válvula principal em circuitos de grande porte. Cada circuito opera independentemente e contará com os seguintes acessórios, instalados pelo fabricante:

- Filtro secador com elementos filtrantes recambiáveis;
- Visor de líquido com indicador de umidade;
- Isolamento térmico com borracha esponjosa na linha de sucção;
- Válvulas de serviço capazes de interromper o fluxo de refrigerante e dotadas de conexão para leitura de pressão, recolhimento e carga de refrigerante, instaladas na sucção e descarga dos compressores e na linha de líquido, a montante do filtro secador;
- Válvula solenoide na linha de líquido, para permitir o recolhimento do gás no condensador na parada dos compressores ("pumpdown");
- Conexão flexível na descarga dos compressores;
- Pressostato de alta e baixa pressão, com rearme manual na alta;
- Pressostato diferencial, de óleo (um para cada compressor);
- Registros na tubulação de comunicação com manômetros e pressostatos, para permitir a substituição destes componentes sem perda de grão;
- Tubulação de equalização de nível de óleo, interligando o cárter de compressores que trabalham em paralelo.

- Quadro Elétrico/Proteções

Todos os componentes elétricos, de proteção e controle do funcionamento da máquina ficam abrigados em um quadro, montado junto ao grupo resfriador, construído em chapas de aço galvanizado tratadas contra corrosão e com pintura de acabamento. O quadro é dotado de portas com trinco e tem ventilação adequada para a dissipação de calor de seus componentes. Contem os seguintes componentes mínimos, dimensionados conforme a NB-3/90 – Instalações elétricas de baixa tensão (NBR-5410):

- Fusíveis, chave contatora e relé térmico de sobrecarga para cada compressor;
- Fusíveis para o circuito de comando;
- Barramento de força;
- Relés temporizadores anti-reciclagem e para partida sequencial dos compressores;
- Relés auxiliares para interligação ao sistema de circulação/resfriamento da água de condensação;
- Termostato anticongelamento do evaporador;
- Termostato de múltiplos estágios para controle da temperatura da água gelada.
- Painel de Operação do Controle
- Será instalado junto ao quadro elétrico, e deve conter os seguintes instrumentos mínimos, claramente identificáveis:

- Chave partida/parada de cada compressor;
- Lâmpada piloto indicando o funcionamento de cada compressor;
- Lâmpada de alarme indicando que proteção atuou em caso de desarme automático dos compressores;
- Chave para comutação manual da sequência de partida dos compressores;
- Manômetros para leitura de pressão de sucção e pressão de descarga de cada circuito;
- Manômetros para leitura de pressão de óleo em cada compressor.
- Resfriadores com compressores centrífugas ou do tipo parafuso. Por serem de aplicação restrita a instalações de grande porte, os resfriadores que operam com estes compressores têm as suas características especificadas particularmente.

5.1.3 Bombas centrífugas

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como bomba centrífuga o equipamento destinado a efetuar a circulação de água no interior de tubulações, vencendo a perda de carga e a altura manométrica do sistema, com acionamento por motores elétricos. Serão utilizadas na circulação de água em sistema de condensação, água gelada ou água quente.

Características técnicas

Forma construtiva: são utilizadas bombas centrífugas, de um estágio, construção horizontal, sucção axial e descarga no topo da linha de centro do rotor. O sistema de montagem é "backpull out", em que a desmontagem da bomba é feita sem mexer na tubulação. As bombas são do tipo monobloco ou conjunto moto-bomba, com eixo apoiado sobre mancais de rolamento, com lubrificação à graxa e acoplamento por luva elástica. O acoplamento deve possuir suficiente flexibilidade angular e axial para evitar esforços sobre os mancais, e dimensionamento conforme potência do motor e rotação. O sistema de vedação é através de gaxeta ou selo mecânico, conforme definido no projeto. Para instalações de calefação, com radiadores de ambiente, serão utilizadas bombas de fluxo horizontal, com potência até 1 CV, admitindo-se nestes casos o uso de bombas seladas.

Materiais de fabricação

O rotor e a carcaça são construídos em ferro fundido ou bronze, com eixo em aço-carbono.

Para aplicações especiais, serão especificados pela SANEAGO outros materiais, como ferro fundido modular ou aço inoxidável.

Motores elétricos

São de indução, trifásicos, rotor do tipo gaiola, 4 polos, próprios para trabalho ao tempo, com proteção IP 54 e isolamento classe B. Onde as condições locais exigirem, serão especificados motores com índice de proteção superior, ou motores de 2 polos.

5.1.4 Torres de resfriamento

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como torre de resfriamento o equipamento destinado ao resfriamento da água do circuito de condensação de sistemas de refrigeração ou outros, através do contato direto da água com o ar.

Características técnicas Sistema

São utilizadas torres de contracorrente paralela, com circulação do ar forçada ou induzida. Outras configurações somente serão aceitas quando especificadas pela SANEAGO.

- Carcaça

São aceitas torres de resfriamento de fibra de vidro ("Fiberglass", PRFV- plástico reforçado de fibra de vidro) construídas com chapas de vidro, auto-suportante ou com estrutura de aço-carbono zincado revestida externamente com elementos de fibra de vidro, para grandes capacidades. Para aplicações especiais, é solicitado o fornecimento de torres de fibra de vidro não inflamável, conforme ASTM D-635.

Podem ainda ser construídas com chapas de aço galvanizado por imersão a quente, com todas as arestas resultantes de corte pintadas com composto rico em zinco. Toda a unidade, interna e externamente, é pintada com cromato de zinco aluminizado.

Em instalações de grande capacidade, quando especificado pela SANEAGO, serão construídas torres de resfriamento em alvenaria.

- Enchimento

Constituído por placas onduladas de PVC auto extingüível, próprias para resistir a temperaturas de até 55oC e inertes a ataques biológicos. Serão sustentadas por estrutura de chapa de fibra de vidro ou perfilados metálicos com tratamento idêntico ao item 3.6.5 retro. Os suportes serão dimensionados de forma que o conjunto de placas resulte perfeitamente nivelado e sem deflexões perceptíveis. Alternativamente é aceito enchimento de grades trapezoidais de polipropileno.

- Eliminadores de gotas

Constituído por um sistema de chicanas, construído em aço galvanizado, PVC rígido ou poliestireno, de modo a criar mudanças na direção do fluxo de ar e limitar a perda por arraste ao máximo de 0,1t da vazão de água circulante. - Sistema de distribuição de água: É através de bacia ou calha de distribuição confeccionadas em poliéster-fiberglase polipropileno ou aço galvanizado. É também através de bicos pulverizadores confeccionados em bronze, latão ou material plástico não corrosível.

- Ventiladores

Construídos em chapas de aço galvanizado ou PRFV, de dupla aspiração, pás voltadas para frente (sirocco), balanceados estática e dinamicamente, operando sobre mancais de rolamento relubrificáveis com graxeira ou do tipo blindado, acionado por polias e correias.

Os ventiladores axiais serão construídos com pás múltiplas de polipropileno ou poliuretano, de perfil aerodinâmico, com passo regulável e cubos em poliamida, ferro fundido ou aço revestido. Serão utilizados preferencialmente motores de baixa rotação, acionando diretamente os ventiladores. O uso de redutores com engrenagens ou através de polias e correias fica limitado a casos especiais, definidos pela SANEAGO.

- Motores elétricos

São de indução, trifásicos, rotor tipo gaiola e próprios para trabalhar ao tempo. Dispõem de proteção IP 54, isolamento classe B, e ter rotação conforme a aplicação. Onde as condições locais exigirem, serão especificados motores com índice de proteção superior.

- Demais elementos

As torres serão fornecidas completas, incorporando ainda os seguintes elementos:

- Bacia de água fria construída em material similar a carcaça;
- Tomadas de ar protegidas por venezianas de fibra de vidro ou tela galvanizada;
- Controle do nível de água na bacia por meio de válvula de bronze, acionada por boia plástica aço inoxidável, com altura ajustável;
- Conexões para entrada e saída de água, com flanges;
- Conexões para enchimento rápido, ladrão com dispositivo anti-respingo e com dreno;
- Porta de inspeção estanque que permita acesso à bacia e ao enchimento da torre;
- Filtro tipo tela na saída da água fria;
- Parafusos (utilizados nas torres) de latão naval, aço inoxidável ou náilon;
- Controle da capacidade através da operação liga/desliga dos ventiladores ou motores de velocidades, comandado por termostato com sensor imerso na bacia da torre.

5.1.5 Aquecedores

Definição

Entende-se como aquecedor o equipamento destinado a uso em sistema de calefação, incluindo os geradores de água quente e os radiadores de calor a seguir descritos.

Características técnicas

- Geradores de água quente

São aquecedores de passagem utilizados em sistemas de calefação, em que a água circula nos radiadores de ambiente ou serpentinas, e retorna ao aquecedor, aquecendo-se na passagem. O trocador de calor do aquecedor é aquatubular ou flamotubular, quando utilizados queimadores ou simplesmente resistências imersas no fluxo de água nos aquecedores elétricos. O corpo do aquecedor é construído com uso de chapas de aço galvanizado ou de aço inoxidável. No caso de se usar chapas de aço galvanizado, estas serão jateadas e revestidas com resina epóxi. É fabricado de acordo com as normas da ASME para vasos de baixa pressão. Recebe isolamento térmico em lã de vidro e revestimento externo de aço pintado com tinta esmalte sintético. É montado sobre base de aço estrutural. É dotado de válvula de segurança para água, testada e lacrada em fábrica, termômetro com escala circular de temperaturas, manômetro e sistema de alarme para sobretemperaturas, porta de inspeção e dreno.

- Radiadores de calor

São os elementos destinados a transmitir ao ambiente o calor da água que circula em seu interior, seja por convecção natural ou radiação. A água deve circular em fluxo cruzado (entrada por um lado e saída pelo outro lado do radiador). Há registros na entrada e saída de água. Uma válvula de controle de vazão é instalada, na entrada de água quente, para permitir a regulação do fluxo no radiador. O radiador deve possuir ainda purgador de ar, fornecido com suportes para fixação em paredes ou pisos. A carcaça é construída em chapa de aço, por processo de estampagem ou solda elétrica, com circulação de água em múltiplos tubos, de forma a obter-se um bom rendimento da troca de calor. Apresentam excelente acabamento externo para instalação aparente, com pintura eletrostática. Serão admitidos radiadores fabricados em chapas de alumínio

- Fontes de Calor

- Energia elétrica

São utilizadas resistências elétricas em fio cromo-níquel, isolado com óxido de magnésio e blindagem externa em cobre. As resistências ficam imersas no reservatório ou no fluxo de água, e serão divididas em múltiplos estágios para permitir a modulação da capacidade do aquecedor.

O acionamento das resistências é comandado por termostato com escala de temperatura ajustável. O quadro elétrico é fornecido junto com o aquecedor; contém fusíveis de força e de comando, chave contatora para cada estágio de resistência, lâmpadas sinalizadoras dos estágios ligados e chave liga/desliga.

- Óleo diesel

São utilizados queimadores para óleo que dispensem o uso de chama piloto, valendo-se de eletrodos para o início da combustão, com sensor ótico de chama acoplado a temporizador que bloqueie a injeção de combustível no caso de falha no início da combustão. O queimador é dotado de ventilador para circulação forçada de ar, com vazão de ar ajustável e bomba de óleo para assegurar o suprimento de combustível. O controle da ignição é através de termostato, com escala de temperatura ajustável.

- Lenha

Os aquecedores à lenha somente serão utilizados em situações especiais. Serão dotados de queimador para lenha de 1 m de comprimento, com grelha removível de ferro fundido e cinzeiro. O aquecedor possui ainda porta de aço com isolamento térmico e trinco para acesso da lenha à fornalha, bem como porta para o cinzeiro com regulador de entrada de ar. Na saída da chaminé é instalado um abafador de chama, constituído por uma válvula borboleta que vede a saída dos gases. O controle da temperatura da água é totalmente manual.

5.1.6 Ventiladores

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como ventilador o equipamento destinado a efetuar a circulação forçada do ar em sistemas de ventilação geral diluidora ou local exaustora. É usado com ou sem dutos, em diversas aplicações, como torre de arrefecimento, etc.

Características técnicas Ventiladores centrífugos

São aqueles em que o fluxo de ar no ventilador se processa no sentido perpendicular ao eixo do rotor. Serão utilizados em instalações nas quais é exigida pressão estática disponível no ventilador.

Serão constituídos por rotor e carcaça, construídos em aço galvanizado ou alternativamente em PRFV (plástico reforçado de fibra de vidro) quando especificado pela SANEAGO. O rotor é de simples ou de dupla aspiração, com as pás voltadas para frente (sirocco), balanceado estática e dinamicamente, com eixo de aço-carbono operando sobre mancais de rolamento auto-alinhantes, autolubrificantes, blindados. A carcaça é construída de forma a proporcionar o escoamento do ar sem turbulências e com baixo nível de ruído. O acionamento é através de polias sulcadas e correias em "V", de fibra sintética; sendo a polia motora regulável para permitir o ajuste da rotação do ventilador. O motor elétrico é trifásico de indução com rotor tipo gaiola, admitindo-se o uso de motores monofásicos para potências de até 1 CV. O motor é montado sobre base esticadora, de modo a possibilitar a regulação da tensão sobre as

correias. A seleção e escolhido motor serão de acordo com as tabelas de seleção do fabricante do ventilador, considerando-se as condições de funcionamento.

- Ventiladores axiais

São aqueles em que o fluxo de ar no ventilador é paralelo ao eixo do rotor. Serão utilizados para a instalação sem dutos, ou em dutos com pequena perda de carga. A estrutura de suporte do ventilador é rígida o suficiente para impedir a transmissão de vibrações excessivas para os apoios. As pás serão de alumínio fundido, chapa de aço galvanizado, fibra de vidro ou material plástico; serão fixadas a uma cuba central ligada ao eixo. O rotor é balanceado estática e dinamicamente. O acoplamento ao eixo será direto ao motor, exceto quando especificado de outra forma pela SANEAGO. O motor de acionamento tem as mesmas características que o especificado no item anterior. Para instalação em ambientes agressivos, como no caso de exaustores para sala de cloradores, serão utilizados preferencialmente ventiladores fabricados em materiais sintéticos termoplásticos.

- Ventiladores Eólicos

São ventiladores que utilizam componentes da força de convecção e ação dos ventos para movimentar uma estrutura aerodinâmica que acelera a extração do ar. Serão utilizados para auxiliar a ventilação natural em telhados, depósitos, etc. Serão constituídos por um rotor aerodinâmico construído em aço galvanizado ou alumínio, e serão estanques à penetração de águas pluviais.

5.1.7 Condicionadores de ar compactos – tipo janela

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como condicionador de ar compacto - tipo janela, o equipamento doméstico ou minicentral, com capacidade de 7.000 até 36.000 BTU/h, dotado de sistema completo de refrigeração e desumidificação, com meios para circulação e limpeza do ar.

Características técnicas

São dotados dos seguintes elementos mínimos:

- Gabinete metálico com proteção contra corrosão e pintura de acabamento, próprios para instalação ao tempo;
- Painel frontal com dispositivos de insuflação de ar com aletas reguláveis (exceto aparelhos para instalação com dutos);
- Chave seletora com as posições: desligado, ventilação e refrigeração;
- Filtro de ar removível e lavável;
- Termostato para regulação da temperatura ambiente;
- Sistema para entrada de ar externo.

Quando especificados pela SANEAGO, os aparelhos serão dotados de válvula reversora para operar em ciclo reverso, permitindo o aquecimento do ar no espaço a condicionar.

No caso de utilização de rede de dutos para insuflamento de ar, o aparelho deve possuir pressão estática disponível para vencer a perda de carga de rede de dutos. Para este uso, serão admitidos apenas aparelhos acionados por motores trifásicos. Neste caso, juntamente com o aparelho é fornecido um quadro elétrico completo, incluindo todos os componentes de

comando e proteção, como fusíveis diazed, contadoras relés, bem como termostato de ambiente, do tipo de gás.

5.1.8 Rede de distribuição de ar

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como rede de distribuição de ar o conjunto formado por dutos, dispositivos de insuflamento e retorno, e acessórios. Destina-se à condução de ar, para insuflação, retorno do ar para o exterior, exaustão ou distribuição.

Caraterísticas técnicas

- Dutos
 - Dutos convencionais

São confeccionados em chapas de aço galvanizado, aço inoxidável ou alumínio, conforme especificado no projeto. Não serão aceitos dutos montados em placas autoportantes de lã evidro. Quando especificado pela SANEAGO, serão utilizados dutos convencionais em instalação aparente. Neste caso, os dutos possuem as faces vincadas em IXI, para melhor acabamento.

As chapas utilizadas para construção dos dutos têm a bitola de acordo com a NB-10178 Instalações centrais de ar condicionado para conforto - parâmetros básicos de projeto (NBR-6401) cuja tabela é a seguinte:

Tabela 79 - Bitolas dos dutos

BITOLA USG - Espessura (mm)		Circular (mm)		Retangular (mm)
Alumínio	Aço Galvanizado	Helicoidal	Calandrado Longitudinal	Lado maior
24- 0,64	26- 0,50	Até 255	Até 450	Até 300
22- 79	24- 0,64	250 a 600	450 a 750	310 a 750
20- 0,95	22- 0,79	950 a 900	760 a 1150	760 a 1400
18- 1,27	20- 0,95	950 a 1250	1160 a 1500	1410 a 2100
16- 1,59	18- 1,27	1300 a 1500	1510 a 1300	2110 a 3000

Os materiais para fabricação de dutos de Aço galvanizado, conforme:

Tabela 80 - Normas chapas de dutos

Norma	Título
PB-315/81	Chapas de aço-carbono zincadas por inversão a quente - requisitos gerais (NBR-7013),
EB-649/81	Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo contínuo de imersão a quente (NBR-7008) e MB-5188- Produto metálico - ensaio de dobramento semiguiado (NBR-6153);

Tabela 81 - Normas Aço inoxidável

Norma	Título
PB-1210/05	Aços inoxidáveis - série padronizada (NBR-9246);

Tabela 82 - Normas Alumínio

Norma	Título
PB-895/85	Chapas de alumínio e suas ligas - tolerâncias dimensionais (NBR-6999),
PB-986/82	Alumínio e suas ligas- chapas- propriedades mecânicas (NBR-7823) e EB-1333/02- Chapa de alumínio e de ligas de alumínio (NBR-7556).

- Dutos pré-fabricados

São confeccionados em chapas de aço galvanizado ou alumínio, com as mesmas características retroalinhadas. serão utilizados dutos de seção circular ou planocilíndrica (oval), de acordo com o projeto.

Os dutos serão de fabricação industrial, produzidos por processo contínuo e com costura helicoidal. Os dutos planocilíndricos tem suas formas obtidas por processo de expansão mecânica. Todos os acessórios utilizados, tais como curvas, derivações, reduções, encaixes, etc. serão fornecidos pelo fabricante dos dutos. Onde as condições locais exigirem, serão utilizados dutos tipo sanduíche, formado por 2 tubos superpostos com uma manta de material termoisolante intercalada.

- Dutos flexíveis

São utilizados em ramais secundários, dutos de retorno e outras aplicações, conforme o projeto. São formados por espirais de alumínio perfilado e devem possuir flexibilidade com raio de curvatura igual a 1.5 vez o diâmetro nominal. Para aplicações especiais, serão especificados dutos com revestimento de lã de vidro protegida por sarja plástica, ou dutos tipo sanduíche, com manta de lã de vidro intercalada entre dois tubos superpostos.

- Dispositivos de insuflamento e retorno

Qualidade

São admitidos os dispositivos fabricados por empresas especializadas, que publiquem catálogos com dados técnicos do desempenho deles. Não serão aceitos difusores, grelhas e acessórios de fabricação artesanal.

- Difusores e grelhas de insuflamento

São fabricados em perfis de alumínio extrudado e anodizados. As partes posteriores são em chapa de aço esmaltada a fogo na cor preto-fosca. Serão totalmente construídos em chapa de aço, quando especificado pela SANEAGO. As grelhas de insuflação serão de dupla deflexão, com as aletas ajustáveis individualmente. Sempre que instalados em dutos de seção constante ou para insuflação em salas individualizadas, os difusores e grelhas serão dotados de registros de aletas convergentes para regulação de vazão com acionamento pela parte frontal. Serão especificados ainda registros tipo captor ou tipo borboleta, em aplicações especiais. Os difusores lineares de corpo esbelto serão dotados de registro tipo guilhotina e lâminas-guias do jato de ar. Serão utilizados difusores para insuflação e retorno combinados no mesmo elemento.

- Difusores tipo "Light Troffer"

São difusores para uso acoplado a luminárias, em instalação invisível. Serão construídos em chapa de aço galvanizado, com uma ou duas saídas de insuflação e fluxo de ar regulável quanto ao volume e direcionamento, através de dispositivo instalado nas aberturas.

- Grelhas de retorno

São construídas em alumínio extrudado ou chapa estampada, conforme especificado, e dotadas de moldura e contramoldura, com aletas horizontais fixas. Quando solicitado, as grelhas serão fornecidas com aletas tipo VI, invertido, indevassáveis.

- Acessórios Registros

São utilizados como elementos de regulação de vazão de ar em dutos ou vãos (registro de volume), ou para dividir o fluxo de ar em derivações (registro divisório ou "splitter").

são construídos em chapas de aço galvanizado bitola # 16, com aletas apoiadas em eixos com mancais reforçados em náilon e moldura externa. Não possuem aletas com mais de 30 cm de largura ou 120 cm de comprimento. Para vãos maiores serão utilizadas combinações com diversas aletas. O acionamento é efetuado mediante alavanca externa, dotada de dispositivo de fixação e indicação do sentido de abertura. Os registros para modulação de vazão serão do tipo de lâminas opostas.

- Tomada de ar exterior

São fabricadas em alumínio extrudado, acabamento anodizado, dotado de veneziana externa, telagalvanizada, filtro de ar removível e lavável e de registro para regulação de vazão.

- Damper de sobrepressão

Dispositivo que abre com pressão positiva e fecha por gravidade. Formado por uma moldura em chapa de aço ou perfis de alumínio, lâminas de alumínio com juntas de espuma, eixos em latão e buchas em plástico.

- Damper corta-fogo tipo aleta

Constituído por um aleta tipo sanduíche, com miolo em fibra testado a prova de fogo, revestida com chapa de aço em ambas as faces. A carcaça e dispositivos de acionamento serão construídos em aço galvanizado. tem fechamento através de mola liberada por intermédio de "plug" fusível a temperaturas acima de 70° C. Para aplicações especiais serão utilizados outros tipos de acionamento como fusível elétrico, pistão pneumático, servomotor, etc.

- "Damper" corta-fogo tipo cortina

Constituído por uma cortina de lâminas articulares de aço galvanizado que, quando abertas na posição, formam um conjunto compacto presa por elo fusível a temperaturas acima de 70° C. O fechamento é por gravidade quando utilizado na posição vertical para fluxo de ar horizontal, ou por mola quando utilizado na posição horizontal.

5.1.9 Tubulações frigorígenas

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por tubulação frigorígena, o conjunto de tubos, conexões e acessórios adequadamente montados, destinados à condução do fluido refrigerante em um circuito de refrigeração de uma instalação de ar condicionado.

Características técnicas

- Tubos

São utilizados de cobre extrudados e trefilados, sem costura, em cobre desoxidado recozido. Serão fabricados e fornecidos de acordo com as normas a seguir relacionadas:

Tabela 83 - Normas Tubos de cobre

Norma	Título
EB-224/81	Tubo de cobre e suas ligas, sem costura, para condensadores, evaporadores e trocadores de calor (NBR-5020).
EB-273/82	Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar condicionado (NBR-7541);
EB-584/84	Tubo de cobre e de ligas de cobre, sem costura - requisitos gerais (NBR-5020).

- Conexões

São forjadas, de fabricação industrial, fornecidas de acordo com a norma EB-366177 - Conexões para unir tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar.

- Acessórios

São os componentes complementares das linhas, tais como juntas de dilatação, os quais consistem em um fole de aço inoxidável altamente flexível com tubo-guia interno e terminais lisos de cobre e sifão, lira, "looping", etc.

5.1.10 Tubulações hidráulicas

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como tubulação hidráulica o conjunto de tubos, conexões e acessórios adequadamente montados que permitem a circulação de água nos sistemas de condensação, água gelada ou água quente, e de outros fluidos, em instalações de ar condicionado.

Características técnicas

- Tubos

São produzidos por laminação, sem costura, em aço-carbono, galvanizados ou não (conforme especificado), fabricados e fornecidos conforme as normas a seguir relacionadas:

Tabela 84 - Normas Tubulações hidráulicas

Norma	Título
DIN 2440	(classe média);
EB-192/84	Tubos de aço-carbono para rosca Whitworth gás para usos comuns na condução de fluidas (NBR-5580) (classe média),
ASTM-A-53 e 106	(Classe mínima schedule 40);
EB-332/85	Tubos de aço-carbono com requisitos de qualidade para condução de fluidas (NBR-5590) (classe reforçada).

Para diâmetros até 2 ½ "(inclusive), os tubos serão galvanizados e com conexões rosqueadas. Para diâmetros acima de 3" (inclusive), serão em aço preto com conexões soldadas ou flangeadas. Para diâmetros acima de 12" (inclusive), serão aceitos tubos com costura, respeitadas as demais exigências mencionadas.

- Conexões

São de fabricação industrial, para os sistemas a serem aplicados.

As conexões rosqueadas serão produzidas em ferro maleável conforme a norma ASTM-A-197, zincadas, fornecidas de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 85 - Conexões hidráulicas

Classe (kgf/cm²)	Pressões máximas de serviço conforme:	Produzidas conforme:
10	DIN-2950/ISO-R-49	ISO-R-49 e PB-110162 (NBR-6943)
20	ANSI-B-16.3	ANSI-8-16.3 e PB-156185 (NBR-6925)

Para solda de topo, as conexões serão produzidas em aço-carbono conforme a norma ASTM-A-234, extremidades com chanfros para solda, fornecidas conforme dimensões padronizadas nas normas ANSI-B-16.9 e ABNT PU-157171.

- Flanges

São de fabricação industrial, "geralmente forjados ou fundidos" conforme disposto na TB-265/85 – Flanges metálicos para tubulações (NBR-9530). Os tipos serão relacionados a seguir: Os flanges rosqueados ("threaded flange") serão em ferro maleável, conforme a norma ASTM-A-197 zincados, fornecidos de acordo com a padronização ANSI-B-16.5 (classes 150 e 300) e PB-16/65.

Flanges com ferro maleável, com rosca, da ABNT.

Os flanges com pescoço ("weldingneck flange") serão forjados em aço-carbono conforme a norma ASTM-A- 181 (grau 1) e fornecidos de acordo com a padronização ANSI-B-16.5 (classes 150 e 300).

Os flanges cegos ("blind flange") serão forjados em aço-carbono conforme a norma ASTM-A-181 e fornecidos de acordo com a padronização ANSI-B-16.5 (Classes 150 e 300).

- Válvulas

São do tipo conceituado na TB-321/97, Válvulas (NBR-10285) da ABNT, fornecidos conforme descrito nos itens a seguir:

Nos diâmetros acima de 3"(inclusive), para pressão até 0,7 MPa, têm o corpo e o castelo em ferro fundido ASTM-A -126-Gr, haste não ascendente, castelo aparafusado, internos de bronze, classe 125, extremidades com flange de face lisa ANSI-B -16.1.

Nos diâmetros de 1 ½" até 2 ½ " (inclusive), para pressão até 0,7 MPa, têm o corpo e castelo em bronze ASTM-B-611 classe 125, haste não ascendente, castelo rosqueado, internos de bronze, extremidades para rosca BSP.

Nos diâmetros de ½" até 1 ½" (Inclusive), para pressão superior a 0,7 mpa devem ter corpo e castelo em aço forjado ASTM-A-105, classe 300, haste ascendente, rosca externa, castelo ligado por união, internos em aço inoxidável, extremidades flangeadas (face de ressalto) ANSI-B-16.5.

Nos diâmetros acima de 2" (inclusive), para pressão superior a 0,7 Mpa. Têm corpo e castelo em aço fundido ASTM-A-216, classe 300, haste ascendente, rosca externa, castelo aparafusado (junta confinada), internos em aço inoxidável, extremidades flangeadas (face de ressalto) ANSI-B-16.5 ou para solda de topo ANSI-B-16.25.

- Acessórios

- Amortecedores de vibração

São elementos constituídos de fole de aço inoxidável com terminais soldados e conexões flangeadas.

São utilizados para eliminar a transmissão de vibrações às tubulações ligadas a bombas ou motores para pequenos diâmetros, ou quando solicitado, serão fornecidos com tensores externos.

- Juntas de expansão axial

As de aço inoxidável são similares aos amortecedores de vibração, sendo porém o conjunto guiado internamente por um cano rígido soldado num dos terminais. Além do amortecimento de vibrações apresentam maior capacidade de absorver dilatações axiais provocadas por variações de temperatura.

- As juntas de borracha

São construídas com elemento flexível de borracha sintética, com reforços internos de aço e tela de material sintético fixado a flanges de ferro fundido. Absorvem movimentos axiais, laterais e angulares, além de amortecer vibrações mecânicas.

- Juntas "DRESSER"

Consistem em um cilindro intermediário, dois flanges de aperto com parafusos de aço-carbono e anéis de vedação elásticos em Neoprene. São elementos de rápida e fácil união para tubos, com boa estanqueidade e absorção de movimentos e vibrações.

- Elementos filtrantes removíveis

Fabricados em aço inoxidável perfurado, são utilizados para impurezas eventualmente existentes no interior da tubulação.

- Filtros temporários

São filtros fabricados em chapa de aço-carbono com perfurações. São instalados entre pares de flanges utilizados de forma temporária para proteger equipamentos, sendo removidos após a partida das unidades.

- Purgadores de ar classe 150 psi com rosca BSP

São utilizados em locais onde a rede hidráulica apresente configuração que possibilite o aprisionamento de bolsões de ar.

- Vedantes

São elementos usados para melhorar a estanqueidade em conexões rosqueadas de tubulações. São os seguintes os tipos de vedantes:

- Cânhamo (sisal-estopa) com zarcão;
- Fita vedadora de PTFE (teflon, fluon, etc.).

5.1.11 Tubulações para calefação

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como tubulação para calefação o conjunto de tubos, conexões e acessórios adequadamente montados e que permitem a circulação de água quente nos sistemas de calefação.

Características técnicas

- Tubos

São utilizados tubos de cobre fabricados conforme a EB-1251/81 - Tubo extra - leve de cobre sem costura para condução de água e outros fluidos (NBR-7417) e EB-274/82 - Tubo médio e pesado de cobre sem costura para condução de água (NBR-7542), sendo que a espessura de parede dos mesmos (conforme as classes E, A ou 1) e seus diâmetros nominais serão de acordo com o exigido no projeto. Os tubos serão fornecidos em barras de 5 m, devendo ser serrados e soldados para obter-se a configuração desejada.

- Conexões

São de fabricação industrial, produzidas conforme a EB-366/77 - Conexões para unir tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar, não se admitindo o uso de conexões fabricadas artesanalmente na obra.

São as seguintes as conexões a serem utilizadas, de acordo com o previsto no projeto da tubulação: luvas, buchas de redução, conectores, curvas, tês, uniões, cotovelos, tampões, flanges misturadores e curvas de transposição.

- Acessórios

São utilizados para fixação, ancoragem e absorção de movimentos resultantes de dilatações, descritos nos itens a seguir.

A luva-guia é o suporte deslizante que mantém o alinhamento da tubulação em relação à junta de expansão, permitindo e orientando a dilatação. A luva -ponto fixo é utilizada nos pontos de fixação (ancoragem) da tubulação.

As juntas de expansão consistem em um fole de aço inoxidável altamente flexível, com tubo guia interno e terminais lisos de cobre, permitindo a livre dilatação da tubulação. Serão instaladas nos pontos indicados tem o mesmo diâmetro da tubulação e um poder de absorção de até 25 mm.

5.1.12 Isolamento térmico e acústico

Características técnicas do isolamento térmico Dutos de ar condicionado

- Materiais

Mantas ou placas de lã de vidro mineral, com espessura de 25 mm, densidade de 20 kg/m³ e proteção externa em filme de alumínio.

Placas de poliestireno expandida auto extingüível, com espessura de 20 mm e densidade de 20kg/m³.

Placas de espuma rígida de poliestireno extrudada com película, com espessura de 25 mm e densidade de 32 kg/m³.

- Adesivos

Para lã de vidro, utiliza-se cola à base de PVA.

Para poliestireno, utiliza-se cola à base de borracha sintética e resina, Tubulação de aço para água gelada ou quente.

- Materiais

Calhas de poliestireno expandido auto extingüível, com 40 mm de espessura e densidade de 30 kg/m³ Calhas de espuma rígida de poliuretano auto extingüível, com densidade de 30kg/m³.

- Barreira de vapor

Revestimento do isolamento com véu de vidro, com densidade entre 35 e 40 g/m³ e espessura de 0,35 mm. Emulsão de asfalto oxidado (frio-asfalto).

- Proteção mecânica

Calha de alumínio corrugado, com espessura de 0,15 mm.

- Tubulação de cobre para água quente

Se embutida em alvenaria, a tubulação é envolvida em argamassa de amianto; em pó e cal, no traço 3:1, com espessura de 2 cm por toda à volta do tubo.

Se aparente, a tubulação é envolvida com calhas de lã de vidro, com espessura mínima de 25 mm, protegidas externamente com alumínio corrugado.

A tubulação pode também ser envolvida com tubos de espuma de polietileno presa com fitas braçadeiras, se embutida em alvenaria ou aparente.

- Tubulações frigoríferas

- Linha de sucção

É isolada com calhas de poliestireno expandido auto extingüível, densidade de 30 kg/m³, sendo a barreira de vapor executada com véu de vidro e asfalto oxidado, e a proteção mecânica, com calhas de alumínio.

- Linha de líquido ou descarga

É isolada com a utilização de tubos de polietileno expandido flexível, com células fechadas, espessura mínima de 10 mm.

5.1.13 Instalações de ar condicionado, verificação e aquecimento

Características técnicas do isolamento acústico

- Bidim

Geotêxtil fabricado a partir de filamentos contínuos de poliéster, sendo utilizado no revestimento interno de dutos de ar, revestimento de chicanas ou venezianas de retorno, onde se requerem características de atenuação acústica.

- Chapa isolante

Chapa, com característica termoacústica, produzida através do rearranjo de fibras de eucalipto, formando grande quantidade de células de ar intercomunicadas. Utilizada no revestimento de casas de máquinas ou na construção de chicanas, para atenuação acústica.

- Absorvedor acústico de espumas

Placa produzida a base de espuma flexível de poliuretano poliéster auto extingüível, sendo superfície formada por cunhas anecóicas, que absorvem a energia acústica incidente.

5.1.14 Dispositivos de Controle

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como dispositivo de controle o elemento que, associado a outros dispositivos, é utilizado para manter os diversos componentes de uma instalação de ar condicionado operando dentro das condições projetadas, monitorando temperatura, umidade, pressão ou vazão.

Tipos

Os dispositivos de controle serão do tipo mecânico, eletromecânico ou eletrônico, sendo a aplicação de cada tipo definida no projeto. Os controladores pneumáticos, por serem de aplicação específica, somente serão utilizados quando assim definir a SANEAGO.

A ação do controlador sobre o elemento final de controle é do tipo liga/desliga (on /off) ou gradual. Os controladores de ação gradual serão do tipo proporcional (P), proporcional integral (PI), ou proporcional integral derivativo (PID); conforme definido no projeto.

Características técnicas

- Termostatos

Os termostatos de ambiente são aqueles instalados diretamente no ambiente a condicionar. Seus componentes ficam abrigados por uma caixa plástica ou metálica, com acabamento compatível para instalação aparente. São de dois tipos, conforme descrito nos itens a seguir.

Os de ação liga/desliga são utilizados para o controle de compressores em unidades tipo self-contained ou Split, sendo um estágio para cada compressor. O elemento sensor é um diafragma duplo com enchimento de gás ou vapor, ou termistor no caso de termostato

eletrônico. O contato é do tipo SPDT. O diferencial é fixo, sendo de no máximo 2°C entre estágios, e de IIC em cada estágio. Deve possuir botão de ajuste do "set-point", com escala de temperaturas.

Os de ação gradual serão utilizados para o controle de válvula ou "dampers", geralmente em instalações com fan-coil. Serão do tipo eletrônico, com sensor tipo termistor, sendo o sinal de saída uma tensão DC variável. A ação é direta e inversa, para permitir a ação do atuador em 2 sentidos (abrir/fechar). O ajuste de temperatura é por meio de potenciômetro interno com escala. Para outras aplicações, tais como controle de temperatura da água ou do ar em dutos, tubulações etc., serão utilizados termostatos com sensor remoto.

- Umidistatos

São dispositivos para controle da umidade relativa de um ambiente, normalmente utilizados em salas de equipamentos onde esta variável precisa situar-se dentro de parâmetros predeterminados. O elemento sensor é um capacitor de capacitância variável. A faixa de operação é no mínimo entre 20 e 80% com precisão de 2%. São do tipo liga/desliga ou gradual, conforme projeto.

- Atuadores

São dispositivos constituídos por um motor de corrente contínua, um circuito eletrônico e um conjunto de engrenagens, utilizados para o acionamento de válvulas, "dampers", etc. são de ação liga/desliga ou gradual, conforme a aplicação. Para o acionamento de válvulas de 3 vias, em fan-coil, são sempre de ação gradual. Os componentes do atuador são montados em uma caixa fechada, metálica ou plástica. O ângulo de trabalho é de no mínimo 90°, com possibilidade de ajuste. O torque do motor é compatível com o esforço requerido no acionamento.

- Chaves de fluxo

São dispositivos que sensoriam a vazão de um fluido (água ou ar), enviando um sinal de presença de fluxo. São compostas por uma palheta que fica imersa no fluxo e por um microinterruptor com contatos SPDT. Para a instalação em tubulação de água, possuem conexão com rosca BSP e palheta de material incorrosível, com dimensões de acordo com a tubulação. Possuem parafuso para ajuste de sensibilidade.

- Válvulas pressostáticas/termostáticas

São dispositivos que controlam a vazão de um fluido (água/ar) através da informação de um sensor de pressão e temperatura. São utilizadas em sistemas com condensação à água ou a ar, regulando o fluxo no condensador em função da pressão de condensação ou temperatura do ar de descarga. Devem possuir parafuso externo para ajuste fino do fluxo.

5.1.15 Acessórios Diversos

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se como acessório a gama de elementos complementares de uma instalação de ar condicionado, utilizados para fixação, absorção de vibrações, leituras, etc.

Características técnicas

- Acessórios de fixação

Consiste na utilização de uma ferramenta especial (pistola), a qual aproveita a energia gerada pela deflagração de cartuchos com pólvora (fincapinos) para impulsionar o elemento de fixação (pino). São utilizados pinos rosqueados de aço com acabamento zincado.

- Chumbadores de expansão

São elementos de fixação que, depois de introduzidos em furo efetuado no local de instalação, são fixados pela expansão de uma peça cilíndrica (jaqueta ou presilha). A expansão é provocada pela ação de uma peça cônica, tracionada pelo parafuso quando do aperto da porca. São construídos em aço com acabamento zincado. São utilizados chumbadores com parafuso, com prisioneiro de rosca externa ou autoperfurantes com rosca interna, conforme a aplicação.

- Instrumentos

Os manômetros e manovacuômetras são do tipo "bourdon", com caixa em aço estampado e tubo em latão repuxado, soquete de latão laminado, dial em alumínio fosco protegida por vidro de 2 mm, com ponteiro balanceado pintado de preto. tem diâmetro mínimo de 100 mm e precisão mínima de 2 %. As escalas de pressão são selecionadas conforme a aplicação.

Os termômetros são do tipo capela, com caixa em duralumínio anodizado na cor escura com formato em "VI", que protege o vidro com graduações numéricas, em graus centígrados, gravadas em preto. O elemento sensor é a mercúrio, com haste de imersão em latão. O capilar é em vidro com baixo coeficiente de dilatação. A escala é selecionada conforme a aplicação.

- Isoladores de vibração

Os calços são constituídos por elastômero clorado com alta resistência e baixa histerese.

Os amortecedores metálicos são constituídos de elementos elásticos formados por almofadas resilientes montadas em peças metálicas, ou constituídas por fio de aço especial, laminado, enrolado e prensado. O tipo de amortecedor é escolhido conforme a aplicação.

5.2 Instalações prediais

As instalações serão executadas de acordo com os respectivos projetos e normas da ABNT e por profissionais devidamente habilitados.

As instalações serão executadas com acabamento perfeito, isentas de quaisquer defeitos que possam influir no seu funcionamento. As tubulações, aparelhos e equipamentos aparentes serão bem fixados e protegidos contra acidentes e ações de pessoas não-habilitadas e estranhas ao ambiente.

5.2.1 Instalações hidrossanitárias prediais

Toda a rede de água é em materiais normalizados obedecendo ao disposto nas especificações da ABNT. Os registros de pressão e gaveta, bem como as válvulas de boia e de retenção, serão de bronze.

Os ramais de distribuição apresentam uma declividade mínima de 2% no sentido do escoamento natural, a fim de facilitar a limpeza e desobstrução.

Durante a execução dos serviços, as extremidades livres das tubulações serão vedadas com bujões, plug ou tufos de madeira, para evitar obstrução.

Os ramais horizontais das canalizações sobre lajes de cobertura serão apoiados sobre lastro contínuo de tijolos assentes com argamassa de cal.

As tubulações somente serão embutidas em estrutura de concreto armado quando for previsto no projeto estrutural.

A pressão de teste é prescrita, cada vez, a critério da Fiscalização, sendo no mínimo de 1,5 vez a de operação. A duração do teste é, no mínimo, de cinco horas.

As juntas dos tubos apresentam perfeita estanqueidade.

Os cortes dos tubos serão em seção reta; o rosqueamento é feito somente na parte coberta pela conexão.

A tubulação de esgotos é assentada de forma que os tubos fiquem com a bolsa voltada para o lado contrário ao da direção do escoamento, obedecendo às declividades mínimas definidas. Os ramais em paredes ou pisos rebaixados, em nenhuma hipótese, serão envolvidos com concreto. Caso necessárias, serão executadas caixas e reentrâncias para abrigo dos tubos.

As aberturas nas estruturas de concreto para passagem de tubos serão preenchidas com tacos ou buchas antes da concretagem. Nenhum esforço estrutural é transmitido à tubulação.

A rede coletora de esgotos sanitários, enterrada no solo, no interior ou externamente aos prédios, é feita com tubos de PVC e/ou manilhas de cerâmica vidrada.

As tubulações enterradas serão apoiadas sobre lastro de concreto magro, lançado sobre base apiloada e devem correr em linha reta. As valas só serão fechadas após verificação das juntas, declividade, apoios e estanqueidade. Quando, na parte externa dos prédios, a tubulação for enterrada deve ter uma profundidade mínima de 1 m em relação ao nível da rua.

Os aparelhos serão instalados de forma a permitir fácil remoção e limpeza, não sendo permitido o uso de conexão com ângulo reto. A ligação de qualquer aparelho em ramal de esgoto ou de descarga é feita por intermédio de sifão ou caixa sifonada com grelha. As águas de lavagem de piso e de chuveiros serão escoadas para raios de caixas sifonadas. Os sifões serão do tipo ajustável, de PVC, material cerâmico ou de ferro fundido e serão localizados sempre nos extremos dos ramais.

O tubo ventilador é ligado sempre acima do eixo da tubulação horizontal, até 15 cm acima da extremidade mais alta, sendo permitido um desvio da posição vertical do tubo ventilador em relação ao tubo horizontal de até, no máximo, 45°. A ventilação é eficiente, de forma que nenhum resíduo de gás fique no recinto. A transposição do tubo ventilador nos telhados é vedada de forma a não permitir infiltração de água.

Os aparelhos sanitários serão constituídos de material cerâmico vitrificado, sob todos os aspectos da melhor qualidade e sem defeitos, bem como satisfazer às exigências das prescrições NBR-6498, NBR-6499, NBR-65M da ABNT.

Em locais desprovidas de rede pública de coleta de esgotos, serão usadas fossas sépticas. Tais fossas serão localizadas de forma a facilitar futura conexão com a rede pública. Devem ser de fácil acesso para limpeza e não podem comprometer a estabilidade de edificações adjacentes.

Os efluentes das fossas serão encaminhados para os sumidouros. Estes têm no mínimo 1,20 m de diâmetro e 2 m de profundidade. A parede interna é revestida com tijolos assentados em forma de crivo e o fundo deve ficar no mínimo 1,50 m acima do lençol freático. A distância mínima permitida entre o sumidouro e qualquer manancial é de 20 m.

A colocação e a fixação dos aparelhos sanitários serão executadas conforme as locações indicadas no projeto, ou definidas pela Fiscalização.

5.2.2 Instalações hidrossanitárias

Normas e Regulamentos de instalações de Água;

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 86 - Normas instalações hidrossanitárias

Norma	Título
EB-5/89	Tubo cerâmico para canalizações (NBR-5645),
EB-6/86	Tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais (NBR-9793);
EB-43/62	Tubo de ferro fundido centrifugado, de ponta e bolsa, para líquidos sob pressão com juntas não elástica (NBR-5661);
EB-69/92	Tubo coletor de fibrocimento para esgoto sanitário (NBR-8056),
EB-103/86	Tubo de concreto armado de seção circular para águas pluviais (NBR-9794);
EB-137/82	Tubo de ferro fundido centrifugado para líquidos sob pressão com junta elástica (NBR-7662);
EB-141/83	Hidrômetro taquimétrico para água fria (NBR-8193);
EB-182/84	Tubos de aço-carbono para rosca Whitworth gás para usos comuns na condução de fluidos (NBR-5580);
EB-103/77	Tubo de cobre sem costura para usos gerais (NBR-5030);
EB-219/82	Tubos de PVC rígido para adutoras e redes de água (NBR-5647);
EB-193/84	Tubo de aço, de precisão, sem costura (NBR-8476);
ED-274/82	Tubo médio e pesado de cobre sem costura para condução de água (NBR-7542);
EB-584/84	Tubo de cobre e de ligas de cobre, sem costura requisitos gerais (NBR-5020);
MS-12/82	Tubo cerâmico para canalização- verificação da resistência à compressão diametral (NBR-6582);
MB-14/82	Tubo e conexão cerâmica para canalizações - determinação da absorção de água (NBR-7529);
MB-17/86	Tubo de concreto simples- determinação da resistência à compressão diametral (NBR-6583);
MB-113/86	Tubo de concreto armado- determinação da resistência à compressão diametral (NBR-9795);
MB-140/82	Tubo de fibrocimento- determinação da absorção de água (NBR-8061);
MB-142/82	Tubo de fibrocimento ou junta elástica de tubo de fibrocimento-verificação da estanqueidade à pressão interna (NBR-9062);
MB-143/82	Tubo de fibrocimento- determinação da resistência à compressão diametral (NBR-6464);
MB-144/82	Tubo de fibrocimento - determinação da solubilidade em ácido (NBR-8063),
MB-210/82	Tubo e conexão cerâmicos para canalizações- determinação da perda de massa sob ação dos ácidos (NBR-7680);
MB-227/86	Tubo de concreto- determinação do índice de absorção de água (NBR-6506);
MB-228/86	Tubo de concreto- verificação da permeabilidade (NBR-9796)
MB-241/82	Tubo de fibrocimento- verificação da retilidade (NBR-9064);
MB-242/83	Tubo de fibrocimento- determinação da carga de ruptura por pressão interna (NBR-8065);
MB-245/93	Tubo de fibrocimento- determinação da carga de ruptura por flexão longitudinal (NBR-0075);
MB-248/72	Luva de fibrocimento - determinação da carga de ruptura por pressão interna (NBR-8066);
MB-251/82	Anel de borracha para tubo de fibrocimento- determinação da dureza (NBR-8067);
MB-252/82	Anel de borracha para tubo de fibrocimento- determinação da deformação permanente à tração (NBR-9068);
MB-253/82	Anel de borracha para tubo de fibrocimento - determinação da deformação permanente à compressão (NBR-8069);
MB-310/82	Tubo de ferro fundido centrifugado- ensaio de flexão por tração do anel (NBR-7562);
MB-311/82	Tubos de ferro fundido centrifugado- ensaio de flexão em corpos de prova em tira (NBR-7587);
MB-312/82	Junta elástica de tubos de ferro fundido centrifugado- ensaio de estanqueidade (NBR-7666),

MB-31/182	Anéis de borracha para juntas de tubos de ferro fundido centrífugo - ensaios (NBR-7588),
MB-355/64	Tubo de PVC rígido - resistência ao calor (NBR-6476);
MB-364/85	Tubos de aço de seção circular - ensaio de flangeamento (NBR-6205),
MB-365/85	Tubos de aço de seção circular - ensaio de achatamento (NBR-6154);
MB-366/85	Tubos de aço de seção circular - ensaio de alargamento (NBR-6206);
MB-518/77	Tubos de PVC rígido e respectivas juntas - verificação da estanqueidade a pressão interna (NBR-5685);
MB-519/77	Tubos de PVC rígido - determinação da pressão interna instantânea de ruptura (NBR-5683);
MB-533/77	Tubos de PVC rígido - verificação da resistência à pressão interna prolongada (NBR-5686);
MB-534/77	Tubos de PVC rígido - verificação da estabilidade dimensional (NBR-5687);
MB-535/77	Tubos de PVC rígido - efeitos sobre a água (NBR-5684);
NB-19/83	Instalações prediais de esgotos sanitários (NBR-8160);
NB-37/86	Execução de rede coletora de esgoto sanitário (NBR-9814);
NB-41/91	Construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais (NBR-7229);
NB-77/85	Projeto e execução de tubulações de fibrocimento (NBR-10155);
NB-92/80	Instalações prediais de água fria (NBR-5626);
NB-1151/64	Execução de tubulações de pressão de PVC rígido com junta soldada, rosqueada, ou com anéis de borracha (NBR-7372);
NB-125/64	Execução de tubulações de pressão de polietileno de alta massa específica (0,941 a 0,965 g/cm ³) e de polietileno de baixa massa específica (0,910 a 0,925 g/cm ³) com as respectivas juntas;
NB-126/89	Projeto e execução de tubulações de ferro fundido centrífugo, de pontas e bolsa, para condução de água fria, sob pressão;
NB-128/68	Instalações prediais de água quente (NBR-7198);
PB-15/82	Conexão de ferro fundido cinzento (NBR-7669);
PB-37/79	Válvulas de gaveta de ferro fundido cinzento - série métrica;
PO-77/71	Tubos e conexões de ferro fundido para esgoto e ventilação - formatos e dimensões (NBR-8161),
PB-80/60	Arruelas de borracha para vedação de flanges de tubos de ferro fundido;
PB-263/87	Tampão circular de ferro fundido - dimensões (NBR-10158);
PB-300/77	Escareadores 60 graus - formatos e dimensões (NBR-6381).

- Aparelhos Medidores e Limitadores de Vazão Medidores ou Hidrômetros - Características técnicas

Satisfazem além das especificações da EB 141/83 - Hidrômetro taquimétrico para água fria (NBR-8193), às normas referentes às instalações prediais da Concessionária.

- Limitadores ou pena d'água –

Características técnicas

Dispositivos hidráulicos destinados a limitar o abastecimento de água dos prédios, a volumes previamente determinados pela Concessionária.

- Caixas- Normas

Conforme NB-19/83 - Instalações prediais de esgotos sanitários (NBR-8160)

Características técnicas

Destinadas a receber despejos em nível inferior ao da via pública, tem as seguintes características:

- Fundo inclinado na direção do tubo de descarga, visando a impedir a deposição de matérias sólidas;

- Superfícies perfeitamente impermeabilizadas;
- Tampa impermeável aos gases, quando a caixa coletora receber efluentes de vasos sanitários e mictórios;
- Dispositivos adequados para limpeza e inspeção.

Quando recebem efluentes de vasos sanitários, as caixas tem profundidade mínima de 90 cm, a contanto nível mais baixo da canalização. Nos demais casos, a profundidade mínima é de 60 cm.

Sempre que a caixa coletora receber efluentes de vasos sanitários ou mictórios, é ventilada por um tubo ventilador primário, de diâmetro não inferior ao da tubulação de descarga.

O tubo ventilador é completamente independente de qualquer outra ventilação de esgoto do prédio.

As caixas serão de concreto pré-moldado, concreto armado ou alvenaria de tijolos maciços. Serão providas de tampas que asseguram perfeita vedação hidráulica.

- Caixas Retentoras

São de concreto, alvenaria de tijolo maciço, cerâmica, ferro fundido ou PVC, devendo permitir fácil inspeção e limpeza. Devem possuir tampa de ferro fundido ou de PVC facilmente removível, assegurando perfeita vedação.

- Caixas de Gordura

As caixas retentoras de gordura serão fechadas hermeticamente com tampa removível. Serão divididas em duas câmaras: uma receptora e a outra vertedora, separadas por septo não removível. A parte submersa do septo deve ter 20 cm, no mínimo, abaixo do nível da geratriz inferior da tubulação de saída, e a parte imersa, 20 cm acima do mesmo nível.

- Caixas de Areia

As caixas de areia, de seção circular, serão de concreto pré-moldado e possuem grade de passagem que impeça a entrada de materiais sólidos na rede coletora. Quando profundas, serão dotadas de degraus de ferro fundido, tipo escada de marinheiro, para facilitar o acesso a seu interior. tem tampa de ferro fundido ou de concreto armado e, se indicado em projeto, sobretampa em grelha do mesmo material.

- Caixas de Óleo

As caixas separadoras de óleo, de seção circular, serão de concreto pré-moldado, e conjugadas a uma caixa receptora lateral. A ligação da caixa receptora com a caixa separadora é feita com tubulação em ferro galvanizado, provida de registro de metal de 75 mm. Pelo sistema dos vasos comunicantes, o óleo é recolhido na caixa receptora, de onde é retirado posteriormente.

- Caixas de Incêndio

São de chapas de aço estampado, de tipo aprovado pelo Corpo de Bombeiros.

- Caixas de Inspeção

São circulares, retangulares ou quadradas, construídas em anéis de concreto armado pré-moldado, com fundo do mesmo material, ou de alvenaria de tijolos maciços ou blocos de concreto, com paredes, no mínimo, de 20 cm de espessura.

Para profundidade máxima de 1 m, as caixas de forma quadrada, tem 60 cm de lado, no mínimo, e as de forma circular, 60 cm de diâmetro, no mínimo,

Para profundidades superiores a 1 m, as caixas de forma quadrada têm 1,10 m de lado, no mínimo, e as de forma circular, 1,10 m de diâmetro, no mínimo. Neste caso, as caixas de inspeção serão denominadas poços de visita, serão dotados de degraus de ferro zincado, com espaçamento máximo de 40 cm, para facilitar o acesso ao seu interior.

Tem fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos. Possuem tampão de ferro fundido facilmente removível, permitindo composição com o piso circundante.

- **Caixas de Passagem**

São caixas destinadas a receber água de lavagem de pisos e efluentes de canalização secundária. Serão dotadas de grelhas ou tampa cega e tem altura mínima de 10 cm. Se de seção circular, tem diâmetro mínimo de 15cm, e se poligonal, permitem a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo de 15cm.

- **Caixas Sifonadas**

As caixas sifonadas têm fecho hídrico com altura mínima de 50 mm e ter diâmetros de 100, 125 ou 150 mm, quando recebem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 6, 10 e 15 Unidades Hunter de Contribuição (UHC), respectivamente.

O ramal de esgoto da caixa sifonada deve ser dimensionado pela tabela a seguir, tendo em consideração a soma das UHC dos aparelhos que contribuem para mesma.

Tabela 87 - dimensionamento ramal de esgoto

Diâmetro nominal do tubo DN (mm)	Número máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160
150	620

As caixas sifonadas só podem receber despejos da própria unidade autônoma na qual estiverem instaladas.

Para coletar os despejos de lavatórios, bidês, banheiras, chuveiros e tanques de lavagem, assim como águas provenientes de lavagens de pisos, serão instaladas caixas sifonadas com grelhas, designadas por ralos sifonados.

- **Fossas e Efluente- Finalidade**

As fossas destinam-se ao tratamento primário dos despejos prediais, exceto os de águas pluviais.

Normas

Na construção de fossas sépticas, há particular atenção ao disposto nas normas da ABNT atinentes ao assunto, especialmente na NR-41/81 - Construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais (NBR- 7229).

Características técnicas

De forma cilíndrica ou prismática retangular, as fossas serão executadas em concreto, alvenaria, cimento-amianto ou outro material que atenda às condições de segurança, durabilidade, estanqueidade e de resistência a agressões químicas dos despejos. O tipo e a capacidade das fossas serão objeto de projeto específico.

As fossas serão providas de dispositivos que possibilita a remoção do lodo digerido de forma rápida e sem contato com o operador. A remoção é efetuada por bomba ou por pressão hidrostática. Para facilitar essa operação, em fossas com capacidade para atender descargas de 6.000 litros ou mais, o fundo é inclinado, na proporção de 1:3 no sentido da localização do dispositivo de limpeza.

O efluente de uma fossa séptica é disposto no solo, através de sumidouro ou valas de infiltração. podem, ainda, ser disposto em águas de superfície, com tratamento complementar por meio de valas de filtração ou filtro anaeróbio.

- Ralos - Tipos

Os ralos serão sifonados ou secundários (de piso). Serão executados em PVC, cobre, ferro fundido ou latão.

- Sifonados: Ralo sifonado é uma caixa sifonada dotada de grelha. tem fecho hídrico com altura mínima de 50 mm, e orifício de saída com diâmetro mínimo de 50 mm. Quando adotado o sistema unitário de esgotamento, é empregado, nos pisos de sanitários e de boxes de chuveiros, ralo sifonado com ramal de descarga reduzido para 40 mm, no mínimo. Quando recebem efluentes de aparelhos sanitários até os limites de 6, 10 e 15 unidades de descarga, os ralos sifonados, de seção circular, tem diâmetro mínimo de 100, 125 ou 150 mm, respectivamente. Quando de seção poligonal, permitem a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo de 100, 125 ou 150 mm, respectivamente. Os ralos sifonados tem dimensões, caixilhos e grelhas conforme especificado para cada caso. Se de cobre, serão de chapa com 1,24 mm, no mínimo.
- Secundários (de piso): Os ralos de piso possuem grelha plana. Quando de seção circular, tem diâmetro mínimo de 100 mm. Quando de seção poligonal, permitem a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo de 100 mm. A área de orifício das grelhas é igual a pelo menos uma vez e meia a área do condutor correspondente ao ralo.

Os ralos secundários tem dimensões, caixilhos e grelhas conforme especificado para cada caso. Se de cobre, serão de chapa com cerca de 4,27 kg/m².

- Tubos e Conexões de Cerâmica- Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 88 - Normas tubos e conexões de cerâmica

Norma	Título
EB-5/89	Tubo cerâmico para canalizações (NBR-5645);
EB-960/83	Conexão cerâmica para canalizações (NBR-8409);
EB-1554/85	Junta elástica de tubos e conexões cerâmicas para canalizações (NBR-8928);
EB-1555/95	Anel de borracha para tubos e conexões cerâmicas para canalizações (NBR-8929);
MB-12/82	Tubo cerâmico para canalização - verificação da resistência à compressão diametral (NBR-6582);
MB-13/82	Tubo cerâmico para canalização - verificação da permeabilidade e da resistência à pressão interna (NBR-6540);
MB-14/82	Tubo e conexão cerâmicos para canalizações - determinação da absorção de água (NBR-7529);
MB-210/82	Tubo e conexão cerâmicos para canalizações - determinação da perda de massa sob ação dos ácidos (NBR-7699);

MB-1210/63	Tubo cerâmico para canalizações - verificação dimensional (NBR 7530).

Características técnicas

São esmeradamente construídos, isentos de fendas, rebarbas, falhas, estrias de queima e bolhas. Serão sonoros, resistentes e, quando vidrados, apresentam camada de vitrificação homogênea e contínua, bem como totalmente integrada ao material cerâmico.

São resistentes ao ataque químico proveniente do gás sulfídrico, aos efluentes industriais, aos solventes, à ação dos solos agressivos, às descargas de líquidos quentes e à ação das correntes eletrolíticas.

Os tubos cerâmicos satisfazem as seguintes tabelas:

Tabela 89 - Dimensões tubos cerâmicos

TUBOS CERÂMICOS SANITÁRIOS DE 0,60 m DE COMPRIMENTO						
D (mm)	DE (mm)	D (mm)	DE (mm)	L (mm)	F (mm)	Kg
50	75	95	115	635	035	4
75	100	130	145	652	052	6
100	132	155	180	658	058	8
TUBOS CERÂMICOS SANITÁRIOS DE 1,00 m DE COMPRIMENTO						
D (mm)	DE (mm)	D (mm)	DE (mm)	L (mm)	F (mm)	Kg
100	132	155	180	1058	058	12
150	185	210	230	1058	058	24
TUBOS CERÂMICOS SANITÁRIOS DE 1,25 m DE COMPRIMENTO						
d (mm)	de (mm)	D (mm)	De (mm)	L (mm)	F (mm)	Kg
150	185	210	230	1308	058	30
TUBOS CERÂMICOS SANITÁRIOS DE 1,25 m DE COMPRIMENTO						
d (mm)	de (mm)	D (mm)	De (mm)	L (mm)	F (mm)	Kg
200	228	270	295	1568	068	51
250	295	340	370	1568	068	77
300	352	390	415	1568	068	96
375	428	475	515	1570	070	127
450	502	550	596	1570	070	180

Onde:

d – Diâmetro;

de – Diâmetro externo;

D – Diâmetro interno da bolsa; DE – diâmetro externo da bolsa;

L – Comprimento total (bolsa e tubo); F – comprimento da bolsa.

- Tubos e Conexões de cimento-amianto

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, as seguintes merecem particular atenção:

Características técnicas

Sendo da classe A, de acordo com a EB-69/82 e (NBR-8056), satisfazem, no mínimo, à seguinte tabela:

Tabela 90 - Tubos e Conexões de cimento-amianto

TUBO		BOLSA			
DIÂMETRO (mm)	ESPESSURA (mm)	ESPESSURA (mm)	DIÂMETRO (mm)	PONTA (mm)	FLANGE (mm)
25	6	6	55	60	7
30	6	7	60	60	7
40	7	8	72	60	7
50	8	8	86	70	8
60	8	8	96	70	8
75	8	9	111	70	8
100	9	9	138	70	8
125	9	10	165	70	9
150	10	10	194	70	10
175	10	11	219	80	10
200	11	13	246	80	10
250	13	15	302	80	11
300	15	17	356	80	11

- Tubos e Conexões de Cobre

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 91 - Tubos e Conexões de cobre

Norma	Título
EB-219/82	Tubo de cobre sem costura para usos gerais (NBR-5030);
EB-271/84	Tubos capilares de cobre sem costura (NBR-5028);
EB-273/82	Tubo de cobre sem costura para refrigeração e ar condicionado (NBR-7541)
EB-274/82	Tubo médio e pesado de cobre sem costura para condução de água (NBR-7542);
EB-584/84	Tubo de cobre e de ligas de cobre, sem costura - requisitos gerais (NBR-5020);
EB-1251/91	Tubo extra leve de cobre sem costura para condução de água e outros fluidos(NBR-7417);
EB-1283/83	Tubo de cobre soldado (NBR-7247).

Características técnicas

Os tubos de cobre satisfazem à seguinte tabela:

Tabela 92- Características tubos de cobre

DIÂMETRO NOMINAL(mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)		PESO (kg/m)		PRESSÃO DE RUPTURA (Mpa)	
	Pesado	Médio	Pesado	Médio	Pesado	Médio
15	1,016	0,710	0,401	0,285	5,980	4,100
20	1,016	0,860	0,581	0,407	4,140	3,500
25	1,220	0,910	0,921	0,696	3,770	2,800
30	1,219	1,120	1,137	1,044,00	3,060	2,900
40	1,422	1,120	1,571	1,242	3,010	2,320
50	1,422	1,220	2,093	1,797	2,260	1,930
65	1,422	1,220	2,597	2,229	1,820	1,560
75	1,626	1,420	3,555	3,113	1,740	1,520
100	2,030	1,630	5,921	4,748	1,630	1,300

São usadas buchas de bronze, latão, cobre ou outro material preconizado pelo fabricante dos tubos, nas passagens através de paredes. Serão tomadas todas as precauções no sentido de se evitar a formação de par elétrico.

A solda para tubulação de cobre obedece às recomendações do fabricante.

- Tubos e conexões de concreto

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 93 - Normas Tubos e Conexões de concreto

Norma	Título
EB-6/86	Tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais (NBR-9793);
EB-103/86	Tubo de concreto armado de seção circular para águas pluviais (NBR-9794);
EB-911/80	Tubo de concreto simples, de seção circular, para esgoto sanitário (NBR-8889);
EB-969/60	Tubo de concreto armado de seção circular para esgoto sanitário (NBR-6583);
MB-17/86	Tubo de concreto simples - determinação da resistência à compressão diametral (NBR-6583);
MB-113/86	Tubo de concreto armado - determinação da resistência à compressão diametral (NBR-9795);
MB-227/86	Tubo de concreto - determinação do Índice de absorção de água (NBR-6586);
MB-228/86	Tubo de concreto - verificação da permeabilidade (NBR-9796);
MB-1232/80	Tubo de concreto armado, de seção circular, para esgoto sanitário - determinação da resistência à compressão diametral (NBR-8891);
MB-1233/80	Tubo de concreto simples ou armado, de seção circular, para esgoto sanitário - determinação do índice de absorção de água (NBR-8892)
MB-1234/80	Tubo de concreto simples ou armado, de seção circular, para esgoto sanitário - verificação da permeabilidade (NBR-8893);
MB-1262/80	Tubo de concreto simples, de seção circular, para esgoto sanitário - determinação da resistência à compressão diametral (NBR-8894)
MB-1263/80	Tubo de concreto simples ou armado, de seção circular, para esgoto sanitário - verificação da estanqueidade de junta elástica (NBR-8895);
MB-1369/80	Anel de borracha destinado a tubos de concreto simples ou armado para esgotos sanitários - determinação da absorção de água (NBR-7531).

Características técnicas

As manilhas ou tubos de concreto simples obedecem à EB-6/86 (NBR-9793), para as Classes C1 ou C2; conforme especificado, e satisfazem, no mínimo, aos seguintes limites:

Tabela 94 - Características técnicas Tubos e Conexões de concreto

DN (mm)	TUBO			BOLSA ou LUVA				RESISTÊNCIA MÉDIA Kg/m	
	Di (mm)	e (mm)	De (mm)	Di (mm)	e' (mm)	Comp. Mínimo		Classe C1	Classe C2
						Bolsa	Luva		
150	145	25	216	226		60	120	1120	1400
200	195	25	266	276		60	120	1200	1500
225	220	25	293	303		60	120	1240	1550
250	245	25	318	328		60	120	1280	1600
300	290	26	372	382		60	120	1360	1700
375	365	30	459	469		70	120	1520	1900
400	390	32	488	498		70	120	1600	2000
450	440	36	544	544		70	120	1800	2250

500	448	40	602	612		70	150	2000	2500
600	588	48	716	726		70	150	2400	3000

Onde:

- Dn - diâmetro nominal (interno);
- Di/D'i – diâmetro interno;
- e/e'- espessura mínima;
- De – diâmetro externo.

A escolha de método de ensaio, MB-17/86 (NBR-6583), a que se refere a alínea "c", do artigo 6 da EB-6/86(NBR- 9793), fica a critério da Fiscalização.

Os tubos de concreto armado obedecem à EB-103/86 (NBR-9794), MB-227/86 (NBR-6586) e ao MB- 113/86(NBR-9795). podem atender às classes CA-1, CA-2 ou CA-3, conforme for especificado, e satisfazem, no mínimo, aos seguintes limites:

Tabela 95 - Classe Tubos e Conexões de concreto

Di (mm)	CARGA MÉDIA DE TRINCA (kgf/m)			CARGA MÉDIA DE RUPTURA (kgf/m)			COMPRIMENTO MÍNIMO (mm)		F (mm)
	Classe CA-1	Classe CA-2	Classe CA-3	Classe CA-1	Classe CA-2	Classe CA-3	Bolsa	Luva	
300	1400	2000	-	2100	3000	-	60	120	15
350	1550	2150	-	2350	3250	-	60	120	15
400	1750	2350	-	2600	3500	-	70	140	15
450	1900	3500	-	2650	3750	-	70	140	20
500	2050	3650	-	3100	4000	-	70	140	20
600	2400	3000	6000	3600	4500	9000	70	140	20
700	2800	3350	6600	4200	5000	10000	75	150	20
800	3200	4000	7300	4800	6000	11000	75	150	20
900	3600	4650	8600	5400	7000	13000	75	150	20
1000	4000	5650	9300	6000	8500	14000	80	160	20
1100	4400	6650	10600	6630	10000	16000	80	160	20
1200	4800	7650	12000	7200	11500	18000	90	180	20
1300	5200	8650	13000	7800	13000	19500	90	180	25
1500	6000	10350	14650	9000	16000	22000	90	180	25
1750	7000	13350	16650	10500	20000	25000	100	200	25
2000	8000	16000	19350	12000	24000	29000	100	200	25

Onde:

Di – diâmetro interno;

F – Folga mínima entre ponta e bolsa (ou luva) Tubos e Conexões de Ferro Fundido.

- Tubos e Conexões de Ferro Fundido

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 96 - Normas Tubos e Conexões de ferro fundido

Norma	Título
EB-43/82	Tubo de ferro fundido centrifugado, de ponta e bolsa, para líquidos sob pressão com junta não elástica (NBR-7661);
EB-137/82	Tubo de ferro fundido centrifugado para líquidos sob pressão com junta elástica (NBR-7662);
EB-303/81	Tubos de ferro fundido dúctil centrifugado para canalizações sob pressão (NBR-7663);
EB-618/87	Tampão circular de ferro fundido (NBR-10160);
EB-1273/81	Junta elástica para tubos e conexões de ferro fundido dúctil (NBR-7674)
EB-1324/87	Conexão de ferro fundido dúctil (NBR-7675);
EB-1325/90	Tubo de ferro fundido dúctil centrifugado com flanges rosqueados ou soldados (NBR-7560);
EB-1326/82	Anéis de borracha para junta elástica e mecânica de tubos e conexões de ferro fundido dúctil e cinzento (NBR-7676);
EB-1327/82	Junta mecânica para conexões de ferro fundido dúctil (NBR-7677);
EB-1451/83	Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil (NBR-3682);
EB-1452/83	Tubo de ferro fundido dúctil centrifugado para pressão de 1 MPa (NBR-8318);
ED-1702/86	Tubo e conexão de ferro fundido para esgoto (NBR-9651);
MB-312/82	Junta elástica de tubos de ferro fundido centrifugado - ensaio de estanqueidade (NBR-7666);
MB-313/82	Anéis de borracha para juntas de tubos de ferro fundido centrifugado - ensaios (NBR-7588);
MB-825/87	Tampão circular de ferro fundido - ensaios mecânicos (NBR-10159);
NB-126/89	Projeto e execução de tubulações de ferro fundido centrifugado, de ponta e bolsa, para condução de água fria, sob pressão;
PB-15/82	Conexão de ferro fundido cinzento (NBR-7669);
PB-77/71	Tubos e conexões de ferro fundido para esgoto e ventilação - formatos e dimensões (NBR-8161);
PB-80/60	Arruelas de borracha para vedação de flanges de tubos de ferro fundido;
PB-263/87	Tampão circular de ferro fundido - dimensões (NBR-10158);
PB-798/80	Tubulação de saneamento para redes de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores - diâmetros nominais (NBR-7960).

Características técnicas

- Tubos

Os tubos de ferro fundido serão do tipo pressão, com junta elástica ou de chumbo, ou do tipo esgoto. Serão centrifugados, de ponta e bolsa, e pintados externamente com tinta anticorrosiva. O revestimento interno é do tipo betuminoso ou cimentado por centrifugação.

- Conexões

As conexões para as canalizações de ferro fundido obedecem, no que lhes for aplicável, às características gerais dos tubos.

- Tubos e Conexões de Ferro Galvanizado

- Tubos

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, especial atenção para o contido nas seguintes:

Tabela 97 - Normas Tubos e Conexões de Ferro Galvanizado

Norma	Título
EB-182/84	Tubos de aço-carbono para rosca Whitworth gás para usos comuns na condução de fluidos (NBR-5580);
EB-331/85	Tubos de aço para usos comuns na condução de fluidos (NBR-5885);
ED-332/85	Tubo de aço-carbono com requisitos de qualidade para condução de fluidos (NBR-5590);
EB-344/90	Produtos de aço ou ferro fundido - revestimento de zinco por imersão aquecida (NBR-6323);
EB-363/82	Tubo de aço com e sem costura, para condução, utilizado em baixa temperatura (NBR-5602);
EB-554/82	Tubo de aço-carbono com costura helicoidal para uso em água, ar e vapor de baixa pressão em instalações industriais (NBR-5622);
EB-1781/87	Tubos de aço ponta e bolsa, para junta elástica (NBR-9914);
EB-1782/87	Anel de vedação de borracha para junta elástica de tubos e conexões de aço ponta e bolsa (NBR-9915);
MB-25-I/90	Produto de aço ou ferro fundido - revestimento de zinco por imersão aquecida - determinação da massa por unidade de área (NBR-7397);
MB-25-II/90	Produto de aço ou ferro fundido - revestimento de zinco por imersão aquecida - verificação da aderência (NBR-7399);
M-25-III/90	Produto de aço ou ferro fundido - revestimento de zinco por imersão aquecida - verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo (NBR-7399);
MB-25-IV/90	- Produto de aço ou ferro fundido - revestimento de zinco por imersão aquecida - verificação da uniformidade do revestimento (NBR-7400);
PB-14/83	- Rosca para tubos onde a vedação é feita pela rosca - designação, dimensões e tolerâncias (NBR-6414);
PB-110182	- Conexão de ferro maleável para tubulações - classe 10 (NBR-6943).

Dentre as normas estrangeiras, há particular atenção para o disposto nas BS-1387-1967 ISO-65-1973, ISO-R-7, ASTM-A-120-SCH-40 e DIN-2440.

Classes

- Classe leve e classe leve II - Classe Leve, conforme BS-1387-1967 e Leve II, conforme ISO-65-1973. Teste hidrostático de 5 Mpa;
- Classe leve e classe leve I - Classe Leve, conforme EB-182/84 (NBR-5580) e Leve I, conforme ISO-65-1973 5 MPa. Teste hidrostático de 5 Mpa;
- Classe média - Conforme EB-182/94 (NBR-5580) . DIN-2440, BS-1307-1967 e ISO-65-1973. Teste hidrostático de 5 Mpa.;
- Classe SCH 40 - Conforme ASTM-A-120-SCH-40. Teste hidrostático de 7 Mpa.

Roscas

As roscas dos tubos, galvanizados serão do tipo cônico, seguindo as especificações da BSP-Whitworth Gás e as normas PB-14/83 (NBR-6414) e ISO-R-7.

Proteção

É do tipo "proteção catódica" por zincagem a quente, de acordo com as normas EB-344/90(NBR-6323), MB-25- I/90(NBR-7397), e MB-25 IV/90(NBR-7400). O peso da camada protetora de zinco não é inferior a 0.05g/cm², valor resultante da divisão do peso total do zinco aplicado pela área total da superfície galvanizada.

Pesos e Espessuras

Tabela 98 - Classe leve I e classe leve II

DIAM. NOMINAL (mm)	ESP. PAREDE (mm)	PESO TEÓRICO (kg/m)
27	2,250	1,452
34	2,650	2,123
42	2,650	2,746
48	3,000	3,520
60	3,000	4,451
76	3,250	6,106
89	3,250	7,180

Tabela 99 - Classe leve e classe leve I

DIAM. NOMINAL (mm)	ESP. PAREDE (mm)	PESO TEÓRICO (kg/m)
21	2,250	1,131
27	2,250	1,452
34	3,000	2,377
42	3,000	3,066
48	3,000	3,520
60	3,250	4,787
76	3,250	6,106
89	3,650	7,995

Tabela 100 - Classe média

DIAM. NOMINAL (mm)	ESP. PAREDE (mm)	PESO TEÓRICO (kg/m)
21	2,650	1,295
27	2,650	1,670
34	3,250	2,470
42	3,250	3,292
48	3,250	3,782
60	3,250	5,319
76	3,650	6,794
89	4,050	8,803

Tabela 101 - Classe SCH 40

DIAM. NOMINAL (mm)	ESP. PAREDE (mm)	PESO TEÓRICO (kg/m)
21	2,650	1,282
27	3,000	1,833
34	3,350	2,633
42	3,650	3,599
48	3,650	4,140
60	4,050	5,764

- Conexões

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 102 - conexões

Norma	Título
P8-14/83	Rosca para tubos onde a vedação é feita pela rosca - designação, dimensões e tolerância (NBR-6414);
PB-110/82	Conexão de ferro maleável para tubulações - classe 10(NBR-6943);
PB-156/85	Conexões de ferro fundido maleável com - rosca ANSI/ASME B1.20.1 para tubulações - classe 2,0 MPa - tipos, formas e dimensões.

Dentre as normas estrangeiras, há particular atenção para o disposto nas ANSI (A.S.A.) ANSI (A.S.A.) B.16.3, DIN- 2950, DIN-2999 e ISO-R-7.

Definição

O ferro maleável preto é uma liga constituída basicamente de ferro, carbono e silício, obtida por fusão, com teor acima de 2% de carbono, apresentando, na solidificação, todo o carbono na forma combinada. A liga, após tratamento térmico adequado, apresenta grafite do tipo modular.

Classes

As conexões de ferro maleável, de acordo com a ABNT, serão de Classe 10, para aplicações até 2,5 MPa, e da Classe 20, para aplicações até 14,0 MPa.

Roscas

As roscas das conexões Classe 10 obedecem ao padrão whitworth, de acordo com a PS-110/82, e as roscas das Conexões Classe 20, ao padrão N.P.T., conforme PB-156185 (NBR-6925). Construtivamente, as roscas serão do tipo rosca integrada.

Proteção

A proteção do FMP da corrosão é do tipo proteção, catódica, por zincagem a quente. O peso da camada protetora de zinco não é inferior a 0,05 g/cm², valor resultante da divisão do peso total do zinco aplicado pela área total da superfície galvanizada.

- Tubos e Conexões de Fibra de Vidro - Definição

Para efeito desta especificação, Tubos e Conexões de Fibra de Vidro são aqueles fabricados com argamassa de resina termoestável reforçada por filamento de fibra de vidro e areia.

Características técnicas

Tabela 103 - Tubos e Conexões de Fibra de Vidro

DIÂM. INTERNO (mm)	DIÂM. EXTERNO DA BOLSA (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	COMPR INTERNO DA BOLSA (mm)	PESO (kg/m)					
				CLASSE					
				10	40	80	100	120	150
100	149	3,6	68,95	3	3	3	3	3	3
150	223	4,3	139,7	7	7	7	7	7	7
200	270	4,3	139,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
250	320	4,3	139,7	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
300	386	4,6	139,7	14,9	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
350	437	4,8	139,7	17,9	17,9	16,4	16,4	14,4	16,4

400	488	5,1	139,7	22,3	21,6	21,6	21,6	19,3	19,3
450	539	5,3	139,7	26	24,6	24,6	24,6	22,3	20,1
500	597	5,3	139,7	29	26,8	26,8	26,8	23,8	23,8
550	635	5,6	139,7	32	29,8	29,8	27,3	26,8	25,3
600	699	6,1	139,7	35,7	32,7	32,7	30,5	29	26
700	803	6,9	139,7	49,2	45,4	45,4	43	42,4	39,3
800	920	7,9	139,7	57,5	56	56	53	51,5	45,4
900	1039	8,9	139,7	78	74,4	72,2	67,5	64	55,8
1000	113	9,9	139,7	98,2	93,8	90,8	85	80,4	71,4
1100	1227	10,5	139,7	122	116	113	105	99,7	83,3
1200	1364	11,5	139,7	142,9	135	126	115	117	104

A classe define a pressão, de serviço em metros de coluna d'água, Comprimento útil de 3 m, para tubos com diâmetro de 100 mm e, de 6 m para os demais.

- Tubos e Conexões de Plástico

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para o disposto nas seguintes:

Tabela 104 - Tubos e Conexões de Plástico

Norma	Título
EB-183/77	Tubos de PVC rígido para adutoras e redes de água NBR-5647;
EB-1300/82	Plásticos - atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio (NBR-7452);
MB-355/64	Tubo de PVC rígido - resistência ao calor (NBR-6476);
MB-519/77	Tubos de PVC rígido - determinação da pressão interna instantânea de ruptura (NBR-5683);
MB-534/77	Tubos de PVC rígido - verificação da estabilidade dimensional (NBR-5687);
MB-1123/77	Plásticos - determinação da densidade pelo método do gradiente de densidade
MB-1378/80	Plásticos rígidos - determinação das propriedades de flexão (NBR-7447);
MB-1561/81	Plásticos - determinação da estabilidade térmica do PVC, polímeros e copolímeros contendo cloretos e seus compostos através do método de descoloração (NBR-7147);
MB-1642/81	Plásticos - determinação da inflamabilidade (NBR-7356);
MB-1660/82	Plástico - determinação da dureza shore (NBR-7456);
MB-1694/82	Plásticos rígidos - determinação da resistência ao impacto IZOD (NBR-8425);
MB-1990/84	Plásticos - determinação da absorção da água (NBR-8514);
MB-2381/85	Plásticos - determinação das propriedades mecânicas à tração (NBR-9622)
MB-2383/85	Plásticos - determinação da dureza por penetração de esfera (NBR-9624);
MB-2421/85	Plásticos - determinação das características à compressão (NBR-9628.);
MB-2422/85	Plásticos rígidos - determinação da dureza tipo Barcol (NBR-9629);
MB-2423/85	Plásticos - determinação da dureza Rockwell (NBR-9630);
MB-2440/86	Plásticos rígidos - determinação da resistência ao impacto Charpy (NBR-9564);
MB-2747/87	Plásticos - determinação da estabilidade dimensional sob calor pelo método de Marten (NBR-10438);
NB-115/64	Execução de tubulações de pressão de PVC rígido com junta soldada, rosqueada, ou com anéis de borracha. (NBR-7372);
NB-125/64	Execução de tubulações de pressão de polietileno de alta massa específica (0,941 a 0,965 g/cm³) e de polietileno de baixa massa específica (0,910 a 0,925 g/cm³) com as respectivas juntas;
TB-162/85	Plásticos (NBR-9633).

Características técnicas

São de cloreto de polivinila (PVC), rígido, do tipo pesado. Os tubos serão testados com a pressão mínima de 5 Mpa.

Para instalações prediais de água fria, os tubos de PVC serão da série A, conforme EB-133/77 (NBR-5647), e tem as seguintes espessuras e pesos:

Tabela 105 - Tubos e Conexões PVC água fria

REFERÊNCIA Pol.	TABELA I				TABELA II		
	TUBOS COM JUNTAS SOLDÁVEIS				TUBOS COM JUNTAS ROSQUEÁVEIS		
	Diâm. Ext. Esp. Mín. Parede (mm) Médio (mm)	Esp. Mín. Parede (e) (mm)	Peso médio aprox. (kg/m)		Diâm. Ext. Médio (mm)	Esp. Mín. Parede (e) (mm)	Peso médio aprox. (kg/m)
3/8	16	1,5	0,11		16,7	2	0,14
1/2	20	1,5	0,13		21,2	2,5	0,22
3/4	25	1,7	0,118		26,4	2,6	0,28
1	32	2,1	0,3		33,2	3,2	0,45
1 1/4	40	2,4	0,43		42,2	3,6	0,65
1 1/2	50	3	0,66		47,8	4	0,82
2	60	3,5	0,92		59,6	4,6	1,17
2 1/2	75	4,2	1,37		75,1	5,5	1,75
3	85	4,7	1,76		87,9	6,2	2,3
4	100	6,1	2,95		113,5	7,6	3,7

Pressão de serviço: 0,75 Mpa.

Para instalações prediais de esgoto primário, os tubos de PVC têm as seguintes espessuras e pesos:

Tabela 106 - Tubos e Conexões de PVC esgoto

Diâmetro (mm)	TUBOS COM BOLSA E VIROLA EM UMADAS PONTAS			TUBOS COM PONTAS LISAS		
	Comprimento(m)	Espessura(mm)	Peso(kg/m)	Comprimento(m)	Espessura(mm)	Peso(kg/m)
50	1,06	1,6	0,41	6	1,6	0,39
	2,06	1,6	0,8	-	-	-
	3,06	1,6	1,19	-	-	-
75	1,06	1,7	0,61	6	1,7	0,59
	2,06	1,7	1,22	-	-	-
	3,06	1,7	1,81	-	-	-
100	1,06	1,8	0,87	6	1,8	0,82
	2,06	1,8	1,69	-	-	-
	3,06	1,8	1510	-	-	-

Para instalações prediais de esgotos secundários, os tubos de PVC têm as seguintes espessuras e pesos:

Tabela 107 - Tubos e Conexões de PVC esgoto

TUBOS COM PONTA E BOLSA			TUBOS COM PONTAS LISAS		
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Espessura (mm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Espessura (mm)
40	3	1,2	40	6	1,2

As conexões de plástico para canalizações obedecem, naquilo que lhes for aplicável, às características gerais dos tubos. Serão fabricados pelo sistema de solda ou pelo de injeção, em se tratando de bitolas até 50 mm.

- Válvulas e Registros
 - Válvulas de Boia

São do tipo reforçado, com flutuador de chapa de cobre, latão repuxado, ou poliestireno expandido – "balão inteiro", "balão oval", "meio balão", "balão chato" - válvula de vedação e baste de metal fundido. Serão utilizadas válvulas de boia tipo flutuador de plástico.

- Registro de Gaveta e de Pressão

São especificados para cada caso particular, considerada a pressão de serviço.

- Válvula Globo

São de metal fundido ou forjado ou de ferro fundido.

- Válvula de Retenção

As válvulas de retenção com rosca serão inteiramente de bronze ou ferro fundido, com vedação de metal contra metal, do tipo vertical ou horizontal. As válvulas com flange são de ferro, com vedação de borracha ou bronze.

- Válvula de Descarga

São com corpo de bronze ou latão fundido, com ou sem registro acoplado. As canoplas podem ter o acabamento cromado, latonado ou pintado, conforme especificação.

- Vedantes e Similares - Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por vedantes e similares os produtos em forma de fitas, fibras ou pastas, destinados a garantir a estanqueidade dos circuitos hidráulicos.

5.2.3 Instalações de transporte vertical

- Elevadores e Monta- Cargas - Definição

Para efeito desta especificação, são considerados equipamentos de transporte vertical os elevadores, monta- cargas e as escadas rolantes. Todos com acionamento elétrico, de acordo com as normas da ABTN pertinentes ao assunto, em especial as relacionadas a seguir:

Tabela 108 - Normas elevadores

Norma	Título
NB-30/84	Projeto, fabricação e instalação de elevadores (NBR-7192);
PB-1448/8	Elevadores elétricos - dispositivo de operação e sinalização (NBR10982);
TB-6/77	Elevadores elétricos (NBR-5666).

- Elevadores de Passageiros

Os elevadores serão fornecidos completos, incluindo todos os elementos e acessórios exigidos NB-30/84 (NBR- 7192) e PB-1448/89 (NBR-10982).

O acionamento dos elevadores é por corrente alternada com duas velocidades, por corrente alternada com controle eletrônico de velocidade, ou por corrente contínua.

As máquinas e equipamentos tem fator de potência = 0,92

Os elevadores possuem corrido automático e coletivo seletivo na subida e na descida, exceto quando especificado de modo diverso.

Os quadros de comandos são eletrônicos e com tecnologia atual, de última geração existente no mercado.

O nivelamento das cabinas em relação aos diversos pavimentos é automático e não deve exceder às seguintes tolerâncias com carga total:

- Corrente alternada com 2 velocidades: 25 mm;
- Corrente alternada com controle eletrônico de velocidade: 10 mm;
- Corrente contínua: 10 mm.

As portas de pavimento e de cabina serão do tipo corrediça horizontal, com abertura central ou lateral, conforme definido no projeto, limitando-se o uso de portas de eixo vertical a casos específicos.

A porta de cabina é acionada por um operador elétrico, sendo que tanto a abertura quanto o fechamento são automáticos.

A porta de pavimento é fechada simultaneamente com a da cabina, através de um engate mecânico.

Os dispositivos de operação e sinalização instalados nos elevadores devem atender à padronização da ABNT. serão exigidos, no mínimo, os seguintes dispositivos:

- Botoeira de cabina com 5 sinalizações luminosas, contendo botões de paradas, botão de alarme, botões para abertura e fechamento manual da porta e chave geral do painel;
- Botoeira de pavimento em cada parada, com botões de chamada e sinalização luminosa;
- Indicador luminoso e sonoro de aproximação (gongo) em cada parada;
- Indicador de posição na cabina e em todos os pavimentos;
- Intercomunicação de emergência (interfone ou telefone) entre a cabina, casa de máquinas e portaria;
- Iluminação de emergência da cabina.

A instalação de transporte vertical é dotada de sistema de emergência que possibilite o tráfego automático do carro ao pavimento térreo, sem paradas, só permitindo nova operação através de comando manual exclusivo (chave bombeiro).

- **Monta-Cargas**

Os monta-cargas devem obedecer às exigências da NB-30/84 (NBR-7192). São utilizadas portas do tipo corrediça vertical (guilhotina). o comando é automático através de botoeiras externas em cada pavimento, onde devem existir botões que permitam chamar e enviar a cabina para o andar desejado. Em cada pavimento deve ser instalado um sinalizador luminoso e sonoro para avisar a chegada da cabina, ficando ela bloqueada até que a porta seja aberta. O bloqueio é temporizado, para evitar que a cabina fique retida indeterminadamente. A cabina é suspensa por no mínimo 2 cabos de aço, mantido o coeficiente de segurança previsto na norma para cada cabo.

A instalação de transporte vertical é dotada de sistema de emergência que possibilite o tráfego automático do carro ao pavimento térreo, sem paradas, só permitindo nova operação através de comando manual exclusivo (clave bombeiro).

6 Instalações elétricas

6.1 Instalações prediais

As instalações são executadas de acordo com os respectivos projetos e normas da ABNT e por profissionais devidamente habilitados.

As instalações são executadas com acabamento perfeito, isentas de quaisquer defeitos que possam influir no seu funcionamento. As tubulações, aparelhos e equipamentos aparentes são bem fixados e protegidos contra acidentes e ações de pessoas não habilitadas e estranhas ao ambiente.

Instalações elétricas prediais

Os serviços a serem executados devem atender aos projetos específicos.

A execução é esmerada, de bom acabamento, e de acordo com as normas da Companhia Concessionária local, além de obedecer às recomendações e prescrições das firmas fornecedoras dos materiais e equipamentos especializados.

Todos os condutores eletrodutos e equipamentos são cuidadosamente instalados e firmemente ligados à estrutura de suporte e aos respectivos pertences, formando um conjunto mecânico e eletricamente satisfatório, e de boa aparência.

Todos os equipamentos são fixados firmemente ao local em que são instalados, provendo-se meios de fixação ou suspensão condizentes com a natureza do suporte e com o peso e as dimensões dos equipamentos considerados.

A entrada, quando em baixa tensão, é normalmente aérea.

A medição é feita de acordo com as normas da concessionária local. Os dispositivos são à prova de tempo, com espaço para abrigar o medidor, com visor e dispositivo para lacre, e também espaço para as bases-fusíveis do tipo Diazed e chaves gerais.

Na distribuição de energia, é adotado o seguinte critério: distribuição monofásica em 220 V sem neutro, para os circuitos de lâmpadas fluorescentes e iluminação em vapor de mercúrio.

Os eletrodutos são aparentes ou embutidos em lajes e alvenaria, conforme indicação em projeto.

As chaves de proteção dos circuitos são do tipo disjuntor unipolares para os circuitos em 220 V e bipolares (conjugados) para os circuitos de 380V.

Os eletrodutos rígidos são inclinados na direção da drenagem, com declividade mínima de 10 cm em 10 m. Durante a montagem, todas as extremidades de eletrodutos devem estar obturadas.

Após a instalação, os eletrodutos são limpos e desobstruídos. Completados os cursos de eletrodutos, suas extremidades são fechadas com tampões ou plugues que só são retirados para inspeção, ou testes, antes da instalação dos condutores.

São rejeitados todos os eletrodutos que se apresentem fendilhados ou com redução de seção.

As ligações dos eletrodutos metálicos a caixas ou quadros são executadas por meio de buchas ou arruelas, bem como de modo a estabelecer continuidade do sistema elétrico.

Os eletrodutos são etiquetados em todos os terminais, caixas de ligação ou de passagem, por meio de rótulos permanentes, não-ferrosos. As amostras, dos rótulos, marcas e dos modos de fixação, são apresentadas para aprovação da Fiscalização.

Todas as deflexões dos eletrodutos são executadas com conduítes, ou caixas apropriadas, e as extremidades dos eletrodutos, quando não rosqueadas diretamente em caixas ou conexões, são providas de buchas rosqueadas.

Caixas e conduletes são montados de acordo com as normas, obedecendo-se ainda às instruções dos fabricantes.

Qualquer furo no concreto, necessário para passagem da tubulação, só é executado após autorização da Fiscalização.

Os eletrodutos embutidos a serem empregados são pretos e rígidos do tipo pesado. Quando embutidos em concreto, são colocados sobre a ferragem positiva e bem amarrados, de modo a evitar seu deslocamento e deformação na concretagem.

As caixas e bocas dos eletrodutos são fechadas com peças apropriadas, para impedir a entrada de argamassa ou nata de cimento durante a concretagem.

A colocação de eletrodutos embutidos, em peças estruturais de concreto, é feita de modo que não fiquem sujeitos a esforços. Nas juntas de dilatação, o eletroduto é seccionado, garantindo-se sua continuidade elétrica e estanquidade.

Estão referidos como cabo para fins desta especificação, os botões interruptores, caixas de passagem, caixas de junção, caixas de tomada, painéis de distribuição, painéis de iluminação e outros invólucros completos ou parciais, não mencionados nominalmente de outro modo nestas especificações. Quando se tornar necessário remover o conteúdo das caixas, para sua instalação apropriada, ou quando elas forem separadas de seus respectivos conteúdos, estes são recolocados e instalados em seus invólucros, antes que a instalação seja considerada completa.

As caixas embutidas na estrutura são fixadas firmemente às normas e ancoradas no concreto. São firmemente colocadas antes da concretagem. São removidas e reajustadas todas as caixas não apropriadamente instaladas ou sempre que exigido pela Fiscalização.

As caixas são localizadas de modo que a tampa e as aberturas sejam facilmente acessíveis.

São instalados, ligados e testados, todos os fios e cabos isolados, necessários para o sistema de energia, controle e iluminação, incluindo conectores, juntas e materiais para emendas, garras e calços, etiquetas de intensificação e outros materiais necessários para se efetuar uma instalação completa, pronta para operação.

A instalação de cabos e fios nas caixas de passagens e nos eletrodutos só deve ser executada depois de concluídos todos os serviços de acabamento e impermeabilização.

- Condutores

O isolamento dos condutores deve trazer a marca do fabricante, e cada condutor tem isolamento colorido, de acordo com o que prevê a NBR 5410/2004 nos tópicos a seguir:

- Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-clara na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.

NOTA - A veia com isolamento azul-clara de um cabo multipolar pode ser usada para outras funções, que não a de condutor neutro, se o circuito não possuir condutor neutro ou se o cabo possuir um condutor periférico utilizado como neutro.

- Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de proteção (PE) deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a dupla coloração verde-amarela ou a cor verde (cores exclusivas da função de proteção), na isolamento do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.
- Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor PEN deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-claro, com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis, na isolamento do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar.
- Qualquer condutor isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função. Em caso de identificação por cor, poder ser usada qualquer cor, observadas as restrições estabelecidas anteriormente.

NOTA - Por razões de segurança, não deve ser usada a cor de isolamento exclusivamente amarela onde existir o risco de confusão com a dupla coloração verde-amarela, cores exclusivas do condutor de proteção.

6.1.1 Instalações elétricas

Luminárias – aparelhos

Características técnicas

As luminárias, incandescentes ou fluorescentes, são construídas de forma a apresentar resistência adequada e dimensões tais que propiciem espaço suficiente para as ligações elétricas. Independente do aspecto estético desejado, são observadas as seguintes recomendações:

- Todas as partes de aço são protegidas contra corrosão, mediante pintura de acabamento;
- A base de epóxi por processo eletrostático e recozimento em estufa, zincagem ou outro, processo equivalente, tratamento de decapagem, fosfatizado;
- As seções de vidro das luminárias são montadas de forma a oferecer segurança, com espessura adequada e arestas expostas lapidadas, de forma a evitar cortes quando manipuladas;
- As luminárias destinadas a ficar embutidas são construídas com material incombustível e não danificável sob condições normais de serviço. Seu invólucro deve abrigar todos os condutores de corrente, condutos, porta-lâmpadas e lâmpadas;
- As luminárias destinadas a funcionar expostas ao tempo ou em locais úmidos devem ser construídas de forma a impedir penetração de umidade em eletrodutos, porta-lâmpadas e demais partes elétricas. É vedado o emprego de materiais absorventes nesses aparelhos;

- A fiação das luminárias deve ter isolamento termoplástico para temperaturas até 105°C. Com a luminária instalada, a fiação não é visível;
- As luminárias são providas de sistema que permita fácil substituição das lâmpadas sem o uso de ferramentas. O reator de cada luminária deve poder ser acessado sem a remoção da luminária;
- Toda luminária apresenta, marcadas em local visível, as seguintes informações:
- Nome do fabricante ou marca registrada;
- Modelo da luminária;
- Potência máxima dos dispositivos que nela são instalados (lâmpadas, reatores, etc.)
- Em caso de substituição do produto especificado, cabe ao construtor a apresentação da seguinte documentação técnica:
- Curva de distribuição luminosa nos planos transversal e longitudinal da luminária;
- Curva zonal;
- Tabela dos fatores de utilização.

Luminárias– lâmpadas

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, deve haver especial atenção para as seguintes:

Tabela 109 - Normas lâmpadas

Norma	Título
EB– 8/80	Lâmpadas com filamento de tungstênio para iluminação geral (NBR– 5121);
EB– 244/76	Lâmpadas fluorescentes para iluminação geral (NBR– 5115);
MB– 370/84	Lâmpadas incandescentes com filamento de tungstênio– ensaios (NBR– 5387);
MB 449/78	Lâmpadas fluorescentes para iluminação geral (NBR– 5160).

• Lâmpadas Incandescentes

Os bulbos são isentos de impurezas, manchas ou defeitos que prejudiquem os seus desempenhos. As lâmpadas apresentam, pelo menos, as seguintes marcações legíveis no bulbo ou na base:

- Tensão nominal (V);
- Potência nominal (W);
- Nome do fabricante ou marca registrada

As lâmpadas têm tempo de vida nominal de 1.000 horas Lâmpadas Fluorescentes.

Os bulbos são isentos de impurezas, manchas ou defeitos que prejudiquem os seus desempenhos.

As bases não rodam em relação ao bulbo, quando submetidas aos momentos de torção, estabelecidos na MB– 449/78 e na MB– 5160.

O deslocamento angular máximo, entre os planos que passam pelos pinos da base, é de 6 graus. As lâmpadas apresentam, no mínimo, as seguintes marcações legíveis no bulbo ou na base:

- Potência nominal (W);
- Designação da cor;
- Nome do fabricante ou marca registrada.

- Lâmpadas Especiais

Os bulbos são isentos de impurezas, manchas ou defeitos que prejudiquem seu funcionamento.

A SANEAGO admite lâmpadas especiais, como as relacionadas, desde que definidas em projeto ou pela Fiscalização:

- lâmpadas luz mista;
- lâmpadas minifluorescentes;
- lâmpadas vapor de mercúrio;
- lâmpadas vapor de sódio;
- lâmpadas vapor metálico;
- lâmpadas halógenas.

- Luminárias– Reatores

Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto há especial atenção às seguintes:

Tabela 110 - Normas reatores

Norma	Título
ES– 187/95	Reatores para lâmpadas fluorescentes tubulares (NBR– 5114);
ES– 805/80	Reatores para lâmpadas a vapor de mercúrio a alta pressão (NBR– 5125);
MB– 1033/80	Reatores para lâmpadas a vapor de mercúrio a alta pressão–ensaios (NBR– 5170);
MB– 1105/85	Reatores para lâmpadas fluorescentes– ensaios (NBR– 5172).

Características Técnicas

Todo reator é provido de invólucro incombustível e resistente a umidade. O invólucro do reator é protegido interna e externamente contra a oxidação, por meio de pintura, esmaltação, zincagem ou processo equivalente.

O núcleo do reator é laminado em aço silício de reduzida perda magnética. As bobinas são enroladas com fio de cobre, esmaltado, classe térmica 130° C.

As características de funcionamento, tais como tensão de saída, condições de aquecimento, fator de potência e outros, são as estabelecidas nas normas brasileiras.

Todo reator deve apresentar uma identificação durável, na qual devem constar as seguintes informações:

- Nome ou marca do fabricante;
- Tensão nominal;
- Corrente nominal de alimentação;
- Tipo de lâmpada a que se destina;
- Potência nominal das lâmpadas;
- Frequência nominal;
- Esquema de ligações;
- Fator de potência;
- Máxima temperatura de operação do enrolamento do reator;
- Máxima elevação de temperatura;

O isolamento dos condutores terminais é de, no mínimo, 600 V.

A SANEAGO apenas admite, em suas instalações de lâmpadas fluorescentes, reatores de partida rápida (PR) e de alto fator de potência (AFP).

- Luminárias– acessórios diversos

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, é dada especial atenção às relacionadas abaixo:

Tabela 111 - Normas acessórios

Norma	Título
CB– 85/31	Bases e receptáculos de lâmpadas (NBR– 8346);
FB– 1163/66	Receptáculo para lâmpadas fluorescentes e starters (NBR– 9312);
MB– 2429/86	Receptáculo para lâmpadas fluorescentes e starters–ensaiosNBR– 3

Definição

Para efeito desta especificação, entende– se por acessórios diversos os receptáculos, soquetes e outros, da espécie, que complementam e integram as luminárias.

Características técnicas

Os receptáculos para lâmpadas incandescentes são especificados para cada caso, cumprindo definir:

- Potência e tensão, no mínimo 300 W e 250 V;
- Material: porcelana, plástico, etc.;
- Tipo de rosca;
- Tipo normal ou pesado;
- Contato lateral ou não;
- Tipo plafonier.

Os receptáculos para lâmpadas fluorescentes também são especificados para cada caso e apresentam, no mínimo, as seguintes características:

- Proteção contra vibração (antivibratórios);
- Proteção contra queda da lâmpada;
- Molas de aço inoxidável para garantia de contato elétrico.

Os acessórios diversos satisfazem as normas da ABNT atinentes ao assunto e são objeto de especificação discriminada, no projeto de instalação elétrica.

Tomadas

Normas

As tomadas satisfazem a todas as normas da ABNT, atinentes ao assunto, particularmente às seguintes:

Tabela 112 - Normas tomadas e plugues

Norma	Título
EB– 1112/20	Plugues e tomadas para uso doméstico (NBR– 6147)
EB– 1312/82	Plugues e tomadas de uso industrial (NBR– 7845);
MB– 1455/80	Plugues e tomadas de uso doméstico–ensaio de resistência à corrosão (NBR– 6256);
MB– 1740/82	Plugues e tomadas de uso industrial–resistência à corrosão (NBR– 7858);
PB– 930/92	Plugues e tomadas de uso doméstico.

Características técnicas

- Tomadas– uso geral (tipo 2 pólos + terra e universal).

As tomadas de piso e parede para luz e força são, normalmente, do tipo pegado, com contatos em liga de cobre, 10 A/ 250 V, no mínimo.

Para segurança contra choques elétricos, os contatos ficam distantes, cerca de 8 mm da placa. Deve haver conexão perfeita da tomada com qualquer tipo de plugue, de pino chato ou redondo.

Os bornes devem permitir ligação rápida e segura de condutores de seção 2,5 mm², cada.

Os corpos das tomadas são de material autoextinguível para garantia de isolamento elétrico total.

- Tomadas especiais

As tomadas destinadas às instalações especiais são do tipo polarizadas (tripolares ou tetrapolares). São instaladas desde que definidas em projeto ou pela Fiscalização.

As tomadas e plugues blindados são à prova de tempo, gases, vapores ou explosão, montados em caixa de liga de alumínio com tampa– mola ou tampa com rosca, definidas em projeto, especificação ou pela Fiscalização.

Campainhas e cigarras

- Campainhas

São dos tipos seguintes:

- de timbre, de embutir, 50/60 Hz;
- de timbre, de sobrepor;
- musicais 50/60 Hz;
- musicais com termistor para proteção;
- de alta potência.

As campainhas de timbre, de embutir, adaptam– se em caixas de 50 x 100 mm.

As campainhas de alta potência, para uso em alarme sonoro, apresentam as seguintes características:

- Base e suporte em termoplástico reforçado, preto;
- Sino em aço, com pintura em esmalte anticorrosão;
- Tempo de funcionamento de 200 horas, com pulsador travado, em condições normais;
- Potência acústica a 2,00 m, de 100 a 104 dB;
- Timbres, de 150 a 250 mm (diâmetro).

- Cigarras

São do tipo de embutir ou de sobrepor.

Caixas

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção para as seguintes:

Tabela 113 - Normas caixas de derivação

Norma	Título
EB– 1162/86	Caixas de derivação para uso em instalações elétricas domésticas e análogas (NBR– 6235);
MB– 1307/96	Caixas de derivação para uso em instalações elétricas domésticas e análogas– ensaios (NBR– 6720);
PB– 23/86	Caixas de derivação para uso em instalações elétricas domésticas e análogas dimensões (NBR– 5431).

Caixas de derivação

- Metálicas

As caixas de derivações metálicas são, conforme o fim a que se destinem, de chapa de aço esmaltado, galvanizado, ou pintado com tinta de base metálica ou de ligas de alumínio.

As caixas de derivação têm vinténs ou olhais para assegurar a fixação de eletrodutos. É permitida a abertura dos vinténs ou olhais que se tornem necessários.

As caixas de derivação de aço esmaltado mais usualmente empregadas são de chapa de aço n.º 16 (BWG) ou n.º 15 (MSG), com as características constantes da tabela a seguir:

Tabela 114 -Dimensões caixas de derivação

Tipo	Dimensões (mm)	Dimensões (“)	Orelhas	Olhais (mm)
Quadrada	101 x 101 x 48	4 x 4 x 1 7/8	4	15 e 20
	127 x 127 x 54	5 x 5 x 2 1/8	4	15 e 20
Retangular	101 x 51 x 48	4 x 2 x 1 7/8	2	15 e 20
Octogonal	176 x 76 x 44	3 x 3 x 1 ¾	2	15 e 20

As caixas de derivação de aço galvanizado, mais usualmente empregadas ,são de chapa de aço n.º 14 (BWG) ou n.º 13 (MSG), octogonais de fundo móvel, de 101 x 101 x 51 mm (4" x 4" x 2"), com 4 orelhas internas e 2 externas e olhais de 15 e 20 mm.

As caixas são de embutir ou, para instalações aparentes, de sobrepor.

As caixas de piso para tomadas de energia, telefonia, alarme ou lógica são constituídas de liga de alumínio com elevada resistência ou ferro galvanizado, com tampas e espelhos em latão deslizante. As caixas são dotadas de entradas rosqueadas para fixação de eletrodutos. No caso de caixas duplas ou triplas (pontos de energia e telefonia) os compartimentos são divididos por septos do mesmo tipo de material das caixas.

A SANEAGO admite também caixas de aço com galvanização eletrolítica para as tomadas de piso, quando a distribuição da rede for feita por meio de duto ou canaleta metálica.

Em plataforma de atendimento, são instalados terminais do tipo pedestal para telefonia (key–system) e sistema on line, de forma a facilitar ampliações, remanejamentos e manutenções. São fundidos em alumínio, resistentes a impactos e pintados com tinta eletrostática.

- Plásticas

São conforme o fim a que se destinem de: PVC rígido, baquelite, polipropileno, polietileno.

As caixas têm vinténs ou olhais para assegurar a fixação de eletrodutos. São feitas as aberturas dos vinténs ou olhais que se tornem necessários.

De preferência, as caixas plásticas de derivação são dotadas de rosca metálica injetada, fabricada em aço zincado, do tipo "rosca– firme".

Caixas de passagem

- Com Porta

São de chapa de aço nº 14 (BWG) com pintura antioxidante. tem molduras e portas ajustáveis para perfeito acabamento e são providas de trinco e/ou fechadura que garantam segurança e dobradiças dimensionadas para a peso da porta.

- Com Tampa

As caixas de passagem com tampa aparafusada são de chapa de aço nº 16 (BWG), submetidas a tratamento antioxidante.

- Para Telefones

São de chapa de aço com espessura mínima nº 16 (BWG), com fundo de adeira de lei, com pelo menos 25 mm espessura. A chapa tem tratamento antioxidante e a madeira do fundo é preparada para receber pintura.

As tampas são dotadas de trinco e dispositivo para cadeado, ou de fechadura com chave. Os rasgos para ventilação têm tela pelo lado interno para impedir entrada de insetos.

As caixas de passagem para telefones são previamente aprovadas pela empresa concessionária local.

Condutos e acessórios

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, há particular atenção com respeito ao preconizado nas seguintes:

Tabela 115 -Normas condutos e acessórios

Norma	Título
EB– 154/61	Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais (NBR– 6689);
ED– 341/84	Eletroduto rígido de aço– carbono, com revestimento protetor, com rosca ANSI/ASME B.1.20.1 (NBR– 5597);
EB– 342/86	Eletroduto rígido de aço– carbono, com revestimento protetor, com rosca PB– 14 (NBR– 5598);
EB– 568/87	Eletroduto rígido de aço– carbono, com costura, com revestimento protetor e com rosca MB– 1900 (NBR– 5624);
EB– 744/75	Eletroduto de PVC rígido (NBR– 6150);
NB– 3/90	Instalações elétricas de baixa tensão (NBR– 5410);
PB– 14/83	Rosca para tubos onde a vedação é feita pela rosca– designação, dimensões e tolerâncias (NBR– 6414);
PB– 897/81	Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca– designação, dimensões e tolerâncias (NBR– 8133).

- Condutos Metálicos

Os condutos a serem utilizadas são uniformes, lisos, com superfície interna isenta de arestas cortantes ou rebarbas que possam danificar sua capa protetora. São rígidos ou flexíveis. Os condutos metálicos rígidos são esmaltados ou galvanizados. Os eletrodutos rígidos metálicos são classificados em extras, pesados ou leves. Os eletrodutos rígidos de aço– carbono, da classe extra e pesada, são fornecidos com ou sem costura, aptos a receber rosca ANSI/ASME B.1.20.1. São curvados e devem obedecer às condições das tabelas da EB– 341/84 (NBR– 5597), a seguir:

Tabela 116 - Condutores metálicos

Tamanho Nominal	Diâmetro Externo	Série Extra		Série Pesada	
		Espessura de Parede (mm)	Massa Teórica(A)(Kg/m)	Espessura de Parede (mm)	Massa Teórica(A)(Kg/m)
10	17,1	2,25	0,81	2	0,72
15	21,3	2,65	1,22	2,25	0,96
20	26,7	2,65	1,57	2,25	1,31
25	33,4	3	2,25	2,65	1,67
32	42,2	3,35	3,21	3	2,85
40	48,3	3,35	3,71	3	2,85
50	60,3	3,75	5,22	3,35	4,66
65	73	4,5	7,6	3,75	6,26
80	88,9	4,75	9,86	3,75	7,71
90	101,6	5	11,91	4,25	9,04
100	114,3	5,3	14,25	4,25	11,34
125	141,3	6	20,02	5	16,61
150	168,3	6,3	25,17	5,3	21,04

Tabela 117 - Variações condutos metálicos

Tamanho Nominal	Variações admitidas	
	Para mais	Para menos
10 a 50	0,38 mm	0,38 mm
65 a 100	0,64 mm	0,64 mm
125 a 150	1%	1%

Os eletrodutos rígidos de aço– carbono, do tipo leve, são fabricados de tubos com costura, aptos a receber rosca– conforme PB– 897191 (NBR– 6133). São curvados, obedecendo às condições da tabela da (EB– 568/8) e (NBR– 5624), a seguir:

Tabela 113 - eletrodutos curvados

Tamanho Nominal	Diâmetro Externo (mm)		Espessura de parede (mm)	Massa Teórica (kg/m)	Rosca conforme (PR– 997181)
	Mínima	Máximo			
10	16,3	16,5	1,5	0,56	G 3/8"
15	20	20,4	1,5	0,71	G 1/2"
20	25,2	25,6	1,5	0,9	G 3/4"
25	31,5	31,9	1,5	1,15	G 1"
32	40,5	41	2	1,99	G 1 1/4"
40	46,6	47,1	2,25	2,56	G 1 1/4"
50	58,4	59	2,25	3,24	G 2"
65	74,1	74,9	2,65	4,85	G 2 1/2"
80	86,8	87,6	2,65	5,7	G 3"
90	99	100	2,65	6,42	G 3 1/2"
100	111,6	112,7	2,65	7,44	G 4"

Os eletrodutos metálicos do tipo leve são utilizados em locais comprovadamente não sujeitos a choques de origem mecânica ou química (tração, compressão, torção e corrosão).

Os eletrodutos metálicos rígidos, de 15 a 20 mm, suporta curvatura de raio igual a 6 vezes o diâmetro interno, sem aberturas de costura, dobras e achatamentos que reduzam sua seção interna.

Os eletrodutos são fornecidos com 3.000mm +/- 20 mm de comprimento, e as espessuras de parede admitem variações para menos de 12,5%.

Em instalações aparentes ou embutidas que demandem segurança, alta responsabilidade e que sejam à prova de explosão, são utilizados eletrodutos metálicos– classe pesada.

Apresentam roscas isentas de imperfeição, sem rebarbas e com a superfície interna sem arestas e retilínea.

Os condutos flexíveis metálicos, são constituídos por uma fita metálica de formato helicoidal, indeformável, formando um conjunto contínuo, sem emendas. São utilizados em ligações de equipamentos que possam estar sujeitos a vibrações, ou em outras finalidades indicadas no rojeto. Não são embutidos.

A taxa máxima de ocupação é a soma das áreas totais dos condutores contidos num eletroduto, não são superiores a 40 % de sua área útil, o menor diâmetro externo permitido para condutos metálicos ou plásticos é de 16 mm.

- **Condutos Plásticos**

São de cloreto de polivinila (PVC) rígido, sendo que os eletrodutos são classificados como do tipo pesado (com roscas e luvas) e do tipo leve (pontas lisas e com buchas para encaixe sem cola). São empregados somente em locais isentos de esforços mecânicos.

Os eletrodutos de PVC rígido seguem as condições impostas pela tabela da EB– 744/75 (NBR– 6150), a seguir:

Tabela 119 - Eletroduto rosqueável pesado

Tipo Rosqueável-Tipo Pesado			CLASSE “A”			CLASSE “B”		
Diâmetro nominal (mm)	Ref. rosca	De Diâm ext. de (mm)	Afast. +/- Ø (mm)	Afast. na esp. Da parede+Ø (mm)	Esp. parede (mm)	da Massa aprox. ep/metro (kg/m)	Esp. da parede (mm)	da Massa aprox. ep/ metro m (kg/m)
16	3/8	16,7	0,3	0,4	2	0,14	1,8	0,12
20	1/2	21,1	+/- 0,3	0,4	2,5	0,22	1,8	0,15
25	3/4	26,2	+/- 0,3	0,4	2,6	0,28	2,3	0,24
32	1	33,2	+/- 0,3	0,4	3,2	0,45	2,7	0,4
40	1 1/4	42,2	+/- 0,3	0,5	3,6	0,65	2,9	0,54
50	1 1/2	47,8	+/- 0,4	0,5	4	0,82	3	0,66
60	2	59,4	+/- 0,4	0,5	4,6	1,17	3,1	0,86
75	2 1/2	75,1	+/- 0,4	0,5	5,5	1,75	3,8	1,2
85	3	88	+/- 0,4	0,6	6,2	2,3	4	1,5

Tabela 120 - Eletroduto rosqueável leve

Tipo Soldável- Tipo Leve				CLASSE "A"		CLASSE "B"	
Diâmetro nominal (mm)	Diâm ext.de (mm)	Afast. +/- Ø (mm)	Afast. na esp. da Parede + Ø - o (mm)	Esp.da parede (mm)	Massaaprox. p/ metro (kg/m)	Esp.Da parede	Massa aprox. p/ metro (kg/m)
16	16.0	+/- 0,3	0,4	1,5	0,11	1	0,07
20	20	+/- 0,3	0,4	1,5	0,13	1	0,09
25	25	+/- 0,3	0,4	1,7	0,19	1	0,11
32	32	+/- 0,3	0,4	2,1	0,3	1	0,14
40	40	+/- 0,4	0,5	2,4	0,43	1	0,18
50	50	+/- 0,4	0,5	3	0,66	1,1	0,25
60	60	+/- 0,4	0,5	3,3	0,87	1,3	0,35
75	75	+/- 0,4	0,5	4,2	1,37	1,5	0,5
85	85	+/- 0,4	0,6	4,7	1,76	1,8	0,67

Apresentam superfícies externa e interna isentas de irregularidades, saliências reentrâncias, e não têm bolhas ou vazios.

Devem trazer marcados de forma bem visível e indelével a marca do fabricante, o diâmetro nominal ou referência de rosca, a classe e os dizeres: "eletroduto de PVC rígido",

Em instalações subterrâneas de baixa tensão é utilizado eletroduto rígido de PVC enterrado no solo, devidamente envelopado em concreto.

- Condutos de Fibrocimento

Os eletrodutos e acessórios de fibrocimento obedecem aos seguintes requisitos:

- Inalterabilidade sob a ação de calor ou umidade, sem sofrer deformações no decorrer do tempo;
- Insensibilidade aos danos causados por curto- circuito, não aderindo aos cabos;
- Imunidade à ação destruidora de correntes parasitas e de agentes agressivos do solo;
- Capacidade de suportar as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviço;
- Incombustibilidade;
- Impermeabilidade;
- Estanquidade nas juntas.

Os eletrodutos de fibrocimento são fabricados com juntas elásticas e com juntas rígidas. As juntas elásticas, do tipo ponta- bolsa com anel de borracha, possuem perfeita estanquidade e dispensam os envoltórios de concreto, podem os eletrodutos ser assentados no terreno sem proteção especial. A rigidez dos eletrodutos e a elasticidade das juntas permitem a instalação de trechos perfeitamente retilíneos, o que facilita a enfição dos cabos. As juntas rígidas, do tipo pontas- cônicas e luvas de PVC, têm luvas adaptadas à conicidade das extremidades dos tubos, permitindo uma ligação firme entre dois eletrodutos consecutivos ou entre um eletroduto e uma conexão. As juntas rígidas são estanques, motivo pelo qual o envoltório de concreto é dispensável em tubulações subterrâneas. O emprego de luvas de PVC possibilita uma canalização com diâmetro externo constante, o que torna viável o assentamento de vários dutos subterrâneos justapostos, ocupando o menor espaço possível.

- Calhas ou Dutos

Entende- se por calhas ou dutos as estruturas, metálicas ou não, com ou sem tampa, destinadas a conter em seus interiores os condutores de um ou mais circuitos elétricos. As

calhas suportam perfeitamente as condições ambientais, sendo instaladas de modo a não submeter os condutores elétricos a esforços mecânicos e térmicos. As calhas só podem conter condutores elétricos isolados e com cobertura.

Admitir-se-á a utilização de condutores isolados e sem cobertura quando as calhas possuem tampa desmontável apenas por ferramenta adequada e tiverem paredes maciças, ou quando estiverem instaladas nas seguintes condições:

- em locais acessíveis apenas a pessoas qualificadas;
- dentro de forros ou pisos falsos não desmontáveis;
- dentro de forros ou pisos falsos desmontáveis, acessíveis apenas a pessoas qualificadas.

As eletrocalhas e os dutos de aço têm como acabamento galvanização eletrolítica. Não se utilizam calhas metálicas em locais sujeitos a condições físicas desfavoráveis e em poços de içamento e de elevadores.

As calhas não metálicas, além das restrições citadas no item anterior, não são aplicadas em locais onde a temperatura ambiente ultrapasse 50° C, nem quando a temperatura na isolação dos condutores elétricos possa ultrapassar 70° C.

As calhas e dutos plásticos são de PVC rígido.

- Bandejas, Esteiramento, Prateleiras e Leito para Cabos

Bandejas, prateleiras e leito para cabos são estruturas rígidas, metálicas ou não, incombustíveis, formadas por duas longarinas laterais lisas ou perfil em "U" e por perfilados transversais devidamente espaçados (ou fundo de chapa perfurada ou não). Destinam-se a suportar condutores elétricos. As bandejas são dos tipos leve, médio ou pesado, especificadas em função do peso dos condutores elétricos suportados. Só são utilizadas em locais onde houver manutenção adequada, isenção de choques mecânicos significativos e impossibilidade de ataques químicos. As bandejas são instaladas de modo a não submeterem os condutores a esforços mecânicos e térmicos.

As bandejas metálicas são eletrostaticamente galvanizadas e suportar perfeitamente as condições ambientais.

Os condutores elétricos instalados em bandejas são isolados, possuem cobertura e serem firmemente presos a elas.

- Alizares, Molduras e Rodapés

Os condutos para instalações elétricas, utilizados com a finalidade de dar bom acabamento às instalações. São metálicos ou de plástico, com tampas ou coberturas de boa fixação, esteticamente adequados ao recinto onde estiverem instalados.

As molduras, rodapés e alizares só são instalados em locais isentos de umidade, e não sujeitos a lavagens frequentes.

Não são embutidos em alvenaria, nem cobertos por papel de parede ou tecido, ficando sempre aparentes.

Não apresentam discontinuidades ao longo do seu comprimento. Quando houver mudança de direção, os ângulos das ranhuras são arredondados.

Os condutores elétricos instalados em molduras, rodapés ou alizares são isolados e contínuos. As emendas e derivações são em caixas adequadas.

Acessórios

- Curvas

As curvas para eletrodutos de aço esmaltado são fabricadas como os eletrodutos especificados anteriormente, obedecem à NB– 3190 (NBR– 5410) quanto ao raio interno.

Tem rosca interna paralela segundo as especificações BSP e as normas PB– 14/83 (NBR– 6414) e ISO R– 228. São de raio longo para as bitolas de 15 mm (1/2") a 80 mm (3"), e de raio curto para as bitolas de 15 mm (1/2 ") a 25 mm (1"). As curvas galvanizadas somente são fabricadas em raio longo.

As curvas de 90 graus, com variação de ± 3 graus, têm as dimensões a seguir:

Tabela 121 - Curvas dos eletrodutos

Diâmetro nominal (mm)	Raio de Curvatura do eixo das curvas (mm)		Comprimento mínimo nominal da parte reta em cada extremo da curva (mm)
	Mínimo	Máximo	
25	146	153	48
32	184	193	51
40	210	220	51
50	541	253	51
65	267	280	76
80	330	340	79
90	381	392	82
100	406	418	86
125	609	627	92
150	792	785	95

- Luvas

São de aço esmaltado ou em liga de alumínio– silício. As de aço esmaltado, fabricadas nas bitolas de 15 mm (1/2 ") a 80 mm (3"), tem rosca paralela, segundo especificações da BSP e de acordo com as normas, PB– 14/83 (NBR– 6414) e ISO R– 228. As de alumínio– silício são fabricadas nas bitolas de 10 mm (3/8 ") a 50 mm (2").

As roscas das luvas para os eletrodutos de tamanho nominal de 10 a 150 mm são cilíndricas. Para os eletrodutos de 65 a 150 mm, as roscas podem também ser duplo– cônicas, caso solicitado pela SANEAGO. As características são as indicadas na tabela de dimensões e massas das luvas, a seguir:

Tabela 122 - Luvas

Tamanho nominal (mm)	Diâmetro externo mínimo- DE (mm)	Comprimento de rosca- (mm)	Comprimento mínimo- (mm)	Massa mínima (g)
10	22,2	17,9 $\pm$ 1,4	30	40
15	25,7	23,5 $\pm$ 1,8	40	51
20	31,8	24,1 $\pm$ 1,8	41	76
25	39,7	30,3 $\pm$ 2,2	51	136
32	47,5	31,5 $\pm$ 2,2	52	167
40	54,7	32,3 $\pm$ 2,2	52	233
50	69,3	34,0 $\pm$ 2,2	54	396
65	82,6	51,5 $\pm$ 3,2	79	757
80	101,6	54,7 $\pm$ 3,2	83	1300

90	114,3	57,2 +/- 3,2	86	1537
100	127	59,7 +/- 3,2	89	1718
125	159,9	65,1 +/- 3,2	95	3390
150	187,7	70,5 +/- 3,2	102	4407

- Conectores

Os conectores curvos e retos são fabricados em liga de alumínio– silício ou em latão zincado.

- Buchas e arruelas

As arruelas e buchas são em ferro galvanizado ou liga especial de alumínio, cobre, zinco e magnésio.

Quando expostas ao tempo, são de metal caldeado. Quando for conveniente, são de alumínio. As arruelas e buchas plásticas são de PVC ou baquelite.

- Quadros

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, especial atenção é dada às seguintes:

Tabela 123 - Quadros

Norma	Título
EB– 1017/80	– Invólucros de equipamentos elétricos– proteção (NBR– 6146)
NB– 3/90	– Instalações elétricas de baixa tensão. (NBR– 5410).

Definição

Quadros são componentes da instalação elétrica, destinados a abrigarem os dispositivos de: manobra, proteção e supervisão dos circuitos elétricos ou blocos terminais e dispositivos de ligação e proteção de redes de telecomunicações.

- Quadros Elétricos

Os quadros elétricos são classificados nos modelos "E", de embutir, e "SI" de sobrepor. Os quadros de modelo "E" são fabricados em chapa de aço, espessura mínima nº 22 (MSG), com chassis em chapa de aço de mesma bitola e molduras e portas em chapa de aço nº 16(MSG), com grau de proteção IP– 40. Os quadros de modelo "SI" são fabricados em chapa de aço, espessura mínima equivalente à nº 18 (MSG), com flanges em chapa de aço nº 14(MSG), e chassis, espelhos e portas em chapa de aço nº 16 (MSG), com grau de proteção IP– 54.

O acabamento interno e externo das chapas é fosfatizado ou galvanizado e com pintura eletrostática a base de epóxi com esmerado acabamento final em estufa. Nas caixas modelo "E" o acabamento da caixa– base é efetuado por galvanização. Seu ponto de terra é duplo, um em cada lateral. Para maior número de ligações é montado um barramento de cobre sobre esse ponto. Nas caixas modelo "SI", o ponto de terra localiza– se no fundo ou no chassi, e deve ser dotado de barramento de cobre.

As portas têm abertura através de dobradiças e serem dotadas de fechadura movimentadas por chave. Devem, ainda, permitir a inversão das portas, com abertura à direita ou à esquerda. Os equipamentos e componentes instalados no interior dos quadros são montados sobre bandejas removíveis.

Os quadros têm espelhos metálicos ou de acrílico, que visam a evitar o contato do usuário com as partes vivas da instalação. Os espelhos tem plaquetas de acrílico identificando os circuitos. Os espelhos metálicos são providos de dobradiças e fechadura com chave, para facilitar a manutenção.

Todos os condutores no interior dos quadros são identificados com anilhas plásticas numeradas.

Os quadros tem abertura para ventilação com filtros internos nos locais com incidência de poeira.

Os barramentos são de cobre eletrolítico de teor de pureza maior que 97%, pintados nas cores: vermelha (fase R), amarela (fase S), violeta (fase T), azul claro (neutro) e verde (terra). Os pontos de ligação recebem tratamento à base de estanho ou prata. Os barramentos são montados sobre isoladores de epóxi ou premix, fixados por parafusos e arruelas zincados, de forma a assegurar-se perfeita isolação, e resistência aos esforços eletrodinâmicos, em caso de curto-circuito. As interligações entre barramentos são dotadas de arruelas de pressão.

Na parte interna da tampa externa dos quadros é colocado um resumo de cargas, diagrama trifilar contendo informações quanto às proteções gerais e parciais, distribuição de fases e número de circuitos.

- Quadros para Telefonia

Os quadros para telefonia são de chapa de aço com espessura mínima equivalente à n.º 16 (BWG), com tratamento antioxidante e tem fundo de madeira com pelo menos 25 mm de espessura, preparada para receber pintura.

As portas são dotadas de trinco e dispositivo para cadeado ou fechadura com chave. Os rasgos para ventilação têm tela pelo lado interno, para impedir a entrada de insetos.

Os quadros são construídos conforme dimensões, especificações e padrões da concessionária local.

Condutores de energia elétrica

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, merecem especial atenção às seguintes:

Tabela 124 - condutores

Norma	Título
CB- 145/86	Cabos elétricos isolados- designações (NBR- 9311);
EB- 11/85	Fios de cobre nu de seção circular, para fins elétricos (NBR- 5111),
EB- 12/85	Cabos nus de cobre para fins elétricos CNBR- (5349),
EB- 361/80	Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos (NBR- 5368).

Definição

Condutores elétricos são dispositivos, de formato adequado, construídos com materiais de alta condutividade, destinados à condução de corrente elétrica,

Características técnicas

São utilizados condutores de cobre eletrolítico, de pureza igual ou superior a 99,99%. É vedada a utilização de condutores de alumínio.

Executando-se as instalações em barra, aterramentos e condutores de proteção, todas as instalações são executadas com condutores isolados, perfeitamente dimensionados para suportar correntes nominais de funcionamento e de curto-circuito sem danos à isolação.

Os condutores que estiverem sujeitos a solicitações mecânicas acidentais possuem proteções contra esforços longitudinais.

Os condutores para baixa tensão são das classes de tensão 450/750 V e 600/1000 V, seguindo a indicação do projeto ou da Fiscalização. São utilizados nos circuitos de potência e de controle.

Os condutores para uso em média tensão têm classes de tensão de 3.616 kV, 6.110 kV, 8.7115 kV, 12.120 kV, 15.125 kV, 20.135 kV e 27.135 kV, seguindo indicação do projeto ou da Fiscalização. São utilizados nos ramais de distribuição, podem, ainda, possuir proteção mecânica contra esforços longitudinais e transversais.

Os condutores são isolados com isolantes sólidos, dos tipos termofixos e termoplásticos, obedecendo à tabela a seguir:

Tabela 125 - Isolantes

ISOLANTE	NOME USUAL	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
TERMOFIXOS	EPR	Borracha Etileno- Propileno
	Polietileno Reticulado (XLPE)	Polietileno
TERMOPLÁSTICOS	PVC	Cloreto de Polivilina
	Polietileno (PET)	Polietileno

Todos os condutores têm proteção contra ataques de agentes químicos e atmosféricos e contra efeitos de umidade. Os condutores isolados possuem isolação não propagadora de chamas, com exceção dos utilizados em circuitos de segurança e emergência, que são do tipo resistente ao fogo.

Todos os condutores, isolados ou não, são convenientemente identificados por cores ou etiquetas coloridas. A identificação deve seguir a codificação a seguir:

Tabela 126 - Cores de identificação

Cores	Condutores em CA	Condutores em CC
Vermelho	Fase R	Positivo
Amarelo	Fase S	
Preto	Fase T	Negativo
Azul- claro	Neutro	
Verde	Proteção	Proteção
Branco	Retorno	

- Condutores de telecomunicações

Normas

Além das normas da ABNT, atinentes ao assunto, há especial interesse para com o disposto nas Práticas TELEBRAS 235- 310- 702, 235- 300- 500 e 235- 300- 501.

Definição

Condutores de telecomunicações são dispositivos de formato apropriado construídos com materiais de alta condutividade e destinados a transportar sinais de telecomunicações

Características técnicas

Cabos para instalações telefônicas: são utilizados condutores de cobre estanhado de pureza igual ou superior a 99,99%. É vedada a utilização de alumínio. O material utilizado na isolação dos cabos e fios é o cloreto de polivinila (PVC).

De acordo com exigências de projeto ou das especificações, os cabos são enfaixados com fitas de material não higroscópico, aplicadas em torno do núcleo.

Os cabos de ramal de entrada e rede primária são blindados e com pares estanhados, caso haja exigência de projeto ou da concessionária local.

Os cabos são dotados de capa externa de PVC. A capa é aplicada por extrusão sobre o núcleo enfaixado e blindado, quando for o caso. Sobre a capa deve existir identificação da metragem sequencial, nome do fabricante e o ano de fabricação.

O diâmetro dos condutores é de 0,40, 0,50 ou 0,60 mm, de acordo com indicação de projeto ou especificações.

Os fios telefônicos têm a formação de pares internos, trançados ou dispostos paralelamente, conforme indicação de projeto ou especificações.

Cabo para instalações da rede BB– HET (TVD): os condutores são constituídos de fio nu de açosobreado, com seção de 0,33 mm². Os cabos são dotados de um fio separador de polietileno, aplicado em hélice, em torno do condutor.

Os cabos são coaxiais, com blindagem constituída de tranças de fio de cobre nu aplicadas sobre o isolamento, que é em polietileno, com impedância nominal de 93 Ohms. Se aplicados em áreas externas, os cabos são dotados de enfaixamento com fita de poliéster aplicada sobre a blindagem.

A capa externa é de PVC gravada a identificação do fabricante e a referência do material. Os cabos coaxiais têm, ainda, as seguintes características:

- Máxima atenuação a 400 MHz: 26,3 dB/100 m;
- Velocidade de propagação: 80%;
- Capacitância nominal: 48 pF/m;
- Resistência ôhmica máxima em CC, a 20 ° C, 144 Ohm/km

Alternativamente, se previsto em projeto, são utilizados condutores telefônicos juntamente com transformadores de impedância (balloon), para instalações terminais TVD.

Acessórios para condutores

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, especial atenção é dada às seguintes:

Tabela 127 - Fitas e emendas

Norma	Título
EB– 561/83	Fitas adesivas sensíveis à pressão para fins de isolamento elétrica (NBR– 5037);
EB– 1593/85	Emendas e terminais para cabos de potência com isolamento para tensões de 1kV a 35 kV (NBR– 9314).

Características técnicas

Acessórios para condutores são terminais, emendas, fitas (plástica, isolante e autofusão) e afins. A fita plástica isolante é autoextinguível, destinada à proteção elétrica e mecânica de emendas terminais para fios e cabos. A fita isolante autofusão é de borracha etileno– propileno (EPR) auto– aglomerante, indicada para proteção externa de fios e cabos e para reconstituição de isolantes até 35 kV, com elevada rigidez dielétrica, resistente ao efeito corona e ao ozônio e baixo fator de perda. A de silicone é uma fita de borracha de silicone isolante, auto– aglomerante, destinada à proteção isolante em emendas e terminais enfaixados, e para resistir às intempéries, solventes e altas temperaturas. É resistente a descargas superficiais e corona. As emendas são compostas de polietileno reticulado, com selantes termoplásticos e/ou

termocontráteis. tem encapsulamento isolante, boa rigidez dielétrica e associação perfeita à vedação. São destinadas à conexão de condutores.

Os terminais proporcionam boas conexões elétricas e mecânicas. São escolhidos de acordo com sua finalidade de aplicação.

Minuterias e interruptores

- Minuterias

As minuterias são dotadas de lâmpadas de neon de 94A para permitir a visualização da minuteria em funcionamento, sem necessidade de observar as lâmpadas que ela controla. A lâmpada acesa indica "lâmpadas apagadas" e a lâmpada apagada indica "lâmpadas acesas".

Tem fusível de proteção de 10 A com ação ultrarrápida e botão de regulação da temporização de no mínimo 30 segundos e no máximo 6 minutos. Têm formato e dimensões que permitam a fixação no quadro dos disjuntores.

O interruptor tem as posições "permanente" e "minuteria". Na primeira posição mantém as lâmpadas acesas para limpeza ou manutenção, sem comprometimento do sistema eletrônico. Na segunda, mantém as lâmpadas funcionando conforme a regulação, procedendo-se acendimento pelos pulsadores.

Possuem dispositivos de aviso de extinção de luz, que consistirá em manter as lâmpadas acesas, com 50% da luminosidade, durante os segundos, depois de esgotado o tempo de regulação. Esse período de semiluminosidade permitirá o acionamento do pulsador antes que o ambiente fique totalmente escuro.

- Interruptores - Tipo Comum

São componentes elétricos para baixa tensão, destinados a manobrar circuitos de iluminação em condições normais de funcionamento. São de tipos e valores nominais (tensão, corrente e número de fases) adequados às cargas que comandam. Os interruptores comuns são de embutir, com contatos de prata e demais componentes elétricos de liga de cobre. É vedado utilizar contatos de liga de latão. A resistência de isolamento dos interruptores é de, no mínimo, 10 ohms.

- Tipo Temporizado

Os interruptores temporizados permitem ligações em paralelo e dispensarão fiação especial. São de construção eletromagnética compacta, sem motor, peças móveis e outras fontes de desgaste, e são instalados em caixas de 50 x 100 mm.

6.2 Dispositivos de manobra e proteção

- Fusíveis

Normas

Deve obedecer às normas atinentes ao assunto, com especial atenção para a EB- 1591185- Dispositivos fusíveis de: baixa tensão, alta capacidade de interrupção para uso industrial (NBR- 9121).

Característica técnica

Elementos elétricos destinados a interromper a circulação de correntes anormais, através da fusão de um elemento fusível. São retardados, rápidos ou ultrarrápidos, para uso em média ou em baixa tensão.

Os fusíveis devem atender perfeitamente às exigências da instalação, possuindo capacidade de ruptura adequada à corrente de curto-circuito calculada.

Têm, no mínimo, as seguintes capacidades de ruptura nominal, para a tensão de funcionamento:

- Média tensão: 30 kA;
- Baixa tensão:
- Circuitos de comando: 50 kA;
- Circuitos de luz e força: 100 kA;

Os pontos de fixação dos fusíveis à base são constituídos de material de excelentes características condutoras, que ofereçam mínima resistência de contato e tratados contra corrosão.

Os fusíveis de baixa tensão possuem dispositivos de sinalização que permitam a rápida inspeção do seu estado (queimados ou não) sem necessidade de retirá-los de suas bases, com uso de aparelhos de testes.

As bases dos fusíveis devem garantir um contato perfeito e possuir no mínimo, o mesmo valor de tensão nominal dos fusíveis.

- As bases para fusíveis de média tensão apresentam os seguintes valores mínimos:
- Tensão de prova de 1 minuto – fase – terra 55 kV;
- Tensão de impulso durante 1/50 ms: 125 kV.

Classificação

Os fusíveis de baixa tensão são classificados conforme suas características fusionais e seu tipo construtivo. A tabela seguinte apresenta a classificação dos fusíveis de baixa tensão conforme DIN 57636.

Tabela 128 - Classificação de fusíveis

Classe Funcional			Classe Operacional	
Designação	Corrente permanente até	Corrente de interrupção	Designação	Proteção
Fusíveis de faixa completa G	I N	>I Min	L	Cabos e Fios gl
			R	Semicondutoresgr
			B	Instalações de mineração gb
			Tr	Transformadoresgtr
Fusíveis de faixa parcial	I N	>4I	M	Dispositivos de manobra AM
		> 2,7I N	R	SemicondutoresAr

I = corrente mínima de fusão

6.2.1 Chaves manuais

Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto há particular atenção para as seguintes:

Tabela 129 - Chaves manuais

Norma	Título
EB- 83/81	Chaves de faca, tipo seccionadora, não blindadas para baixa tensão (NBR- 5355);
EB- 156/64	Chaves blindadas não magnéticas (NBR- 5360);
EB- 1494/84	Chaves fusíveis de baixa tensão (NBR- 8560);
MB- 169/81	Chaves de faca, tipo seccionadora, não blindadas para baixa tensão (NBR- 5381)

Definição

Para efeito desta especificação, entende-se por chaves manuais- as chaves faca, tipo seccionadora, para média e baixa tensão, blindadas ou não.

Generalidades

Chaves seccionadoras, chaves interruptoras ou chaves comutadoras são componentes elétricos para média ou baixa tensão, destinados a manobrar circuitos em condições normais de funcionamento.

A SANEAGO somente permitirá a utilização, em baixa tensão, de chaves manuais que possibilitem manobrar sob carga.

Portanto, todas as chaves manuais são dotadas de dispositivo para extinção de arco e proteção para o operador.

As chaves seccionadoras devem atender aos valores de tensão, corrente nominal, frequência, número de pólos e tipo de acionamento exigido pela instalação.

O número mínimo de manobras e o grau de proteção devem estar de acordo com o previsto nas normas vigentes da ABNT.

O material isolante das chaves seccionadoras deve possuir rigidez dielétrica compatível com a classe de tensão da instalação.

As chaves seccionadoras de média tensão devem permitir o intertravamento elétrico e mecânico com o disjuntor de média tensão da subestação, se existente, ou com o disjuntor geral de baixa tensão, de modo a impedir sua manobra com carga.

As chaves seccionadoras para manobra sob carga têm capacidade de ruptura, corrente de ligação e corrente de desligamento compatíveis com a potência da carga comandada.

As chaves seccionadoras têm correntes máximas admissíveis (térmica durante 1 segundo- valor eficaz e dinâmica- valor de curto), compatíveis com as correntes de curto- circuito calculadas para a instalação.

São dimensionadas para suportar as condições de temperatura e umidade ambientes locais.

As máximas sobrelevações de temperatura admitidas para os diversos componentes das chaves devem obedecer às normas da ABNT.

As chaves seccionadoras de média e baixa tensão são tripolares, sempre de ação simultânea quando forem bi ou tripolares, com exceção daquelas utilizadas em circuitos de corrente contínua ou em esquemas especiais, quando então tem suas especificações definidas em projeto. Não se admite o uso de chaves facas simples, com ou sem porta- fusíveis.

As chaves seccionadoras possuem plaqueta irremovível, contendo as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- Normas de fabricação e ensaio;

- Tensão, corrente e frequência nominal e natureza da corrente (CA ou CC);
- Corrente de ruptura (para equipamentos de operação sob carga);
- Corrente de ligação (para equipamentos de operação sob carga);
- Tensão e corrente dos contatos auxiliares (se existirem).

As chaves seccionadoras de média tensão têm, no mínimo, as seguintes características, para classe de tensão de 15 kV e 25 kv:

Tabela 130 - Chaves seccionadoras

DESCRIÇÃO	CLASSE 15 kv	CLASSE 25 kv
TENSÃO APLICADA DURANTE 1 MINUTO, A 60 HZ		
Entrepolos/terra	36	60
Contatos Abertos	40	66
IMPULSO DE TENSÃO DURANTE 1/50 MA (NB)		
Entrepolos/terra	95	125
Contatos aberto	110	140

A SANEAGO admite, desde que especificado em projeto ou por orientação da Fiscalização, o uso de chaves rotativas para manobra e seleção de circuitos e cargas.

As chaves rotativas têm construção tropicalizada, com corpo em material de alta rigidez dielétrica, acionamento frontal rotativo, com a indicação das diversas posições de manobra possíveis. São validas também as demais condições preconizadas para chaves de abertura sob carga.

◦ Chaves Não Blindadas

As chaves manuais para manobra de circuito podem ou não ser acopladas a dispositivo de proteção como porta- fusíveis.

A montagem das diversas partes do mecanismo de operação das chaves é efetuada de modo a impedir o afrouxamento durante o uso normal e contínuo, existindo sempre a possibilidade de travar a chave nas posições: "ligado" e "desligado".

As partes condutoras (lâminas, garras, terminais) são de cobre e dimensionadas de maneira que resulte aquecimento reduzido em funcionamento contínuo. Os encaixes, também em cobre, são reforçados e permitir um contato perfeito com a faca.

É vedado o uso de chaves que apresentem fusíveis em paralelo.

◦ Chaves Blindadas

As chaves blindadas obedecem às especificações retro, considerado o disposto nos itens subsequentes.

As caixas normais blindadas são fabricadas em chapa de aço n.º 10 (MaG). Têm dispositivo de travamento para a alavanca de comando na posição desejada, inclusive nas posições de "ligada" e "desligada". O desligamento é rápido com auxílio de molas reforçadas.

Possuem trava de segurança para impossibilitar a abertura da porta com a chave ligada.

6.2.2 Contactoras

Definição

Chaves contactoras são dispositivos destinados a manobrar cargas através de comandos à distância.

Características técnicas

As chaves contactoras são classificadas em auxiliar e de potência. As contactoras auxiliares são utilizadas em circuitos auxiliares, como comando e sinalização. As de potência são utilizadas em circuitos de força, como manobras de motores e outras cargas.

Quanto à forma construtiva, as contactoras são montadas em blocos (caixas moldadas) ou em barras. As chaves contactoras possuem as seguintes características, compatíveis com a instalação:

- Utilização em CA ou CC;
- Tensão nominal de funcionamento e isolamento;
- Tensão de alimentação da bobina;
- Corrente de serviço e corrente térmica permanente (I_{th2});
- Frequência;
- Categoria de serviço;
- Grau de proteção (segundo normas IEC);
- Potência de ruptura;
- Poder de fechamento;
- Fusível máximo para proteção.

Com a finalidade de garantir elevada durabilidade mecânica e de contatos, é considerada, quando da escolha da contactora, as seguintes categorias de serviço, conforme as normas da IEC:

Tabela 131 - Corrente alternada

Norma	Título
AC- 1	manobra de cargas com pouca ou nenhuma componente indutiva;
AC- 2	manobra de motores com rotor bobinado em regime normal;
AC- 3	manobra de motores com rotor em curto- circuito em regime normal;
AC- 4	manobra de motores com interrupção da corrente de partida, frenagem por contracorrente ou inversão de rotor.

Tabela 132 - Corrente contínua

Norma	Título
DC- 1	manobra com cargas ôhmicas;
DC- 2	manobra com motores derivação em regime normal;
DC- 3	manobra com motores derivação com interrupção de corrente de partida, frenagem por contracorrente ou inversão de rotação;
DC- 4	manobras com motores série em regime normal;
DC- 5	Manobras de motores série, com interrupção da corrente de partida, frenagem por contracorrente ou inversão de rotação.

As chaves contactoras operam com tensões compreendidas entre 85 e 110% da tensão nominal da bobina sem apresentarem vibrações ou excessivo aquecimento. São adequadas a temperaturas ambientes entre - 25 e +55° C.

Os contatos auxiliares são em número e capacidade compatíveis com os requisitos dos circuitos de comando. Para tanto, são utilizados, sempre que necessário, blocos aditivos com a finalidade de ampliar a quantidade de contatos auxiliares.

As chaves contactoras são de montagem simples, com facilidade na conexão de cabos, permitindo a rápida inspeção dos seus contatos e a substituição das bobinas sem a necessidade de sua remoção do quadro de comando.

As contactoras têm construção tropicalizada e ter impresso em seu corpo as características nominais de operação.

6.2.3 Relés

Definição

Relés são dispositivos que realizam supervisão, controle ou proteção de sistemas elétricos.

Características técnicas

Os relés térmicos bimetálicos atuam em conjunto com as chaves contactadoras com o fim de proteger os circuitos, a eles ligados, contra sobrecargas ou falta de fase (motores trifásicos).

Na seleção dos relés térmicos são considerados os seguintes parâmetros:

- Tensão nominal e tensão de isolamento;
- Corrente nominal;
- Frequência;
- Faixa de ajuste;
- Curvas características de disparo em função da velocidade de atuação desejada;
- Categoria de utilização;
- Fusível máximo para proteção.

Os relés térmicos devem atuar adequadamente nas temperaturas ambientes entre -25°C a $+55^{\circ}\text{C}$. Podem, ainda, ser instalados relés temporizadores, de sobretensão, subtensão, máxima frequência, diferenciais, de sobrecorrente, direcionais, etc. conforme especificação de projeto ou determinação da Fiscalização.

6.2.4 Disjuntores

Normas

Dentre as normas da ABNT que regulamentam o assunto, é dada especial atenção às seguintes:

Tabela 133 - Normas disjuntores

Norma	Título
EB- 185/82	Disjuntor de baixa tensão (NBR- 5361);
EB- 186/73	Disjuntores em caixas moldadas (NBR- 5283);
EB- 196/89	Disjuntores de alta tensão (NBR- 7118).

Definições

Disjuntores são dispositivos de proteção (sobrecarga e curto-circuito) que podem estabelecer, conduzir e interromper correntes elétricas em condições normais de funcionamento, bem como estabelecer, conduzir por tempo determinado e interromper correntes em condições anormais de funcionamento.

Os disjuntores empregados são de baixa ou média tensão, conforme a tensão de instalação da rede que foram instalados.

São considerados de baixa tensão os disjuntores para circuito com tensões nominais de até 1000 V em corrente alternada, com frequência nominal não superior a 60 Hz e 1200 V em corrente contínua. São considerados de média tensão os disjuntores para circuitos com tensões nominais entre 1 e 15 kV e frequência nominal não superior a 60 Hz.

Características técnicas

Todos os disjuntores possuem disparadores ou relés para proteção contra sobrecarga e curtos-circuitos, os quais são instantâneos ou temporizados. Os tempos e valores de atuação dos disparadores e relés dos disjuntores devem obedecer criteriosamente ao estabelecido no estudo de seletividade.

Os disparadores, relés e demais componentes do disjuntor devem estar calibrados para operar adequadamente em temperaturas e umidades relativas de até 45 e 90%, respectivamente. Os disjuntores de média e baixa tensão devem admitir, para as diversas partes componentes, as elevações de temperatura previstas nas respectivas normas.

Os disjuntores operam sempre em instalações abrigadas.

Todos os disjuntores apresentam uma identificação indelével na qual constam, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome ou marca do fabricante;
- Número de catálogo ou modelo do disjuntor designado pelo fabricante;
- Tensão nominal de isolamento;
- Corrente nominal do disjuntor;
- Corrente nominal da estrutura (se houver disparadores em série intercambiáveis);
- Frequência nominal;
- Capacidade de interrupção, em curto-circuito (simétrica- valor eficaz) referida às tensões nominais de operação;
- Referência à norma da ABNT pertinente.

Os disjuntores automáticos ou comandados através de um acessório são de abertura livre, interrompendo o circuito sob condições anormais, mesmo tendo a alavanca de manobra intencionalmente travada.

Os disjuntores são dotados de mecanismo de acumulação de energia para fechamento, conforme especificação do projeto ou determinação da Fiscalização.

Quando o mecanismo de acumulação de energia for controlado manualmente, o sentido, no qual se efetua esta manobra deve ser indicado.

Quando o mecanismo for controlado por uma fonte de energia externa, deve ser previsto um dispositivo que indique que ele está completamente armado. Os motores para carregar o mecanismo, bem como os componentes de controle de fechamento, são capazes de operar quando a tensão de alimentação estiver entre 85 e 110% do valor nominal da tensão do circuito de controle. A energia acumulada deve ser suficiente para um ciclo completo de operação.

É assegurado que o começo da operação de fechamento do disjuntor só seja possível quando o mecanismo de fechamento estiver completamente armado. Os disjuntores são providos de indicação das posições: fechado e aberto, no local da operação.

Os terminais externos são tais que os condutores possam ser ligados por parafusos ou outro meio de ligação, de modo a assegurar que a pressão de contato necessária seja mantida permanentemente.

Os terminais são projetados de forma que prendam o condutor entre as partes metálicas, com pressão de contato suficiente, sem causar danos significativos (redução da seção efetiva) ao condutor.

Os terminais não devem permitir deslocamento dos condutores ou deles próprios de forma prejudicial à operação ou isolação, reduzindo as distâncias de isolação ou de escoamento.

Os terminais para ligações externas são dispostos de forma a permitir fácil acesso, nas condições de uso indicadas. Os disjuntores de média e baixa tensão, que não os de caixa moldada, têm a estrutura e as partes fixas dos invólucros metálicos ligadas eletricamente entre si e a um terminal que permita aterrará-las. Este requisito é conseguido através de adequada continuidade entre as partes da estrutura.

O terminal de aterramento deve ser facilmente acessível e projetado de modo que a ligação de terra seja mantida mesmo quando a cobertura, ou qualquer parte móvel, seja retirada. Deve ser adequadamente protegido contra a corrosão e indelevelmente marcado com o símbolo de terra.

Os disjuntores de baixa tensão utilizados na proteção dos circuitos de luz e tomadas comuns (100 w) têm, no mínimo, as correntes simétricas de interrupção e as correntes de estabelecimento, de acordo com o quadro a seguir:

Tabela 134 - Tipos disjuntores

Disjuntor (tipo)	220 V (AC)		380 V (AC)		Corrente contínua	
	Cor. Int.(k A)	Cor. Ext.(k A)	Cor. Int.(k A)	Cor. Ext.(k A)	Cor. Int.(k A)	Cor. Ext.(k A)
Monopolar	3	10	3	6	1,5	3
Bipolar	6	12	4,5	9	2	4
Triplar	6	12	4,5	9	2	4

Os disjuntores de baixa tensão, utilizados em circuitos alimentadores não abrangidos pelo item anterior, têm, no mínimo, as correntes de interrupção simétricas e as correntes de estabelecimento, de acordo com o quadro a seguir:

Tabela 135 - Classificação de disjuntores por corrente

Corrente nominal do disjuntor	Corrente de interrupção		Corrente de estabelec.	
	220 V (AC)(KA)	380 V (AC)(KA)	220 V (AC)(KA)	380 V (AC)(KA)
Até 25 A	10	10	15	15
De 30 A a 90 A	15	15	30	30
De 00 A a 225 A	22	22	45	45
De 250 A a 400 A	30	25	56	52,5
Acima de 400 A	40	30	84	73,5

Os disjuntores de alta tensão possuem uma corrente de interrupção simétrica mínima de 12,5 kA e corrente de estabelecimento mínima de 31 kA, ambas na classe de 15 kV. Os disjuntores de média tensão e grande volume de óleo, não são admitidos.

Os disjuntores são dotados dos seguintes acessórios, atendendo às especificações de projeto ou determinação da Fiscalização:

- Bobina de disparo remoto;

- Contatos auxiliares;
- Contato de alarme;
- Bobina de mínima tensão;
- Manopla ajustável;
- Mecanismo de operação motorizado;
- Alavanca rotativa;
- Alavanca de segurança;
- Unidade de retardo;
- Gaveta extraível;
- Intertravamento mecânico;
- Conexões traseiras;
- Trava de alavanca;
- Alavanca de extração.

Os níveis de isolamento nominal para os disjuntores de média tensão devem obedecer aos valores da tabela a seguir:

Tabela 136 - níveis de isolamento nominal

Tensão Nominal kV (Efícaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico kV (crista)	Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto kV (efícaz)
01	02	03
4,76	40	19
7,20	40	20
15,00	95	36

6.2.5 Motores elétricos

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, atenção especial merece a EB– 120181– Máquinas elétricas girantes– motores de indução (MER– 7094).

Definição

São equipamentos destinados a transformar energia elétrica em energia mecânica

Características técnicas

Os motores de corrente alternada são trifásicos de indução, com rotor em gaiola de esquilo, ou monofásicos. Os motores elétricos trifásicos devem atender às condições de carga, possuindo as seguintes características:

- Conjugado de partida elevado, permitindo partidas com cargas resistentes elevadas;
- Conjugado mínimo elevado, permitindo rápida aceleração da carga;
- Conjugado máximo elevado, permitindo sobrecarga de 1,5 vez a potência nominal durante 2 minutos, sem perda sensível de rotação nem aquecimento acentuado nos enrolamentos;
- Baixo escorregamento;
- Alto rendimento e alto fator de potência;
- Ligações permitindo a ligação direta ou em estrela– triângulo.

Os motores elétricos tem grau de proteção compatível com o local de instalação mínimo, isolamento classe B (130o C).

O fator de serviço dos motores elétricos é, no mínimo, igual a 1,1.

Os motores trifásicos com potência igual ou superior a 100 CV possuem proteção térmica composta de sensores de temperatura colocados no interior de cada enrolamento.

Os motores elétricos monofásicos são dotados de capacitores permanentes de maneira a apresentarem alto fator de potência e elevado rendimento. Possuem capacitores de partida acoplados a um sistema automático de conexão e desconexão, que opera de maneira segura e isenta de falseamento.

Os motores elétricos tem plaqueta de identificação contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome e dados do fabricante;
- Modelo;
- Potência nominal;
- Tensão nominal;
- Fator de potência à plena carga;
- Frequência nominal;
- Categoria; corrente nominal;
- Velocidade nominal;
- Fator de serviço;
- Classe de isolamento;
- Letra código;
- Regime;
- Grau de proteção;
- Ligações.

6.2.6 Estabilizadores de tensão

Características técnicas

São equipamentos destinados a manter a tensão fornecidas dentro de estreitas faixas de variações sem introduzir perdas significativas na linha de carga ou deformações na forma de onda da rede.

A capacidade nominal do estabilizador deve atender à potência prevista para os equipamentos acrescida de 20% de folga.

No caso de uso em carga não linear (fontes chaveadas), a fator de crista mínimo é 3.Os estabilizadores apresentam ainda as seguintes características:

- Serem monofásicos ou trifásicos;
- Frequência de 60 Hz, +/- 5%;
- Forma de onda senoidal;
- Tempo de recuperação máximo £ 50 ms;
- Fator de potência de carga entre 1 e 0,7 indutivo;
- Ruído menor que 50 dB (A) a 1,00 metro.

A regulação máxima estática de carga (variação de 0 a 100%) e de linha (piores condições), é $\pm 3\%$. A regulação máxima dinâmica de carga (degrau de 50 a 100%) e de linha (para variação de 10% da tensão de entrada) é $\pm 10\%$.

Os estabilizadores tem rendimento mínimo de 90% a plena carga e fator de potência $\geq 0,85$, faixa de temperatura de funcionamento de 0 a 45° C e umidade relativa de 0 a 95%, sem condensação.

Não se introduz qualquer deformação na onda senoidal, nem defasamento angular, evitando distorção harmônica.

A capacidade de sobrecarga é a seguinte:

- 10% em 1 hora;
- 100% durante 10 segundos;
- 200% em 5 segundos.

Os estabilizadores são dotados obrigatoriamente de transformadores isoladores na entrada, com blindagem eletrostática de cobre, entre primário e secundário. Têm configuração monofásica (F, N, T ou 2 F + T), com tolerância permissível da rede de -15% , $+10\%$.

As saídas dos estabilizadores são trifásicas, com tensões padronizadas de 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro, ou 220 V entre fases e 127 V entre fase e neutro.

O gabinete do equipamento é confeccionado em chapas de aço decapadas, fosfatizadas e pintadas eletrostaticamente.

Têm os seguintes acessórios:

- Chave reversora para "by-pass" manual, possibilitando a alimentação direta dos equipamentos a partir do secundário do transformador isolador;
- Botões de comando, do tipo liga/desliga;
- Lâmpadas sinalizadoras para operação normal (verde), saída anormal (vermelha) e condição de "by-pass" (amarela);
- Sensor eletrônico para proteção contra falta de fase;
- Sensor de sobre e subtensão de saída;
- Supressor de transientes com 500 J de dissipação e tensão de grampeamento igual a 200 V, para redes de 200/127 V, ou 350 V para redes de 380/220 V.

A habilitação de saída, com o restabelecimento das condições normais, só deve ocorrer após uma temporização de, no mínimo, 10 segundos.

A distribuição de componentes no interior do gabinete é racional, no sentido de diminuir os trajetos dos condutores e proporcionar acesso fácil e imediato a todos os componentes e placas, além de otimizar a ventilação do sistema.

As placas de circuito impresso são confeccionadas em fibra de vidro e possuem serigrafia para identificação de circuitos e componentes. Todos os ajustes são independentes entre si e estão indicados na serigrafia. Os conectores são do tipo "plug-in", polarizados e compatíveis com a natureza dos sinais envolvidos.

Os componentes são do tipo profissional, apresentando alta confiabilidade. São convenientemente dimensionados de maneira a não apresentarem aquecimento excessivo, nem alteração das características básicas. Todos os "trimpots" de ajuste são do tipo "multi-volta".

A fiação do equipamento é organizada através de chicotes, ser racionalmente distribuída e convenientemente identificada através de anilhas plásticas.

Será apresentado certificado de garantia de no mínimo 1 ano da ativação ou 18 meses da data da nota fiscal, o que ocorrer antes, contra os defeitos decorrentes de fabricação, que são sanados sem ônus para a SANEAGO.

São fornecidos os seguintes documentos, juntamente com os equipamentos:

- esquemas elétricos e eletrônicos completos;
 - certificado de garantia;
 - manuais de operação e manutenção;
 - catálogos técnicos;
 - relação de peças de estoque mínimo para reposição;
 - relação de possíveis defeitos com respectivas causas e indicação de solução (fluxograma de defeitos);
 - relação de empresas, de assistência técnica, credenciadas para manutenção do equipamento.
- No break estático (até 10kva)

Normas

São observadas as exigências contidas nas normas da ABNT atinente ao assunto, em especial a ED- 2175191- Conversores e semicondutores- sistemas de alimentação de potência ininterrupta.

Definição

No-break são equipamentos destinados a suprir ininterruptamente de energia os sistemas informáticos.

Características de entrada CA

Os no-break apresentam as seguintes características de entrada CA:

- Configuração monofásica (F, N, T ou 2 F + T) ou trifásica (3 P, N, T);
- Tensão nominal monofásica (220 V ou 110/127/220 V) ou trifásica (380/220 V ou 220/127 V);
- Tolerância permissível da rede: - 15% + 10%;
- Frequência: 60 Hz, ± 3 Hz;
- Fator de potência $\geq 0,8$;
- Distorção da forma de onda de corrente $\leq 10\%$.
- Característica de saída CA

Apresentam as características de saída CA a seguir:

- Potência de saída informada em kW e kVA (para fator de potência 0,8);
- Tensão nominal: 110, 127 ou 220 V CA;
- Número de fases: 1;
- Tolerância de frequência: $\pm 0,5$ Hz;
- Forma de onda: senoidal;
- Distorção harmônica máxima: 5% total e 3% para cada harmônico;
- Fator de crista: ≤ 3 ;

- Regulação estática de carga (variação de 0 a 100%) e de linha (variação da tensão de bateria de 1,75 a 2,4 V/elemento): $< 2\%$;
- Regulação dinâmica de carga (degrau de 50 a 100%): $< 10\%$;
- Tempo de recuperação máximo ≤ 75 ms (IEC 686);
- Rendimento mínimo do inversor: $> 80\%$;
- Capacidade de sobrecarga: 10% em 10 minutos, 20% em 1 minuto e 50% em 10 segundos.
- Características CC

São as seguintes as características CC:

- Rendimento do retificador: $> 90\%$;
- Regulação estática de carga (variação de 0 a 100%) e de linha (tensão de entrada– 15% + 10%): $\pm 1\%$;
- Tensão do barramento CC– é informada em V CC (de 48 a 96 V CC);
- Tensão de flutuação: 2,2 V/elemento;
- Tensão de equalização: 2,4 V/elemento;
- Tensão final de descarga: 1,75 V/elemento;
- Capacidade: 100 Ah/10h;
- Capacidade total do retificador– deve permitir recarregar a bateria em 10 h, com plena carga na saída.

Condições Ambientais

Os *no break's* são capazes de trabalhar dentro das seguintes condições ambientais:

- Temperatura de 0 a 40° C;
- Umidade relativa de 0 a 95%, sem condensação.

Características de Proteção

Os *no break's* apresentam as seguintes características de proteção:

- Disjuntor termomagnético na entrada;
- Fusíveis de bateria e saída CA;
- Fusíveis ultrarrápidos ou disjuntores rápidos em condições de garantir a, proteção dos semicondutores das pontes retificadora e inversora;
- Proteção contra transientes de tensão (dV/dt) e de corrente (dI/dt); Limitação da corrente de saída do retificador contra sobrecarga;
- Bloqueio do funcionamento do inversor, com memorização, por tensão CA alta ou baixa na saída;
- Desligamento automático do inversor por efeito interno, curto– circuito na saída ou sobrecarga;
- Desconexão de qualquer módulo com função essencial implicando tensão nula, sem que ocorra sobretensão;
- Desligamento do inversor por tensão mínima de bateria e religamento automático do retificador e inversor após o retorno da energia primária;

- Proteção contra "overshoots", com entrada gradativa do retificador até o valor da limitação;
- Limitação da corrente de carga da bateria em 10% da sua capacidade (10 h), com possibilidade de ajuste na faixa de 5 a 20 %;
- Proteção automática contra sobretemperaturas, no caso do resfriamento por ventilação forçada.

- Comandos

Apresentam os comandos a seguir:

- Chave liga/desliga e saída,
- Chave comutadora de modo de operação do retificador (flutuação/ Eequalização/ automático);
- Botoeira para reposição dos eventos memorizados.
- Sinalizações

Os *no break's* apresentam a seguintes sinalizações:

- Rede baixa/falta de rede: vermelho;
- Inversor em serviço: verde;
- Bateria em flutuação: verde;
- Bateria em equalização: amarelo;
- Bateria em descarga: vermelho;
- Bateria em nível baixo; vermelho;
- Saídas anormais: vermelho;
- Sobretemperatura: vermelho;
- By– pass em serviço: amarelo;
- Indicação de sobrecarga: vermelho.

Alarmes

Devem conter os seguintes tipos de alarmes:

- Bateria em descarga (com reset);
- Bateria em nível baixo (sem reset).

Especificações

Caso previsto em projeto, é fornecida e instalada chave estática, incorporada ao equipamento. A referida chave deve atender a carga, sem interrupção, nos casos de curto– circuito ou sobrecarga na saída do *no– break*, retomando a condição anterior quando normalizada a ocorrência, e através de comando manual, para manutenção. Nesse caso, o *no– break* deve operar em sincronismo com a rede.

Na ocorrência de falta de energia e quando a tensão da bateria atingir 88% da tensão nominal ocorre o desligamento do inversor, ou desconexão da bateria. O inversor sempre alimenta carga, não sendo considerada a configuração "short– break" ou "stand– by".

Os *no– break* devem ainda apresentar as seguintes especificações:

- Transformador isolador na entrada do retificador para propiciar isolamento galvânica entre bateria e a rede;
- Transformador entre a bateria e a saída para propiciar, isolamento galvânica entre a bateria e carga;

- Recarga das baterias com o inversor em plena carga;
- Recarga automática e manual da bateria;
- Ruído a 1,00 m £ 55 dB (A);
- Interface para monitoração remota tipo RS 232;
- Conectores fechados tipo SAK para conexão dos cabos de bateria, entrada e saída AC.

Prescrições sobre os componentes

As placas de circuito impresso são confeccionadas em fibra de vidro e possuir serigrafia para identificação dos circuitos componentes. Todos os ajustes são independentes entre si e estarem indicados na serigrafia. Os conectores são do tipo "plug– in", polarizados e compatíveis com a natureza dos sinais envolvidos.

Os componentes são do tipo profissional e de alta confiabilidade. São convenientemente dimensionados, de modo a não apresentarem aquecimento excessivo, nem alteração das características básicas.

A fiação do equipamento é organizada através de chicotes e ser racionalmente distribuída e convenientemente identificada através de anilhas plásticas.

Todos os "trimpots" de ajuste são do tipo multi– volta.

Características construtivas

A distribuição dos componentes no interior do gabinete é racional, no sentido de diminuir os trajetos de condutores e proporcionar acesso fácil e imediato a todos os componentes e placas, além de otimizar a ventilação do sistema. Os transformadores e indutores devem estar apoiados na base do gabinete.

O gabinete deve ter estrutura, suficientemente rígida, de aço ou outro material adequado. Deve ter porta frontal ou tampas laterais dotadas de fechos do tipo rápido e base com rodas, facilitando a movimentação do equipamento. As chapas devem sofrer tratamento antioxidante antes da pintura de acabamento.

As chaves de comando e sinalizações são identificadas com etiquetas afixadas por rebites.

Documentação técnica

A documentação técnica é suficientemente explicativa para que o técnico possa se aprofundar facilmente no conhecimento do sistema e obter esclarecimentos e/ou treinamento. Torna possível a manutenção, em curto prazo e de forma sistematizada, mesmo por técnicos não familiarizados com o equipamento.

É feita uma descrição geral, contendo: introdução, descrição de funcionamento, características elétricas, comandos manuais, proteção, sinalização, medição, ventilação, características mecânicas, esquemas e circuitos elétricos e eletrônicos completos e descrição minuciosa do funcionamento dos circuitos eletrônicos.

A documentação deve conter: instruções de instalação, operação, manutenção e reparo, comfluxogramas de procura de defeitos e níveis de sinais característicos dos circuitos, relação minuciosa de material com os fabricantes discriminados, relação de peças de estoque mínimo para reposição, bem como diagramas eletroeletrônicos e desenhos. Deve conter ainda relação de empresas de assistência técnica credenciadas para manutenção do equipamento.

É apresentado certificado de garantia de, no mínimo, 1 ano após a ativação do mesmo, ou 18 meses da data da emissão da nota fiscal, o que ocorrer antes, contra defeitos decorrentes da fabricação, que são sanados sem ônus para a SANEAGO.

6.2.7 Baterias

Características técnicas

São as seguintes as características da bateria estacionária:

- Capacidade: 100 Ah em 10 horas;
- Tipo de elemento: tubular;
- Tipo de monobloco: termoplástico, transparente de alta impacto;
- Número de elementos/monobloco: 3;
- Tensão por elemento: 2,0 V;
- Tensão de flutuação/elemento: 2,2 V;
- Tensão de equalização/elemento: 2,4 V;
- Tensão final de descarga/elemento: 1,75 V;
- Eletrólito: solução de ácido sulfúrico;
- Densidade nominal: 1210 +/- 10 g/dm³ a 25° C;
- Tensão da bateria: a definir de conformidade com o equipamento.

Acessórios Estantes Metálicas

A estrutura em aço carbono é dimensionada de forma a suportar a carga sem deformação, garantindo a estabilidade do conjunto (estante e bateria). A altura das bandejas deve permitir fácil acesso para manutenção dos monoblocos. A montagem da estante é feita com parafusos, os quais recebem tratamento de superfície resistente à corrosão. A estrutura metálica da estante deve receber pré-tratamento de superfície por processo de limpeza química ou mecânica e aplicação de "primer". O acabamento é na cor cinza, com tinta resistente à finalidade a que se destina. Nas operações de furações ou cortes, são removidas as rebarbas, de forma a assegurar perfeito acabamento.

Caixas de Acessórios

Cada caixa deve conter o seguinte:

- 1 densímetro completo;
- 1 termômetro;
- 1 jarro plástico;
- 1 funil plástico;
- 1 jogo de ferramentas, com cabo isolado.

• Transformadores

Normas

São observadas especialmente as seguintes:

Tabela 137 - Normas transformadores

Norma	Título
EB- 91/91	Transformador de potência (NBR- 5356);
EB- 1818/87	Transformadores de potência secos (NBR- 10295);

MB– 1277/82	Transformadores de alimentação até 180kVA para equipamento eletrônico– determinação de características (NBR– 8014);
PB– 243/86	Transformador de características elétricas e mecânicas (NBR– 9369).

Características técnicas

São equipamentos estáticos, de construção robusta e rendimento elevado. São destinados a modificar eletromagneticamente os valores de tensão e corrente de um determinado circuito.

Os transformadores são resfriados através de óleo mineral, silicone ou ar, de maneira forçada ou natural. Não é permitido a utilização de "Askared" ou outro PCB como líquido isolante ou resfriador.

A classe de tensão de isolamento dos transformadores é no mínimo 15 KV, sendo vedada a classe 15B (nível de isolamento baixo). As buchas primárias são para 25 kV e as secundárias e de neutro para 12 kV.

A classe de isolamento dos transformadores é no mínimo "A" (105° C).

A impedância percentual mínima dos transformadores, referida à maior relação de transformação, à frequência nominal e às temperaturas de 75° C para transformadores em óleo ou silicone, e 115° C para transformadores secos, é:

Tabela 138 - Impedância transformadores

POTÊNCIA (KVA)	TRAFO SEM ÓLEO OU SILICONE (%)	TRAFOS SECOS (%)
Até 150, inclusive	3,5	6
De 225 a 500	4,5	6
Acima de 500	5,5	6

Os transformadores secos ou resfriados a óleo ou silicone têm, no mínimo, os seguintes rendimentos, para fator de potência igual a 1,8:

Tabela 139 - Rendimento transformadores

POTÊNCIA (KVA)	RENDIMENTO (%)
Até 45, inclusive	97
75	97,3
112	97,5
150	97,7
225	97,7
Acima de 225	98

A máxima queda de tensão entre funcionamento em vazio e a plena carga (regulação) para o fator de potência igual a 0,8 é conforme a tabela:

Tabela 139 - Regulação transformadores

POTÊNCIA (KVA)	REGULAÇÃO (KVA)
Até 75, inclusive	3,3
De 112,5 a 150	3,1
De 225 a 500	3,7
Acima de 500	4,3

Os transformadores possuem plaqueta de identificação contendo, entre outras, as seguintes indicações:

- Nome: transformador ou autotransformador;
- Nome do fabricante;
- Número de série e data da fabricação;
- Designação e data da especificação da ABNT;
- Tipo;
- Número de fases;
- Potência nominal;
- Diagrama de ligações contendo as tensões nominais;
- Frequência nominal;
- Elevação de temperatura admissível para os enrolamentos;
- Diagrama vetorial (ou polaridades para transformadores monofásicos);
- Impedância percentual referida a 75° C para classes de temperatura de 105° C ou 130° C;
- Para classe de temperatura de 155° C referida à temperatura de 115° C tipo de líquido isolante e quantidade necessária;
- Peso aproximado;
- Classe de tensão e isolamento nominal;
- Número de catálogo do fabricante;
- Vazão da água de refrigeração, se for o caso.

O fabricante do transformador deve apresentar a planilha dos testes de rotina com as seguintes informações, no mínimo:

- resistência ôhmica dos enrolamentos;
- relação de tensões;
- resistência de isolamento;
- polaridade;
- deslocamento angular;
- sequência de fases;
- perdas em vazio, em curto– circuito, a plena carga e totais;
- corrente de excitação;
- tensão de curto– circuito;
- tensão aplicada ao dielétrico;
- tensão induzida;
- estanquidade.

O transformador deve ter no enrolamento de alta pelo menos 3 derivações, além da nominal. Para transformador de até 112,5 kVA é admitida comutação– tipo painel, com acesso pela janela de inspeção.

A comutação de tensões para transformadores de potência superior a 112,5 kVA é através de comutador giratório de comando externo. Os transformadores de potência igual ou superior a 225 kVA devem ser providos de rodas, para transporte.

Os transformadores de potência em óleo têm, no mínimo, os acessórios definidos na tabela 12 da EB– 91101 (NBR– 5356).

Os transformadores secos são providos de sensores de temperatura para enrolamentos interligáveis a um relé disparador.

6.2.8 Capacitores de Potência

Normas

Dentre as normas da ABNT atinentes ao assunto é dada especial atenção às seguintes:

Tabela 140 - Normas capacitores de potência

Norma	Título
ED- 139/87	Capacitores de Potência em derivação para sistema de tensão nominal acima de 1000 V (NBR- 5282);
MB- 258/73	Capacitores de potência (NBR- 5239).

Características técnicas

Os capacitores de potência são equipamentos que geram reativos capacitivos, destinados à correção de fator de potência das instalações.

São projetados para uma vida útil mínima de 20 anos quando trabalharem em tensão nominal, sujeitos ao máximo de 10% de sobretensão com 60 Hz por períodos prolongados e dentro do limite de temperatura.

Devem funcionar satisfatoriamente com 135W da potência nominal.

Possuem resistências internas de descarga de maneira a reduzir a 50 V a tensão entre terminais decorridos 5 minutos de desenergização. Os terminais de cada bucha são próprios para ligação de um ou dois cabos de seção de 6 até 50 mm².

Os conectores são estanhados para minimizar os efeitos da corrosão.

Devem trabalhar adequadamente até a temperatura máxima ambiente de 40° C.

Os capacitores suportam até 100 chaveamentos diários sem reacendimento de arco e com tensões transitórias instantâneas limitadas a 2,83 vezes a tensão nominal.

As placas de identificação são em aço inoxidável contendo: número de série, potências, tensão e frequência nominais, nível de isolamento, capacitância, data de fabricação, impregnante, categoria de temperatura, marca e tipo.

Os capacitores têm garantia mínima de 12 meses após sua energização. Quando houver presença de harmônicos (conversores, retificadores, no-break, etc.), os capacitores são especialmente fabricados para essa finalidade.

Grupos Geradores de Emergência

Características técnicas

São equipamentos destinados a suprir de energia elétrica as instalações, em caso de falha no sistema da concessionária.

São compostos basicamente de um motor diesel e um alternador síncrono e trifásico, acoplados por um sistema monobloco e uma Unidade de Supervisão de Corrente Alternada (USCA).

São montados sobre uma única base de aço com apoio tipo, "vibra-stop", e ser previstas partidas manual e automática com pré-aquecimento, através de resistências, e água de refrigeração, de tal forma que o grupo seja capaz de assumir a carga nominal total dentro de 10 segundos.

Motores diesel

O motor fornece potência líquida de saída suficiente para acionar continuamente o gerador a 100% de plena carga, na velocidade síncrona, sem indícios de sobreaquecimento para as condições climáticas locais. Sua construção é feita em multicilindros verticais ou em "V", tipo estacionário, e injeção direta, além de apresentar os seguintes acessórios:

- filtros de óleo lubrificante;
- filtro de ar, com elemento seco recambiável;
- controle de parada por sobre- rotação;
- painel montado no motor incluindo 1 termômetro e 1 manômetro de óleo lubrificante, 1 termômetro do sistema de refrigeração, 1 amperímetro para controle de carga de baterias, 1 indicador de rotação e 1 horímetro;
- silenciador de escape com eliminador de faísca.

Deve possuir sistema de suprimento de combustível, incluindo reservatório, com capacidade para 8 horas de funcionamento à plena carga, indicador de nível e bombas manuais ou elétricas para transferência de combustível do tambor para o reservatório.

O grupo é equipado com um sistema de partida elétrica dotado de baterias com capacidade de acionar o conjunto a uma velocidade que permita a partida do motor diesel, sem dificuldade.

O regulador automático de velocidade é eletrônico, tipo "American Bosch", para atender aos seguintes requisitos:

- Rotação tal que a frequência permaneça no intervalo de 61,2 a 59 Hz, sem oscilações, para qualquer valor estável de carga entre 0 a 100% da potência contínua;
- Variação instantânea de 0 a 100% da carga nominal e vice-versa, devendo após isso voltar ao intervalo permitido acima citado, em tempo máximo de 2 segundos.

6.2.9 Geradores e/ou Alternadores

Condições gerais

Os geradores devem atender, perfeitamente às condições de frequência, potência e temperatura local das instalações. São classificados em Industrial e Especial, conforme descrito a seguir.

Os de Classe Industrial são utilizados na alimentação de iluminação e equipamentos eletromecânicos (motores de corrente alternada, reguladores de tensão eletromecânicos, caldeiras, etc.). Os de Classe Especial são utilizados na alimentação de equipamentos eletrônicos (no-breaks, reguladores eletrônicos, computadores, sistemas de telecomunicações, retificadores, etc.).

Os geradores têm, no mínimo, as características descritas nos itens a seguir.

- Geradores Classe Industrial

Possuem no mínimo as seguintes características:

- Regime de funcionamento contínuo;
- Sobrecarga: 10% durante 1 hora em cada 6 horas de funcionamento;
- Regulação para serviço contínuo: < 2% da tensão nominal e 5% da frequência nominal para qualquer situação de carga constante;
- Queda de tensão instantânea na partida de motores: 15% com recuperação em 0,5 segundo, para aplicação brusca de 60% da potência aparente nominal do gerador;

- Desequilíbrio máximo de carga: 12%;
- fator de potência: 0,8 indutivo (salvo especificação em contrário);
- Ligação: trifásica, em estrela, com terminais de neutro e fases acessíveis;
- Isolação: igual ou melhor que classe F;
- Resistência de isolamento entre enrolamentos e entre enrolamentos e massa: $> 0,5$ ohm a 40°C ;
- Rigidez dielétrica: 1500 V (valor eficaz), aplicados gradativamente durante 1 minuto entre armadura e massa e entre campo e massa. Não deve haver fugas ou efeitos corona perceptíveis;
- Sobre- rotação: 20% durante 1 minuto;
- Distorção harmônica: $= 5\%$;
- Relação de curto- circuito: $> 0,5$;
- Proteção mecânica: IP 23 ou melhor;
- Sobrelevação de temperatura: $= 40^{\circ}\text{C}$.
- Geradores Classe Especial

Alternador

É do tipo próprio para utilização em sistemas de telecomunicações ou CPD. É trifásico com 4 pólos girantes do tipo sem escovas (Brushless), com excitatriz e ponte retificadora trifásicas de onda completa montadas no mesmo eixo do alternador. Possui regulador eletrônico de tensão e sistema "compound", controlando a tensão do gerador dentro de $\pm 5\%$ da tensão nominal, em qualquer estado, permanente até a plena carga. É dotado de "space heater" destinado a eliminar umidade condensada no interior do circuito de armadura, para regiões cujo clima propicie tal condição.

É autoventilado, horizontal, com grau de proteção IP- 23, mancais de rolamentos lubrificados à graxa, enrolamentos amortecedores para serviço paralelos e isolamento classe B.

Possue ainda as seguintes características:

- Potência nominal: o projetista dimensionará o gerador para a totalidade de cargas de energia, acrescida de reserva técnica de 25%;
- Fator de potência indutivo mínimo: $\text{FP} = 0,8$;
- Tensão nominal: 440/380/220 V, em estrela com neutro acessível;
- Regime de funcionamento: contínuo;
- Sobrevelocidade: 20% durante 2 minutos;
- Rigidez dielétrica: 1880 VCA durante 1 minuto;
- Relação de curto- circuito: mínimo de 0,8;
- Distorção harmônica: 3% entre fases e $< 5\%$ entre fase e neutro, com $\text{FP} 0,8$ indutivo e carga linear;
- Resistência de isolamento: $> 5,0$ M Ohms a 20°C e $> 1,5$ MOhms a 40°C ;
- Regulação; $\pm 2\%$ em relação à nominal, para qualquer valor estável de carga linear de 0 a 100% da potência nominal e valores de FP entre 0,8 e 1,0 indutivo;
- Queda de tensão instantânea: $c- 10\%$, com tempo máximo de recuperação de 2 segundos' na aplicação brusca de 100% de potência nominal;
- Qeatância subtransitória: $X " " d = 12\%$;

- Balanceamento: estático e dinamicamente para o rotor, assegurando funcionamento livre de vibrações. Suporta sobrevelocidade de 25%. em caso de emergência, sem danos mecânicos, permanecendo em equilíbrio mecânico e elétrico para todas as velocidades até 125% da rotação nominal;
- Excitatriz: tipo "Brushless, (sem escovas), corrente alternada, com retificador composto de diodos girantes acopladas diretamente ao eixo, do gerador;
- Construção totalmente fechada, com ventilação externa, isolamento classe F, regulador estático de tensão, sistema "compound" e componentes facilmente acessíveis para testes e manutenção;

Acoplamento

O acoplamento entre motor e gerador é feito por meio de parafusos entre o flange do alternador e a carcaça do volante do motor.

A união entre as partes rotativas é feita por meio de luva elástica, dimensionada para absorver o torque máximo do motor, mais as solicitações transitórias devido às partidas e paradas do motor e à aplicação instantânea de carga máxima.

A luva é construída de modo a não introduzir esforços axiais nos eixos das máquinas e de tal modo que a substituição do elemento elástico não obrigue a retirada do flange colocado na ponta do eixo do alternador.

O elemento elástico da luva é feito de borracha sintética resistente ao contato com óleo diesel, óleo lubrificante e graxa.

Base Metálica

É construída em perfis laminados de aço, devidamente calculados, tendo nas extremidades a disposição da base tubos de aço, sem costura (DIN 2440 ou 2441), dispostos transversalmente. A disposição da base deve permitir a retirada do carter sem levantar o motor. Todos os componentes metálicos são soldados eletricamente e os pontos de solda são completamente limpos de rebarbas, pingos ou bolhas.

A base metálica deve dispor de dois terminais de terra independentes: um para ligação ao grupo e outro para ligação a terra. As ligações e conexões de peças metálicas à base são feitas com parafusos de rosca métrica, cabeça sextavada, dotados de porca e arruela de pressão. A montagem do grupo sobre a base metálica é feita utilizando-se amortecedores de borracha sintética (tipo "vibra-stop").

Instalação Elétrica

É executada com condutores flexíveis, em seções convenientemente dimensionadas (mínima de 1,5 mm²), com terminais prensados tipo olhal. Todos os condutores de instalação do grupo são identificados, nas extremidades, com anilhas plásticas permanentes de identificação.

A instalação elétrica do grupo deve correr toda no interior de eletrodutos flexíveis (tipo "scal-tube" no trecho horizontal) fixados por grampos aparafusados à base.

Todos os condutores, entre eletrodutos e os terminais do motor, ficam no interior de tubulações flexíveis.

A entrada dos condutores nos tubos flexíveis é feita através de buchas de borracha. Os cabos do motor de arranque são instalados em eletrodutos separados.

Os eletrodutos de instalação do grupo devem terminar numa caixa de terminais fechada com tampa metálica aparafusada. No interior da caixa de terminais, deve existir uma barra de terminais, com identificação semelhante a dos terminais do quadro de controle.

Pintura

O grupo deve levar duas demãos de tinta base, com veículo de resina epóxi e carga de óxido de ferro, e o acabamento também em duas demãos. Não são pintadas peças feitas de borracha, ou que contenham tubulações flexíveis, condutores, pinos de graxa, tubulações de escape e peças de aço inoxidável.

A base do grupo deve levar uma demão de cromato de zinco e duas demãos de acabamento de esmalte sintético na cor preta. A base, bem como o motor e alternador, são pintados isoladamente, antes da montagem final.

Quadro Automático de Transferência

O quadro é montado em um armário de perfis e chapas de aço totalmente blindado, com portas em dobradiças, maçanetas com trinco, sem chave e constituído de três partes distintas: uma para regulação estática da tensão, uma para força e outra para as proteções, com grau de proteção, no mínimo IP 22.

A fiação interna entre instrumentos, botoeiras, chaves, disjuntores e réguas terminais (fornecidas completas) é devidamente dimensionada, possuindo isolamento termoplástico antichama para 750 V, com seção mínima de 1,5 mm² para controle e 2,5 mm² para força. Os fios e cabos de controle são agrupados e identificados de forma permanente, referindo-se aos circuitos e a cada terminal.

As réguas terminais são confeccionadas com material de capacidade térmica suficiente para suportar, sem danos, a passagem de correntes permanentes e de curto-circuito inerentes aos condutores, correspondentes aos terminais. São resistentes à corrosão. Não são utilizadas réguas terminais do tipo aperto direto ao cabo pelo parafuso do terminal. As réguas terminais possuem número suficiente de reservas (mínimo de 10), para ampliação futura.

O quadro deve possuir furação para colocação de chumbadores em laje de concreto, fornecida pela SANEAGO. A entrada e a saída de cabeaço é efetuada pela parte inferior. A lógica do quadro de comando é baseada em cartões eletrônicos modulares, evitando-se relés eletromecânicos.

Sistema de Automatismo

A rede é vigiada permanentemente por um controlador automático trifásico que dará partida ao grupo, no caso de falhas ou irregularidades no fornecimento de energia. Após a normalização da tensão produzida pelo gerador, é efetuada a transferência de carga. Com o retorno ou normalização da rede, é feita a reversão, paralisando-se o grupo gerador, depois de decorrido tempo de supervisão, ajustável. No caso de uma variação de tensão da rede, de 5% para mais ou menos, o controlador deve dar a partida no grupo, após um retardamento previsto de 30 segundos, com a finalidade de vencer flutuações de curta duração.

Quando previsto em projeto, o quadro deve possuir também uma chave (instalada remotamente) para semi-automatismo, ou seja, partida automática em falha de rede e retorno manual.

O automatismo é de tal forma que o grupo assume o suprimento de energia em tempo máximo de 10 segundos. O sistema possui intertravamento elétrico e mecânico entre a concessionária e o grupo de emergência, com a finalidade de evitar energização da rede da concessionária pelo grupo. Sempre que possível, são usadas chaves contactoras, para a construção da chave de transferência.

O equipamento deve permitir tentativas de partidas com intervalos reguláveis. No caso de qualquer impedimento na última tentativa sem êxito, deve acionar alarme sonoro, indicando simultaneamente no painel, por sinalização ótica, que o sistema está bloqueado.

Durante a operação, o grupo gerador diesel é controlado em relação às seguintes falhas:

- Falha na partida;
- Pressão insuficiente de óleo lubrificante;
- Temperatura excessiva do motor;
- Gerador sobrecarregado;
- Curto– circuito;
- Controle do fluxo de água de arrefecimento;
- Nível de combustível;
- Velocidade excessiva.

Ocorrendo uma das três primeiras falhas apontadas, as respectivas sinalizações ótica e sonora são acionadas e o grupo automaticamente desligado. Simultaneamente o sistema é bloqueado e a respectiva sinalização ótica indicará tal condição.

No caso de sobrecarga do gerador, deve haver sinalização ótica (pisca– pisca) e soar o alarme, continuando o mesmo em operação com a finalidade de proporcionar arrefecimento o mais rápido possível. Deve ainda dispor de proteção por disjuntores térmicos de sobrecorrente. Na hipótese de um curto– circuito, a proteção atua separando o grupo do setor defeituoso.

Em caso de qualquer irregularidade no fluxo de água de arrefecimento, o alarme soará. São indicados óticamente no painel: "circuito de água defeituoso", para grupos geradores com torre de arrefecimento; e "falha no ventilador", para grupos geradores com radiador. Quando o nível de combustível não for suficiente para meia hora de operação, deve haver indicação ótica no quadro.

A operação de parada do grupo gerador no retorno ou regularização da rede é controlada por um sistema temporizado para evitar a reversão da carga em falsos picos de retorno. Por meio desse sistema, o grupo deve permanecer em operação por um tempo regulável de 0 a 15 minutos, após o qual é efetuada a reversão da carga, permanecendo o grupo ainda em funcionamento, por período também ajustável, com vistas ao arrefecimento do motor diesel.

Instrumentação de Medição.

São os seguintes os instrumentos de medição dos geradores classe especial:

- 3 amperímetros com escala apropriada;
- 3 transformadores de corrente, para os amperímetros;
- 1 voltímetro, escala apropriada;
- 1 comutador para o voltímetro para leitura nas 3 fases;

- 1 comutador para voltímetro, de 2 posições, para permitir a leitura de tensão do gerador e da rede;
- 3 conjuntos unipolares de fusíveis do tipo DIAZED;
- 1 frequencímetro, escala apropriada;
- 1 comutador para frequencímetro, de 2 posições, rede/gerador.
- Sinalização

Os geradores têm a seguinte sinalização ótica no painel:

- Rede ligada;
- Gerador ligado;
- Falha na partida;
- Controle ligado;
- Sobrecarga do gerador;
- Pressão de óleo baixa;
- Temperatura do motor elevada;
- Sistema automático bloqueado;
- Tensão anormal da rede;
- Tensão anormal do gerador;
- Pré- aquecimento ligado;
- Arrefecimento defeituoso;
- Combustível;
- Sobrevelocidade.
- Dispositivos de Manobra do Quadro.

São os seguintes os dispositivos de manobra do quadro:

- 1 chave seletora de 4 posições, para desligado, automático, ensaio e manual;
- 1 chave seletora de 3 posições, para partida manual do motor, repouso e parada manual do motor.

Carregador de Bateria

Deve possuir condições de carregar a bateria e manter a carga em regime de flutuação. A tensão é a mesma do arranque do motor. A energia para o carregador deve emergir da saída do painel, pois este deve receber energia mesmo com o gerador fora de operação.

Pintura do Quadro de Transferência

O gabinete é decapado, fosfatizado e pintado eletrostaticamente, depois de efetuadas as furações previstas no mesmo, conferindo assim absoluta proteção contra corrosão.

Acessórios

O conjunto é fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- Tanque de combustível com indicador de nível, para no mínimo 8 horas de Funcionamento ininterrupto;
- Conector para aterramento da base metálica para o cabo de cobre de 35 a 95 mm²;

- Placa de identificação e ligações;
- Olhal de suspensão do conjunto;
- Silencioso.

6.3 Ensaios

São realizados os ensaios previstos em normativos da ABNT, na presença de Técnicos da SANEAGO, a quem o fabricante deve notificar, com antecedência mínima de 15 dias, a data prevista para os ensaios. É fornecido à SANEAGO, em duas vias, o respectivo relatório.

Todos os instrumentos e ferramentas necessários aos testes de aceitação são fornecidos pelo fabricante.

6.3.1 Garantia

Todos os materiais e equipamentos são garantidos contra defeitos de fabricação, a partir da data de funcionamento dos mesmos. A garantia contra desempenho insatisfatório é válida pelo prazo de 12 meses, a contar da data de funcionamento do mesmo, no local definitivo de instalação.

6.3.2 Documentação

A documentação deve incluir, obrigatoriamente, as seguintes informações:

- Curvas características típicas;
- Desenhos de dimensões externas principais e disposições dos equipamentos incluindo pesos, mostrando as ligações mecânicas a serem feitas;
- Diagramas elétricos elementares de interligação,
- Diagramas elétricos e eletrônicos completos e detalhados dos equipamentos;
- Relação e descrição dos testes a serem efetuados;
- Relação de acessórios;
- Indicação detalhada e clara de todas as garantias referentes ao equipamento e seus acessórios;
- Manuais de operação e manutenção;
- Catálogos completos de todos os equipamentos propostos;
- Lista de desvios e exceções da presente especificação, com a correspondente justificativa.

6.3.3 Sistema Externo de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SEPDA)

Normas

São observadas todas as exigências contidas nas normas da ABNT sobre o assunto e de modo especial a NB– 165/70– Proteção de edificações contra descargas elétricas atmosféricas (NBR– 5419).

Definição

Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) compõem– se de um sistema externo (SEPDA) e um interno (SIPDA).

O sistema externo (SEPDA) é um conjunto de dispositivos que, sem aumentar a probabilidade de incidência de descargas atmosféricas numa determinada região, procura criar caminhos preferenciais para as correntes de descarga em direção ao solo, de modo a evitar que as mesmas atinjam as estruturas, objeto da proteção.

Características técnicas

A finalidade dos terminais aéreos na estrutura a ser protegida é interceptar as descargas em pontos preferenciais, minimizando consequentemente a penetração da corrente de impulso atmosférico que poderia ter seguido um caminho aleatório na cobertura da edificação, com possibilidade de provocar danos eletromecânicos graves e até incêndios.

As correntes de descargas atmosféricas seguem caminhos de menor impedância, a menos que estejam cobertos pela zona de proteção. Os volumes expostos (reservatórios de água, casas de máquina de elevadores, etc.) são mais propensos a serem atingidos.

Busca-se minimizar os possíveis efeitos indiretos perigosos à vida, associados ao fenômeno, como a elevação de potencial no solo, através de cuidados de projeto. Tais efeitos não decorrem da instalação do sistema de proteção, mas da ocorrência do fenômeno em si, não sendo possível eliminar os riscos de forma absoluta. A função dos condutores de descida é fornecer um caminho de baixa impedância desde os terminais aéreos até os eletrodos de terra, de modo que a corrente de surto atmosférico possa ser conduzida com segurança até o solo, onde ela se dissipa.

Consequentemente, sendo vantajoso obter-se baixa resistência de aterramento do eletrodo, a configuração e as dimensões do sistema de aterramento são mais importantes do que um valor específico de resistência de terra, por causa de seu efeito na indutância e capacitância do sistema. A norma exige o valor máximo de resistência de 10 ohms.

É essencial a realização de rigorosa inspeção da implementação das instalações, para verificar se estas foram executadas rigorosamente de acordo com o projeto. Todos os componentes do sistema devem estar em bom estado de conservação.

Particularmente, exigem cuidados especiais a verificação de continuidade das partes do sistema e a medição de resistência de aterramento. Esta última, em função da dimensão e localização do aterramento, pode apresentar certa complexidade.

Terminais Aéreos

Quando as edificações possuem um considerável comprimento e largura, cumeeiras de telhados e as guindas das extremidades são pontos preferenciais de incidência. Os condutores de interligação na cobertura têm sempre inclinação descendente, até atingirem as descidas propriamente ditas. Nunca podem apresentar inclinações ascendentes.

Os mastros são de material de alta resistência mecânica, tratados contra o ataque de umidade, agentes químicos e/ou poluentes, com galvanização a fogo ou equivalente. O conjunto captor deve apresentar rigidez mecânica suficiente para suportar esforços mecânicos associados a uma eventual descarga, juntamente com os esforços eólicos.

Os terminais aéreos consistem de condutores verticais e horizontais, ou da combinação de ambos. Os cabos captadores são de cobre nu e tem seção mínima de 35 mm². Os captadores tipo Franklin são de latão cromado ou de aço inoxidável.

Não são admitidos captadores radioativos ou ionizantes.

Condutores de descida— o caminho para terra deve ser o mais curto e retilíneo possível.

Quando existirem curvas no trajeto, estas têm, no mínimo 90°, sendo curvas abertas. Onde não for possível utilizar cabos de descida externos, estes podem descer em "shafts" apropriados, encapsulados em dutos não metálicos e não combustíveis. Tais eletrodutos não podem ter área interna menor do que DI aproximadamente 36mm.

A conexão entre os cabos de descida e o sistema de eletrodos de aterramento deve estar acima do nível do solo, em local de fácil acesso e inspeção. Os últimos 3 m dos cabos de descida devem estar protegidos por duto de PVC, de diâmetro mínimo de 50 mm. Os condutores de descida são de cobre nu e ter seção mínima de 35 mm².

Aterramento

O aterramento tem a finalidade de dispersar a corrente de impulso da descarga para a terra. É normalmente requerido para satisfazer os requisitos de compatibilidade eletromagnética, segurança pessoal e do equipamento.

Considerando a impedância de surto do eletrodo de terra como sendo "vista" pela corrente de descarga, esta difere consideravelmente do valor da resistência convencional, que utiliza baixa frequência.

Os condutores de aterramento são cordoalhas de cobre nu de seção mínima igual a 50mm². As hastes de aterramento são de aço com cobertura de cobre.

6.3.4 Sistema INTERNO de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SIPDA)- Protetores de Surto

Normas

Dentre as normas da ABNT, atinentes ao assunto, especial atenção devera ser dada a Instalações elétricas de baixa tensão (NBR- 5410).

Definição

Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) compõem- se de um sistema externo (SEPDA) e de um sistema interno (SIPDA).

São sistemas ou dispositivos destinados a evitar os danos decorrentes dos efeitos das descargas atmosféricas diretas ou indiretas.

Características técnicas

A proteção de instalações e equipamentos é feita utilizando- se protetores de surto ou de transientes (centelhadores a gás e a ar, varistores, diodos de proteção (zener) e filtros de linha ou a combinação desses dispositivos).

7 Estruturas

7.1 Estruturas de concreto armado

7.1.1 Disposições diversas

Será utilizado Concreto Estrutural com $f_{ck} = 20\text{Mpa}$. Em nenhuma obra ou serviço será admitido Concreto Estrutural com resistência inferior à indicada.

A Fiscalização poderá processar uma sistematização de ensaios, com características necessárias e suficientes, para o concreto lançado, a fim de comprovar a qualidade especificada para os mesmos, quando da fundição da peça. Todas as facilidades serão proporcionadas à Fiscalização pela contratada para efetivação de seus trabalhos na obra.

7.1.2 Disposições construtivas

Concreto Misturado na Obra

Os processos de mistura, manual ou mecânico, deverão atender as NBR-6118 e NB-1/78 da ABNT.

Nas misturas em contato com líquidos ou sujeitas a ataque de agentes agressivos, somente será permitida a mistura mecânica com uso de betoneiras estacionárias.

A ordem de introdução dos materiais na betoneira será a seguinte:

- Parte de água de amassamento (opcional)
- Parte do agregado graúdo;
- Areia;
- Restante de agregado graúdo;
- Cimento;
- Restante da água

O concreto não será redosado após o início da pega.

Concreto Dosado em Central

O concreto dosado em central deverá atender a especificação NBR-7212-136 da ABNT.

7.1.3 Normas de confecção do concreto

A execução de concreto deverá obedecer, rigorosamente, ao projeto, às especificações e aos detalhes, assim como às Normas Técnicas da ABNT, sendo de exclusiva responsabilidade da contratada a resistência e a estabilidade de qualquer parte da estrutura executada.

Normas a considerar:

Tabela 141 - Normas de concreto armado

Norma	Título
NBR-5732	Cimento Portland comum (CPI, CPI-S) especificação;
NBR-5733	Cimento Portland de alta resistência inicial (CPV-ARI)- especificação;
NBR-5735	Cimento Portland de alto-forno (CPIII)- especificação;
NBR-5736	Cimento Portland pozolânico (CPIV)- especificação;
NBR-5737	Cimento Portland resistente a sulfatos (CP-RS)- especificação;
NBR-11578	Cimento Portland composto (CPII-E, CPII-Z, CPII-F)- especificação;
NBR- 7211	Agregados para Concreto- especificação;
CE-18:06.02-001	Aditivos para Concreto de Cimento Portland- especificação (em estudo);
CE-18:06.03-001	Aditivos Incorporadores de ar para concreto de cimento Portland especificação (em estudo)
NBR-7480	Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto armado especificação;
NBR-7481	Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto- especificação;
NBR-7482	Fios de Aço para Concreto Protendido- especificação;
NBR-7483	Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido- especificação;
NBR-7484	Fios, Barras e Cordoalhas de Aço Destinado a Armaduras de Protensão Ensaios de Relaxação
NBR-7212	Execução de Concreto Dosado em Central- Procedimento:
NBR-7681	Calda de Cimento para Injeção- especificação;
NB-1 ou NBR-6118	Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado;
NB-11 ou NBR-7190	Cálculo e Execução de Estrutura de Madeira;
NR-14 ou NBR-8800	Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios;
NBR-7187	Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado;
NBR-7197	Cálculo e Execução de Obras de Concreto Protendido;
CE-18:305.01-002	Concreto– Preparo, Controle e Recebimento.
CE-18:03.07-001	Concreto Projetado– especificações;
CE-18:03.15-001	Concreto Projetado- Procedimento para aplicação por via Seca;
CE-18:03.15-002	Concreto Projetado- Procedimento para Qualificação do Mangoteiro.

7.1.4 Materiais componentes do concreto

Água

A qualidade da água destinada ao concreto deverá atender aos limites estabelecidos na NBR–6118, presumindo- se satisfatória a água potável fornecida pela rede de abastecimento público. Deverá ser isenta de impurezas que possam vir a prejudicar as reações da água com os compostos de cimento, como sais, álcalis ou materiais orgânicos em suspensão. Não poderá conter cloretos em quantidade superior a 500 mg/l de Cl, nem sulfato em quantidade superior a 300 mg/l de SO₄.

Caso seja necessário utilizar água de outra procedência, serão feitos em laboratório ensaios com a água em argamassa; as resistências obtidas aos sete e vinte e oito dias deverão ser

iguais ou superiores a 90% das obtidas com água de reconhecida qualidade e sem impurezas, aos sete e vinte e oito dias.

Agregados

Os agregados deverão obedecer a prescrições da NBR-7211 e ser ensaiados segundo as normas complementares.

Os diferentes agregados serão armazenados em compartimentos separados, de modo a não haver possibilidade de se misturarem agregados de tamanhos diferentes.

Igualmente, serão tomadas precauções, de modo a não permitir mistura com materiais estranhos, que venham a prejudicar sua qualidade.

Agregado Miúdo

O agregado miúdo será constituído por grãos inertes e resistentes, limpos e isentos de impurezas e de matéria orgânica. Será completamente lavado com a finalidade de se eliminar o material pulverulento.

Deverá ter granulometria tal que no máximo 15% fiquem retidos na peneira 4,8 mm.

Seu teor de umidade antes da secagem não poderá exceder 6%, expresso em porcentagem do agregado saturado por agregado superficialmente seco, em peso.

Agregado Graúdo

Como agregado graúdo, poderão ser utilizados o seixo rolado, pedra natural ou a pedra britada de rocha estável, com arestas vivas, isento de pó-de-pedra, materiais orgânicos, terrosos e não reativos com os álcalis de cimento. Com o máximo de 15% das partículas passando na peneira 4,8 mm.

O seu teor de umidade livre, antes da dosagem, não será maior que 1% expresso em porcentagem do agregado saturado por agregado superficialmente seco, em peso.

A resistência própria de ruptura dos agregados será superior à resistência do concreto. O diâmetro máximo do agregado graúdo será o maior possível, mas, em nenhum caso, exceto quando autorizado por escrito pela Fiscalização, poderá exceder a menor das seguintes dimensões:

- 1/5 da menor dimensão, correspondendo ao elemento estrutural;
- 3/4 do espaçamento mínimo, entre duas barras.
- Cimento

O cimento deverá atender as exigências das Normas Brasileiras.

O cimento para o concreto protendido será o Portland CP-I, CP-II ou CP-MRS, classe 32 ou 40, devendo satisfazer as prescrições da NBR- 7226 da ABNT, e ensaiado segundo as Normas Complementares.

Todo o cimento será entregue no local da obra em sua embalagem original e assim permanecerá até a ocasião de seu emprego.

A aceitação do cimento na obra será subordinada a execução de ensaios prévios de amostras do material provenientes da fonte de produção. Sempre que houver dúvidas novos ensaios serão realizados.

O cimento será armazenado em local seco e abrigado por um tempo e forma de empilhamento que não comprometam a sua qualidade.

Quando a partida entregue no Canteiro apresentar qualidades alteradas, devido ao mau acondicionamento no transporte, danos produzidos por insuficiência de proteção as

intempéries, ou qualquer outro efeito, embora munida de certificado, deverá ser rejeitada, não sendo permitida a sua utilização na obra, da qual será, imediatamente, retirada.

O volume de cimento armazenado na obra será suficiente para permitir a concretagem completa das peças programadas, evitando-se interrupções no lançamento por falta de material.

Será permitido o uso de cimento a granel desde que, em cada silo, seja depositado cimento de uma única procedência. O cimento em silo só poderá ficar armazenado por período tal que não venha a comprometer a sua qualidade.

Para o concreto de estruturas aparentes será utilizado cimento do mesmo tipo e procedência, de modo a garantir uma mesma coloração para o concreto.

Aditivos

Sempre que considerado conveniente e aprovado pela Fiscalização ou indicação de projeto, serão empregados aditivos na confecção do concreto.

Os tipos de aditivos usuais são: incorporadores de ar, retardadores e aceleradores de pega, redutores de água, plastificantes superfluidificantes e expansores.

Serão admitidos somente produtos procedentes de fornecedores comprovadamente idôneos.

O emprego do aditivo, seja o indicado em projeto ou o escolhido pela contratada, deverá apresentar os resultados dos ensaios comparativos dos concretos com e sem aditivos, executados em laboratórios idôneos, bem como a justificativa para a sua utilização, para aprovação da Fiscalização.

É proibido o uso de aditivo acelerador de pega com composto ativo a base de cloreto de cálcio em estruturas de concreto armado e/ou protendido.

Os aditivos serão armazenados em locais apropriados, de maneira a não alterar as suas propriedades. O período máximo de armazenagem será de 180 dias, a menos que a contratada comprove com novos ensaios, que não houve alterações nas propriedades do aditivo.

Os aditivos serão adicionados a cada traço. Deverão ser diluídos numa porção de água de amassamento, que será adicionada à mistura por meio de um dosador mecânico, capaz de realizar medidas rigorosas, e de maneira a garantir uma distribuição uniforme do aditivo em toda a massa do concreto, durante o tempo especificado para a mistura.

7.1.5 Formas e escoramentos

Disposições Gerais

A execução das formas deverá obedecer às normas NBR-6118, NBR-8.800 e NBR-7191.

As formas, moldes para estruturas de concreto, serão estanques, lisas, solidamente estruturadas e apoiadas, devendo sua liberação para as concretagens ser precedidas de aprovação.

As formas serão feitas de tábuas de madeira aparelhada, madeira compensada, madeira revestida, de placas metálicas e de chapas de aço ou de ferro.

As formas serão projetadas e construídas pela contratada com materiais apropriados e aprovados pela Fiscalização.

A madeira utilizada nas formas deverá apresentar-se isenta de nós fraturáveis, furos ou vazios deixados pelos nós, fendas, rachaduras, curvaturas ou empenamentos.

A espessura mínima das tábuas a serem usadas será de 25 mm. No caso de madeira compensada, esta mesma espessura será de no mínimo 10 mm. Caso onde haja necessidade de materiais de espessuras menores serão aprovados pela Fiscalização.

Fazem parte da fôrma não apenas a madeira em contato com o concreto, mas também toda aquela que for necessária à transferência das cargas para as cabeças das peças verticais de escoramento.

As formas serão usadas onde houver necessidade de conformação do concreto segundo os perfis de projeto, ou de impedir sua contaminação por agentes externos.

As formas serão projetadas e construídas pela contratada de acordo com as indicações de projeto e será submetido à aprovação da Fiscalização. Essa aprovação não exime a Contratada da responsabilidade por qualquer falha que possa ocorrer. Qualquer parte da estrutura que se afastar das dimensões e/ou posições indicadas nos desenhos será removida e substituída, sem ônus para a SANEAGO.

As formas deverão ter resistência suficiente para suportar pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, mantendo-se rigidamente na posição correta e não sofrer deformações.

Serão suficientemente estanques para impedir a fuga de nata de cimento.

Qualquer vedação que seja necessária será feita com materiais e técnicas aprovadas pela Fiscalização.

A Fiscalização, antes de autorizar qualquer concretagem, fará uma inspeção para certificar-se de que as formas se apresentam com as dimensões corretas, isentas de cavacos, serragem ou corpos estranhos e de que a armadura está de acordo com o projeto.

As formas, desde que não sejam fabricadas com peças plastificadas, serão saturadas com água, em fase imediatamente anterior a do lançamento do concreto, mantendo as superfícies úmidas e não encharcadas.

As formas remontadas deverão sobrepor o concreto endurecido, do lance anteriormente executado, em não menos de 10 cm e fixadas com firmeza contra o concreto endurecido de maneira que, quando a concretagem for reiniciada, elas não se alarguem e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção serão usados, se necessário, vedações com isopor, parafusos ou prendedores adicionais para manter firmes as formas remontadas contra o concreto endurecido.

Em formas comuns, quando da concretagem, deverá manter permanente vigilância para evitar os citados desvios.

Os tirantes de aço utilizados como espaçadores internos das formas, impedindo que se destaquem sob ação do empuxo do concreto, serão envolvidos por um tubo de PVC apropriado, que os manterão isolados, permitindo sua retirada na desforma.

Nas paredes cilíndricas de reservatório será dada preferência a sistema de formas deslizantes ou equivalentes sem atravessar a parede com tirantes de fixação, devendo o projeto ser previamente submetido à Fiscalização para aprovação.

Tipos de formas

As formas a serem utilizadas deverão enquadrar-se nos tipos discriminados a seguir, de acordo com sua modalidade de uso:

- Fôrma de madeira- comum;

- Fôrma plana de madeira- estrutura;
- Fôrma plana de madeira- aparente;
- Fôrma curva de madeira- estrutura;
- Fôrma curva de madeira- aparente;
- Forma metálica.

Na confecção de concreto aparente só será permitido o uso de formas constituídas de peças uniformes. Será proibido o uso de peças que venham a ocasionar impressão de concreto remendado.

Na face que recebe o concreto, as juntas das madeiras deverão apresentar-se rigorosamente concordantes entre si.

Fixação das formas

Para estruturas hidráulicas, será obrigatório o uso de tirantes espaçadores do tipo núcleo perdido, ou tirantes de 5/8" rosqueadas nas extremidades com tarugo de madeira ou cone em plástico e porca comum com arruelas.

Os arames ou tirantes para fixação das formas deverão receber tratamento com argamassa seca socada ("Dry- pack").

Em formas para superfícies de concreto de fundações, poderão ser utilizadas tábuas de madeira de boa qualidade, sem curvaturas.

Em formas para superfícies de concreto estrutural a ser revestido, deverão ser usadas chapas de madeira compensada resinadas, sempre com aspecto de primeiro uso.

Em formas para superfícies de concreto aparente, serão utilizadas chapas de madeira compensada plastificadas, sempre com aspecto de primeiro uso.

Juntas das formas

Todas as quinas e justaposições serão do tipo "mata-junta", ou seja, uma lâmina plana não poderá atravessar as emendas da fôrma.

Nas emendas e juntas das formas, será utilizada massa de vidraceiro ou outro material capaz de vedá-las. Sempre que houver junta de concretagem, deve-se usar na fôrma frisos para camuflá-las.

Salvo indicação em contrário, todos os cantos das formas deverão levar uma peça de madeira com seção transversal no formato de triângulo isóscele, tendo os dois lados iguais um comprimento de 15 mm. O objetivo é eliminar os cantos vivos nas peças moldadas, e facilitar sua desmontagem.

Reaproveitamento das formas

As formas serão reaproveitadas desde que continuem com um aspecto de "primeiro uso". Para isso serão adotadas as seguintes providências:

- Aquisição de chapas de boa qualidade;
- Manter as bordas das chapas sempre vedadas contra infiltrações usando, para isso, tinta especial;
- Utilizar desmoldantes de boa qualidade e que não manchem o concreto;
- Limpá-las logo após o uso;
- Armazenar as chapas em local abrigado.

7.1.6 Escoramento e cimbramento

Escoramento

Será constituído por peças de madeira ou, de preferência, por peças de aço (escoras tubulares), convenientemente apoiadas e contraventadas. Estas peças não deverão apresentar deformações, defeitos ou irregularidades que possam comprometer seu comportamento. O valor máximo permitido para a soma das deformações localizadas no apoio inferior, nas emendas porventura existentes e no suporte que sustenta a estrutura das formas não deverá ultrapassar 5 mm.

Precauções especiais serão tomadas para manter as deformações dentro destes limites.

Para o dimensionamento das formas, de sua estrutura e do escoramento, será considerada além do seu peso próprio e do peso do concreto fresco considerando, com suas dimensões finais, uma sobrecarga de trabalho de no máximo $0,75 \text{ KN/m}^2$.

O escoramento deverá estar contraventado de modo a resistir no mínimo à ação de um vento atuando com uma velocidade de 27 m/s (pressão básica de $0,45 \text{ KN/m}^2$) ou a uma força horizontal equivalente a 1% do peso do concreto fresco, acrescido do peso da forma e da sobrecarga, aplicada no topo superior de cada escora.

Cimbramento

As escoras serão de madeira ou metálicas (tubulares ou não) e providas de dispositivos que permitam a retirada de cimbra.

A contratada, antes de executar o cimbramento, deverá apresentar a Fiscalização, para aprovação, um projeto adequado do tipo de construção a ser executado, admitindo-se no cálculo que a densidade do concreto armado será de 2500 Kg/m^3 .

Tal aprovação não exime a contratada das responsabilidades inerentes à estimativa correta das cargas, dos esforços atuantes e da perfeita execução dos serviços.

O controle de estabilidade será feito por meio de defletômetro ou nível de alta precisão, colocado de modo a visar pontos suscetíveis de arreamento.

A contratada deverá estar equipada com macacos de rosca e cunhas de madeira dura para deter qualquer recalque das formas, durante o lançamento do concreto e antes do início da pega.

Será feita uma previsão para assegurar a contra flecha permanente requerida na estrutura, bem como previstos meios para correção de possíveis depressões ou distorções durante a construção.

O ajustamento será feito de modo a permitir o rebaixamento gradual do cimbramento durante a sua remoção. Havendo recalques ou deslocamentos indevidos, a concretagem será suspensa, retirando-se todo o afetado.

Antes de se reiniciarem os trabalhos, o escoramento será reforçado e corrigido até alcançar a forma necessária. Nenhuma remuneração cabe à contratada por este trabalho suplementar, eventualmente necessário.

Quando a laje de cobertura for em cúpula esférica, o cimbramento deverá conduzir à construção de paralelos da cúpula esférica, sobre os quais apoiam segmentos dos meridianos, de forma a manter um espaçamento conveniente e aproximadamente constante para os painéis de compensado das formas.

Serão tomados os cuidados prévios para se evitar concentrações de carga na laje de fundo reservatório que suporta o escoramento da laje de cobertura.

A Fiscalização não liberará as concretagens sem que tenham sido cumpridos os requisitos mínimos aqui indicados.

7.1.7 Retirada das formas e do cimbramento

A retirada das escoras, das formas e do cimbramento só será feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o valor do módulo de deformação do concreto (EC) e a maior probabilidade de grande aumento da deformação lenta, quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Para pequenas obras, que não exijam controle tecnológico, serão obedecidas as prescrições da NBR-6118, item 14, que indicam os seguintes prazos:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores: quatorze dias, tendo-se o cuidado de deixar pontaletes e transversinas, para impedir as deformações das partes concretadas;
- Faces inferiores sem pontaletes: vinte e oito dias.

Estes prazos poderão ser modificados, a critério da Fiscalização, desde que tenham sido atendidas as medidas de cura do concreto e verificada a resistência deste.

A operação de retirada do cimbramento, sendo uma fase particularmente importante no que se refere à transferência de cargas para a estrutura, será executada com segurança e dentro dos critérios estruturais adequados, sem choques e sem que apareçam esforços temporários não previstos. Não será executada sem apresentação e aprovação, pela Fiscalização, do plano de desforma.

7.1.8 Aprovação do projeto de formas

O projeto de formas e de suas estruturas de sustentação será de responsabilidade da contratada.

A contratada deverá remeter à Fiscalização, no prazo mínimo de 30 (trinta) dias antes da execução da superestrutura, o projeto de forma e escoramentos.

Quando a contratada, por opção ou indicação da SANEAGO utilizar Sistemas Metálicos de formas e escoramentos, será de inteira responsabilidade da contratada a utilização do sistema então projetado, e obedecerá às indicações anteriores de contraventamento. O projeto do sistema metálico deverá também ser apresentado à Fiscalização para apreciação e comentários.

Entretanto, a liberação desses projetos e planos não eximirá a contratada de sua plena responsabilidade com relação a todos os aspectos envolvidos no projeto e execução destes serviços.

7.1.9 Aços

A SANEAGO fixará as características exigíveis ao recebimento, bem como na execução de todos os trabalhos relacionados com barras, fios de aço e malhas soldados, destinados à

armadura de concreto. Deverão ser observadas as normas NBR-7480, NBR-7482, NBR-7483 e NBR-7481.

Ensaaios

Em cada fornecimento de barras ou fios de mesma seção nominal e de mesma categoria, verificar o peso do material fornecido. Se não estiverem preenchidas as condições de homogeneidade, rejeitar as barras ou fios que não as preencham. Repartir as barras e fios não rejeitados em lotes de mesmo peso (aproximadamente), de acordo com o critério a seguir indicado, não se permitindo, no entanto, menos de dois lotes.

Separar, ao acaso de cada lote, uma barra ou rolo e providenciar a extração de uma das extremidades dessa barra ou rolo, de um segmento de aproximadamente 220 cm de comprimento, desprezando-se a ponta de 20 cm da barra, que será considerado como amostra representativa do lote.

Remeter a amostra devidamente autenticada para um laboratório idôneo e com a aparelhagem necessária, onde se executarão os ensaios de recebimento. No caso de malhas soldadas, dever-se-á isolar um dos fios, cortando os fios transversais a ele soldados, de um e de outro lado do nó, mas sem destruir as soldas das ligações.

Comparar, para cada lote do fornecimento, os resultados obtidos nos ensaios de recebimento, com as exigências destas especificações.

No ensaio de tração do aço CA-50 A, a amostra deverá apresentar tensão de escoamento igual ou superior a 50 Kgf/mm² e alongamentos iguais ou superiores a 8% em 10 Ø sendo Ø o diâmetro nominal.

A relação entre tensão de ruptura (limite de resistência) e a tensão de escoamento, de cada amostra, será pelo menos igual ao mínimo de 1,1.

No ensaio de dobramento, com diâmetro do pino igual a 4Ø para Ø < 25 mm e 5Ø para Ø = 25 mm, a amostra deverá suportar o dobramento de 180° sem fissuração ou ruptura. O lote será aceito caso todos os ensaios referentes à amostra sejam satisfatórios.

Caso um ou mais desses resultados não satisfaçam as referidas exigências, a barra ou rolo do qual foi retirada a amostra será separado e rejeitado. Serão retirados para contraprova, duas outras barras ou rolos do mesmo lote, formando novas amostras, as quais serão submetidas a ensaios de tração e dobramento. O lote será aceito, caso todos os resultados dos ensaios, referentes às novas amostras sejam satisfatórios. O lote será rejeitado, caso qualquer um desses novos resultados não satisfaça as referidas exigências.

Se mais de 20% dos lotes de um fornecimento tiverem que ser rejeitados, todo fornecimento será rejeitado, ou desclassificado para uma categoria inferior, a cujas condições de utilização devam obedecer.

Em casos especiais, o critério de aceitação ou rejeição será o critério estatístico indicado no item 7.3 da EB-3.

A tolerância de comprimento será de $\pm 9\%$. Permite-se existência de até 2% de barras curtas, porém de comprimento não inferior a 6 m.

Os materiais rejeitados serão imediatamente retirados do canteiro de obra sem ônus para a SANEAGO.

Estocagem

A estocagem (armazenamento) do aço é fundamental para a manutenção de sua qualidade, assim, este será colocado em local abrigado das intempéries, sobre estrados a 75 mm, no mínimo, do piso, ou a 0,30 m, no mínimo, do terreno natural. O solo subjacente deverá ser firme, com leve declividade e recoberto com camada de brita. Recomenda-se cobri-lo com plástico ou lona, protegendo-o da umidade e do ataque de agentes agressivos. Serão rejeitados os aços que se apresentarem em processo de corrosão e ferrugem, com redução na seção efetiva de sua área maior do que 10%.

O armazenamento será feito separadamente para cada bitola. Deverão também ser tomados cuidados para não torcer as barras, evitando-se a formação de dobras e o emaranhamento nos feixes recebidos.

A Fiscalização fará uma inspeção preliminar, onde será verificado se a partida está de acordo com o pedido e se apresenta homogeneidade geométrica, assim como isenção e defeitos prejudiciais, tais como: bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, graxa e lama aderente.

Os aços utilizados apresentarão a designação da categoria, da classe do aço e a indicação do coeficiente de conformação superficial, especialmente quando este for superior ao valor mínimo exigido para a categoria.

Será retirada, para ensaio, uma amostra de cada partida do material que chegar à obra. A amostragem deverá obedecer a NBR-7480.

Corte e Dobramento

As barras e telas, antes de serem cortadas, serão endireitadas. Os trabalhos de retificação, de corte e de dobramento serão efetuados com todo o cuidado, para que não sejam prejudicadas as características mecânicas do material.

Os dobramentos das barras serão feitos obedecendo-se ao especificado no item 12, Anexo 1 da NBR-7480, sempre a frio.

As tolerâncias de corte e dobramento ficam a critério da Fiscalização. Emendas das Barras e Telas de Aço Soldadas serão feitas obedecendo-se rigorosamente aos detalhes dos desenhos de projeto elaborado conforme NBR-6118.

A contratada poderá propor a localização das emendas, quando não indicadas especificamente nos desenhos do projeto, assim como substituir emendas de transpasse por emendas soldadas ou barras contínuas, desde que com aprovação da Fiscalização.

Nas lajes, será feita a amarração dos ferros em todos os cruzamentos, sendo que a montagem deverá estar concluída antes do início da concretagem.

Os eletrodos empregados na soldagem serão constituídos por metais de características adequadas às do metal base das barras. Deverão possuir revestimento básico, para evitar fissurações pela absorção de nitrogênio.

Qualificação dos Soldadores

Todas as soldas efetuadas no campo serão marcadas, a fim de se identificar o soldador.

O procedimento para testes e qualificação de soldadores seguirá as exigências mínimas estabelecidas nas Normas ABNT MB 262 ou ASME, Seção IX.

Os certificados de qualificação de soldador serão emitidos pela Fiscalização. Cada soldador será qualificado para função específica, não se considerando que o soldador manual esteja implicitamente qualificado como operador para soldagem automática e vice-versa.

A Fiscalização acompanhará a qualificação dos soldadores, que será feita com o emprego de material a ser efetivamente aplicada na obra, com eletrodo de maior diâmetro.

Na execução da soldagem, tanto de topo como de lado, serão tomadas as seguintes precauções:

- Evitar aquecimento excessivo, para impedir aparecimento de compostos de têmpera frágil, que viriam a diminuir a tenacidade das barras;
- Nas barras de grande diâmetro, a solda será feita em X, sendo as extremidades das barras chanfradas a serra ou com esmeril;
- A soldagem será feita em etapas sucessivas, não se iniciando uma nova etapa antes que a anterior esteja completamente fria; a soldagem será feita com arco curto, para evitar a absorção de nitrogênio;
- A soldagem de barras de aço CA-50 só será executada quando autorizada pela Fiscalização;
- A Fiscalização supervisionará as operações de emendas com solda, para verificar se estas instruções serão obedecidas, de acordo com os requisitos estabelecidos no Anexo I da NBR-7480, item 11, e NBR-6118.

Montagem

Na montagem das armaduras, será observado o prescrito na NBR-6118.

A armadura será montada na posição indicada no projeto de modo a se manterem firmes durante o lançamento do concreto, observando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e entre as faces das formas.

Será permitido o uso de arame ou dispositivo de aço (caranguejo etc.), desde que não sejam apoiados sobre o concreto magro.

Não será admitido o emprego de aço cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha uma espessura menor que a prescrita na NBR-6118 ou nesta especificação, prevalecendo a maior.

Na montagem das peças dobradas, a amarração será feita utilizando-se arame recozido, ou, então, pontos de solda, a critério da Fiscalização.

Tolerância (posição das barras com relação às superfícies do concreto).

Localização das barras no sentido da correspondente dimensão "d" dos diferentes elementos estruturais, desde que seja respeitado o cobrimento de projeto:

- $d < 0,20 \text{ m}$ (mais ou menos) 5,0 mm
- $0,20 \text{ m} < d < 0,60 \text{ m}$ (mais ou menos) 10,0 mm
- $d > n, F_m$ (mais ou menos) 15,0 mm

Localização de Barras

Localização das barras no sentido de seu comprimento (mais ou menos) 0,05m.

Espaço entre barras principais de lajes e muros (mais ou menos) 0,05 m.

Espaçamento entre barras de armadura de distribuição (mais ou menos) 0,03m.

Eventualmente algumas barras serão deslocadas de sua posição original, a fim de se evitar interferências com outros elementos, tais como: conduítes, chumbadores etc.

Se barras tiverem de ser deslocadas, alterando os espaçamentos do projeto, a nova localização será submetida à aprovação do projetista.

Substituição

Só será permitida a substituição das barras indicadas nos desenhos por outras de diâmetro diferente com autorização, expressa do setor de projeto, sendo que, para esse caso, a área de seção das barras, resultante da armadura, deverá adotar o recomendado em projeto.

Instalação nas Formas

Serão obedecidas todas as especificações contidas nos desenhos com tolerância para cobrimento da armadura de + 0,05 m. Todos os cobrimentos serão rigorosamente respeitados, de acordo com o projeto.

A fim de manter as armaduras afastadas das formas (cobrimento), não serão usados espaçadores de metal, sendo para tal, usadas semicalotas de argamassa com traço 1:2 (cimento: areia) de volume, e relação água/cimento máxima de 0,52 l/kg com raio igual ao cobrimento especificado, as quais disporão de arames para fixação às armaduras.

Os espaçadores deverão ter, ainda, uma resistência igual ou superior à do concreto das peças às quais serão incorporados. Serão dispostos de maneira a apresentar, teoricamente, um contato pontual com a forma.

A armadura será mantida na posição pelo uso de suportes, espaçadores ou concreto. Todo suporte deverá ter resistência suficiente para manter a armadura em posição, durante toda a operação de concretagem e não será admitida, em hipótese alguma, a fixação destes suportes na armadura através de solda.

Serão usados de tal forma que não fiquem expostos ou contribuam de qualquer maneira para a deslocação ou deterioração do concreto. Os suportes de concreto serão fabricados com traços equivalentes ao usado na estrutura a ser concretada, porém com agregados apropriados às suas dimensões.

Poderão também, alternativamente, ser usadas pastilhas de forma piramidal, desde que mantidos as dimensões do cobrimento e o contato pontual com a forma. Blocos de madeira, argamassa ou de concreto não serão admitidos como espaçadores. Dando-se preferência a espaçadores plásticos.

Para travamento de formas, será permitido usar parafusos, tirantes de aço passantes (ferros de 5/8"), com cones perdidos e parafusados (para serem preenchidos posteriormente) ou de núcleo perdido, desde que estes recebam tratamento posterior, conforme metodologia descrita neste Manual.

Não será permitido o uso de tensores de fôrma que passem pelo interior de tubos plásticos, em estruturas hidráulicas e estruturas enterradas.

A utilização de tensores do tipo núcleo perdido deverá seguir orientação da Fiscalização.

As extremidades dos tirantes metálicos embutidos, usados na amarração da forma, deverão terminar (por corte posterior a concretagem ou outro recurso) embutidas dentro das superfícies de concreto na mesma profundidade igual do recobrimento da ferragem.

Os vazios dos extremos serão preenchidos com concreto ou argamassa, de mesmo traço de concreto, colado com SIKADUR-32 ou outro produto que a Fiscalização indicar.

Serão admitidos tirantes removíveis, dotados de "camisas" (tubos de material termoplástico) removíveis e, nas extremidades cones de PVC. Após a cura do concreto serão retirados os cones e as camisas

Os vazios serão preenchidos, com argamassa ou concreto, tomando-se os seguintes cuidados:

- Estruturas hidráulicas: passar no orifício o adesivo Sikadur-32 e, imediatamente fazer o enchimento com argamassa de cimento e areia (no traço 1:3) com aditivo recomendado pela Fiscalização.
- Estruturas comuns: será feito apenas o enchimento do orifício com argamassa sem o uso do adesivo Sikadur-32.

Quando o projeto especificar o tirante a ser usado e a indicação do material e técnica de enchimento do orifício, esta especificação de projeto prevalecerá.

Limpeza das Armaduras

As armaduras, antes do início da concretagem, deverão estar livres de contaminações, tais como incrustações de argamassa, salpicos de óleo ou tintas, escamas de laminação ou de ferrugem, terra ou qualquer outro material que, aderido às suas superfícies, reduza ou destrua os efeitos da aderência entre o aço e o concreto.

A Fiscalização deverá inspecionar e aprovar a armadura em cada elemento estrutural depois que esta tenha sido colocada, para que se inicie a montagem das formas.

As armaduras instaladas em desacordo com esta regulamentação serão rejeitadas pela Fiscalização e removidas pela contratada, sem ônus para a SANEAGO.

7.2 Fabricação e controle do concreto

7.2.1 Disposições gerais

Além de todas as condições gerais estabelecidas nas especificações relacionadas à boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras, dever-se-á, também, obedecer às condições específicas enunciadas a seguir, relativas à execução de estruturas hidráulicas.

O concreto deverá apresentar a resistência característica f_{ck} indicada no projeto.

Sua trabalhabilidade será definida considerando-se as características dos materiais componentes, o equipamento a ser empregado na mistura, a forma de transporte, lançamento e adensamento, bem como as dificuldades de execução das peças.

Para efeito de dosagem será considerado o controle rigoroso prescrito na NBR-6118.

O traço de concreto deverá ser estabelecido por dosagem experimental, a partir das condições de projeto e deverá ser submetido à Fiscalização para aprovação, com no mínimo 20 dias da concretagem.

O controle tecnológico abrangerá pelos menos o previsto nos seguintes itens:

- Verificação da dosagem utilizada;
- Verificação da trabalhabilidade (slump test);
- Verificação das características dos materiais componentes do concreto;
- Verificação da resistência mecânica a compressão aos 3, aos 7 e aos 28 dias.

O tipo de controle a se adotar nessas verificações deverá atender as recomendações da ABNT. (NBR-6118, NBR- 5738, NBR- 5739 e NBR 12.655)

Os certificados terão numeração contínua e serão entregues na obra 24 horas após a realização dos ensaios.

A moldagem dos corpos de prova será planejada de modo a permitir o controle das resistências do concreto de cada setor da obra, facilitando a aceitação individual das estruturas.

A contratada deverá organizar e manter atualizado um livro de registro para o controle da resistência mecânica do concreto no qual serão feitas, no mínimo, as seguintes anotações, para cada estrutura e para cada valor da resistência característica de projeto:

- Identificação da estrutura;
- Identificação dos lotes em que a mesma foi dividida, com indicação das peças concretadas, o volume de cada lote e as respectivas datas;
- Identificação das amostras retiradas de cada lote, com a indicação das datas de moldagem e ruptura de seus exemplares;
- Nos certificados de ensaios à compressão do concreto, deverão constar: discriminação completa do traço, slump, marca, tipo e classe do cimento, aditivos e suas dosagens, assim como quaisquer outras anotações julgadas cabíveis.
- Identificação dos exemplares de cada amostra com a indicação dos corpos de prova que constituem cada exemplar, bem como os valores da sua resistência a ruptura e o valor adotado;
- Para cada lote de estrutura o valor estimado da resistência característica do concreto com a idade que tiver sido especificada.

As estruturas para conter água, bem como todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água, apresentam as seguintes características básicas:

Absoluta estanqueidade: A contratada deverá esmerar-se no que diz respeito à qualidade dos serviços e materiais empregados na obra, no sentido de construir uma estrutura de concreto impermeável que, independentemente da aplicação posterior de sistemas impermeabilizantes de qualquer natureza, se apresente sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, como, por exemplo, através de:

- Porosidades ou segregações no concreto;
 - Juntas de concretagem;
 - Trincas;
 - Interface entre o concreto e tubulações;
 - Juntas de dilatação.
- Resistência e estabilidade estruturais: Reservatórios são, em geral, estruturas esbeltas e sensíveis, principalmente a movimentações da fundação. O consequente aparecimento de trincas ou fissuras se reflete de imediato na perda da estanqueidade. Uma criteriosa e cuidadosa execução das fundações e da estrutura, com a aplicação de materiais de qualidade e resistência comprovadas e a fiel obediência ao projeto e às especificações, são requisitos indispensáveis para a construção de um reservatório estruturalmente resistente e estável.
 - Durabilidade: A resistência de uma estrutura do concreto armado ou protendido sujeita a ambientes agressivos está intimamente ligada aos seguintes fatores:
 - Cobrimento das armaduras, com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde as falhas de cobrimento ocorrem com grande frequência;
 - Fator água/cimento— a utilização de menores fatores água/cimento, propiciando maior resistência ao concreto;
 - Tipo do cimento e consumo mínimo por m³;

- Qualidade dos agregados sendo que os de origem cristalina são em geral os mais resistentes;
- Cura- uma cura bem feita evita o fissuramento do concreto;
- Qualidade da superfície e estanqueidade das formas- formas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto.

7.2.2 Dosagem

A contratada submeterá à aprovação da Fiscalização a dosagem de concreto que pretende adotar para atingir e respeitar os limites previstos nos critérios de durabilidade, a resistência característica da compressão (fck) indicada nos projetos. Para isso, deverá apresentar um certificado de garantia comprovando que tal dosagem cumpre esse requisito.

A dosagem do concreto será experimental, de acordo com NBR-6118.

Para alcançar o objetivo pré-fixado, serão feitos, com a devida antecedência, antes de proceder a concretagem, estudo do traço, com testes de prova com misturas de diferentes composições.

Os corpos-de-prova resultantes dessas diversas misturas serão devidamente catalogados e individualizados, depois submetidos aos ensaios especificados nos métodos NBR-5738 e NBR-5739 da ABNT, determinar quais as dosagens a serem adotadas e aprovadas pela Fiscalização.

Uma vez determinada a dosagem, esta será obedecida integralmente na execução do concreto. Só poderá sofrer alterações se, em ensaios sucessivos, a critério da Fiscalização, ou sob proposta da contratada devidamente aprovada, tais mudanças conduzirem ao mesmo resultado ou a resultados melhores que os obtidos no primeiro ensaio.

Sempre que houver modificação nas características dos materiais componentes do concreto, ou outros motivos, a critério da Fiscalização, serão feitos os ajustes necessários na dosagem.

A proporção dos materiais deverá resultar em um concreto com trabalhabilidade compatível com as características das peças a serem concretadas, considerando-se suas dimensões, densidade e espaçamento das armaduras. Para se obter a resistência e a durabilidade requeridas e dar a adequada proteção às armaduras contra os efeitos de um meio ambiente desfavorável, as quantidades de cimento não serão inferiores aos valores mínimos, e a relação água/cimento não poderá ultrapassar os valores máximos, os quais são apresentados a seguir.

- Estruturas em contato com água bruta, água tratada, solo e gases agressivos.

Tipos de Cimento:

- CP II- E- Cimento Portland Composto com Escória;
- CP II- Z- Cimento Portland Composto com Pozolana;
- CP II- F- Cimento Portland Composto com Filler;
- CP III- Cimento Portland de Alto Forno;
- CP IV- Cimento Portland Pozolânico;
- CPRS- Cimento Portland Resistente a Sulfatos.
- Índice superior a 0,85 no ensaio de Kock & Steinegger, após imersão em solução de sulfato de sódio, e em sulfato de alumínio (estrutura da ETA).
- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m³;
- Relação água/cimento máxima: 0,55 l/kg.

- $F_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$

- Estrutura em contato com esgoto e gases agressivos ou para tratamento de água.

Tipos de Cimento:

- CP III- Cimento Portland de Alto Forno;
- CP IV- Cimento Portland Pozolânico;
- CPRS- Cimento Portland Resistente a Sulfatos
- Índice superior a 0,85 no ensaio de Kock Steinegger, após imersão em solução de sulfato de cobre.
- Parede Diafragma
- Cimento: será usado qualquer tipo de cimento, exceto na eventualidade do lençol freático ser agressivo, quando se deverá usar o cimento especificado para estrutura em contato com esgoto;
- Consumo mínimo de cimento: 400 Kg/m^3 ;
- Relação água/cimento: de acordo com abatimento inerente ao processo.
- Tubulões (concreto estrutural auto adensável)
- Base- utilizar concreto auto adensável com adição de aditivo superfluidificantes;
- Fuste- utilizar concreto convencional;
- Cimento: qualquer tipo;
- Consumo mínimo de cimento: O necessário para atender as características exigidas (físicas e mecânicas);
- Relação água/cimento mínima: o necessário para atender às características exigidas (físicas e mecânicas). Outras estruturas
- Cimento: qualquer tipo;
- Consumo mínimo de cimento: 270 Kg/m^3 ;
- Relação água/cimento máxima: $0,57 \text{ l/Kg}$. Concreto não estrutural
- Cimento: qualquer tipo;
- Consumo mínimo de cimento: 150 Kg/m^3 ;
- Relação água/cimento: qualquer.

Observações: Somente a Fiscalização poderá autorizar o emprego de cimento em quantidade superior a 400 Kg por m^3 de concreto. Não será permitido o contato de cabos de protensão com cimento de alto forno (ancoragens passivas etc.).

A relação água/cimento será fixada levando-se em conta os seguintes fatores:

- Resistências (f_{ck}) especificadas no projeto;
- Características e necessidades da estrutura, sua exposição ao meio ambiente, durabilidade, impermeabilidade, etc.;
- Outros requisitos, tais como resistência à ação de desgaste, modo de evitar contrações excessivas, etc.;
- Natureza e forma dos agregados miúdos.

A relação água/cimento a ser adotada será a menor possível para:

- Alcançar os objetivos acima citados e apresentar trabalhabilidade compatível com a aplicação;

- O teor de umidade dos agregados miúdos será determinado por um processo indicado ou aprovado pela Fiscalização, de modo a poder manter a relação água/cimento especificada.

A falta de trabalhabilidade provocada pela adoção de baixos fatores água/cimento será compensada pela utilização de aditivos, de comum acordo com a Fiscalização e após ensaios que confirmem a não influência desse aditivo na qualidade final do concreto.

O teor máximo de cloreto de cálcio permitido no interior do concreto proveniente de todos os materiais será de 0,15% sobre o peso de cimento.

7.2.3 Mistura e amassamento

Disposições gerais

O traço do concreto a ser utilizado deverá obedecer ao resultado obtido nos ensaios preliminares.

O cimento será sempre medido em peso, tomando-se como unidade o saco de cimento, previamente aferido, não sendo permitido o uso de frações de saco.

No caso de cimento a granel, a medida será feita utilizando-se dosadores em peso, rigorosamente controlados, e aferidos conforme as normas da ABNT, para fornecer a quantidade exata de cimento.

Quando for utilizado o "controle rigoroso" na execução do concreto, os agregados, tanto miúdos como graúdos, serão medidos em peso.

No caso do "controle razoável" na execução do concreto, a medição dos agregados será feita em volume, utilizando-se caixas de dimensões capazes de fornecer volume, de agregados cujo peso seja correspondente ao necessário à mistura. Essas caixas serão vistoriadas e aprovadas pela Fiscalização.

Qualquer que seja o tipo de preparo adotado, em função das características finais o concreto a que se pretende atingir e a critério da Fiscalização, o concreto só será preparado nas quantidades necessárias para o uso.

O concreto em início de pega, devido à demora em sua aplicação, não será misturado a um novo concreto que esteja sendo preparado. O concreto em início de pega será retirado da obra sem ser aplicado, não cabendo à contratada nenhuma indenização por essa perda.

A operação de mistura e amassamento do concreto será efetuada de três modos:

- Mistura do concreto em betoneira mecânica na obra;
- Mistura do concreto em central de concreto na obra;
- Mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa especializada.

Observação: Não será permitida, em hipótese alguma, a mistura do concreto efetuada manualmente. Em qualquer um dos casos, a contratada será a única responsável, perante a Fiscalização, pelo concreto aplicado na obra.

Mistura com betoneira na obra

A operação de mistura deverá obedecer às especificações abaixo e as contidas na NBR-6118.

Antes de iniciar a operação de concretagem, o tambor rotativo da betoneira deverá encontrar-se perfeitamente limpo e sem resquícios de materiais das betonadas anteriores.

A ordem de colocação dos diversos componentes na betoneira será a seguinte:

- Parte do agregado graúdo + parte de água;
- Cimento + parte de água+ areia;
- Restante do agregado graúdo;
- Ajuste do abatimento adicionando, no máximo, o restante da água que será completado antes de decorrer do tempo total da mistura.

O tempo de duração mínimo da mistura, depois da última adição de agregado, para betoneira com capacidade de até 1m³, será de 2,0 minutos; para cada 0,4 m³ de acréscimo na capacidade, o tempo de mistura será de mais 15 segundos. Findo este tempo, a mistura será despejada da betoneira, podem então ser aplicada na obra, desde que esteja homogênea.

A mistura será julgada homogênea quando:

- Apresentar cor e consistência uniformes;
- A variação no abatimento das amostras, no ensaio de tronco de cone ("slump test"), tomada no primeiro e no último quarto de descarga, não exceder de 30 mm a média dos dois valores.

Estes ensaios serão feitos com o acompanhamento da Fiscalização, e a contratada deverá providenciar o fácil acesso para retirada das amostras.

O movimento rotativo do tambor da betoneira será de 20 RPM (vinte rotações por minuto), salvo se houver indicações diferentes para o tipo de betoneira usada.

A temperatura dos materiais componentes, bem como da mistura durante a operação, deverá estar dentro dos limites adequados de modo a não afetar a resistência, nem provocar a fissuração do concreto.

A betoneira não será carregada além da capacidade indicada pelo fabricante. No final de cada betonada, o tambor será rigorosamente limpo.

Mistura com central de concreto na obra

A operação de mistura em central de concreto na obra deverá obedecer a todas as especificações do caso anterior e da NBR-7212.

O funcionamento da central, sua capacidade e seus elementos de controle do abastecimento serão vistoriados e aprovados pela Fiscalização, que poderá mandar substituir qualquer elemento julgado não satisfatório por outro em condições de preencher sua função.

Tabela 142 - Características betoneira

Capacidade da betoneira (m ³)	Tempo (minutos)	RPM (rotações por minuto)
2,3	2,0	20
3,8	2,75	20
4,6	3,0	20
7,6	4,0	20

Mistura fora da obra por empresa especializada

A operação de mistura e fornecimento deverá obedecer às especificações a seguir e as contidas na NBR-7212.

O concreto fornecido por empresa especializada, qualquer entrega na obra será acompanhada de um certificado, no qual deverá constar:

- Quantidade de cada componente do concreto;

- Volume de concreto;
- Hora de início da mistura (primeira adição de água);
- Abatimento do tronco de cone ("slump");
- Dimensão máxima característica do agregado graúdo;
- Resistência característica do concreto à compressão, quando especificada;
- Aditivo utilizado, quando for o caso;
- Quantidade de água adicionada na central;
- Quantidade máxima de água a ser adicionada na obra;
- Identificação do caminhão-betoneira;
- Menção de todos os demais itens especificados no pedido.

A Fiscalização poderá ainda manter um técnico na central de concreto para controlar os traços preparados, com a finalidade de confirmar os dados fornecidos pela empresa produtora.

O fornecimento do concreto será programado de tal maneira que se possa realizar uma concretagem contínua, calculando-se intervalos de tempo nas entregas, de modo a impedir o início de pega das camadas já colocadas antes de receber nova camada.

Quando necessário, será adicionado ao concreto um retardador de pega, com ou sem efeito plastificante, em casos específicos, conforme a conveniência.

O transporte do concreto será feito por caminhões betoneiras. O prazo entre a saída da central e a conclusão de lançamento será de, no máximo, noventa minutos, salvo os casos de utilização de aditivo retardador de pega, em que será observado o início de pega do concreto.

A velocidade de rotação para mistura será de acordo com as especificações do equipamento a que confira homogeneidade ao concreto.

A carga do caminhão betoneira não deverá exceder a 80% do volume do tambor, e a velocidade de rotação deste será, no mínimo, de quatro revoluções por minuto durante o transporte.

Os caminhões deverão estar equipados com contadores de voltas e medidores, para permitir a verificação desta especificação.

O não cumprimento de qualquer uma das exigências anteriores acarretará a devolução do concreto.

Em hipótese alguma, o concreto será redosado e entregue na obra.

7.2.4 Lançamento do concreto

A Fiscalização será notificada, no mínimo, setenta e duas horas antes do lançamento do concreto, para poder vistoriar o estado das formas, armações, espaçamento das pastilhas, verificar as providências tomadas para fornecimento do concreto, conferir se no canteiro há material e equipamento suficientes para a execução do serviço e designar pessoa autorizada para acompanhar a concretagem e realizar o controle tecnológico do concreto. Sendo satisfatória a vistoria, será autorizada a operação, desde que já sejam conhecidos os resultados dos testes para a determinação da resistência para cada traço de concreto a ser utilizado e a respectiva relação água/cimento.

O lançamento do concreto, exceto quando autorizado pela Fiscalização, só será feito durante as horas do dia, subordinado à temperatura ambiente. Esta não será inferior a 10° C nem superior a 30° C, levando-se em consideração o estado do tempo.

Esta operação não será feita em caso de chuva muito forte. Quando a chuva se iniciar durante operação de concretagem, a Fiscalização poderá autorizar a continuação do trabalho, desde que não venha a prejudicar o concreto, removendo as partes afetadas pela chuva até então incidentes sobre este.

A Fiscalização poderá autorizar a execução de lançamento nas horas noturnas, desde que a contratada tenha instalado no local um sistema de iluminação eficiente, seguro e suficiente, para o bom andamento da operação e do controle por parte da Fiscalização.

No caso de temperatura ambiente superior a 32° C, serão tomados cuidados especiais com respeito ao esfriamento dos agregados, conservação da relação água/cimento e procedimentos construtivos para se evitar a formação de "juntas frias" devido ao início da pega do concreto.

Em dias muito quentes e ventilados, será evitado o início da concretagem de lajes no período da manhã, de modo a não permitir que a pega se inicie nas horas mais quentes do dia, o que facilmente se pode traduzir em fissuração de retração.

Esse tipo de serviço, de comum acordo com a Fiscalização, será iniciado no meio da tarde, após se certificar da baixa possibilidade de ocorrência de chuvas.

Em nenhum caso será excedido o prazo de 45 minutos entre o início e o fim do lançamento de carga completa de um caminhão-betoneira, para evitar possíveis segregações, salvo o concreto com utilização de aditivo retardador de pega. Além desse prazo, a massa pronta e ainda não aplicada será rejeitada e será removida do canteiro.

Em nenhuma hipótese será feito lançamento do concreto após o início de pega conforme o item 13.2 da NBR-6118. O uso de grandes extensões de canaletas ou calhas afuniladas para conduzir o concreto até as formas será permitido somente quando autorizado pela Fiscalização. Se esse sistema for adotado, e a qualidade do concreto ao chegar na forma e seu manuseio não forem satisfatórios, a Fiscalização poderá interditar seu uso, substituindo esse método por outros adequados. Nos locais de grande inclinação, as canaletas ou calhas serão equipadas com placas de choque ou defletores, ou ser dispostas em trechos curtos com alteração na direção do movimento. Todas as canaletas, calhas ou tubos serão mantidos limpos e livres de quaisquer resíduos de concreto endurecido.

As canaletas e as calhas abertas serão metálicas ou revestidas de metal devendo aproximar-se o máximo possível do ponto de despejo.

Quando a descarga tiver de ser intermitente, será instalada uma comporta ou outro dispositivo de regulação de descarga.

A altura máxima para lançamento do concreto será de até 1,50 m em peças esbeltas, como por exemplo, paredes de 2,00 m e, nos demais casos, a critério da Fiscalização.

A distância entre dois pontos de lançamento do concreto não será maior que 2 m. Ao se concretar a laje inferior, também serão, obrigatoriamente, concretados a mísula e o arranque das paredes, numa altura mínima que permita a sobreposição para montagem da fôrma subsequente.

Será elaborado e apresentado com antecedência mínima de setenta e duas horas o plano de concretagem a ser aprovado pela Fiscalização.

Durante a concretagem será feita lavagem com jato de água para expulsar a nata de cimento que eventualmente se tenha infiltrado nas bainhas.

Lançamento em fundações

A superfície destinada a receber o concreto deverá estar perfeitamente nivelada, limpa e compactada. Havendo água, esta terá de ser retirada antes do início da concretagem. Qualquer fluxo de água corrente sobre a camada de concreto depositado será evitado, para impedir o empobrecimento do teor de cimento da massa. Caso a superfície da fundação esteja seca, será umedecida antes da concretagem, evitando-se o empoçamento de água.

Se a superfície apresentar rochas detonadas, todas as fendas e rachaduras aparentes serão preenchidas com argamassa de cimento e areia, antes de se iniciar o lançamento do concreto. Nas bases e fustes dos tubulões o concreto será lançado com tubulação tipo "tromba". O plano de lançamento de concreto em tubulões será analisado e aprovado pela Fiscalização.

7.2.5 Elementos embutidos no concreto

Os elementos das partes hidráulicas, mecânicas e elétricas a serem embutidos no concreto, tais como canalizações, conduítes, caixas de passagem e de controle etc. Deverão estar isentos de óleos, graxas ou outras substâncias prejudiciais à aderência ou ao próprio concreto. No caso de chumbadores para trilhos, placas de apoio etc., a serem embutidos, a colocação será feita em concreto ou argamassa em dosagem adequada, serão utilizados aditivos para melhorar a trabalhabilidade e diminuir a retração. As quantidades de água dos traços de concreto ou de argamassa serão as mínimas possíveis.

7.2.6 Adensamento do concreto

Todo o concreto lançado nas formas será adensado por meio de vibração. O número e tipo de vibradores, bem como sua localização, serão determinados pela Fiscalização.

O concreto será lançado nas formas em camadas horizontais, nunca superiores a 3/4 do comprimento da agulha dos vibradores, sendo logo em seguida submetido à ação destes.

A vibração será feita com aparelhos de agulha de imersão, com frequência de 5.000 a 7.000 RPM, tomando-se o cuidado de não prejudicar as formas nem deslocar as armaduras nelas existentes.

A distância de imersão da agulha, entre um ponto e o sucessivo, não será maior do que 1,5 vezes o raio de ação da agulha empregada; a duração de cada vibração será suficiente para a remoção do ar incorporado e a eliminação de vazios; findo esse tempo, a agulha será retirada lentamente, para evitar a formação de vazios ou de bolsas de ar.

De modo algum a agulha do vibrador será usada para empurrar ou deslocar o concreto nas formas.

A agulha do vibrador deve, sempre, ser operada na posição vertical, devendo o seu contato com a armadura e a introdução junto às formas.

O adensamento do concreto dos fustes de tubulões será executado cuidadosamente, por vibração. Nas bases será utilizado o concreto auto adensável.

7.2.7 Cura do concreto

As superfícies de concreto fresco deverão protegidas contra as condições atmosféricas causadoras de secagem prematura, de maneira a se evitar a perda de água.

A cura do concreto será cuidadosa, e a aspersão de água deverá prolongar-se por sete dias. Nas superfícies das lajes será previsto o represamento de uma delgada lâmina-d'água, assim que se verificar o início de pega do concreto.

O período de cura, seus métodos e tempos de duração, especificados a seguir, serão previamente aprovados pela Fiscalização.

- **Cura pela Água:** O concreto, depois de lançado, será conservado úmido por um período de tempo nunca inferior a sete dias. A cura pela água será executada por irrigação, lençol de água, camada de areia úmida ou por cobertura com panos de saco molhados espalhados em toda a superfície. A cura será iniciada logo após a verificação do início de pega nos trechos concretados. A água será do tipo da empregada na concretagem. O período de cura será aumentado em até 50% quando:
 - A menor dimensão da seção da viga ou da laje for maior que 75 cm;
 - A temperatura ambiente for muito alta, ou o clima muito seco;
 - Houver contato com líquidos ou solos agressivos;
- **Cura por Pigmentação ou por Membranas:** A cura por pigmentação ou por membranas somente será executada com aprovação da Fiscalização e quando for absolutamente necessário reduzir o tempo de cura normal.

Os produtos de cura são substâncias pulverizáveis sobre o concreto logo após o seu lançamento, para obturar os capilares da superfície e impedir a evaporação da água de amassamento nos primeiros dias.

- **Cura a Vapor:** O método de cura a vapor será utilizado quando for necessária a redução do tempo de cura e desforma. Será autorizado pela Fiscalização.

A cura a vapor só será iniciada depois de transcorrido o tempo de início de pega do concreto.

Empregando-se cimento de alta resistência inicial, o período de cura será reduzido, a critério da Fiscalização.

7.2.8 Juntas de concretagem

As juntas de concretagem serão feitas somente nos locais assinalados no projeto ou indicados pela Fiscalização. Todas as juntas serão tratadas antes da retomada da concretagem. O tratamento será executado conforme as especificações a seguir:

- Apicoamento Manual (removendo toda a camada superficial da nata de cimento): Este processo só será executado após trinta e seis horas, no mínimo, do término da concretagem.
- Corte Verde: Processo que consiste na aplicação de um jato de água e ar sob pressão na superfície do concreto, assim que se constatem o início de pega e o endurecimento superficial do concreto. Caso os resultados não se mostrem eficiente, será executado o apicoamento manual conforme o item anterior.

Observação: em ambos os processos o aspecto final do substrato de concreto deverá estar com a nata de cimento removida e os agregados firmes e aparentes em 30% (trinta por cento) da sua extensão, em profundidade.

As bordas da face de todas as juntas expostas serão cuidadosamente acabadas, em alinhamento e greide.

Quando o lançamento do concreto for interrompido por razões de emergência, as juntas de construção serão localizadas conforme determinação da Fiscalização. Serão tomadas providências para proporcionar interligação com a camada seguinte, abrindo as formas quando necessário, e procedendo ao tratamento indicado a seguir:

- Remoção da Camada Superficial (na junta do concreto paralisado- mínimo de 5,0 cm). Em superfícies planas, deixar o concreto apicoado a 90°, removendo assim, o volume de concreto com excesso de ar incorporado e com vibração deficiente. O aspecto final da superfície será idêntico ao especificado no tratamento do item anterior. A sequência de concretagem só será executada após a aprovação da Fiscalização.

Ao se lançar concreto novo sobre concreto já endurecido da etapa anterior, serão observados:

- Intervalo de tempo não inferior a setenta e duas horas;
- A superfície da junta deverá estar tratada conforme a metodologia aqui explicada;
- A superfície da junta, as armaduras e as formas serão lavadas com jato de água limpa sob pressão;
- O substrato de concreto da junta deverá estar saturado com superfície seca, condição que será mantida durante todo o período da concretagem;
- Não poderá haver água empoçada na superfície da junta por ocasião da concretagem;
- O lançamento do concreto será executado de modo contínuo, de junta a junta.

É proibida a aplicação de argamassa ou qualquer outro material ou produto na junta precedendo a concretagem.

7.2.9 Acabamento superficial

O acabamento do concreto fresco será feito com régua de madeira apoiadas nas guias-mestras e em seguida promovido um acabamento final com desempenadeira de madeira.

Nas cúpulas dos reservatórios será executado um acabamento superficial com aplicação de uma mistura de cimento, areia, água e aditivo polimérico (PVA ou acrílico), com espessura máxima de 0,5 cm. Este acabamento será executado em conjunto com o desempenho do concreto fresco. Em hipótese alguma será permitido o uso de revestimento de argamassa (chapisco e emboco) no concreto endurecido.

Todas as superfícies de concreto terão acabamento liso, limpo e uniforme e deverão apresentar a mesma cor e textura das superfícies adjacentes. Concreto poroso e defeituoso será retirado e refeito, em conformidade com as determinações da Fiscalização.

Nenhum serviço de reparo será levado a cabo sem que a superfície aparente da concretagem tenha sido anteriormente inspecionada pela Fiscalização. Todos os reparos serão efetivados no prazo estabelecido pela Fiscalização.

Nas superfícies, a critério da Fiscalização, será feito o acabamento por fricção, o qual será executado com pedra de carborundum, de aspereza média, esmerilhando as superfícies previamente umedecidas, até se formar uma pasta. A operação deverá eliminar os sinais deixados pela forma, partes salientes e irregularidades. A pasta formada pela fricção deve, em seguida, ser cuidadosamente varrida e retirada.

Fica proibida a execução de argamassa ou de qualquer outro tipo de revestimento em estruturas concebidas em concreto aparente, sobretudo em estruturas hidráulicas.

7.2.10 Juntas de dilatação

As juntas de dilatação serão construídas nos pontos e com as dimensões e detalhes indicados no projeto.

As juntas abertas serão colocadas nos pontos designados pelo projeto. Tais juntas serão formadas pela colocação e posterior remoção de gabarito de madeira ou outro material apropriado.

Os gabaritos serão construídos de maneira a permitir sua remoção sem danificar o serviço executado.

As juntas cheias serão feitas com materiais de enchimento que, por sua vez deverão seguir os requisitos estabelecidos no projeto.

Serão seladas todas as juntas de dilatação nos pontos indicados nas plantas. Antes da colocação do material selante, as juntas deverão estar completamente limpas, isentas de partículas, fragmentos de concreto, pó ou outros materiais estranhos.

Os salpicos de concreto no espaço da junta serão removidos. A junta deverá estar seca antes da aplicação do material de vedação.

O vedador da junta será preparado e colocado de acordo com as instruções do fabricante, com o equipamento prescrito por este.

Qualquer material indevidamente misturado, ou cuja pega se inicie antes da colocação nas juntas, será rejeitado, ficando a cargo da contratada as despesas correspondentes à reposição.

As juntas deverão efetivamente vedar a infiltração de água ou de umidade.

O desnível do material de vedação não poderá exceder a 3 mm em relação à superfície do concreto adjacente.

Nos pontos indicados pela Fiscalização, a junta será alisada e nivelada, cortando-se todos os excessos do material selante após a aplicação.

Todo e qualquer material selante que não aderir ou não ligar com a superfície do concreto da junta será removido imediatamente e substituído por outro.

Todos os mata-juntas do tipo "Fungenband" terão suas emendas soldadas a quente, conforme recomendado pelo fabricante e atendidas as normas pertinentes da ABNT.

Em peças em que a junta se posicionar horizontalmente, suas abas serão levantadas, e o concreto fresco, lançado sob elas, de modo a não aprisionar ar e garantir perfeita aderência do perfil ao concreto.

7.2.11 Aparelhos de apoio

Os aparelhos deverão obedecer rigorosamente ao projeto quanto às dimensões do elastômero e das chapas de aço, bem como quanto à localização. Os aparelhos serão assentados em superfície horizontal lisa e completamente limpa.

No mínimo cinquenta dias antes da instalação dos aparelhos, estes deverão já se encontrar no canteiro da obra para serem submetidos à apreciação da Fiscalização, a qual definirá os ensaios a serem realizados.

Os aparelhos satisfarão às condições estipuladas na NBR-9783.

7.3 Estruturas de concreto protendido

7.3.1 Armadura para protensão

As cordoalhas de protensão deverão atender às condições prescritas na NBR-7483.

Recebimento e Estocagem dos Aços

Serão rejeitados os aços que apresentarem as seguintes irregularidades:

- Serem fornecidos em rolos ou carretéis com diâmetros internos inferiores a 600 mm;
- As cordoalhas, que, ao serem desenroladas e deixadas livremente sobre uma superfície plana e lisa, apresentarem curvatura permanente superior à correspondente a uma flecha de 100 mm, em um comprimento de 10 m;
- Fios com vestígios de solda;
- Aços em estado de oxidação;
- Aço com desbitolagem ou ovalização acima das tolerâncias.

O aço será armazenado no canteiro, em local seco, ao abrigo das intempéries, para evitar oxidação. Os rolos e as bobinas serão apoiados de forma a evitar moissas e dobramentos.

Os rolos das diferentes partidas de fornecimento serão mantidos separadamente, pois não serão admitidos cabos com fios de partidas diversas, ainda que do mesmo fornecedor.

Serão apresentadas à Fiscalização as características das diversas partidas e os cabos correspondentes. Essas características serão apresentadas através de gráficos tensão-deformação, com a indicação do módulo de elasticidade da amostra.

Os lotes de cordoalhas para protensão serão amostrados e ensaiados, pela Fiscalização, de acordo com a NBR 7482 e NBR 7484.

Os fios de aço ou os cabos de protensão não deverão, em hipótese alguma, ser arrastados sobre superfície abrasiva, quer na fase de confecção, quer por ocasião da sua introdução na bainha.

Com a finalidade de proteger contra a oxidação, quando os cabos permanecerem estocados por períodos prolongados, será feita a lubrificação dos fios com óleo solúvel. Tal operação permitirá também reduzir o atrito durante a protensão.

Entretanto, serão tomadas as precauções, para que todo o óleo seja removido (mediante o uso de solventes não oxidantes e não agressivos ao aço ou pelo jateamento de mistura de água e detergente neutro), antes da injeção de nata de cimento.

Os tipos de óleos solúveis, tais como Donx-C ou Dromus-B da Shell ou produtos similares, normalmente satisfazem a este requisito.

7.3.2 Bainhas

As bainhas metálicas utilizadas para os cabos de protensão serão absolutamente estanques, de forma a não permitir a penetração da nata de cimento durante a concretagem; serão ainda flexíveis e suficientemente resistentes para suportar o peso do concreto depositado sobre eles e as solicitações de trações daí decorrentes.

No que se refere ao manuseio e estocagem, as bainhas deverão receber cuidados semelhantes aos prescritos para o aço de protensão.

Não será permitido o emprego de bainha não flexível, que impossibilite a colocação dos cabos na disposição prevista em projeto.

O fornecimento dos cabos será feito em rolos de diâmetro superior a 0,70 m e de comprimento tão elevado quanto possível, possibilitando a confecção de toda a bainha, sem emendas. Caso estas sejam necessárias, não serão processadas com espaçamentos inferiores a 7,00 m. No caso de emenda nas bainhas, e entre a bainha e as trombetas, será garantida a sua absoluta estanqueidade, recomendando-se o duplo recobrimento das extremidades a serem emendadas, por meio de chapa fina de aço (0,2 a 0,3 mm), no comprimento de 150 mm. Admitir-se-á a emenda por fitas adesivas, empregando-se, nesse caso, três camadas na largura de 150-200 mm, apertadas firmemente por, no mínimo, seis anéis de arame recozido. Características especiais para as bainhas serão prescritas e utilizadas de acordo com autorização específica da Fiscalização, em função de processos patenteados e eventualmente adotados.

Cuidados especiais na vedação entre bainha e ancoragem serão tomados, considerando-se que esta é a situação mais vulnerável.

Antes da concretagem, é imprescindível a minuciosa verificação da completa estanqueidade das bainhas para evitar a penetração de nata ou argamassa, mormente em decorrência da vibração.

Durante a concretagem será feita lavagem, com jato de água, para expulsar a nata de cimento que eventualmente se tenha infiltrado nas bainhas.

7.3.3 Cabos de protensão

Não há necessidade de se cortarem as cordoalhas no comprimento exato, uma vez que os cabeçotes de ancoragem só serão colocados no momento da protensão.

Nenhuma cordoalha será unida a outra por meio de emendas.

As cordoalhas serão agrupadas paralelamente, de acordo com número especificado no projeto para cada cabo, e enfiadas nas bainhas antes da concretagem.

Os fios ou cordoalhas que compõem o cabo serão adequadamente dispostos em torno de mola central, de maneira a proporcionar o fácil acesso de pasta de injeção.

A amarração dos fios ou cordoalhas, para a constituição dos cabos, será feita por meio de fitas plásticas adesivas ou arame recozido, sendo necessários, quando do emprego deste último, cuidados especiais para impedir que o "nó" venha a romper a bainha.

Os cabos para parede serão confeccionados com as cordoalhas justapostas em camada única, de modo a ter mínima espessura, do tipo usualmente empregado em lajes.

O corte dos fios far-se-á sempre a frio. Só será permitido o corte das pontas excedentes, a maçarico, com a observância das seguintes disposições:

- Depois de decorrido, no mínimo, quarenta e oito horas do término da injeção;
- Execução antecipada da cobertura da ancoragem por meio de pano umedecido;
- Observar uma distância prudente da ancoragem suficiente para dissipação do calor provocado pelo maçarico.

As extremidades dos fios com "botões", para uso de ancoragem passiva, serão cortadas com tesoura dotada de faca vídea e esmeriladas para garantir a posição correta do botão.

As extremidades do cabo, na região das ancoragens, não terão amarrações, para evitar que, durante a protensão, estas penetrem na ancoragem, dificultando a introdução das cunhas. Também serão absolutamente limpas, isenta de respingos de cimento argamassa ou eventual irregularidade de fios, a fim de garantir perfeito ajuste às cunhas do macaco de protensão e ajustagem posterior do cabeçote de ancoragem. Será removida, mediante lixamento, qualquer eventual camada de ferrugem existente na região das ancoragens.

7.3.4 Sistema de protensão

O sistema de protensão a ser utilizado será submetido à aprovação da Fiscalização, obedecendo ao seguinte:

- As ancoragens serão compostas de placa e cabeçote de aço, além de cunhas especiais para ancoragem individual de cada cordoalha; em hipótese alguma os cabos ficam em contato com concreto preparado com cimento de alto-forno (CP III);
- A trombeta de arremate de bainha, a espiral de fretagem e os tubos para injeção de nata de cimento ficam embutidos no concreto;
- Durante a protensão, todas as cordoalhas serão puxadas simultaneamente pelo macaco; porém, cada uma fica ancorada individualmente mediante cunhas;

Os aparelhos de ancoragem dos cabos de protensão deverão obedecer às dimensões, características técnicas e disposição de acordo com o projeto.

Sua colocação será feita no sentido de garantir a imobilidade e a fixação da calagem de protensão.

A contratada deverá apresentar aferição recente dos manômetros do equipamento. Não atendida esta exigência, não será autorizada a protensão.

Protensão

A estrutura somente será protendida quando o concreto utilizado atingir os valores mínimos, de resistência à compressão axial especificado no projeto e compatíveis com a NBR-7197.

Outros ensaios serão executados se a Fiscalização julgar necessário, como o ensaio de determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão-deformação (NBR-8522).

Eventuais falhas de concretagem serão recuperadas antes da protensão.

Neste caso a protensão só será executada quando os reparos atingirem resistência igual ou superior à resistência do concreto.

Deverá ser respeitada, rigorosamente, a ordem de protensão dos cabos especificadas em Projeto.

A Fiscalização indicará a força de protensão a ser atingida e que será rigorosamente obedecida. Essa força de protensão e a consequente deformação do cabo serão controladas com toda a precisão. Para isto, conta-se com duas referências: uma será a pressão manométrica que, para ser precisa, necessita de uma aferição periódica dos manômetros, e a medida do alongamento do aço.

Esse alongamento será calculado com base nos ensaios do aço efetuados por laboratório idôneo. Nos relatórios desses ensaios deverão constar o diagrama tensão-deformação e o módulo de elasticidade do aço a ser usado na peça.

O macaco será perfeitamente ajustado, antes da marca de referência, para que não haja erro na medida desse alongamento.

Se durante a protensão forem obtidos valores discrepantes em relação aos valores fornecidos na tabela, a Fiscalização será imediatamente informada e indicará as providências a serem tomadas. A contratada deverá manter na obra especialista em protensão.

7.3.5 Injeção nas bainhas dos cabos de protensão

Todas as bainhas serão injetadas após a protensão, a fim de proteger os cabos e garantir seu funcionamento como peça aderente. A injeção, entretanto, somente será iniciada após o exame dos resultados da protensão feito pela Fiscalização e pelo projetista.

Nos casos de cabos em que os fios forem lubrificados com óleo solúvel para proteção provisória contra a corrosão ou diminuição de atrito deve-se proceder a uma primeira injeção de água para limpeza dos fios e do duto. A lavagem deverá prosseguir até que se verifique a total isenção do óleo lubrificante nos cabos. Depois a água deverá ser retirada por meio de ar comprimido.

Para que a injeção seja perfeita, serão verificadas as seguintes condições:

- A bainha deverá estar livre de obstruções, por nata de cimento ou corpos estranhos;
- O espaço interno será suficiente para a passagem fácil da pasta;
- O percurso do cabo não deverá apresentar quebras bruscas, devido à má colocação;
- A bainha deverá ter respiros espaçados de 15 m, no máximo.

As extremidades dos cabos deverão estar preparadas, para evitar a fuga da calda, durante e após a operação de injeção, e permitir uma aplicação firme e segura do aparelho de injeção, sem que o ar possa ser aspirado para dentro do duto.

Será obrigatória, antes da injeção, a limpeza do duto com ar comprimido, para expulsão da água de hidratação do concreto, das águas da chuva ou de cura que se infiltrarem pelas extremidades dos cabos.

Nos casos de cabos colocados em furos deixados nas peças (caso da protensão transversal, por exemplo), em que as paredes do duto forem o próprio concreto, será indispensável à lavagem do referido duto com água para umedecer as paredes antes da injeção. Caso contrário, as paredes absorveriam a água da argamassa comprometendo a qualidade desta e dificultando a injeção pela diminuição de sua plasticidade.

Deverá se iniciar a injeção propriamente dita, introduzindo a lança da bomba de injeção na extremidade do cabo.

A operação deverá ser contínua. Para isto, o alimentador da bomba de injeção deverá estar suficientemente munido de calda para a operação.

A bomba hidráulica, acionada por motor elétrico ou motor a gasolina, deverá possuir um dispositivo automático para passar de baixa para alta pressão, o que assegurará uma operação rápida e suave.

A velocidade de avanço da argamassa será de 6 a 12 m por minuto, para pressões em torno de dez atmosferas.

A bomba deverá possuir um dispositivo de segurança, para não ultrapassar a pressão de 10 Kg/cm². O risco de exceder a este valor será o do comprometimento do concreto de cobrimento da armadura.

Se o duto tiver purgadores em vários pontos, à medida que a argamassa for surgindo neles, estes serão obturados. No caso de dutos de grandes dimensões, será necessária uma segunda injeção duas horas após a primeira, para corrigir as precipitações e retrações da injeção havidas na primeira fase.

Quando a calda aparecer na outra extremidade, será recolhida em recipiente e ensaiada, obturando-se o tubo somente quando a fluidez for igual à de entrada. Após essa última operação, será retirado o bocal do orifício da ancoragem. Obtura-se então a extremidade de saída e retira-se lentamente a lança do aparelho na extremidade da entrada, obturando-se esta imediatamente para evitar o refluxo da injeção.

Após algumas horas, verificar se não houve decantação ou fuga da calda nas extremidades do cabo, fazendo-se uma sondagem com uma vareta. No caso de se confirmar este fato, completar a injeção com um aparelho de simples gravidade, sem necessidade da bomba da injeção.

Os cabos inclinados ou verticais serão injetados pela extremidade inferior para se evitar o aprisionamento de ar.

No caso de cabos verticais muito longos, a bomba de injeção deverá ficar a meia altura para diminuir a pressão hidrostática no duto.

Antes de ser desligada a lança de injeção, deve-se obturar a extremidade do cabo, evitando a perda de injeção com sua fuga do duto injetado.

7.3.6 Calda de cimento para protensão

A dosagem da calda de injeção será definida pela contratada e aprovada pela Fiscalização. A calda de injeção deverá atender as especificações da NBR-7681:

- Não conter produtos que ataquem a armadura;
- Apresentar resistência característica à compressão mínima de fck 25,0 Mpa;
- Preencher totalmente os espaços livres, sem remanescentes de ar ou água. Nesse sentido, não será permitida a injeção a ar comprimido;
- Conter a menor quantidade de água possível;
- Ser homogênea, o que se consegue por agitação mecânica;
- Não apresentar segregação.

Essas condições serão facilmente conseguidas utilizando-se somente cimento com menos de quinze dias de fabricação, peneirado em peneira ultrafina.

É útil o emprego dos seguintes aditivos, a critério da Fiscalização:

- Plastificante;
- Aditivo expensor.

Os aditivos não poderão conter cloretos nem nitratos.

Empregando-se aditivo expansivo para contrabalançar a retração, este não poderá conter pó de alumínio, e a expansão total livre será menor ou igual a 10%.

O cimento será de média finura, não se tolerando, sob qualquer pretexto, a presença de cloreto de cálcio. Deverá, ainda, ter baixo teor de enxofre, verificado por meio de ensaios químicos

realizados em laboratórios especializados. Serão observados os limites prescritos na NBR-7681.

É proibido o uso de cimento de alto-forno (CP III) para a confecção da calda de injeção.

A calda de cimento será preparada com equipamento de mistura capaz de tomá-la homogênea e coloidal não sendo permitida a mistura manual. O tempo de mistura depende do equipamento a ser utilizado e, após a mistura a pasta será mantida em movimento contínuo e isenta de "coágulos".

Serão feitos ensaios de fluidez antes da entrada da calda nas bainhas, para verificação das características de dosagem; e na sua saída, para verificação da homogeneidade da calda.

São moldadas amostras da calda injetada com seis corpos de prova cilíndricos 50 x 100 mm. A quantidade de amostras será determinada pela Fiscalização, de acordo com o número de bainhas a serem injetadas.

7.4 Estrutura de concreto projetado

7.4.1 Concreto projetado

O concreto e a argamassa projetados serão constituídos de cimento, água e agregados. Os materiais utilizados deverão atender às especificações deste capítulo.

Podem ser utilizados aditivos, em pó ou em líquidos, bem como pozolanas (inclusive micro-sílica), fibras, etc. desde que autorizados pela Fiscalização.

Cimento

O cimento a ser utilizado em argamassa ou em concreto projetado deverá ter seu tipo previamente definido, para cada obra.

É vedada a mistura de cimentos de tipo, marca, procedência ou idade diferentes, sempre que não tiverem sido realizados ensaios prévios de controle de qualidade. Caso esteja prevista a utilização de aditivos aceleradores de pega, na argamassa de concreto projetada, será obrigatória a realização de ensaios prévios entre os cimentos e os aditivos. Tal ensaio tem como finalidade verificar se ambos são compatíveis.

Agregados

As características dos agregados miúdo e graúdo deverão obedecer às prescrições da NBR 7211 (Agregados para Concreto), exceto no que se refere à composição granulométrica.

Normalmente a cada máquina de projeção corresponde uma composição granulométrica ótima, função das dimensões do mangote, do bico e das pressões de ar e água entre outros fatores.

Caso não haja uma recomendação específica do fabricante da máquina de projeção para uma determinada aplicação, serão seguidas as curvas granulométricas especificadas pela NBR 7211.

Composições granulométricas diversas serão utilizadas desde que sua eficácia seja comprovada através de ensaios preliminares de resistência à compressão e de reflexão. Depois de definidas as composições granulométricas para uma certa obra, quaisquer alterações implica a exigência de novos ensaios de caracterização.

Periodicamente serão coletadas amostras representativas dos agregados e realizados os ensaios prescritos na Norma NBR 7211. O lote será definido para cada caso, não poderão ser menor que o previsto na NBR 7211.

A fixação da dimensão máxima de agregado empregada depende da finalidade a que se destina o material e da técnica de projeção a empregar. Todas as partículas de dimensões superiores à dimensão máxima fixada serão removidas, por peneiramento, com a finalidade de se evitar entupimento do mangote ou do bico. A umidade relativa dos agregados será mantida a mais uniforme possível.

Para uma projeção satisfatória via seca, a máxima umidade relativa do agregado miúdo será de 6%. Usualmente valores entre 3 % e 6% são os mais satisfatórios.

Água

A água para mistura e cura será limpa e isenta de elementos prejudiciais, formadas por substâncias estranhas, tais como óleos, ácidos e matéria orgânica. Deverá obedecer aos requisitos da NBR 6118. Em caso de dúvida, será submetida ao teste de qualidade de água, seguindo-se as prescrições da NBR 7215 e utilizando-se os cimentos previstos para a obra. A resistência à compressão de corpos de prova preparados com a água de qualidade duvidosa será pelo menos 90% da resistência de corpos de prova preparados com água de qualidade comprovada. O tempo de início de pega não poderá diferir em mais de 30 min.

Na água destinada à argamassa ou concreto projetado a ser usado em peças protendidas ou que possuam embutidos de alumínio, o conteúdo máximo de íons cloro será tal que obedeça aos requisitos indicados no item Limitação de Haletos que apresentaremos adiante.

Aditivos

É permitida a utilização de aditivos em argamassa ou concreto projetado com a finalidade de melhorar determinadas propriedades ou de solucionar problemas específicos.

Aqueles que conferem certas características à argamassa ou concreto projetado, aplicados por via úmida podem não dar resultado ao serem aplicados por via seca e vice-versa.

Incorporadores de ar, retardadores de pega, redutores de água plastificantes e fluidificantes deverão obedecer aos requisitos das CEs 18:06.03-001 ,18:06.02-001 e 18:06.07-001, ao passo que os aceleradores de pega deverão obedecer às prescrições da CE 18:06.11-001.

Mesmo havendo orientação do fabricante, quanto às quantidades a serem utilizadas, será obrigatória a realização de ensaios comprobatórios prévios entre o aditivo em questão e os materiais a serem usados numa determinada obra. Os ensaios serão repetidos sempre que houver alterações em quaisquer dos materiais, seja do tipo, marca, procedência ou quaisquer outras.

São utilizados em pó ou na forma líquida, devendo haver rigoroso controle das quantidades adicionadas. Será recomendável a dissolução em água, antes de sua introdução na mistura.

São utilizados aditivos aceleradores de pega, desde que seu uso obedeça às normas de segurança do trabalho e o produto não propicie corrosão de armaduras.

Quando forem utilizados aceleradores de pega, serão realizados ensaios de compatibilidade segundo a CE 18:03.08-001- Verificação da compatibilidade dos materiais. Caso o tempo de início de pega seja superior a três minutos e o fim de pega superior a (20 a 25) minutos e os testes de resistência à compressão de argamassas preparadas com ou sem aditivo, indiquem diferença superior a 30% aos 28 dias, será facultativa a rejeição do aditivo ou do cimento.

É proibida a utilização de cloreto de cálcio quando a argamassa ou o concreto projetado estiver em contato com armadura convencional, telas de aço, cordoalhas ou fios para protensão ou quando for envolver metais diferentes em contato entre si, tais como aço e alumínio. Será vedada também sua utilização em concreto exposto à água do mar ou a sulfatos. Cloreto de cálcio poderá apenas ser utilizado, na porcentagem necessária, para vedação de infiltrações e desde que não venha a ficar em contato com elementos metálicos.

Pozolana

Serão utilizadas pozolanas natural e artificial, cinzas volantes ou micro-sílica na argamassa ou no concreto projetado. As pozolanas e cinzas volantes deverão obedecer às prescrições da CE 18:01.13-001- Materiais pozolânicos destinados ao uso em concreto de cimento Portland. A utilização de micro-sílica fica condicionada a ensaios prévios que demonstrem a melhoria das características do concreto mediante sua introdução à mistura.

Fibras

Serão utilizadas fibras de aço, de vidro ou outro tipo de material, desde que, mediante testes prévios, comprovem melhorias nas características da argamassa ou do concreto projetados ou que permitam ao material atingir os requisitos de projeto.

Somente serão usadas fibras de vidro, ou outro material que contenha sílica, caso ensaios prévios demonstrem que o material não reage, deletariamente, com os álcalis do cimento utilizado.

Limitação de Haletos

Para aplicação de argamassa ou de concreto projetados em peças protendidas o total de íons cloro (CL-), de todas as fontes (água de mistura, cimento, aditivo e agregados), não será superior a 0,06 % do peso do cimento. Para concreto armado esse limite será de 0,10% do peso do cimento.

7.4.2 Dosagem

As dosagens prévias de argamassa ou de concreto projetados podem não refletir exatamente as situações a serem encontradas no campo. Por essa razão os estudos de proporcionamento de materiais serão conduzidos sob condições de campo, sempre que possível. Para isso será seguido o especificado:

Ensaio prévios

Deverá ser escolhida a dimensão máxima do agregado a ser utilizado, levando-se primeiramente em consideração a capacidade dos equipamentos disponíveis.

Recomenda-se que a relação entre diâmetro interno do mangote ou do bico e a dimensão máxima do agregado esteja entre 2,5 e 3,0. Deve-se considerar a espessura do revestimento a executar e o índice de reflexão obtido com cada dimensão máxima de agregado, bem como suas incidências sobre o custo.

Processo de mistura seca

Após a escolha do agregado deverá ser escolhido o consumo inicial de cimento. Normalmente os melhores resultados são obtidos utilizando-se as relações 1:4 a 1:5, em peso, entre cimento e agregados total, sendo o consumo de cimento em torno de 350 kg/m³ a 400 kg/m³, para

concreto. No caso de argamassa os melhores resultados são obtidos para relação de cimento e agregado miúdo de 1:3 e 1:4, em peso, sendo o consumo de cimento da ordem de 400 kg/m³ a 500 kg/m³. O consumo de água deverá ser adaptado no local, porém, via de regra a relação água-cimento fica próxima de 0,4.

Processo de mistura úmida

O processo de dosagem será o mesmo utilizado para concreto convencional. O consumo de água deverá ser suficiente para conferir à mistura um abatimento de 40 + ou- 10mm para equipamentos com transporte pneumático. Para equipamentos onde o transporte será efetuado pelo processo do deslocamento positivo, abatimentos de 80 + ou- 10 mm mostram-se adequados. No caso de argamassa, os melhores resultados são obtidos para relações entre cimento e agregado miúdo de 1:2 e 1:4 em peso, sendo o consumo de cimento da ordem de 400 kg/m³ a 500 kg/m³. No caso de projeção de concreto utilizam-se relações de 1:2 e 1:5, em peso, entre cimento e agregado total, sendo o consumo de cimento em torno de 350 kg/m³ a 500 kg/m³. O consumo de água deverá ser adaptado no local, sendo normalmente os melhores resultados obtidos com relação água- cimento entre 0,4 e 0,6.

7.4.3 Equipamentos

Equipamentos de proporcionamento e mistura

Os equipamentos de pesagem e mistura são capazes de manter um fluxo adequado e contínuo de material homogêneo.

As partículas de agregado ficam revestidas com material cimentício.

O proporcionamento dos materiais deverá ser efetuado em peso. A água será adicionada em peso ou em volume. Para serviços considerados pequenos será admitido proporcionalmente volumétrico, desde que sejam efetuadas verificações periódicas do peso dos ingredientes adicionados a cada quatro horas de projeção ou a cada 8 m de material projetado.

São obedecidas as condições prescritas na NBR 6118 no que se refere às tolerâncias de medidas dos materiais.

Em obras onde haja exigência de produções mínimas de 2 m³/h de argamassa ou de concreto projetado, o equipamento de mistura e a projetadora serão dimensionados de modo a garantir fornecimento contínuo por, no mínimo, 30 minutos.

Via seca

Os aglomerados e os agregados serão transportados, de preferência, separados ao local onde será efetuada a mistura. O fornecimento de aglomerantes e agregados previamente misturados e transportados para o local de aplicação por caminhões-betoneira ou outro meio qualquer depende de aprovação prévia.

O tempo mínimo de amassamento em misturadora será de dois minutos. Após a mistura dos componentes, a argamassa ou concreto serão aplicados no prazo máximo de uma hora. A aceitação de prazos superiores depende de aprovação específica. A misturadora a ser usada será tal que possa descarregar todo o material misturado, sem que haja resíduos significativos de uma betoneira para outra. A misturadora será inspecionada e limpa, no mínimo, duas vezes por dia ou mais a amiúde, se necessário, de modo a se evitar acumulação de resíduos e minimizar as paralisações não planejadas.

Via úmida

Os procedimentos de proporcionamento e mistura segue as recomendações das normas NBR 6118, NBR 5750 e NBR 7212.

A utilização de misturadoras de produção continua será aceita, desde que sejam obedecidos os requisitos da NBR 6118.

O abatimento e a uniformidade do concreto não deverão variar entre betonadas, para que seja mantida uma produção adequada, especialmente no caso de projeções em paredes verticais e no sentido vertical ascendente.

Máquina de projeção

Consideram-se como partes integrantes da máquina de projeção, as mangueiras separadas, que levam o material seco ou úmido, água ou ar até o bico; uma máquina adequada que, sob pressão, introduza os materiais no mangote e um bico de projeção que permita a ejeção dos materiais.

Qualquer equipamento que transporte o material, sob pressão, até o bico será utilizado, desde que consiga manter uma produção adequada às características da obra.

A máquina de projeção deverá permitir ejeção de material, pelo bico, velocidades que garantam um mínimo de reflexão e um máximo de aderência do concreto à superfície, bem como máxima compactidade.

O bico de projeção será dimensionado de modo a permitir a ejeção de um fluxo aproximadamente cônico de materiais.

A máquina de projeção será rigorosamente limpa ao fim de cada concretagem, em locais apropriados. No caso de obras urbanas, serão tomadas providências para que o material de lavagem não venha a causar obstruções nas de equipamentos.

Via seca

A máquina de projeção deverá ter dimensões e capacidades adequadas para a aplicação.

O equipamento será capaz de transportar a mistura de agregados, cimento e eventualmente aditivos através do mangote, até o bico de projeção, continua e uniformemente, de modo a possibilitar projeções, sem interrupções.

A máquina de projeção deverá permitir o controle da pressão de ar que movimenta a mistura seca, bem como da pressão da água ao penetrar no bico de projeção.

Via úmida

O equipamento será capaz de transportar a argamassa ou concreto através do mangote até o bico de projeção, continua e uniformemente, de maneira a possibilitar projeções, sem interrupções.

O bico de projeções será dimensionado de modo e permitir injeção adicional de ar comprimido.

Equipamentos auxiliares

Compressor

É utilizado compressor de ar dimensionado para manter as operações de projeção dentro de padrões satisfatórios. O compressor deverá suprir ar limpo, seco, isento de óleo, capaz de manter velocidades adequadas para o material ejetado pelo bico enquanto, simultaneamente, fornece ar comprimido para outros equipamentos, bem como para a mangueira usada para limpeza da reflexão.

Via seca

A tabela 1 fornece a capacidade usual dos compressores baseada no diâmetro do mangote e no diâmetro máximo de bico para funcionamento exclusivo de uma máquina projetora de via seca. A pressão do ar indicada na tabela e que será obtida durante a operação será aquela medida pelo manômetro situado próximo ao bico de saída do material da máquina. A tabela foi baseada em comprimento de mangote de 45 m com o bico locado no máximo a 8 m acima da projetora.

Geralmente as pressões de trabalho são aumentadas de 0,035 MPa para cada 15 m adicionais de mangote ou para cada levantamento do bico de 8 m.

Tabela 143 - Capacidade de compressores para condições normais de operação de máquinas projetoras via seca

Capacidade do compressor (m ³ /min)	Diâmetro interno do mangote	Diâmetro interno máximo do bico de projeção (mm)	Pressão de ar durante a operação (mpa)
7	25	19	0,28
9	32	25	0,32
10	38	32	0,39
17	44	41	0,53
21	50	44	0,60

Dependendo das condições de umidade poderá ocorrer um carreamento de água na forma de vapor no fluxo do ar comprimido, afetando de maneira adversa às operações de projeção. Um filtro ou dispositivo que absorva essa água será instalado na mangueira que sai do compressor. Os manômetros para medição da pressão de ar serão mantidos em condições satisfatórias.

Via úmida

O compressor para via úmida será capaz de suprir, no mínimo, 2,5 m³/min de ar por bico e a pressão será mantida constante, sem oscilações. No entanto, tal valor depende da quantidade de argamassa ou de cloreto a ser projetada. Valores últimos costumam ser obtidos com o uso da relação $P = V$ sendo P o volume mínimo de ar no compressor e V o volume de argamassa ou de concreto a ser projetado, por hora. A capacidade do compressor, na via úmida, independe do diâmetro do mangote utilizado no bombeamento e da distância ou altura da bomba ao ejeter.

Suprimento de água

A pressão de água nos equipamentos de mistura seca será constante, sendo um fluxo de 0,045 m³/min de água (451/min) a uma pressão aproximada de 0,56 MPa (5,6 kgf/cm) normalmente suficiente. A pressão de água, no bico, será superior à do ar comprimido para assegurar que há mistura adequada ao restante.

Os manômetros para medição da pressão de água serão permanentemente mantidos em condições satisfatórias. A válvula de controle do volume de água, no bico, será de fácil manuseio para permitir o controle da quantidade de água adicionada.

Nos equipamentos de mistura úmida, a água será adicionada no misturador, respeitados os parâmetros definidos— Processo de Mistura Úmida, conjuntamente com o aglomerante e os agregados.

Suprimento de aditivo

Para aplicação de argamassa ou de concreto projetado onde seja necessário o uso de aditivos aceleradores de pega, estes serão empregados utilizando-se métodos ou dosadores que

asseguram sua mistura homogênea no traço e que permitam a aplicação da argamassa ou do concreto dentro dos prazos compatíveis com o início da pega.

No caso de uso de via úmida, certos aditivos tais como: incorporadores de ar ou redutores de água, serão misturados aos demais ingredientes, durante as operações de proporcionamento e mistura, similarmente ao concreto convencional.

Os dosadores serão dimensionados adequadamente e ter manutenção periódica, de modo a garantir que o erro máximo na adição seja de 5% (conforme NBR 6118) e que o material esteja disperso de maneira uniforme na mistura. Os aditivos acelerados de pega, em forma líquida, serão lançados diretamente de uma bomba dosadora ao bico ou então ser diluídos na água que chega ao bico (processo via seca).

Outros equipamentos

Ao se utilizarem fibras de aço na argamassa ou concreto projetado serão tomadas precauções especiais para evitar a formação de "ninhos" ou grumos de fibras, tais como a utilização de peneiras vibratórias ou não, durante o processo de adição. Nesses casos os procedimentos serão previamente aprovados.

Caso sejam utilizados sistemas de controle remotos, ou robô, o equipamento será capaz de ajustar o bico em qualquer direção, de modo que o mangoteiro possa controlar, rapidamente, a direção e o ângulo de incidência do jato.

7.4.4 Execução

Preparação da superfície

A superfície destinada à aplicação de argamassa ou de concreto projetado será limpa, previamente. Para isso deverá sofrer tratamento consistindo de ação mecânica sobre esta que, dependendo da situação, será por meio de jateamento de água e ar sob elevada pressão, jateamento de areia, jateamento de água e ar com moderada pressão, jateamento com ar comprimido, aplicação ou simples raspagem com escovas de aço. Recomenda-se, caso a superfície seja de concreto ou aço e uso de jato de areia.

Solo

Em casos de aplicação em solo este deverá estar bem-compactado e próximo dos alinhamentos definitivos antes do início da projeção. Serão retiradas as matérias orgânicas existentes, gravetos, materiais soltos e resíduos que possam prejudicar a aderência entre o concreto e o solo.

A superfície será umedecida antes da aplicação; porém não poderá apresentar infiltrações de água. Nesses casos, serão usados drenos perfurados ou canalizações superficiais para captação da água.

Concreto e alvenaria

Quando a argamassa ou o concreto projetado for aplicado em superfícies de concreto, todo o material deteriorado ou que possa prejudicar a aderência do material projetado será previamente removido. Qualquer área a ser reparada deverá ser escarificada de maneira que sejam removidas partes que possam originar alterações abruptas na espessura, a menos que seja utilizada armação adequada para isso. No perímetro de cavidades deverão transformar-se as arestas em taludes de 45° de inclinação.

Nesses casos, será removido todo o material solto, bem como ser utilizado jateamento de areia para remover resíduos de tinta, óleo, graxa e outros produtos contaminantes de modo a proporcionar a formação de superfície rugosa que melhore a aderência da argamassa ou de concreto projetado. As superfícies de argamassa ou de concreto projetado em juntas de construção serão limpas mediante jateamento de areia ou de ar e água a elevada pressão. Será permitido o uso de escovas de aço para efetuar a limpeza desde que o material não tenha atingido o tempo de fim de pega. A superfície será umedecida, de forma a ficar saturada imediatamente antes da projeção.

Rocha

Superfícies de rocha deverão estar isentas de materiais soltos, lama e outros materiais que possam prejudicar a aderência entre o concreto e a rocha.

Armação

As prescrições referentes à classe, categoria, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerância dos capítulos 10 e 11 da NBR 6118, serão obedecidas.

Recomenda-se que não sejam utilizadas armaduras de diâmetro superior a 20 mm.

Serão tomadas precauções especiais na colocação da armadura, seja na forma de barras ou de telas, para evitar a criação de áreas congestionadas. O projeto e a colocação da armadura deverão levar esse fator em conta para que seja evitada a formação de bolsões de material segregado das barras.

O cobrimento de armadura será o maior entre os valores prescritos pela NBR 6118 e os seguintes:

Para revestimentos, lajes e paredes: 20 mm no caso de argamassa projetada e 40 mm para concreto projetado;

Para vigas e pilares: 40 mm- será evitada a amarração de barras emendadas por traspasse. Caso venham a ser utilizadas, essas barras serão colocadas de maneira a formar a menor área de obstrução à passagem do fluxo de material. Deve-se evitar que duas barras paralelas fiquem adjacentes.

O menor espaçamento admissível entre barras de armadura será o maior dos valores: 2 diâmetros ou 60 mm.

Só serão empregadas telas que tiverem espaçamento igual ou superior a 50 mm x 50 mm. O traspasse de telas emendadas será, no mínimo, de 1,5 malha.

Recomenda-se que a armadura horizontal seja posicionada a uma distância mínima de 300 mm do chão, principalmente se este for constituído de solo não compactado ou de areia.

Após a projeção será evitado qualquer movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região concretada.

Aplicação

Os procedimentos para aplicação do concreto projetado para os processos de mistura seca, semi úmida e úmida seguem as exigências da CEs 18:03.15-001- Procedimentos para Projeção.

A mão de obra a ser empregada, além de obedecer aos requisitos da norma citada, deverá também satisfazer às exigências da CE 18:03.15-002- Roteiro para Qualificação do Mangoteiro.

Procedimento para aplicação

Função do equipamento

A função básica do equipamento de projeção de argamassa ou de concreto será fornecer os materiais, ar e água ao bico de projeção, nas proporções corretas e a uma pressão satisfatória. A função do bico de projeção será converter o material seco, que vem pelo mangote, em argamassa ou em concreto, que será projetada na direção e com velocidade suficiente para que seja dirigido com segurança a um determinado ponto, a alguma distância, onde ele, por impacto, fica aderido à superfície.

Posicionamento do equipamento

O posicionamento do equipamento, no Canteiro de Obras; deverá obedecer às recomendações a seguir:

- O limite de desnivelamento do compressor em qualquer sentido deverá ser no máximo de 15°, tanto no sentido longitudinal como no transversal.
- Recomenda-se que as distâncias entre o compressor e a máquina de projeção sejam tal que evite a poeira resultante do processo (mínimo 12 m).
- O compressor será colocado, preferencialmente, à sombra, em lugar fresco e ventilado.
- O compressor não deverá trabalhar em ambientes fechados, tais como garagens, subsolos etc.
- É sempre recomendável manter a máquina injetora o mais próximo possível do local de aplicação.
- O comprimento total do mangote de transporte de material, desde a máquina até o bico, será o mais curto possível, sem curvas desnecessárias.

Nota: este processo visa economia, rapidez, aumento de produção e maior facilidade de comunicação entre o mangoteiro e o operador da máquina, pois a cada 15 m adicionais, na horizontal, e a cada 8m de desnível em relação à máquina projetora, a pressão de operação dever ser aumentada em 0,035 Mpa.

Bomba d'água

A bomba d'água deverá possibilitar que a pressão seja de no mínimo, 0,1 Mpa mais alta que a pressão do ar de projeção. O fluxo de água fornecido será contínuo e pressão estável.

Nota: diferenças de pressão inferiores conduzirão a uma hidratação insuficiente.

Equipamentos auxiliares

Andaimes, plataformas, proteções e demais acessórios de forma a permitir a aplicação do concreto ou da argamassa projetados têm condições perfeitas de estabilidade e segurança.

Equipe de operação

Será constituída por:

- Encarregado, com experiência anterior como mangoteiro e operador de máquina;
- Mangoteiro;
- Auxiliar do mangoteiro;
- Operador;
- Encarregado do traço;
- Serventes para manuseio dos materiais, carregamento de máquinas e recolhimento e transporte do material refletido;
- Pedreiros e ajudantes, para execução dos serviços de acabamento, quando necessário.

Nota: como a qualidade do material projetado depende da equipe de operação, será essencial que esta seja experiente, principalmente no que diz respeito aos operadores de máquina e mangoteiros.

Funções do mangoteiro

Caberá ao mangoteiro as seguintes atribuições:

- Certificar-se de que o bico de projeção está em perfeitas condições de funcionamento e que o revestimento de borracha está bem preso e sem desgaste excessivo que ultrapasse a distância nominal preconizada pelo projeto de norma CE-18:306.01-001;
- Certificar-se de que o anel d'água está íntegro e sem desgastes, tendo seus furos limpos e desentupidos;
- Certificar-se de que os mangotes estão colocados apropriadamente e suas conexões apertadas;
- Certificar-se de que a superfície, que vai receber o material projetado, está adequadamente preparada e limpa; sem poeira, material solto etc.;
- Certificar-se de que a mistura vem regularmente pelo mangote, com pressão uniforme e adequada;
- Regular o registro de água para obter uma compactação adequada do material projetado, com baixa porcentagem de reflexão e sem escorrimento;
- Segurar o bico de projeção de maneira que a aplicação seja tão perpendicular à superfície concretada;
- Direcionar o material projetado numa sequência tal que assegure aos cantos um perfeito enchimento;
- Manter o bico de projeção em movimento, em forma de elipse, de modo que as camadas finas projetadas cresçam uniformemente;
- Comandar o operador de máquina;
- Remover, em tempo hábil, os bolsões de areia e empolamentos que se formarem;
- Projetar o material até as dimensões especificadas.

Nota: no início da aplicação de argamassa ou de concreto projetados no mangote deverá passar pelo bico apenas um jato de ar comprimido com um pouco d'água. A chegada será precedida pela mudança de som e velocidade do ar, permitindo o ajuste do suprimento de água, a fim de se obter argamassa ou concreto corretamente hidratados.

Funções do auxiliar do mangoteiro

Dar apoio ao mangoteiro, preocupando-se principalmente em:

- Remover com o bico auxiliar de limpeza o refletido da área de aplicação;
- Movimentar os mangotes;
- Retirar os bolsões de areia e o material disperso não compactado (dispersão- "over-spray");
- Vigiar constantemente e prevenir qualquer vazamento, entupimento ou afrouxamento de conexões;
- Agir como sinaleiro ou mensageiro do mangoteiro.

Distância do bico de projeção

Na aplicação de argamassa ou de concreto projetados, a distância do bico será regulada pelo tipo de superfície onde se projeta pela pressão de saída no bico e pela posição de aplicação.

Movimentação do bico de projeção

Nas operações normais, o jato de concreto será ao plano de aplicação. Mantendo o jato perpendicular à superfície. O bico será movimentado constantemente, de preferência com movimento elíptico, de modo a distribuir o material uniformemente.

Nota: o mangoteiro não deverá ficar estático, apenas movimentando o bico de projeção de um lado para outro, modificando substancialmente o ângulo de impacto, pois isto acarretará um aumento da reflexão e da dispersão, resultando assim em um produto de baixa qualidade e em superfícies irregulares.

Com equipamento adequado, materiais selecionados e uma equipe treinada, a projeção do material constante e sem pulsações.

Quantidade de água

Pouca água torna a superfície projetada arenosa, aumenta a reflexão e a tendência à formação de bolsões de areia; a superfície assim executada será de difícil acabamento. Já um pequeno excesso de água faz com que o material escorra ("escorrimento"); principalmente quando aplicado na posição "sobre cabeça" qualquer escorrimento do concreto será removido.

Espessura

Inicialmente o mangoteiro deverá aplicar uma fina camada de concreto sobre toda a superfície limpa para agir como camada de aderência, pois dessa forma as eventuais reflexões ou dispersões do material não se tornarão contaminações da superfície.

Geralmente, a espessura desejada de argamassa ou de concreto projetados será obtida através de várias camadas formadas pelo movimento constante do bico de projeção sobre a área que está sendo trabalhada. A espessura adequada por camada varia para projeção horizontal ou vertical, ou projeção por "sobre cabeça".

A projeção de material muito molhado e em grande espessura leva à tendência de criação de bolsões de areia e deslocamento no interior da massa, que será importante evitar. Estas fazem com que o produto perca a aderência e tenha suas propriedades prejudicadas.

Camadas finas e frequentes passagens sobre a área previnem a acumulação de dispersão na superfície fresca.

Término da operação

Ao terminar da projeção, mangotes e máquina deverão ser esvaziadas, deixando-se o ar fluir através deles antes de desligar o compressor.

Projeção na vertical

Quando o ponto de aplicação do concreto ou da argamassa projetados estiver em posição mais elevada que a máquina, os mangotes serão esvaziados antes de ser interrompida a projeção. É aconselhável trabalhar com duplicidade de mangotes, de modo a garantir a continuidade dos serviços, na eventualidade de entupimentos. Em serviços abaixo do nível da máquina, é aconselhável fazer uma "volta" em "O" no mangote, a fim de evitar pulsações e melhorar o fluxo de mistura em suspensão.

Perdas na projeção

Dispersão ocorre quando parte dos componentes projetados será carregada pelo ar e dispersada em toda a volta do ponto de aplicação.

Nota: em virtude do conteúdo de aglomeração e água parcela do produto e a sua baixa velocidade de impacto, a "dispersão" aderirá em qualquer superfície. Formas, ferragens, tubos, parafusos de ancoragem e todos os tipos de inserção serão rapidamente cobertos pelo material disperso, mesmo não estando diretamente na área de impacto do bico.

A dispersão e a reflexão, por apresentarem grande redução do conteúdo de aglomerante e por não estarem adensados pela adequada velocidade de impacto, constituem material poroso e de baixa resistência. A aderência entre as suas partículas será muito pobre, tanto com a superfície sobre a qual repousam, quanto com qualquer material que se aplique sobre elas. Se o material proveniente da dispersão ou reflexão for envolvido por concreto ou argamassa projetados, tornar-se-á um bolsão de material frágil e pouco denso.

Para evitar dispersões e reflexões de material, serão executadas, inicialmente, superfícies em que este tipo de material tende a se acumular, como cantos e protuberâncias da superfície. Dessa forma, o material dispersado ou refletido será constantemente recuperado no fluxo do material projetado.

Bolsões de areia

Quando o material proveniente de reflexão não sair livremente, possibilitar-se-á a formação de bolsões nas regiões em torno da área de aplicação, que serão cobertos por concreto ou por argamassa projetados frescos. Esses bolsões, constituídos de material pouco adensado e com baixo teor de cimento, são altamente prejudiciais à qualidade do serviço e serão cuidadosamente retirados.

Aderência de argamassa e de concreto projetados

Camadas superpostas bem-aderidas deverão resultar num produto homogêneo e monolítico que, ensaiado, deverá apresentar a ruptura fora das interfaces.

A preparação adequada da superfície será indispensável para uma boa aderência do concreto ou da argamassa projetados. Para propiciar uma boa aderência entre um concreto convencional já curado e uma camada projetada, deve-se remover a camada superficial do concreto curado, através de corte, seguido de limpeza com jatos de areia, ar e água, e, só então, com a superfície ainda úmida e saturada, aplicar o concreto projetado. Outros processos de limpeza de superfícies que apresentem resultados equivalentes serão utilizados.

Nota: o tamanho da área de trabalho será tal que possa ser mantida sempre úmida e saturada, até o completo término do serviço.

Uma técnica de aplicação que propicia boa aderência consiste em mover rapidamente o bico de projeção assim que o material começa a ser lançado, dirigindo-a a toda área selecionada de trabalho, fazendo uma camada fina, tipo chapisco. Assim que essa primeira camada de aderência for aplicada, o mangoteiro deverá recomeçar com uma segunda camada sobre ela e assim sucessivamente. A segunda será projetada mais lentamente, permitindo que sua espessura seja maior. Durante a segunda camada, e em todo o tempo de aplicação, o mangoteiro deverá vigiar constantemente em toda a área de trabalho, procurando possíveis acumulações de dispersão ou reflexão. Deverá dar atenção especial para qualquer projeção que ocasione vazios ou ocos no material, pois estes são pontos críticos para formação de bolsões de areia.

Quando uma área de serviço estiver totalmente acabada, o mangoteiro aplicará somente ar para remover a reflexão e a dispersão, antes da pega do concreto. Neste trabalho, ele será

ajudado pela equipe, com o bico auxiliar de limpeza, desempenadeiras, escovas, mangueiras d'água etc.

Cantos e junções

Algumas áreas requerem modificação das técnicas de projeção descritas. Ao projetar uma área vertical, que se estenda até o solo, à aplicação da camada de aderência será iniciada diretamente no canto, entre o piso e as paredes, a 45°. O mangoteiro deverá movimentar-se rapidamente ao longo da junção piso/parede, aplicando a primeira camada para garantir a aderência nesse canto e minimizar o acúmulo de reflexão. A concretagem das junções piso/parede será interrompida antes de se atingir o outro canto externo.

A concretagem será executada no sentido inverso a partir desse canto, propiciando junta fora do canto. Depois da camada de aderência, uma segunda camada será feita no canto, iniciando um recôncavo. Novamente o mangoteiro deverá movimentar-se rapidamente, ao longo da junção procurando suavizar a curva, subindo a parede, com a espessura final especificada. A curvatura da junção ajudará a impedir que a reflexão se acumule e propiciará aos pedreiros uma superfície favorável para o acabamento do concreto.

Assim que tais recôncavos estiverem executados, a aplicação poderá continuar para as áreas lisas; no entanto, o mangoteiro deverá evitar perda da umidade superficial destes recôncavos, cobrindo-os, quando necessário, com novas camadas de material. Se houver retenção de retorno no recôncavo, a equipe deverá fazer uma raspagem dessa reflexão e o mangoteiro, retocar o concreto fresco. Esta técnica será aplicada a todos os cantos e junções (como na intersecção de suas paredes, parede e teto etc.).

Camadas múltiplas

A ocorrência do início de pega da camada anterior será indispensável para que se possa aplicar uma nova camada subsequente. Em seguida, será obedecido o estabelecido pela CE-18:306.01-001, quanto ao preparo de superfícies. Compostos utilizados para a cura, que forem aplicados nas superfícies que vão receber outras camadas de concreto projetado, poderão prejudicar a aderência, devendo ser previamente removidos.

O uso com sucesso, de concreto projetado em seções estruturais mais largas, requer camadas múltiplas e planejamento cuidadoso, formas apropriadas, habilidade e cuidado contínuo na aplicação. O diâmetro do bico de projeção será adequado, de modo a minimizar os efeitos da pane de projeção e produzir uma aplicação uniforme e densa, mesmo nos locais difíceis. Peças estruturais ou paredes grossas são frequentemente construídas em concreto projetado, numa só aplicação.

Esta técnica requer uma armação bem amarrada e ancorada, para ajudar a suportar o peso do concreto fresco. O mangoteiro deverá começar na base da peça, num ângulo de aproximadamente 45° da frente para o fundo. Com o bico mantido a 45° da superfície, o mangoteiro deverá continuar a projetar até a espessura total da seção e assim até a parte superior da parede. Água excessiva, nesta aplicação, causará o escorrimento do concreto, arruinando o trabalho.

Não será aconselhável a aplicação de argamassa ou de concreto projetados em peças ou regiões estreitas e profundas.

Reflexão

A reflexão será característica inerente ao processo de projeção do concreto.

A quantidade de material refletido varia com a aplicação, pressão de ar, consumo de cimento, consumo de água, granulometria dos agregados, uso de aditivos, densidade de armadura, espessura da camada, experiência do mangoteiro, tipo de superfície e formato da peça.

Se a forma de pagamento do concreto projetado for por custo unitário ou por administração ("cost plus") serão especificadas, para cada obra, as reflexões máximas permitidas, levando-se em consideração os tipos de superfícies receptoras (rocha, madeira etc.) e tipo de aplicação.

Tabela 144 - Reflexão do concreto

Tipo de aplicação	Reflexão (% em peso)	
	Via seca	Via úmida
Próximo da vertical descendente (lajes, chão)	5 a 15	Até 10
Próximo da horizontal (paredes, taludes)	15 a 30	A 20
Próximo da vertical ascendente	25 a 50	10 a 40

Será proibido o reaproveitamento de argamassa ou de concreto projetado para uso em locais onde haja requisitos de resistência e durabilidade, devendo ser removido dos locais de aplicação caso interfira nas operações de projeção. Nas aplicações em locais onde haja embutidos (armadura, telas, cambotas, tubos, etc.) recomenda-se remover o material refletido, concomitantemente à projeção, através do uso de jato de ar comprimido operado por um auxiliar de mangoteiro.

Nesses casos deverá se aguardar pelo menos quarenta e oito horas a fim de evitar que a pega do cimento existente no material refletido interfira na pega do novo traço.

A tabela 2 indica valores de reflexão encontrados em aplicações pelos processos de vias seca e úmida e que servem de referência para acompanhamento de serviços comuns, à exceção de trabalhos como, recuperação de estruturas, pequenas espessuras etc.

7.4.5 Juntas de construção

As juntas de construção serão taludadas até uma lâmina numa largura de 250 a 500 mm. Caso o projeto exija formação de construção em ângulo reto, serão tomadas precauções especiais para evitar ou para remover da junta o material refletido.

A superfície de argamassa ou de concreto projetado deverá ser preparada de acordo com o especificado no item Concreto e Alvenaria, antes do lançamento da argamassa ou do concreto sobre ela.

7.4.6 Acabamento

O acabamento natural obtido através da projeção será mantido, exceto se houver exigência contrária em projeto.

7.4.7 Cura e proteção

Imediatamente após a projeção e acabamento a argamassa ou o concreto projetado deverá ser curado por umedecimento durar vinte e quatro horas. Para isso serão usados dispositivos que

permitam cura por imersão, por aspersão, por vapor de água ou ainda pelo uso de material de cobertura mantido continuamente molhado. A cura deverá prosseguir por um período mínimo de sete dias ou até que seja obtida a resistência média especificada em projeto. A utilização de compostos aceleradores de cura dependerá de entendimentos prévios entre as partes.

Caso sejam utilizados em superfícies sobre as quais outro concreto vá ser lançado e onde haja necessidade de aderência, sua remoção será realizada por meio de jateamento de areia.

7.4.8 Reparos de defeitos

Toda argamassa ou concreto projetado que apresentar segregação, bicheiras, laminações início de deslocamento, bolsões de areia, vazios ou outros defeitos que prejudiquem sua durabilidade ou capacidade portante serão removidos. O reparo será feito com argamassa ou com concreto projetado.

Os buracos deixados após a extração de testemunhos não, serão preenchidos com argamassa ou com concreto projetado.

7.4.9 Segurança

As operações de projeção do concreto são nocivas, para os operadores particularmente, se o trabalho estiver sendo realizado em áreas confinadas.

Os principais perigos incluem inalação durante a projeção propriamente dita, reflexão, entupimentos, quebra de equipamentos, queimaduras causadas por materiais cáusticos, deslocamento e, no caso de via seca, presença de partículas finas em suspensão. A íntegra dos procedimentos a serem adotados visando aumentar a segurança dos operadores consta do item- Procedimentos para Projeção. Além das Normas Brasileiras de Segurança ao Trabalho as seguintes precauções serão tomadas:

- O mangoteiro deverá manter controle permanente do jato de concreto ou de argamassa de modo a evitar que este possa atingir outras pessoas presentes;
- Todos os operadores e pessoas que estiverem próximo da projetora durante a operação, deverão utilizar equipamentos de proteção individual que inclua capacete, luvas compridas impermeáveis, botas impermeáveis e aventais ou capas de proteção. No caso de via seca, será obrigatório o uso de máscaras ou de filtros contra partículas finas em suspensão; na via úmida será obrigatório o uso de óculos de proteção. Todo o equipamento de proteção será lavado frequentemente e trocado sempre que estiver desgastado;
- Será providenciada a colocação do produto protetor (creme, loção) em áreas do corpo sujeitas a contato com materiais cáusticos;
- Caso haja utilização de fibras de aço no concreto projetado, o mangoteiro e as pessoas próximas à área de operação deverão utilizar vestimentas apropriadas, resistentes à penetração das fibras;
- Quando ocorrer entupimento no mangote, será paralisada a alimentação de material da projetora e cortado o suprimento de ar. No processo de via úmida deverá proceder-se à a despressurização do mangote. Só então será providenciado o desentupimento;
- Caso ocorra uma ruptura do mangote, a alimentação da projetora deverá cessar e o suprimento de ar comprimido será interrompido;

- Para evitar rupturas dos acoplamentos, que poderão apresentar riscos de acidentes, as conexões serão rigorosamente inspecionadas e, quando gastas, serão substituídas. Correntes ou cabos de segurança serão usados para evitar vergastadas do conduto caso ocorra uma quebra;
- Os operadores que estiverem trabalhando em contato direto com aditivos deverão utilizar proteções apropriadas.

7.4.10 Inspeção

Todas as operações envolvendo o concreto projetado, desde a preparação dos materiais e equipamentos até o controle de qualidade do produto final, serão inspecionadas por pessoal qualificado.

Controle de qualidade dos materiais constituintes

Os aglomerantes, agregados, água e aditivos serão amostrados com a frequência preconizada nas normas brasileiras e submetidos aos ensaios nelas requeridos.

Controle de qualidade do equipamento

Os equipamentos envolvidos na operação de projeção serão previamente aprovados. Recomenda-se que todas as balanças sejam aferidas mensalmente. Os manômetros de controle de pressão do ar e da água serão aferidos trimestralmente ou sempre que for notado algum desvio de leitura.

Ensaio prévios

Serão realizados frequentemente ensaios prévios comprobatórios de que o construtor tem capacidade para obter um concreto ou uma argamassa que, a partir da utilização dos materiais, equipamentos e mão de obra disponível, atenda aos requisitos exigidos em projeto.

Para obras de pequeno porte, tais ensaios serão dispensados desde que seja demonstrado que para obras similares com o equipamento, mão-de-obra disponíveis e materiais similares tenha sido obtido um produto de características semelhantes ao desejado.

Recomenda-se que os ensaios sejam realizados com a necessária antecedência, não devendo ser iniciadas as operações de projeção antes que os resultados dos testes sejam conhecidos.

Serão preparados pelo menos dois painéis de testa de, no mínimo, 600 mm x 500 mm e espessura de projetado de 70 mm ou três vezes a dimensão máxima do agregado acrescida de 20 mm.

Os painéis serão de madeira, convenientemente dimensionada de modo a resistir aos impactos e ao peso do concreto ou argamassa, bem como estar solidamente fixados, com uma inclinação de 45º, para a realização da projeção.

Após a projeção, um dos painéis será utilizado para determinação de massa específica do concreto fresco, tempo de pega determinação da relação água-cimento (caso não sejam usados aditivos aceleradores de pega) ou outro teste (absorção, permeabilidade, resistividade elétrica etc.).

Com relação ao segundo painel e na sequência de operações, os corpos de prova dele extraídos serão submetidos à cura com água até que sejam completadas as idades de ensaio. Dos corpos de prova extraídos, no mínimo três serão ensaiados à compressão axial aos vinte e oito dias de idade, de acordo com a NBR- 5738. Os corpos de prova serão cilíndricos, com diâmetro mínimo de 50 mm.

Para a extração deverá ser desprezada a faixa perimetral do painel, de aproximadamente 100 mm de largura, e obedecidas às prescrições da NBR- 7680.

As resistências à compressão obtidas serão corrigidas no caso de relações altura-diâmetro inferiores a dois, conforme a NBR- 7680.

Em obras onde for previsto grande volume de concreto ou de argamassa a ser projetado recomenda-se que sejam efetuados testes, em painéis, locados em posições semelhantes às aquelas a serem encontradas nas operações reais. Nesses casos, quando for prevista a utilização de armadura, recomenda-se que esta seja reproduzida em alguns dos painéis de modo a possibilitar a verificação da qualidade do produto final.

7.4.11 Controle da aplicação

Recomenda-se que a aplicação de concreto ou de argamassa projetados seja continuamente acompanhada, controlando-se os materiais, os equipamentos, a preparação da superfície, as formas, as armaduras instaladas, a aplicação propriamente dita, a cura e a proteção das superfícies. Recomenda-se que sejam verificadas e anotadas as ocorrências de segregação, reflexão, eventuais descontinuidades no fornecimento do material, pressões do ar e da água, uniformidade do concreto ou da argamassa e o estado final da superfície.

Requisitos da mão-de-obra

É necessário que o mangoteiro tenha experiência prévia, usando equipamento similar ao proposto para a obra em questão ou que tenha passado no exame de qualificação.

Roteiro para Qualificação do Mangoteiro

A equipe a ser utilizada na obra deverá demonstrar, durante a execução dos ensaios, proficiência na alimentação e controle da máquina de projeção.

Controle de alinhamento e espessura

Será providenciado pelo construtor, dispositivo que permita orientar o mangoteiro sobre a espessura de concreto projetado bem como sobre seu alinhamento. Para isso recomenda-se a instalação de guias de madeira, fios horizontais e verticais adequadamente dispostos, para orientar a operação de projeção, ou então por meio de cavilhas de aço de aproximadamente 6 mm de diâmetro e comprimento igual à espessura da camada a ser projetada.

Tais cavilhas serão rigidamente fixadas à superfície, de modo a resistir ao impacto do jato, e terão espaçamento de aproximadamente 1,20 m.

Controle de qualidade do concreto ou argamassa

O controle de qualidade do concreto ou da argamassa projetados será rotineiro e englobar os aspectos da mistura- concreto ou argamassa frescos e, concreto ou argamassa endurecidos.

Mistura

Durante as operações será continuamente controlada visualmente a alimentação da projetora, bem como o material de saída do bico.

No caso de processo de mistura seca não poderá haver empelotamento e a mistura de cimento e agregados será uniforme. Será verificado se o proporcionamento dos materiais está correto, inclusive a dosagem dos aditivos, líquidos ou em pó. A frequência a ser utilizada para a verificação de proporcionamento deverá ser fixada, para cada obra.

Recomenda-se, entretanto, que seja seguido o especificado no item- Proporcionamento e Mistura.

No caso de processo de mistura úmida deverá ser controlada, pelo menos uma vez por jornada de trabalho, a consistência da mistura de entrada na projetora, bem como determinada sua densidade e o valor da relação água-cimento.

Concreto fresco

Logo após o término da projeção será verificada existência de áreas imprópriamente projetadas, onde possa haver vazios ou início de deslocamentos.

Para isso o concreto será submetido ao impacto de instrumento, tipo martelo, principalmente nos locais onde o controle efetuado durante a projeção tenha indicado possível segregação de materiais descontinuidade no fornecimento ou onde houver umidade superficial em excesso. Caso haja suspeita de que tenha ocorrido formação de bolsões de areia ou de agregados, bem como o preenchimento incorreto de zonas próximas à armadura, será feita verificação, por meio de instrumentos de impacto ou de forma pontiaguda. Caso o fato seja comprovado, será efetuada uma ação corretiva imediata, de reparo do concreto. Tais efeitos não serão aceitos.

Durante todo o transcorrer das operações de projeção serão realizadas determinações de densidade, tempo de pega e relação água- cimento no início dos trabalhos e, no mínimo, a cada 40 m³ de concreto projetado adicional. Para isso serão moldados painéis de madeira, similares aos indicados no item– Inspeção. Será exigido que essas verificações sejam feitas mais amiúde.

Caso os resultados do teste indiquem valores considerados inadmissíveis, a mistura será corrigida.

Concreto endurecido

O controle de qualidade do concreto endurecido será efetuado principalmente através de ensaios do material projetado em painéis de madeira.

Em obras de maiores portes, principalmente no caso de túneis, serão executados ensaios em concreto endurecido extraído do revestimento.

Os painéis de madeira serão preparados e jateados de acordo com o indicado no item Ensaios Prévios- e serão curados em condições idênticas ao concreto aplicado na obra.

São efetuados ensaios logo no início das operações de concretagem e, a seguir, a cada 40 m³ de concreto preparado. No caso de túneis a frequência será o menor valor entre o acima indicado, 20 m lineares de revestimento ou trinta dias desde a última amostragem.

Serão obtidos doze corpos de prova, cúbicos ou cilíndricos, dos painéis, e submetidos a ensaio de resistência à compressão axial aos vinte e oito dias de idade. Os ensaios, bem como os procedimentos para extração e preparo dos corpos de prova, serão realizados obedecendo a NBR 7680. Serão moldados tantos painéis quantos forem necessários para a retirada dos corpos de prova. Em geral, para corpos de prova cúbicos, um painel será suficiente.

Quando a especificação, para uma determinada obra, impuser testes no concreto projetado da estrutura definitiva a frequência, de amostragens deverá ser, no mínimo, idêntica à ora indicada.

Ficará a critério da Fiscalização, de uma determinada obra, a exigência de testes em idades diferentes a vinte e oito dias.

Como complementação das informações necessárias ao controle de qualidade do concreto endurecido, serão exigidos ensaios adicionais, destrutivos ou não destrutivos, tais como: arrancamento de pinos, esclerometria etc.

Controle de quantidade

Recomenda-se que o Controle da Quantidade de concreto projetado seja efetuado das maneiras descritas a seguir:

Por volume unitário

Para a medição será determinada a quantidade de material sólido ejetada através do bico. Recomenda-se que, para obras que usem esse tipo de medição, haja especificação particular limitando os índices de reflexão;

Por comprimento, área ou volume total.

Para a medição será determinada a quantidade de concreto projetado teórico, utilizando-se para tal os desenhos e as especificações do contrato.

7.4.12 Aceitação e rejeição

O critério de aceitação e rejeição do concreto projetado deverá levar em consideração os resultados obtidos no controle de qualidade de mistura do concreto fresco, do concreto endurecido, bem como os controles de alinhamento, espessura aplicação.

A aceitação será total ou parcial. No caso de concreto projetado aplicado em peças estruturais, tais como vigas e pilares, caso seja verificada alguma irregularidade que possa comprometer o desempenho da peça, deverá haver rejeição total.

Em aplicações de concreto projetado em grandes superfícies, como, por exemplo, na proteção de taludes, revestimentos de canais etc., poderá haver aceitação parcial caso haja algum defeito construtivo em determinada região. Caso o defeito seja generalizado, a rejeição será total.

Para cada obra será especificado, à parte, o critério de aceitação e rejeição de modo a ser compatibilizado com a utilização do material. Desta forma, os seguintes parâmetros, a serem determinados em ensaios de laboratório, serão usados no critério, entre outros:

- Resistência à compressão axial de corpos de prova obtidos de painéis de teste ou extraídos da estrutura;
- Densidade;
- Resistência elétrica volumétrica;
- Permeabilidade;
- Absorção.

Caso seja utilizada a resistência à compressão recomenda-se que sejam obedecidas as disposições da NBR 6118, da ABNT.

7.5 Recuperação, reparo e reforço de estruturas de concreto.

Todos os serviços especificados pela SANEAGO e pertinentes a este capítulo serão executados de acordo com as metodologias descritas nos itens a seguir.

Qualquer alteração de metodologia de execução será proposta, por escrito, à Fiscalização e só será executada mediante sua aprovação e sem ônus adicional para a SANEAGO.

Serviços específicos com metodologias de execução que não sejam similares às metodologias deste capítulo também serão analisadas e aprovadas pela SANEAGO.

Outras metodologias de intervenção, recomendadas pela SANEAGO, serão executadas rigorosamente, conforme a especificação pertinente.

Após a desforma e antes de qualquer reparo, a Fiscalização inspecionará a superfície do concreto e indicará os reparos a serem executados, poderão mesmo ordenar a demolição imediata das partes defeituosas para garantir a qualidade estrutural, a impermeabilidade, a durabilidade e o bom acabamento do concreto.

Fica proibida a execução de qualquer reparo antes da inspeção da Fiscalização.

Todo reparo decorrente de falha construtiva, em obras em fase de construção, será executado com metodologias e materiais determinados pela Fiscalização (concreto, graute, epóxi, etc.), sem ônus para a SANEAGO.

7.6 Preparo do substrato de concreto e metodologia de intervenção

Pequenas cavidades e falhas superficiais

As pequenas cavidades e falhas superficiais porventura resultantes na superfície serão regularizadas com argamassa de cimento e areia, no traço que lhe confira estanqueidade e resistência, bem como coloração semelhante à do concreto circundante.

Segregações e/ou porosidades

Remover o concreto segregado até a obtenção de concreto firme e homogêneo utilizando equipamentos manuais (ponteiro e marreta) ou martelo elétrico de baixo impacto.

Em função das dimensões obtidas, a Fiscalização deverá adotar a metodologia de reparo segundo tabela a seguir:

Tabela 145 - Metodologia de reparo

REGIÃO A SER PREPARADA		METODOLOGIA A SER UTILIZADA
PROFUNDIDADE	ÁREA	
Até 3 cm	Qualquer	Argamassa seca socada (com ponto de aderência epoxídica)
3 a 5 cm	Qualquer	Argamassa seca socada
5 a 8 cm	600 cm ²	Argamassa seca socada
5 a 8 cm	> 600 cm ²	Concreto com fôrma tipo "cachimbo"
> 8 cm	Qualquer (localizada)	Concreto com fôrma tipo "cachimbo"
> 8 cm	Qualquer (generalizada)	Concreto projetado ou concreto convencional

Juntas de concretagem

As juntas de concretagem que apresentarem vazamentos serão reparadas nas faces interna e externa da estrutura. Remover o concreto, ao longo da junta, formando uma cavidade em formato de "U". Respeitar a relação 2:1 (largura: profundidade), sendo a largura mínima admissível de 0,08 m.

Recompor o local com argamassa seca socada, segundo a metodologia constante desta especificação.

Junta "fria"

As juntas frias serão reparadas de acordo com os itens relativos às juntas de concretagem e/ou segregações.

Armadura aparente e/ou em processo de corrosão

Nos locais em que a armadura ficar aparente executar a metodologia de reparo a seguir:

Pontos localizados ($= 2,0 \text{ m}^2$)

- Remover o concreto ao redor da armadura em profundidade no mínimo, 30 mm;
- Remover a corrosão das barras com escova de aço;
- Substituir as barras de aço que apresentarem redução de seção transversal maior do que 15%;
- Respeitar as distâncias de transpasse especificados na NBR-6118 da ABNT.
- Recompôr o local com argamassa seca socada;

Nota: Se especificado em projeto, executar reforço de armadura de seção transversal maior do que 15%.

Áreas generalizadas ($>2,0 \text{ m}^2$)

- Remover o concreto em toda a área detectada, ao redor das barras, em no mínimo 30 mm;
- Recompôr o local com argamassa ou com concreto projetados, de acordo com as especificações e metodologia executiva dos projetos de Norma CE-18:03.07-001 e CE-18:03.15-001 da ABNT.

Trincas

As trincas existentes na estrutura serão objeto de análise, no tocante ao seu comportamento estrutural, se estáticas ou dinâmicas. Em função desta análise será definido o tipo de metodologia de reparo, flexível ou rígida, de comum acordo entre projetista e Fiscalização.

7.7 Metodologia do reparo

Argamassa seca socada ("dry-pack" com ponte de aderência epoxídica)

Na remoção do concreto deve-se tentar obter uma cavidade côncava, com borda superior inclinada, de forma a facilitar a aderência do reparo;

A superfície do substrato de concreto deverá ter um aspecto final de apicoamento moderado, não muito profundo;

Limpar o local com jato de ar. Não usar água na limpeza;

Aplicar uma demão de adesivo à base de resina epóxi.

Preparar uma mistura de cimento e areia média na proporção 1:2 em peso.

Adicionar água aos poucos, até que se note umedecimento da argamassa.

É importante que esta argamassa esteja apenas úmida, não tendo consistência de argamassa usual. Essa consistência será controlada durante a homogeneização da mistura com as mãos, sem que estas fiquem molhadas. A cavidade será preenchida antes do final de vida útil ("pot-life") do adesivo, o qual deverá estar com consistência pegajosa ao contato manual;

Curar a argamassa aplicada com produto de cura com cura úmida por um período mínimo de sete dias.

Argamassa seca socada ("dry-pack")

Retirar o concreto segregado a fim de obter uma cavidade côncava, com borda superior inclinada, de forma a facilitar a aderência do reparo;

Limpar a superfície em contato com o reparo com o auxílio de jato de água, a fim de retirar as partículas soltas e o pó;

Molhar a cavidade até a saturação do substrato, eliminando em seguida eventuais empoçamento de água;

Preparar uma mistura de cimento e areia média na proporção 1:2, em volume;

Adicionar água aos poucos, até que se note um umedecimento da argamassa. É importante que esta argamassa esteja apenas úmida, não tendo consistência de argamassa usual.

Essa consistência será controlada durante a homogeneização da mistura com as mãos, sem que estas fiquem molhadas.

Socar a argamassa na cavidade com o auxílio de um soquete de madeira, com ponta de aproximadamente 20x20 mm, em camadas com espessuras não superiores a 1cm, até o preenchimento total da cavidade;

Retirar o excesso com colher de pedreiro e executar o acabamento com desempenadeira de madeira ou feltro;

Após o endurecimento superficial do reparo, molhá-lo sucessivamente, evitando fissuras por retração, por um período mínimo de três dias.

Nota: Sempre que solicitado pela Fiscalização, utilizar-se-á como argamassa um produto do tipo graute base mineral.

Concreto com fôrma tipo "cachimbo"

Retirar, por meio manual, todo o concreto segregado até atingir concreto firme e homogêneo;

Durante a retirada do concreto segregado deve-se tentar obter faces retas, para facilitar a confecção e a amarração das formas;

Os cantos serão arredondados, as bordas em esquadro e as faces superiores da região a ser reparada serão inclinadas, numa proporção de 1:3 em relação à espessura do reparo;

No caso de falha que atravessasse toda a peça, colocar num dos lados da região a ser reparada uma forma fixa com dimensões superiores à área do reparo. Caso contrário o próprio concreto homogêneo servirá de suporte para o reparo;

No lado utilizado para a execução do reparo, colocar a fôrma na parte de baixo da área a ser reparada, deixando um vão que permita a entrada de um vibrador de imersão;

Coloca-se na parte superior uma fôrma inclinada em forma de "cachimbo" com uma altura de aproximadamente 10 cm acima da falha. Esse "cachimbo" visa a garantir o contato e a aderência na face superior, na ligação entre concreto velho e concreto novo;

Limpar a superfície a ser tratada, deixando-a isenta de partículas soltas e pó;

Saturar o substrato de concreto, eliminando em seguida eventuais empoçamentos de água;

O diâmetro máximo do agregado utilizado no reparo será inferior a 1/4 da espessura da falha e inferior a 2/3 do espaçamento das barras da armadura;

O adensamento do concreto será feito com vibrador de imersão, com diâmetro igual a 1/3 da espessura na falha;

Após cerca de dezoito horas do término da concretagem, retira-se o "cachimbo" e corta-se o concreto saliente.

Preenchimento da fôrma "Tipo Cachimbo" com concreto

Preparar a mistura em betoneira estacionária, utilizando a relação água/cimento máxima de 0,52 l/kg, consumo mínimo de cimento 350 kg/m³ e se necessário aditivo plastificante. O abatimento do concreto ("slump") deverá ser de 60 + ou- 10 mm;

Executar cura com água por um período mínimo de sete dias.

Preenchimento da fôrma Tipo Cachimbo com graute de base mineral

Preparar a mistura em betoneira estacionária obedecendo à relação a/c micro-sílica indicada pelo fabricante do produto (aproximadamente 0,10, nunca excedendo a 0,15 l/kg);

O adensamento do graute será feito suavemente com o auxílio de uma haste metálica ou com o uso de vibrador de imersão (agulha de 25 mm) por curto espaço de tempo. Vibração excessiva provocará segregação no material em função de sua alta fluidez;

Após cerca de sete horas do término da aplicação remover a forma cuidadosamente e iniciar cura abundante com água;

Após dez horas do término da concretagem, cortar o concreto saliente do "cachimbo";

Manter a cura por um período mínimo de dez dias.

Nota: em falhas profundas (60 mm) pode-se adicionar à mistura: agregado graúdo, na proporção de 50% sobre o peso do graute;

Tratamento flexível para trincas

Abrir, ao longo da trinca, uma canaleta conforme especificação da tabela 4 e utilizar, como selante elástico, uma das opções da tabela, analisando-se o custo do produto em função de sua durabilidade;

Tabela 146 - Produtos disponíveis no mercado

Produto	Matéria-prima	Previsão de durabilidade	Dimensões e formato da canaleta
Mastique	Polissulfeto	2 a 3 anos	Conforme indicação da fiscalização
	Poliuretano	3 a 4 anos	
	Silicone	4 a 8 anos	
Junta pré-fabricada	Neoprene	Acima de 20 anos	Variável conforma o fabricante

Caso o concreto das bordas da canaleta esteja poroso ou com falhas, executar uma recomposição de borda com argamassa epoxídica tixotrópica. O substrato de concreto deverá estar isento de umidade.

Tratamento flexível– Mastique

- Abrir, ao longo da trinca, uma canaleta, com dimensões indicadas pelo projeto. Aconselha-se a utilização de disco de corte para se obter uma superfície uniforme ao longo da canaleta;
- Limpar a superfície da canaleta, deixando-a isenta de poeira, óleo ou outros materiais;
- Aplicar no fundo da canaleta, uma fita-crepe para evitar a aderência do mastique;
- Aplicar primer;
- Aplicar o mastique conforme recomendações do fabricante.

Tratamento flexível- Juntas de Neoprene pré-moldadas

- Abrir, ao longo da trinca, uma canaleta, com dimensões especificadas pelo fabricante. Aconselha-se a utilização de disco de corte para se obter uma superfície uniforme ao longo da canaleta;
- Limpar a superfície do sulco, deixando-a isenta de poeira, óleo ou outros materiais;
- Secar o substrato de concreto;
- Preparar o sulco para colocação do perfil, executando as bordas com argamassa polimérica;
- Colocar o perfil pré-moldado de Neoprene;
- Caso necessário, dependendo do tipo perfil, preencher o núcleo com ar sob pressão, mantendo-a até a catalisação da colagem, para garantir a aderência.

Tratamento rígido trincas

- Abrir, ao longo da trinca, com auxílio de equipamentos manuais, uma cavidade em formato de "U" com dimensões aproximadas de 60 a 80 mm de largura por 30 a 40 mm de profundidade;
- Lavar abundantemente para retirada de partículas soltas e pó. Remover eventuais empoçamentos de água;
- Recompôr o local com argamassa seca socada ("dry-pack"), preparada com graute de base mineral, conforme metodologia especificada neste capítulo.
- **Nota:** Quando da aplicação do graute, o substrato de concreto deverá estar saturado com superfície seca.

Tratamento rígido por grampeamento

- Remover o concreto ao longo da trinca a uma profundidade de 0,07 m em uma faixa de 0,40 m de largura (0,20 m para cada lado da trinca). Utilizar equipamentos manuais (ponteiro e marreta) ou mecânicos (marteleto elétrico de baixo impacto);
- Executar orifícios nas posições dos grampos e limpá-los com jato de ar. Fixar os grampos com argamassa epoxídica tixotrópica. Não usar água na limpeza dos furos;
- Posicionar a armadura vertical após o endurecimento da argamassa epoxídica;
- Lavar abundantemente para retirada de partículas soltas, pó e saturação do substrato de concreto;
- Posicionar formas de compensado. É imprescindível uma excelente vedação. Recompôr os locais utilizando argamassa de grauteamento de base mineral;
- Após dezoito horas, remover as formas e executar cura úmida por no mínimo, sete dias.

7.8 Aceitação da estrutura

7.8.1 Controle tecnológico

Para efeito de aceitação da estrutura, no tocante à resistência à compressão do concreto, será adotado o controle segundo o especificado na NBR-6118 da ABNT.

7.8.2 Testes de estanqueidade

O teste de estanqueidade de estruturas hidráulicas será realizado em duas etapas:
Antes da execução da impermeabilização

O reservatório será cheio até 1,00 m de coluna d'água para a primeira fase dos testes. Os testes de estanqueidade e recalque serão aplicados, respectivamente nas várias fases de enchimento que serão feitos de metro em metro até se atingir o nível d'água máximo previsto para a estrutura.

O tempo mínimo para enchimento ou esvaziamento das estruturas será de quarenta e oito horas.

Atingido o nível máximo, este será mantido por dez dias consecutivos. Durante esse período serão feitas medições diárias dos recalques diferenciais.

O nível da água interno será medido diariamente, e verificadas as saídas de drenagem. A estrutura será mantida sob permanente observação quanto ao comportamento estrutural, estanqueidade do concreto, estanqueidade do sistema hidráulico e recalques.

Eventuais vazamentos serão mapeados para futura transferência interna e localização dos pontos com anomalia. Executar os reparos, nos locais identificados, de acordo com o especificado neste Manual.

Executar novo teste de estanqueidade. O ciclo reparos-teste de estanqueidade será repetido tantas vezes quantas forem necessárias. Todo o custo da água para enchimento, a partir do segundo ciclo, inclusive, correrá por conta da contratada.

Quando a estrutura estiver estanque, executar a impermeabilização, se especificada.

Pequenos vazamentos, a critério da Fiscalização, serão sanados com a execução de impermeabilização.

Após a execução da impermeabilização

Concluída a impermeabilização, executar novo teste de estanqueidade.

Para efeito de aceitação final a estrutura deverá estar totalmente estanque e estável.

7.8.3 Verificação de recalques na estrutura

Para essa verificação serão colocados pinos de bronze fixos nos pontos onde se queira medir os recalques, tanto internos como externos à estrutura.

Através de visada com aparelhos topográficos, no início e fim de cada fase de enchimento, serão observadas e anotadas as variações diferenciais de nível dos pinos.

7.8.4 Recebimento da estrutura

A estrutura será aceita quando atender ao item 16 da NBR-6118, e aos requisitos deste Manual.

7.9 Estruturas metálicas

A fabricação e montagem de estrutura metálica obedecem rigorosamente ao projeto estrutural, convenientemente elaborado em obediência às normas brasileiras e às normas vigentes, seguindo as determinações nele contidas e expressas nos desenhos estruturais de fabricação e de montagem, observando-lhe todas as especificações.

A responsabilidade técnica pela fabricação e montagem da estrutura metálica será da contratada, que indicará um profissional legalmente habilitado, especializado, com comprovação de ter fabricado e montado estrutura metálica com características semelhantes e de mesmo porte da solicitada. O responsável deverá esclarecer qualquer dúvida da

Fiscalização enquanto durar a obra, e informar todos os passos e procedimentos durante o período de montagem da estrutura.

As modificações que se fizerem necessárias no projeto estrutural, durante os estágios de fabricação e montagem da estrutura, serão feitas somente com a permissão do responsável pelo projeto. Os documentos técnicos pertinentes deverão expressar exatamente as modificações e serem, antes da execução, autorizados pela Fiscalização. Quando a modificação implicar alteração de especificação, a Fiscalização exigirá documento da anuência do Projetista e a autorização da Diretoria de Engenharia a fim de que tal modificação autorizada cumpra todos os atos administrativos e legais cabíveis.

7.9.1 Fabricação da estrutura

Antes do seu uso na fabricação, os materiais laminados deverão estar desempenados dentro das tolerâncias de fornecimento.

Caso essas tolerâncias não estejam sendo atendidas, será permitido executar trabalho corretivo pelo uso de aquecimento controlado e/ou desempenho mecânico, sujeito às limitações da NBR-8800. Aquecimento e meios mecânicos serão também permitidos para obter-se pré-deformações desejadas.

Nota: a temperatura das áreas aquecidas, medida por métodos aprovados, não deverá ser superior a 650°C para os aços de uso permitido pela NBR-8800.

7.9.2 Corte por meios térmicos

Corte executado por meios térmicos será feito, de preferência, com equipamentos automáticos. Bordas cortadas por esses meios, e que ficam sujeitas a solicitações substanciais, ou destinadas a receber metal de solda, deverão estar praticamente isentas de entalhes ou depressões. Eventuais entalhes ou depressões de profundidade inferior a 4,5mm serão tolerados; os demais serão removidos por esmerilhamento. Todo os cantos reentrantes deverão estar isentos de entalhes e ter o maior raio de arredondamento possível, com um mínimo de 13mm.

7.9.3 Aplainamento de bordas

Não será necessário aplainar ou dar acabamento às bordas de chapas ou perfis cortados com serra, tesoura ou maçarico, a menos que haja indicação em contrário em projeto ou em especificações de preparação de bordas. O uso de bordas cortadas com tesoura deverá ser evitado em locais sujeitos à formação de rótulas plásticas. Se usadas, essas bordas deverão ter acabamento liso, obtido por esmeril, goiva ou plaina. As rebarbas serão removidas para permitir o ajustamento das partes que serão parafusadas ou soldadas ou quando representarem risco durante a construção ou após seu término.

7.9.4 Construção parafusada

Quando a espessura do material for inferior ou no máximo igual ao diâmetro nominal do parafuso acrescido de 3mm, os furos por puncionamento. Para maiores espessuras, os furos serão broqueados com seu diâmetro final, podem também ser subpuncionados ou sub-broqueados com diâmetro menor e posteriormente usinados até o diâmetro final. A matriz para

todos os furos subpuncionados ou a broca para todos os furos sub-broqueados deverá ter mínimo 3,5mm a menos que o diâmetro final do furo. Nos locais sujeitos à formação de rótulas plásticas, os furos nas áreas relacionadas serão subpuncionados e usinados até o diâmetro final, ou broqueados com o diâmetro final. Quando aplicável, esse requisito deverá constar do projeto da estrutura. Não será permitido o uso de maçarico para abertura de furos.

Durante a parafusagem, serão colocados pinos ou parafusos provisórios para manter a posição relativa das peças antes de sua fixação definitiva. Esses pinos só serão utilizados para assegurar o posicionamento das peças componentes dos conjuntos durante a montagem, não sendo permitido seu uso para, através de deformação, forçar a coincidência de furos, alargá-los ou distorcer o material. Coincidência insuficiente de furos deverá ser motivo de rejeição da peça ou das peças. A montagem e inspeção de ligações com parafusos de alta resistência serão feitas de acordo NBR-8800.

7.9.5 Construção soldada

A técnica a ser empregada na soldagem, a execução, aparência e a qualidade das soldas, bem como os métodos usados na correção de defeitos, deverá estar de acordo com as seções 3 e 4 da AWS D 1.1-82.

7.9.6 Acabamento de superfícies que transmitem esforços de contato

As ligações que transmitem esforços de compressão por contato têm suas superfícies de contato preparadas para se obter perfeito assentamento, usando-se usinagem. Corte será feito com serra ou outros meios adequados.

7.9.7 Tolerâncias dimensionais

Serão toleradas algumas variações nas dimensões globais das estruturas de aço acabadas, dentro de limites considerados aceitáveis quando não ultrapassarem os efeitos cumulativos.

Será permitida uma variação de 0,8mm no comprimento total de barras com ambas as extremidades usinadas, Isto é, superfícies que possuem rugosidade média igual ou inferior a 12,5 micra para ligação por contato.

As barras sem extremidades usinadas para contato, e que serão ligadas a outras partes de aço da estrutura, podem ter variação em relação ao comprimento detalhado não superior a 1,5mm, para barras de até 9.000mm (inclusive) e não superior a 3mm, para barras com comprimento acima de 9.000mm.

As variações de linearidade permitidas pela ASTM A6 para perfis W (wide flange) em barras comprimidas não poderão ultrapassar 1/1000 do comprimento do eixo longitudinal entre pontos que serão literalmente contraventados. Peças prontas com retorcimentos, curvaturas, juntas abertas, partes amassadas ou dobradas acidentalmente serão rejeitadas.

As vigas e treliças detalhadas sem especificação de contra flecha, serão fabricadas de tal forma que, após a montagem, qualquer flecha devida à laminação ou à fabricação fique voltada para cima.

Qualquer desvio permissível em alturas de seções de vigas poderá resultar em mudanças bruscas de altura nos locais de emendas. Quaisquer dessas diferenças de altura em emendas

com talas, dentro das tolerâncias prescritas, deverá ser compensada por chapas de enchimento com o conhecimento do responsável pelo projeto. As ajustagens das variações permissíveis de altura com soldas de topo desde que seja atendida a seção transversal mínima necessária e que a declividade da superfície dela satisfaça aos requisitos da AWS. D1.1. Observar as tolerâncias de montagem no item específico.

7.9.8 Acabamento de bases, pilares e placas de base.

As bases dos pilares e as placas de base serão acabadas de acordo com os seguintes requisitos:

Placas de base laminadas, de espessura igual ou inferior a 50 mm, serão usadas sem usinagem, desde que seja obtido apoio satisfatório por contato.

Placas de base laminadas, com espessuras superiores a 50 mm, porém inferiores a 100 mm serão desempenadas por pressão, ou aplainadas em todas as superfícies de contato, a fim de se obter apoio satisfatório por contato, exceto nos casos indicados nas alíneas II e III.

Placas de base laminadas com espessuras superiores a 100 mm, bases de pilares e outros tipos de placas de base serão aplainados em todas as superfícies de contato, exceto nos casos indicados nas alíneas II e III;

A face inferior de placas de base, que forem grauteadas para garantir pleno contato com o concreto de fundação, não necessita de aplainamento;

A face superior de placas de base não necessita de aplainamento se forem usadas soldas de penetração total entre tais placas e o pilar.

7.9.9 Pintura de oficina

Deverá ser bem especificada a pintura, incluindo preparação da superfície e as peças a serem pintadas, bem como identificação comercial de produtos e espessura da película seca necessária da pintura de fábrica em micra.

A pintura de fábrica é a primeira camada do sistema de proteção. Essa camada protege o aço somente por um período muito curto de exposição em condições atmosféricas normais e será considerada como uma camada temporária e provisória. O fabricante não se responsabilizará pela deterioração da primeira camada, resultante de exposição prolongada a condições atmosféricas normais, ou de exposições corrosivas mais severas do que as condições atmosféricas normais.

As condições mínimas exigidas dos fabricantes para essa camada protetora será a limpeza manual do aço, retirando-se a ferrugem solta, outros materiais estranhos ou sujeiras, carepa solta de laminação antes da pintura, utilizando-se escova de aço ou outros métodos escolhidos para atender os requisitos da SSPC-SP2.

A preparação da superfície feita pelo fabricante será considerada aceita pelo proprietário, a não ser que este a desaprove expressamente antes da aplicação da pintura.

A pintura será aplicada por pincel, "spray", rolo, escorrimento ou imersão, a menos que haja determinação em contrário. Quando a espessura da película não for especificada, a espessura mínima seca será de 25 micras como camada de fábrica.

Os aços anticorrosivos e aqueles que não necessitarem de pintura de fábrica, serão limpos com solvente para remover óleos, graxas ou sujeiras, por escovas de fibras ou outros meios adequados à remoção de materiais estranhos.

Serão de responsabilidade da contratada os retoques devidos aos estragos verificados no transporte e montagem, ou seja, as partes abrasadas e também, danificações por solda na obra.

As partes das peças de aço que transmitem esforços ao concreto por aderência não serão pintadas.

7.9.10 Superfícies inacessíveis

Exceto para superfícies que transmitem esforços ao concreto, as superfícies que se tornarem inacessíveis após a fabricação serão limpas e pintadas, de acordo com as especificações do projeto, antes de se tornem inacessíveis.

7.9.11 Superfícies de contato

Não há limitações quanto à pintura de superfícies no caso de ligações com parafusos trabalhando por contato. Outras superfícies de contato, incluindo os casos de ligações parafusadas por atrito e as superfícies que transmitem esforços de compressão por contato, exceto em casos especiais, serão limpas, conforme NBR-8800 anexo P, sem serem pintadas. Se o contato ocorrer apenas na montagem, tais superfícies serão limpas conforme especificações do projeto e, se elas forem usinadas, deverão receber uma camada inibidora de corrosão de um tipo que possa ser facilmente removido antes da montagem, ou de um tipo que não necessita ser removido, observando-se, entretanto, o item a seguir.

7.9.12 Superfícies adjacentes à solda de campo

A menos que seja recomendado o contrário, as superfícies a serem soldadas numa faixa de 50 mm de cada lado de solda, deverão estar isentas de materiais que impeçam a soldagem adequada ou que produzam gases tóxicos durante a operação. Após a soldagem, tais superfícies deverão receber a mesma limpeza e proteção previstas para toda a estrutura.

7.10 Montagem

A montagem será em sequência normal ou, em caso de sua impossibilidade, será especificada. Caso não seja prevista a sequência de montagem será utilizada aquela mais eficiente e economicamente disponível, condizente com o contrato. Se for necessário contratar serviços de fabricação e montagem, em separado, por equipes especializadas; tais equipes serão coordenadas e distribuídas sob o planejamento e responsabilidade da contratada, com prévia anuência da Fiscalização e aprovação da Diretoria de Engenharia.

7.11 Condições locais

A contratada providencia as condições mínimas de acesso ao canteiro de obras e dentro dele, para permitir a chegada com segurança de guindastes e outros equipamentos necessários, bem como das peças a serem montadas. Deverá proporcionar ao montador uma área firme, devidamente nivelada, drenada, conveniente e adequada, no canteiro, para operação do

equipamento de montagem, e deverá remover todas as obstruções aéreas, tais como linhas de transmissão, linhas telefônicas e outras, a fim de que a área de trabalho seja segura para montagem da estrutura de aço. O montador deverá fornecer e instalar os dispositivos de segurança necessários ao seu próprio trabalho. Os trabalhos serão organizados em espaço disponíveis, separados dos locais para armazenamento de modo a permitir ao fabricante e montador efetuar as operações com a maior rapidez possível.

7.12 Fundações, bases e encontros.

A contratada será responsável pela locação precisa, pela resistência e adequabilidade de todas as fundações, bases e encontros e seus respectivos acessos.

Os alinhamentos de bases de pilares serão nivelados e posicionados na elevação correta, estando em pleno contato com a superfície de apoio.

7.13 Eixos e referências de níveis

A contratada, com o uso de aparelhos topográficos, será responsável pela locação precisa dos eixos do edifício e referências de nível no local da obra e pelo fornecimento ao montador de desenhos contendo todas essas informações.

O montador deverá proceder à execução da montagem com o maior cuidado possível, observando alinhamento, nivelamento e prumos rigorosos e dentro das tolerâncias de normas. Todas as peças da estrutura serão recebidas na obra e armazenadas e manuseadas de tal forma que não sejam submetidas a tensões excessivas, nem sofram danos. Sempre que necessário, as peças serão contraventadas temporariamente para absorver todas as cargas a que a estrutura possa estar sujeita durante a construção, incluindo ações acidentais como a do vento, por exemplo, equipamentos e sua operação. Toda vez que houver acúmulo de material, carga de equipamento ou outras cargas sobre a estrutura, durante a montagem, serão tomadas medidas para que sejam absorvidas as solicitações correspondentes.

À medida que a montagem prosseguir, a estrutura será fixada com segurança com solda ou parafuso, de forma a que possa absorver toda a carga permanente, vento e cargas de montagem.

As ligações permanentes só serão completadas depois que à parte da estrutura, que vai se tornar rígida, após a execução de tais ligações, esteja totalmente nivelada e aprumada, naturalmente tomando-se cuidado para que, a todo o momento, seja garantida a segurança.

7.14 Instalações de chumbadores, acessórios embutidos e ligações em pilares.

A ajustagem de ligações comprimidas em pilares será aceita com frestas não superiores a 1,5 mm, em emendas de pilares transmitindo esforços de compressão por contato, independentemente do tipo de emenda usado. Se a fresta for maior que 1,5mm, porém inferior a 6mm, e se for verificado que não existe suficiente área de contato, a fresta será preenchida com calços de aço de faces paralelas, de aço-carbono ou do tipo de aço empregado.

No caso de chumbadores e parafusos de ancoragem, esses serão instalados pelos construtores ou empreiteiros de acordo com os desenhos aprovados. Suas locações não

poderão variar em relação às dimensões indicadas nos desenhos de montagem, dos seguintes limites:

3 mm de centro a centro de dois chumbadores quaisquer dentro de um grupo de chumbadores, ou seja, o conjunto de chumbadores que recebe uma peça única da estrutura;

6 mm, de centro a centro de grupos adjacentes de chumbadores;

Para cada 30 metros de comprimento medidos ao longo da linha estabelecida para os pilares através de vários grupos de chumbadores. O valor máximo acumulado entre grupos iguais a 6 mm, não deverá exceder a um total de 25mm, tomados ao longo da linha representativa dos centros dos grupos de chumbadores;

6 mm entre o centro de qualquer grupo de chumbadores e a linha estabelecida para os pilares, que passa por esse grupo;

Para pilares individuais, locados no projeto fora das linhas estabelecidas para pilares, aplicam-se as tolerâncias das alíneas b), c) e d), desde que as dimensões consideradas sejam medidas nas direções paralela e perpendicular à linha mais próxima estabelecida para pilares.

A menos que haja indicação em contrário, os chumbadores serão instalados perpendicularmente à superfície teórica de apoio.

Outros acessórios embutidos, ou materiais de ligação entre o aço estrutural e partes executadas por outras contratadas, serão locados e instalados de acordo com desenhos aprovados de locação e montagem. A precisão desses deverá atender aos limites, fixados para posicionamentos e alinhamentos de pilares e barras.

7.15 Dispositivos de apoio

Todas as chapas de nivelamento e placas de apoio avulsas serão alinhadas e niveladas por manuseio sem ajuda de guindastes;

Todos os outros dispositivos de apoio que deverão suportar a estrutura de aço serão colocados e encunhados, calçados ou ajustados com parafusos de nivelamento pelo montador, de acordo com alinhamentos e níveis estabelecidos;

O fabricante deverá fornecer cunhas, calços ou parafusos de nivelamento que forem necessários. Deverão marcar de modo claro os dispositivos de apoio, linhas de trabalho que facilitem o adequado alinhamento. Imediatamente após serão executadas as argamassas de enchimento que se fizerem necessárias.

7.16 Materiais de ligação no campo

O fabricante deverá elaborar detalhes de ligações de campo, considerando as opções mais econômicas e as condições previstas em projeto;

Quando o fabricante for também o montador da estrutura de aço, serão fornecidos, por este, todos os materiais para ligações temporários e permanentes;

Quando o montador não for o mesmo fabricante, deverá este último fornecer os seguintes materiais para ligações de campo:

- Parafusos dos tamanhos exigidos e em quantidade suficiente para as ligações entre peças de aço necessárias ao andamento da obra, que devam ficar permanentemente parafusados.

- Os parafusos serão os de projeto. Será fornecida uma quantidade extra de 2% de cada tamanho de parafuso;

Calços indicados como necessários para execução de ligações permanentes entre peças de aço.

No caso do item III, anterior, o montador deverá fornecer todos os eletrodos para soldas de campo, conectores de cisalhamento instalados no campo, parafusos e pinos para ajustagem usados na montagem da estrutura de aço.

Generalidades

Os suportes temporários, tais como, estais, contraventamentos, andaimes e outros elementos necessários para as operações de montagem serão determinados, fornecidos e instalados pelo montador. Esses suportes temporários devem garantir que a estrutura de aço, ou qualquer trecho parcialmente montado, possa resistir a cargas comparáveis em intensidade àquelas para as quais a estrutura foi projetada, porém não a cargas resultantes da execução do trabalho ou de atos de terceiros, nem a cargas imprevistas;

Estruturas de aço não autoportante- Estrutura não autoportante será aquela que necessita da interação com outros elementos não classificados como estrutura de aço, para garantir a estabilidade ou a resistência desejável. Tais estruturas serão claramente identificadas e possuem especificações da sequência e o cronograma de colocação de tais elementos. Os suportes temporários serão fornecidos pelo montador;

Condições especiais de montagem- Quando se fizerem necessárias, de acordo com o projeto, serão executadas montagens especiais com a utilização de escoramentos, macacos ou cargas que devam ser ajustadas com o andamento da montagem;

Correção de erros- As operações normais de montagem incluirão correção de pequenos desajustes, remoção de rebarbas e uso de pinos para levar peças ao alinhamento. Os erros que não puderem ser facilmente corrigidos, ou que exijam alterações na configuração da barra, serão comunicados imediatamente à Fiscalização;

Pintura de campo e final- As cabeças de parafusos e porcas instalados, soldas de campo e os retoques serão convenientemente pintados assim como todos os perfis da estrutura em quantas demãos necessárias para um perfeito recobrimento das superfícies ou conforme especificado. Caso não haja especificação, serão aplicadas no mínimo três demãos de pintura além da camada protetora. A qualidade da pintura será aprovada em cada etapa, incluindo materiais e espessura da camada de pintura e verificadas a uniformização e perfeito recobrimento das superfícies;

Limpeza final- Antes da aceitação final o montador removerá da obra os equipamentos, andaimes, entulhos e outros elementos estranhos à mesma, bem como todas as construções provisórias, deixando a obra base completamente utilizável;

Fiscal- A Fiscalização terá acesso a todas as dependências da construção exigindo sempre controle de qualidade rigoroso. Tal controle será exercido, independentemente de sua intervenção. A Fiscalização aprovará as etapas de serviço, registrando no Diário de Obras suas observações. Não aceitará execuções que no todo ou em parte estejam fora dos padrões pré-estabelecidos ou em desacordo com as Normas Brasileiras. Quando julgar necessário pedirá à contratada a efetivação de ensaios de materiais para verificar se as propriedades físicas do aço empregado estão de acordo com o projeto estrutural fornecido.

8 Obras Lineares

8.1 Sistemas de Saneamento

8.1.1 Sistemas de coleta e tratamento de esgotos

Definições gerais

Cadastro: Conjunto de informações fiéis de uma instalação apresentado através de textos e representações gráficas em escala conveniente.

Sistema de Esgotos Sanitários: Canalizações, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, tratar e encaminhar os esgotos sanitários a um destino final conveniente, compreendendo os coletores de esgoto, coletores- troncos, interceptores, emissários, estações elevatórias, unidades depuradoras e instalações complementares, que envolvam as Unidades Localizadas e Lineares.

Unidades ou Obras Localizadas: Conjunto de instalações, equipamentos e órgãos acessórios, implantados em pontos estratégicos do sistema com finalidade de tratar, recalcar ou auxiliar na transposição de interferências, compreendendo: Estação de Tratamento de Esgotos, Estação Elevatória e Sifão.

Unidades ou Obras Lineares: Canalizações e órgãos acessórios destinados a coletar e transportar os esgotos a um destino conveniente, compreendendo: coletor predial, coletor secundário, coletor- tronco, interceptor e emissário.

Definições específicas

Unidades Localizadas

Estação de Tratamento de Esgotos (ETE): Conjunto de estruturas e equipamentos destinados a proporcionar características físicas, químicas e/ou biológicas aos esgotos coletados de forma a torná-los adequados à destinação final;

Estação Elevatória de Esgotos (EEE): Conjunto de estruturas e equipamentos destinados a recalcar os esgotos, objetivando a transferência dos mesmos a partir de um ponto para outro de cota mais elevada.

As estações elevatórias de esgoto se tornam necessárias, em princípio, nos seguintes casos:

- Em terrenos planos e extensos, evitando- se que as canalizações atinjam profundidades excessivas;
- No caso de esgotamento de áreas novas situadas em cotas inferiores às aquelas já executadas;
- Reversão dos esgotos de uma bacia para outra;
- Para descarga em interceptores, emissários, ETEs, ou em corpos receptores, quando não for possível utilizar apenas a gravidade.

Sifão: É um conduto de regime de funcionamento forçado que permite aos esgotos a transposição de interferências, tais como: curso de água, canais, galerias e outras.

Caso esse conduto esteja situado acima da linha piezométrica, é denominado Sifão Verdadeiro. Caso esse conduto esteja situado abaixo da linha piezométrica, é denominado Sifão Invertido.

Unidades Lineares

Ramal Predial: Canalização compreendida entre o coletor de esgotos e o alinhamento predial do imóvel atendido.

Coletor secundário: Canalização e órgãos acessórios que, funcionando como conduto livre, recebem a contribuição dos esgotos provenientes dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo do curso.

Coletor Principal: Canalização e órgãos acessórios que recebem as contribuições de vários coletores secundários.

Interceptor: Canalização e órgãos acessórios de maior diâmetro destinados a receber as contribuições dos coletores secundários e coletores principais. Sua função é interceptar coletores para que não atinjam áreas de merecida proteção (águas correntes e lagos).

Emissário: Canalização e órgãos acessórios destinados a receber esgotos apenas em sua extremidade de montante, conduzindo-os ao destino seguinte. No caso particular em que o destino seja um corpo de água receptor, o emissário passa a ter a designação de Emissário Final.

Órgãos Acessórios do Sistema

Poço de Visita (PV): Câmara visitável, através de abertura existente na sua parte superior com dimensões adequadas ao acesso de pessoas, que possibilita a inspeção e manutenção das canalizações.

Poço de Inspeção e Limpeza (PI): Câmara não- visitável, que possibilita através de abertura existente na sua parte superior, a inspeção e manutenção das canalizações.

Caixa de Passagem (CP): Caixa de dimensões restritas e sem acesso, totalmente enterrada e instalada nas deflexões horizontais e/ou verticais das unidades lineares.

Terminal de Limpeza (TL): Dispositivo utilizado na extremidade de montante do coletor de esgotos, que permite limpeza e desobstrução das canalizações.

Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL): Dispositivo de PVC instalado na rede coletora ao coletor de esgotos, para permitir a limpeza e desobstrução das Canalizações.

Tubo de Queda (TQ): Dispositivo instalado em PV's e PIs, utilizado para direcionamento de fluxos de esgotos, quando o desnível entre a cota de chegada da canalização e a cota do fundo for considerável, funcionando também como um dissipador de energia.

Obs.: A implantação e operação do sistema poderão requerer a instalação de determinados dispositivos e peças especiais, tais como válvulas, registros, medidores, curvas chaminés de equilíbrio, e outros.

8.1.2 Sistema de Abastecimento de Água

Definições gerais

Cadastro Técnico: Conjunto de informações fiéis de uma instalação, apresentado por meio de textos e representações gráficas em escala conveniente.

Sistema de Abastecimento de Água: É o conjunto de tubulações, instalações e equipamentos destinados a captar, aduzir tratar, reservar e distribuir água potável, compreendendo adutoras, subadutoras, redes distribuidoras, reservatórios, estações de tratamento, estações elevatórias e outros.

Unidades ou Obras Localizadas: Conjunto de instalações, equipamentos e peças especiais implantados em pontos estratégicos do sistema, com a finalidade de captar, recalcar, tratar e reservar água, compreendendo captação, estação elevatória, estação de tratamento de água e reservatório.

Unidades Lineares: Canalizações e peças especiais destinadas a transportar água, compreendendo adutora, rede de distribuição e coletor predial.

Peças Especiais: Compreendem os registros, tês, cruzetas, curvas, caps, redução, ventosas, hidrantes de coluna e subterrâneos, dentre outras.

Planta Cadastral: Planta que indica o caminhamento da rede de água com sua posição aproximada, a dimensão de tubulações com a localização das principais peças, a denominação oficial dos logradouros, a indicação do setor de abastecimento, zona de pressão, curvas de nível e outros.

Setor de Abastecimento: Região abastecida por uma única fonte de suprimento, perfeitamente definida através de limites naturais (rios, córregos, divisores de água, estradas de ferro, rodovias, avenidas e outros) ou limites artificiais (registros fechados e "caps").

Zona de Pressão: Subdivisão de um setor de abastecimento, perfeitamente definida através de limites naturais ou artificiais, determinada em função da topografia da região e da fonte de suprimento da subdivisão em referência.

Croquis Individuais de Cadastramento: Formulários numerados, para lançamento do cadastro de rede de água, na forma de croqui, com as amarrações e peças especiais, o resumo da rede cadastrada e demais dados de identificação.

Amarração: Conjunto de medidas de distância entre pontos fixos e a rede de água, que permite a locação precisa da tubulação e das peças especiais.

Amarração por Triangulação: Amarração de um elemento de rede através de três medidas, formando os lados de um triângulo, tendo dois pontos fixos e o próprio elemento da rede como vértice.

Pontos Fixos: Pontos estáveis do meio urbano que servem de referência para locação de rede de água.

Coordenadas UTM: Levantamento topográfico (planialtimétrico) executado a partir de um marco oficial (UTM), para fornecimento, das coordenadas: LESTE e NORTE.

Marco Oficial: Ponto oficial (universal) onde estão anotadas, as coordenadas e referências de nível de onde deverão partir todos os elementos topográficos.

Definições Específicas

Captação: Conjunto de estruturas e equipamentos destinado a retirar água de um manancial para o suprimento de um sistema de abastecimento.

Estação de Tratamento de Água (ETA): Conjunto de estruturas e equipamentos destinados a corrigir as características físicas, químicas ou biológicas da água captada, de forma a torná-la adequada ao consumo humano.

Estação Elevatória (EEA): Conjunto de estruturas e equipamentos destinado a fornecer energia potencial à água com a finalidade de efetuar a sua elevação de nível e compensar as perdas de carga na linha. No caso particular onde a pressão de montante é superior à atmosférica, a estação elevatória passa a ter a designação de Booster.

Reservatório: Instalação destinada ao armazenamento de água, para manter normal o abastecimento em períodos de maior consumo, ou por um determinado tempo nas eventuais interrupções de produção.

Adutora: Tubulação que transporta água entre as diversas unidades do sistema que precedem a rede distribuidora podendo funcionar por gravidade, recalque ou ambos. A canalização que transporta água de um reservatório ou de uma adutora para outro reservatório ou rede de distribuição é designada de sub- adutora.

Rede de Distribuição: Conjunto de tubulações, conectada a reservatório, que ao longo de seu curso alimenta ligações domiciliares.

Ramal predial: Canalização compreendida entre a rede de distribuição e o cavalete (padrão), com medidor de vazão da instalação hidráulica do consumidor final.

8.2 Serviços preliminares, canteiro, placas, trânsito e segurança

Vide Item 2.1 - Serviços preliminares

8.2.1 Materiais fornecidos pela Saneago

Para os materiais fornecidos pela SANEAGO serão observadas as seguintes disposições:

Inspeção

Os materiais fornecidos pela SANEAGO serão inspecionados pela Contratada, quanto ao seu estado, no ato de sua retirada, cabendo recusá-los no caso de avarias ou quaisquer outros defeitos que impeçam sua utilização.

Transporte

Os materiais fornecidos pela SANEAGO serão retirados do almoxarifado e transportados ao local da obra pela Contratada, correndo por conta desta o risco e a responsabilidade por eventuais perdas e danos.

Os equipamentos, tais como bombas, válvulas, transformadores, cabines elétricas, quadros elétricos, etc., serão manuseados por intermédio de olhais ou dispositivos próprios evitando- se esforços em pontos sensíveis como: volantes, peças móveis ou superfícies usinadas.

Deve- se evitar ainda o contato direto de cabos, cordas, garras, manilhas, ou correntes com o equipamento ou material a ser transportado. Utilizar sempre pinos, flanges falsos ou faixas lexíveis para conseguir uma boa suspensão para o manuseio e transporte.

O transporte interno nas obras somente será feito por ocasião da utilização dos materiais.

Transporte e manuseio

Os tubos, conexões e peças especiais de grande diâmetro, serão entregues com travamento interno (estroncas de madeira), com a finalidade de impedir sua deformação por peso próprio ou pela sobreposição em seu transporte e deverão ser, após removidos, devolvidos nas mesmas condições.

Os tubos, conexões e peças que forem transportados deverão ser descarregados e ficar apoiadas sobre berços de madeira adequadamente revestidos com lençol de borracha numa largura não inferior a 10 cm e espessura de 15 mm, com raio de curvatura igual ao dos tubos ou peças especiais.

A superfície de contato entre o berço e a peça deverá ser aquela gerada ao longo de um arco de pelo menos 120°.

Os tubos e peças deverão ser manuseadas pelas extremidades não revestidas com o uso de patolas com superfície de contato curvadas, com raio igual ao do tubo ou peça e num arco mínimo de 15° ou por meio de Cintas especiais para movimentação de cargas, com capacidade suficiente para a execução da tarefa, conforme especificação AWWA- C 203. 3.1.5

Armazenamento

O material será armazenado em local apropriado, de acordo com a sua natureza, ficando sua guarda sob a responsabilidade da Contratada.

Perdas

Caberá à Contratada repor todo material, sob sua responsabilidade, que venha a ser avariado, sendo a perda máxima admissível considerada somente sobre o material aplicado, conforme estabelecido no item 7- Assentamento de tubulações, peças e conexões.

8.2.2 Materiais fornecidos pela contratada

Para os materiais fornecidos pela Contratada serão observadas as seguintes disposições:

Especificações

Todos os materiais empregados nas obras e nas diversas reposições e reparos deverão satisfazer às especificações da ABNT e ainda, serem de qualidade, modelo, marca e tipo aprovados, recomendados ou projetados pela SANEAGO.

Em casos especiais, tratando-se de material para o qual ainda não haja especificações aprovadas pela ABNT, as especificações requeridas serão as dos órgãos competentes ou de normas estrangeiras sobre a matéria.

Na composição de preços, o custo dos materiais fornecidos pela Contratada será considerado posto em obra.

Tubos de polietileno (PE)

Matéria- prima para tubos

Assim como outros materiais, como aço ou madeira, existem vários tipos de Polietileno, alguns são mais flexíveis, outros mais rígidos, com maior ou menor resistência, etc., existindo uma vasta gama de características direcionadas às diversas aplicações.

Os polietilenos utilizados para sacos, sacolas, brinquedos, etc. não servem para fabricação de tubos, pois têm menor resistência e vida útil, e, portanto, são mais baratos.

Na família dos Polietilenos temos:

- Polietileno de Baixa Densidade (PEBD);
- Polietileno de Média Densidade (PEMD);
- Polietileno de Alta Densidade (PEAD).

Ainda dentre estes materiais, existem vários tipos de Polietileno de Baixa Densidade, como de Média, e de Alta, mas somente alguns tipos específicos servem para tubos.

O PEBD será utilizado para tubos de pequenos diâmetros (9 a 32 mm) e de baixa pressão (4 bar), com finalidade de irrigação, onde se necessita muita flexibilidade, mas baixa resistência à pressão e a esforços mecânicos.

O PEAD será utilizado para a maioria dos tubos de pressão (16 a 1600 mm); é mais rígido e tem maior resistência à pressão.

O PEMD é muito parecido com o PEAD, sendo difícil perceber a diferença entre um e outro, porém tem praticamente a mesma resistência do PEAD e é um pouco mais flexível. É utilizado normalmente para a fabricação de tubos para distribuição de gás natural.

Atualmente não se distingue mais os materiais como PEAD e PEMD, pois com as novas tecnologias de fabricação desses materiais, a densidade já não retrata totalmente o seu desempenho.

Existem ainda, produtos fabricados com materiais recuperados de lixo e sucata, chamados de Reciclados. Certamente, estes materiais, além de serem, em sua maioria provenientes de sacos e brinquedos, ainda são contaminados e misturados a outros plásticos, não servindo para tubos.

Todavia, é comum encontrar-se em lojas mangueiras pretas ditas de polietileno, que, por serem produzidas com sucatas, apresentam rachaduras e rompimentos em pouco tempo (3 a 6 meses). Estes materiais não são classificados para tubos, e as normas proíbem seu uso nas aplicações técnicas.

Portanto, os materiais utilizados para tubos devem ser qualificados e classificados para este fim.

Os materiais são classificados conforme seu desempenho à pressão para uma vida útil de 50 anos na temperatura de 20° C.

Esse desempenho será analisado em testes de pressão a temperaturas elevadas (80°) para simular uma vida útil de 50 anos e tem por finalidade determinar a resistência (tensão hidrostática) do material à pressão no fim de sua vida útil.

Os testes demoram 10 mil horas (mais de um ano).

Os ensaios de pressão de longa duração definem a curva de regressão do material.

O valor da tensão hidrostática mínima do material, para uma vida útil de 50 anos a 20° C é o número utilizado para classificar o material (MRS- minimum hydrostatic strenght), e que também será utilizado para determinar a espessura do tubo. Logo, quanto maior a tensão hidrostática de longa duração, menor a espessura do tubo.

Identificação dos tubos de PE.

Todos os tubos devem trazer uma marcação de metro em metro, por processo a quente (hot-stamping) que tenha as seguintes informações mínimas:

Nome/Marca do Fabricante - nº da Norma- Classificação do material- Diâmetro Externo (DE)- Espessura (mm)- PN ou SDR ou ambos- lote de fabricação.

Deverão ser rejeitados os tubos que não tenham essa marcação:



As normas mais utilizadas são:

- DIN 8074- norma alemã para tubos de PEAD para uso geral, exceto gás.

- ISO 4427- norma internacional para tubos de água. O material pode ser PE 80 ou PE 100 e deve estar discriminado na marcação do tubo. A ABPE, SABESP e COBRACON estão preparando a versão brasileira.
- ISO 4437- norma internacional que refere-se a tubos amarelos para gás PE 100 e PE 80.
- ABNT NBR 8417- norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas para tubos de Ramal Predial, nos diâmetros de DE 20 e 32 mm. O material do tubo deve ser do tipo PE 80 ou PE 100, pretos, e a espessura deve ser de 2,3 e 3,0 mm, respectivamente. A nova versão está em processo de votação nacional.
- NBR 14462- norma brasileira para tubos amarelos para gás PE 80 e PE 100- 4 e 7 bar, respectivamente.

Designação dos tubos de PE

Diâmetro Externo (DE)

Os tubos de Polietileno são mundialmente designados pelo Diâmetro Externo Nominal (DE), diferentemente dos tubos brasileiros de PVC, AÇO e FERRO, que são designados pelo Diâmetro Nominal (DN).

DN corresponde aproximadamente, ao diâmetro interno do tubo em milímetros, enquanto o DE é o diâmetro externo do tubo em milímetros. Quando dizemos que o tubo tem DE 63, significa que seu diâmetro externo será de, no mínimo, 63 mm. Nunca menor, pois somente se admite tolerância para cima. Enquanto seu diâmetro interno é função da espessura.

Ex.: tubo de PE 80 DE 110, para classe de pressão PN 10.

Seu diâmetro externo será de, no mínimo, 110 mm, sendo sua espessura de 8,2 mm. Portanto, seu diâmetro interno será de: $110 - (2 \times 8,2) = 93,6$ mm.

Classe de Pressão (PN ou SDR)

A Classe de Pressão do tubo refere-se à pressão máxima que o tubo pode suportar à 25°C; A Classe de Pressão pode ser expressa por:

- PN (Pressão Nominal), que corresponde à pressão em bar (ou kgf/cm²), ou seja, PN 10 corresponde a 10 bar (ou kgf/cm²) de pressão. PN 8 corresponde a 8 bar (ou kgf/cm²) de pressão, e assim por diante.
- MPa (Megapascal), que corresponde à PN 10. Ou seja, 1 MPa corresponde a PN10, assim como 0,6 MPa corresponde a PN 6, e assim por diante.
- SDR (relação diâmetro externo/espessura).

Todos os tubos de mesmo SDR e de mesmo material (PE 80 OU 100) são da mesma classe de pressão, ou seja, de mesmo PN.

Máxima Pressão de Serviço- Tipo A ou B

Conforme o comportamento do material, os mesmos são ainda designados por Tipo A ou B, ou seja, um PE 80 pode ser PE 80 A ou PE 80 B, pois refere-se à resistência à pressão do tubo em função da temperatura.

Quando o tubo for transportar fluidos que estejam a temperaturas superiores a 25°C, o projetista da obra deverá dizer qual a máxima pressão que ele suportará, pois:

- Quanto maior a temperatura, menor a pressão que suporta

MPS=PN.FT

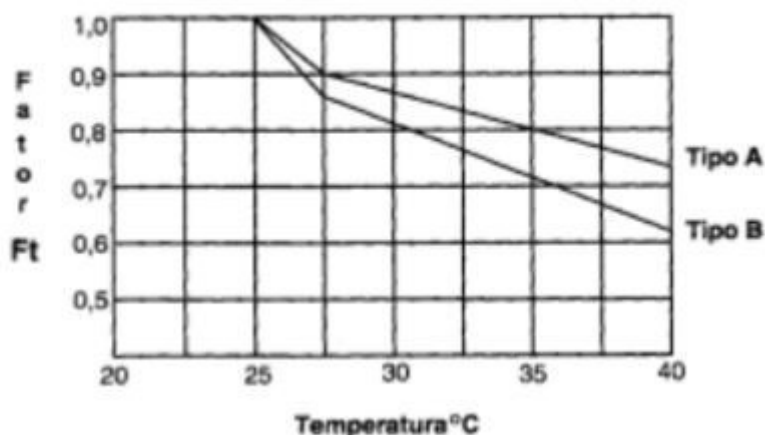


Figura 1 – Gráfico de Temperatura X fator de Pressão

Ex: Um tubo PN 10 a 25°C suporta 10 bar, enquanto que a 40°C suporta no máximo 7,4 bar.

Lote de fabricação

Todo tubo deve ter indicado seu lote de fabricação. Cada fabricante tem seu sistema e tipo de codificação.

O instalador deve registrar esse código, pois no caso de haver problemas com a tubulação, o fabricante poderá identificar o material do tubo e os resultados dos ensaios executados, facilitando a avaliação do problema ocorrido.

Cor dos tubos

- Preto PE 80 e PE 100: Para água e aplicações gerais- pode ser utilizado exposto ao tempo.
- Amarelo PE 80: Para gás- somente para instalações enterradas até 4 bar.
- Laranja PE 100: Para gás PE 100 até 7 bar enterrados.
- Azul PE 80 E PE 100: para água- somente para tubos enterrados.
- Outras cores: somente para tubos enterrados.

Condições de fornecimento

Os tubos são normalmente fornecidos em barras com comprimento de 6, 12, 18 metros. Podendo ser fornecidos em outros comprimentos.

Os tubos de Polietileno podem ainda, ser fornecidos em bobinas com comprimentos de 50, 100, 200m ou mais, nos diâmetros até DE 125, porém somente para os tubos que possuem SDR= 17, ou seja:

- PE 80 e PN 8
- PE 100 e PN 10

O diâmetro interno da bobina deve ser suficientemente grande para não provocar ovalizações excessivas no tubo.

Para tanto, as normas recomendam os seguintes diâmetros mínimos para as bobinas:

NORMA ISO 4427/96

STANDARD ISO 4427/96 / NORMA ISO 4427/96

ø tubo ø tube ø tubo (mm)	ø i(min) ø i(min) ø i(min) SDR ≤ 17	ø e (referencial) (reference) (referencial)
20	600	900
25	600	980
32	700	1.200
40	800	1.300
50	1.000	1.600
63	1.300	2.000
75	1.500	2.400
90	1.800	2.800
110	2.200	3.000
125	2.500	3.200

* Válido para PN ≥ 8

* Valid for PN ≥ 8

* Válido para PN ≥ 8

NORMA DIN 8074

STANDARD DIN 8074 / NORMA DIN 8074

ø tubo ø tube ø tubo (mm)	ø INT. ø INT. ø INT. (mm)	ALTURA HEIGHT ALTURA (mm)	ø EXT ø EXT ø EXT (mm)
20	700	190	900
25	700	190	980
32	900	260	1.200
40	900	330	1.300
50	1.200	360	1.600
63	1.500	390	2.000
75	1.800	390	2.400
90	2.200	460	2.800
110	2.200	560	3.000
125	2.500	640	3.200

* Válido para RDE (Relação Diâmetro/Espessura) ≤ 17,6

* Valid for SDR (Standart Dimension Ratio) ≤ 17,6

* Válido para RDE (Relación Diámetro/Espesor) ≤ 17,6

Figura 2 – DN mínimos de acordo com as normas ISO 4427/96 e DIN 8074

Fornecimento de tubos, peças especiais e conexões em aço

O FABRICANTE somente poderá fornecer tubos, peças especiais e conexões, se for aprovado pelo processo de qualificação da SANEAGO.

O FABRICANTE deverá apresentar a Qualificação dos Procedimentos de Soldagem e de seus soldadores, de acordo com a NTS 034.

O fabricante deverá dispor de no mínimo os seguintes equipamentos:

- Equipamento oxi- acetileno e/ou tesouras- guilhotinas para o corte das chapas.
- Prensas ou rolos contínuos de pré-formação, necessário ao pré- curvamento das chapas antes da calandragem.
- Calandras e/ou máquinas pra conformação helicoidal de dimensões e potência adequadas à fabricação de tubos.
- Máquinas- ferramentas para a preparação das bordas das chapas a serem soldadas.
- Equipamento para a pré-montagem, correção de ovalização, com acionamento hidráulico ou pneumático e montagem.
- Soldas manuais com atmosfera controlada ou eletrodos revestidos para reparos ou pré-montagem.
- Esmeris manuais para reparos e acabamentos das soldas.
- Equipamentos de inspeção não destrutiva para teste hidrostático e/ou por radiação penetrante e/ou ultrassônico, podendo contratar a execução dos testes, com empresas pre- qualificadas pela SANEAGO.

Tubos

Deverão ser produzidos por laminação, com ou sem costura, em aço-carbono, galvanizados ou não (conforme especificado), devendo atender as normas relacionadas abaixo:

Tabela 147 - Normas tubos

Norma	Título
DIN 2440	Classe média
EB- 192/84	Tubos de aço-carbono para rosca Whitworth gás para usos comuns na condução de fluidas (NBR- 5580) (classe média)
ASTM- A- 53 e 106	Classe mínima, schedule 40
EB- 332/85	Tubos de aço-carbono com requisitos de qualidade para condução de fluidas (NBR- 5590) (classe reforçada)

Deverão ser respeitados os seguintes critérios para fornecimento e instalação:

- Diâmetros até 2 ½", inclusive, os tubos são galvanizados, com conexões rosqueadas.
- Diâmetros acima de 3", inclusive, são em aço preto com conexões soldadas ou flangeadas.
- Diâmetros acima de 12", inclusive, poderão ser aceitos tubos com costura, respeitadas as Normas pertinentes e demais especificações.

Conexões e peças especiais

Serão consideradas como peças especiais: curvas, tês, saídas flangeadas, reduções derivações, etc.

Deverão ser de fabricação industrial, atendendo todas as Normas e especificações, principalmente no que se refere a ensaios e revestimentos.

As conexões rosqueadas deverão ser produzidas em ferro maleável conforme a norma ASTM-A- 197, zincadas, fornecidas de acordo conforme tabela abaixo:

Tabela 148 - Classes conexões

Classe (kgf/cm ²)	Pressões máximas de serviço conforme	Produzidas conforme
10	DIN- 2950/ISO- R- 49	ISO- R- 49 e PB- 110162 (NBR 6943)
20	ANSI- B- 16.3	ANSI- 8- 16.3 e PB- 156185 (NBR- 6925)

Todas as soldas para peças em aço carbono, deverão ser realizadas conforme Especificação para Soldagem (EPS), previamente elaborada e aprovada, além de obedecer a Norma ASTM-A- 234, com extremidades, biseladas (chanfros para solda), fornecidas conforme dimensões padronizadas pelas Normas ANSI- B- 16.9 e ABNT PU- 157171.

Todos os tubos e conexões deverão ser fabricados com os aços determinados em sua especificação de projeto, respeitando as espessuras e realizando para tal, soldagens que deverão ser testadas através de ensaios não destrutivos (*ends*) e obedecer os revestimentos que serão descritos a seguir, ou realizar o resvestimento determinado nessas especificações de projeto:

As especificações a seguir, visam estabelecer os requisitos técnicos necessários à execução dos serviços de revestimento de tubos e peças especiais de aço para instalação nas seguintes condições:

- Abrigadas: no interior de estruturas em concreto ou alvenaria, submersa ou não.
- Aéreas: sujeita a condições atmosféricas normais
- Enterradas.

Todos os materiais e métodos de execução, deverão satisfazer às Normas e especificações determinadas pelo SSPC ou pela AWWA. Também poderá ser utilizado a norma SABESP, assim como os sistemas de aplicação de revestimento definidos abaixo.

Obs.: Alguns dos requisitos, procedimentos ou critérios considerados específicos do fornecimento, poderão obedecer às normas particulares quando mencionados e serão consideradas complementares às normas e especificações gerais acima mencionadas.

Abaixo apresentaremos as normas e especificações que deverão ser adotadas, que serão designadas por abreviações com os significados seguintes:

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ASTM- American Society for Testing and Materials
- AWWA- American Water Works Association
- SSPC- Steel Structure Painting Council
- MIL- Military Specification
- FS- Federal Specification
- SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S/A.
- Serão indispensáveis as seguintes normas;
- NTS 034- Soldagem.
- NTS 038- Testes Ultrassônicos de juntas soldadas NTS. NTS 040- Inspeção por líquido penetrante.
- NTS 042- Inspeção de revestimento com Holiday Detector via seca.
- API 5L/Line- Tubos de aço sem costura para condução de produtos petrolíferos e outros fins. ASTM A- 36- Standard Specification for Carbon Structural Steel.

- ASTM A- 53- Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot- Dipped, Zinc- Coated, Welded and Seamless.
- ASTM A- 283- Standard Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates.
- ASTM A- 572- Standard Specification for High- Strength Low- Alloy Columbium- Vanadium Structural Steel.
- ASTM A- 1011- Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot- Rolled, Carbon, Structural, High- Strength Low- Alloy with Improved Formability, and Ultra- High Strength.
- ASTM 1018- Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Heavy- Thickness Coils, Hot- Rolled, Carbon, Commercial, Drawing, Structural, High- Strength Low- Alloy, High- Strength Low- Alloy with Improved Formability, and Ultra- High Strength.
- ASME- VIII, BPVC Section VIII- Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1.
- ANSI/ASME B31.3, Power and Process Piping Package prescribes the requirements for components, design, fabrication, assembly, erection, examination, inspection and testing of process and power piping.
- Portaria MS 2914 de 12/12/2011, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde.
- As Chapas de aço deverão corresponder a uma das seguintes normas:
- ASTM A- 36
- ASTM A- 53
- ASTM A- 283 Grau C (mínimo)
- ASTM A- 572 Grau 42 ou 50
- API 5L- Grau B, desde que a chapa utilizada seja aprovada após os ensaios metalográficos de amostras retiradas de cada unidade.
- As Bobinas de aço, para a fabricação com solda helicoidal, deverão atender as seguintes normas:
- ASTM A- 1011 Grau SS36 tipo 1 ou 2 (para espessura até 6,0 mm)
- ASTM A- 1018 Grau SS36 tipo 1 ou 2 (para espessura entre 6,0 e 25 mm)

Identificação

Tanto os tubos, conexões e peças especiais serão identificados com marcação, no interior dos mesmos, onde deverá conter: nome do fabricante e número de fabricação; diâmetro nominal; espessura e especificação do aço utilizado e número do pedido de compra ou contrato.

No caso das peças especiais, estas deverão ser marcadas também com o trecho e número da estaca ou estação a que pertence a geratriz superior dessas peças, sendo que para curvas e bifurcações, também o ângulo verdadeiro.

A marcação será feita em um retângulo pintado de amarelo, conforme exemplo abaixo:

Tubo com número de fabricação: 758, diâmetro 42", espessura de 7,06 mm e chapa ASTM- A- 283 Gr D.

Figura 3 – Modelo de Marcacao para o exemplo do Pedido 758

Curva com número de fabricação 1053, diâmetro 30", espessura 4,42 mm, chapa ASMT- A-570 Gr D, Adutora

de Água Bruta, estaca 10 + 17,22 e ângulo verdadeiro 35°15'.

Tê com número de fabricação 327, diâmetros 48" x 36", espessura 9,52 mm, chapa ASTM- A-283 graus, Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT).

(Fabricante)
(Pedido)
327
48" xs 36" – 9,52
ASTM – A 283 D
EEAT

Figura 4 – Modelo de Marcação para o exemplo do Pedido 327

(Fabricante)
(Pedido)
1053
30" – 4,42
ASTM – A – 570 D
AAB/10 + 17,22/30º15'

Figura 5 – Modelo de Marcação para o exemplo do Pedido 1053

A marcação deverá ser feita com números e letras de no mínimo 10 mm de altura.

Definições

Diâmetro nominal- Deverá classificar em dimensões, os elementos da tubulação, tais como: tubos, juntas, conexões e acessórios, correspondendo ao diâmetro externo do tubo em milímetros ou polegadas, não devendo ser objeto de medição, nem ser utilizado para cálculo.

Espessura nominal- Deverá classificar a espessura da chapa de aço que corresponde ao valor utilizado para fins de projeto da tubulação para resistências as cargas estáticas e dinâmicas atuantes no sistema. Devido aos processos de conformação da chapa, o valor da espessura real pode variar até 12,5% abaixo do valor nominal. As espessuras nominais deverão ser padronizadas pelas Usinas Siderúrgicas.

Extensão dos serviços

A extensão dos serviços deverá atender as especificações de projeto, a situação particular de cada obra e será detalhada no edital de concorrência ou pedido da cotação, entretanto uma das seguintes situações típicas deverá ser verificada:

- Execução de serviços de pintura e/ou retoques imediatamente após montagem da tubulação, peça ou conexão, incluindo suas confecções.
- Execução de serviços de pintura e retoques em tubulações estocadas, após fabricação.

- Idem acima, com a movimentação da tubulação para outra área de estocagem.
- Execução de serviços de pintura e/ou retoques em tubulações instaladas, quando necessário, manutenção preventiva.

Quando a contratação é referente somente ao serviço de pintura ou retoque, o Fornecedor deverá providenciar, em tempo hábil, todos os materiais, consumíveis, ferramentas e equipamentos necessários a execução dos serviços de tratamento e pintura. Assim, providenciará os materiais de consumo ou incorporados aos serviços, tais como: tintas, solventes, lixas, material e local para o jateamento, pistolas, pincéis, rolos, etc. Deverá providenciar todos os equipamentos, ferramentas, dispositivos e instrumentos necessários a execução dos serviços, tais como: compressores, equipamentos e condições para jateamento, fornos, lixadeiras, agulheiros, andaimes, higrômetro, medidores de película, elcometer, holiday detector, e demais equipamentos de proteção e segurança, ou seja todas as condições necessárias à boa execução dos serviços.

O Fornecedor poderá receber os tubos e peças especiais: em pátios de estocagem, junto ao local de montagem ou instalados em suas posições definitivas.

A SANEAGO poderá, a seu critério, exigir do Fornecedor, transporte dos tubos e peças especiais, antes ou após revestimento, para outro local de estocagem ou executar o transporte por sua conta.

Todos os retoques necessários serão executados pelo Fornecedor, logo após descarregamento dos tubos. Quando os serviços de transporte de tubos e peças especiais for atribuído ao fornecedor, este se responsabilizará e tomará todas as providências necessárias para movimentar, carregar, transportar e estocar, conforme procedimentos e cronograma de transporte aprovado pela inspeção da SANEAGO, assumindo toda responsabilidade, a partir do início dos serviços, até sua conclusão.

Responsabilidade

Todos os serviços de tratamento de superfície e/ou revestimento deverão ser executados por empresa especializada no desempenho de tarefas semelhantes, qualificada pela SANEAGO.

O fornecedor atenderá todas as especificações e garantirá os serviços executados bem como a exata conformidade e procedência do material aplicado.

Nos casos que o próprio Fabricante da tubulação vier a executar o revestimento e transporte por sua conta ou por terceiros, as responsabilidades e obrigações permanecerão com o Fabricante até a conclusão dos serviços de revestimento e entrega dos mesmos aos locais designados pela SANEAGO, quando serão retocados onde o revestimento tiver sido danificado.

O Fornecedor ou o Fabricante (se for o caso) se responsabilizará por qualquer dano causado aos tubos e peças especiais, até a descarga e estocagem na área designada pela SANEAGO.

Nos casos em que apenas o revestimento ou reparo for requerido, o Fornecedor receberá os tubos e peças especiais nos locais indicados pela SANEAGO, assumindo a partir deste instante toda a responsabilidade pelos mesmos, além de tomar todas as providências necessárias para execução dos serviços no local designado pela SANEAGO incluindo movimentação, carga, transporte, descarga e armazenamento dos tubos e peças especiais envolvidas.

Revestimento

Deverá contemplar os principais requisitos e normas que deverão ser atendidas para a aplicação de revestimento de tubos, conexões e peças especiais que formam a tubulação.

Limpeza de superfícies

Todo o revestimento deverá ser aplicado somente se todas as condições aqui especificadas forem atendidas satisfatoriamente. Poderão ser executadas, conforme abaixo:

Limpeza com solvente. Será executada em conformidade com a norma SSPC- SP 1, "Solvent Cleaning", que estabelece o processo de remoção de óleo, graxas, poeira e matérias estranhas existentes na superfície, por meio de solventes, emulsões, compostos de limpeza, vapor e outros materiais que envolvam ação removedora mecânica ou química.

Esta limpeza precederá aos demais sistemas de preparação da superfície, quanto à remoção de ferrugens ou pinturas antigas.

Previamente à limpeza com solvente, toda terra, resíduos de cimento, sais e outras matérias estranhas deverão ser removidas com escovas de fibra de nylon com uma solução aquosa contendo 5% do produto "Hempel navy wash" da "Hempel Tintas Marítimas Ltda.", por lavagem com água limpa.

Os óleos e graxas poderão ser removidos por um dos seguintes processos:

- Esfregando e lavando a superfície com panos ou escovas de nylon embebidas em solventes. A limpeza final será feita com panos ou escovas e solventes limpos. Não será permitido o uso de estopa;
- Pulverizando-se a superfície com solvente, utilizando solvente limpo na pulverização final;
- Imersão em solvente. A imersão final deverá ser feita em solvente que não contenha proporções prejudiciais de contaminantes.

Se for usado desagregador alcalino de tinta para remoção de pintura, qualquer resíduo remanescente do desagregador deverá ser inteiramente removido da superfície por lavagem de água limpa ou neutralizada.

No desengorduramento do aço estrutural ou grandes superfícies, deverá ser evitado o uso de detergentes alcalinos, emulsões, etc., que são de difícil remoção e exigem lavagem cuidadosa e abundante e cuja presença poderá provocar destruição gradativa das películas de tinta e consequente remoção pelas chuvas.

Qualquer que seja o método usado para eliminação de óleos, graxas ou contaminantes, não deverá restar na superfície limpa qualquer resíduo prejudicial.

Limpeza manual

A limpeza manual será baseada na norma SSPC- SP 2, "Hand Tool Cleaning", e obedecerá aos seguintes requisitos:

- Todo óleo, graxa ou sais depositados sobre a superfície, deverão previamente ser removidos pelo processo de limpeza com solvente;
- Toda ferrugem ou carepa estratificada ou respingos de solda, deverá ser removida por martelamento, raspagem ou utilizando outras ferramentas manuais de impacto ou por uma combinação destes processos, seguida de escovamento;
- Toda ferrugem não aderente, deverá ser removida por escovas, lixas, raspadeiras ou por uma combinação destes processos. Durante a operação as ferramentas devem ser manuseadas de modo a não deixarem rebarbas e arestas nas superfícies;

- As escovas devem ter seus fios suficientemente rígidos e devem ser mantidas limpas.
- As raspadeiras, agulheiros, talhadeiras e ferramentas similares, devem sempre ter seus cortes afiados.

Aplicação e retoques

A aplicação do revestimento, bem como todos os retoques, deverá ser feita conforme as normas citadas bem como segundo as recomendações desta especificação e dos fabricantes dos materiais aplicados.

Todo trabalho deverá ser feito de maneira esmerada e de modo que as superfícies acabadas não apresentem escorrimientos, pingos, falhas, asperezas, ondulações, recobrimentos ou marca de pincel.

Todas as demãos deverão ser aplicadas de modo a produzirem uma película de espessura uniforme, cobrindo completamente todos os cantos e reentrâncias, e de forma a atender as espessuras especificadas para cada camada.

As camadas sucessivas de uma película, deverão ser pintadas em cores diferentes, de forma que a última camada corresponda à cor especificada, obedecendo cada uma das fases as espessuras especificadas.

A norma SSPC- PA 1, "Shop, field and maintenance painting", os métodos de aplicação, bem como as especificações dos produtos de revestimento, deverão ser rigorosamente seguidos, sem o que serão rejeitados todos os trabalhos que não atendam àquelas condições.

Preparação de superfícies

Todas as soldas deverão ser esmerilhadas até ficarem lisas e quando apresentarem graves defeitos de mordedura, ou porosidade excessiva, deverão ser reparadas.

Os cantos vivos e partes com rugosidade excessiva, deverão ser esmerilhados até ficarem lisos.

Tubos, conexões e peças abrigadas

A preparação das superfícies internas e externas será feita por jateamento ao metal branco, conforme SSPC- SP 5 ou conforme especificação para o fornecimento.

Tubos, conexões e peças aéreas

Superfícies Internas

As superfícies internas deverão ser jateadas ao metal quase branco, conforme norma SSPC- SP 10, "Near White Blast Cleaning" ou conforme especificação para o fornecimento.

Superfícies Externas

As superfícies externas dos tubos deverão ser jateadas ao jato comercial, conforme norma SSPC- SP 6, "Commercial Blast Cleaning" ou conforme especificação para o fornecimento.

Tubos, conexões e peças enterradas

As superfícies internas e externas deverão ser jateadas ao metal quase branco, conforme norma SSPC- SP 10 "Near White Blast Cleaning" ou conforme especificação para o fornecimento.

Revestimento de Tubos, Conexões e Peças Especiais Abrigadas- Revestimento Tipo 1.

A aplicação do revestimento, bem como todos os retoques em tubos e peças especiais que virão a constituir tubulações abrigadas deverão ser feitos conforme AWWA- C- 210.

Revestimento Interno

O revestimento interno deverá atender a especificação para o fornecimento, podendo ser, após a aprovação da SANEAGO, com epóxi poliamida grau alimentício, conforme norma AWWA C-210, com espessura mínima da película seca de 450 micras, ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, isenta de alcatrão, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C- 210, com espessura seca de 406 µm mínimo.

Revestimento Externo

Será conforme especificação para o fornecimento, podendo ser, após a aprovação da SANEAGO, com alumínio fenólico conforme norma SABESP 0100.400.E- 46 Revisão 5 ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, isenta de alcatrão, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C- 210, composto de duas camadas:

- Primeira camada: tinta epóxi com espessura na película seca de 406 µm mínimo;
- Segunda camada: tinta Poliuretano Acrílico alifático (protetor UV) 30 µm mínimo.

Revestimento de Tubos, Conexões e Peças Especiais Aéreas- Revestimento Tipo 2.

A aplicação do revestimento, bem como todos os retoques em tubos e peças especiais que virão a constituir tubulações aéreas deverão ser feitos conforme AWWA- C- 210.

Revestimento Interno dos Tubos, conexões e Peças Aéreas

O revestimento interno, deverá atender a especificação para o fornecimento, podendo ser, após a aprovação da SANEAGO, com epóxi poliamida grau alimentício, conforme norma AWWA C- 210, com espessura mínima da película seca de 450 micras, ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, isenta de alcatrão, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C- 210, com espessura seca de 406 µm mínimo.

Revestimento Externo de Tubos, conexões e Peças Aéreas

Será conforme especificação para o fornecimento, podendo ser, após a aprovação da SANEAGO, com alumínio fenólico conforme norma SABESP 0100.400.E- 46 Revisão 5 ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, isenta de alcatrão, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C- 210, composto de duas camadas:

- Primeira camada: tinta epóxi com espessura na película seca de 406 µm mínimo;
- Segunda camada: tinta Poliuretano Acrílico alifático (protetor UV) 30 µm mínimo.

Revestimento de Tubos, conexões e Peças Especiais Enterradas- Revestimento Tipo 3.

A aplicação do revestimento, bem como todos os retoques em tubos, conexões e peças especiais que virão a constituir tubulações enterradas deverão ser feitos conforme AWWA- C- 210.

Revestimento Interno de Tubos, conexões e Peças Especiais Enterradas

O revestimento interno, deverá atender a especificação para o fornecimento, podendo ser, após a aprovação da SANEAGO, com epóxi poliamida grau alimentício, conforme norma AWWA C- 210, com espessura mínima da película seca de 450 micras, ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, isenta de alcatrão, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C- 210, com espessura seca de 406 µm mínimo.

Revestimento Externo de Tubos e Peças Especiais Enterradas

Será conforme especificação para o fornecimento, podendo ser, após a aprovação da SANEAGO, com Coal- Tar Enamel (esmalte de alcatrão de hulha poliamina) conforme norma

ABNT NBR 12.780 ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, isenta de alcatrão, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C- 210, com espessura seca de 1000 µm mínimo e resistência a impacto de 15 joules.

Revestimento para as Juntas de Campo

A aplicação do revestimento, bem como todos os retoques em tubos e peças especiais que virão a constituir tubulações abrigadas deverão ser feitos conforme AWWA- C- 210.

O processo de revestimento das juntas soldadas no campo consistirá de limpeza prévia das superfícies soldadas, atendendo as especificações e da aplicação dos materiais de revestimento especificados, interna e externamente.

Juntas Flangeadas

A furação dos flanges, inclusive juntas e acessórios, será de acordo com a norma ISO 2531-PN10, 16, 25, 40 ou 50, conforme indicado projeto.

Os parafusos para os flanges deverão ser embalados (caixotes) e acondicionados de modo que as roscas fiquem protegidas durante o transporte e armazenamento. Cada caixote deverá conter, além da marca normalmente exigida, as dimensões e quantidades dos mesmos.

Os testes a que deverão ser submetidos os flanges soldados aos tubos, serão os especificados pela SANEAGO.

A solda será verificada visualmente e testada por meio de ultrassom.

Deverá ser procedida a verificação do esquadro do flange (empenamento e repuxamento).

Todo o material deverá ser certificado por empresa reconhecida pela Saneago e deverá ser rastreável desde sua fabricação.

Fornecedores

A Contratada deverá entregar à Fiscalização lista atualizada dos fornecedores de materiais e equipamentos empregados na obra.

Marcas e Patentes

A Contratada será inteira e exclusivamente responsável pelo uso ou emprego do material, equipamento, dispositivos, métodos ou processos eventualmente patenteados, cabendo-lhe efetuar o pagamento dos royalties e obter previamente as permissões ou licenças de utilização, quando pertinentes.

Armazenamento

A Contratada tomará todas as providências para o perfeito armazenamento e respectivo acondicionamento de materiais, a fim de preservar a sua natureza, evitando a mistura com elementos estranhos. No tocante ao armazenamento dos materiais, necessários à confecção de concreto, a Contratada deverá obedecer rigorosamente às Normas Técnicas da ABNT, e ainda as recomendações deste Manual.

Estocagem Tubulação em PEAD

A tubulação fornecida em bobinas deverá ser estocada obrigatoriamente sobre estrados de madeira, não devendo ser empilhadas mais de 10 (dez) bobinas de tubos de até 40 mm de diâmetro e nem mais de 6 (seis) bobinas de diâmetros maiores.

Para tubos fornecidos em barras, deverão ter cuidados especiais as barras com flange, que deverão ser protegidos para que não sofram danos. A altura máxima de estocagem recomendada será:

1. PN3,2 (h=2,10 m)
2. PN4 (h=2,80 m) e
3. PN 6- 16 (3,00 m).

Estoque de materiais

A Contratada manterá disponíveis, para o normal cumprimento do Programa de Trabalho, os estoques de quantos materiais sejam necessários para esse objetivo, devendo armazená-los em locais apropriados, de acordo com as suas naturezas.

O local de estocagem será previamente aprovado pela Fiscalização.

Toda e qualquer superfície, no entorno das obras, em terrenos públicos ou particulares que for usada exclusivamente para esse fim, será acondicionada para tal. Uma vez concluídas as obras, será recomposta de forma a recuperar seu estado primitivo.

Todo e qualquer gasto decorrente da estocagem de materiais ficará a cargo da Contratada.

8.3 Serviços topográficos

8.3.1 Generalidades

Todas as atividades de topografia que se fizerem necessárias para a execução dos serviços serão regidas pelas instruções descritas a seguir.

Apoio

Será solicitada pela Contratada à Fiscalização que forneça os marcos de apoio planimétrico e altimétrico, que os indicará tão perto quanto possível da área de trabalho. Os marcos planimétricos terão definidas as coordenadas planas e orientação, os altimétricos as suas altitudes sobre o nível do mar. A critério da Fiscalização, em cidades onde tais referências não forem exequíveis, serão fixados marcos com referências arbitrárias. No caso de os marcos de apoio distarem da área de trabalho, a Contratada providenciará o transporte das referências dos marcos fornecidos à área de trabalho.

Os equipamentos e métodos utilizados deverão garantir, no apoio planimétrico, precisão angular de $10 \times \text{raiz quadrada de } N$, sendo N o número de vértices da poligonal e precisão linear de $1:20.000$ da extensão da poligonal. A precisão do apoio altimétrico será de quatro mm $\times \text{raiz quadrada de } K$, sendo K a distância entre os marcos, expressa em quilômetros.

Levantamento planialtimétrico das ruas

Consistirá do levantamento dos alinhamentos e eixos de ruas, guias, sarjetas, tampões dos sistemas de serviço público existentes, postes com sua identificação, localização e quantificação das edificações existentes, bem como o nivelamento das soleiras daquelas situadas em nível inferior ao eixo das ruas.

Os eixos de ruas serão demarcados por piquetes espaçados de 20 m. Os eixos de ruas e as soleiras das edificações situadas em nível inferior ao eixo da via serão nivelados em polígonos fechados e contra nivelados.

A precisão planimétrica dos trabalhos deverá garantir um fechamento angular de $30'' \times \text{raiz quadrada de } N$, sendo N o número de vértices e um fechamento linear de $1:3000$. A precisão altimétrica dos trabalhos deverá garantir um fechamento de nivelamento de $10 \text{ mm} \times \text{raiz quadrada de } K$, sendo K a extensão simples da poligonal nivelada, expressa em quilômetros.

A planta do levantamento será desenhada na escala 1:2000, e os perfis, dos eixos das ruas, nas escalas:

1. horizontal 1:2000 e
2. vertical 1:200.

Nas plantas, além de todos os detalhes levantados, serão traçadas as curvas de nível de cota inteira.

Locação e nivelamento

A locação e nivelamento das tubulações e peças serão de acordo com o projeto executivo. A Contratada procederá à locação dos eixos das valas a serem escavadas.

A locação será procedida a partir dos marcos de apoio, com elementos topográficos calculados a partir das coordenadas dos vértices do projeto.

A precisão da locação deverá garantir um desvio máximo do ponto locado de 1:3000 da poligonal de locação. As cotas do fundo das valas serão verificadas de 20 em 20 m, antes do assentamento da tubulação.

As cotas da geratriz superior da tubulação serão verificadas logo após o assentamento e também antes do aterro das valas, para as devidas correções do nivelamento.

Ruas de Meia- Encosta

Sempre que numa quadra houver lado desfavorável para a ligação do prédio do coletor público de esgotos, a Contratada procederá o levantamento junto aos moradores ou responsável pelo loteamento, ou ainda, à Prefeitura local para saber da existência de servidão de passagem. Havendo servidão de passagem, a ligação do prédio do lote superior será efetuada no coletor que passa pelo lado favorável da quadra.

Não havendo servidão de passagem, procederá o levantamento das soleiras, determinando a cota do coletor predial, no ponto de conexão, para estabelecer a profundidade do coletor público.

8.3.2 Pesquisa de interferências

A Contratada procederá à pesquisa de interferências existentes no local, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes e outros elementos ou estruturas que estejam na zona atingida pela escavação ou em área próxima.

Existindo outros serviços públicos, situados nos limites das áreas de delimitação das valas, ficará sob a responsabilidade da Contratada a não- interrupção daqueles serviços, até que os respectivos remanejamentos sejam autorizados.

Remanejamento

A Contratada providenciará os remanejamentos de instalações que interferirem nos serviços a serem executados. Os remanejamentos serão programados com a devida antecedência e de comum acordo com a Fiscalização, proprietários e/ou concessionárias dos serviços cujas instalações precisem ser remanejadas.

Os danos causados as instalações existentes, durante o remanejamento, são de responsabilidade exclusiva da Contratada, que obterá todas as informações a respeito das instalações a remanejar.

Indicações fornecidas pela Fiscalização

A Fiscalização fornecerá as indicações de que dispuser sobre, as interferências existentes, podendo, entretanto, ocorrer interferências não- cadastradas, cuja sustentação será programada de forma a não prejudicar o início previsto dos serviços.

Não havendo possibilidade de sustentação, a Contratada, procederá ao remanejamento da interferência, que será definitivo ou provisório a critério da Fiscalização.

Cuidados especiais

A Contratada durante a execução dos trabalhos deverá interferir o mínimo possível no comércio local e no trânsito de veículos e pedestres.

Serão providenciados previamente os passadiços e desvios necessários, que serão executados devidamente sinalizados e iluminados, conforme as exigências das autoridades competentes, das entidades concessionárias dos serviços de transporte e o especificado no Caderno 2.

8.3.3 Cadastro de sistemas de abastecimento de água e de sistemas de esgotos sanitários

Serão observadas as instruções e procedimentos estabelecidos no "Manual de Cadastro Técnico para Sistemas de Abastecimento de Águas e Esgotamento Sanitário" da Diretoria de Produção- Superintendência de Desenvolvimento Operacional e Controle Ambiental- Supervisão de Cadastro Técnico- da SANEAGO as quais visam fixar as condições gerais de cadastro e como deverão ser executado os trabalhos de campo, elaboradas as planilhas e as plantas cadastrais referentes a coletor de esgotos, coletor tronco, interceptor e emissário bem com de ligações prediais de esgoto e de unidades localizadas.

Campo de aplicação e finalidade

As especificações técnicas contidas no Manual se aplicam ao Cadastro Total ou Parcial dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e de Esgotos Sanitários (SES), com a finalidade de:

- Subsidiar a elaboração de estudos e projetos;
- Auxiliar na operação e manutenção de unidades dos sistemas;

Possibilitar a centralização de informações do Sistema de sorte a:

- Agilizar a obtenção de dados;
- Constituir- se numa base de dados para todos os interessados;
- Facilitar futuras atualizações de cadastro.

8.3.4 Topografia

Objetivo

O objetivo destas Especificações Técnicas é estabelecer as condições mínimas a serem observadas no desenvolvimento de serviços topográficos, tendo por campo de aplicação a confecção de projetos e a execução de obras e instalações de saneamento básico.

Definições

Locação: marcação em área ponto com a colocação de pinos, estacas ou marcos;

Pino: ponteira de aço de seção circular que é cravada normalmente em piso que ofereça grande resistência à penetração usada para materializar um vértice de poligonal, alinhamento ou referência de nível;

Estaca ou piquete: peça de madeira de seção quadrada provida de ponta, cravada no terreno e usada para materializar um vértice de poligonal ou alinhamento. Esta estaca tem, obrigatoriamente, uma tacha metálica para melhor caracterização do ponto;

Marco: peça de concreto usada quando se deseja preservar o ponto representativo do vértice (deve ter pino central);

Marco de apoio: marco representando o vértice e cujas coordenadas se conhece;

Vértice: ponto de cruzamento de dois ou mais alinhamentos;

Estaca testemunha: peça de madeira de comprimento entre 0,40 e 0,50 m, geralmente com seção de ripa, cravada cerca de 0,20 m, usada para identificação da estaca, da qual deverá distar mais ou menos 0,20 m;

RN (referência de nível): plano a que estão referidos os pontos de altitudes ou cotas de um lugar para definição de seu relevo ou perfil longitudinal. Quando este plano for, a média das marés, a RN é chamada de "verdadeira" e as distâncias verticais a ela referidas são denominadas "altitudes". Quando qualquer outro plano acima ou diferente do verdadeiro servir como referências, as distâncias verticais são chamadas de "cotas" e a RN, "arbitrária";

Nivelamento geométrico: determinação de altitudes ou cotas dos pinos, estacas ou marcos por meio de nível de luneta;

Contranivelamento: processo de verificação da exatidão do nivelamento geométrico, através de outro nivelamento dos mesmos pontos, geralmente executado em sentido contrário;

Nivelamento taqueométrico: processo para determinação das altitudes ou cotas pela resolução de triângulos, considerando-se, como base, a leitura estadimétrica, o ângulo vertical e a altura do instrumento;

Curva de nível: linha de interseção de um plano horizontal com a superfície do terreno. Por conseguinte, define-se como uma linha que se desenvolve ligando pontos de mesma altitude ou cota;

Perfil longitudinal: representação gráfica da conformação do terreno ao longo de um alinhamento, por um traço contínuo ligando os pontos de altitudes ou cota;

Seção transversal: representação gráfica da conformação do terreno ao longo de linhas perpendiculares a um alinhamento básico. É constituída por um traço contínuo ligando os pontos de diferentes altitudes ou cotas. Geralmente as seções transversais são equidistantes entre si sobre um alinhamento básico e desenvolvem-se à esquerda e à direita deste;

Azimuth: ângulo horizontal, formado num determinado vértice, entre um alinhamento ou lado de poligonal e a linha de orientação Norte. Quando esta linha Norte for a Magnética, tem-se o Azimuth Magnético. É contado no sentido horário, de 0° a 360°;

Amarração: processo de materialização ou localização de um ponto, através de medidas diretas de trena, construindo-se triângulos com base em pontos bem definidos em campo, como: divisas de propriedade, postes, esquinas etc., sendo que um dos vértices desses triângulos é sempre o ponto que se tem interesse de preservar ou localizar.

Poligonal de precisão

Aplicação

Para apoio ao desenvolvimento de poligonais de precisão inferior.

Condições observadas

A SANEAGO fornecerá pelo menos um vértice com orientação azimutal, para origem das poligonais, estabelecidas por trabalhos de natureza geodésica, a fim de permitir a representação de todo o sistema referido à projeção UTM;

Se eventualmente o vértice fornecido distar mais de 1 km do início da poligonal, distância esta medida num único segmento de reta (em planta), considerado como início dos trabalhos para efeito de medição este vértice.

Locação

A partir dos marcos referidos no item "a", serão implantados, no desenvolver da poligonal, vértices distanciados entre si de 2 a 4 km devidamente materializados por marcos ou pinos.

Os marcos terão dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,40m feitos em concreto com resistência à compressão de 4,0 MPa, e serão providos de pino para centralização de instrumento, e de plaqueta de identificação.

Esses vértices serão implantados tendo- se como preocupação principal sua perenidade, de tal maneira que possam ser utilizados em trabalhos posteriores.

Serão feitos uma foto e um croqui de localização de cada vértice da poligonal, em folha própria cujo modelo será definido pela SANEAGO, com descrição da sua posição, amarração, direção das miras, identificação constante na sua plaqueta e outras informações necessárias.

Equipamentos

A poligonal, assim estabelecida, será medida com utilização de teodolitos de leituras angulares de um segundo, com estações totais de capacidade nominal de até 5,0 km ou estações totais de capacidade superior.

Todos os elementos necessários ao cálculo final das distâncias e fatores de correções, tais como temperatura e pressão atmosférica, serão anotados, utilizando- se para isso termômetros, altímetros e barômetros.

Trabalhos de campo

As leituras dos ângulos horizontais entre os lados da poligonal serão feitas até o segundo e constarão de três reiterações com origens diferentes no limbo horizontal. Cada reiteração compreende uma leitura de ângulo horizontal na posição direta da luneta, e outra na posição inversa. As origens no limbo horizontal serão próximas de 0°, 60° e 120°.

Os ângulos verticais serão lidos até o segundo, podendo ser com apenas uma leitura em cada posição da luneta, ou simultaneamente nos dois extremos do segmento a ser medido.

A anotação dos elementos de campo quer angulares, quer lineares, será feito em folhas próprias, conforme modelo apresentado pela SANEAGO ou aprovado por ela.

De cada um dos vértices da poligonal deverão, ser visados, sempre que possível, dois pontos de mira (torre de igreja, para- raios, arestas de edifícios etc.), registrando- se em croquis claros e inconfundíveis na folha de medidas angulares, observadas as condições descritas anteriormente. Para facilitar a busca no campo do ponto de mira, recomenda- se a leitura do ângulo vertical, pelo menos até o minuto.

Precisão dos trabalhos

O erro angular máximo será dez segundos x raiz quadrada de N, sendo "N" o número de vértices da poligonal. O erro linear não poderá exceder ao estabelecido pela relação de 1:20000.

Trabalho de escritório

O cálculo do ângulo horizontal final será feito adotando- se o método da redução à origem, ficando prejudicadas as leituras que apresentarem discrepâncias superiores a cinco segundos do valor médio das leituras angulares.

Os valores das coordenadas dos vértices dessas poligonais serão topográficos, e nas respectivas planilhas de cálculo deverão constar os seguintes dizeres: "Coordenadas topográficas referidas ao Sistema UTM, tendo como vértice de origem a marco...".

Com os dados angulares e lineares coletados em campo, será montada a planilha de cálculo de coordenadas, obtendo- se assim os valores dos vértices da poligonal.

O desenho da poligonal desenvolvida será lançado sobre uma planta aerofotogramétrica da área de trabalho em escala 1: 10000, caracterizando seus vértices e assinalando suas respectivas coordenadas; com o rodapé contendo dados e informações conforme modelo indicado pela SANEAGO ou aprovado por ela.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes componentes:

- a) Folhas de medições angulares;
- b) Folhas de medições lineares;
- c) Planilhas dos cálculos das reduções de distâncias;
- d) Planilhas dos cálculos das coordenadas dos vértices;

Relatório dos serviços executados, constando de:

- Métodos e técnicas utilizadas no desenvolvimento;
- Referências planimétricas adotadas;
- Croquis de localização de cada vértice implantado;
- Planta (conforme descrito no último parágrafo do sub- item "Trabalhos de escritório";
- Fotos e respectivos negativos.

Nota: Ficará a critério da SANEAGO a forma de fechamento da poligonal implantada.

Locação de curvas de nível

Aplicação

Para demarcação, no terreno, de uma linha de mesma altitude previamente estipulada. Aplica-se principalmente para determinação de bacias hidrográficas.

Condições a serem observadas:

A cota da curva de nível a ser locada, estará referida à RN fornecida pela SANEAGO;

Esta RN poderá distar da área de trabalho até 1,0 km, distância esta tomada em uma única direção. Neste caso o transporte da altitude correrá por conta da contratada.

Implantação

Os pontos representativos de uma curva de nível serão materializados no terreno por marcos com dimensões de 0,05 x 0,05 x 0,30m e, a cada quilômetro aproximadamente, serão cravados marcos de 0.10 x 0.10 x 0.40m.

Quando uma curva de nível cortar linha de divisa, entre propriedades, será cravado marco neste ponto.

Equipamento

Para estes serviços serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 4\text{mm/km}$.

Serão ainda necessários: miras comuns de encaixe ou dobráveis, sapatas de ferro, níveis de cantoneira, trenas de aço ou fibra e balizas.

Trabalhos de campo

Os pontos nivelados deverão distar no máximo 30 m na sua sequência, devendo esta distância ser reduzida, quando o relevo assim o exigir para melhor representação da curva de nível, como nos fundos de vale ou divisores de conformação em curvas bem acentuadas.

O nivelamento deve ser feito pelo processo geométrico, sendo o instrumento colocado sempre equidistante dos pontos nas visadas de ré e de vante.

Os pontos de mudança serão obrigatoriamente na estaca da curva de nível. A visada máxima não deverá exceder 75 m.

Precisão dos trabalhos

O erro altimétrico máximo tolerável será de até $12\text{ mm} \times \sqrt{K}$, sendo K o número de quilômetros da poligonal, computado em um só sentido.

As altitudes dos marcos implantados poderão variar mais ou menos 100 mm em relação à curva projetada. Não será a superfície do marco a RN da curva, mas, sim, o terreno natural junto ao marco.

Trabalhos de escritório

Serão elaborados croquis contendo a distância entre os pontos demarcados, assim como as interferências que cortam a linha de cota.

Serão entregues esses croquis (sem escala), em papel vegetal, com rodapé conforme citado anteriormente, de tamanho padronizado segundo as normas da ABNT, com legenda de acordo com o sistema usado pela SANEAGO, informando em espaço denominado de "Notas", referência altimétrica adotada, assim como outras informações julgadas de interesse.

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação dos trabalhos, a existência de uma RN mencionada e não utilizada, os valores altimétricos serão recalculados, com a altitude da RN oficial.

Os cálculos altimétricos dos pontos serão feitos na caderneta de campo.

Material a ser entregue:

Serão entregues os seguintes elementos:

- Cadernetas de nivelamento originais;
- Relatório dos trabalhos executados, nos quais deverão constar métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento dos relatórios;
- Referências de nível adotadas com respectivos croquis de localização;
- Planta geral em escala 1:1000, com a localização do trecho onde se desenvolveram os trabalhos, com o rodapé de acordo com modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela;
- Croquis referidos no item anterior;

Observação: Itens "d" e "e"- Aplicação em representação em planta da curva de nível demarcada no terreno.

Levantamento planimétrico de curvas de nível

Condições a serem observadas:

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá marcos de apoio estabelecidos por trabalhos de natureza geodésica, a fim de permitir a maior segurança no desenvolvimento das poligonais, bem como a representação do desenho com coordenadas topográficas, referidas à projeção UTM;

Estes marcos distarão da área onde se desenvolverão os serviços até 1 km, distância esta tomada em uma única direção; neste caso, seu transporte correrá por conta da contratada.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio indicados pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de coordenadas.

Implantação

Os marcos representativos da curva de nível serão levantados a partir dos vértices de uma poligonal, de desenvolvimento próxima da curva de nível. Os marcos desta curva de nível serão ocupados como vértices da poligonal, cujos lados não poderão exceder a 120 m, distâncias estas medidas a trena de aço, fibra, ou estação total de última geração.

De cada um dos vértices da poligonal, que são marcos de concreto com dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,40m e resistência à compressão de 25 MPa, serão feitas visadas, sempre que possível, a dois pontos de mira (torre de igreja, para- raios, arestas de edifícios, etc.), registrando- se em croquis claros e inconfundíveis na folha de medidas angulares. Para facilitar a busca no campo do ponto de mira, recomenda- se a anotação do ângulo, vertical, com leitura até o minuto.

Os marcos intermediários da curva de nível, e os demais detalhes serão levantados pelo processo de irradiação, sendo toleradas as distâncias taqueométricas de até 75 m.

As distâncias referidas no item b e as acima mencionadas serão maiores, a critério da SANEAGO, desde que medidas com estações totais.

Quando os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO, distarem mais de 4,0 km entre amarrações sucessivas, poderão a critério da SANEAGO ser estabelecidos pela contratada novos marcos intermediários de apoio.

Equipamentos

Serão utilizados para esses serviços teodolitos de precisão nominal, de no mínimo um minuto sexagesimal, mira comum de encaixe ou dobrável, balizas, níveis de cantoneira, trena de aço ou fibra. Opcionalmente, poderão ser utilizadas estações totais.

Trabalhos de campo

As leituras dos ângulos entre os lados da poligonal serão em número de duas; sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau.

As medidas lineares serão tomadas diretamente à trena, e controladas taqueometricamente com visadas de vante e de ré. A trena será colocada horizontalmente entre balizas aprumadas, e as distâncias lidas até o centímetro. Para essas medidas será utilizada estação total.

É feito, indispensavelmente, o controle de fechamentos parciais entre marcos de apoio a essas poligonais, executando- se as devidas amarrações (isso quando houver esses marcos). Serão levantadas, também, todas as interferências (rios, estradas, cercas, linhas de transmissão etc.).

Precisão dos trabalhos

A tolerância máxima desses trabalhos será de trinta segundos X raiz quadrada de N, sendo "N" o número de vértices da poligonal.

Para as medidas lineares o erro não será superior à relação de 1: 3000.

Trabalhos de escritório

As plantas serão elaboradas através das coordenadas topográficas dos vértices da poligonal, cujos valores estarão referidos ao apoio do item "a". Os respectivos cálculos serão feitos em folhas de modelo próprio, previamente aprovado pela SANEAGO. Os detalhes serão lançados com transferidor de no mínimo 0,20 m de diâmetro, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala a ser previamente designada e em formatos padronizados pela ABNT.

Deve ser feito desenho em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm² ou poliéster) com tinta preta indelével. Nessa cópia deverão constar os vértices da poligonal base, os marcos implantados e "amarrados" a esta poligonal base, bem como as suas respectivas coordenadas e todos os detalhes levantados.

Serão usados papéis em tamanhos padronizados, segundo as normas da ABNT, com legendas, informando em espaço denominado por "Notas" os referenciais planimétricos adotados, assim como outros dados.

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação dos trabalhos, a existência de um vértice mencionado e não utilizado, os valores planimétricos serão recalculados com a coordenada do vértice oficial, e as plantas redesenhadas.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
2. Cópia transparente e respectiva cópia heliográfica, com o rodapé segundo modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela;
3. Cadernetas originais de Campo, conforme modelo tradicional, serão apresentadas cadernetas individuais de cada poligonal, independentes das cadernetas de levantamento de detalhes;

Planilhas de cálculo constando os seguintes dizeres:

- "Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM", tendo como vértice de origem o marco";
- Relatório dos trabalhos executados, onde deverão constar:
 - Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
 - Referenciais adotados, com os respectivos croquis de localização;
 - Planta geral com a localização do trecho trabalhado em escala 1:10000, com o rodapé conforme modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela.

Locação de linhas

Aplicação

Para demarcação, no terreno, de uma linha previamente calculada. Aplica-se, principalmente, para materialização de divisas.

Condições a serem observadas:

A SANEAGO fornecerá as coordenadas dos pontos de deflexão, ou plantas para serem coletados os elementos da linha a ser demarcada;

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá marcos de apoio, estabelecidos por trabalhos de natureza geodésica, a fim de permitir maior segurança no desenvolvimento das poligonais; Esses marcos distarão da área onde se desenvolverá a locação até 1,0 km, distância esta medida em uma só direção, ficando a cargo da contratada o transporte de suas coordenadas.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1,0 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de coordenadas.

Implantação

Será implantada uma poligonal à margem da linha, bem como executada a locação a partir dos vértices desta. De cada um dos vértices da poligonal, que são marcos de concreto com dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,40m e resistência à compressão de 25 MPa, serão visadas sempre que possível a dois pontos de mira (torre de igreja, para- raios, arestas de edifícios etc.), registrando- se em croquis claros e inconfundíveis na folha de medidas angulares. Para facilitar a busca no campo do ponto de mira, recomenda- se a anotação do ângulo vertical, com leitura até o minuto. Serão feitas, quando possível, medidas para amarrações dos marcos. Essas medidas serão registradas, em croquis claros e inconfundíveis, nas folhas de cadernetas de campo, (modelo tradicional).

Os pontos de deflexão serão materializados no terreno, por marco com dimensões de 0,05 x 0,05 x 0,30m.

Se as distâncias entre os pontos de deflexão ultrapassarem 50 m, ou quando não forem intervisíveis, serão implantados pontos intermediários de tal forma que haja intervisão.

Quando os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 4,0 km entre amarrações sucessivas, serão estabelecidos novos marcos intermediários de apoio, pela contratada.

Equipamentos

Serão utilizados para esses serviços teodolitos de precisão nominal de, no mínimo, um minuto sexagesimal, trena de aço ou fibra, balizas e, opcionalmente, poderão ser utilizadas estações totais.

Trabalhos de campo

Será implantada uma poligonal à margem da linha, e se fará a locação a partir dos vértices desta.

É indispensável o controle de fechamentos parciais entre marcos de apoio a estas poligonais, executando- se as devidas amarrações.

As medidas lineares serão tomadas, com o auxílio de estação total ou à trena de aço ou fibra, e controladas taqueometricamente com visadas de vante e de ré.

As leituras dos ângulos entre os lados das poligonais serão em número de duas; sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau.

A critério da SANEAGO, a contratada poderá também realizar um levantamento de faixa da linha locada a partir dos vértices da poligonal.

Serão elaborados croquis sem escala, mostrando as eventuais interferências existentes ao longo da linha locada.

Precisão dos trabalhos

A tolerância angular máxima destes trabalhos será de trinta segundos x raiz quadrada de N, sendo "N" o número de vértices da linha demarcado.

Para as medidas lineares, o erro não será superior à relação de 1: 3000.

Trabalhos de escritório

Os elementos da linha demarcada serão lançados através das coordenadas topográficas relativas ao apoio referido nos itens "a" a "b", inclusive com valores de rumos ou distâncias entre pontos, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala a ser designada, a em formatos padronizados pela ABNT.

Será feita uma cópia de papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm² ou poliéster), com tinta preta indelével. Nessa cópia deverão constar todos os elementos da linha demarcada (rumos, distancias, coordenadas, nomenclaturas adotadas), além se todos os marcos implantados na área com suas respectivas coordenadas topográficas.

Serão usados papéis em tamanhos padronizados pela ABNT com legenda de acordo com o sistema utilizado pela SANEAGO, informando em espaço denominado de "Notas" as referências planialtimétricas adotadas, assim como outros dados.

Os cálculos das coordenadas dos pontos serão feitos em folhas de modelo próprio, previamente aprovado pela SANEAGO. Se necessário, os cálculos altimétricos serão feitos na caderneta de campo.

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação dos trabalhos, a existência de um vértice mencionado e não utilizado, os valores planimétricos serão recalculados com a coordenada do vértice oficial.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou similar;
2. Cópia transparente e respectiva cópia heliográfica, com rodapé conforme citado anteriormente;
3. Cadernetas de campo originais, modelo tradicional, sendo que serão apresentadas cadernetas individuais de cada poligonal;

Planilhas de cálculos constando os seguintes dizeres:

"Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM, tendo como vértice de origem o marco;

Relatório dos trabalhos executados no qual devem constar:

- Métodos e técnicas utilizadas no desenvolvimento;
- Referências planimétricas adotadas com os respectivos croquis de localização;
- Planta com a localização do trecho trabalhado em escala 1:1 e rodapé conforme citado anteriormente;

Levantamento planialtimétrico de faixas

Aplicação

Na elaboração de projeto de adutoras, interceptores ou emissários. Utiliza-se também no projeto de estrada de acesso às instalações de saneamento e para aquelas que devam ser reconstruídas, nos casos em que as existentes e de acesso às propriedades privadas venham a ser inundadas pelo represamento de cursos d'água.

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá marcos de apoio ao levantamento das poligonais, estabelecidos por trabalhos de natureza geodésica, a fim de permitir a representação de todo o sistema referido à projeção UTM;

Estes marcos distarão da faixa a ser levantada até 1 km, distância esta tomada em uma única direção, e o transporte dos valores das coordenadas correrá por conta da contratada;

A RN a ser adotada será a indicada pela SANEAGO, e sua localização poderá distar até 1,0 km da faixa a ser levantada, distância esta tomada em uma única direção, ficando o transporte de altitude por conta da contratada;

Nota: se eventualmente os marcos de apoio indicados pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível ou de coordenadas.

Implantação

A partir dos marcos referidos nos itens "a" a "c", será desenvolvida uma poligonal base. Partindo dos marcos implantados por essa poligonal base poderão, se necessário, ser desenvolvidas outras poligonais de apoio, utilizando-se estacas com dimensões de 0,04 x 0,04 x 0,25m, ou pinos, de acordo com as características do terreno. Esses pinos ou estacas serão identificados com anotação gráfica através de tinta indelével ou estaca testemunha. Serão feitas, ainda, medidas para amarração desses pinos ou estacas, registrando-se estas medidas em croquis de forma clara e inconfundível nas folhas da caderneta de campo, possibilitando, desta maneira, a qualquer tempo, a localização dos pinos ou estacas, ou a sua reimplantação, caso tenham sido destruídos.

As leituras dos ângulos entre os lados da poligonal serão em número de duas; sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau.

Serão implantados marcos de dimensões 0,10 x 0,10 x 0,40m, ao longo da faixa e pelo menos dois marcos a cada quilometro, intervisíveis e devidamente "amarrados" à poligonal base ou de apoio. Desses marcos serão feitas visadas para pontos notáveis, no mínimo dois, como torres de transmissão, para- raios, torres de igreja, etc., para servirem como mira, garantindo assim a utilização desses marcos em trabalhos posteriores.

Deverão existir, ao longo da faixa, alguns marcos dotados de altitude referida à RN indicada pela SANEAGO.

Equipamentos

A poligonal base deve ser locada utilizando-se teodolitos de precisão nominal de leituras angulares de um minuto sexagesimal, estimando-se as partes fracionárias, até os décimos de minuto.

Serão necessários ainda: níveis de tripé com precisão nominal de +/- 4mm/km, trenas, balizas, miras comuns de encaixe ou dobráveis, níveis de cantoneira e sapatas de ferro. Opcionalmente, serão usadas estações totais.

Trabalhos de campo

É indispensável o controle do fechamento da poligonal base, nos marcos de apoios referidos nos itens "a" e "c", e o fechamento das eventuais poligonais de apoio, nos marcos implantados a partir da poligonal base, procedendo-se às correções que se fizerem necessárias.

Na inexistência dos marcos de apoio planimétricos para fechamento distante mais 1 km da área de serviço, a poligonal ficará aberta.

As medidas lineares serão feitas com trena de aço ou de fibra colocada horizontalmente entre balizas aprumadas, e as distâncias consideradas até o centímetro, ou feitas através de estações totais.

Serão levantados a partir dos vértices das poligonais todos os detalhes que se fizerem necessários, pelo processo de irradiação e por taqueometria, tais como: cercas, muros, córregos, linhas de transmissão, construções, afloramentos de rochas etc., além da anotação dos nomes dos proprietários dos terrenos atingidos. Detalhes próximos aos vértices serão tomados a trena.

Todos os vértices implantados serão nivelados pelo processo geométrico e contranivelado, tendo seus valores altimétricos definidos pela média aritmética, expressa até o milímetro, desde que o fechamento esteja contido no limite admissível citado anteriormente.

Será feito o nivelamento taqueométrico dos pontos de detalhes irradiados a partir da poligonal base. Estas altitudes serão calculadas e assinaladas em planta até o centímetro. O nivelamento deverá cobrir o terreno com uma densidade de pelo menos 40 pontos por hectare. Nenhuma distância será superior a 120m, sendo os ângulos verticais lidos até o minuto. Nenhuma visada do nivelamento excederá 50m.

Quando as faixas levantadas contiverem pequenos cursos d'água ou os atravessarem, o nivelamento será de tal modo, que fiquem bem caracterizadas as margens e as áreas inundadas. A intervalos não superiores a 100 m, serão nivelados pontos correspondentes ao fundo do córrego (F) e ao nível d'água (NA), com anotação da data.

Serão determinadas as altitudes das enchentes máximas (EM) pelos vestígios locais, ou através de informações de pessoas conhecedoras da região. Esses dados serão registrados em planta, com cotas até o centímetro precedidas das iniciais "F", "NA" ou "EM", conforme o caso.

Todos os bueiros serão nivelados nas suas soleiras de montante e de jusante, anotando-se as seções destes e a material de que serão feitos. Serão determinadas as altitudes das plataformas das pontes sobre os córregos.

Quando as faixas a serem levantadas ocuparem trechos das vias públicas (avenidas, ruas, vielas etc.), para atendimento às condições de projeto, além dos procedimentos anteriores, também será adotado o seguinte procedimento: desenvolver uma linha com estaqueamento de 20 em 20m, acompanhando o eixo da via pública. A origem do estaqueamento será o cruzamento dos eixos das vias públicas, ou outro ponto, desde que bem definido, no trecho deve ser trabalhado.

Precisão dos trabalhos

O erro angular máximo deve ser de trinta segundos x raiz quadrada de N, sendo "N" a número de vértices da poligonal.

O erro linear não deverá exceder à relação de 1:30.

Deverá ser respeitado o limite admissível de 12 mm x raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros da linha nivelada, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

As plantas serão elaboradas a partir do cálculo das coordenadas dos vértices das poligonais, cujos valores corresponderão ao apoio referido no item "a". Os detalhes, bem como os pontos altimétricos, serão lançados com transferidor de, no mínimo, 0,20m de diâmetro, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala apropriada, e em formatos padronizados pela ABNT.

As plantas podem ainda ser elaboradas mecanicamente com o auxílio de contratada.

Será feita cópia em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura-105/110 g/cm² ou poliéster), com tinta preta indelével, em formatos padronizados pela ABNT, obedecendo à seguinte disposição:

Na metade superior do papel será desenhada a planta da faixa levantada, onde deverão constar todos os detalhes com as respectivas altitudes, os vértices da polygonal de levantamento com as respectivas coordenadas e altitudes e outras informações, quando necessárias, para atender à finalidade do projeto;

Na metade da faixa inferior do papel será desenhado o perfil longitudinal, correspondente ao trecho da via pública desenhado na mesma folha, onde deverão constar todas as informações necessárias para atender à finalidade do projeto.

Serão usadas folhas de tamanhos padronizados pela ABNT, Com legenda de acordo com o sistema utilizado pela SANEAGO, informando no espaço "Notas", as referências altimétricas e planimétricas adotadas, assim como outros dados.

Quando a faixa levantada estiver em terreno plano, cuja representação altimétrica por curvas de nível for indefinida, o nivelamento será expresso por pontos cotados, escritos até o centímetro.

Fica convencionado que: a posição do ponto na planta será a correspondente ao sinal gráfico que separa o número inteiro de metros da sua parte fracionária.

Os cálculos altimétricos dos pontos serão feitos na caderneta de campo, e os cálculos das coordenadas em folhas de modelo próprio, previamente aprovado pela SANEAGO.

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando de apresentação dos trabalhos, a existência de uma RN ou vértice informado e não utilizados, os valores altimétricos e planimétricos serão recalculados com a altitude e as coordenadas da RN e do vértice oficial, e as plantas redesenhadas.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

- Desenho da faixa em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
- Cópia transparente e respectivas cópias heliográficas de planta(s) em papel transparente;
- Cadernetas de campo originais;
- Planilhas de cálculos das poligonais;

Relatórios dos serviços executados, onde deverão constar:

- Memória e técnica utilizada no desenvolvimento;
- Referências altimétricas e planimétricas adotadas, com os respectivos croquis de localização;
- Planta geral em escala 1:10000;

Levantamento planimétrico de faixas

Aplicação

Para levantamento de faixas de servidão, desapropriação e regularização de próprios imobiliários.

Condições a serem observadas

A SANEAGO, sempre que possível, informará marcos de apoio geodésicos para levantamento das poligonais, estabelecidos por trabalhos de natureza geodésica, a fim de permitir a representação de todo o sistema referido à projeção UTM;

Estes marcos distarão da faixa a ser levantada até 1 km, distância esta tomada em uma única direção, e o transporte dos valores das suas coordenadas correrá por conta da contratada.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 (um) quilômetro da área de serviço, a porção que ultrapassa essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de coordenadas.

Implantação

A partir dos marcos referidos no item "a", será desenvolvida uma poligonal base. Partindo dos marcos implantados por essa poligonal base, se necessário, serão desenvolvidas outras poligonais de apoio, utilizando-se estacas com dimensões de 0,04 x 0,04 x 0,25m, ou pinos, de acordo com as características do terreno. Estes pinos ou estacas serão identificados com anotação gráfica através de tinta indelével, ou estaca testemunha.

As leituras dos ângulos entre os lados da poligonal serão em número de duas, sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau.

Serão implantados marcos de dimensões 0,10 x 0,10 x 0,40m ao longo da faixa e pelo menos dois marcos a cada quilômetro, intervisíveis e devidamente amarrados à poligonal base ou de apoio. Desses marcos serão feitas visadas para pontos notáveis, no mínimo dois, como torres de transmissão, para-raios, torres de igreja, etc., para servirem como mira, garantindo assim a utilização desses marcos em trabalhos posteriores.

Equipamentos

A poligonal base será locada, utilizando-se, teodolitos de precisão nominal de leituras angulares de um minuto sexagesimal, estimando-se as partes fracionárias, até os décimos de minuto.

Serão necessários ainda tripés, trenas, balizas, miras comuns de encaixe ou dobráveis, níveis de cantoneira e opcionalmente, serão usadas estações totais.

Trabalhos de campo

É indispensável o controle do fechamento da poligonal base, nos marcos de apoio referidos no item "a", e o fechamento das eventuais poligonais de apoio, nos marcos implantados a partir da poligonal base, procedendo-se às correções.

As medidas lineares serão feitas com trena de aço colocada horizontalmente entre balizas apuradas, e as distâncias consideradas até o centímetro, ou feitas através de estações totais. Serão levantados, a partir das estacas das poligonais, todos os detalhes que se fizerem necessários, pelo processo de irradiação e por taqueometria, tais como cercas, muros, córregos, linhas de transmissão, construções, afloramentos de rochas etc., além da anotação dos nomes dos proprietários dos terrenos atingidos. Detalhes próximos aos vértices serão tomados à trena.

Na inexistência dos marcos de apoio planimétricos para fechamento em torno de 1 km da área de serviço, a poligonal ficará aberta.

Precisão dos trabalhos

O erro angular máximo será de até trinta segundos $\times$ raiz quadrada de N, sendo "N" o número de vértices da poligonal. O erro linear não deverá exceder à relação de 1:30 m.

Trabalhos de escritório

As plantas serão elaboradas a partir do cálculo das coordenadas dos vértices das poligonais, cujos valores corresponderão ao apoio referido no item "a", em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala a ser definida, e em formatos padronizados pela ABNT. As plantas serão elaboradas mecanicamente com o auxílio de meios computacionais.

É feita cópia em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm ou poliéster), com tinta preta indelével. Nessas cópias deverão constar todos os detalhes levantados, e todos os vértices das poligonais, com as respectivas coordenadas.

Serão usadas folhas de tamanho padronizado pela ABNT, com legenda de acordo com o sistema utilizado pela SANEAGO, informando no espaço "Notas" as referências planimétricas adotadas, assim como outros dados.

Caso a SANEAGO constate posteriormente quando da apresentação dos trabalhos, a existência de um vértice mencionado e não utilizado, os valores planimétricos serão recalculados com as coordenadas do vértice oficial, e as plantas redesenhadas.

Os cálculos das coordenadas dos pontos serão feitos em folhas de modelo próprio, previamente aprovado pela SANEAGO.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

- Desenho da faixa em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
- Cópia transparente, e respectiva cópia heliográfica, com o rodapé conforme citado anteriormente;
- Cadernetas de campo originais, sendo que serão apresentadas cadernetas individuais de cada poligonal, independente das cadernetas de levantamento de detalhes;
- Planilhas de cálculos das poligonais constando os seguintes dizeres:

"Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM, tendo como vértice de origem o marco";

Relatórios dos serviços executados onde deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências planimétricas adotadas, com os respectivos croquis de localização;
- Planta geral em escala 1:100, com localização do trecho trabalhado e rodapé conforme citado anteriormente.

Levantamento planialtimétrico de ruas novas

Aplicação

Para complementar de plantas na escala 1:2000 obtidas através de restituição aerofotogramétrica e utilizadas para projeto de redes de distribuição de água ou coletoras de esgotos.

Condições a serem observadas

A contratada escolhe, a seu critério, pontos próximos, ou mesmo dentro da área de serviço, cujas coordenadas serão aferidas graficamente com o auxílio de uma planta da região na escala 1:2000;

Os pontos escolhidos serão amarrados em outros pontos, no mínimo dois, com características estáveis (arestas de edifícios notáveis etc.), também com coordenadas obtidas conforme descrito no item "a";

A RN adotada será a indicada pela SANEAGO, e a sua localização poderá distar até 1 km da faixa a ser levantada, distância esta tomada em uma única direção, ficando a transporte de altitude por conta da contratada.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível.

Equipamentos

Serão utilizados teodolitos de leitura direta de no mínimo, um minuto sexagesimal, estimando-se as partes fracionárias até os décimos de minuto.

Serão necessários ainda: níveis de tripé com precisão nominal de $\pm 4\text{mm/Km}$, trenas, balizas, miras comuns de encaixe ou dobráveis, níveis de cantoneira, sapatas de forro e opcionalmente podem ser usados estações totais.

Trabalhos de campo

Partindo dos pontos referidos nos itens "a" e "c", será desenvolvida uma poligonal onde serão feitas duas leituras dos ângulos entre seus lados com origens diferentes no limbo horizontal. Uma dessas origens será de zero grau.

O levantamento das ruas novas será executado a partir dos pontos implantados pela poligonal e, se necessário, de poligonais de apoio estabelecidas pelo processo de caminhamento entre estacas sucessivas, com ângulos horizontais de sentido.

As medidas dos lados desta poligonal serão tomadas diretamente com trena de aço ou de fibra, controladas taqueometricamente por visadas de vante e de ré, ou com estação total.

Os vértices das poligonais serão materializados no terreno, com estacas de madeira de dimensões $0,04 \times 0,04 \times 0,25\text{m}$ ou, no caso de ruas pavimentadas, com pinos de aço.

A partir dos vértices das poligonais serão levantados pontos suficientes para definir os alinhamentos prediais e alinhamento dos passeios das novas ruas levantadas. Os pontos serão levantados por irradiação, podendo as medidas lineares ser tomadas taqueometricamente, exceto pontos próximos da estação, que serão tomados à trena. Nenhuma distância taqueométrica para levantamento de detalhes será superior a 50m.

As poligonais deverão ter sempre seu fechamento realizado nos pontos de apoio referidos nos itens "a" e "c". Todos os vértices implantados serão nivelados pelo processo geométrico e contra nivelados, tendo seus valores altimétricos definidos pela média aritmética expressa até o milímetro.

É aceito o nivelamento taqueométrico dos pontos de detalhes irradiados a partir da poligonal base. Estas altitudes serão calculadas e assinaladas em planta até o centímetro.

Precisão dos trabalhos

O erro linear não deverá exceder a relação de 1:3 DN, quando a partida e o fechamento das poligonais ocorrerem num dos pontos referidos no item "a".

O erro angular máximo será de trinta segundos x raiz quadrada de N, sendo "N" o número de vértices da poligonal. será respeitado o limite admissível de 12mm x raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetro, dá linha nivelada, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Os desenhos serão elaborados a partir do cálculo dos vértices das poligonais, cujos valores correspondem aos vértices "amarrados" às plantas de referência e obtidos graficamente. Os detalhes levantados, bem como os pontos altimétricos, serão lançados com transferidor de, no mínimo, 0,20m de diâmetro, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala 1:2000, e em formatos padronizados pela ABNT. Poderão, ainda, as plantas serem elaboradas mecanicamente com o auxílio contratada.

É obtida cópia desse desenho em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm ou poliéster), com tinta preta indelével, onde deverão constar as ruas novas levantadas devidamente compatibilizadas com as plantas já existentes, os vértices das poligonais com suas respectivas coordenadas e altitudes.

Serão utilizadas folhas de tamanho padronizado pela ABNT, com legendas de acordo com o sistema utilizado pela SANEAGO, informando no espaço "Notas" as referências planialtimétricas utilizadas, assim como outros dados. Nos desenhos em vegetal, nenhuma inscrição deverá ficar na faixa das ruas, e as designações destas serão escritas paralelamente ao seu desenho.

Os cálculos altimétricos dos pontos serão feitos na caderneta de campo e os das coordenadas dos pontos serão feitos em folhas de modelo apropriado, previamente aprovado pela SANEAGO e indicando que foram usadas coordenadas gráficas.

Material a ser entregue

Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;

Cópia transparente e respectiva cópia heliográfica, com o rodapé conforme citado;

Cadernetas de campo originais;

Planilhas de cálculo;

Relatórios dos trabalhos executados, constando:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências adotadas, com os respectivos croquis de localização;
- Planta geral, com a localização do trecho trabalhado em escala 1:10000.

Levantamento planialtimétrico cadastral de áreas

Aplicação

Para projeto de instalações de estações de tratamento de água; ou esgotos, reservação de água etc., usado também para levantamento de obras existentes.

Condições a serem observadas:

A SANEAGO, sempre que possível fornecerá marcos de apoio planimétrico e altimétrico a estes levantamentos;

A RN e os marcos de coordenadas estabelecidas por trabalhos de natureza geodésica distarão da área a ser levantada até 1 km, distância tomada em uma única direção, e o transporte das cotas e coordenadas até a local dos trabalhos correrá por conta da contratada.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será

considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível ou de coordenadas.

Implantação

Em princípio, todas as glebas serão envolvidas por poligonais para levantamento ou determinação dos seus elementos de divisa, e por análise da precisão obtida, serão consideradas poligonais principais ou não.

A Implantação dessas poligonais será executada a partir dos marcos referidos nos itens "a" o "b", e serão fechadas nas suas estações iniciais. Em se tratando de glebas conjuntas, as poligonais percorrerão, necessariamente, as diversas divisas fazendo fechamento em poligonais de igual classificação, ou nos apoios referidos anteriormente.

Os vértices da poligonal serão materializados no terreno, com estacas com dimensões de 0,04 x 0,04 x 0,25m. Quando qualquer linha de poligonal percorrer rua pavimentada, são utilizados pinos. As estacas serão providas de tachinha para melhor caracterização dos vértices e centralização do instrumento. Serão feitas, quando possível, medidas para amarração das estacas ou pinos, registrando- se estas medidas em croquis claros e inconfundíveis nas folhas de caderneta de campo.

Em todas as áreas levantadas serão implantados marcos "amarrados" à poligonal de levantamentos, intervisíveis entre si, tendo- se como preocupação sua segurança e perenidade. Desses marcos serão feitas visadas para pontos notáveis, no mínimo dois, como torres de transmissão, para- raios, torres de igrejas, etc., para serem usados como mira, garantindo assim a utilização desses marcos em trabalhos posteriores.

O número de marcos a serem implantados varia de acordo com o que estiver previsto em projeto quanto ao número de obras e porte destas. Todavia, nunca será inferior a dois marcos por área.

Estes marcos deverão ter dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,40m, com resistência à compressão de 25,0 MPa, e plaqueta de identificação. Serão enterrados de forma a ficarem aflorando cerca de 0,05 m.

Equipamentos

Serão utilizados teodolitos de leitura direta de um minuto sexagesimal, ou de maior precisão, estimando- se, entretanto, as partes fracionárias.

Serão ainda necessários níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 4\text{mm/km}$, miras comuns de encaixe ou dobráveis, balizas, níveis de cantoneira, trena de aço ou fibra e sapatas de ferro.

Opcionalmente, serão usadas estações totais.

Trabalhos de campo

Quando a área levantada for de grande extensão, recomenda- se a divisão em áreas menores a juízo da SANEAGO, a fim de evitar- se propagação de erros.

Nos casos em que for impossível o fechamento de poligonal, será exigida a reiteração dos ângulos horizontais. Entretanto, poligonais abertas só serão aceitas quando implantadas para levantamento de detalhes internos das áreas.

O processo a ser adotado será o de caminhamento entre estacas sucessivas, com ângulos horizontais de sentido horário referidos ao seguimento anterior, e constarão de duas leituras entra os lados da poligonal. Sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau.

As medidas lineares serão tomadas diretamente, com trena de aço, e controladas taqueometricamente, com visadas de vante e de ré. A trena será colocada horizontalmente entre balizas aprumadas com níveis esféricos, e as distâncias lidas até o centímetro, ou feitas através de estação total.

Todos os vértices das poligonais principais ou secundárias e os marcos implantados serão nivelados pelo processo geométrico. Esses nivelamentos serão fechados, ou contra nivelados, sendo obrigatoriamente os vértices os pontos de mudança do instrumento.

São anotados os fios estadimétricos e os ângulos verticais para o cálculo trigonométrico, entre os vértices das poligonais, para controle dos erros grosseiros do nivelamento geométrico.

A partir dos vértices das poligonais, serão nivelados por irradiação taqueométrica, os pontos internos da área para obtenção de valores altimétricos que permitam a representação do seu relevo com curvas de nível com equidistância vertical de um metro. As visadas não poderão exceder a 120m, e os ângulos verticais serão lidos com estimativa de meio minuto.

A escolha destes pontos no terreno será de tal modo criterioso, que o relevo possa ser fielmente representado. Para tanto, as cadernetas de campo deverão conter croquis limpos e claros com indicações das modificações do relevo pelas erosões, cortes, aterros etc.

A distribuição desses pontos pelo terreno deverá obedecer ao seguinte critério relativo à escala do desenho: 1:200- 25 pontos/hectare 1:1000- 36 pontos/hectare 1:500- 60 pontos/hectare 1:200-100 pontos/hectare. Verificada, por ocasião do desenho, a ocorrência de "claros" sem motivo aparente a justificar, estes serão preenchidos com novos pontos de modo a satisfazer a exigência descrita anteriormente.

O levantamento das áreas destinadas a lagoas de estabilização será feito estaqueando- se previamente uma linha diretriz de 20 em 20 m e sobre cada uma dessas estacas uma seção transversal também estaqueada de 20 em 20 m. A linha diretriz aqui referida deverá estar perfeitamente "amarrada" à poligonal envolvente à área ou à do emissário, e será representada por marcos colocados nos seus extremos em condições de intervisibilidade.

Neste caso o nivelamento será geométrico e será determinada a enchente máxima verificada no local (EM).

Precisão dos trabalhos

O erro angular máximo deve ser de trinta segundos x raiz quadrada de "N", sendo N o número de vértices da poligonal e o erro linear não deverá exceder à relação de 1:3000, para as poligonais principais, e de 1:20 para as poligonais secundárias.

São tolerados erros altimétricos de, no máximo, 12 mm x raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros da poligonal desenvolvida, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

As plantas serão elaboradas através do cálculo das coordenadas dos vértices das poligonais, cujos valores corresponderão ao apoio referida nos itens "a" o "b". Os detalhes, bem como os pontos cotados obtidos pelo processo das coordenadas polares, serão lançados com transferidor de, no mínimo, 0,20m de diâmetro, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala a ser definida pela SANEAGO, escolhida de conformidade com a utilização da área e da sua extensão, e em formatos padronizados pela ABNT. As plantas serão elaboradas com o auxílio de contratada.

É feita cópia em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm ou poliéster), com tinta preta indelével. Nessas cópias deverão constar todos os detalhes levantados: curvas de nível com equidistância horizontal de 1,0 m e todos os vértices de poligonais e marcos implantados com as respectivas coordenadas e altitudes.

São usadas folhas de tamanhos padronizados pela ABNT, com legenda de acordo com o sistema usado pela SANEAGO, informando no espaço "Notas" as referências altimétricas e planimétricas adotadas, assim como outros dados.

Os cálculos altimétricos dos pontos serão feitos na caderneta de campo, e os cálculos de coordenadas em folhas de modelo próprio previamente aprovado pela SANEAGO.

Material entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

- Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
- Cópia transparente e respectiva cópia heliográfica;
- Planilhas de cálculos das poligonais constando os seguintes dizeres:
- "Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM tendo como vértice de origem o marco";

Relatório dos serviços executados, onde constam:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas a planimétricas adotadas, com os respectivos croquis de localização;
- Planta em escala 1:1 com a localização do trecho trabalhado;
- Cadernetas de campo originais, sendo que serão apresentadas cadernetas individuais de cada poligonal independente das cadernetas de levantamento de detalhes.

Levantamento planimétrico detalhado de áreas

Aplicação

No levantamento de propriedades e glebas tendo em vista instruir o processo de desapropriação, servidão ou regularização de próprios imobiliários.

Condições a serem observadas:

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá marcos de apoio para esses levantamentos;

Os marcos de coordenadas, estabelecidas por trabalhos de natureza geodésica, distarão da área a ser levantada até 1 km, distância esta tomada em uma única direção, e o transporte das coordenadas até o local dos trabalhos correrá por conta da contratada.

Nota: Se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1,0 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, transporte de coordenadas.

Implantação

Em princípio, todas as glebas serão envolvidas por poligonais para levantamento ou determinação dos seus elementos de divisa. Por análise da precisão obtida, serão consideradas poligonais principais ou não.

A Implantação dessas poligonais será executada a partir dos marcos referidos nos itens "a" e "b", e serão fechadas nas suas estações iniciais. Em se tratando de glebas conjuntas, as poligonais percorrerão, necessariamente, as diversas divisas, fazendo fechamento em poligonais de igual classificação, ou nos apoios referidos anteriormente.

Os vértices da poligonal serão materializados no terreno, com estacas com dimensões de 0,04 x 0,40 x 0,25m. Quando qualquer linha de poligonal percorrer rua pavimentada, serão utilizados pinos. As estacas serão providas de tachinhas para melhor caracterização dos vértices e centralização do instrumento. serão feitas ainda, quando possível, medidas para amarração das estacas ou pinos, registrando- se estas medidas em croquis claros e inconfundíveis nas folhas de caderneta de campo.

Em todas as áreas levantadas serão implantados marcos "amarrados" à poligonal de levantamento, intervisíveis entre si, tendo- se como preocupação sua segurança e perenidade. Desses marcos serão feitas visadas para pontos notáveis, no mínimo dois, como torres de transmissão, torres de igrejas, para-raios etc, usados como miram garantindo assim a utilização desses marcos em trabalhos posteriores.

O número de marcos a ser implantado varia de acordo com o que estiver previsto em projeto, quanto ao número de obras e extensão destas. Todavia, nunca será inferior a dois marcos por área.

Estes marcos deverão ter dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,40m com resistência à compressão de 25 MPa e plaqueta de identificação. serão enterrados de forma a ficarem aflorando cerca de 0,05 m.

Equipamentos

São utilizados teodolitos de precisão nominal de leituras angulares de um minuto sexagesimal, ou de maior precisão, estimando- se, entretanto, as partes fracionárias.

São ainda necessários: tripés, miras comuns de encaixe ou dobráveis, balizas, níveis de cantoneira, trena de aço e sapatas de ferro. Opcionalmente, serão usadas estações totais.

Trabalhos de campo

Quando a área levantada for de grande extensão, recomenda- se a divisão em áreas menores, a juízo da SANEAGO, a fim de evitar- se a propagação de erros.

Nos casos em que for impossível o fechamento de poligonal, será exigida reparação dos ângulos horizontais. Entretanto, poligonais abertas só serão aceitas quando implantadas para levantamento de detalhes internos das áreas.

O processo a ser adotado será o de caminhamento entre estacas sucessivas, com ângulos horizontais de sentido horário referidos ao seguimento anterior, e constarão de duas leituras dos ângulos entre os lados da poligonal, sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau;

As medidas lineares serão tomadas diretamente com trena de aço, controladas taqueometricamente com visadas de vante e de ré. A trena será colocada horizontalmente entre balizas aprumadas com níveis esféricos, e as distâncias lidas até o centímetro, ou feitas através de estações totais.

A escolha destes pontos no terreno será de tal modo criterioso, que o terreno possa ser fielmente representado. Para tanto, as cadernetas de campo devem conter croquis limpos e claros, com indicações das modificações da superfície do terreno, pelas erosões, cortes, aterros etc.

Precisão dos trabalhos

O erro angular máximo será de até trinta segundos x raiz quadrada de N, sendo "N" o número de vértices da poligonal e o erro linear não deverá exceder à relação de 1:30 para as poligonais principais e de 1:2000 para as poligonais secundárias.

Trabalhos de escritório

As plantas serão elaboradas através do cálculo das coordenadas dos vértices das poligonais, cujos valores corresponderão ao apoio referido nos itens "a" e "b". Os detalhes serão lançados com transferidor de, no mínimo, 0,20m de diâmetro, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala a ser definida pela SANEAGO, escolhida de conformidade com a utilização da área e da sua extensão, e em formatos padronizados pela ABNT.

É feito cópia em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm² ou poliéster), com tinta preta indelével. Nessas cópias deverão constar todos os detalhes levantados, e todos os vértices de poligonais e marcos implantados com as respectivas coordenadas.

Serão utilizadas folhas de tamanhos padronizados pela ABNT com legenda, de acordo com o sistema usado pela SANEAGO, informando no espaço "Notas" as referências planimétricas adotadas, assim como outros dados.

Material entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

- Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
- Cópia transparente e respectiva cópia heliográfica;
- Planilhas de cálculos das poligonais constando os seguintes dizeres:

"Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM tendo como vértice de origem o marco...";

Relatório dos serviços executados, onde deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências planimétricas adotadas, com os respectivos croquis de localização;
- Planta em escala 1:1- com a localização do trecho trabalhado;
- Cadernetas de campo originais, sendo que serão apresentadas cadernetas individuais de cada poligonal, independente das cadernetas de levantamento de detalhes.

Cadastramento de propriedades

Aplicação

Para organização de laudos contendo os levantamentos topográficos e, os títulos de propriedade, dos documentos dos proprietários, a descrição das benfeitorias tendo em vista instruir o processo de desapropriação para fins da implantação de instalações de saneamento básico.

Nota: constitui objeto destas especificações, a pesquisa de informações relativas às características, título da propriedade e sua descrição perimétrica, à exploração e benfeitorias nela existentes e à identidade de seus proprietários. O registro destas informações será realizado em fichas conforme modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela.

As fichas, referidas no item anterior, serão preenchidas com letra de imprensa, sem rasuras, em quatro vias, a os laudos assim construídos serão montados na ordem descrita no item anterior, tendo em sequência a planta individual da propriedade.

Todas as fichas serão fornecidas pela contratada dos serviços de cadastramento, ficando a cargo da SANEAGO o fornecimento da capa do laudo.

Na eventualidade da firma contratada destes serviços não ter feito o levantamento topográfico das áreas, as plantas individuais das propriedades serão fornecidas pela SANEAGO.

Cadastramento de poços de visita e bocas- de- lobo

Aplicação

Objetiva o conhecimento das instalações subterrâneas de esgoto e de águas pluviais existentes, quanto às dimensões e posições nos logradouros públicos, a fim de ordenar o projeto de outras redes.

Condições a serem observadas

Os serviços de cadastramento de poços de visita ou bocas- de- lobo aqui descritos pressupõem a existência de plantas dos logradouros públicos em que se situam, com suficiente detalhamento que permita a localização dessas instalações de modo inconfundível;

Na inexistência de tais plantas, o cadastramento será executado juntamente com o levantamento topográfico das vias públicas;

O poço de visita de instalações elétricas, telefônicas ou similares, pela sua complexidade, sua periculosidade, serão cadastrados pelas companhias concessionárias desses serviços.

Apoio

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá uma RN de apoio localizada a até 1 km da área de serviço, distância esta tomada em uma única direção, e o transporte da altitude correrá por conta da contratada.

Se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1,0 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível ou de coordenadas.

Equipamentos

Serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 4\text{mm/km}$.

Trabalhos de campo

Os poços de visita (PV's) serão previamente identificados segundo o sistema a que pertencem. Todos os elementos executados (bocas de lobo e poços de visitas) serão numerados sequencialmente executados. O cadastramento dos PV's e BLs será feita através de medidas diretas a trena, constituindo triângulos "amarrados" a pontos bem definidos dos alinhamentos prediais (como: divisas entre propriedades, esquinas, etc.) sendo, necessariamente um dos vértices do triângulo o centro do tampão, ou o ponto médio da lateral coincidente com o alinhamento do passeio, de acordo com o elemento cadastrado PV ou BL, respectivamente).

Recomenda-se a adoção de uma ou mais medidas suplementares de amarração, como método para evitar eventuais erros de localização dos segmentos.

As medidas assim obtidas referenciadas a PV's ou BL's serão registradas em folhas próprias, uma para cada PV ou BL.

É feito o nivelamento dos tampões pelo processo geométrico, adotando-se a RN indicada pela SANEAGO. Este nivelamento será sempre fechado ou contra- nivelado sendo os tampões, obrigatoriamente, pontos de mudança de instrumento.

São deixados pontos de cotas nas soleiras das para pronta verificação das edificações, um em cada quadra, nivelamento dos tampões.

São tomadas todas as dimensões do elemento a ser cadastrado (PV's ou BLs), tais como:

- Altura, largura o comprimento da câmara inferior;
- Altura e diâmetro da chaminé;
- Altura total, correspondente à da superfície externa do tampão até o fundo do poço;

Quando a chaminé for construída em posição descentralizada em relação à câmara inferior, deve-se indicar essa posição, tomando-se as medidas para sua representação no desenho.

Serão determinadas as cotas das geratrizes inferiores das tubulações e seus diâmetros, tanto no caso de PV's como no de BL's. Para tanto, serão feitas medidas diretas utilizando-se réguas preparadas para esse fim ou miras. Da mesma forma serão anotados os materiais das tubulações, bem como o sentido do escoamento e do poço jusante, observando ainda seus afluentes.

Todos os dados coletados deverão constar em folha de cadastro conforme modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela, inclusive os referentes ao estado de conservação.

Precisão dos trabalhos

A precisão dos nivelamentos será de, no mínimo, 12mm X raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros do percurso nivelado, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Em uma planta, aerofotogramétrica, escala 1:10000 ou 1:2000, ou em uma planta em escala a ser previamente estabelecida para atendimento às condições do projeto, com o rodapé conforme consta no citado anteriormente, serão assinalados todos os PV's, interligados por traço convencional relativo ao serviço cadastrado, bem como todas as BLs ligadas aos respectivos PV's de afluição, em formatos padronizados pela ABNT.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Planta;
2. Folhas de cadastro;
3. Cadernetas originais de nivelamento das linhas;
4. Cadernetas de levantamento dos logradouros públicos;
5. Planilhas de cálculo;

Relatórios dos serviços executados, onde deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas adotadas.

Cadastramento de soleiras baixas

Aplicação

Objetiva o projeto de engenharia em especial projeto executivo de redes coletoras de esgoto, possibilitando o conhecimento das soleiras de imóveis com cota até dois metros abaixo do greide da rua.

Condições a serem observadas

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá RN's de apoio a este cadastramento, referenciados ao nível do mar, que terão como origem uma RN oficial ou congênere;

Essas referências de nível distarão da área onde serão realizados os trabalhos de cadastramento até 1 km, distância essa tomada em uma única direção, o transporte da altitude correrá por conta da contratada.

Nota: se eventualmente os elementos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível.

Equipamentos

Para execução dos serviços serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 4\text{mm/km}$, trena, mira de encaixe ou dobrável, balizas, etc.

Trabalhos de campo

É feito o nivelamento das soleiras pelo processo geométrico, adotando-se as referências de nível nos itens "a" e "b". Esse nivelamento será sempre fechado e contranivelado, sendo as soleiras, obrigatoriamente, consideradas pontos de mudança de instrumento.

As soleiras com cota até 2 m abaixo do greide da rua serão identificadas numericamente e em sequência, levando-se em conta a numeração da rua onde estão localizadas.

A amarração das soleiras será feita através, de medidas diretas com trena de aço referidas à linha base que acompanha o eixo da rua, estaqueada a cada 20 m, conforme o tipo de projeto. Com os dados coletados em campo serão elaborados croquis de amarração e identificação de todas as soleiras cadastradas.

Precisão dos trabalhos

A precisão dos nivelamentos, ora mencionados, será de, no mínimo, $12\text{mm} \times \text{raiz quadrada de } K$, sendo "K" o número de quilômetros do percurso nivelado, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Em uma planta aerofotogramétrica, escala 1:10000 ou 1:2000, ou em uma planta, em escala previamente estabelecida para atendimento das condições de projeto, com o rodapé conforme consta no citado anteriormente, serão assinaladas todas as soleiras cadastradas. A planta elaborada terá formato padronizado pela ABNT.

Material a ser entregue

Serão entregues:

1. Croquis de amarração e identificação das soleiras, com rodapé conforme citado anteriormente;
2. Cadernetas originais de nivelamento;
3. Planta;

Relatório dos serviços executados, onde deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas adotadas;

Levantamento e locação de furos de sondagem

Aplicação

Orientações que objetivarão o levantamento planialtimétrico de furo de sondagem já executado ou locação de furos a executar, completado com cota da boca do furo, para trabalhos geométricos.

Condições a serem observadas

A SANEAGO, sempre que possível, fornecerá pontos de apoio para a amarração do levantamento e/ou locação de furos de sondagem;

Todos os furos de sondagem necessários a um projeto serão levantados e/ou locados, com base em estacas ou marcos deixados por ocasião do levantamento topográfico;

Se estes marcos ou estacas não existirem, será desenvolvida uma poligonal auxiliar, executando-se os serviços a partir de seus vértices.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme, o caso, como transporte de referência de nível ou de coordenadas.

Equipamentos

Serão utilizados teodolitos de precisão nominal de leituras angulares de, no mínimo, um minuto sexagesimal, estimando-se as partes fracionárias até os décimos de minuto.

Serão utilizados níveis de tripé com precisão nominal mínima de $\pm 4\text{mm/km}$, trena, mira de encaixe ou dobrável, balizas, etc.

Os serviços de levantamento ou locação serão executados apenas com o emprego de trena e baliza, através de "amarrações", quando o serviço assim o permitir sempre de acordo com os itens "a" e "b".

Trabalhos de campo

O levantamento topográfico ocorrerá sempre que os furos já tiverem sido executados, e a partir de vértices da poligonal ou marcos existentes, sendo irradiados de forma a permitir o cálculo das coordenadas do ponto e a representação em planta já existente.

A locação dos furos de sondagem ocorrerá sempre que haja obrigatoriedade de identificar no campo furos a serem executados. Os pontos locados serão materializados, com piquetes e estacas testemunhas, com identificação do furo.

Serão feitas medidas para amarração dos furos de sondagem, da seguinte forma: serão construídos triângulos formados a partir de pontos bem definidos, como divisas de propriedades, esquinas, postes, etc., sendo necessariamente um dos vértices desse triângulo o ponto cadastrado.

Com os dados obtidos em campo, serão elaborados croquis de amarração e identificação de todos os furos de sondagem, conforme modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela.

A boca do furo ou o piquete de locação será nivelado com cotas altimétricas até o centímetro, conforme, os itens "a" e "b", através de nivelamento.

Havendo necessidade do desenvolvimento de uma poligonal auxiliar, conforme aventado no item "c", adotar o seguinte procedimento:

1. As leituras dos ângulos entre os lados da poligonal deverão constar de duas reiterações, com origens diferentes no limbo horizontal.
2. Cada reiteração compreende uma leitura do ângulo horizontal na posição direta da luneta e outra em sentido invertido, na posição inversa. Uma das origens será zero grau;
3. As medidas lineares serão tomadas diretamente à trena de aço, e controladas taqueometricamente com visadas de vante e de ré.
4. A trena será colocada horizontalmente entre balizas aprumadas, e as distâncias lidas até o centímetro. Para essas medidas serão utilizadas estações totais.

Precisão dos trabalhos

O erro altimétrico máximo admitido será de até $12\text{mm} \times \text{raiz quadrada de } K$, sendo "K" o número de quilômetros levantados para a execução dos serviços, computados em um só sentido.

No caso do aventado no item "c", o erro angular máximo será de trinta segundos x raiz quadrada de N, sendo "N" o numero de vértices da poligonal. Para as medidas lineares o erro não deverá exceder a relação de 1:3000. À critério da SANEAGO, a poligonal será aberta.

Trabalhos de escritório

Serão assinalados todos os furos de sondagem levantados ou locados com suas respectivas cotas e identificações em uma planta aerofotogramétrica, escala 1:10000 ou 1:2000, ou em uma planta em escala a ser previamente estabelecida, para atendimento das condições de projeto. A planta elaborada deverá ter formato padronizado pela ABNT.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Cadernetas de campo originais. Caso se tenha desenvolvido uma poligonal auxiliar, esta tem uma caderneta independente das cadernetas de levantamento ou locação;
2. Planilhas de cálculo;
3. Relatório dos serviços executados, onde deverão constar:

Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;

- Referências planimétricas e altimétricas adotadas;
- Croquis de localização dos pontos locais ou levantados;
- Planta;

Transporte de referência de nível- nivelamento de precisão

Aplicação

Implantação de rede de RN's, através de nivelamento de precisão, colocação de pinos de aço ou marcos de concreto formando uma malha de apoio de altimetria, para projetos de saneamento básico.

Condições a serem observadas

A SANEAGO fornecerá, sempre que possível, os marcos geodésicos propícios ao nivelamento geométrico de precisão. Os marcos serão referenciados ao nível do mar e terão como origem um marco oficial;

Estes marcos distarão da área de trabalho até 1 km, distância essa tomada em uma única direção, o transporte de altitude correrá por conta da contratada;

Nos locais onde não houver marco de origem oficial ou congênere, nem marcos de apoio instituído pela SANEAGO, o transporte de RN tem sua origem em uma cota arbitrária a partir de ponto perfeitamente caracterizado e representado em croquis.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível nivelamento de precisão, procedendo- se como orienta esta norma.

Implantação

As Uns serão materializadas por meio de pinos de aço com plaqueta de identificação, ou marcos de concreto, com pino central e plaqueta de identificação, cravados em soleiras ou pontos notáveis.

Os marcos terão dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,50 metros, em concreto de resistência à compressão de 25,0 MPa e serão providos de pino central e de plaqueta de identificação.

Os pinos de aço ou marcos de concreto serão cravados tendo- se em conta a sua proteção e perenidade, ficando a sua face superior rente ao chão.

Equipamentos

Para estes serviços serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 2\text{mm/km}$, miras normais, tipo caixão ou dobráveis e sapatas de ferro para mudanças.

Trabalhos de campo

A SANEAGO indicará o número mínimo de Uns a serem implantadas mantendo- se à distância, entre elas, próxima de 1.000m.

Serão deixados Pontos de Segurança (PS's) com cotas altimétricas, calculadas até o milímetro, em todas as soleiras de edifícios notáveis que se localizem no percurso.

Na inexistência destes, os PS's serão fixados em pinos de aço sobre a guia, ou marcos de concreto distanciados entre si de 500m, aproximadamente.

O intervalo entre os pontos de mudança no nivelamento geométrico não deverá ultrapassar 50 (cinquenta) metros de distância, sendo que os PS's serão obrigatoriamente pontos de mudança de aparelho.

Deverá ser feito um croqui de localização de cada RN, em folha própria, com descrição de sua posição e constando a identificação em sua plaqueta.

Os dados de campo serão anotados em cadernetas próprias para nivelamento geométrico de precisão, conforme modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela.

Precisão dos trabalhos

Será tolerado um erro máximo de $4\text{mm} \times \text{raiz quadrada de } K$, sendo "K" o número de quilômetros da linha nivelada, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Calcular cadernetas de nivelamento, elaborando planilhas.

Sendo posteriormente transferidos, os valores dos desníveis obtidos para a planilha de nivelamento, de precisão, conforme modelo proposto pela SANEAGO ou aprovado por ela.

Em uma planta aerofotogramétrica, em escala a ser previamente estabelecida pela SANEAGO, com rodapé conforme citado anteriormente, serão assinaladas todas as Uns implantadas em campo interligadas por traço convencional relativo ao transporte executado. A planta elaborada deverá ser formato padronizado pela ABNT.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Planta escala conveniente;
2. Cadernetas de nivelamento;
3. Planilhas de cálculos;

Relatório dos serviços executados, constando:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas utilizadas, com os respectivos croquis de localização;
- Croquis de localização das Uns implantadas.

Transporte de referência de nível- nivelamento comum

Aplicação

Para Implantação de rede de PS's (Pontos de Segurança) através de nivelamento geométrico comum; colocação de pinos de aço ou se necessário, marcos de concreto, formando uma malha para projetos de saneamento básico.

Condições a serem observadas:

A SANEAGO informará, sempre que possível, os marcos de apoio a este nivelamento geométrico. Os marcos serão referenciados ao nível do mar e terão como origem um marco oficial;

Estes marcos distarão da área de trabalho até 1,0 km. Distância essa tomada em uma única direção. Nesse caso, o transporte da altitude correrá por conta da contratada;

Nos locais onde não houver marco oficial nem marcos de apoio instituído pela SANEAGO, o transporte de RN poderá ter origem em uma cota arbitrária, em ponto perfeitamente caracterizado e representado em croquis.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível- nivelamento comum, procedendo- se como orienta esta Norma.

Implantação

As referências de nível serão materializadas por meio de pinos de aço, com plaqueta de identificação, ou marcos de concreto com pino central e plaqueta de identificação, cravados em soleiras ou pontos notáveis.

Os marcos terão dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,50m, em concreto de resistência à compressão de 25,0 MPa e serão providos de pino central e plaqueta de identificação.

Os pinos de aço e marcos de concreto serão cravados levando- se em conta a sua proteção e perenidade ficando a sua face superior rente ao chão.

Equipamentos

Para estes serviços serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de +/- 4mm/km, miras normais tipo caixão ou dobráveis e sapatas de ferro para mudança.

Trabalhos de campo

São deixados Pontos de Segurança (PS's) com cotas altimétricas calculadas até o milímetro em todas as soleiras de edifícios notáveis, que se localiza no percurso.

Na inexistência desses edifícios, os PS's serão fixados com pinos de aço sobre a guia ou marcos de concreto distanciados entre si de 500m, aproximadamente.

O intervalo entre os pontos de mudança no nivelamento geométrico não deverá ultrapassar 80 m de distância, sendo que os PS's serão obrigatoriamente considerados pontos de mudança de instrumento.

Os dados de campo serão anotados em cadernetas próprias para nivelamento geométrico comum.

É feito um croqui de localização de cada PS, em folha própria, com descrição de sua posição, e outras informações necessárias.

Precisão dos trabalhos

É tolerado um erro máximo de 12mm x raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros do trecho percorrido, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Em uma planta aerofotogramétrica, em escala previamente estabelecida pela SANEAGO, com o rodapé conforme citado anteriormente, serão assinalados todos os PS's implantados em campo, interligados por traço convencional relativo ao transporte executado. A planta elaborada deverá ter formato padronizado pela ABNT.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Cadernetas de nivelamento;
2. Planilhas de cálculo;

Relatório dos serviços executados, contando:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas adotadas;
- Croquis de localização das Uns implantadas;
- Planta.

Nivelamento geométrico de cruzamento de ruas, pontos de mudança de greide e direção

Aplicação

Para nivelamento geométrico de linhas ou pontos de cruzamento de ruas em zona urbana, para projetos de engenharia de adutoras, emissários, rede de distribuição de água ou rede coletora de esgoto.

Condições a serem observadas

A SANEAGO fornecerá, sempre que possível, os marcos de apoio a este nivelamento geométrico. Os marcos serão referenciados ao nível do mar e terão como origem um marco oficial ou congênere;

Estes marcos distarão da linha a ser nivelada até 1km, distância essa tomada em uma única direção, o transporte dos valores de suas altitudes correrá por conta da contratada;

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação do trabalho, a existência de uma RN mencionada e não utilizada, as cotas altimétricas serão refeitas com a altitude da RN oficial.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível.

Equipamentos

Para estes serviços serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de +/- 4mm/km, miras normais de encaixe ou dobráveis, sapatas de ferro para mudanças, níveis de cantoneira, trena de aço e balizas.

Trabalhos de campo

Todos os pontos serão nivelados pelo processo geométrico e contra nivelados, tendo seus valores altimétricos definidos pela média aritmética e expressos até o milímetro.

Serão tomadas com o auxílio de trena e balizas todas as distâncias entre os pontos nivelados.

Em se tratando de nivelamento para projeto de rede coletora de esgoto, será desenvolvida apenas uma linha de nivelamento, acompanhando o eixo da rua. Neste caso serão nivelados todos os pontos de cruzamento dos eixos de ruas, mudanças de greide e mudanças de direção. Existindo edificações com soleiras até 2m abaixo do greide da rua, estas serão cadastradas de acordo com o descrito nesta especificação.

São deixadas referências de nivelamento, uma em cada quadra, em soleiras de edifícios notáveis que deverão ficar materializados com pinos de aço ou marcos de concreto. Na inexistência destes, serão deixadas outras referências em locais que ofereçam condições de segurança e perenidade ao ponto. serão elaborados croquis de localização dessas referências (PS's).

O intervalo entre os pontos de mudança no nivelamento geométrico, não deverá exceder a 80 m de distância, sendo que todos os PS's implantados serão obrigatoriamente considerados pontos de mudança de instrumento.

Precisão dos trabalhos

Serão tolerados erros de, no máximo, 12mm x raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros, da linha a ser nivelada, computado em um só sentido.

Trabalhos de escritórios

Em uma planta aerofotogramétrica, escala 1:2000, ou em uma planta em escala a ser previamente estabelecida para atendimento das condições de projeto, com rodapé conforme citado anteriormente, serão assinalados todos os pontos nivelados (PS's, mudanças de greide e direção, soleiras baixas etc.) com as suas respectivas cotas. As plantas serão elaboradas com auxílio de meios informáticos.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Planta;
2. Cadernetas originais de nivelamento, nas quais deverão constar as referências altimétricas adotadas e suas respectivas cotas;

Relatório dos serviços executados, nos quais deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas adotadas;
- Croquis dos PS's implantados.

Locação de projeto executivo de rede coletora de esgotos

Aplicação

Locação, amarração e nivelamento de pontos representativos das singularidades em projeto de redes coletoras de esgoto.

Condições a serem observadas:

A SANEAGO fornecerá, sempre que possível, os marcos de apoio a esses serviços, referenciados ao nível do mar, que terão como origem um marco geodésico;

Esses marcos distarão da linha a ser nivelada até 1km, distância essa tomada em uma única direção e o transporte dos valores de suas altitudes correrá por conta da contratada;

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação do trabalho, a existência de uma RN mencionada e não utilizada, as cotas altimétricas serão refeitas com a altitude da RN oficial.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível.

Equipamentos

Para esses serviços serão utilizados níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 4\text{mm/km}$, miras normais de encaixe ou dobráveis, sapatas de ferro para mudanças de instrumento, níveis de cantoneira, trena de aço e balizas.

Trabalhos de campo

Serão deixadas referências de nivelamento, pelo menos um em cada quadra, em soleiras de edificações notáveis, que deverão ficar materializados com pinos de aço, ou marcos de concreto.

Na inexistência desses edifícios, serão deixadas referências em locais que ofereçam condições de segurança e perenidade ao ponto. Serão elaborados croquis de localização dessas referências.

A firma responsável pelo projeto deverá definir no campo os pontos representativos das singularidades da rede (PV's, BLS, TL's, CP's, PI's). Esses pontos serão materializados no campo pela firma contratada dos serviços topográficos, através de pinos ou estacas, com a sua respectiva identificação a tinta. Tais pontos serão amarrados, ou seja, serão construídos triângulos formados a partir de pontos bem definidos dos alinhamentos prediais, como: divisas de propriedades, esquinas, postes etc., sendo necessariamente um dos vértices desse triângulo o ponto locado.

Todas as medidas dessas amarrações, inclusive as distâncias entre pontos locados (singularidades) serão tornadas com o auxílio de trena de aço colocada horizontalmente entre balizas. Com as medidas assim obtidas, serão elaborados croquis das amarrações das singularidades, citados anteriormente.

São desenvolvidas linhas, com estaqueamento de 20 em 20 m, acompanhando o caminhamento previsto no projeto, nas vias públicas onde a rede será implantada. Neste caso a origem do estaqueamento será o cruzamento dos eixos das ruas, ou um outro ponto desde que bem definido, no trecho a ser trabalhado.

Todos os pontos locados em campo representativos das singularidades e do estaqueamento, ou pontos notáveis (mudança de greide e direção), serão nivelados pelo processo geométrico e contra nivelados, tendo seus valores altimétricos definidos pela média aritmética expressas até o milímetro.

Existindo no trecho de trabalho edificações com soleiras até 2m abaixo do greide da rua, estas serão cadastradas de acordo com os critérios desta especificação.

O intervalo entre os pontos de mudança no nivelamento geométrico, não, excederá a 80 m de distância, sendo que todos os PS's implantados serão obrigatoriamente considerados pontos de mudança de instrumento.

Precisão dos trabalhos

Serão tolerados erros de, no máximo, $12\text{mm} \times \text{raiz quadrada de } K$, sendo "K" o número de quilômetros da linha, nivelada, computado em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Em uma planta aerofotogramétrica, escala 1:2000, ou em uma planta em escala a ser previamente estabelecida para atendimento das condições de projeto, serão assinalados todos os pontos locados em campo, representativos das singularidades e do estaqueamento, bem como os PS's com suas respectivas cotas, e outras informações julgadas de interesse.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Planta;
2. Cadernetas originais de nivelamento, onde deverão constar as referências altimétricas adotadas, e suas respectivas cotas;

Relatório dos serviços executados, onde deverão constar:

- Métodos e técnicas localizados no desenvolvimento;
- Referências altimétricas adotadas;
- Croqui de amarração das singularidades locadas;
- Croquis dos PS's implantados.

Locação e levantamento planialtimétrico de seções topográficas

Aplicação

Para locação e levantamento planialtimétrico de seções transversais para projeto de adutoras, emissários, ETEs, ETAs, etc.

Condições a serem observadas

A SANEAGO fornecerá, sempre que possível, os marcos de apoio à locação das linhas diretrizes. Os marcos serão estabelecidos por trabalhos de natureza geodésica, a fim de permitir a representação de todo o sistema referido à projeção UTM;

Esses marcos distarão da linha a ser locada até 1,0 (um) quilômetro, e o transporte dos valores de suas coordenadas correrá por conta da contratada;

A SANEAGO fornecerá as coordenadas dos vértices da linha diretriz, subentendendo-se que essa diretriz seja a linha do centro das seções a serem levantadas;

A RN a ser adotada será a indicada pela SANEAGO e sua localização poderá distar até 1 km da linha a ser levantada, ficando o transporte de sua cota por conta da contratada.

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1,0 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível ou de coordenadas.

Implantação

A partir dos marcos referidos nos itens "a", "b", "c" e "d", serão locados os vértices da linha diretriz, cravando-se marcos de concreto nestes pontos. Estes deverão ter dimensões de 0,10 x 0,10 x 0,40m, em concreto com resistência a compressão de 25 Mpa. serão providos de pino para centralização de instrumento e de plaqueta de identificação. Desses marcos, sempre que possível, serão feitas visadas, para pontos notáveis, no mínimo dois, como torres de transmissão, para- raios, torres de igrejas etc., para servirem como mira, garantindo assim a utilização desses marcos em trabalhos posteriores.

Serão feitas ainda, quando possível, medidas para amarração dos marcos da linha diretriz, registrando-se estas medidas com croquis claros e inconfundíveis nas folhas de cadernetas de campo.

Equipamentos

Serão utilizados teodolitos de precisão nominal de, no mínimo, um minuto sexagesimal.

Serão ainda necessários: níveis de tripé de precisão nominal de $\pm 4\text{mm/km}$, miras comuns de encaixe ou dobráveis, balizas, níveis de cantoneira, trena de aço, sapatas de ferro e opcionalmente serão usados estações totais.

Trabalhos de campo

Sobre os alinhamentos estabelecidos, será feito o estaqueamento, com equidistância de 20 m, utilizando-se estacas de madeira com dimensões de 0,04 x 0,04 x 0,25m. serão cravadas estacas testemunhas a aproximadamente 0,20 m das estacas do alinhamento, contendo sua identificação.

A numeração destas estacas será sequencial, inclusive servindo posteriormente para medição dos trabalhos. O registro de seu número e das partes fracionárias até 20m, será escrito à tinta indelével e de modo claro.

As leituras dos ângulos entre os lados da poligonal serão em número de duas; sendo a primeira com origem qualquer, diferente de zero grau no limbo horizontal e a segunda, obrigatoriamente, de zero grau.

É indispensável o controle do estabelecimento da linha diretriz, através de "amarrações" aos marcos de apoio, procedendo-se às correções que se fizerem necessárias.

A partir da linha diretriz serão levantadas as seções pelo processo de taqueometria, tomando-se todos os pontos de mudança de greide, ou, no mínimo, a cada 10 m quando o terreno for uniforme. As seções serão levantadas de forma ortogonal à linha base, desenvolvendo-se à direita e à esquerda desta. A largura dessas seções será definida em função das necessidades de projeto.

Todas as estacas da linha diretriz serão niveladas pelo processo geométrico e contraniveladas, tendo suas cotas altimétricas definidas pela média aritmética, expressas até o milímetro.

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação dos trabalhos, a existência de uma RN mencionada e não utilizada, os valores altimétricos serão recalculados com a altitude da RN oficial e as plantas redesenhadas.

Precisão dos trabalhos

O erro angular máximo será de até trinta segundos x raiz quadrada de N, sendo N o número de vértices da linha diretriz.

O erro linear não excederá a relação de 1:30m.

São tolerados erros dentro do limite admissível de 12mm X raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros da linha nivelada, computado em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Os cálculos altimétricos serão feitos nas próprias cadernetas de campo, e os cálculos planimétricos em folhas próprias de modelo previamente aprovado pela SANEAGO.

Será elaborada uma planta, a partir das coordenadas dos marcos da linha diretriz, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala a ser definida pela SANEAGO, escolhida em conformidade com a utilização da área e da sua extensão, em formato padronizado pela ABNT, onde deverão constar: a linha diretriz, as seções, os marcos implantados e as nomenclaturas que se fizerem necessárias. As plantas serão elaboradas mecanicamente com o auxílio de contratada.

É obtida cópia desse desenho em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm² ou poliéster), com tinta preta indelével. Nessas cópias constarão: as coordenadas e altitudes de cada marco implantado, altitudes e distâncias entre os pontos nivelados da linha diretriz, perfis transversais das seções levantadas, interferência que forem detectadas eventualmente, assim como outras informações.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
2. Cópia em Papel vegetal e respectiva cópia heliográfica, com rodapé conforme citado anteriormente;
3. Cadernetas de campo originais;
4. Planilhas de cálculo constando os seguintes dizeres;

Relatório dos serviços executados, onde deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências planimétricas e altimétricas adotadas.

Levantamento de seção batimétrica

Aplicação

Para levantamento de seção batimétrica com profundidades variáveis destinadas ao reconhecimento de leito submerso de rios, lagos ou reservatórios.

Condições a serem observadas

A SANEAGO fornecerá, sempre que possível, os pontos de apoio para a amarração do levantamento de seção batimétrica, estabelecidos por trabalhos de natureza geodésica, que permitirão a representação de todo o sistema referido à projeção UTM;

Estes marcos distarão da área a ser levantada até 1,0 (um) quilômetro, e o transporte dos valores das coordenadas até o local dos trabalhos correrão por conta da contratada;

A RN a ser adotada será a indicada pela SANEAGO, e sua localização poderá distar até 1,0 km da seção levantada, distância essa tomada em uma única direção, ficando o transporte das altitudes por conta da contratada;

Nota: se eventualmente os marcos de apoio fornecidos pela SANEAGO distarem mais de 1 km da área de serviço, a porção que ultrapassar essa distância será considerada, conforme o caso, como transporte de referência de nível ou de coordenadas.

Implantação

As seções batimétricas serão caracterizadas em campo por marcos de concreto com dimensões 0,10 x 0,10 x 0,50 m, conforme o referido nos itens "a", "b" e "c", dotados de pino para centralização de instrumento e placa de identificação.

Esses marcos serão colocados em condições seguras, estáveis e de fácil acesso, permitindo, sempre que necessário, a repetição do levantamento da seção batimétrica. Desses marcos, sempre que possível, serão feitas visadas para pontos notáveis, no mínimo dois, como torres de transmissão, para- raios, torres de igreja, etc., para servirem como mira, garantindo assim a utilização desses marcos em trabalhos posteriores. serão feitas ainda, quando possível, medidas de amarração dos marcos das seções, registrando- se estas medidas em croquis claros e inconfundíveis nas folhas de caderneta de campo.

Equipamentos

São utilizados teodolitos de precisão nominal de um minuto sexagesimal, trenas de aço, miras comuns de encaixe ou dobráveis, balizas, embarcação apropriada, ecobatímetro ou cabo de aço graduado e lastreado, níveis de tripé de precisão nominal de + /- 4mm/km.

Trabalhos de campo

O conjunto de seções batimétricas, já caracterizadas em campo, será envolvido por uma poligonal topográfica, apoiada nos marcos de concreto referidos nos itens "a", "b" e "c".

As seções serão levantadas em função das facilidades e disponibilidades existentes, à época dos levantamentos, por qualquer uma das duas técnicas convencionais: ecobatimetria ou batimetria por sondagem.

A ecobatimetria é realizada por equipamento de registro contínuo instalado em embarcação, de dimensões e velocidade adequadas às condições locais.

A batimetria por sondagem é realizada utilizando-se um cabo de aço graduado de metro em metro. Entre os marcos extremos de cada seção serão realizadas sondagens a intervalos de 2% da extensão total da seção, com auxílio de pequena embarcação e cabo lastreado. O intervalo para seções inferiores a 100 m, será de 2 m, a juízo da Fiscalização.

Quando a seção batimétrica a ser levantada for complemento de um outro trabalho topográfico, tanto a planimetria como a altimetria deverão ter origens idênticas ao serviço anterior.

Os elementos altimétricos serão cadastrados utilizando-se o próprio NA do rio ou lago, como referência, desde que este seja controlado durante toda a execução dos serviços batimétricos, referenciado à altitude transportada anteriormente para os marcos extremos.

Independentemente das técnicas utilizadas para levantamento das seções, ecobatimetria ou batimetria por sondagem, serão coletados dados referentes ao NA dos rios, lagos ou reservatórios, com anotação da hora, dia, mês e ano em que foi feita a observação para cada uma das seções.

Precisão dos trabalhos

São tolerados erros dentro do limite admissível de 12 mm x raiz quadrada de K, sendo "K" o número de quilômetros da linha nivelada, computados em um só sentido.

Trabalhos de escritório

Os cálculos altimétricos serão feitos nas próprias cadernetas de campo, e os cálculos planimétricos em folhas próprias de modelo previamente aprovado pela SANEAGO.

Deverá ser elaborada uma planta, a partir das coordenadas dos marcos extremos da seção, em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente, em escala apropriada, em formato padronizado pela ABNT, onde devem constar as seções levantadas e seus respectivos perfis, além das nomenclaturas que se fizerem necessárias. Poderão ainda as plantas serem elaboradas mecanicamente com o auxílio de contratada.

Será obtida cópia desse desenho em papel de base transparente e indeformável (papel vegetal de gramatura 105/110 g/cm² ou poliéster), com tinta preta indelével. Nessa cópia deverão constar as seções levantadas com seus respectivos perfis, informando N.A. com hora, dia, mês e ano, altitudes e coordenadas dos marcos extremos de cada seção.

Serão utilizadas folhas de tamanho padronizado pela ABNT e, ainda, com legendas de acordo com o sistema utilizado pela SANEAGO, informando em espaço denominado de "Notas" as referências altimétricas e planimétricas adotadas, assim como outros dados.

Material entregue

Serão entregues os seguintes materiais:

- a) Desenho em papel Canson Schoeller 4R ou equivalente;
- b) Cópia em papel vegetal e respectiva cópia heliográfica;
- c) Cadernetas originais de campo;
- d) Planilhas de cálculos;

Relatórios dos serviços executados, onde deverão constar:

- métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- referências altimétricas e planimétricas adotadas;

Transporte de coordenadas topográficas

Aplicação

Para transporte, Implantação e materialização do coordenadas, para apoio a projetos de saneamento básico.

Condições a serem observadas:

a) A SANEAGO fornecerá marcos de apoio, a partir dos quais será realizado o transporte das coordenadas para o trecho de interesse ao projeto.

Implantação

Partindo dos marcos de apoio referidos no item "a", serão cravados pinos de aço ou estacas, conforme a terreno que se apresentar, de tal modo que sejam garantidas as condições de segurança e perenidade dos pontos implantados.

Equipamentos

Serão utilizados teodolitos de precisão nominal de, no mínimo, um segundo sexagesimal, balizas, trenas de aço e estações totais.

Trabalhos de campo

As leituras dos ângulos horizontais entre os lados da poligonal serão feitas até o segundo e constarão de três reiterações com origens diferentes no limbo horizontal. Cada reiteração compreenderá uma leitura de ângulo horizontal na posição da luneta e outra leitura em sentido contrário na posição invertida. As origens no limbo horizontal serão próximas de 60 e 120 graus.

As medidas lineares serão tomadas com o auxílio de estação total.

Do ponto de interesse final da poligonal, serão visados, sempre que possível, dois pontos de mira (torre de igreja, para- raios, arestas de edifícios, ate.), registrando- se em croquis claros e inconfundíveis na folha de medidas angulares. Para facilitar a busca no campo do ponto de mira, recomenda- se a leitura do ângulo vertical, pelo menos até o minuto.

Deverá ser feito um croqui de localização de cada vértice da poligonal, em folha própria, com descrição de sua posição, amarração, direção das miras, identificação constante na sua plaqueta e outras informações necessárias.

Precisão dos trabalhos

Serão tolerados erros que, no máximo, correspondam à precisão do aparelho utilizado, e o erro linear não deverá exceder a relação de 1:10000.

Trabalhos de escritório

O cálculo do ângulo horizontal final será feito adotando- se o método da redução à origem, ficando prejudicadas as leituras que apresentarem discrepâncias superiores a cinco segundos do valor médio das leituras angulares.

Os valores das coordenadas dos vértices dessas poligonais serão topográficos, e nas respectivas planilhas de cálculo deverão constar os seguintes dizeres:

"Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM, tendo como vértice de origem o marco...".

Com os dados angulares e lineares coletados em campo, será montada a planilha de cálculo de coordenadas, obtendo- se assim os valores dos vértices da poligonal.

A poligonal desenvolvida será lançada sobre planta aerofotogramétrica contendo quadro com as suas coordenadas e assinalando no rodapé (citado anteriormente), no espaço "Notas", os seguintes dizeres:

"Coordenadas Topográficas Referidas ao Sistema UTM, tendo como vértice de origem o marco...".

Caso a SANEAGO constate posteriormente, quando da apresentação dos trabalhos, a existência de um vértice mencionado e não utilizado, os valores planimétricos serão recalculados com as coordenadas do vértice oficial.

Para determinação das distâncias entre os vértices da poligonal, será feita média aritmética entre as leituras de vante e de ré obtidas com estação total.

Material a ser entregue

Serão entregues os seguintes elementos:

1. Folhas de medições angulares;
2. Folhas de medições lineares;
3. Planilhas dos cálculos das reduções de distâncias;
4. Planilhas dos cálculos das coordenadas;

Relatório dos serviços executados, onde deverão constar:

- Métodos e técnicas utilizados no desenvolvimento;
- Referências planimétricas adotadas;
- Croquis de localização de cada marco implantado;
- Planta.

Abertura de picadas com largura em torno de 1,5 m

Aplicação

Objetivando o estabelecimento de visadas e possibilitar a passagem de pessoal, equipamentos de topografia, nos locais em que serão executados os diversos tipos de trabalhos, por exemplo: Implantação de marcos, reconhecimento de divisas, poligonais, locação de linhas, etc.

Trabalhos de campo

A abertura de picadas tem largura em torno de 1,50m. serão empregadas ferramentas adequadas ao tipo de vegetação, minimizando-se assim a possibilidade de ocorrerem acidentes de trabalho. Tratando-se de picada em qualquer tipo de atividade agrícola, será obtida, com antecedência, autorização por escrito do proprietário da área.

Trabalhos de escritório

São anotados em planta os locais onde realmente for necessária a abertura de picadas.

8.4 Escavação de valas

Os Equipamentos a serem utilizados serão adequados aos tipos de escavação. Nas valas de profundidade até 4m, com escavação mecânica, serão utilizadas retroescavadeiras, podendo ser usada escavação manual, no acerto final da vala.

A escavação mecânica de valas, com profundidade além de 4 m, será feita com escavadeira hidráulica. Se a Contratada não dispuser de tal equipamento, a Fiscalização poderá permitir o uso de retroescavadeira. Neste caso, a eventual necessidade de rebaixamento do terreno para se atingir a profundidade desejada não será remunerada pela SANEAGO. Os serviços serão

considerados como se fossem executados de maneira normal e de acordo com as larguras especificadas.

Antes de iniciar a escavação, a Contratada deverá realizar pesquisas de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes ou outros elementos ou estruturas existentes que estejam na área atingida pela escavação ou próximos a esta.

Se a escavação interferir nas galerias ou tubulações, a Contratada executará o escoramento e a sustentação destas.

A Contratada manterá livres as grelhas, tampões e bocas de lobo das redes dos serviços públicos, junto às valas. serão observados os cuidados necessários para aqueles componentes não sejam danificados ou entupidos. Mesmo autorizada à escavação, todos os danos causados às propriedades, bem como a danificação ou remoção de pavimentos além das larguras especificadas, serão de responsabilidade da Contratada.

8.4.1 Largura e profundidade de vala

Sistema de Abastecimento de Água

A profundidade mínima das valas será determinada de modo a que o recobrimento das tubulações atenda às condições abaixo.

Tipo de pavimento/recobrimento

Valas sob passeio- 0,70m;

Valas sob via pavimentada ou com greide definido por guias e sarjetas- 1,00m;

Valas sob via de terra ou com greide indefinido- 1,20m;

Só serão permitidas valas sem escoramento para profundidades de até- 1,30m.

A profundidade e a largura das valas serão as especificadas em projeto, ou conforme as tabela 3 a seguir.

Tabela 149- Dimensões de valas p/ assentamento de tubulações de água- fofo e PVC

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade			
		Sem escoramento e pontaleamento	Descontínuo e contínuo	Especial	Metálico-madeira
50 A 150	0- 2	0.50	0.60	0.65	0.85
	2- 4	0.60	0.70	0.75	0.85
200	0- 2	0.55	0.65	0.70	0.90
	2- 4	0.65	0.75	0.80	0.90
250	0- 2	0.60	0.70	0.75	0.95
	2- 4	0.70	0.80	0.85	0.95
300	0- 2	0.65	0.75	0.80	1.00
	2- 4	0.75	0.85	0.90	1.00
350	0- 2	0.70	0.80	0.85	1.05
	2- 4	0.80	0.90	0.95	1.05
400	0- 2	0.75	0.85	0.90	1.10
	2- 4	0.85	0.95	1.00	1.10
500	0- 2	0.85	0.95	1.00	1.10
	2- 4	0.95	1.05	1.10	1.20
600	0- 2	0.95	1.05	1.10	1.30
	2- 4	1.05	1.15	1.20	1.30
700	0- 2	1.30	1.40	1.45	1.65
	2- 4	1.40	1.50	1.55	1.65

800	0- 2	1.40	1.50	1.55	1.75
	2- 4	1.50	1.60	1.65	1.75
900	0- 2	-	1.60	1.65	1.85
	2- 4	-	1.70	1.75	1.85
1000	0- 2	-	-	-	1.95
	2- 4	-	1.80	1.85	1.95

Obs.: Para profundidades acima de 4 m e até 6 m, acrescentar 20 cm na largura de escoramento especial.

Sistema de Esgoto Sanitário.

Só serão permitidas valas sem escoramento para profundidade até 1.30m.

A profundidade e a largura das valas serão as especificadas em projeto, ou conforme as tabelas 4, 5 e 6 a seguir.

Tabela 150 - Dimensões de valas para assentamento de tubulações de esgoto- fofo e PVC

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade			
		Sem escoramento e pontaleamento	Descontínuo e contínuo	Especial	Metálico-madeira
100	0- 2	0.50	0.60	0.65	-
	2- 4	0.60	0.70	0.75	-
150	0- 2	0.70	0.80	0.85	1.05
	2- 4	0.80	0.90	0.95	1.05
200	0- 2	0.75	0.85	0.90	1.10
	2- 4	0.85	0.95	1.00	1.10
250	0- 2	0.80	0.90	0.95	1.15
	2- 4	0.90	1.00	1.05	1.15
300	0- 2	0.85	0.95	1.00	1.20
	2- 4	0.85	1.05	1.10	1.20
350	0- 2	0.90	1.00	1.05	1.25
	2- 4	1.00	1.10	1.15	1.25
375 e 400	0- 2	0.95	1.05	1.10	1.30
	2- 4	1.05	1.15	1.20	1.30
450	0- 2	1.00	1.10	1.15	1.35
	2- 4	1.10	1.20	1.25	1.35

Obs.: para profundidade acima de 4m a até 6m, acrescentar 20cm na largura de escoramento especial.

Tabela 151 - Dimensões de valas para assentamento de tubulações de água- fofo e PVC

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade			
		Sem escoramento e pontaleamento	Descontínuo e contínuo	Especial	Metálico-madeira
50 A 150	0- 2	0.50	0.60	0.65	0.85
	2- 4	0.60	0.70	0.75	0.85

200	0- 2	0.55	0.65	0.70	0.90
	2- 4	0.65	0.75	0.80	0.90
250	0- 2	0.60	0.70	0.75	0.95
	2- 4	0.70	0.80	0.85	0.95
300	0- 2	0.65	0.75	0.80	1.00
	2- 4	0.75	0.85	0.90	1.00
350	0- 2	0.70	0.80	0.85	1.05
	2- 4	0.80	0.90	0.95	1.05
400	0- 2	0.75	0.85	0.90	1.10
	2- 4	0.85	0.95	1.00	1.10

Obs.: para profundidade acima de 4 m e até 6 m, acrescentar 20 cm na largura de escoramento especial. Para diâmetros maiores que 400 mm, utilizar a tabela 6.

Tabela 152 - Dimensões de valas para assentamento de tubulações de água- fofo e PVC

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade			
		Sem escoramento e pontaleamento	Descontínuo e contínuo	Especial	Metálico-madeira
300	0- 2	0.90	1.00	1.05	1.25
	2- 4	-	1.10	1.15	1.25
400	0- 2	1.00	1.10	1.15	1.35
	2- 4	-	1.20	1.25	1.35
500	0- 2	1.10	1.20	1.25	1.45
	2- 4	-	1.30	1.35	1.45
600	0- 2	1.40	1.50	1.55	1.75
	2- 4	-	1.60	1.65	1.75
700	0- 2	1.50	1.60	1.65	1.85
	2- 4	-	1.70	1.75	1.85
800	0- 2	1.60	1.70	1.75	1.95
	2- 4	-	1.80	1.85	1.95
900	0- 2	-	2.00	2.05	2.25
	2- 4	-	-	-	2.25
1000	0- 2	-	-	-	-
	2- 4	-	-	-	2.40
1100	0- 2	-	-	-	-
	2- 4	-	-	-	2.50
1200	0- 2	-	-	-	-
	2- 4	-	-	-	2.60
1500	0- 2	-	-	-	-
	2- 4	-	-	-	2.90

Obs.: para profundidades acima de 4 m e até 6 m, acrescentar 20 cm na largura de escoramento especial.

8.4.2 Regularização do fundo da vala

Quando a escavação, em terreno de boa qualidade, alcançar a cota indicada no projeto, serão feitas a regularização e a limpeza do fundo da vala. Caso ocorra a presença de água, a escavação será aprofundada para conter o lastro.

Essas operações só devem ser executadas com a vala seca ou com a água do lençol freático totalmente deslocada para drenos laterais, junto ao escoramento.

8.4.3 Perfil final de escavação

Quando o perfil final de escavação situar-se em terreno cuja pressão admissível não for suficiente para servir como fundação direta, a escavação será rebaixada o suficiente para comportar um colchão de bica corrida, pedra britada e pedra de mão compactado em camadas, com acabamento em brita um a ser determinada, de acordo com o terreno, pela Fiscalização, havendo necessidade ou por imposição do terreno, serão usados lastro, laje e berço. Em ambos os casos, o greide final será o definido em projeto.

No caso de o fundo da vala apresentar-se em rocha ou terreno irregular, será necessário aprofundar a vala e estabelecer o embasamento com material desagregado, de boa qualidade, normalmente areia ou terra, em camada de espessura não inferior a 0,10 m.

8.4.4 Material proveniente da escavação

Quando o material escavado for, a critério da Fiscalização, apropriado para utilização no aterro, será, em princípio, depositado ao lado ou perto da vala, aguardando o aproveitamento.

Em qualquer caso, o material será depositado próximo à vala, a distância equivalente à profundidade da vala. No caso dos materiais aproveitáveis de naturezas diversas, eles serão distribuídos em montes separados.

8.4.5 Excesso de escavação

Qualquer excesso de escavação em desacordo com as tabelas de largura de valas, desmoronamento de solo, ruptura hidráulica de fundo de cava, deficiência de escoramento ou ficha inadequada, será de responsabilidade da Contratada.

8.5 Aterro e recobrimento de valas, cavas e poços

8.5.1 Geral

O aterro das valas será processado após a realização dos testes de estanqueidade até o restabelecimento dos níveis originais das superfícies. É executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e tubulação e bom acabamento de superfície.

O aterro deverá ser executado ao mesmo tempo da remoção dos escoramentos.

A rotina de trabalho de compactação será fixada por instrução de campo, emitida tempestivamente pela Fiscalização. Não será permitida a compactação de valas, cavas e poços com pneus de retroescavadeiras, caminhões e outros.

No caso de o material proveniente da escavação não se prestar para execução do aterro, será utilizado material adequado, proveniente de áreas de empréstimo.

Nas valas sob leito carroçável, o aterro será executado e controlado com Proctor Normal ou compactidade relativa, dependendo do material utilizado.

Concluído o aterro, todo material proveniente da escavação não utilizado será removido ao bota-fora.

De qualquer forma, os serviços de aterramento só serão iniciados após autorização e de acordo com indicação da Fiscalização.

8.5.2 Aterro de vala sob passeio

O espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida de 20cm acima da geratriz superior, será preenchida com solo isento de pedras e corpos estranhos, compactados com soquetes manuais, em camadas não superiores a 20cm.

O restante do aterro será executado de maneira que resulte densidade aproximadamente igual à do solo que se apresenta nas paredes da vala, utilizando-se de preferência o mesmo tipo de solo isento de corpos estranhos.

8.5.3 Aterro de vala sob via carroçável

Para tubulações, assentadas sob via carroçável, cuja vala deva ser recomposta com solos coesivos, o espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz externa superior do tubo, acrescida de uma altura indicada pela Fiscalização, deverá ser preenchido com aterro compactado com soquetes manuais, em camadas não superiores a 20cm e para o restante do solo será feita compactação mecânica a 95% do Proctor Normal, com desvio de umidade de mais ou menos 2%.

O material do aterro será isento de pedras e corpos estranhas e será proveniente da própria escavação ou importado, a critério da Fiscalização.

A compactação mecânica a 95% do Proctor Normal (Método Brasileiro NBR- 7122 da ABNT) será executada com equipamentos apropriados, devendo sua execução ser autorizada pela Fiscalização, que providenciará ensaios para determinação do grau de compactação e desvio de umidade.

Caso o resultado dos ensaios venha a apresentar valores inferiores aos especificados, os serviços serão refeitos, sem ônus para a SANEAGO, devendo, da mesma forma, serem refeitos os serviços de reposição da pavimentação, seja de paralelepípedos, ou de asfalto, tantas vezes quantas forem necessárias, caso ocorram recalques.

8.5.4 Aterro junto a estruturas de concreto

Só será iniciado o aterro junto às estruturas de Concreto depois de decorrido o prazo necessário ao desenvolvimento da resistência do concreto e a execução das impermeabilizações, se for o caso.

O aterro será executado com solo isento de pedras, madeiras, detritos ou outros materiais que possam danificar as instalações, equipamentos ou qualquer outro elemento no interior da vala.

O material de aterro será proveniente da própria escavação ou importado, a critério da Fiscalização.

A compactação do material de cada camada de aterro será feita até se obter uma densidade aparente seca, não inferior a 95% da densidade máxima, e desvio de umidade de mais ou menos 2%, determinada nos ensaios de compactação, em conformidade com o NBR- 7122.

8.5.5 Controle de compactação e ensaios

Os controles de ensaios de compactação serão realizados baseando-se nos critérios estabelecidos pelo método NBR- 7122, e conforme determinação da Fiscalização.

Métodos expeditos poderão ser utilizados, conforme determinação da Fiscalização, para o controle de umidade no campo, permitindo o avanço da obra.

A aceitação desses métodos ficará na dependência da confirmação por laboratório, sendo o serviço recusado nos casos em que se verifiquem discrepâncias maiores do que 2%.

Entre os métodos expeditos a serem usados, indicam-se: frigideiras, álcool e speedy, ensaio de Densidade "in situ".

8.5.6 Recobrimento especial

Toda a tubulação de aço no interior das caixas de abrigo será protegida por um recobrimento especial, a fim de garantir as condições exigidas pelas hipóteses de projeto, adotadas na determinação da espessura da chapa dos tubos e peças especiais de aço.

Esse recobrimento ou envoltória será de areia ou de cimento e areia, ou de concreto magro, segundo especificação do projeto.

A posição e as dimensões da envoltória devem obedecer às indicações de projeto.

A camada da envoltória situada entre o fundo consolidado da vala e a geratriz externa inferior do tubo, bem como a camada acima da geratriz externa superior, deverão ter 15 cm de altura.

Os tubos serão lastreados ou travados de modo a impedir seu deslocamento durante a execução da envoltória.

A compactação da envoltória será mecânica ou hidráulica, ou uma combinação de ambos os métodos, a critério da Fiscalização.

A areia da envoltória será limpa destituída de detritos, com o máximo de 5% de material passante na peneira 100 e permeabilidade da ordem de $1,0 \times 10^{-2}$. A areia será lançada, em camadas horizontais de espessuras não superiores a 50 cm. A areia será compactada, de modo a não danificar o revestimento da tubulação.

A camada da envoltória, abaixo da tubulação, será lançada antes do posicionamento dos tubos, excluída a extensão da vala correspondente ao comprimento dos cachimbos, que serão limitados por meio de formas de madeira.

A compactidade relativa da areia será definida por meio de ensaios de determinação do índice de vazios mínimo de solos coesivos (norma ABNT- MB 3388), devendo, em todos os pontos da envoltória, atingir valores superiores a 70% (setenta por cento).

Onde necessário, a envoltória será executada em sua metade inferior, com uma mistura de areia e cimento, com 100 quilos de cimento Portland comum por metro cúbico de areia, que será lançada e adensada por vibração. Em pequenas profundidades e a critério da Fiscalização, será permitido o envelopamento com concreto magro com consumo mínimo de 50 kg/m^3 de cimento.

A construção da envoltória, após o assentamento da tubulação, somente será feita com autorização da Fiscalização, e após a execução dos seguintes serviços:

- Testes das juntas;
- Instalação do sistema de proteção anticorrosivo (catódica);
- Revestimento das juntas;
- Reparos no revestimento da tubulação;
- Cadastramento detalhado.

8.6 Escoramentos

Será utilizado escoramento sempre que as paredes laterais de cavas, poços e valas forem constituídas de solo passível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços.

Será obrigatório o escoramento em valas de profundidade superior a 1,30 m, conforme a Portaria nº 17 do Ministério do Trabalho de 07/07/83- item 16.6.41.

Os tipos de escoramento utilizados serão os especificados em projeto e na falta destes, serão determinados pela Fiscalização.

A SANEAGO se reserva ao direito de proceder a alterações no projeto dos sistemas de escoramento, caso haja conveniência de ordem técnico- econômica.

Na execução do escoramento serão utilizadas madeiras duras, como madeira de lei, canafístula, sucupira, angelim rosa, etc., sendo as estroncas de eucalipto, com diâmetro não inferior a 0,20m. Caso não seja possível utilizar as bitolas especificadas, estas serão substituídas por peças com módulo de resistência equivalente.

Em valas profundas, a estrutura do escoramento servirá de suporte às plataformas para colocação de terra escavada.

Neste caso, serão tomados cuidados especiais para evitar desabamentos, em virtude do peso adicional.

Se por algum motivo o escoramento tiver de ser deixado definitivamente na vala, será retirada da cortina de escoramento uma faixa de aproximadamente 0,90 m abaixo do nível do pavimento, ou da superfície existente.

8.6.1 Estrutura de escoramento- madeira

As dimensões mínimas das peças e os espaçamentos máximos usuais dos escoramentos, quando não especificados no projeto, são os seguintes:

Pontaleteamento

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de madeira de lei de 0,027 x 0,30 m, espaçadas de 1,35 m, travadas horizontalmente por estroncas de eucalipto, no diâmetro de 0,20m, distanciadas verticalmente de 1,00 m.

Descontínuo

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de madeira de lei de 0,027 x 0,30 m, espaçadas de 0,30 m, travadas horizontalmente por longarinas de madeira de lei de 0,06 x 0,16m, em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20 m, espaçadas em

1,35m. Nas extremidades das longarinas, as estroncas estarão a 0,40 m. As longarinas serão espaçadas verticalmente de 1,00 m.

Contínuo

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de madeira de lei de 0,027 x 0,30 m, encostadas umas às outras, travadas horizontalmente por longarinas de madeira de lei de 0,06x0,16 m em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto, de diâmetro 0,20 m, espaçadas de 1,35 m.

Nas extremidades das longarinas, as estroncas estarão a 0,40 m.

As longarinas serão espaçadas verticalmente de 1,00m.

Especial

A superfície lateral da vala será contida por pranchas verticais de madeira de lei de 0,06 x 0,16 m, do tipo macho e fêmea. As pranchas serão travadas horizontalmente por longarinas de madeira de lei de 0,08 x 0,18 m em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto, de diâmetro 0,20 m, espaçadas horizontalmente de 1,35 m. Nas extremidades das longarinas, as estroncas ficam a 0,40 m. As longarinas serão espaçadas verticalmente de 1,00 m.

Se na localidade em que será executado o escoramento, as bitolas comerciais de tábuas, pranchas e vigas não coincidirem com as indicadas, serão utilizadas peças com módulos de resistência equivalente, ou com dimensões superiores, sem ônus para a SANEAGO.

8.6.2 Escoramento metálico- madeira

A superfície lateral da vala será contida por perfis verticais de aço tipo I, pranchões de madeira de lei com espessura de acordo com o projetado, longarinas de perfis de aço e estroncas de perfis de aço ou de eucalipto com diâmetro mínimo de 0,20 m.

O perfil metálico será cravado por bate-estacas (queda livre), ou martelo vibratório ou pré- furo.

A escolha do processo de cravação será determinada pela Fiscalização, que deverá optar pelo sistema que ofereça menor dano à estabilidade do solo e às edificações vizinhas.

O dimensionamento do escoramento, assim como a ficha, será de acordo com o especificado em projeto.

Na cravação dos perfis, não sendo encontrados matacões, rochas ou qualquer outro elemento impenetrável, a ficha será a do projeto. Havendo obstáculo e a ficha não sendo suficiente, será obrigatório o uso de estronca adicional no topo do perfil, antes de ser iniciada a escavação.

Caso o solo apresente, alternadamente, camadas moles e rígidas, a montagem do escoramento será feita através de estroncas provisórias para possibilitar a escarificação do material por meio de equipamento interno à vala. A extensão de vala escorada com estronca provisória não deverá exceder a 40 m. A remoção das estroncas provisórias será feita imediatamente após a colocação das estroncas definitivas e os trabalhos de substituição serão contínuos.

O empranchamento deve acompanhar a escavação, não podendo haver, em terrenos moles, vãos sem pranchas entre os perfis com dimensão superior a 0,50 m.

8.6.3 Escoramento metálico

A superfície lateral da vala será contida por escudos metálicos com espessura de acordo com o projeto, com entroncas e longarinas também de aço, podendo ser ajustáveis manual ou hidráulicamente, permitindo melhor evolução da escavação.

Serão indicadas principalmente para escavações em vias públicas onde se encontram interferências (cabos óticos, canalizações, etc.) e que exigem rapidez de construção com o máximo de segurança para trabalhadores, pedestres, veículos e patrimônios vizinhos. serão também indicados pelo projeto ou pela Fiscalização locais onde serão colocadas passarelas em pranchões metálicos com corrimão para travessias de pedestres com corrimão, e para veículos, com espessura necessária à carga que irá suportar, de modo a não impedir o tráfego normal.

Seu uso será indicado pelo Projeto ou pela Fiscalização quando o achar necessário em função da obra apresentar perigo iminente de prejuízos as instalações vizinhas.

Poderá também ser opção da Contratada, quando achar necessário para a obra ou para maior economia.

Cuidados especiais

Todo o cuidado deve ser tomado na colocação das estroncas para que estas fiquem perpendiculares ao plano do escoramento.

Para se evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado será colocado a uma distância da vala, superior à sua profundidade.

Para se evitar entrada e/ou percolação de água pluvial para dentro da vala, a Contratada deverá:

Providenciar, quando necessário, mureta ou canaleta de proteção ao longo da vala, conforme orientação da Fiscalização;

Apresentadas trincas laterais à vala providenciar sua vedação e impermeabilização da área com asfalto;

Vistoriar as sarjetas se não há penetração de água em caso positivo, vedar com asfalto;

Sempre que forem encontradas tubulações no eixo da vala, estas serão escoradas com pontaletes junto às bolsas de dois em dois metros, antes do aterro da vala;

Nos casos em especial de escoramentos metálicos serão tomados os cuidados necessários com relação a correntes elétricas de sistemas públicos e/ou de sistemas improvisados na obra ou mesmo em relação a Equipamentos elétricos.

Normas internas para escoramentos

Estabelece medidas de segurança para os trabalhos de escavação realizados nas obras de construção de redes em geral, inclusive os correlatos e executados abaixo do nível da cota de superfície do solo, a saber, escoramentos de fundações, vias de acesso e redes de distribuição de água, redes coletoras de esgoto, entre outros.

Antes do início das escavações serão removidos blocos de pedras, árvores e outros objetos próximos da borda escavada.

Escorar os muros de arrimo, edifícios vizinhos, redes de abastecimento, tubulações telefônicas e, de maneira geral, todas as estruturas afetadas pelas escavações.

O escoramento deve ser inspecionado com frequência, principalmente após as chuvas ou outras ocorrências que possam influir na estabilidade da estrutura.

Nas escavações profundas, com mais de dois metros, serão colocadas escadas seguras junto dos locais de trabalho, a fim de dar condições, em caso de emergência, a saída rápida do pessoal.

Os materiais retirados das escavações serão depositados a uma distância mínima de um metro da borda da superfície escavada.

O escoramento dos taludes de escavações será reforçado nos locais em que há máquinas e equipamentos operando junto às bordas da superfície escavada.

Nas proximidades da escavação realizada em vias públicas e canteiros de obras, serão colocados sistemas adequados de proteção, a exemplo de cerca, tapume, etc. Os pontos de acesso às áreas de escavação sinalização de advertência, quando a aproximação de veículos e equipamentos.

O tráfego próximo às escavações será desviado sempre que possível, a fim de se evitar a vibração do terreno. Quando impossível o desvio do tráfego, reduzir a velocidade do veículo.

O escoramento será obrigatório em valas com profundidade superiores a 1,30 m, e quando a escavação executada em terrenos instáveis.

Na abertura de valas manualmente, o escoramento será progressivo a cada metro. O plano de retirada das peças de escoramento será objeto de programa.

A remoção da cortina de madeira será executada à medida que avance o aterro e compactação, com a retirada progressiva das cunhas.

Atingindo o nível inferior da última camada de estroncas, serão afrouxadas e removidas as peças de contraventamento (estroncas e longarinas), bem como os elementos auxiliares à fixação, tais como cunhas, consoles e travamentos; da mesma forma e, sucessivamente, serão retiradas as demais camadas de contraventamento.

Os perfis e elementos verticais de escoramento serão removidos com a utilização de dispositivos hidráulicos ou mecânicos, com ou sem vibração, e retirados com o auxílio de guindastes, logo que o aterro atinja um nível suficiente, segundo estabelecido no plano de retirada.

Os furos no terreno de retirada de perfis, pontaletes ou estacas serão preenchidos com areia e compactados por vibração ou por percolação de água.

8.6.4 Remoção de escoramento

O plano de retirada das peças será objeto de programa previamente aprovado pela Fiscalização.

A remoção da cortina de madeira será executada à medida que avance o aterro e compactação com a retirada progressiva das cunhas.

Atingido o nível inferior da última camada de estroncas, serão afrouxadas e removidas as peças de contraventamento (estroncas e longarinas), bem como os elementos auxiliares de fixação, tais como cunhas, consoles e travamentos; da mesma forma e sucessivamente, serão retiradas as demais camadas de contraventamento.

As estacas e os elementos verticais de escoramento serão removidos com a utilização de dispositivos hidráulicos ou mecânicos, com ou sem vibração, e retirados com o auxílio de

guindastes, logo que o aterro atinja um nível suficiente, segundo o estabelecido no plano de retirada.

Os furos deixados no terreno, pela retirada de montantes, pontaletes ou estacas, serão preenchidos com areia e compactados por vibração ou por percolação de água.

8.7 Esgotamento e drenagem

8.7.1 Generalidades

Sempre que se fizer necessário, deverá se proceder ao esgotamento de águas, a fim de que se permita a execução dos trabalhos.

A proteção das valas, cavas e poços contra a inundação das águas superficiais se fará mediante a construção de muretas e/ou canaletas longitudinais nas bordas dos barrancos.

Nas valas inundadas pelas enxurradas, findas as chuvas e esgotadas as valas, os tubos já assentados serão limpos internamente. Aqueles tubos cujas extremidades estiverem fechadas serão convenientemente lastreados de maneira que não flutuem quando de inundações das valas.

A água retirada será encaminhada para local adequado, a fim de evitar danos às áreas vizinhas ao local de trabalho.

O esgotamento será feito por bombas superficiais ou por sistema de rebaixamento do lençol freático, tipo ponteiros a vácuo, a critério da Fiscalização.

8.7.2 Bomba superficial

A Contratada deverá dispor de equipamento suficiente para que o sistema de esgotamento permita a realização dos trabalhos a seco.

As instalações de bombeamento serão dimensionadas com suficiente margem de segurança e deverão prever equipamentos de reserva, incluindo grupo motor- bomba Diesel, para eventuais interrupções de fornecimento de energia elétrica.

A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível, manutenção, operação e guarda dos equipamentos serão de responsabilidade da Contratada.

A Contratada deverá prever e evitar irregularidades das operações de esgotamento, controlando e inspecionando equipamento continuamente. Eventuais anomalias serão eliminadas imediatamente.

Nos casos em que a escavação será executada em argilas plásticas impermeáveis consistentes, será usado o sistema de bombeamento direto, desde que o nível estático d'água não exceda em mais de 1,00 m o fundo da escavação.

São feitos drenos laterais, no fundo da escavação junto ao escoramento, fora da área de interferência da obra, para que a água seja coletada pelas bombas em pontos adequados. Os crivos das bombas serão colocados em pequenos poços internos a esses drenos e recobertos de brita a fim de se evitar a erosão.

8.7.3 Rebaixamento do lençol freático

Os locais da implantação do sistema de rebaixamento do lençol freático deverão atender às indicações dos desenhos de projeto e instruções da Fiscalização.

Todas as escavações serão mantidas secas através de sistema adequado de rebaixamento do lençol freático.

O caso de aplicação de rebaixamento do lençol freático por sistema de ponteiros a vácuo, a escavação abaixo do nível original do lençol só será executada após a comprovação do perfeito funcionamento e rendimento do sistema através de indicadores de nível.

Se o nível estático d'água situar-se a uma cota superior em mais de 1,00 m ao fundo da escavação, será feito o rebaixamento parcial do nível d'água até cerca de 1,00 m acima do fundo da escavação, mantendo-o seco com o auxílio também do bombeamento direto.

Os casos em que a escavação for executada em solos arenosos ou siltosos, ou onde tais solos constituam a cota de fundo, somente será permitido o uso de rebaixamento do nível d'água através de ponteiros ou poços filtrantes, com eventual uso de vácuo.

A adoção do sistema de rebaixamento do lençol freático, com instalação dentro da escavação, somente será permitida se este não interferir nos trabalhos de execução das obras, nem prejudicar os serviços de reaterro. Este sistema de rebaixamento deve ser executado de maneira a poder funcionar com total eficiência até a execução das obras e reaterro acima da cota prevista.

As instalações de bombeamento para rebaixamento do lençol, depois de instaladas, funcionarão sem interrupção (24 horas por dia) até o término do serviço. Não será permitida a interrupção do funcionamento dos sistemas sob a alegação de nenhum motivo, nem nos períodos noturnos ou de feriados, mesmo que nos respectivos intervalos de tempo nenhum outro serviço esteja sendo executado na obra.

Nos locais onde a obra estiver sendo mantida seca através do bombeamento ou rebaixamento do lençol freático, as operações de bombeamento cessarão gradativamente, de maneira que o nível piezométrico seja sempre mantido, pelo menos, meio metro abaixo da cota superior atingida pelo aterro.

Para evitar o deslocamento dos tubos pela sub-pressão das águas subterrâneas, as instalações de rebaixamento, do nível destas, somente serão desligadas após o completo aterro das valas.

8.7.4 Canaleta de concreto

As canaletas de concreto (meia-cana) pré-moldadas, destinadas a captar águas pluviais, serão executadas obedecendo-se às especificações correspondentes da ABNT.

As escavações serão locadas de acordo com o alinhamento e as cotas constantes do projeto. O aterro, para atingir a cota de assentamento, será devidamente compactado em camadas de, no máximo, 20 cm. As dimensões das canaletas, seção e declividade, bem como sua localização, serão indicadas em projeto ou conforme orientação da Fiscalização.

As peças pré-moldadas serão do tipo macho e fêmea ou ponta e bolsa, rejuntadas com argamassa de cimento e areia traço 1:4. serão observados cuidados com o alinhamento, a

declividade, serão eliminados ressaltos nas juntas, evitando-se pontos de acúmulo de material, prejudiciais ao escoamento das águas.

A aceitação ou não do material fica a critério da Fiscalização.

A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível e a manutenção, operação e guarda dos equipamentos serão de responsabilidade da Contratada.

8.7.5 Drenagem subterrânea

A construção de Drenos Subterrâneos obedecerá aos alinhamentos, cotas, dimensões e materiais definidos em projeto ou conforme orientação da Fiscalização.

Serão utilizados tubos furados ou ranhurados de PVC, cerâmico, concreto e tubos porosos de concreto.

Os materiais filtrantes, para envolvimento dos tubos furados ou porosos, consistirão de partículas limpas de areia, pedregulho ou pedra britada, devendo ser isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros elementos prejudiciais.

Os drenos subterrâneos deverão ter uma declividade mínima de 1% e ponto de escoamento ou de saída d'água em local que não afete o regular desempenho dos serviços e a execução das obras.

Os drenos serão executados de forma definitiva ou provisória, de acordo com as necessidades de Projeto ou a critério da Fiscalização.

Quanto à granulometria a ser usada, consultar tabela a seguir.

Tabela 153 - Drenagem- material filtrante e material de enchimento

Tubos	Para envolvimento do tubo		Para enchimento de vala	
	Peneira (mm)	% em peso	Peneira (mm)	% em peso
PVC, Cerâmico ou concreto furado, em solo com mais de 35% passando na peneira de 0,075 mm	19,00	85 máximo	9,50	60 mínimo
	9,50	60 mínimo	2,00	15 mínimo
	2,00	15 mínimo	0,42	15 máximo
	0,42	15 máximo		
PVC, Cerâmico ou concreto furado, em solo com menos de 35% passando na peneira de 0,075 mm	38,00	60 mínimo	38,00	60 máximo
	29,00	85 máximo	9,50	15 mínimo
	9,50	15 mínimo	2,00	15 máximo
	2,00	15 máximo		
Tubos porosos de concreto			9,50	100
			4,80	95- 100
			1,20	45- 80
			0,30	10- 30
			0,15	2- 10

As valas serão escavadas de acordo com a largura, o alinhamento e as cotas indicadas em projeto. Os tubos de tipo e dimensões requeridos serão assentados firmemente no material de

envolvimento. Normalmente estes tubos não serão rejuntados. Se necessário, o rejuntamento será feito com argamassa de cimento e areia 1:4.

A parte superior da vala será preenchida com material argiloso, conforme indicado no Projeto. Todos os materiais de enchimento serão compactados. Nas extremidades de saída das valas, serão instalados tubos ou terminais, conforme indicações do projeto.

São utilizados drenos sem tubulação, em que o sistema de drenagem consistirá de material filtrante e mantos permeáveis (manta não- tecida de poliéster).

Neste tipo de dreno normalmente serão empregados: areia, brita, cascalho e seixos. As combinações e granulometria destes materiais serão definidas em projeto.

Serão atendidas as recomendações do fabricante quanto à aplicação dos mantos permeáveis.

8.8 Assentamento de tubulações, peças e conexões

8.8.1 Fundações para assentamento de tubulações

Para o assentamento de tubulação, o contato entre o tubo e o solo será de tal forma que ocorra perfeita distribuição de carga, ao longo de todo o tubo com o solo. Quando o solo não apresentar condições naturais de distribuição será providenciada a regularização do fundo da vala com "colchão" de material adequado, não se admitindo em nenhum caso que os tubos sejam assentados sem o perfeito apoio no fundo da vala.

Antes de ser assentado qualquer tubo a Fiscalização deverá definir o tipo de apoio ou fundação que será observado.

De acordo com o solo, a fundação de assentamento de tubos poderá ser de diversos tipos:

Fundação Direta

Quando a tubulação for assentada diretamente sobre o solo, os tubos deverão ficar perfeitamente apoiados no fundo da vala. Dever-se-á providenciar a regularização do fundo da vala.

Quando em solo rochoso, o apoio da tubulação será executado em colchão de material argiloso ou granular fino, com espessura a ser definida pela Fiscalização, não sendo nunca inferior a um terço do diâmetro da tubulação a ser assentada.

A fundação direta poderá ser executada de várias formas, de acordo com o projeto e condições locais.

Com lastro de pedra britada ou seixo rolado

A tubulação será apoiada diretamente sobre o lastro de pedra britada (ou seixo rolado).

Com laje de concreto (simples ou armado)

A tubulação será assentada sobre um berço de concreto apoiado em laje de concreto (armado ou não) executada sobre lastro de pedra britada.

Quando o solo não apresentar características de suporte adequado, o mesmo será substituído, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO, o enchimento da escavação feita à maior (super escavação) para melhor assentamento da tubulação e aumento da espessura do lastro de brita, com areia adensada.

Fundação indireta com estacas

Quando a camada de solo adequada para a sustentação da tubulação estiver a uma profundidade relativamente grande, e não sendo aconselhável a substituição do terreno de

fundação, serão utilizadas estacas, de modo a transmitir a carga da tubulação para a camada de solo que tenha capacidade de suporte. As estacas serão pré-moldadas de concreto ou de madeira, conforme projeto.

Não serão utilizadas estacas de madeira tratadas, a menos que elas fiquem permanentemente submersas.

A cravação será executada por bate-estacas, com martelo de gravidade com peso de uma a uma vez e meia o peso da estaca.

Altura de queda do martelo de até 1,50 m.

A locação das estacas será feita pela Contratada, sendo de 1,00 cm/metro a inclinação máxima da diferença de inclinação em relação à projetada.

Quando a área da cabeça da estaca for maior que do martelo, usar um anel para distribuir uniformemente o golpe, evitando- se desse modo tanto quanto possível, a tendência de rachar ou fragmentar a estaca.

Na cravação das estacas usar um coxim entre o cabeçote e a cabeça da estaca. A espessura do coxim deverá variar em função do bate-estaca e da resistência encontrada.

Quando necessário será usado coxim adicional. Os coxins serão inspecionados regularmente, não devendo ser permitido o emprego daqueles que tenham perdido sua forma inicial e sua consistência natural.

Emendas de estacas serão executadas somente quando aprovadas pela Fiscalização e de acordo com os detalhes do projeto específico fornecido pela Contratada.

Em função do equipamento de cravação, do peso do martelo, do capacete e da estaca, será determinada pela Fiscalização a nega admissível.

A Contratada deve visitar os locais das obras, de acordo com os dados fornecidos, para evitar alegações futuras de descontinuidade das obras, em virtude de serviço a ser executado.

Nota: para esses casos, o projeto específico ditará o tipo de apoio e demais condições para assentamento da tubulação.

Relação de documentos

- NBR 7362- Tubo de PVC Rígido de Seção Circular, Coletor de Esgoto;
- NBR 7367- Execução de Redes Coletoras Enterradas de Esgotos com Tubos e Conexões de PVC Rígido de Seção Circular;
- NBR 7372- Execução de Tubulações de Pressão de PVC Rígido com Junta Soldada, Rosqueada, ou com Anéis de Borracha;
- NBR 7560- Tubo de Ferro Fundido Dúctil Centrifugado com Flanges Rosqueados;
- NBR 7661- Tubo de Ferro Fundido Centrifugado de Ponta e Bolsa, para Líquidos sob Pressão com Junta não- Elástica;
- NBR 7662- Tubo de Ferro Fundido Centrifugado para Líquidos sob Pressão, com Junta Elástica;
- NBR 7663- Tubos de Ferro Fundido Dúctil Centrifugado para Líquidos sob Pressão, com Junta Elástica;
- NBR 7664- Conexão de Ferro Fundido com Junta Elástica para Tubo de PVC Rígido DEFoFo, para Adutoras e Redes de Água;
- NBR 7665- Tubo de PVC Rígido DEFoFo com Junta Elástica para Adutoras e Redes de Água;

- NBR 7669- Conexão de Ferro Fundido Cinzento;
- NBR 5589- Tubos de Aço Carbono Aptos para Rosca NBR 6414, para Usos Comuns na Condução de Fluidos;
- NBR 5587- Tubo de Aço para Condução- Dimensões Básicas;
- NBR 5622- Tubos de Aço Carbono com Costura Helicoidal para Uso em Água, Ar e Vapor de Baixa Pressão em Instalações Industriais;
- NBR 5645- Tubo Cerâmico para Canalizações;
- NBR 5646- Elementos Cerâmicos para Execução de Tubulações- Inspeção e Amostragem;
- NBR 5647- Tubos de PVC Rígido para Adutoras e Redes de Água;
- NBR 5667- Hidrante Urbano de Incêndio;
- NBR 5680- Tubos de PVC Rígido- Dimensões;
- NBR 6414- Rosca Whitworth Gas;
- NBR 6925- Conexões de Ferro Fundido Maleável para Tubulações- Classe 20;
- NBR 6943- Conexão de Ferro Maleável para Tubulações- Classe 10;
- NBR 7670- Conexão de Ferro Fundido Cinzento com Junta Elástica para Tubos de PVC Rígido DEFoFo, para Adutoras e Redes de Água- Tipos e Dimensões;
- NBR 7672- Anéis de Borracha do Tipo Toroidal para Tubos de PVC Rígido de FoFo, para Adutoras e Redes de Água- Dimensões e Dureza;
- NBR 7673- Anéis de Borracha para Tubulações de PVC Rígido para Adutoras e Redes de Água;
- NBR 7674- Junta Elástica para Tubos e Conexões de Ferro Fundido Dúctil;
- NBR 7675- Conexão de Ferro Fundido Dúctil;
- NBR 7676- Anéis de Borracha para Juntas Elásticas e Mecânicas, para Tubos e Conexões de Ferro Fundido Dúctil e Cinzento;
- NBR 7677- Junta Mecânica para Conexões de Ferro Fundido Dúctil;
- NBR 7968- Tubulação de Saneamento nas Áreas de Rede de Distribuição, Adutoras, Redes Coletoras de Esgotos e Interceptores- Diâmetros Nominais;
- NBR 8889- Tubo de Concreto Simples da Seção Circular, para Esgotos Sanitários;
- NBR 8890- Tubo de Concreto Armado, de Seção Circular, para Esgotos Sanitários;
- NBR 9814- Execução de Rede Coletora de Esgotos Sanitários;
- NBR 10160- Tampões de Ferro Fundido;
- NBR 8889- Tubos de Concreto Simples, de Seção Circular, para Esgotos Sanitários;
- NBR 8892- Determinação do Índice de Absorção de água em Tubos de Concreto Simples ou Armado, de Seção Circular, para Esgotos Sanitários;
- NB 126189- Projeto e Execução de Tubulações de Ferro Centrifugado, de Ponta e Bolsa, para Conduzir Água Fria sob Pressão;
- NBR 8417/ABNT- Tubos de PEAD para redes e adutoras; DIN 8017 e ISSO 4427 para tubos e anéis;
- AWWA C950/ASTM D3571/ASTM 3754/ASTM D3262 para Tubos Centrifugados de PRFV- Normalização em desenvolvimento ASPLAR / ABNT; SUÉCIA SS 3622/SS 3623.

8.8.2 Assentamento de tubulações

A execução de serviços em redes de água e esgotos deverá atender os projetos e determinações da Fiscalização, levando-se em conta o cumprimento do cronograma e programação do trabalho preestabelecido.

O tipo de tubo a ser utilizado será o definido em projeto. Na execução dos serviços serão observadas, além destas especificações, as instruções dos fabricantes, normas da ABNT e SANEAGO.

Visto que a maioria destes serviços será executada em vias públicas, serão observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes e veículos. Os locais de trabalho serão sinalizados, de modo a preservar a integridade dos próprios operários e equipamentos utilizados.

Serão definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução de passagem de pedestres e/ou de veículos.

O assentamento da tubulação deverá seguir paralelamente à abertura da vala. No caso de esgotos, será executado no sentido de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Nas tubulações de água, a bolsa, preferencialmente, deverá ficar voltada contra o fluxo do líquido.

Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado será tamponado, a fim de evitar a entrada de objetos estranhos.

A descida dos tubos na vala deverá ser cuidadosamente, manualmente ou com auxílio de equipamentos mecânicos. Os tubos deverão estar limpos, desimpedidos internamente e sem defeitos.

Cuidado especial será tomado com as partes de conexões (ponta, bolsa, flanges etc.) contra possíveis danos na utilização de cabos e/ou de tesouras.

Na aplicação normal dos diferentes tipos de materiais, será observada a existência ou não de solos agressivos à tubulação e as dimensões mínimas e máximas de largura das valas e recobrimentos definidos pelo projeto e pela Fiscalização.

O fundo da vala, em terreno seco onde não haja rocha, será acertado uniformizado e rebaixado sob a bolsa a fim de que a tubulação por completo.

Especial atenção será dada à necessidade de drenagem e escoramento da vala, bem como sua drenagem.

Os tubos serão assentados alinhados. No caso de deflexões verticais e horizontais no ponto de conexão dos tubos, serão respeitadas as tolerâncias admitidas pelo fabricante.

A seguir estão descritos os procedimentos para montagem dos diversos tipos de juntas, de acordo com o tipo de tubo.

São instruções básicas que, a critério da Fiscalização, poderão sofrer pequenas modificações na execução.

Tubo de ferro fundido com junta elástica

A junta elástica é constituída pelo conjunto formado pela ponta de um tubo, pela bolsa contígua de outro e anel de borracha. Para montagem, serão observados os seguintes cuidados:

- Limpar o alojamento do anel de borracha, e a ponta do tubo a ser conectado.

- Utilizar escova de aço ou raspador, removendo, posteriormente, com auxílio de um pano ou estopa, todo o material estranho.
- Da mesma forma, com o auxílio de estopa, limpar o anel de borracha.
- Colocar o anel de borracha começando pela parte inferior da bolsa e pressionando o anel contra o fundo do alojamento à medida que for sendo encaixado.
- Observar a posição correta do anel, indicada pelos fabricantes, ou seja, qual parte será voltada para o fundo da bolsa;
- Colocar o anel de borracha em seu alojamento na bolsa do tubo. A face mais larga do anel, onde se localizam os furos, deverá ficar voltada para o fundo da bolsa do tubo;
- Descer o tubo para a vala, locando-o convenientemente;
- Lubrificar o anel de borracha a cerca de 10 cm da ponta do tubo, utilizando o lubrificante recomendado pela fábrica, ou glicerina ou água de sabão de coco nos pequenos e médios diâmetros, ou ainda, outro lubrificante aprovado pela Fiscalização. É vedado o uso de óleo mineral ou graxa;
- Centrar convenientemente a ponta e introduzi-la na bolsa até encostá-la no anel, mantendo o alinhamento e nivelamento do tubo.
- Verificar o bom estado do chanfro (ou bisel) na ponta do tubo. Tubos serrados na obra serão chanfrados para não rasgarem o anel de borracha durante a montagem.
- Riscar com giz, na ponta do tubo, um traço de referência a uma distância da extremidade igual à profundidade da bolsa menos um centímetro. Para tubos de diâmetros menores, dispô-los em dois apoios de terra batida ou de cascalho e para os diâmetros maiores, manter a tubulação suspensa pelo gancho do guindaste;
- Introduzir a ponta até que a sua extremidade fique distanciada de 10mm do fundo da bolsa (empurrar o tubo para dentro da bolsa, até que o traço de referência a giz se encontre com o espelho da bolsa), para livre dilatação e mobilidade da junta. Nesta operação utilizar alavanca simples para DN 50 a 100, uma talha tipo "tirfor" de 1.600 kgf para DN 150 a 300, uma talha tipo "tirfor" de 3.500 kgf para DN 350 a 600, duas talhas tipo "tirfor" de 3.500 kgf cada para DN 700 a 1.200;
- Após o encaixe da ponta do tubo, verificar se o anel de borracha permaneceu no seu alojamento e escorar o tubo com material de reaterro.

Tubo de ferro fundido com junta flangeada

A junta de flanges será constituída por dois flanges, que comprimem uma arruela de borracha ou amianto grafitado (dependendo da classe), através de parafusos com porcas, em quantidade que depende do diâmetro da tubulação e da pressão de serviço.

Os flanges, quando verticais, serão posicionados de maneira que os dois furos consecutivos inferiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Quando usado em uma derivação vertical superior, o flange será cuidadosamente colocado na horizontal. Neste caso, o plano vertical que contém o eixo do tubo- base deverá passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos.

Para sua montagem, observar os seguintes cuidados:

- Limpar as faces dos flanges, eliminando todos os resíduos;
- Alinhar os tubos e dispor os furos dos flanges uns em frente aos outros, não se admite deflexão de nenhuma ordem. O alinhamento será de tal maneira que os furos dos

flanges fiquem distribuídos simetricamente aos planos horizontal e vertical que passem pelo eixo do tubo;

- Introduzir a arruela de vedação entre os flanges e colocar os parafusos com as porcas; não será permitido em hipótese alguma inserir qualquer material entre os flanges que não sejam as juntas apropriadas, mesmo que seja para um ajuste provisório para se conseguir o alinhamento;
- Apertar gradual e sucessivamente os parafusos diametralmente opostos. serão apertados com chaves apropriadas e, o aperto final será feito com o uso de torquímetro. O torque de aperto dos parafusos será de conformidade com tabelas específicas fornecidas pelo fabricante;
- As faces dos flanges temporariamente livres deverão ter proteção provisória.

Tubo de ferro fundido com junta travada

Este tipo de junta é utilizado para neutralizar os esforços dinâmicos que tendem a desconectar os diversos elementos da tubulação, quando ocorrem mudanças de direção ou de velocidade.

É utilizado, quando necessário, nas tubulações de DN 300 a DN 1.200.

Para a montagem, observar os seguintes preceitos:

- Limpar com estopa o interior da bolsa e o exterior da ponta;
- Colocar o anel de borracha no sulco da bolsa;
- Afastar o flange- suporte da ponta do tubo a cerca de 50 cm do cordão de solda;
- Introduzir o anel partido de ferro na ponta do tubo, utilizando- se de cunhas para abrir o anel e facilitar a passagem sobre o cordão de solda até o flange- suporte;
- Conectar a ponta na bolsa da mesma forma que na junta elástica;
- Aproximar o flange- suporte, o anel partido e o flange de bloqueio da bolsa;
- Colocar os parafusos e porcas, procedendo ao aperto gradual e sucessivo dos parafusos diametralmente opostos.

Tubo de PVC com junta elástica

Para a montagem de PVC JE, após o perfeito acerto da vala, locar o tubo horizontal e verticalmente, observar os seguintes cuidados:

- Limpar cuidadosamente com estopa o interior da bolsa e o exterior da ponta;
- Introduzir o anel de borracha no sulco da bolsa;
- Aplicar o lubrificante recomendado pela fábrica, glicerina, água de sabão de coco, ou outro aprovado pela Fiscalização, no anel de borracha e na superfície externa da ponta. Não usar óleo mineral ou graxa;

Tubo de PVC soldável

Na montagem de tubos de PVC soldáveis observar os seguintes cuidados:

- Limpar com pano ou estopa a ponta e a bolsa de montagem;
- Riscar com giz, na ponta do tubo, um traço de referência a uma distância da extremidade igual à profundidade da bolsa;
- Lixar, com lixa nº 100, a ponta do tubo até o traço de referência, bem como o interior da bolsa, de maneira a retirar apenas o verniz;
- Aplicar, com estopa limpa, a solução limpadora especificada pelo fabricante na ponta do tubo e interior da bolsa;

- Aplicar adesivo para tubos PVC rígido (especificado pelo fabricante) nas partes da junta a ser soldada (ponta e bolsa) de maneira homogênea em uma demão;
- A seguir, introduzir suavemente a ponta do tubo na bolsa até o traço de referência.

Não será aceito, em hipótese alguma, a confecção de bolsas com a utilização de fogo. Caso haja necessidade confeccionar uma bolsa no campo amolece-se o tubo com "glicerina líquida" e a bolsa com o uso de um "tucho" de madeira torneado e gabaritado para o diâmetro em questão.

Tubo de PRFV centrifugado com junta elástica

A luva tipo junta elástica independente do tubo fabricadas em PRFV com anéis de tipo labial integral a luva, para tubos fornecidos, ponta e ponta.

Constitui-se em uma parte central em relevo para limitar a entrada do tubo (esbarro central) e duas partes laterais labiais que proporcionam a estanqueidade do tubo por permitir melhor distribuição de pressão pela parte labial do anel. A luva sobrepõe-se as duas pontas dos tubos conectados. Para montagem, observar os seguintes preceitos:

- Limpar eficientemente a luva acoplada ao tubo de modo que não permaneça nenhum detrito entre os lábios do anel;
- Limpar a ponta do tubo a ser montado com estopa;
- Descer o tubo na vala locando-o convenientemente;
- Lubrificar o anel de borracha e cerca de 10 cm da ponta do tubo, utilizar o lubrificante recomendado pelo fabricante. Glicerina, água de coco ou outro lubrificante aprovado pela Fiscalização. É vedado o uso de óleo mineral ou graxa;
- Centrar convenientemente o tubo e introduzi-lo na luva até o ponto de limite indicado; utilizar alavanca simples para os diâmetros de 400 e 500 e talha tipo "Tirfor" para os diâmetros maiores;
- Após o encaixe do tubo, escorá-lo com aterro.

Tubo de PRFV + PVC com junta elástica

Os tubos são fornecidos com ponta e bolsa e anel de borracha; para montá-los serão observados os seguintes critérios:

- Limpar o anel de borracha, a ponta do tubo e o interior da bolsa;
- Colocar o anel na sede da bolsa;
- Centralizar o tubo na bolsa do tubo já assentado, perfeitamente alinhado e nivelado, empregar alavanca para diâmetros até DN 300 e uma talha tipo "Tirfor" para diâmetros maiores até DN 600. (Tirfor de 3500 kgf);
- Após o encaixe do tubo, verificar se o anel de borracha permaneceu no seu alojamento e escorar o tubo com material de aterro.

Tubo de PEAD- polietileno de alta densidade

Essa tubulação será assentada preferencialmente com as juntas soldadas, admitindo-se conexões mecânicas, flangeadas ou por pressão só como eventualidade. A solda Preconizada será a Termoplástica de Fusão, com máquinas especiais para soldagem "topo a topo".

Para o trabalho com este material proceder da seguinte maneira:

- Abrir vala sempre 10,00 m a frente da linha a ser instalada, facilitando o seu desvio de eventuais obstáculos.
- Fazer soldas, preferencialmente fora da vala.

- Facear regularmente as superfícies a serem soldadas.
- Limpar as superfícies com solventes indicados pelo fabricante.
- Aquecer as superfícies com emprego da máquina de solda e pressioná-la entre si.
- Cuidar ao movimentar o tubo para colocá-lo na vala, para não curvá-lo acima de sua curvatura admissível (raio mínimo igual a 30 vezes o diâmetro).
- Assentar o tubo de forma sinuosa, em dias quentes, e apenas recobri-lo com uma camada de 20 cm de terra, porém sem compactar, para que o tubo tenha tempo para relaxamento das tensões advindas das deformações térmicas, o que demora de 12 a 24 horas. Somente após este intervalo de tempo proceder o reaterro e a compactação.

Tubos PEAD de Alta Densidade fornecidos em comprimentos de até 100 m para diâmetros até 125 mm, barras de 6 ou 12 m, para diâmetros maiores. Junção pelo processo de termo fusão ou eletrofusão, ou quando indicação do projeto por junta flangeada. Para sua montagem, obedecer aos seguintes princípios:

Valas prontas devidamente alinhadas, secas e escoradas, os tubos serão baixados a vala sendo perfeitamente locados horizontal e verticalmente:

- Com os acessórios necessários ao processo escolhido (termofusão ou eletrofusão).
- Verificação da qualidade dos acessórios para a termofusão e da fonte para a eletrofusão;
- Verificação da perfeita execução da junta;
- Ancorar a tubulação com aterro.

Métodos de união e conexões para tubos de PE

As conexões de pequeno diâmetro, serão entregues pelos fornecedores em embalagens específicas por diâmetro e tipo de conexão. Recomenda-se que a estocagem seja feita dentro de embalagens originais. As conexões de diâmetros maiores devem ser estocadas separadamente por tipo de conexão e diâmetro, cuidando-se com as extremidades das peças. Conexões de junta tipo ponta e bolsa, com diâmetro igual ou superior a 300 mm e as cerâmicas, independentes do diâmetro, devem ser estocadas com as bolsas apoiadas ao solo. Os tubos de PE podem ser unidos através de soldagem ou juntas mecânicas. Dentre os métodos de soldagem temos:

Soldagem Termofusão:

- Topo
- Soquete
- Sela
- Eletrofusão:
- Luva Sela

Dentre os métodos de união por junta mecânica, destacam-se:

Juntas mecânicas:

- Conexões de compressão
- Colares de tomada
- Colarinho/Flange

Juntas de transição PE x Aço

Cada um destes sistemas oferece um conjunto de peças, ou conexões, para curvas, derivações, tês, reduções, etc.

Soldagem de topo por termofusão

Poderá ser utilizada para qualquer diâmetro de tubo, todavia é mais adequada para tubos de DE ≥ 63 .

É a forma de união mais tradicional e aplicada em tubos de PE. Apresenta uma história de grande confiabilidade, segurança e desempenho.

Neste tipo de soldagem, os tubos ou conexões serão soldados topo a topo, desta forma, para a união de tubos, não necessita peças de conexão.

As conexões para solda de termofusão de topo serão aplicadas para executar- se Transições, Tês, Curvas de pequenos raios ou Reduções.

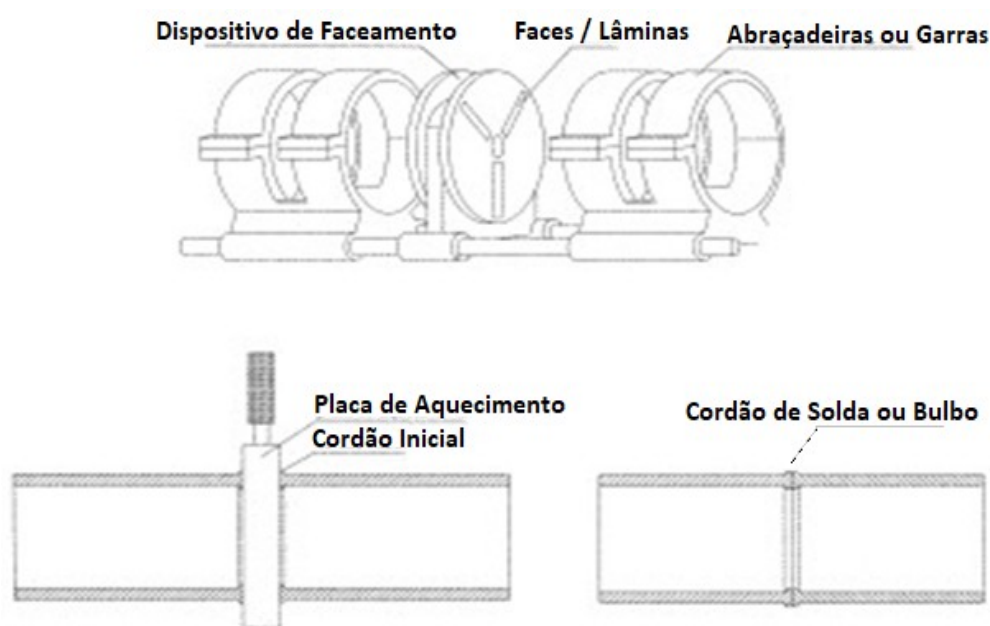


Figura 6 - Soldagem de topo por termofusao

Conexões para Solda de Topo por Termofusão

As Conexões para Soldas de Termofusão de topo são Conexões Tipo Ponta, isto é, as suas dimensões na região de soldagem correspondem às dimensões do tubo equivalente. As conexões podem ser dos seguintes tipos:

1. injetada- normalmente disponíveis em diâmetros de até DE 315;
2. segmentada- quando será produzida pela soldagem de seções de tubos de polietileno, em ângulos adequados à conformação da peça. Podem possuir reforços externos;
3. curvada a quente- utilizada para confecção de curvas de raio longo; raios maiores que 3.DE;
4. usinadas- produzidas através de placas ou tarugos de polietileno. Mais normalmente empregadas para confecção de colarinhos e reduções de grandes diâmetros.

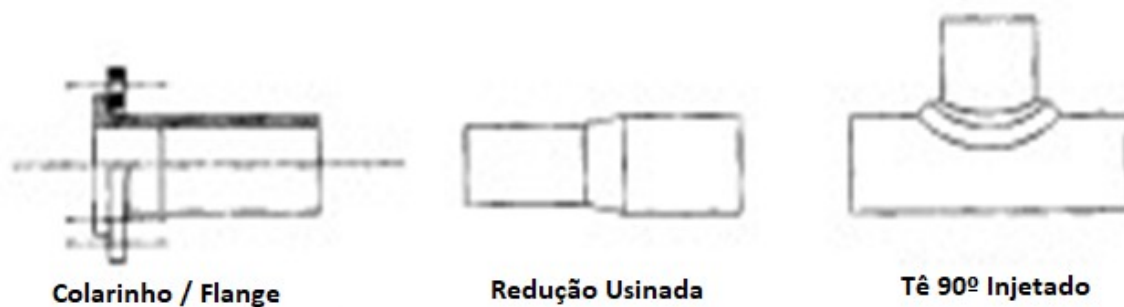


Figura 7 – Conexões para Solda de Topo por Termofusão

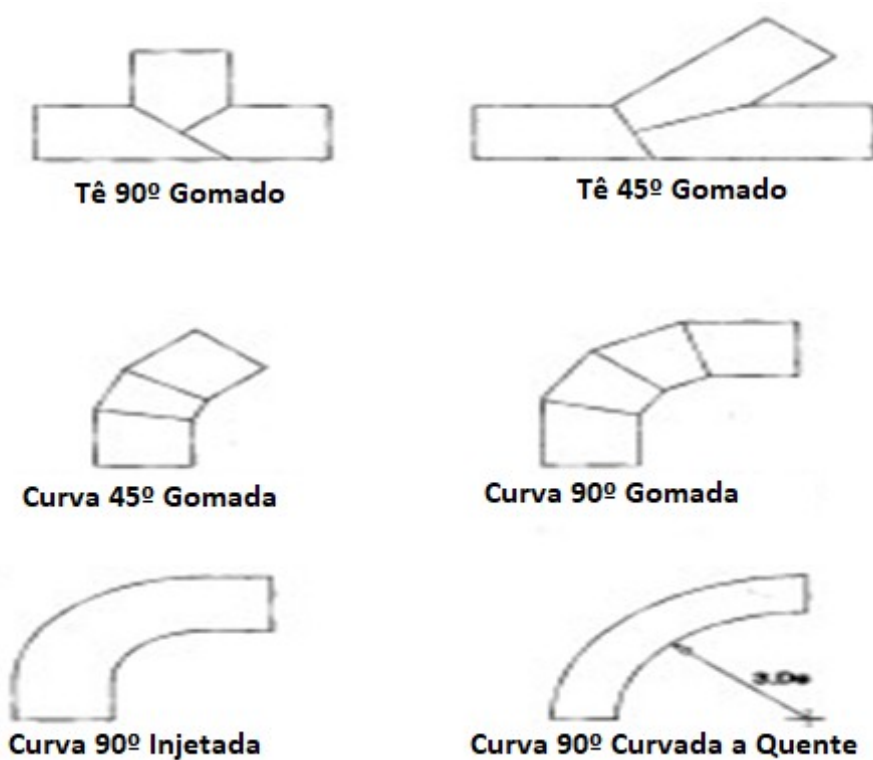


Figura 8 – Conexões para Solda de Topo por Termofusão 2

Soldagem tipo soquete ou encaixe por termofusão

Pode ser aplicada para tubos de DE 20 a 110, todavia será mais adequada para tubos de DE 20 a 63 com $SDR \leq 17$, ou seja:

- a) PE 80 $\geq$ PN 8
- b) PE 100 $\geq$ PN 10

Seu uso vem diminuindo em redes de água e não se utiliza mais em redes de água e gás na Europa, sendo ainda empregada nos EUA em pequenas instalações industriais.

Este tipo de solda emprega uma conexão que possui uma bolsa, onde o tubo será introduzido. Através de um dispositivo térmico de aquecimento, as superfícies internas da bolsa e externa do tubo são levadas à fusão. A seguir, o tubo é introduzido na bolsa, promovendo a interação da massa fundida da peça com a do tubo, mantendo o conjunto imóvel até que ocorra o resfriamento.

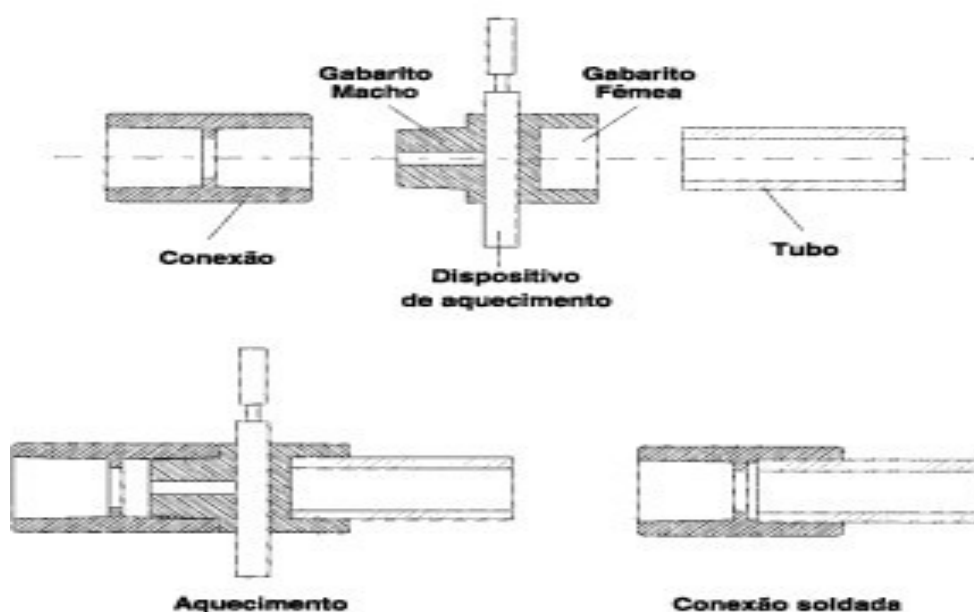


Figura 9 – Soldagem tipo soquete ou encaixe por termofusão

Conexões para Solda tipo Soquete por Termofusão

São oferecidas em vários tipos: luvas de união, redução, Tês, cotovelos, etc.

Soldagem tipo sela por termofusão

É utilizada para fazer-se derivações de linhas, ou ligações de ramais.

Aplica-se para tubos de $DE \geq 63$, sendo que os tubos de DE 63 devem ter $SDR \leq 11$ e os tubos de $DE > 63$ devem ter $SDR \leq 17$.

Seu uso vem diminuindo em redes de água e não se utiliza mais em redes de água e gás, sendo ainda empregado nos EUA e na fabricação de Tês de Redução.

Consiste na soldagem de uma conexão injetada ou usinada, que possui uma base em forma de sela, que assenta sobre o tubo. Através de um dispositivo térmico de aquecimento, funde-se o material da base da conexão e da superfície externa do tubo, comprimindo-se, a seguir, a peça contra o tubo, promovendo-se a interação das massas fundidas, até que resfriem.

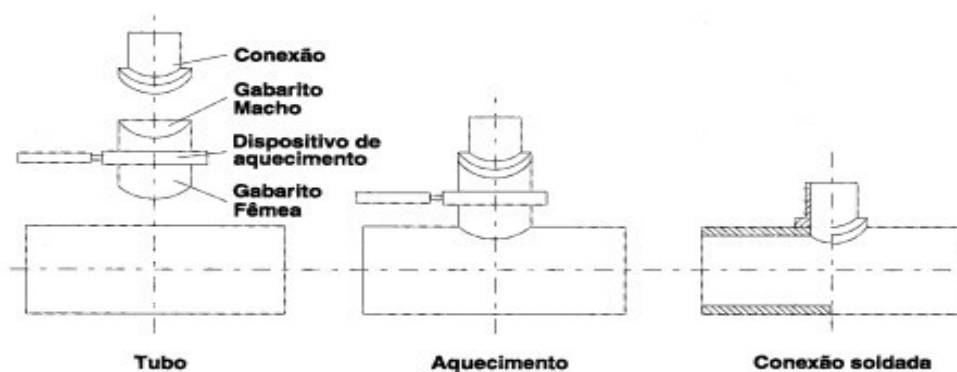


Figura 10 – Soldagem tipo sela por termofusão

Conexões para solda tipo Sela por Termofusão

As conexões tipo Sela são de dois tipos:

a) Sela simples ou Tê de Sela

Aplica-se em linhas sem carga. Após a soldagem utiliza-se uma broca, ou serra copo para furar o tubo e estabelecer a ligação.

Sela com punção ou Tê com punção ou Tê de serviço ou Tapping Tee

Aplica-se em linhas em carga. Contém uma ferramenta de corte integrada capaz de puncionar (furar) o tubo em carga para estabelecer a ligação.

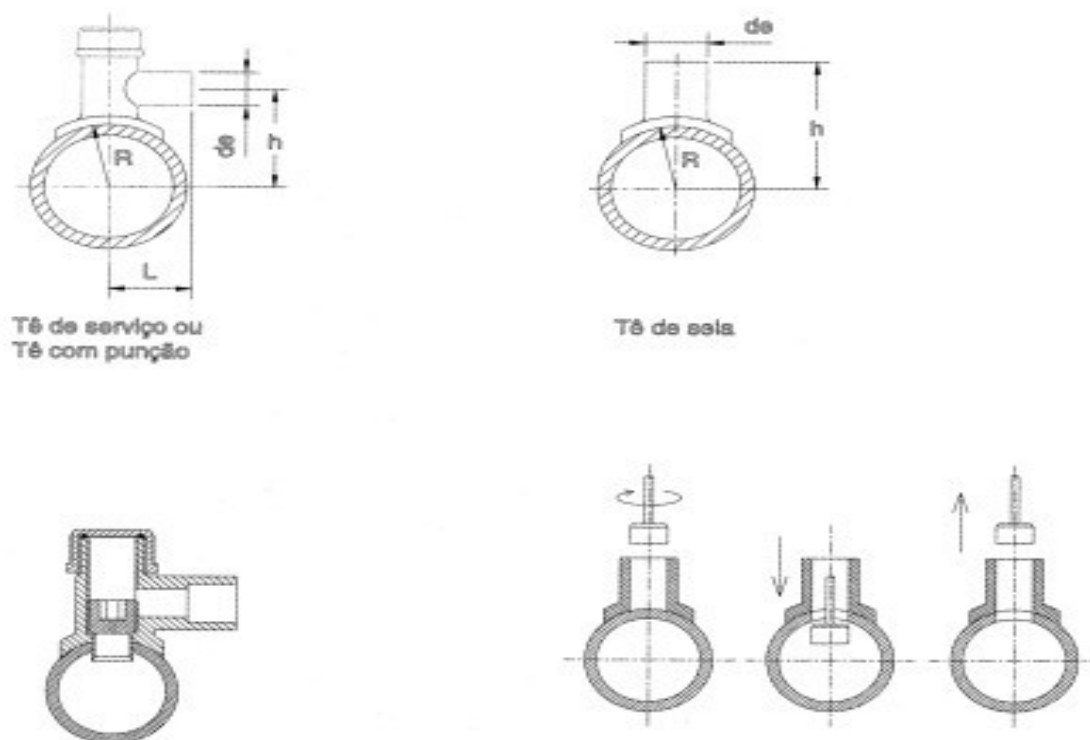


Figura 11 – Conexões para solda tipo Sela por Termofusão

Soldagem por eletrofusão

Pode ser aplicada para tubos de DE 20 a 315 e com SDR ≤ 17 . Alguns fabricantes já oferecem peças com diâmetros até DE 710mm.

É muito empregada em tubulações de gás, em especial em diâmetros até DE 125, e seu uso vem crescendo em rede e ramais de água, pois seu custo vem diminuindo, tornando-se competitivo. Apresenta grande segurança e facilidade de execução.

Este tipo de solda emprega uma conexão provida de uma bolsa, ou sela, respectivamente denominadas como do tipo bolsa ou do tipo sela, que possui uma resistência elétrica espiralada incorporada, cujas extremidades serão conectadas a terminais que se localizam na parte externa da peça e que, quando submetidas a determinada intensidade de corrente elétrica e tempo, geram calor a fim de possibilitar a solda da peça ao tubo, cuja superfície externa é concomitantemente fundida.

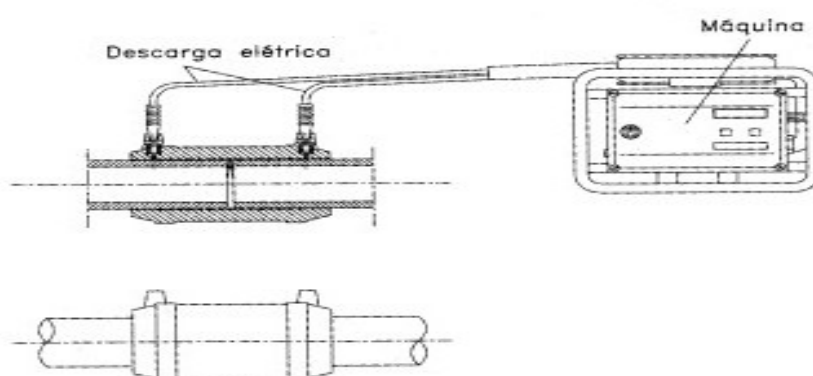


Figura 12 – Soldagem por eletrofusão

Conexões para solda por eletrofusão



Figura 13 – Conexões para solda por eletrofusão

Conexões tipo junta mecânica de compressão



Figura 14 – Conexões tipo junta mecânica de compressão

São aplicadas em tubos de PE e PP, havendo algumas versões para tubos de PVC.

As conexões de eletrofusão são produzidas por injeção e são do tipo sela ou bolsa. As de sela podem ser do tipo Sela simples (Tê de sela) ou Sela com punção (Tê de serviço ou Tapping

As conexões de compressão são muito aplicadas para tubos de DE 20mm a 110mm em redes e ramais prediais de água, devido a seu bom preço, segurança e facilidade de instalação. Alguns fabricantes oferecem peças para diâmetros de até DE 160mm, que também se prestam bastante bem para reparos.

São produzidas por injeção em polipropileno ou PVC, existindo modelos em poliacetal e latão.

No exterior, em especial nos EUA, existem peças específicas para linhas de gás, porém, por ora, somente são disponíveis no Brasil através de importadores.

Consistem de uma bolsa onde o tubo é introduzido, fazendo-se a vedação por anel de borracha. Através de uma garra, que deve ser de um material mais duro que o PE, geralmente Poliacetal, e uma porca externa cônica, a conexão é travada no tubo, devendo possuir capacidade de travamento para resistir ao máximo esforço de tração que o tubo pode ser submetido sob pressão.

Devem suportar no mínimo 10 bar de pressão (1 MPa).

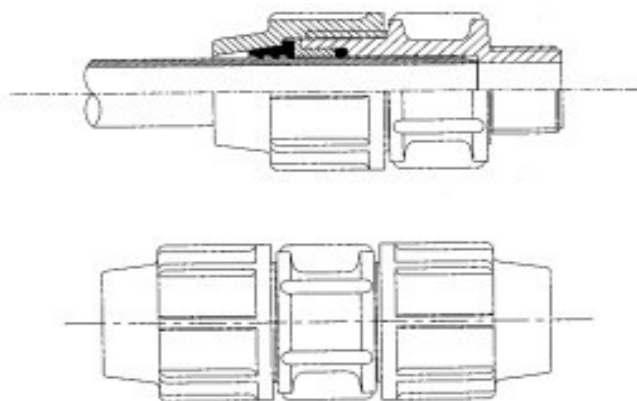


Figura 15 – Conexões de Eletrofusão

Colarinho/flange

Este tipo de acoplamento é indicado para transições entre tubo e bomba ou válvulas, ou entre tubo de PE ou PP e de outros materiais.

Consiste de uma peça de PE injetada ou usinada, denominada de colarinho, que é soldada ao tubo de PE, e um flange solto de aço, com furação padrão DIN (ABNT) ou ANSI, conforme a peça a acoplar-se. A vedação entre os flanges é feita por manta de borracha.

As dimensões do colarinho são definidas pela DIN 16963. Tem um ótimo desempenho, devendo, contudo, assegurar-se que a ligação entre os flanges não fique submetida a esforços de torção e flexão, que poderiam levar a uma ruptura do colarinho ou da solda com o tubo.

Juntas de transição PE x AÇO

Apesar do acoplamento colarinho- flange e das juntas mecânicas de compressão do tipo

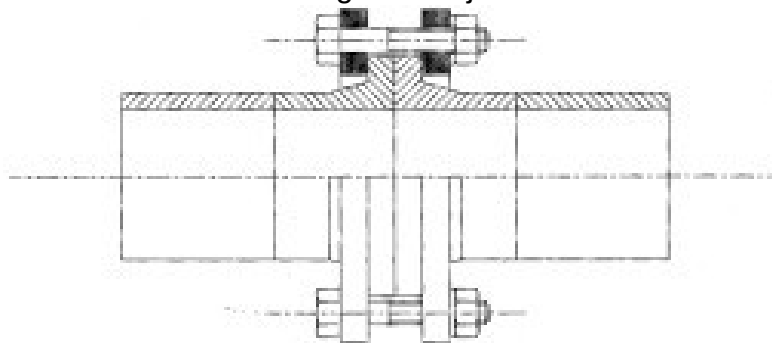


Figura 16 – Junta de Transição PE x Aço

adaptador serem utilizadas nas transições de tubos de PE ou PP para outros materiais, ou bombas e válvulas, a denominação Junta de Transição PE x Aço tem sido empregada a um determinado tipo de peça, mais utilizada em linhas de tubos de PE para gás.

Esta peça possui uma extremidade ponta ou bolsa de eletrofusão para soldar-se ao tubo de PE e a outra extremidade em aço do tipo ponta ou rosca. Sua utilização básica é a ligação do tubo de ramal da linha de gás ao medidor do consumidor.

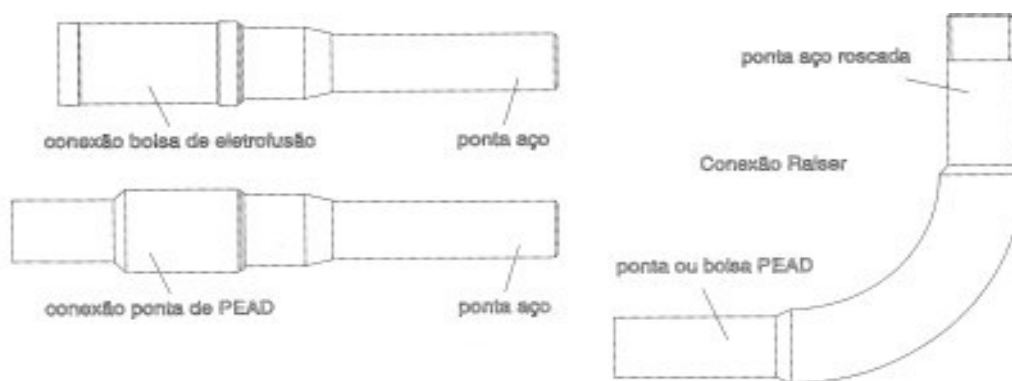


Figura 17 – Junta de Transição PE x Aço (Pontas)

Juntas mecânicas para reparos

Estas peças são utilizadas em situações de emergência, onde se faz necessário um reparo rápido, em especial quando a tubulação não pode ter o fluxo de água completamente estancado, impossibilitando os métodos de soldagem. Deve ser dada preferência às peças do tipo auto travadas, que oferecem um maior grau de segurança à estanqueidade.

Reparos de linhas em carga

A soldagem não pode ser feita com água vazando. Portanto, para se estancar o fluxo de água, utiliza-se o método do estrangulador de vazão para tubos de até DE 400.

Método do Estrangulador de Vazão (pinçador) O estrangulador deve ser qualificado.

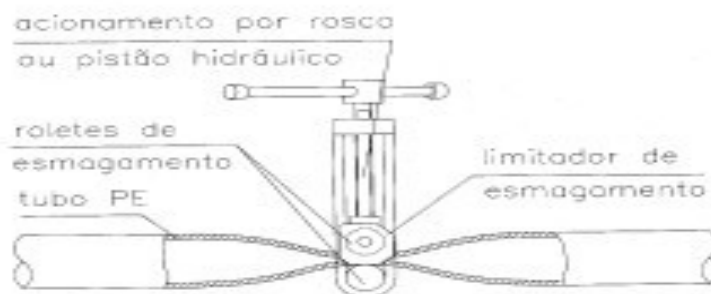


Figura 18 – Método do Estrangulador de Vazão (pinçador) O estrangulador deve ser qualificado.

Estrangulador de vazão

O estrangulador deve possuir limitadores de esmagamento em função do diâmetro e espessura do tubo para que o esmagamento não ultrapasse 30% do dobro da espessura do tubo, ou seja, o esmagamento deve ser interrompido quando a distância entre os roletes de esmagamento atingir 70% do dobro da espessura do tubo.

Por exemplo, se o tubo tem espessura de 10 mm, a distância entre os roletes de esmagamento não deve ser menor que 14 mm (70% de 20 mm).

O estrangulamento deve ser feito a uma distância não inferior a 500 mm ou 4xDE, o que for maior, de qualquer união, derivação, ou estrangulamento feito anteriormente.

Se necessário, usar dois ou mais estranguladores consecutivos de cada lado do trecho a ser cortado.

Análise de Transientes

Para a análise de transientes em tubulações de PE ou PP deve-se levar em conta algumas particularidades:

- as tubulações de PE e PP devem ser consideradas de parede espessa (a distribuição de tensões não é uniforme ao longo da parede- veja cálculo da celeridade);
- a celeridade nas tubulações de PE e PP é muito menor que em outros materiais, consequentemente, as variações de pressão provocadas por transientes também serão menores;
- durante a ação de transientes, podem ser aceitas sobrepressões até 50% superiores às pressões de serviço das tubulações;
- tubulações de baixo PN podem sofrer colapso devido à subpressão.

O quadro abaixo mostra a pressão de colapso P_{koc} (tubo não deformado, não enterrado no solo, sujeito à pressão externa ou vácuo interno) para cargas de curta e longa duração no PE:

PN (Kg/cm ²)	Pkoc (3 min) (mca)	Pkol (50 anos) (mca)
2.5	4	0.4
3.2	8	0.9
4	15	1.7
5	30	3.3
6	52	5.8
7	82	9.1
8	123	13.7
9	175	19.4
10	240	26.7
12	415	46.1
14	659	73.2
16	983	109.2

Figura 19 – Pressão de colapso Pkoc para cargas de curta e longa duração no PE

Essas pressões de colapso devem ser levadas em consideração na escolha da classe de pressão de uma tubulação, podendo- se, quanto ao efeito de transientes, adotar a seguinte regra geral:

- b) PN 2.5 SDR 32,25: usar apenas em tubulações não sujeitas a subpressão em hipótese alguma, como adutoras por gravidade ou sifões;
- c) PN 3.2 e 4 SDR 26 e 21: quando houver a possibilidade de ocorrer subpressão, devem ser instalados dispositivos de proteção (como chaminé de equilíbrio, tanque de alimentação unidirecional, etc).
- d) PN 5 ou maior SDR 17: suportam subpressão, inclusive o vácuo absoluto para solicitações de curta duração.

Cálculo da celeridade

$$a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1 + c \frac{K D}{E e}}}$$

onde:

a= celeridade (m/s)

K= módulo de elasticidade do fluido (K=2.2 GPa para a água)

ρ= densidade do fluido (ρ= 1000 Kg/m³ para água) c1= coeficiente (veja cálculo a seguir):

D= diâmetro interno da tubulação (m)

E= módulo de elasticidade da tubulação (E= 1.0 GPa para PE)

e= espessura da tubulação (m)

μ= coeficiente de Poisson da tubulação (μ= 0.5 para o PE)

cálculo do coeficiente c1:

Tubo fixado somente a montante

$$c_1 = \frac{2e}{D} (1+\mu) + \frac{D}{D+e} (1-\mu/2)$$

b) tubo ancorado contra movimento longitudinal (adutoras enterradas em PE ou PP)

$$c_1 = \frac{2e}{D} (1+\mu) + \frac{D}{D+e} (1-\mu^2)$$

c) tubo com juntas de expansão em todo o comprimento

$$c_1 = \frac{2e}{D} (1+\mu) + \frac{D}{D+e}$$

PN (Kgf/cm ²)	celeridade (m/s)
2.5	177
3.2	198
4	219
5	242
6	262
7	280
8	296
9	310
10	324
12	347
14	367
16	384

Figura 20 – Demonstração do PN X Celeridade

A tabela acima mostra os valores da celeridade calculados para a tubulação PEAD fixada contra movimento na longitudinal.

Nota: os valores do módulo de elasticidade e do coeficiente de Poisson apresentados são correspondentes a cargas de curta duração, que são os valores que devem ser usados para a análise de transientes.

Expansão e contração térmicas

É importante considerar as características de expansão e de contração térmica no projeto e na instalação de sistemas de PE. O coeficiente de expansão e contração térmica para o polietileno é aproximadamente 10 vezes maior de que para o aço ou o concreto. No entanto, as propriedades viscoelásticas deste material o tornam bastante adaptável para ajuste com o tempo aos esforços impostos pelas alterações térmicas. Quando a instalação for feita no verão, deverão ser utilizados comprimentos um pouco maiores de tubulações que devem ser colocadas de forma serpenteante para compensar a contração da tubulação no interior (mais frio) da vala.

Se a instalação for realizada no inverno poderá ser feita com o comprimento real da tubulação.

Quando o material de preenchimento for mole ou pastoso, como em pântanos ou leitos de rios, a tubulação pode não sofrer pressão do material de preenchimento quando da movimentação causada pela expansão ou contração térmicas. Além disso, as tensões sofridas pela tubulação serão transmitidas a suas extremidades podendo danificar conexões não resistentes. Quando possível, deverão ser instalados elementos de ancoragem apropriados imediatamente antes das extremidades, visando isolar e proteger as conexões.

A força causada por variações térmicas resulta da tensão na parede da tubulação e na área transversal da parede. O comprimento da tubulação necessária para ancorar toda a instalação contra esta força calculada depende da circunferência da tubulação, da pressão média de contato entre o chão e a tubulação, e o coeficiente de atrito entre o material de preenchimento e a tubulação.

Uma vez instalada a tubulação e com carga de trabalho, a variação de temperatura geralmente é pequena, ocorrendo durante um período de tempo prolongado e não causando tensão significativa na tubulação.

Instalação de conexões

Quando as tubulações ou conexões forem conectadas a estruturas rígidas, deverá se evitar movimentos ou flexões no ponto de conexão. Para isto, utilizar-se-á material de preenchimento bem compactado ou um bloco de concreto armado construído sob a tubulação ou conexão, que deverá ser conectado à estrutura rígida, prolongando-se um diâmetro da tubulação, ou no mínimo 30cm a partir da união flangeada. A figura abaixo ilustra o método indicado.

Recomenda-se que os parafusos colocados nas conexões flangeadas como nas abraçadeiras

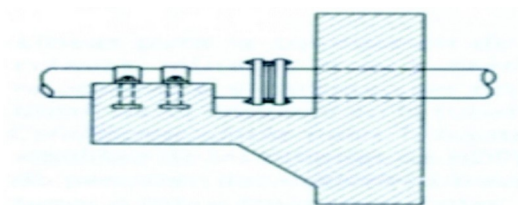


Figura 21 – Compactação

dos blocos de suporte, passem por um aperto final, quando de sua primeira instalação.

É necessário ter especial cuidado com a compactação realizada em volta das conexões. Esta deverá estender-se vários diâmetros de tubulação, além dos terminais das conexões. Recomenda-se uma compactação de 90% de densidade Proctor nestas áreas.

Passagem por parede

Quando a tubulação atravessar paredes, pode ser ancorada por meio de um anel ou estrutura lateral acoplada à tubulação, selando a passagem na parede. Para selar o anel entre a passagem e a tubulação de PEAD, foram testadas com sucesso vedações em borracha expansível mais selante.

Instalar a tubulação de forma contínua sobre suportes, garante maior resistência estrutural à instalação, tanto no que se refere à capacidade de pressão de colapso externa como interna.

Atualmente ao instalar tubulações sobre suportes torna-se extremamente difícil vedar o anel sem deixar falhas.

Pode-se instalar a tubulação com suportes localizados para estabilizar os movimentos onde exista expansão lateral.

Preenchimento e compactação

O propósito de preencher a vala é criar um apoio firme e contínuo em volta da tubulação. O fator mais importante de uma instalação subterrânea bem sucedida é realizar um preenchimento correto em volta da tubulação.

O material de escavação da própria vala poderá ser utilizado com material de preenchimento inicial, desde que se trate de material uniforme que não contenha pedras nem se desmanche ou desagregue com facilidade. O melhor material para preenchimento inicial é a areia fina. Se a tubulação for instalada em terreno lodoso de má qualidade e sob condições de carga externa severa, como em entroncamento de vias, a areia deverá ser o material de preenchimento utilizado.

O material de preenchimento inicial deve ser colocado em duas etapas. A primeira até a altura média da tubulação sendo em seguida compactado ou nivelado, molhado com água para garantir que a parte inferior da tubulação fique bem assentada.

Deve-se atentar para que as laterais da tubulação fiquem bem apoiadas, visto que a compactação desta área influi de forma importante na deflexão à qual é submetida a tubulação em serviço. A compactação depende das propriedades do solo, teor de umidade, espessura das camadas de preenchimento, esforço de compactação entre outros fatores. Na segunda etapa, devem ser adicionadas camadas de 20 a 25cm bem compactadas até 15 a 30cm sobre a geratriz superior da tubulação. A partir desse ponto, pode-se utilizar o material extraído in situ para completar o preenchimento até o nível do terreno isento de pedras e outros detritos. Deve-se ter o cuidado de não usar equipamentos pesados de compactação até atingir, pelo menos, 30 cm sobre geratriz superior da tubulação.

Instalação superficial

Geralmente, as tubulações de PE serão instaladas sob a terra. No entanto, existem situações nas quais a instalação superficial apresenta vantagens, por exemplo:

- Linhas para a condução de polpas ou resíduos de minas que frequentemente serão relocadas, permitindo sua rotação de forma a distribuir o desgaste da própria tubulação.
- Condições ambientais; a resistência e flexibilidade das tubulações de PE frequentemente permitem instalações em pântanos ou áreas congeladas.
- Instalações em zonas rochosas ou na água são, às vezes, métodos mais econômicos.
- Seu baixo peso e facilidade de instalação, são propícios para montagens rápidas em instalações temporárias.

Dilatação e contração térmicas

O projeto de uma instalação superficial deve levar em conta as mudanças de temperatura tanto internas como externas, pois tais mudanças causam dilatação e contração em todos os tipos de tubulações.

Quando ocorrerem mudanças bruscas de temperatura em curtos períodos de tempo, a movimentação da tubulação pode se concentrar em determinada zona até fazer a tubulação

dobrar. Se o fluxo do fluido transportado for contínuo, as expansões e contrações da instalação serão mínimas, uma vez estabelecidas as condições de operação.

A tubulação de PE contém um percentual de negro- de- fumo que a protege dos raios UV, mas o calor absorvido aumenta a taxa de dilatação e contração.

Um método para limitar a dilatação e contração é ancorar adequadamente a tubulação em intervalos definidos ao longo da instalação.

Ao sofrer dilatação, a tubulação deflete lateralmente, necessitando de espaço disponível. Na contração, tenderá a ficar tensa entre os pontos de ancoragem; isto não danifica a tubulação, pois o PE possui a propriedade de aliviar tensões e ajustar- se com o passar do tempo espaço disponível. Na contração, tenderá a ficar tensa entre os pontos de ancoragem; isto não danifica a tubulação, pois o PE possui a propriedade de aliviar tensões e ajustar- se com o passar do tempo.

$$\Delta y = L \sqrt{0,5 \alpha \Delta T}$$

Onde:

Δy = deflexão lateral (m)

L= comprimento entre ancoragens (m)

α = coeficiente de expansão térmica, mm/m linear °C ($\surd$ = 0,2mm/m linear °C)

ΔT = variação de temperatura, °C

Suportes guias

Para o uso apropriado de diferentes tipos de suportes de tubulações respeitar as seguintes recomendações:

- Se a temperatura ou peso da tubulação e o fluido são elevados, recomenda- se utilizar um suporte contínuo (temperaturas superiores a 60°C).
- O suporte deve ser capaz de limitar os movimentos laterais ou longitudinais da tubulação se assim for projetado. Se a instalação foi projetada para movimentar- se durante a expansão, os suportes deslizantes devem proporcionar uma guia sem restrição na direção do movimento.
- As instalações que atravessam pontes podem precisar de isolamento para minimizar os movimentos causados pelas variações de temperatura.
- As conexões pesadas e as conexões flangeadas devem apresentar suportes em ambos os lados.

A figura seguinte, mostra exemplos típicos de suportes de tubulações de HDPE.

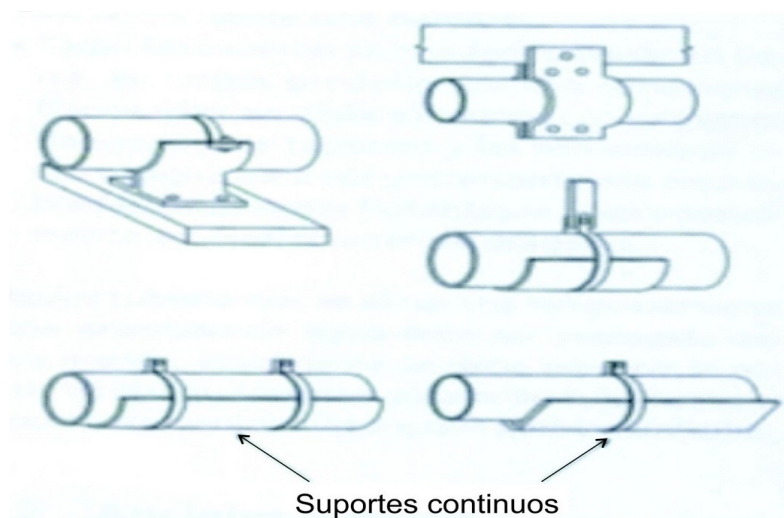


Figura 22 – Exemplos típicos de suportes de tubulações de HDPE

Suportes ancoragem

Para prevenir deslocamentos laterais e movimentos nas conexões devem ser utilizados elementos de ancoragem. Tais elementos devem ser colocados o mais próximo possível das conexões. No caso do uso de conexões flangeadas, os elementos de ancoragem devem ser acoplados aos flanges. No entanto, devem ser evitadas flexões entre a tubulação e os flanges. Alguns elementos de ancoragem específicos para tubulação de PEAD são mostrados na figura adiante:

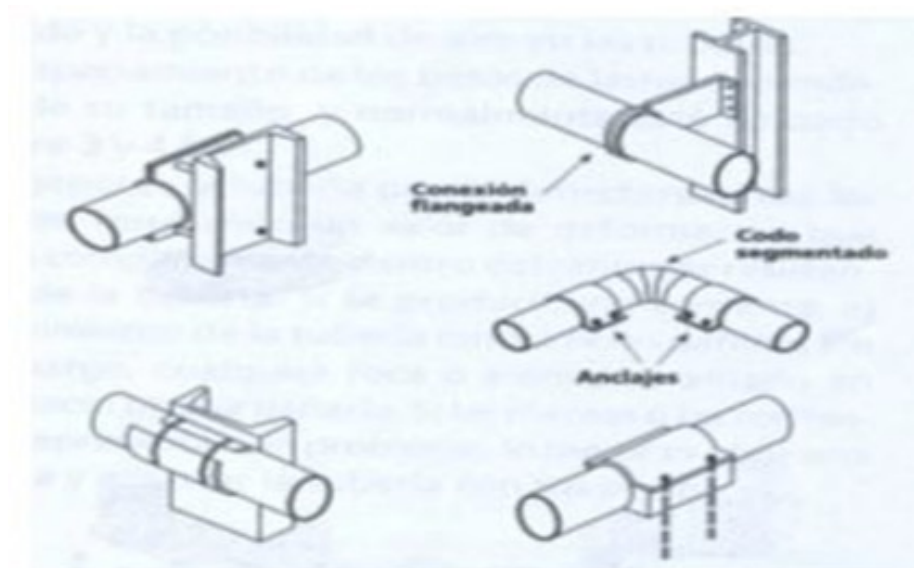


Figura 23 – Elementos de ancoragem específicos para tubulação de PEAD

Compensadores de dilatação- Efeito Lira

Para minimizar as tensões e deformações de dilatação térmica e na impossibilidade de permitir-se o livre movimento da tubulação, poderão ser adotados compensadores tipo telescópicos ou sanfonados. Todavia, além de caros, os compensadores normalmente encontrados no mercado exibem o inconveniente de absorverem dilatações e contrações muito pequenas, se comparadas às encontradas nos tubos plásticos (a dilatação do PVC é da ordem de 7 vezes maior que a do aço, a do PEAD, 18 vezes, e a do PP é de 16 vezes), além de exigirem uma força mínima de dilatação por vezes maior que as desenvolvidas pelos tubos plásticos.

Desta forma, a utilização de recursos como curvas e liras de compensação são normalmente preferidos.

O dimensionamento de liras de compensação, de acordo com algumas literaturas técnicas, deverá ser tal que o comprimento da perna da lira (R) seja maior ou igual a:

$$R = 17,28 \sqrt{D \cdot \Delta t} \quad (\text{cm})$$

Abaixo exemplificamos algumas formas de instalações.

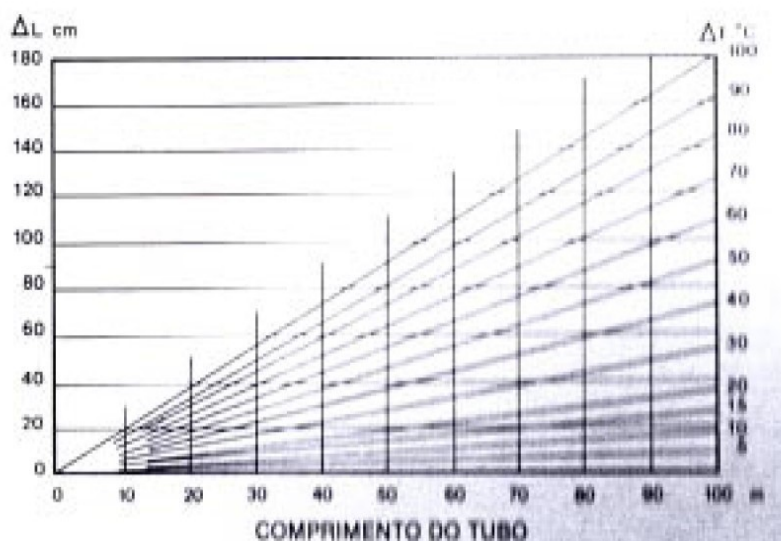
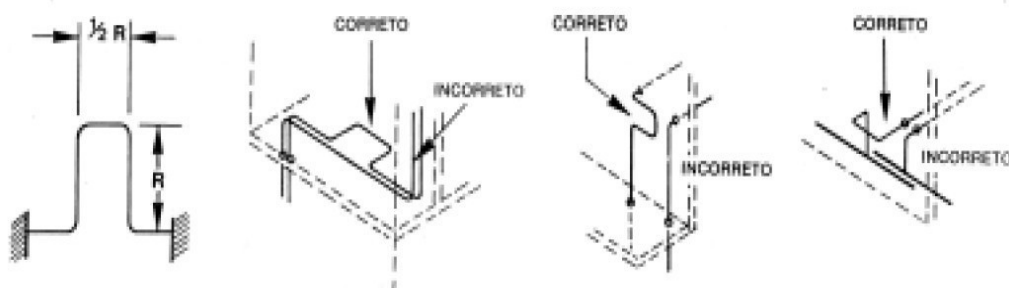


Figura 24 – Compensadores de dilatação - Efeito Lira

Normas e tabela de dimensões de tubos PE

4.5- Normas e Tabelas de dimensões de Tubos PE.

NORMA ISO 4427/96 STANDARD ISO 4427/96 / NORMA ISO 4427/96			NORMA DIN 8074 STANDARD DIN 8074 / NORMA DIN 8074			
s_{tubo} s_{tubo} s_{tubo} (mm)	$s_{(min)}$ $s_{(min)}$ $s_{(min)}$ (mm) SDR ≤ 17	s_e (referencial) (relação) (relação)	s_{tubo} s_{tubo} s_{tubo} (mm)	$s_{INT.}$ $s_{INT.}$ $s_{INT.}$ (mm)	ALTURA HEIGHT ALTURA (mm)	$s_{EXT.}$ $s_{EXT.}$ $s_{EXT.}$ (mm)
20	600	900	20	700	190	900
25	600	980	25	700	190	980
32	700	1.200	32	900	260	1.200
40	800	1.300	40	900	330	1.300
50	1.000	1.600	50	1.200	360	1.600
63	1.300	2.000	63	1.500	390	2.000
75	1.500	2.400	75	1.800	390	2.400
90	1.800	2.800	90	2.200	460	2.800
110	2.200	3.000	110	2.200	560	3.000
125	2.500	3.200	125	2.500	640	3.200

* Válido para PN ≥ 8
 * Válido para PN ≥ 8
 * Válido para PN ≥ 8

* Válido para RDE (Relação Diâmetro/Espessura) $\leq 17,6$
 * Válido para SDR (Standard Dimension Ratio) $\leq 17,6$
 * Válido para RDE (Relação Diâmetro/Espessura) $\leq 17,6$

Figura 25 – Normas e Tabelas de dimensões de Tubos PE.

Tubo cerâmico com junta asfáltica

Os tubos cerâmicos com junta asfáltica são destinados à condução de esgotos sanitários, sujeitos à pressão atmosférica.

Para a montagem, observar os seguintes preceitos:

- Antes de baixar o tubo na vala, verificá-lo cuidadosamente quanto à limpeza e defeitos;
- Colocar um anel de juta ou estopa alcatroada na ponta do tubo em montagem e introduzi-lo na de outro montado;
- Com ferramenta apropriada (estopador), ajustar a juta no fundo da bolsa, de modo a proporcionar um espaço vazio de 5,0 cm a contar da extremidade da bolsa;
- Aplicar asfalto ou piche de alcatrão misturado com areia fina e breu derretido. Para facilitar a colocação, é feito, com argila, uma espécie de anel (cachimbo) que impede a extravasão do asfalto. O asfalto será lançado de uma só vez com recipiente apropriado, somente em um dos lados do cachimbo até a extravasão total do lado oposto, garantindo perfeito enchimento;
- Retirar o cachimbo das juntas para verificação do total enchimento;

- Avaliar o nivelamento da geratriz inferior interna dos tubos;
- Efetuar o teste de fumaça.

Tubos de concreto com junta elástica

São usados tubos de concreto simples ou armado de seção circular. São tubos centrifugados destinados à condução de esgotos sanitários, sob pressão atmosférica ou não. Evitar o corte dos tubos com deslocamento de caixas, poços de visita, etc. Evitar também flexão em junta.

Tubos de concreto com junta de argamassa

São tubos de concreto simples ou armados, de seção circular, destinados à condução de águas pluviais e de líquidos não agressivos, sujeitos à atmosférica.

Para a montagem, observar os seguintes preceitos:

- Antes de baixar os tubos na vala, verificá-los cuidadosamente quanto à limpeza e defeitos;
- Colocar juta ou estopa alcatroada na ponta do tubo, centrar e introduzir na bolsa de espera;
- Com ferramenta apropriada (estopador), ajustar a juta no fundo da bolsa, de modo a proporcionar um espaço vazio de 5,0 cm a contar da extremidade da bolsa;
- Colocar argamassa de cimento e areia lavada, traço 1:3 em volume, na bolsa e centrar perfeitamente a ponta em relação à bolsa, avaliando a locação da geratriz inferior interna dos tubos;
- Respaldar externamente a argamassa, deixando uma inclinação de 45º em relação à superfície do tubo e a partir da aresta externa da extremidade da bolsa.
- No caso de assentamento; onde o subsolo contenha água, as juntas serão obrigatoriamente protegidas por um capeamento de argamassa de cimento e areia, no traço 1:1 em volume, contendo material impermeabilizante.

Tubos de aço

Os tubos e peças especiais deverão, antes de qualquer manuseio, ser reforçados em suas extremidades com cruzetas de madeira firmemente colocadas, que somente serão removidas com autorização da Fiscalização.

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

Disposições Gerais

Tomar todas as precauções para manter a tubulação livre de sujeira, resíduos, pedaços de solda ou qualquer outro corpo estranho, durante a execução das obras. Em toda paralisação dos trabalhos as extremidades das tubulações instaladas serão tamponadas.

O assentamento da tubulação será executado verificando-se as cotas do fundo da vala e da geratriz externa superior do tubo, a cada 20 m, de modo que respeitem o projeto e os serviços possam desenvolver-se em várias frentes, sem a necessidade de correções de cotas nos encontros. A Fiscalização efetuará a verificação das cotas, antes do posicionamento final.

Os tubos, uma vez baixados às valas, somente serão deslocados longitudinalmente quando suspensos por meios adequados, ou depositados sobre sacos de aniagem, rolos de borracha ou dollies.

A montagem prévia de elementos componentes da tubulação será efetuada fora da vala, desde que o conjunto não ultrapasse 15m de comprimento.

As curvas com ângulo inferior ou igual a vinte e dois graus e trinta minutos serão obtidas por cortes nas extremidades dos tubos contíguos. Para ângulos maiores serão utilizadas curvas pré-fabricadas, conforme indicação do Projeto.

Soldagem

Os tubos e peças especiais fabricados com chapas de aço, de conformidade com a Norma A-36, A - 283 ou A- 235.

As ligações entre os elementos constituintes da tubulação serão obtidas por soldagem elétrica, a arco protegido ou submerso, e serão executadas por processos e mão- de- obra qualificados. Deverão observadas as prescrições constantes da Norma AWWA C206 e nos casos omissos aplicar a norma AWS D1. 1 ou ASME IX para qualificação dos procedimentos de solda.

Das operações de soldagem, será apresentada à Fiscalização descrição pormenorizada dos processos de soldagem a serem adotados.

Qualificação dos Soldadores

Todas as soldas efetuadas no campo serão marcadas, a fim de se identificar o soldador ou operador de equipamento automático, com estampas de aço de 1 centímetro, em letras e números.

Os procedimentos para testes e qualificação de soldadores seguem as exigências mínimas estabelecidas na Norma ASME, Seção IX.

Os certificados de qualificação de soldador serão emitidos pela Fiscalização.

Cada soldador será qualificado para a função específica, não se considerando que o soldador manual esteja, implicitamente, qualificado como operador para soldagem automática e vice-versa.

A Fiscalização acompanhará a escolha dos soldadores, que será feita com o emprego de material a ser efetivamente aplicado na obra, com eletrodo de maior diâmetro.

As mesmas exigências serão aplicadas quanto aos operadores de equipamentos automáticos.

Quando a junta for radiografada, esta informação deverá constar do laudo, sendo desqualificado o soldador que efetuar repetidas soldas defeituosas.

Todos os soldadores serão adequadamente equipados com máscaras de proteção, aventais, mangas e polainas de camurça e luvas de amianto ou couro, macias e flexíveis.

Eletrodos e Equipamentos de solda

Os eletrodos para solda e os materiais de adição deverão obedecer às Normas ABNT EB 79, classificação 4210- 0, ou 4211- 0, equivalentes à classificação ASTM- A.223, classes E- 6010 e E - 6011.

Os eletrodos terão as dimensões recomendadas pelos fabricantes dos tubos para cada passe ou conforme processos qualificados.

Os eletrodos serão conservados em estufas próprias, com a capacidade mínima de 60kg.

Os eletrodos considerados imprestáveis, bem como os pedaços remanescentes, serão recolhidos em recipientes adequados e removidos para fora dos locais de serviços.

O equipamento de solda deverá assegurar a corrente indicada para a solda, garantindo a estabilidade do arco. Será provido de painel de instrumentos para leitura da corrente e tensão e chapas comutadoras de comando e controle. Tanto os cabos elétricos de alimentação do grupo moto- gerador, como os cabos alimentadores de porta- eletrodos serão flexíveis e dimensionados para o trabalho ao ar livre. As respectivas bitolas deverão assegurar as quedas

de tensão compatíveis com as Normas Técnicas da ABNT. Uma eficiente ligação à terra será implantada, quer para o sistema cabo porta- eletrodo, quer para o terminal terra do gerador- peça a ser soldada.

O cabo- terra será do mesmo tipo do cabo alimentador do porta-eletrodo.

Inspeção e testes não- destrutivos das soldas

Todas as soldas efetuadas no campo serão submetidas a inspeções e/ou testes, para obtenção de serviço de soldagem adequado e executado dentro de padrões uniformes. As soldas serão inspecionadas e testadas por processos radiográficos, ultra- sônicos e hidrostáticos.

Se não especificado a contratada fará o controle das juntas de soldas por ensaios de ultra- som.

Testes radiográficos

Por ocasião da inspeção serão assinalados nas tubulações soldadas os pontos defeituosos, bem como serão apresentados laudos por escrito à Fiscalização, que os encaminhará aos responsáveis para as providências cabíveis. Somente serão revestidas as juntas que forem aprovadas pela Fiscalização.

As especificações referentes à qualidade radiográfica serão as mencionadas no código ASME, Seção VIII, UW- 5152 e ASTM- E- 142. O nível de qualidade radiográfica 2- 2T. Quando for usado penetrômetro DIN 54109- 62, pede- se BZ- 10 a BZ- 14- Penetrômetro DIN 10/16- categoria 2.

As radiografias deverão apresentar uma densidade H.E.D. entre 2,0 a 3,5 sobre a imagem da solda.

As radiografias serão reveladas em câmaras escuras instaladas no campo imediatamente após as suas tomadas.

As técnicas de escolha da revelação, manuseio e demais cuidados inerentes ao filme, serão os mencionados em "Práticas Experimentais Recomendadas para o Teste Radiográfico", ASME- E- 94- 62- T.

As radiografias serão identificadas conforme exigências normativas da SANEAGO e deverão apresentar:

1. Identificação da obra e do local;
2. Identificação da junta, referindo- se aos números dos tubos unidos;
3. Posição da chapa na junta;
4. Número indicativo do soldador.

Nota: A referência para a posição da chapa na junta será sempre a geratriz superior do tubo. Em relação a quem olha a tubulação de montante para jusante, a numeração da chapa se faz no sentido horário.

Para os processos de arcos submersos, gás ou eletrodos tubulares, serão adotados os princípios estabelecidos pela AWS- SR- 1.

Fichas de soldagem serão feitas para registro dos processos de soldagem adotados, devendo seguir os padrões indicados pela SANEAGO. A qualificação dos processos de soldagem será feita por laboratórios especializados, indicados pela Fiscalização, através do exame de corpos de prova. Os testes serão executados no campo, sob condições reais de trabalho.

Os corpos de prova serão fornecidos nas quantidades que forem necessárias, e executados na presença da Fiscalização. As provas serão repetidas em qualquer fase dos trabalhos, sempre que a Fiscalização julgar necessário.

A qualificação não impede que seja mudado o processo de soldagem, contanto que este seja submetido à nova aprovação.

Sendo comprovadamente deficiente o processo de soldagem empregado, a Fiscalização exigirá a adoção de novo processo.

Ajustes prévios

Os tubos e peças a serem soldar serão posicionados e ponteados para garantia de espaçamento uniforme em toda a circunferência, não sendo permitido completar a soldagem de um só lado, para em seguida executá-la do outro.

Para a solda de posição, os tubos serão girados a baixa velocidade sobre rolos pneumáticos apoiados nas faixas não revestidas de duas de suas extremidades.

As peças especiais serão ajustadas no campo e os tubos serão pré-selecionados, dentro das tolerâncias da Norma AWWA- C.206.

Para o alinhamento da tubulação não será permitida a soldagem ao tubo de dispositivos auxiliares, devendo- se utilizar alinhadores manuais. A Fiscalização poderá autorizar o uso de outros dispositivos projetados para essa finalidade.

As extremidades dos tubos serão biseladas, a superfície do bisel que receber a solda ser limpa de toda tinta, ferrugem ou corpos estranhos, e inspecionada quanto a amassamento ou outros fatores prejudiciais.

Após o alinhamento dos tubos e peças, para a soldagem será mantido espaçamento uniforme e adequado no ombro do bisel, que será de 1/6" para solda vertical descendente, e 1/8" para solda vertical ascendente. Somente então será dado o primeiro passe, que deverá respeitar os ponteamientos efetuados para o posicionamento.

Cortes na tubulação

Sendo necessário efetuar cortes nos tubos ou peças, serão tomados cuidados para que não ocorram danos nos revestimentos internos ou externos, com a remoção de toda a escória e a confecção de novo bisel dentro dos padrões estabelecidos. A superfície acabada deve apresentar- se perfeitamente lisa.

Para os cortes oxi- acetilênicos, manter no canteiro, conjunto adequado de maçarico de corte, sendo vedado o uso de gerador de gás.

Exigências

A fim de assegurar a imobilidade das peças durante as soldagens, serão empregados blocos ou calços de madeira, revestidos de borracha, adequadamente posicionados.

A soldagem será executada de modo que a circunferência seja completada pelo trabalho simultâneo de dois soldadores, no mínimo, um em cada lado do tubo, para tubos acima de 500mm. Tomando- se por eixo a junta a ser soldada, o passe superficial será simétrico.

Nas juntas soldadas topo a topo, nenhuma superfície de acabamento na área de fusão ficará abaixo de superfície do tubo (reentrante).

As juntas soldadas longitudinalmente ficam defasadas em relação a duas seções adjacentes.

Qualquer cordão de solda interrompido, ao ser retomado, exige- se que o princípio do novo cordão derreta completamente o material do final do cordão anterior, a fim de se evitar a

ocorrência de quaisquer descontinuidades. O tempo máximo entre dois passes consecutivos será de 50 horas.

As soldagens julgadas defeituosas serão refeitas pela remoção ou fusão do material, além da penetração que tenha sofrido pela soldagem defeituosa, sem atingir o metal-base.

Todo o material queimado será removido cuidadosamente e a área preparada de modo adequado para receber nova soldagem. Cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, antes da aplicação do novo passe.

Será feito o pré-aquecimento, controle de temperatura entre passes ou tratamento térmico pós-soldagem, para alívio das tensões, com exceção do primeiro e último passes.

A Fiscalização fará inspeção visual antes da inspeção radiográfica. Quaisquer mordeduras, respingos de solda ou outros corpos estranhos que possam comprometer o laudo na radiografia serão removidos através de lixamento.

A Fiscalização exige o aquecimento prévio da superfície, em uma faixa mínima de 8cm de cada lado da linha de solda, quando as condições de qualificação do processo assim o exigirem.

A aprovação da solda obedecerá aos critérios previstos no código ASME Seção VIII.

Serão observadas as regras de segurança, exigidas durante a inspeção, com relação ao pessoal na obra.

Testes ultra-sonicos

Serão executados conforme as normas referentes à "Welded and Railway Bridges"- Apêndice "C", "Ultrasoning Testing of Groove Welds", normas "Welded Wessels", ASME Seção VIII-divisão 1 para inspeção por ultra-som em juntas soldadas, e Norma DIN 54 120 padrão VI para calibração do equipamento.

O equipamento de ultra-som a ser usado será específico para a finalidade, podendo a sua frequência variar de 2 a 4 megahertz.

Os corpos de prova necessários à calibração do equipamento serão feitos de material idêntico ao usado na obra. Para a inspeção utilizar-se-á transdutores pulso-eco, de ondas longitudinais e transversais. O(s) ângulo(s) do(s) transdutor(es) de ondas transversais selecionado(s) são adequados(s) a espessura inspecionada, cuja sobreposição mínima, durante a varredura, não deverá ser inferior a 15% da largura do transdutor.

A fonte de alimentação do equipamento será um jogo de baterias de NiCa, já adaptadas ao equipamento. Caso seja necessário utilizar-se uma fonte ligada a uma extensão, sugere-se que as baterias sejam mantidas no equipamento para que não ocorra oscilação/distorção da linha de varredura do TRC.

O equipamento deverá também possibilitar, durante a inspeção, a utilização se necessários os seguintes dispositivos:

Régua de localização de defeitos, para ser montada no cabeçote (transdutor). A régua de localização em papel vegetal, em material plástico transparente ou similar para que, posteriormente seja feito o croqui das descontinuidades detectadas no relatório de inspeção; A calibração da escala do equipamento feita com auxílio do padrão VI ou VII, para calibragem do aparelho, em conjunto com o cabeçote emissor-receptor.

Os critérios para aceitação ou rejeição das juntas analisadas com ultra-som serão os seguintes:

Máxima reflexão: será rejeitada qualquer descontinuidade do eixo que ultrapassar os índices da tabela C2 das Normas WHRB;

Mínima reflexão: será rejeitada qualquer descontinuidade que exceda, em comprimento, duas polegadas dos padrões da Tabela C2 das Normas WHRB.(poderá como critério de aceitação, utilização da norma ASME VIII- divisão 1, em substituição aos itens 1 e 2 acima).

A superfície do contato do cabeçote ultra- sônico será lisa, isenta de tintas, respingos de solda ou escória ou quaisquer outros contaminantes que possam comprometer o contato na superfície da peça a ser inspecionada. Como meio uniformizador de contato acoplante, entre o cabeçote e a superfície a ser testada, será usada água ou carboxi- metil- celulose, preferencialmente.

Quando se usar graxa ou óleo, cuidados especiais serão exigidos, na limpeza posterior da tubulação, para possibilitar a aderência do "primer" e revestimento.

O corpo de prova para calibração do analisador ultra- sônico deverá acompanhar o instrumento, conservado imerso em querosene. Cada operador deverá ajustar o equipamento ao assumir o serviço, aferindo- o com o corpo de prova. Igual cuidado será tomado após mudanças de materiais ou variações de tensões ou troca de onda de emissão.

O Padrão deverá estar sempre isento de oxidação ou de outros contaminantes.

Caso seja exigência da Fiscalização, as descontinuidades relevantes serão radiografadas e/ou acompanhadas pelo fiscal, durante o reparo.

Defeitos notáveis, apresentados no ecograma, serão mostrados em fotografias, juntamente com o laudo.

As juntas defeituosas, assinaladas pela inspeção, serão reparadas. Após os reparos, a solda será novamente inspecionada por ultra- som.

Envoltória de areia Recobrimento especial

Toda a tubulação de aço no interior das caixas de abrigo será protegida por um recobrimento especial, a fim de garantir as condições, exigidas pelas hipóteses de projeto, adotadas na determinação da espessura da chapa dos tubos e peças especiais de aço. Esse recobrimento ou envoltória será de areia ou de cimento e areia, ou de concreto magro.

A posição, dimensões e o tipo da envoltória devem obedecer rigorosamente às indicações do projeto.

A camada da envoltória situada entre o fundo consolidado da vala e a geratriz externa inferior do tubo, bem como a camada acima da geratriz externa superior, deverão ter 15 cm de altura.

Os tubos serão lastreados ou travados de modo a impedir seu deslocamento durante a execução da envoltória. A compactação da envoltória será mecânica ou hidráulica, ou uma combinação de métodos.

A areia da envoltória será limpa (destituída de detritos), com o máximo de 5% de material passante na peneira 100 e permeabilidade da ordem de 1×10^{-2} e lançada em camadas horizontais com espessuras não superiores a 50 cm compactada de modo a não danificar o revestimento da tubulação.

A camada da envoltória, abaixo da tubulação, será lançada antes do posicionamento dos tubos, excluída a extensão da vala correspondente ao comprimento dos cachimbos, que serão limitados por meio de formas de madeira.

A compactidade relativa da areia será definida pelos ensaios de determinação do índice de vazios mínimo de solos coesivos (norma ABNT- MB 3388), devendo, em todos os pontos da envoltória, atingir valores superiores a 70% (setenta por cento).

Onde necessário, a critério da Fiscalização, a envoltória será executada em sua metade inferior, com uma mistura de areia e cimento, com 100 quilos de cimento Portland comum por metro cúbico de areia, que será lançada e adensada por vibração.

Em pequenas profundidades e a critério da Fiscalização, será permitido o envelopamento com concreto magro com consumo mínimo de 150 kg/m³ de cimento.

A execução da envoltória, após assente a tubulação, somente será feita com autorização da Fiscalização, e após concluídos os seguintes serviços:

1. testes das juntas;
2. instalação do sistema de proteção anticorrosiva (catódica);
3. revestimento das juntas;
4. reparos no revestimento da tubulação;
5. cadastramento detalhado.

Preparação de superfície (AÇO)

A preparação da superfície será realizada com dois grandes objetivos. O primeiro consiste em remover da superfície materiais que possam impedir o contato da tinta com a mesma. O segundo, diz respeito à necessidade de se criar um adequado perfil de rugosidade capaz de permitir a ancoragem mecânica da primeira demão da tinta de fundo ao substrato.

Sendo assim, a preparação da superfície constitui uma etapa importantíssima na execução de uma pintura industrial sendo especificamente diferente para cada tipo de substrato.

Os tipos de tratamento de superfície para este substrato estão muito bem definidos através de diversas normas:

Steel Structures Painting Council (SSPC) Pittsburg P.A, USA;

Norma Sueca SIS 05 5900 (1967) Pictorial Surface Preparation Standard for Painting Steel Surfaces.

Norma Britânica BS 5493

Shipbuilding Research Association of Japan Standards for the Preparation of Steel Surface Prior to Painting (Padrão SPSS)

NACE National Association of Corrosion Engineers Preparation of Steel Substrates Before Application and Related Products (ISO 8501 - 1)

Limpeza de superfícies

Limpeza físico-química (remoção de oleosidades)

A remoção de todo óleo ou graxa, provenientes de contato com as mãos, óleos protetivos para armazenamento e transporte, óleos utilizados em corte, estampagem, trefilagem, pastas desmoldantes de polimento e quaisquer outros contaminantes deste tipo é essencial ser realizada antes mesmo de qualquer preparação complementar da superfície. Soluções apropriadas de produtos alcalinos, emulsificantes, desengraxantes, vapor d'água e solventes são comumente utilizados. O método mais usual é por remoção com solventes. Utilizando-se panos brandos e limpos, embebidos em solvente do tipo xilol, efetuando a troca frequente destes para assim obter uma efetiva remoção dos contaminantes. Os procedimentos recomendados estão na norma SSPC - SP1.

Limpeza com ferramentas manuais

Consiste basicamente na remoção da camada de óxidos e outros materiais não muito aderentes por meio de raspagem, escovamento, lixamento e outros métodos ou ferramentas manuais.

Este método não apresenta boa eficiência na preparação de superfícies e corresponde ao método SSPC - SP2 e devem obedecer a ISO 8501 - 1 ST2.

Limpeza com ferramentas mecânicas

Processo mais efetivo e menos trabalhoso do que a limpeza manual, porém de eficiência relativamente baixa, com o objetivo de remover a camada de óxidos e outros materiais não muito aderentes.

Consiste na limpeza minuciosa através de escovas de aço rotativas, ferramentas de impacto do tipo; pistolas de agulhas, esmerilhadeiras e lixadeiras.

Neste processo deverá ser tomado o cuidado de não polir a superfície metálica, uma vez que isto reduzirá a aderência da pintura subsequente.

No SSPC - SP3 estão descritos os métodos e estes devem obedecer a ISO 8 501- 1ST3.

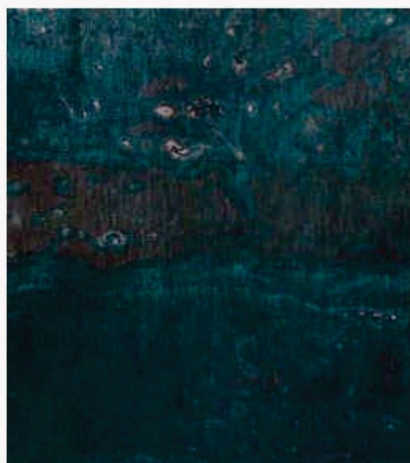
Limpeza por jateamento abrasivo

Método mais eficiente para a remoção da camada de óxidos e outras substâncias depositadas sobre a superfície, empregando abrasivos projetados a altas pressões.

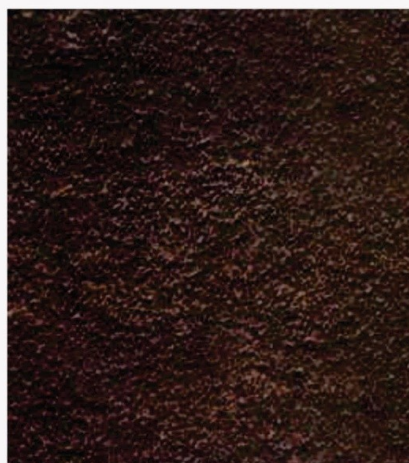
Este tipo de limpeza é mais recomendável por apresentar grande eficiência, limpeza adequada e deixar na superfície uma rugosidade excelente para uma boa ancoragem da película de tinta. Quanto melhor o grau de limpeza e maior o perfil de rugosidade, maior será a adesão das tintas e melhor o desempenho e a durabilidade do esquema de pintura.

Existem quatro graus de oxidação que devem ser observados quando se faz necessário a utilização de um jateamento abrasivo, especificados conforme a norma ISO 8501- 1.

Grau A - superfície de aço com carepa de laminação aderente, mas com pouca ou nenhuma oxidação.



Grau C - superfície de aço na qual a carepa de laminação já deu lugar a oxidação, podendo o restante ser removido por raspagem.



Grau B - superfície de aço com início de oxidação e da qual a carepa de laminação começou a desprender.



Grau D - superfície de aço onde já se apresenta corrosão acentuada com presença de *pits* e alvéolos.



Na limpeza por jateamento abrasivo estão padronizados diferentes graus, classificados em vários padrões internacionais:

Figura 26 – Graus de oxidação

Jato ligeiro (Brush Off)

Limpeza ligeira e precária, pouco empregada para pintura, exceto em alguns casos de repintura. A retirada do produto de corrosão neste caso é em torno de 5%. Atende aos seguintes padrões:

ISO 8501 - 1 Sa 1

SSPC- SP 7

NACE4

A – não recomendado para este tipo de oxidação.



B



C



D

Figura 27 – Graus de oxidação não recomendados

Jato comercial ou limpeza ao metal cinza

Limpeza com retirada de óxidos, carepa de laminação, etc., com eficiência em torno de 50%.

Corresponde aos padrões:

ISO 8501 - 1 Sa 2

SSPC- SP 6

NACE 3

BS 3º qualidade

SPSS JASH 1 ou JASD 1

A – não recomendado para este tipo de oxidação.



B



C



D

Figura 28 – Graus de oxidação não recomendados (metal cinza)

Jato ao metal quase branco

Limpeza com a retirada quase que total dos óxidos, carepas de laminação, etc., admitindo - se cerca de 5% da área limpa com manchas ou raias de óxidos encrustados. Atende aos seguintes padrões:

ISO 8501 - 1 Sa 2½

SSPC- SP 10

NACE 2

BS 2º qualidade

SPSS JASH 2 JASD 2

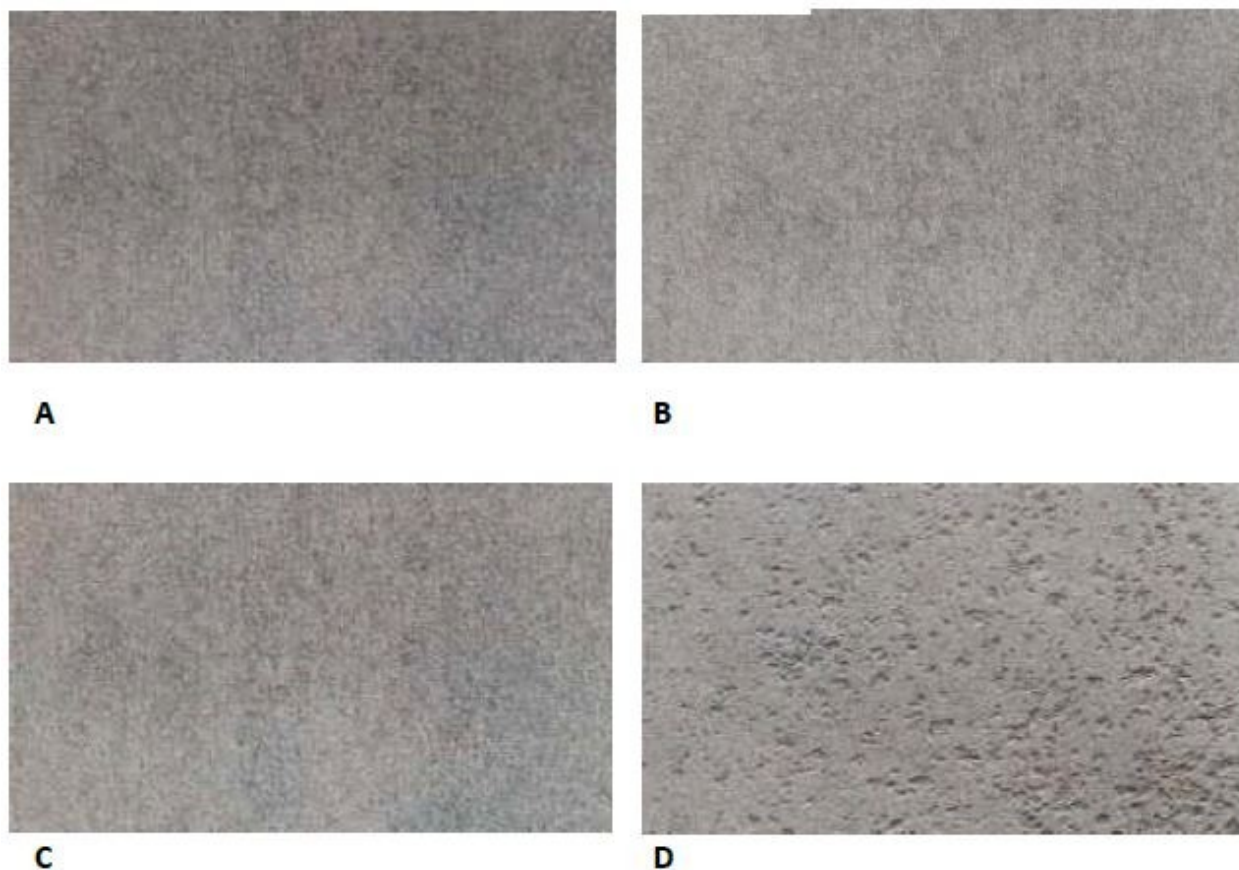


Figura 29 – Graus de oxidação (metal quase branco)

Jato ao metal branco

Limpeza com a retirada total dos óxidos, carepas de laminação, etc., deixando a superfície do metal limpa completamente. Atende aos seguintes padrões:

ISO 8501 - 1

Sa 3 SSPC-

SP 5

BS 1º qualidade

SPSS JASH 3 JASD 3

NACE 1

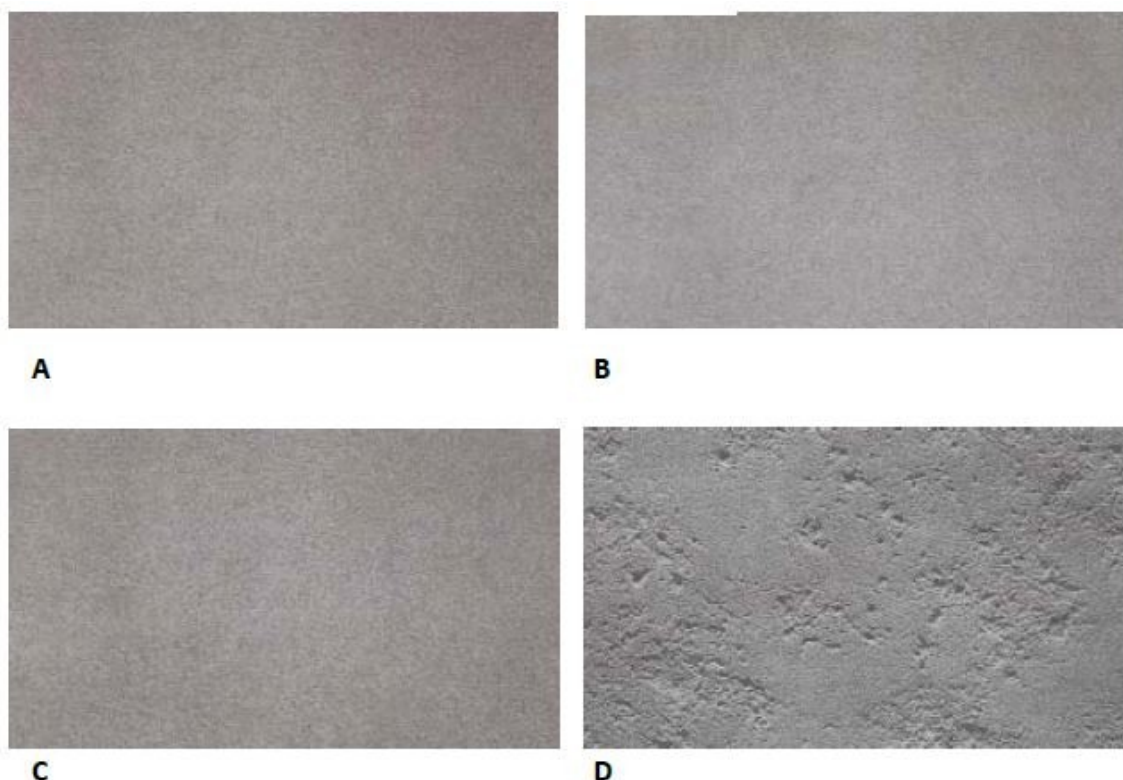


Figura 30 – Graus de oxidação (metal branco)

Perfil de rugosidade

Na especificação de uma pintura é aconselhável que se determine o perfil de rugosidade e a espessura da película de tinta acima dos picos, pois a vida da pintura depende bastante deste fator.

O ideal é o perfil de rugosidade situar - se dentre $1/4$ a $1/3$ da espessura total do esquema de pintura ou no máximo até $2/3$ da espessura da tinta de fundo.

A altura do perfil de rugosidade deve ser determinada, mediante o uso de rugosímetro com precisão de $5\ \mu\text{m}$ ou com auxílio de padrão visual da norma NACE - TM- 00170.

O grau de jateamento necessário para condicionar a superfície a qual o produto vai ser destinado, geralmente está relacionado ao tipo de sistema de pintura e características do equipamento a ser pintado, baseado nestes fatores o fabricante recomenda o grau de jateamento ideal para condicionar a superfície.

Antes de proceder ao jateamento da superfície, esta deve estar livre de oleosidades já que podem interferir na eficiência do jato e permanecerem em uma fina camada afetando a película subsequente. Excessos e respingos de solda também devem ser removidos.

O perfil de rugosidade muito baixo pode proporcionar base insuficiente para aderência, enquanto que um perfil elevado pode resultar na cobertura desigual dos picos altos, ocasionando pontos de corrosão em potencial, falha prematura e consumo elevado de tinta.

Após o jateamento, o pó deve ser removido da superfície utilizando o ar comprimido (ar seco e livre de óleo).

A superfície de aço jateada fica em estado vulnerável, devendo ser protegida imediatamente com a primeira demão do sistema de pintura. O aço jateado só deve ser manuseado com mãos protegidas por luvas limpas.

Tabela 154 - Perfil de rugosidade

Granalha de aço	Tamanho da partícula (mm)	Peneira ABNT (NBR 5734)	Altura máxima do perfil (μm)
angular	1,7	12	70
angular	0,4	40	30- 75
angular	0,7	25	85
+ angular	1	18	90
angular	1,2	16	100
angular	1,7	12	200
esférica	0,85	20	45- 70
esférica	1	18	75
esférica	1,2	16	85
esférica	1,4	14	90

Hidrojateamento

Este processo apresenta uma excelente eficiência na retirada de materiais soltos, tintas e produtos de corrosão, porém não promove um adequado perfil de rugosidade. É, portanto, adequado para superfícies já pintadas anteriormente onde já existe o perfil de rugosidade.

É a aplicação de água limpa a altíssima pressão utilizando equipamento pneumático hidráulico móvel com bomba de alta pressão, acionada por motor elétrico ou diesel. O tipo de pressão utilizado dependerá do tipo de remoção que se deseja.

- Baixa pressão: menor que 68 bar;
- Média pressão: entre 68 e 680 bar;
- Alta pressão: entre 680 e 1700 bar;
- Altíssima pressão: maior que 1700 bar.

A seguir são descritas diversas condições com fotos ilustrativas em que podem ser encontrados os substratos para a aplicação do hidrojateamento:

- Condição A (não ilustrada): superfície de aço completamente coberta de carepa de laminação intacta e aderente, com pouca ou nenhuma corrosão;
- Condição B (não ilustrada): superfície de aço com princípio de corrosão atmosférica da qual a carepa de laminação tenha começado a desagregar.
- Condição C: superfície de aço da qual a carepa de laminação tenha sido removida pela corrosão atmosférica ou possa ser retirada por meio de raspagem, podendo ainda apresentar alguns alvéolos;
- Condição D: superfície de aço da qual a carepa de laminação tenha sido removida pela corrosão atmosférica e que apresenta corrosão alveolar de severa intensidade.
- Condição E: superfície de aço previamente pintada, tinta levemente colorida aplicada sobre superfície limpa por jateamento; tinta na maior parte intacta.
- Condição F: superfície de aço previamente pintada, tinta rica em zinco aplicada sobre aço limpo jateamento; tinta na maior parte intacta.
- Condição G: sistema de pintura aplicado sobre aço contendo carepa de laminação, sistema completamente desbotado pela intempérie, completamente empolado, ou completamente manchado.

- Condição H: sistema de pintura degradado aplicado sobre aço, sistema completamente desbotado pelas intempéries, completamente empolado, ou completamente manchado.
- Outras condições: quando é utilizado hidrojateamento para remover tinta e outros contaminantes do aço contendo carepa de laminação (condições A, B e G), a carepa de laminação geralmente não é removida. Neste caso, a aparência do aço limpo poderia ser muito similar a condição A ou B.

Condição final: os vários graus de limpeza, sem reoxidação (*flashrusting*), são descritos em SSPC- SP12/NACE nº 5 como:

- WJ- 1 Substrato limpo ao metal nú
- WJ- 2 Limpeza muito completa ou limpeza rigorosa WJ- 3 Limpeza completa
- WJ- 4 Limpeza leve

As condições iniciais A, B, C e D referem-se aos graus de oxidação A, B, C e D, respectivamente.

Superfícies do aço mostram variações na textura, tonalidade, cor, tom, corrosão localizada (*pitting*), floculamento e carepa, as quais deveriam ser consideradas quando feitas comparações com as fotografias de referências. Variações aceitáveis em aparência as quais não afetam a limpeza da superfície inclui variações causadas pelo tipo de aço, condição original de superfície, espessura do aço, metal soldado, marcas de fabricação de laminadoras, tratamento térmico, zonas afetadas pelo calor e diferenças causadas pela técnica de limpeza inicial de jateamento abrasivo ou pela limpeza padrão.

Reoxidação (*flash rust*)

As fotografias de referência também ilustram 3 graus de reoxidação. Reoxidação ou fluorescência de oxidação é uma leve oxidação do aço, que ocorre no período de secagem após o hidrojateamento. Este muda rapidamente de aparência. A cor da reoxidação pode variar dependendo da idade e composição do aço e do tempo em que o aço permaneceu molhado, antes da secagem.

Quatro séries de fotografias descrevem previamente aço pintado limpo por hidrojateamento para alcançar WJ- 1, WJ- 2, WJ- 3 e WJ- 4 da SSPCSP12/NACE N° 5. Quatro condições iniciais para pintura aplicada sobre aço jateado (condições E, F, G e H, definida na seção 4.1) são descritas em cada nível de limpeza visual.

Sem flash rust

A superfície do aço, quando vista a olho nu não apresenta oxidação superficial visível.

Flash rust leve (L)

A superfície de aço, quando vista a olho nu, apresenta uma finíssima camada de oxidação superficial na cor amarela/marrom, sendo facilmente observada no substrato de aço.

A oxidação pode apresentar-se distribuída de forma uniforme, ou através de manchas localizadas, sendo fortemente aderida e de difícil remoção através da limpeza por meio de trapos.

Flash rust moderado (M)

A superfície de aço, quando vista a olho nu, apresenta uma fina camada de oxidação superficial na cor amarela/marrom que obscurece a superfície original do aço. A camada de oxidação pode ser distribuída uniformemente ou através de manchas localizadas, mas é

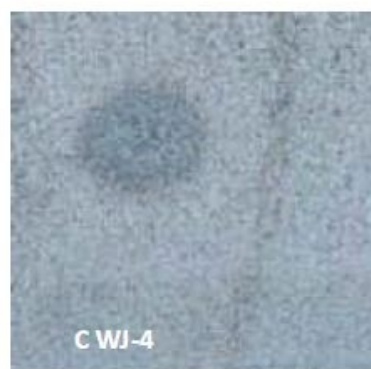
razoavelmente bem aderida, causando ligeiras marcas em um t trapo quando este é esfregado levemente sobre a superfície.

Flash rust intenso (H)

A superfície do aço, quando vista a olho nu apresenta uma camada de oxidação intensa na cor vermelho/marrom que esconde completamente a condição inicial da superfície. A camada de oxidação pode ser distribuída uniformemente ou apresentar- se sob a forma de manchas, mas a oxidação é fracamente aderida e de fácil remoção, deixando marcas significativas em um trapo quando esfregado levemente sobre a superfície.

É geralmente correto que, quando a superfície está ainda úmida ou molhada, esta parece ser mais escura e defeitos e variações na cor são ampliados. Como a superfície está secando formam- se listras que necessariamente não são descritas nesta unidade pequena de fotografias, mas que podem ser vistas claramente em áreas maiores. Se listras serão aceitáveis ou não, deve ser discutido entre as partes contratantes. Um exemplo de listras pode ser visto em C WJ- 3 e C WJ- 2 M.

Hidrojato em corrosão grau C



Hidrojato em corrosão grau D



Figura 31 – Graus de oxidação (hidrojato)

Tabela 155 - Lista de fotografias de referência (sem Flash Rust) para diversas condições iniciais e quatro graus de limpeza

Condição inicial da superfície	Condição C 100% Oxidação com PITS	Condição D 100% Oxidação com PITS	Condição E Tinta de cor livre aplicada sobre aço jateado	Condição F Tinta rica em zinco aplicada sobre aço jateado	Condição G Sistema pintura de múltiplas camadas bem aderidas sobre carepa de laminação	Condição H Sistema pintura de múltiplas camadas deterioradas
WJ- 1	C WJ- 1	D WJ- 1	E WJ- 1	F WJ- 1	G WJ- 1	H WJ- 1
WJ- 2	C WJ- 2	D WJ- 2	E WJ- 2	F WJ- 2	G WJ- 2	H WJ- 2
WJ- 3	C WJ- 3	D WJ- 3	E WJ- 3	F WJ- 3	G WJ- 3	H WJ- 3
WJ- 4	C WJ- 4	D WJ- 4	E WJ- 4	F WJ- 4	G WJ- 4	H WJ- 4

Tabela 156 - Lista de fotografias de referência ilustrando níveis de Flash Rust

	Condição C 100% Oxidação		Condição D 100% Oxidação com Pits	
Grau de limpeza	WJ- 2	WJ- 3	WJ- 2	WJ- 3
Sem Flash Rust	C WJ- 2	C WJ- 3	D WJ- 2	D WJ- 3
Flash Rust Leve	C WJ- 2 L	C WJ- 3 L	D WJ- 2 L	D WJ- 3 L
Flash Rust Moderado	C WJ- 2 M	C WJ- 3 M	D WJ- 2 M	D WJ- 3 M
Flash Rust Intenso	C WJ- 2 H	C WJ- 3 H	D WJ- 2 H	D WJ- 3 H

Figura 32 – Condições de oxidação

Hidrojato em corrosão grau E



Hidrojato em corrosão grau F

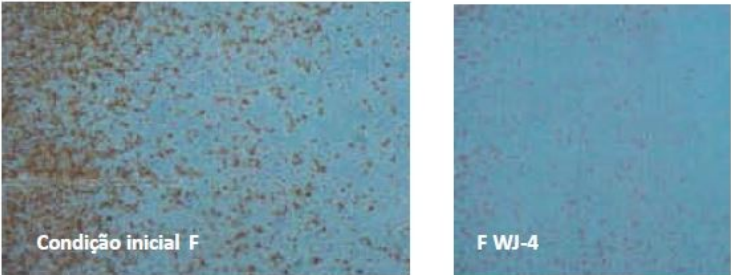
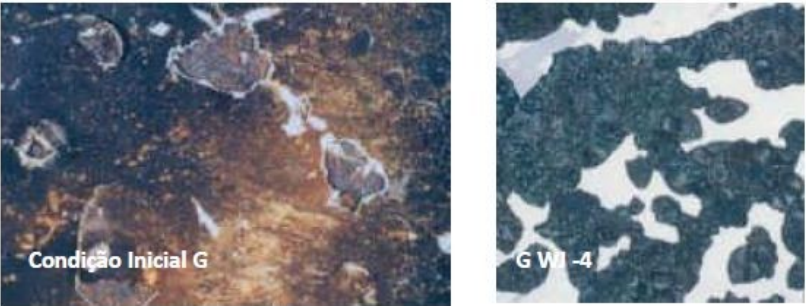


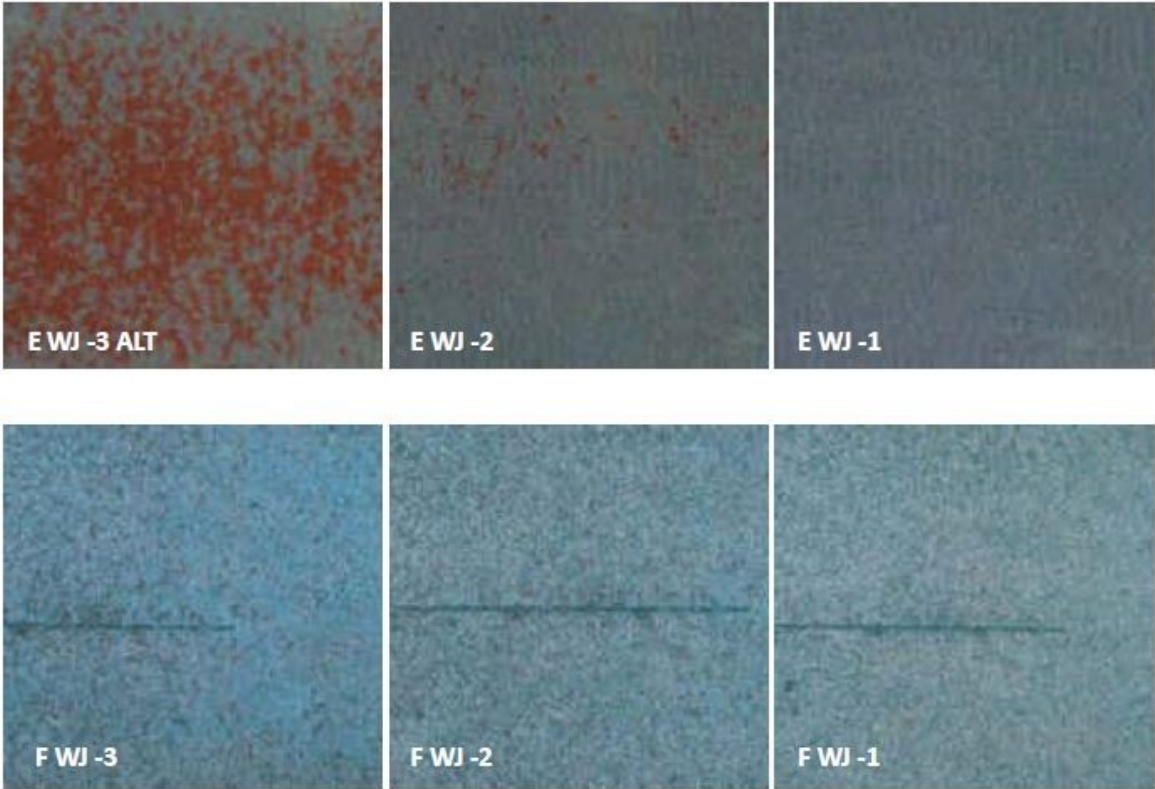
Figura 33 – Graus de corrosão

Hidrojato em corrosão grau G



Hidrojato em corrosão grau H





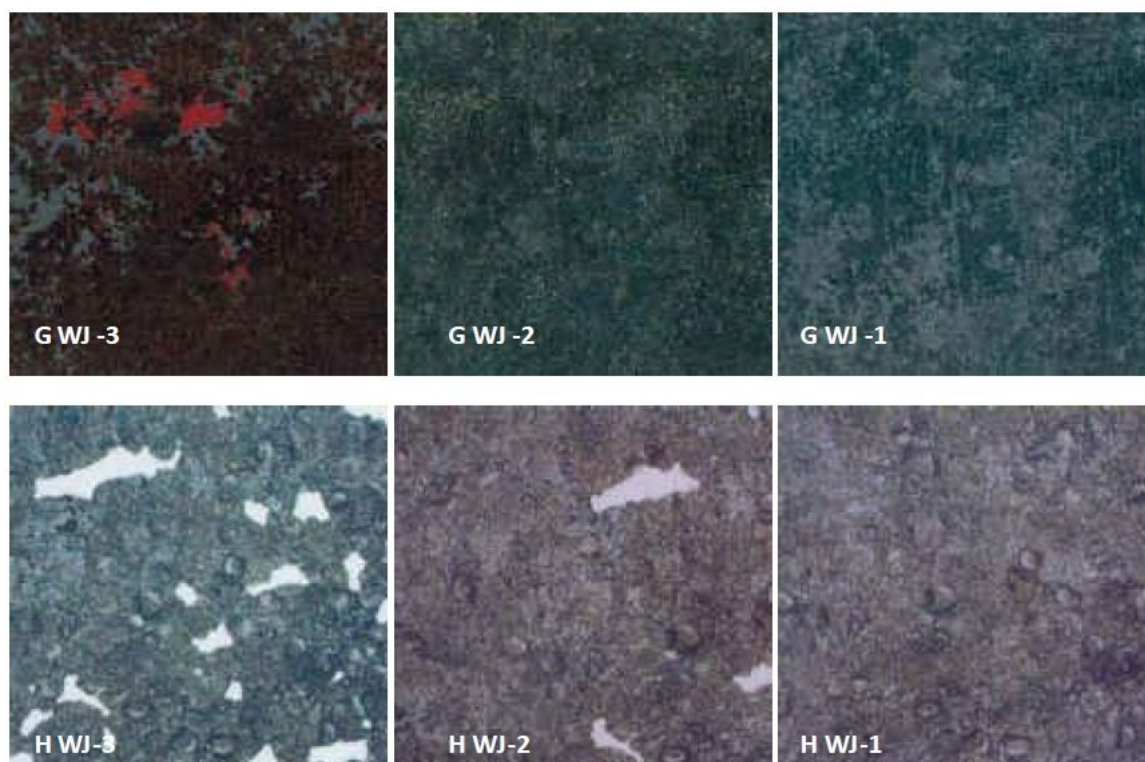


Figura 34 – Graus de corrosão

Níveis de Flash Rust em grau C após WJ2
Sem Flash Rust



Figura 35 – Níveis de Flash Rust (C-WJ2)

Níveis de Flash Rust em grau C após WJ3

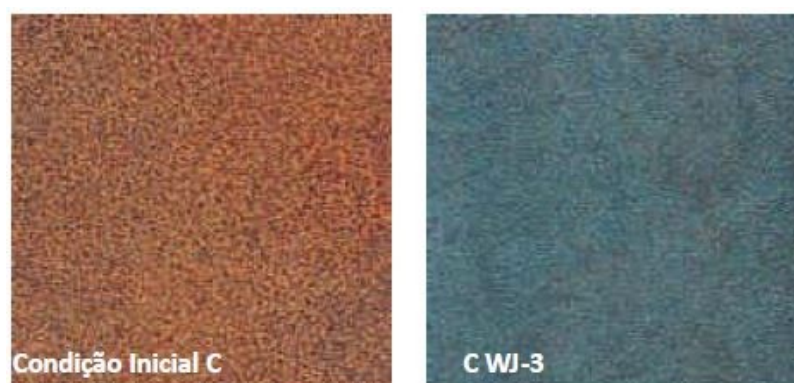


Figura 36 – Níveis de Flash Rust (C-WJ3)

Níveis de Flash Rust em grau D após WJ2

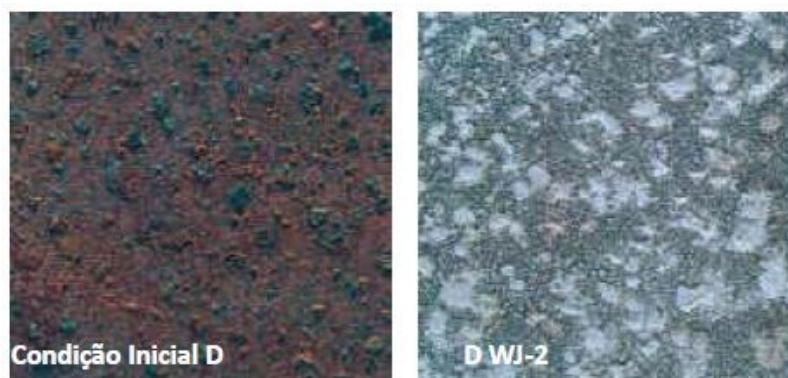
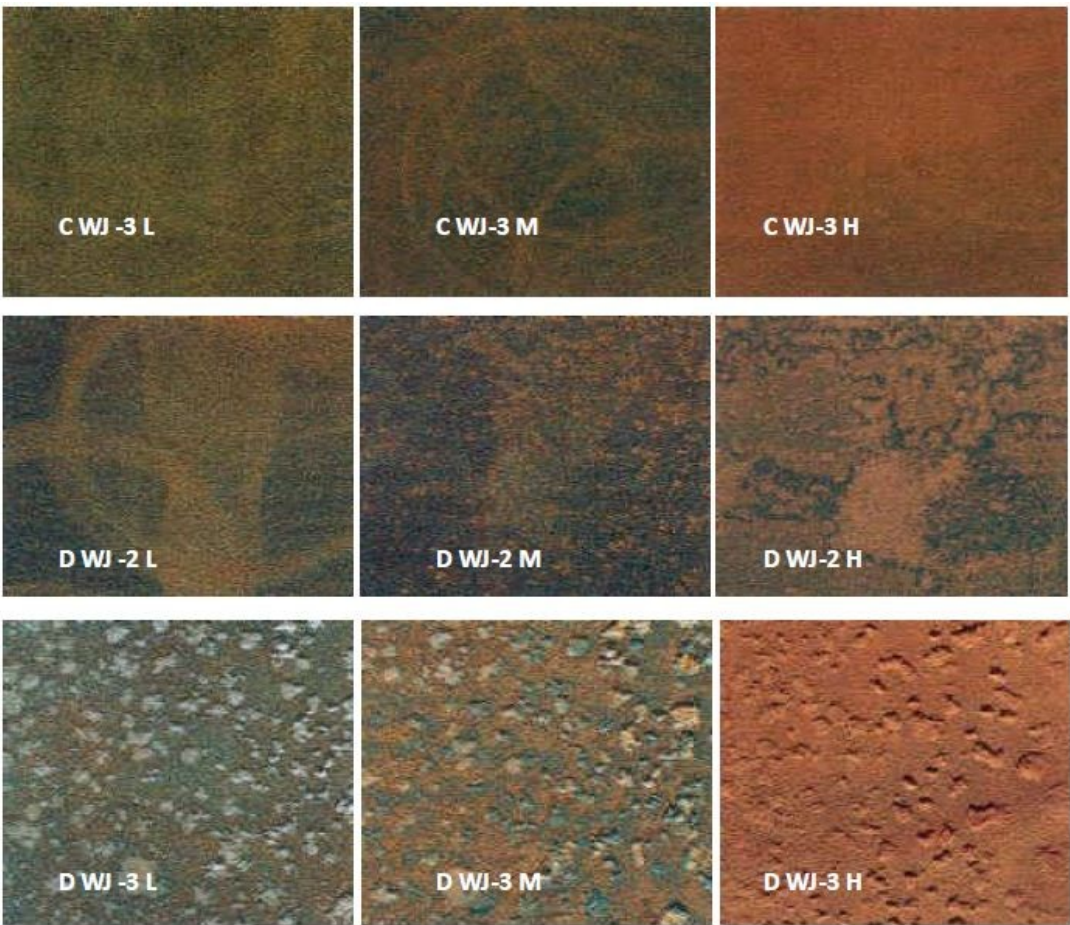


Figura 37 – Níveis de Flash Rust (D – WJ2)

Níveis de Flash Rust em grau D após WJ3



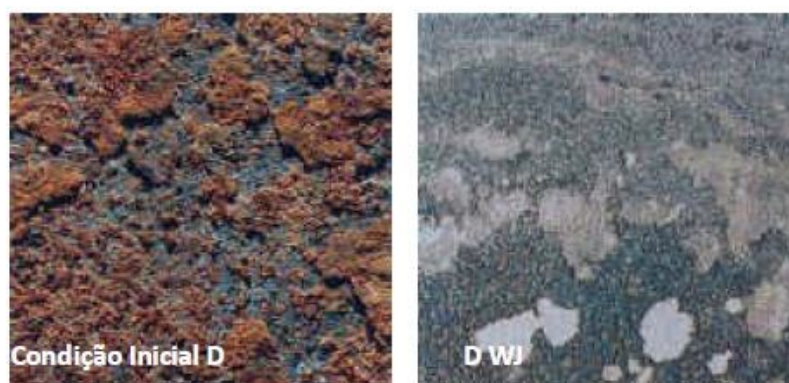


Figura 38 – Níveis de Flash Rust (D – WJ3)

Metais não ferrosos

Alumínio

A superfície deve estar limpa, seca e livre de oleosidade ou graxas (observe o item Aço/Remoção de Oleosidades).

Se houver a presença de corrosão (óxido de alumínio em forma de pó branco), esta deve ser eliminada por livre lixamento e em seguida limpar com pano branco embebido em solvente.

No caso de pintura de alumínio, é necessária a utilização de um promotor de aderência para posteriormente aplicar a pintura desejada.

Aço galvanizado eletrolítico

Primeiramente é necessário que se faça o desengraxe com pano branco e limpo embebido em solvente. O posterior lixamento superficial deve ser feito com lixa nº. 180 no sentido horizontal e vertical provocando riscos superficiais quadriculados, melhorando a aderência do sistema. Novamente a superfície deve ser limpa com um pano branco limpo embebido com solvente e aplicar o mais rápido possível a tinta fundo correspondente.

Aço galvanizado por imersão a quente

Proceder ao desengraxamento conforme mencionado anteriormente, mas desta vez o lixamento deve ser substituído por um jateamento ligeiro (*brush off*). Esta técnica requer prática operacional já que o objetivo não é remover a galvanização e sim fosquear a superfície para provocar um perfil de rugosidade de 5 a 10 μm .

A pressão a ser utilizada é de 70 lb com o uso de abrasivo angular de tamanho 40- 60 *mesh*.

Caso seja inviável o uso da técnica de jateamento *brush off*, proceder da maneira indicada para o galvanizado eletrolítico, substituindo a lixa nº. 180 por lixa nº. 100.

8.8.3 Instalação de embutidos

Os tubos, equipamentos e peças especiais de aço, a serem embutidos nas paredes dos abrigos, serão previamente escorados interna e externamente segundo as exigências da Fiscalização, a fim de impedir a ocorrência de deformação e de variação de diâmetro acima de 0,5%.

As escoras são de madeira e colocadas nos tubos e nas conexões. serão providas de calços, apropriados para acompanhar as curvaturas das superfícies interiores.

As dimensões das escoras e calços, bem como seus espaçamentos, serão especificadas em desenhos pelo fornecedor.

Essas escoras permanecem montadas até que sua remoção seja autorizada pela Fiscalização. Em qualquer caso, nunca serão removidas em prazo inferior a 12 horas após o término da concretagem.

A fixação definitiva das peças embutidas deverá sempre ser acompanhada por pessoal de montagem, tomando-se cuidados preliminares para protegê-los contra respingos de nata de cimento, terra ou lama.

8.8.4 Montagem de peças especiais

Constituem peças especiais, as fornecidas sob desenho de fabricação e que requerem somente o posicionamento e o ajuste de montagem.

Seu posicionamento será executado dentro das tolerâncias de projeto, relativas a cotas, locações e nivelamento.

Para a montagem das peças especiais, serão executados cortes de ajuste e biséis na miscelânea e nos tubos aclopados.

Durante a montagem das peças especiais em ambiente dotado de tampões removíveis, deve-se tomar cuidado de retirá-los para permitir saída dos gases aí formados. Os tampões serão recolocados após a conclusão da montagem ou quando a Fiscalização assim o exigir.

Nos locais onde for necessário executar corte na linha instalada, a fim de se inserir peça especial ou conjunto de peças, serão obedecidas as seguintes disposições:

- Certificar-se, por todos os meios à disposição, das dimensões definidas do trecho a ser cortado, inclusive, se necessário, com pré-montagem dos elementos;
- Executar limpeza cuidadosa do revestimento no trecho a ser cortado, interna e externamente;
- Proteger os trechos do revestimento que não serão danificados;
- Marcar o primeiro corte 20 mm mais curto e ligeiramente oblíquo, no sentido que mais facilite a retirada da peça;
- Fazer o corte definitivo nas duas pontas livres com as devidas folgas para execução dos biseis;
- Realizar nova limpeza, inspecionar e executar os cortes dos biséis para em seguida fazer a montagem;
- Observar que, no caso de a tubulação não estar devidamente posicionada, será necessário fazer a devida correção e escorá-la, antes das operações finais de montagem.

8.8.5 Revestimento de tubulação de aço no campo

Coaltar- epoxi

O revestimento de proteção em Coaltar- epóxi será aplicado em reparos, ou interna e externamente em juntas soldadas de tubos e peças especiais a serem remontadas em locais abrigados e em compatibilidade com o revestimento original.

Podem, como opção, ser utilizados como revestimento interno de juntas soldadas cujo revestimento original seja em Coaltar- Enamel.

Preparo da superfície de aço a ser revestida

As superfícies deverão estar isentas de óleo, graxas ou resíduos superficiais que serão removidos com solventes.

A limpeza final da superfície do aço será executada com jato abrasivo (areia seca ou granalha) ao metal branco.

Os serviços de jateamento não serão executados em dias de chuva ou com umidade relativa acima de 80%.

No caso de juntas soldadas, os comprimentos, nos vários diâmetros, que definem a área a ser revestida serão definidos pela Fiscalização.

Serão removidos os respingos de solda e qualquer tipo de rebarba. As soldas serão desbastadas, eliminando-se eventuais saliências.

Nos reparos, as superfícies serão limpas por jateamento ou mecanicamente (lixadeira) dependendo da sua avaliação pela Fiscalização.

Em caso de cortes eventuais para posterior soldagem, a superfície que já possua revestimento será preparada numa extensão que corresponderá à definida para juntas soldadas.

No caso de execução de juntas soldadas internas, em tubos já revestidos com Coaltar-Enamel, serão executadas duas faixas de 50 mm de largura, uma a cada lado da área preparada para o revestimento. Em cada uma dessas faixas laterais de transição será feito um chanfro no COALTAR- ENAMEL existente executado por processos manuais ou mecânicos. As faixas de transição e a área central preparada recebe na mesma operação, o recobrimento de COALTAR- EPOXI.

Aplicação do Coaltar- epoxi

Para a aplicação de qualquer camada do revestimento, a superfície será limpa com escova ou pano seco para remover poeira ou outros resíduos.

As superfícies metálicas jateadas deverão levar a primeira demão do revestimento antes da deterioração da superfície preparada. O intervalo máximo entre a preparação das superfícies e a aplicação do Coaltar- epoxi nunca deverá exceder duas horas.

O Coaltar- epoxi será aplicado conforme as recomendações do fabricante no que se refere às proporções da mistura resina/catalisador, agitação e tempo de vida útil da mistura.

As aplicações do revestimento serão feitas por pistola convencional "airless" ou a pincel, porém a primeira demão será sempre por pincel.

O intervalo de tempo decorrido entre cada demão será de, no mínimo, doze horas no máximo, setenta e duas horas. Quando excepcionalmente quente, e a juízo da Fiscalização, o intervalo para a aplicação das camadas será de, no máximo, vinte e quatro horas.

Todo o serviço será executado de modo que as superfícies acabadas fiquem isentas de escorrimientos, pingos, rugosidades, ondas, recobrimentos ou marcas de pincel. As películas serão de espessura uniforme, cobrem todos os cantos e reentrâncias, e se apresentar lisas e lustrosas.

A espessura final do revestimento será de, no mínimo, 0,5 mm na película seca, em toda a área revestida.

Quando o fornecimento do Coaltar- epoxi estiver a cargo da Contratada, ele deve efetuar consultas às firmas fabricantes reconhecidas e aprovadas pela Fiscalização, o que não diminui a responsabilidade da Contratada quanto à qualidade do revestimento aplicado.

Os revestimentos em Coaltar- epoxi serão executados por mão de obra especializada. Além da qualidade dos serviços, há precauções especiais de proteção a pessoas e propriedades contra elementos tóxicos, fogo ou explosões. Os mesmos cuidados a Contratada deve observar quanto ao armazenamento do produto em áreas ventiladas, protegidas de faíscas, chamas, luz solar ou fontes de calor excessivo.

Os aspectos técnicos dos serviços de revestimento, ocorrências e datas serão registrados de modo a se poder, em qualquer época, obter informações pormenorizadas sobre os trabalhos executados.

Inspeção e testes

A Fiscalização medirá a espessura das camadas de tinta com ELCOMETER ou similar, em pontos diferentes da superfície para a verificação de sua conformidade com os requisitos destas especificações.

Coaltar- enamel

O revestimento externo das juntas soldadas no campo será executado basicamente com a aplicação de véu de fibra de vidro e véu de fibra de vidro impregnado, com aplicações intermediárias de Coaltar- Enamel, segundo as determinações constantes desta especificação. Os serviços estarão sujeitos inspeção e serão submetidos a testes para detecção de falhas eventuais que, se detectadas, serão reparadas de imediato.

Os trabalhos de revestimento serão executados observando- se os seguintes preceitos:

Serviços preliminares

Retirar os revestimentos de véu de fibra de vidro impregnado originais do tubo, existentes nas proximidades das áreas não revestidas das pontas dos tubos onde foi executada a solda.

Preparo da superfície de aço a ser revestida

As superfícies deverão estar isentas de óleo, graxas ou resíduos superficiais que deverão se removidos com solvente adequado para limpeza.

São removidos os respingos de solda e qualquer tipo de rebarba. As soldas serão desbastadas eliminando- se eventuais saliências.

A limpeza final da superfície de aço será executada com jato abrasivo (areia seca ou granalha) ou metal branco, segundo a norma SSP- SP- 5.

Os serviços de jateamento não serão executados em dias de chuva ou com umidade relativa acima de 80%.

Aplicação do primer

Antes da aplicação do primer, a superfície será limpa manualmente com uma escova de nylon ou pano seco para remover o pó remanescente ou depositado no período de exposição do metal jateado.

A superfície metálica jateada poderá ficar exposta por um período máximo de duas horas, até a aplicação do primer, sendo que além deste período, a superfície será considerada deteriorada, exigindo- se que novo jateamento seja executado.

A execução do primer deverá satisfazer a norma AWWA- C- 203- 66, tipo B, de secagem ao ar, à base de borracha clorada com plastificantes, permitindo- se a aplicação a frio por meio de pincel ou pistola.

O primer quando aplicado conforme recomendação do fabricante, secará em estado de endurecimento.

Ocorrendo baixa temperatura ambiente ou se houver umidade sobre a área a ser revestida, esta será aquecida a uma temperatura entre 30 e 40 graus centígrados para secagem.

Aplicação do COALTAR- ENAMEL

Não deve decorrer intervalo de tempo maior que o especificado pelo fabricante entre o fim da aplicação do primer e o início da aplicação do COALTAR- ENAMEL.

Ocorrendo tal fato, nova aplicação de primer será indispensável, podendo na dependência do tempo decorrido, ser necessário novo jateamento da superfície.

O esmalte COALTAR- ENAMEL será aplicado derretido, em demão única, à temperatura indicada pelo fabricante, formando uma camada com espessura de 2,4 mm (+ ou- 0,5 mm), com acabamento liso e uniforme e sem descontinuidade entre o trecho revestido e as camadas dos trechos adjacentes. Vale a medição da camada final para aprovação.

Colocação do lençol de fibra de vidro

Após a aplicação de COALTAR- ENAMEL será colocado o lençol de fibra de vidro cobrindo a área metálica revestida e ainda 25 milímetros de revestimento original dos tubos deixados nos serviços preliminares.

Para favorecer a impregnação de betume, deve- se pressionar convenientemente o lençol e durante o processo de assentamento, ou depois dele, não poderá haver desligamento de nenhuma fibra do véu de fibra de vidro.

Sobre o lençol, passar nova demão de Coaltar- enamel numa espessura aproximada de 0,8 milímetro.

Colocação do véu de fibra de vidro impregnado

Após a demão de Coaltar sobre o lençol de fibra de vidro, colocar o véu de fibra de vidro impregnado ultrapassando em 25 mm de cada lado a área coberta pelo véu.

Selar o véu com uma demão de COALTAR- ENAMEL numa espessura de aproximadamente 0,5 mm.

Preparo do COALTAR- ENAMEL no campo

A caldeira para derretimento do COALTAR- ENAMEL será do tipo deslocável. Será provida de queimador de óleo, com agitador automático da massa derretida mecânico ou hidráulico, com capacidade mínima para o trabalho de oito horas no campo. Deverá possuir acessórios de combate a incêndio e tampa para o depósito do esmalte em fusão. Deverá ainda dispor de dois termômetros de fácil leitura, com os bulbos em contato direto com o esmalte, tipo ASTM- mostrador do relógio;

O tempo de permanência do esmalte derretido, no equipamento utilizado para tal, não poderá exceder os limites estabelecidos pelo fabricante;

A carga será totalmente utilizada antes de nova recarga do equipamento, não se permitindo complementações em meio às operações;

Permitir- se- á que, em nova carga, sejam aproveitados 10% de sobra de esmalte de operações anteriores, que tenha sobrado no equipamento;

Não serão aproveitadas sobras que tenham entrado em contato com solo;

O esmalte será aplicado nas condições ambientais estabelecidas para a aplicação do primer;

Caldeirões portáteis serão termicamente revestidos e com "bico- de- pato" para aplicações externas, do esmalte derretido e com capacidade mínima para 20 kg de carga útil;

Inspeção e testes

O revestimento externo da junta soldada será inspecionado e submetido a testes para detecção de falhas.

Será verificada a presença de vazios (porosidade) ou de descontinuidade, com o detector de falhas (Holliday- Detector) do tipo "baixa corrente/alta tensão (1.500 volts)".

Este teste será executado por firma inspecionadora contratada ou pela Fiscalização.

Para o revestimento externo de tubos de aço, será considerado o revestimento de polietileno em tripla camada, conforme norma DIN 3067, com espessura mínima de 2,2 mm.

8.8.6 Vedação entre tubos e paredes de concreto.

Em todas as passagens de tubos de aço ou ferro fundido por paredes de concreto será executada uma vedação, conforme padrão SANEAGO, em número (número a ser definido), entre a superfície exterior da parede do tubo e a abertura executada na parede de concreto. O orifício tem diâmetro 2 cm maior que o diâmetro externo do tubo.

A folga será preenchida, de cada lado da passagem, com três voltas de corda alcatroada na parte interior, e na parte exterior com mastique elástico vedante com o qual será feito o acabamento.

A profundidade da abertura preenchida com o mastique elástico terá no mínimo 3 cm.

A superfície de contato entre o concreto e o mastique e entre o mastique e a tubulação deve estar a mais regularizada possível. Estar completamente limpa quando da aplicação do mastique, para permitir completa aderência.

8.8.7 Perda

Perda máxima admissível de tubos considerada somente sobre o material aplicado:

Tabela 157 - perda máxima admissível de tubos execução de rede de água

		Perda máxima admissível sobre material aplicado em %		
		Rede normal e adutoras	Fechamento de malhas	Ligações domiciliares de água
PVC	Qualquer	1,00	2,00	-
FOFO	50- 75- 100	0,75	1,50	-
	150- 200 250- 300	0,50	1,00	-
	Maior que 300	0,25	0,50	-
PEAD	Qualquer	-	-	3,00
C- PRFV PVC- PRFV	Qualquer	1,00	1,00	-

Tabela 158 - perda máxima admissível de tubos execução de rede de coletora

Tubo	Perda máxima admissível sobre o material aplicado, em %
CERÂMICO	2,00
PVC/C- PRFV/PVC+PRFV	1,00
CONCRETO E FOFO	0,50

8.8.8 Peças e conexões

As peças de ferro fundido serão de junta elástica ou junta mecânica. As peças de PVC rígido serão de junta elástica. Na confecção das juntas para C- PRFV e PVC+PRFV serão obedecidas as indicações do fabricante. Para as juntas de PEAD será obrigatório os equipamentos necessários para aprovação prévia junto a Fiscalização.

As juntas para instalação das peças Cerâmicas serão as especificadas no assentamento.

8.8.9 Travessias

As travessias nos cruzamentos com vias férreas, rodovias ou cursos de água serão executadas obedecendo ao projeto e às normas específicas das entidades permissionárias. Na execução serão empregados os métodos e equipamentos mais adequados para cada tipo de travessia, conforme projeto ou a critério da Fiscalização. serão obedecidos os detalhes de projeto, incluindo as caixas de manobra, terminais, drenagens, tubulação de proteção e eventuais berços de apoio.

Na execução das travessias sob galeria, não será admitida escavação sob suas juntas de dilatação. A execução de escoramento será necessária quando tais galerias se apoiarem sobre fundações diretas. Na hipótese dessas se apoiarem em estacas, não será necessária a execução do escoramento.

8.8.10 Transporte e armazenamento de tubos e peças

Os tubos e peças fornecidos pela SANEAGO serão retirados de seus depósitos locais e inspecionados pela Contratada, ou por pessoal por ela credenciado.

A partir do manuseio para a retirada, carga e transporte, qualquer dano causado ao material será de exclusiva responsabilidade da Contratada, cabendo- lhe repor qualquer material eventualmente danificado.

Os tubos serão armazenados em depósitos dentro do canteiro de serviços ou, a critério da Fiscalização, dispostos ao longo do caminhamento das valas. A carga e descarga serão efetuadas com os devidos cuidados, evitando- se choques, rolamento e, sempre que necessário, utilizando- se meios mecânicos, e obedecendo rigorosamente as Normas Técnicas da ABNT, especificações do fabricante e Instruções da SANEAGO.

A distribuição dos tubos, conexões e peças especiais ao longo da vala para posterior assentamento, será de acordo com a capacidade de montagem diária das equipes de cada frente de serviço. Não será tolerada a permanência de tubos, conexões e outras peças ao longo da vala após o encerramento da jornada de trabalho.

Quando os materiais forem fornecidos pela Contratada o recebimento, carga e transporte são de inteira responsabilidade da mesma e qualquer material danificado será repostos as suas expensas.

Todo o material será devidamente inspecionado e aprovado pela SANEAGO.

Os materiais fornecidos pela Contratante serão armazenados em idênticas condições.

8.8.11 Teste e limpeza final

Antes do recobrimento da tubulação serão realizados testes para verificação da montagem, com supervisão da Fiscalização.

Quando o nível do lençol freático estiver acima da rede, efetuar teste hidrostático.

Os reparos ou substituições necessárias serão assinalados e executados imediatamente. A Contratada deverá dispor de todos os materiais e equipamentos necessários à realização dos testes e/ou reparos.

Caso, ao terminar a montagem, não haja condições de realizar os testes, a Contratada ficará com a responsabilidade pelos serviços executados até a realização dos testes.

Antes de solicitar o Recebimento Técnico Provisório da Obra, a Contratada procederá à limpeza da tubulação e poços de visita, deixando a linha completamente desimpedida de todo elemento que prejudique o escoamento.

8.9 Poços de visita e caixas de passagem

8.9.1 Poços de visita

Os poços de visita devem atender às Normas NBR- 9649 e NBR- 9814, podendo ser de três tipos, de acordo com o método construtivo:

- a) alvenaria;
- b) anéis de concreto pré-moldado;
- c) concreto moldado no local.

Os poços de visita compõem-se de:

- a) laje de fundo;
- b) câmara de trabalho ou balão;

A Câmara de trabalho tem dimensão interna de acordo com o especificado a seguir, porém com altura que possibilite o trabalho em seu interior em condições satisfatórias:

- a) Tubulação de saída Diâmetro interno do balão
- b) DN 100 a 450 1,00 m
- c) DN 500 a 800 1,20 m
- d) Acima de DN 800 projeto específico
- e) Peça de transição (laje)
- f) Câmara de acesso ou chaminé
- g) Tampão

A laje de fundo será de concreto armado e as características do concreto serão as constantes desta Especificação Técnica. A laje de fundo será apoiada sobre um lastro de brita. Quando o terreno assim o exigir, a laje será apoiada sobre fundação de estacas.

Sobre a laje de fundo serão construídas as calhas e canaletas em concordância com os coletores de chegada e de saída. A plataforma correspondente ao restante do fundo do poço deve ter inclinação de 10% para as canaletas. As canaletas e as banquetas serão revestidas com argamassa de cimento e areia, no traço de 1:3, alisada e queimada a colher.

Quando possível, a câmara de trabalho terá uma altura mínima livre, em relação à plataforma de 2,00 m.

Uma vez terminada a câmara de trabalho, sobre o respaldo da alvenaria, o topo do último anel de concreto ou da parede de concreto, será colocada uma laje de concreto armado, com abertura excêntrica ou não, de 0,60 m, voltada para montante, de modo que o seu centro fique localizado sobre o eixo do coletor principal.

As calhas serão construídas em perfeita concordância com as linhas do coletor, e obedecer ao diâmetro do maior coletor.

A chaminé somente existe quando o greide da cava estiver a uma profundidade superior a 2,50 m. Para profundidades menores, o poço de visita se resume à câmara de trabalho, ficando o tampão diretamente apoiado sobre a laje do PV. Os poços de visita serão de três tipos, de acordo com o método construtivo.

A chaminé tem diâmetro interno de 0,60 m e altura variável de no máximo 1,00 m, alcançando o nível do logradouro com desconto para a colocação do tampão de ferro fundido ou anel de ferro fundido mais tampão de concreto.

Em logradouros onde não há pavimentação o recobrimento mínimo sobre a laje de concreto no topo do PV será de 0,50 m.

É vedada a fixação de degraus de qualquer material, para acesso à câmara de trabalho do PV.

Poços de visita em alvenaria

Os poços de visita serão executados em alvenaria de blocos de concreto, obedecendo às prescrições da ABNT e desta Especificação Técnica. A argamassa de assentamento será de cimento, traço 1:3 em volume. serão usados em casos especiais até o diâmetro de 400 mm.

As faces interna e externa deverão ser revestidas com argamassa de cimento e areia fina, traço 1:3 em volume, sendo que internamente será impermeabilizado com cimento cristalizante base acrílica e externamente com impermeabilização betuminosa.

Em poços com profundidade superior a 3,00 m serão previstas cintas de amarração de acordo com o projeto.

Poços de visita em anéis de concreto pré-fabricados

Os anéis e lajes de redução, pré-moldados em concreto armado, deverão atender à C.E. 209.69 da ABNT.

O Fabricante das peças de concreto pré-moldadas será previamente qualificado pela SANEAGO.

O concreto utilizado deverá atender ao especificado neste Manual e as armaduras deverão ter recobrimento mínimo de 40 mm.

Os poços com profundidade até 1,00 m serão inteiramente construídos com anéis de concreto de 0,60 m de diâmetro interno (poços de inspeção).

Os poços com profundidade entre 1,01 e 2,50 m serão construídos com anéis de concreto com diâmetro interno de 1,00 ou 1,20m, e, acima de 2,50 m serão construídos com chaminé de entrada de 0,60 m de diâmetro interno.

Os poços com profundidade superior a 2,50 m têm chaminé de entrada variável até o limite máximo de 1,00 m de altura e a laje circular, com abertura excêntrica, será reforçada quando necessário.

Poços de visita em concreto moldado no local

Os poços de visita em concreto moldado no local devem atender às prescrições desta norma quanto a dimensões mínimas e às características do concreto.

8.9.2 Caixa de passagem para mudança de diâmetro e/ou direção

Serão executadas como descrito anterior para Poço de Visita ou conforme projeto e servem para interligar tubulações de esgotos nas seguintes situações:

- Mudança pequena de declividade e/ou direção;
- Mudança do material da tubulação;
- Caixa "cega" em trechos longos sem inspeção.

A caixa será executada sobre um lastro de brita e outro de concreto não- estrutural, de 0,10 m cada. As juntas e o revestimento interno e externo das paredes serão executados com argamassa de cimento e areia, traço 1:3 em volume.

A canaleta será igual á tubulação de maior diâmetro interno, com altura de 3/4 do diâmetro.

As almofadas devem ter inclinação no sentido das calhas e serão confeccionadas em concreto. A parte superior será dotada de uma placa pré-moldada de concreto, rejuntada com argamassa.

Caixas de inspeção e limpeza de redes de esgoto

Consiste de tubulação de cerâmica, de PVC ou de Fibra de Vidro assentada verticalmente, com as bolsas viradas para cima, a partir de um lastro de concreto magro com espessura mínima de 50 mm. A junta da tubulação será o indicado para material, como anéis de borracha, devendo impedir qualquer tipo de infiltração.

O diâmetro da tubulação será o indicado em projeto, porém nunca inferior a 100 mm de diâmetro. Será encabeçada por caixa de concreto ou ferro fundido com tampão adequado ao diâmetro da tubulação, com resistência de não inferior a 350 kgf.

Sua execução deverá atender a projeto específico.

Nível dos Tampões

Em ruas pavimentadas:

- a) Deverá ficar ao nível do pavimento existente.

Em ruas não pavimentadas:

- b) Será indicado pela Fiscalização, porém no máximo a 50 cm abaixo do greide natural da rua.

No passeio:

- c) Deverá ficar ao nível do pavimento existente. No caso de inexistência de pavimento, nivelar com o meio-fio.

Obs.: No caso de inexistência de pavimento e meio fio, proceder como em ruas não pavimentadas.

Instalação de hidrante

Os hidrantes serão instalados conforme instruções do fabricante.

Proteção para registro de manobra ou ventosa

Consiste em Poço de Visita idêntico ao de esgoto, porém com laje de transição concêntrica. Os materiais de construção serão os mesmos indicados para os Poços de Visita para esgoto.

Acima de DN 800, projeto tal como no PV (SES)

Ancoragem

As ancoragens serão realizadas nos terminais, válvulas e registros, como nos trechos inclinados de linha, sujeitos a deslocamentos.

As ancoragens serão de concreto, madeira, aço ou executadas através e atirantamento da linha. O emprego de pontaletes de madeira de lei (1,00 x 0,12 x 0,06m) só será feito em redes de diâmetro, no máximo, igual a 100 mm.

Quando executadas em concreto, serão objetos de projeto específico e obedecem às especificações relativas a formas, concreto, armaduras e tirantes.

8.10 Ligações prediais

Ligação predial será o conjunto de tubos, peças, conexões e medidor de volume de consumo que interliga a rede pública à instalação predial do usuário.

A execução de ligações prediais de água e de esgotos, além do descrito nesta especificação, obedecerá às normas pertinentes em vigor na SANEAGO.

8.10.1 Conceitos

Cavalete: é a parte do coletor predial de água localizada na propriedade particular, projetada de forma a permitir a instalação do hidrômetro.

Cavalete múltiplo: é o cavalete projetado de forma a permitir a instalação de hidrômetros superpostos, até o limite de quatro, para individualizar o abastecimento de prédios ou de moradias, a partir de uma ligação de água que alimenta o sistema.

Ligação predial de água: é a parte do coletor predial de água compreendida entre a rede pública de abastecimento correspondente e o cavalete.

Ramal predial de água: conjunto de tubulações e peças especiais situados entre a rede pública de abastecimento de água e o cavalete, inclusive.

Coletor predial de esgoto: é o conjunto de tubulações e de peças especiais compreendidas entre a rede correspondente e o alinhamento predial.

Rede pública de abastecimento de água e de Coleta de esgotos: são as tubulações dos sistemas de água e de coleta de esgotos que, a critério da SANEAGO, admitem conexões de ligações prediais.

Tomada de água: conexões e peças especiais instaladas em rede pública de abastecimento, de forma a permitir a passagem de água para abastecimento dos prédios.

8.10.2 Ligação domiciliar de água

O serviço de ligação domiciliar de água consiste na execução de interligação do cavalete à rede pública e, quando necessária, instalação do hidrômetro.

Procedimentos básicos

A SANEAGO, inicialmente, fornecerá à Contratada o seguinte material:

- Planta de cadastro do Setor de Abastecimento de Água, contendo as redes onde são feitas as ligações domiciliares;
- Cópia xerox do "overlay", de cada uma das quadras onde são feitas ligações;
- Formulários de relação, por testada de quadra, de todos os imóveis possíveis de ligação. A Contratada deve preencher esses formulários conforme instruções.

- Formulários de usuários com o objetivo de colher a assinatura de aprovação da ligação;
- Formulários preenchidos pela Contratada, com as informações necessárias ao cadastramento das ligações pela SANEAGO.

A Contratada, de posse do material fornecido pela SANEAGO, procederá da seguinte forma:

- Atualizar relação de imóveis possíveis de receberem ligação na forma estabelecida para cadastramento de imóveis. Devem assim ser cadastrados e codificados os imóveis que ainda não constam do "overlay", bem como confirmado os elementos de codificação daqueles já cadastrados;
- Fornecer a relação dos imóveis possíveis de receberem ligação;
- Entregar à SANEAGO, para a devida verificação e aceitação, os "overlays" atualizados;

Ligação DN 20 em rede de distribuição de fºº

A conexão de ligação com a rede pública será feita mediante ferrule padrão SANEAGO, rosqueado diretamente no tubo da rede.

A furação da rede pública de abastecimento, para instalação do ferrule, processar-se-á mediante equipamento adequado, com a rede em carga, com emprego de brocas padronizadas, objetivando uma perfeita fixação do ferrule e estanqueidade total.

O ferrule será instalado na normal à geratriz superior da tubulação da rede pública, de forma que o centro da derivação do ferrule fique na normal ao alinhamento predial.

O tubo da ligação predial será conectado ao ferrule o ao terminal do cavalete, mediante adaptador para tubo PEAD.

O comprimento do ramal será o suficiente para atingir a posição de espera do cavalete, sob o passeio, junto ao alinhamento predial.

Ligação DN 20 em rede de distribuição PCV

A conexão rede x ligação será feita mediante instalação de colar de tomada e registro broca.

A instalação do colar de tomada será de tal forma que permita a instalação do registro broca na normal à geratriz superior do tubo da rede.

A furação da rede pública será feita pela broca do registro, acionada por chave tipo "tê" com referencial que limite a penetração da broca ao essencial. Não será permitida a utilização de ferramenta que não seja aquela padronizada para acionamento da broca.

O tubo da ligação predial será conectado diretamente na derivação lateral do registro de broca, que incorpora a parte do adaptador, para tubo PEAD DN 20.

A conexão do tubo de ligação com o cavalete será feita com adaptador para tubo PEAD DN 25 x 20.

Obs.: pode ser utilizado em substituição ao registro broca o registra macho.

Execução do cavalete e sua conexão à tubulação do ramal

O cavalete será considerado em três partes: perna de entrada, parte horizontal e perna de saída. Sua execução far-se-á em obediência às medidas padronizadas e as especificações de localização do abrigo, respeitada a condição de perpendicularidade do coletor predial ao alinhamento do imóvel, por onde entra a ligação. As peças e as medidas padronizadas para as partes fixas (parte horizontal e perna de saída) serão as constantes dos desenhos ao final deste capítulo. O comprimento da perna de entrada será o indispensável para absorver os desníveis eventualmente existentes entre a parte horizontal do cavalete e a profundidade padronizada para instalação do registro de fecho.

As roscas serão executadas de acordo com as Normas Brasileiras.

Os acoplamentos dos tubos e conexões processar-se-ão mediante aplicação de material vedante nas juntas, a fim de se obter a perfeita estanquidade. O material vedante será aprovado pela Fiscalização.

Em hipótese alguma será admitida a dobragem das tubulações. A execução e a instalação do abrigo de proteção obedecem às medidas das especificações para localização, indicadas nos desenhos de padronização.

8.10.3 Ligação domiciliar de esgoto

Entende-se por ligação domiciliar todos os serviços e providências necessárias à ligação dos prédios à rede coletora compreende a execução do coletor predial em manilhas de barro vidrado ou em tubulação de PVC rígido.

Procedimentos básicos

A Contratada, semanalmente, encaminhará à SANEAGO a relação (original e quatro cópias, devidamente numeradas), das ligações executadas, conforme modelo autorizado. Na relação devem constar: rua, trecho, número do prédio, nome do proprietário, posição do coletar, passeio ou leito carroçável e data da ligação, além dos elementos de codificação do imóvel, relativo ao suprimento de água pela SANEAGO. A relação será acompanhada dos correspondentes canchotos de nº1 devidamente visado pela Fiscalização.

A Contratada pesquisará os estabelecimentos industriais, postos de gasolina, hospitais, restaurantes, colégios e outros comunitários, encaminhando a SANEAGO relação contendo a designação destes e seus respectivos endereços, para ciência e providências. Cumpridas as exigências, a Contratada recebe a competente liberação para que passe a completar a ligação daqueles imóveis.

A Contratada, de posse da Relação de Prédios Existentes e do impresso da Comunicação fornecido pela SANEAGO, fará a numeração, preenchendo à máquina os espaços em branco e entrega com quinze dias de antecedência do início da execução da rede, de todos os imóveis do trecho escolhido, coleta de assinatura do proprietário ou morador do prédio, recolhida do respectivo canchoto e entregará à Fiscalização da SANEAGO.

Terminada a obra, a Contratada encaminhará à SANEAGO:

- Relação completa em três vias, de todos os imóveis ligados, em ordem alfabética de rua e numérica do prédio;
- Relação completa, em três vias, de todos os imóveis não- ligados, em ordem alfabética de rua e numérica de prédio. A relação será acompanhada dos canchotos correspondentes;
- Demonstração contendo o número total de comunicados expedidos, o número de prédios ligados, o número de prédios não- ligados, e o total dos comunicados cancelados.

Observações complementares.

A contratada manterá no escritório de obras, sempre atualizado, o cadastro das ligações de acordo com as normas vigentes, tão logo seja completada a rede coletora de atendimento à quadra.

Todos os serviços de caráter administrativo correspondente às ligações prediais serão executados pela Contratada no Escritório do Canteiro de Obras, que para tal deverá contar com o suporte necessário.

Os casos omissos serão imediatamente comunicados à SANEAGO, para apreciação e expedição de instruções.

Rede em tubo cerâmico

Ligação executada em coletor operando

A ligação com rede em DN até 300 será feita mediante selim tipo "tê" cerâmico, configurando o tipo normal.

A furação da rede, em carga, será suficiente para a penetração justa da guia de encaixe do selim no tubo coletor.

A estanqueidade na conexão selim x rede será feita mediante processo recomendado pelo fabricante.

A ligação padrão será provida, de preferência, de duas curvas de 45° com coluna suficiente para permitir a concordância da ligação com a ponta do ramal interno sob a soleira, garantindo a declividade mínima de 2%. Esta concepção é função da profundidade do coletor e de sua distância à soleira.

Quando a distância entre coletor- soleira e/ou profundidade daquela forem críticas, mantida a declividade mínima de 2%, as curvas de 45° podem ser substituídas por uma curva de 90°.

O assentamento dos tubos da ligação far-se-á de forma a se obter apoio total da geratriz inferior no fundo da vala, prevendo-se escavação adicional para absorver a projeção da bolsa.

Os tubos serão assentados de forma a que o eixo das tubulações seja linear.

As juntas serão executadas com asfalto preparado, lançado após o estopeamento adequado no fundo da vala, de forma a distribuir igualmente o asfalto, dar estabilidade às justaposições das pontas às bolsas e, finalmente, dar a estanqueidade preconizada.

A ponta do ramal interno, sob a soleira, será de tubo cerâmico DN da ligação.

A largura da vala até a soleira, será no máximo de 0,50 m a partir da cava sobre o coletor.

Ligação executada simultaneamente com o coletor

A ligação com rede será feita mediante "tê" cerâmico, configurando o tipo normal, posicionado de forma a garantir perpendicularidade ao alinhamento predial no ponto de conexão com a instalação predial interna, sob a soleira.

A ligação padrão será provida, de preferência, de duas curvas de 45° e coluna suficiente para permitir a concordância da ligação com a ponta do ramal interno sob a soleira, garantindo a declividade mínima de 2%. Esta concepção é função da profundidade do coletor e sua distância à soleira.

Quando a distância entre coletor e soleira e/ou a profundidade do coletor forem críticas, mantida a declividade mínima de 2%, as curvas de 45° podem ser substituídas por uma curva de 90°.

O assentamento dos tubos de ligação far-se-á de forma a se obter apoio total da geratriz inferior no fundo de vala, prevendo-se escavação adicional para absorver a projeção da bolsa.

Os tubos serão assentados de forma que o eixo das tubulações seja linear.

As juntas serão executadas com asfalto preparado lançado após o estopeamento adequado no fundo da bolsa, de forma a distribuir igualmente o asfalto, dar estabilidade às justaposições das pontas e bolsas e, finalmente, dar a estanquidade preconizada.

A ponta do ramal interno, sob a soleira, será de tubo cerâmico do DN da ligação.

A largura da vala até a soleira, será no máximo de 0,50 m a partir da cava sobre o coletor.

Rede em PVC rígido

Ligação executada em coletor operando ou em execução- ligação DN 100

A ligação com rede em DN até 300 será feita mediante selim 90°- Junta Elástica, configurando o tipo normal.

Os selins 90°- junta Elástica, estão padronizados em dois tipos. Para rede de PVC rígido DN até 150- Selim tipo abraçadeira, com travas laterais, para instalação na rede por justaposição. Para rede de PVC rígido DN 200 a 300- Selim tipo encaixe em furação na rede.

A furação da rede será feita mediante a utilização de serra copo amparada por ferramenta adequada. Distinguem-se dois tipos de furação, conforme a tipo do selim.

Para o selim tipo abraçadeira, a furação far-se-á com este fixado no ponto de conexão. Desta forma, as paredes internas do selim servirão de guias para a operação da broca.

Para o selim tipo encaixe a furação do tubo far-se-á com a serra-copo, sempre perpendicular ao eixo da rede pública.

Obs.: Na montagem dos selins para derivação dos ramais serão observados as especificações e os procedimentos de cada fabricante.

A ligação padrão será provida, de preferência, de duas curvas de 45° a coluna suficiente para permitir a concordância da ligação com a ponta do ramal interno sob a soleira, garantindo a declividade mínima de 2%. Esta concepção é função da profundidade do coletor e de sua distância à soleira.

Quando a distância entre coletor e soleira e/ou a profundidade daquele forem críticas, mantida a declividade mínima de 2%, as curvas de 45° podem ser substituídas por uma curva de 90°.

O assentamento dos tubos da ligação far-se-á de forma a se obter apoio total da geratriz inferior no fundo da vala, prevendo-se escavação adicional para absorver a projeção da bolsa.

Os tubos serão assentados de forma que o eixo das tubulações seja linear.

A ponta do ramal interna, sob a soleira, será compatível com a tubulação da ligação.

A largura da vala, até a soleira, será de no máximo, 0,50 m a partir da cava sobre o coletor.

Convém atentar para as recomendações do fabricante de tubo PVC rígido e as Normas Técnicas que determina a menor largura de vala possível, facilitada pela característica da junta elástica. Evidencia-se ainda a aplicação, no que couber, no procedimento consolidado na NBR-9822.

Esta Especificação tem por objetivo estabelecer as regras e procedimentos a serem obedecidos na construção de poças tubulares para captação de água subterrânea.

Aplica-se a todos os tipos de poços tubulares, de propriedade pública ou particular, perfurados em rochas de características físicas as mais diversas com a tecnologia disponível no mercado.

Serve em parte a outras obras de captação, tais como poços escavados e poços radiais.

Todos os itens aqui mencionados atendem aos quesitos especificados na NB- 588 e na NB-1290 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais serão partes integrantes desta Especificação.

8.11 Pavimentação

Considerações gerais

Ao efetuar a remoção da pavimentação serão observadas determinadas orientações quanto ao aproveitamento do material retirado, sua remoção quando não for passível de utilização e os procedimentos para preservação da pavimentação adjacente a obra.

8.11.1 Levantamento de pavimentação

Os serviços de pavimentação serão executados de acordo com as necessidades ao término dos trabalhos, os pavimentos, guias e sarjetas devem apresentar-se com as mesmas características anteriores ou de projeto, salvo determinações da Fiscalização. A reposição da pavimentação deverá restabelecer toda a estabilidade e integridade da pavimentação anterior inclusive de subsolo.

Além das instruções peculiares cada caso, fornecidos oportunamente pela contratada, serão observados os seguintes critérios:

- a) Nos casos de materiais aproveitáveis, estes serão retirados e arrumados em locais adequados;
- b) Quando houver necessidade de remoção de guias, a operação será realizada até o ponto de concordância com logradouros adjacentes. Antes de sua arrumação serão limpas da massa de rejuntamento aderente;
- c) O entulho e os materiais não sujeitos a reaproveitamento de qualquer demolição ou remoção, serão transportados pela CONTRATADA e levados para bota-fora escolhido pela FISCALIZAÇÃO;

A largura máxima da faixa de pavimentação será igual:

1. No passeio: largura da escavação acrescida de 0,20 m;
2. No leito carroçável: largura da escavação acrescida de 0,30 m para paralelepípedo, bloco de concreto ou asfalto;

O comprimento será igual a:

1. Em redes coletoras de esgotos sanitários: medido pelo estaqueamento topográfico, descontando-se meia cava da singularidade de montante e meia cava da singularidade de jusante, quando ocorrerem;
2. Em redes de abastecimento de água: medido pelo comprimento efetivamente executado;

O entulho e os materiais não sujeitos a reaproveitamento de qualquer demolição ou remoção serão transportados a bota-fora indicado pela Fiscalização, ou, no caso de esta não se pronunciar, em locais a critério da Contratada

8.11.2 Regularização e revestimento

Nas vias de terra, com revestimento de cascalho, brita ou pedregulho, o revestimento será recomposto com espessura igual à do pavimento existente inicialmente, compactado e regularizado com moto-niveladora.

Nos acessos às obras serão executados regularização mecanizada, e revestimento, quando necessário, a critério da Fiscalização.

8.11.3 Recomposição de meios-fios

Os meios fios serão assentados obedecendo ao alinhamento, perfil e dimensões preexistentes ou de projeto, sobre lastro de concreto 15,0 Mpa com 5,0 cm de espessura. O rejuntamento será efetuado com argamassa de cimento em volume. Deverá prevalecer as normas e cuidados prescritos nas especificações da Prefeitura Municipal.

Quando moldados os meios-fios serão assentados diretamente sobre o pavimento (caso em que o meio-fio será chamado "solteiro") ou em cavas de modo tal a ficarem semi- enterrados. Somente serão aceitos pela SANEAGO meios-fios "solteiros" quando forem moldados "in loco" com o uso de máquina apropriada.

No assentamento de meio-fio pré-fabricado serão observadas as seguintes determinações:

1. Os meios-fios devem ficar perfeitamente alinhados e aprumados e sem quaisquer distorções;
2. Para o seu rejuntamento será utilizada argamassa de cimento traço 1:3 e com volume mínimo de 500ml;
3. Nos meios-fios semi- enterrados a cota do topo ficará 15 cm acima da cota do pavimento acabado e, o resto será feito com material proveniente da cava e compactado com soquetes manuais em, pelo menos, duas camadas. Será colocada no dorso de cada junta do meio- fio uma "bola" de argamassa no traço 1:3 e com volume mínimo de 500 ml.
4. Na construção de meios-fios moldados "in loco" serão observadas as seguintes determinações:
5. Os meios-fios deverão ficar perfeitamente alinhados e aprumados, sem quaisquer distorções e, ainda, isentos de quaisquer irregularidades na sua superfície.
6. Serão feitos, quando necessário, reparos manuais com desempenadeira imediatamente após a moldagem do meio-fio;
7. Será deixado a cada 15,00 metros, no dorso do meio-fio, um estrangulamento que servirá de junta de dilatação.
8. No caso de meios-fios semi- enterrados, após a cura do concreto, proceder- se- á ao aterro lateral com material proveniente da vala e compactado com soquetes manuais.

8.11.4 Recomposição de sarjeta

As sarjetas de concreto serão executadas obedecendo ao alinhamento, perfil, dimensões e juntas de dilatação existentes ou de projeto.

O concreto será de 20,0 Mpa, desempenado e com declividade necessária ao escoamento das águas. Eventualmente, para melhorar as condições de suporte do solo, será executado lastro de brita.

8.11.5 Recomposição de outros elementos.

Deverão ser obedecidos os dados técnicos dos elementos existentes de forma a reconstruir as condições iniciais. Serão obedecidas as indicações e especificações de materiais da Prefeitura Municipal.

8.11.6 Danos a terceiros

Todo e qualquer dano provocado a terceiros, em edificações existentes, será recomposto pela CONTRATADA de modo a manter as características originais. Qualquer reposição que se fizer necessária durante a execução, ou seja, de passeios, de guias, de sarjetas, de sinalização, etc., devido à imperícia na execução será feita pela CONTRATADA, sem ônus para a SANEAGO.

8.11.7 Pavimentação asfáltica

A reposição do pavimento em asfalto deverá obedecer às exigências dos órgãos competentes e/ou às mesmas características do pavimento pré-existente.

A execução de pavimentação asfáltica será de acordo com o especificado em projeto ou será determinado pela Fiscalização, que obedecerá às Normas existentes da Prefeitura Municipal. A reconstrução das camadas da base e do revestimento será executada de conformidade com as especificações dos órgãos responsáveis pelos serviços de pavimentação.

9 Obras em terra

9.1.1 Topografia

Todos os trabalhos de topografia serão de acordo com as especificações descritas no Capítulo 4.3- Serviços Topográficos.

9.2 Geotecnia

Os serviços geotécnicos serão prestados por profissionais e/ou empresas de comprovada qualificação na área de geotecnia ou geologia e por laboratórios homologados dessa especialidade e de acordo com as seguintes normas da ABNT:

Tabela 159 - Aterros e Fundações

Norma		Título
NBR- 05681	NB- 00501	Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações
NBR- 06122	NB- 00051	Projeto e execução de fundações
NBR- 06489	NB- 00027	Prova de carga direta sobre terreno de fundação
NBR- 06497	NB- 00601	Levantamento geotécnico
NBR- 08036	NB- 00012	Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios
-	MB- 00958	Solo- determinação da umidade pelo método expedito do álcool para construções ferroviárias
-	MB- 00959	Solo "in-situ"- determinação da massa específica aparente para construções

Tabela 160 - solo cimento e taludes

Norma		Título
NBR- 11798	EB- 02096	Materiais para Sub-Base ou Base de Solo-Cimento
NBR- 12023	MB- 03359	Solo-Cimento- Ensaio de Compactação
NBR- 12024	MB- 03360	Solo-Cimento- Moldagem e Cura de Corpos de Prova Cilíndricos
NBR- 12025	MB- 03361	Solo-Cimento- Ensaio de Compressão Simples de Corpos de Prova Cilíndricos
NBR- 12253	NB- 01336	Solo-Cimento- Dosagem para Emprego como Camada de Pavimento
NBR- 12254	NB- 01337	Execução de Sub-Bases ou Base de Solo-Cimento
NBR- 11682	NB- 01315	Estabilidade de Taludes
-	MB- 01055	Solo- Determinação da Umidade pelo Método Expedito "Speedy" para Construção Ferroviária
NBR- 06457	MB- 00027	Amostras de Solo- Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização
NBR- 06459	MB- 00030	Solo- Determinação do Limite de Liquidez
NBR- 06490	NB- 00028	Reconhecimento e Amostragem para Fins de Caracterização de Ocorrência de Rochas
NBR- 06502	TB- 00003	Rochas e Solos
NBR- 06508	MB- 00028	Grãos de Solos que Passam na Peneira de 4,8mm –Determinação da Massa Específica
NBR- 07180	MB- 00031	Solo- Determinação do Limite de Plasticidade
NBR- 07181	MB- 00032	Solo- Análise Granulométrica

NBR- 07182	MB- 00033	Solo- Ensaio de Compactação
NBR- 07183	MB- 00055	Solo- Determinação do Limite e Relação de Contração
NBR- 07185	MB- 00238	Solo- Determ. da Massa Específica Aparente "In-Situ", com Uso do Frasco de Areia
NBR- 07390	NB- 00048	Análise Petrográfica de Rochas
NBR- 09252	MB- 02238	Solo- Determinação do Grau de Acidez
NBR- 09288	NB- 00969	Emprego de Terreno Reforçado
NBR- 09813	MB- 01059	Solo- Determinação da Massa Específica Aparente "in-situ", com Emprego do Cilindro de Cravação.
NBR- 09895	MB- 02545	Solo- Índice de Suporte Califórnia
NBR- 10838	MB- 02887	Solo- Determinação da Massa Específica Aparente de Amostras Indeformadas, com Emprego da Balança Hidrostática
NBR- 10905	MB- 03122	Solo- Ensaio de Palheta "in situ"
NBR- 12004	MB- 03324	Solo- Determinação do Índice de Vazios Máximos de Solo Não Coesivos
NBR- 12007	MB- 03336	Solo- Ensaio de Adensamento Unidimensional
NBR- 12051	MB- 03388	Solo- Determinação do Índice de Vazios Mínimos de Solo Não Coesivos
NBR- 12052	MB- 03389	Solo ou Agregado Miúdo- Determinação do Equivalente de Areia
NBR- 12053	MB- 03390	Solo-Brita- Determinação de Dosagem
NBR- 12069	MB- 03406	Solo- Ensaio de Penetração de Cone "in situ" (CPT)
NBR- 12102	MB- 03443	Solo- Controle de Compactação pelo Método de Hilf- Método de Ensaio
NBR- 12770	-	Solo Coesivo- Determinação da Resistência à Compressão não Confinada

Natureza

O serviço geotécnico tem por objetivo definir as propriedades e os comportamentos dos solos no local de realização ou a influência das obras, bem como a qualidade e as proporções de seus componentes. Os mesmos serão realizados mediante a investigação das fundações e pesquisa dos materiais através de ensaios "in situ" e em laboratório, de forma a obter as características estruturais do solo e eventuais discontinuidades nos horizontes estudados.

A materialização dos Serviços Geotécnicos para Obras de Saneamento Básico deve ser realizada mediante a apresentação de "Projeto Geotécnico" que será composto pelos seguintes documentos:

- Memorial descritivo;
- Estudo Geotécnico;
- Plantas.

9.2.1 Memorial descritivo

Deverá apresentar uma descrição sucinta das obras e suas necessidades em termos geotécnicos. Deverá mostrar as linhas de investigação e de pesquisa adotadas, os estudos realizados e fazer referência às soluções propostas.

Deverá mostrar, de forma panorâmica, a obra, suas necessidades, os problemas encontrados e as soluções adotadas.

9.2.2 Estudo geotécnico

O Estudo Geotécnico será composto pelos seguintes trabalhos e documentos:

- Investigação dos solos (Investigação das Fundações);
- Investigação de Superfície;
- Sondagens a Percussão;
- Poços e Trincheiras de Inspeção;
- Sondagens Rotativas e Sísmicas;
- Sondagens a Trado Investigações de Materiais
- Análise e Interpretação das Investigações dos Solos;
- Programa de Execução das Obras em Terras;
- Especificações Particulares das Obras em Terras;
- Investigação do Solo;

As fundações serão realizadas de acordo com a NBR 6122- Projeto e execução de Fundações.

Investigação de superfície

Nas investigações de Superfície serão observados os seguintes elementos:

- Levantamento Topográfico;
- Dados sobre taludes e encostas no terreno ou no perímetro de influência;
- Dados sobre erosões (evoluções geomorfológicas);
- Afloramentos naturais;
- Dados de construções vizinhas (tais como: tipo de estrutura e fundações e o desempenho das mesmas).

No caso específico de barragens serão obtidos complementarmente nas investigações de superfície:

- Mergulho, direção, espessura, composição e extensão de juntas e cisalhamentos;
- Profundidade de recobrimento;
- Profundidade de intemperismo;
- Orientação e continuidade de juntas;
- Litologia de toda fundação;
- Mapas geológicos;
- Levantamentos aerofotogramétricos;
- Levantamentos planialtimétricos

Sondagens a percussão

As sondagens de simples reconhecimento a percussão serão realizadas de acordo com a NBR- 6484.

Com este procedimento serão investigadas as camadas que serão penetráveis a percussão e determinados os índices de resistência à penetração (SPT). A quantidade de furos a realizar será determinada pelo tipo de obra a ser edificada.

No caso de barragens serão realizados ensaios de infiltração de água para avaliação da permeabilidade do maciço. A partir dos resultados obtidos serão programados os ensaios com amostras indeformadas, representativas das camadas de solo da fundação para determinação dos parâmetros geotécnicos que forem de interesse ao projeto da barragem.

Poços e trincheiras de inspeção

Quando de interesse do projeto, será realizada a abertura de poços e/ou trincheiras para que se possa inspecionar as camadas de subsolo e para obtenção das chamadas amostras indeformadas.

Sondagens rotativas e sísmicas e ensaios de injetabilidade

No caso de Barragens serão obrigatórias.

Sondagens Rotativas

Abaixo dos níveis impenetráveis às ferramentas de Sondagem a Percussão, serão obtidas amostras denominadas testemunhos das quais deverá obter as seguintes informações:

- Classificação geológica das rochas;
- Grau de alteração;
- Percentagem de recuperação de testemunhos;
- Número de fraturas por amostras;
- Comportamento da amostra pelo ensaio de compressão simples.

Sondagens Sísmicas

Por este método de sondagem serão obtidas, informações qualitativas sobre diferentes horizontes de solo e de rocha em uma seção de fundação e verificada a existência de eventuais descontinuidades no perfil estudado.

Ensaio de injetabilidade

Quando houver necessidade de diminuir a permeabilidade de um maciço rochoso, pode-se, a critério do projetista, recorrer a injeção de cimento ou de outros preparados químicos como silicatos, resinas, etc. Neste caso será obrigatória a apresentação de um programa de injeção. Previamente à apresentação do programa é necessário conhecer o grau de redução de permeabilidade que se pode conseguir, mediante ensaios de injetabilidade, os quais serão realizados num trecho da fundação onde se pretende realizar na fase executiva as referidas injeções.

Sondagem a trado

As sondagens a trado serão realizadas por meio de trado espiral, segundo malha de furos, em quantidade suficiente para que possa expressar, de forma mais aproximada possível, ao perfil do terreno. Destarte, quanto maior o terreno maior a quantidade de furos necessários para traçar seu perfil.

No caso das Lagoas de Tratamento de Esgotos a densidade de furos será de um furo a cada 50 metros de distância entre si por toda a área de implantação e canteiro de empréstimos. A coleta de amostras será a cada 1,0 (um) metro de profundidade escavada, nas quais serão realizados os ensaios de caracterização completa nos diferentes tipos de solo obtidos como amostra. A profundidade de exploração geralmente fica limitada a ocorrência do lençol freático ou de material impenetrável ao trado. No caso da não ocorrência destes dois fatores, a profundidade de escavação será a profundidade prevista na obra acrescida de 1,0 (um) metro.

9.2.3 Investigação de materiais

Na investigação dos materiais serão determinadas as características particulares dos solos em estudo e a possibilidade de uso dos mesmos como materiais de construção nos diferentes serviços da obra.

Das amostras obtidas a trado ou nas amostras indeformadas (conforme necessidade do projetista) serão realizados, no mínimo, os seguintes ensaios:

- Umidade natural
- Peso específico dos grãos
- Granulometria por peneiramento e por sedimentação
- Limites de consistência
- Densidade dos grãos
- Compactação Proctor Normal
- Expansão
- Índice de permeabilidade

No caso de fundações complexas ou de barragens, serão realizados os seguintes ensaios adicionais:

Para a determinação da envoltória de resistência ao cisalhamento:

- Ensaio de compressão triaxial dos tipos: adensamento rápido, adensamento rápido saturado e drenado;

Para a obtenção dos parâmetros de compressibilidade, quais sejam pressão de pré-adensamento, índice de compressão e coeficiente de adensamento:

- Ensaios de adensamento.

No caso das barragens serão estudadas:

- A estabilidade dos taludes e se a geometria dos mesmos atende os coeficientes de segurança contra a ruptura por escoamento, tanto para o período de construção, como para o reservatório cheio, ou ainda, sob rápido rebaixamento;
- A percolação de água através do corpo da barragem, onde serão determinadas as vazões de percolação, pressões internas e subpressões, a fim de definir o sistema de drenagem da mesma;
- A análise das tensões de deformação que possam dar origens a fissuras nos aterros e assim determinar as medidas cabíveis destinadas a evitar ou reduzir as fissuras.

Para as fundações de Obras Civas, ficará a critério do projetista, a indicação para realização de outros ensaios "in situ" complementares tais como:

- SPT complementado com medidas de torque SPT-T;
- Ensaio de penetração de cone CPT;
- Ensaio de penetração de cone com medida de pressões neutras, ou piezocone CPT-U;
- Ensaio de palheta- "Vane Test";
- Ensaios com pressiômetros (de Ménard e autoperfurantes);
- Ensaio com dilatômetro de Marchett;
- Ensaios de carregamento de placas- provas de carga;
- Ensaios geofísicos, em particular o ensaio de CROSS-HOLE.

9.2.4 Análise e interpretação das investigações dos solos

Neste documento serão apresentadas a análise e a interpretação das investigações dos solos. Serão representados de forma gráfica e literal os resultados dos estudos, pesquisas e ensaios de laboratório realizados com os solos foco do Estudo Geotécnico.

A análise será feita, em função dos resultados e em função das necessidades técnicas da obra, de forma a indicar todas as medidas cabíveis para o seguro desenvolvimento da obra atendendo a todos os requisitos técnicos para seu correto funcionamento, e garantia de segurança.

A interpretação das investigações dos solos deverá incluir, no mínimo:

- Identificação e classificação das diversas camadas do solo;
- Avaliação de suas propriedades físicas;
- Determinação do comportamento do solo sob a ação resultante dos esforços previstos;
- Determinação do nível d'água, sua influência no processo de construção e funcionamento do empreendimento e as medidas para o rebaixamento do nível piezométrico na área de influência, quando assim for necessário;
- Determinação das medidas de segurança nas Fundações e Escavações;
- Determinação dos solos utilizáveis e não utilizáveis como materiais de construção e a quantificação percentual aproximada dos mesmos para efeitos de levantamento das necessidades de materiais a serem obtidos em canteiras de empréstimos.

Em face destes resultados deverá o projetista, caso seja necessário, indicar os possíveis locais de empréstimos ou de bota-fora. Quando for comprovadamente necessária a obtenção materiais de jazidas de empréstimos, serão realizados os ensaios anteriormente descritos neste Manual, nas zonas de empréstimos, para que o Projeto Geotécnico contemple na fase de elaboração do Projeto Executivo de Obra de Saneamento Básico a solução técnica para a falta dos mesmos bem como fornecer ao Projetista os subsídios à quantificação econômica dos serviços a realizar.

9.2.5 Programa de execução de obras em terras

O Estudo Geotécnico apresentará um programa de execução das diferentes etapas da obra que envolve movimentações de terra.

Tal programação deverá visar o melhor desempenho técnico e econômico da execução da obra, tais quais pequenas distâncias médias de transporte, aproveitamento máximo dos solos e pequenos dos ciclos de movimentação de terras.

Levará em conta o local de bota-fora e de estocamento de materiais quando necessário.

9.2.6 Especificações da obra

O Estudo Geotécnico apresentará as especificações da obra em terra. Deverá definir as normas e os procedimentos para a correta execução das obras. Deverá normalizar os procedimentos, desde a limpeza inicial dos terrenos até o tratamento superficial de taludes, áreas de empréstimos e regiões de bota-fora, atendendo a todas as particularidades concernentes à obra.

Plantas

Serão mostradas em plantas as soluções de fundação, de aterros e cortes, soluções de impermeabilização e de drenagem.

É obrigatória a representação, em planta, da locação dos furos de sondagem (SPT e a Trado), bem como a localização de qualquer outro ensaio ou amostra "in situ".

No caso dos Projetos de Fundação, conferir necessariamente a locação dos elementos dos diversos corpos que constituam a fundação, com cotas de seus planos na base, cortes longitudinais e transversais, mostrando a posição dos elementos de fundação. No caso das fundações diretas, as seções das sapatas ou blocos e a profundidade de apoio. No caso de estacas, especificar o respectivo tipo, dimensões e capacidades de carga. Em caso dos tubulões a céu aberto, as seções transversais dos fustes e bases, cotas de apoio das bases, quadro de cargas, dimensionamento e posicionamento das armaduras e a qualidade do concreto.

No caso de lagoas de tratamento de esgotos indicarem as seções transversais e longitudinais das mesmas, mostrando as diferentes camadas que compõem o fundo e os aterros incluindo as camadas impermeabilizantes bem como o sistema de drenagem para a fase de execução da obra.

As plantas devem conter todas as informações, com detalhamentos bem distribuídos nas escalas adequadas para o melhor desenvolvimento da execução da obra.

Em termos práticos o tamanho de pranchas mais utilizado é de 1,04 x 0,60m com margens de 1,00 x 0,58 m.

9.3 Escavação geral

Concluídas as operações de desmatamento e destocamento, antes de iniciar os serviços de escavação propriamente ditos, será executada a raspagem da superfície do terreno.

A escavação compreende a remoção dos diferentes tipos de solo, desde a superfície natural do terreno até a cota especificada no projeto será manual ou mecânica, em função das particularidades existentes, a critério da SANEAGO.

Para efeito dos serviços de movimento de terra serão consideradas as seguintes escavações.

9.3.1 Escavações em solos

Classifica-se como escavação em solo aquela executada em terreno constituindo de terra em geral, piçarra ou argila, areia, rochas em adiantado estado de decomposição (pouco compactas), seixos rolados ou não (diâmetro máximo de 15 cm), matacões (volume menor ou igual a 0,50 m³), e em geral todo o material passível de escavação manual ou mecânica, qualquer que seja o teor de umidade.

Para efeito de classificação do tipo de escavação, considera-se:

Escavação manual: Em geral, todos os materiais escaváveis normalmente com emprego de enxadões, picaretas, ou congêneres.

Escavação mecânica: Em geral, todos os materiais escaváveis normalmente com emprego de escavadeiras, retro-escavadeiras, etc.;

9.3.2 Classificação dos solos

Para efeito de classificação dos solos, segundo critério adotado pela SANEAGO, considera-se:

1ª Categoria: Terra em geral, piçarra, argila, seixo rolado, siltes, areias, cascalhos não aglomerados e rochas em alto estado de decomposição. São aqueles facilmente escaváveis com equipamentos normais, ainda que se apresentem bastante rijos, em razão de baixo teor de umidade, pois, se úmidos podem perder a resistência oferecida ao desmonte.

2ª Categoria: Cascalhos aglomerados, tapiocangas em blocos, rochas fraturadas em blocos maciços (até 1m³), matacões e pedras, rochas em decomposição (não classificadas como 1ª Categoria) e rochas de pouca dureza (brandas).

3ª Categoria: São os materiais em rocha. Todo material que só é passível de desmonte mediante o emprego contínuo de explosivos ou desmonte frio por processos pneumáticos, químicos para a redução e extração do material.

Barro-Lama: Qualquer material cuja consistência estiver em elevado estado de fluidez em razão da qualidade e da umidade do mesmo é aquele que se encontrar no momento da escavação em estado de liquidez, ou seja, com o grau de umidade acima do LL (Limite de Liquidez).

9.3.3 Escavações submersas

Classifica-se como escavação submersa toda aquela realizada por dragas, jatos de ar, drag-line ou clan-shell, inclusive a remoção de tocos e matacões (volume maior a 0,50 m³).

9.3.4 Escavações em rochas

- Rocha dura com explosivos (3ª Categoria)

Classifica-se como escavação em rocha dura o material altamente coesivo constituído de todos os tipos de rocha sã como granito, basalto, gnaiss, matacão de volume maior a 0.5 m³ etc.

- Desmonte a fogo

O desmonte a fogo é executado em bancadas ou por altura total, com perfurações verticais ou inclinadas, de conformidade com a natureza da rocha, e com todas as precauções de segurança. Os planos de fogo serão obrigatoriamente aprovados pela Fiscalização.

Em cada plano de fogo a Contratada indicará as profundidades, os espaçamentos e as disposições dos furos para o desmonte. Ela indicará, ainda, as cargas e os tipos de explosivos, ligações elétricas das espoletas com cálculo da resistência total do circuito e método de detonação. Especificará, também, as características da fonte de energia, e ligações de cordel com retardadores, definindo o tipo e método de ligação. Exige-se a pré-qualificação do "Cabo de Fogo", a qual será entregue à Fiscalização.

Antes ou durante a execução das escavações a Fiscalização requererá à Contratada, testes com explosivos, visando verificar planos de fogo. Tais testes serão realizados dentro dos limites estabelecidos para a escavação. Medições sísmicas serão realizadas pela Fiscalização, devendo contratada colaborar para a sua execução. Os resultados obtidos serão analisados pela Fiscalização, que em função deles poderá requerer a Contratada a alteração dos planos de fogo propostos.

A aprovação pela Fiscalização de um plano de fogo não exime a Contratada de qualquer uma de suas responsabilidades.

Sempre que, de acordo com a indicação do projeto ou por determinação da Fiscalização, for necessário preservar a estabilidade e resistência inerentes aos parâmetros de taludes escavados em rocha, estes serão conformados, utilizando-se: pré-fissuramento (detonação controlada do perímetro realizada antes da escavação), fogo cuidadoso- cushion blasting (escavação controlada a fogo de perímetro realizada simultaneamente com a escavação, ou

perfuração em linha). O diâmetro dos furos e a técnica de detonação a ser utilizada ficarão subordinados à aprovação da Fiscalização.

O escoramento, no decorrer dos trabalhos de desmonte a fogo, será permanentemente inspecionado pela Contratada e reparado logo após a ocorrência de qualquer dano.

A autorização do órgão competente para o transporte e o uso dos explosivos será encaminhada à Fiscalização, antes do início das detonações.

A Contratada arcará com a responsabilidade civil por danos causados a terceiros em decorrência desse serviço.

Rocha Branda ou Moledo a Frio

Classifica-se como escavação em rocha branda ou moledo o material com agregação natural de grãos minerais, ligados mediante forças coesivas. Tal material apresenta grande resistência à escavação e é constituído de: arenitos compactos, rocha em adiantado estado de decomposição, rocha alterada, folhelos com ocorrência contínua. A escavação pode ser efetuada com rompedores, picaretas, alavancas cunhas, ponteiros, talhadeiras e eventual uso de escarificador.

Desmonte a frio

Quando, pela proximidade de prédios e seus complementos, logradouros, serviços de utilização pública ou por circunstâncias outras, a critério da Fiscalização, for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos para o desmonte a fogo, será feito o desmonte a frio, empregando-se o processo mecânico (rompedor), manual, ou processo químico ou pneumático (cunha metálica).

9.3.5 Exploração de jazidas

No caso de necessidade de exploração de jazidas de solo para aterro, ou de jazidas de rocha para enrocamentos, serão observadas as prescrições que se seguem:

Escavação de Jazidas de Solo

A exploração de áreas de empréstimo será precedida de projeto completo, incluindo estradas de serviço e frentes de escavação.

Os taludes das frentes de escavação devem ter inclinação adequada para se manterem estáveis, bem como as alturas das bancadas devem obedecer a limite seguro.

Toda a superfície de escavação será o mais regular possível e provida de inclinações suficientes para se assegurar o escoamento de águas pluviais ou surgências.

O plano de exploração será submetido à aprovação da Fiscalização.

Escavação de Jazidas de Rocha

Para a obtenção de material rochoso a Contratada, a seu critério, poderá utilizar materiais provenientes de pedreiras comerciais.

Caso a Contratada adquira, ou explore jazida em operação própria, ela deverá seguir estritamente as normas e regulamentações do Ministério do Exército e demais requisitos de escavação a fogo. Ficarão sob sua inteira responsabilidade as necessárias providências administrativas para tal finalidade. A Contratada ainda arcará com a responsabilidade civil por danos causados a terceiros em decorrência dessa exploração.

O projeto de exploração, incluindo investigações e prospecções, planos de fogo, sistemas de estocagem e transporte dos materiais, também estará sob o encargo da Contratada.

Recomposição das Áreas Exploradas para Empréstimo

Depois de terminado o trabalho e a menos que ordenado de outra forma pela Fiscalização, todas as áreas de trabalho e as áreas de empréstimo usadas pela Contratada serão regularizadas de maneira a conseguir a recomposição da paisagem natural, de acordo com o disposto em projeto ou exigido pela SANEAGO. As áreas onde ocorram destruições, mutilações ou desfigurações, resultantes das operações da Contratada, serão reintegradas a paisagem local, sendo reparadas, replantadas e semeadas ou por qualquer outra forma corrigidas.

Serão executados os serviços finais e permanentes de tratamento superficial com plantio de vegetação rasteira e outras de porte e espécies variadas, seguindo a tipificação local, a serem fornecidos pela Contratada.

Serão também seguidas de curvas de nível para o plantio da vegetação de porte e para execução de valas de drenagem para controle de erosão.

9.4 Compactação mecanizada de áreas

9.4.1 Definição

É um processo de adensamento do solo, por meio da redução do índice de vazios, para melhorar seu comportamento relativo a capacidade de suporte, variação volumétrica e impermeabilidade.

9.4.2 Sequência

A sequência normal dos serviços atenderá aos itens abaixo:

- Lançar e espalhar o material obtendo aproximadamente a espessura especificada para o tipo de equipamento;
- Regularizar a camada de modo que a sua espessura seja 20% a 25% maior do que a altura finada camada compactada;
- Homogeneizar a camada pela remoção ou fragmentação de torrões secos, materiais conglomerados, blocos ou matações de rocha alterada etc.;
- Determinar a umidade do solo, para definir a necessidade ou não de aeração ou umedecimento do solo;
- Compactar utilizando-se equipamento adequado, com o número de passadas suficientes para se atingir, em toda a camada, o grau de compactação desejado.

Os materiais empregados normalmente são os do próprio terreno, sendo que no caso de substituição ou adição de material, estes serão provenientes de jazidas aprovadas pela Fiscalização.

As obras de lagoas de tratamento de esgotos, barragens e outras obras de porte devem necessariamente ter o acompanhamento de controle tecnológico da SANEAGO ou exercido pela contratada, por intermédio de empresa do ramo, sendo de responsabilidade da contratada o uso de boa técnica.

9.4.3 Carga, transporte e descarga em geral

A definição do equipamento para carregamento, transporte e descarga dos materiais escavados, em bota-fora ou outra área indicada pela Fiscalização, ficará a critério da Contratada e terá sido definida na Lista de Equipamentos.

Durante a execução dos serviços, poderá a Fiscalização exigir a remoção e substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção indicados no Plano de Escavação, ou que seja considerado, por qualquer motivo, insatisfatório.

Os materiais obtidos das escavações serão empregados, sempre mediante autorização da Fiscalização, para os seguintes fins, conforme sua classificação:

- Solo vegetal superficial- será removido para depósito, para uso futuro no plantio de grama nas proteções de taludes em solo e na recuperação paisagística;
- Demais tipos de solos poderão constituir-se no material para execução do aterro, quer submerso, quer compactado, devendo ter características uniformes e serem reaproveitados apenas os adequadamente compactáveis;
- Rocha oriunda de escavação a fogo- Será empregada na execução da proteção com empedrados (enrocamentos e gabiões), função exclusiva da quantidade do material e custo. Caso se observe o não aproveitamento, será lançado em bota-fora.
- Consideram-se impróprios para o preenchimento de valas todos os materiais instáveis (solos micáceos, orgânicos ou expansivos).

Na medida do possível, será sempre programado o uso de material resultante das escavações, imediatamente após sua remoção. Caso não seja possível, deverá a Contratada preparar um local para estocá-los, conforme planejado.

As pilhas de estoque serão localizadas de maneira que necessitem um mínimo de transporte para os lugares onde os materiais serão aproveitados, sem interferir, porém, no andamento da obra.

O equipamento de transporte, os caminhos e as distâncias serão estudados pela Contratada aprovados com o plano.

A acumulação nos estoques será feita por métodos que evitem a segregação de materiais ou sua contaminação. Materiais escavados em áreas diferentes desde que tenham características idênticas deverão ser estocados na mesma pilha.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrar material nos estoques, a critério da Fiscalização, estes depósitos serão tratados como bota-fora ou então as sobras serão levadas pela Contratada para os bota-foras já existentes.

Os materiais resultantes das escavações e inadequados para uso nas obras serão depositados e espalhados em bota-fora.

A Contratada apresentará, com a devida antecedência, para aprovação da Fiscalização e consoante ao projeto geotécnico, um plano delimitando as áreas, definindo os caminhos e distâncias de transporte, fixando taludes e volumes a serem depositados. Essas áreas serão escolhidas de maneira a não interferir na construção e operação da obra, nem prejudicar sua aparência estética, adaptando-se forma e a altura dos depósitos, tanto quanto possível, ao terreno adjacente.

A Contratada tomará todas as precauções para que o material em bota-fora não cause danos às áreas e/ou obras circunvizinhas por deslizamento, erosão etc. Para tanto, deverá a Contratada manter as áreas convenientemente drenadas, a qualquer tempo.

Na conclusão dos trabalhos, as superfícies devem apresentar bom aspecto, estarem limpas e convenientemente drenadas.

Por instrução da Fiscalização, os materiais em bota-fora serão usados a qualquer momento.

A Contratada pode, com prévia autorização da Fiscalização, usar o material, das escavações depositado em bota-fora, para seus próprios serviços no interior da obra.

9.4.4 Construção de diques

Preparo e Tratamento das Bases dos Diques e Fundo das Lagoas

A superfície final das escavações será regularizada, com a remoção de todo material solto, até as cotas estabelecidas nos desenhos de projeto.

A base dos diques será preparada e compactada na espessura determinada em projeto abaixo da cota de projeto.

A compactação será executada em camadas com os mesmos: grau de compactação, desvio de umidade e controle da compactação, indicado no estudo técnico para a construção dos diques.

A base do fundo das lagoas receberá o mesmo tipo de tratamento descrito acima, na espessura e profundidades especificadas no projeto.

A superfície de lançamento será perfeitamente drenada para evitar a formação de poças que provoquem a saturação do solo de fundação, com consequente perda de resistência e/ou aumento de deformabilidade e/ou que dificultem a compactação das primeiras camadas do aterro, comprometendo a ligação aterro- fundação. É indispensável que a compactação do aterro seja executada sobre a fundação drenada ou seca (livre de poças).

Caso os materiais das escavações se verifiquem inadequados ou insuficientes, para a construção dos diques, será lançada mão de áreas de empréstimo as quais serão indicadas no estudo geotécnico ou então autorizadas pela Fiscalização.

Normas Gerais para Execução e Controle de Construção dos Aterros Compactados

Para o controle da construção das lagoas a empreiteira manterá na obra um laboratório com técnico habilitado, e com auxiliares e equipamento adequado.

As correções de umidade do material do aterro serão realizadas, basicamente nas áreas de empréstimo.

As camadas serão lançadas e compactadas, paralelamente ao eixo longitudinal dos diques, mantendo-se durante toda a construção, uma declividade transversal mínima. de 2% para montante e para jusante, com a finalidade de facilitar a drenagem das águas pluviais e evitar a formação de poças.

Não serão permitidas juntas de construção no aterro. A superfície do aterro, em toda sua extensão será mantida em elevação uniforme, sem desníveis entre as diversas praças de lançamento e compactação.

Antes da compactação, a camada será homogeneizada por meio de grades de disco.

As camadas já compactadas serão levemente gradeadas, antes do lançamento da camada sobrejacente de maneira a se obter boa ligação entre as camadas sucessivas.

Nos locais onde porventura haja aparecimento de água, a mesma será convenientemente drenada, de forma a não prejudicar os serviços de compactação.

O tráfego dos equipamentos de construção deverá distribuir-se uniformemente sobre as áreas do maciço, não sendo permitido o tráfego concentrado em determinadas faixas, exceto quando isto for inevitável. Na ocorrência de camadas super compactadas no maciço, as mesmas serão revolvidas, tratadas e recompactadas às expensas da contratada.

Na iminência de chuvas, ou caso os trabalhos de lançamentos e compactação sejam interrompidos por intervalo de tempo considerado prolongado, a superfície do aterro será "selada" convenientemente.

Após a interrupção, antes do reinício dos trabalhos as camadas serão retrabalhadas até apresentarem condições adequadas.

São exigidas as substituições das camadas que não apresentarem condições adequadas após serem retrabalhadas, às expensas da contratada.

A cobertura vegetal das áreas de empréstimo só será decepada pouco antes do início de sua exploração, a critério da Fiscalização.

9.4.5 Equipamentos de compactação

Os equipamentos de Compactação utilizados são rolos pé de carneiro, rolos de impacto, rolos pneumáticos e soquetes mecânicos manuais. Os rolos de pneu terão capacidade de lastro tal que a carga por roda possa variar de 9 a 12,5 t, com velocidade de operação que não exceda a 10 Km/h.

Outros equipamentos serão testados pelo construtor que deverá provar a eficiência dos mesmos em pistas experimentais, as suas expensas e sob controle da Fiscalização.

9.4.6 Espessura das camadas

Para os equipamentos indicados no item anterior, as camadas compactadas apresentarão espessuras variando entre 15 a 20 cm, conforme indicado no projeto, e para compactadores manuais espessura de 10 cm.

Eventualmente, a seu critério, a Fiscalização determina a diminuição ou aumento da espessura de comparação, em função do controle dos resultados dos ensaios, para atender os requisitos especificados para o aterro compactado.

9.4.7 Grau de compactação

O grau de compactação requerido, para os maciços compactados dos diques e para o fundo das lagoas, é: no mínimo 95%, média 98% e máximo 103% considerado como referência a energia do ensaio Proctor Normal.

No máximo 15% dos resultados com valores iguais ao mínimo e máximo grau de compactação especificados serão tolerados, desde que estes valores não estejam em áreas concentradas do aterro.

O número base de passadas de equipamento, para que sejam atingidos os requisitos de grau de compactação, será fixado pela Fiscalização obedecendo ao mínimo de seis passadas.

9.4.8 Umidade de compactação

O solo será compactado com a umidade variando entre menos 2,0% e mais 2,0% da umidade ótima.

Serão tolerados 15% de ensaios de controle da umidade fora desses limites, desde que não estejam concentrados em uma mesma área do aterro e que obedeçam às exigências especificadas para o grau de compactação mínimo.

9.5 Controle de execução de aterros argilosos

9.5.1 Controle geral

O controle de construção de aterro argiloso será feito pela contratada através de inspeção visual e ensaio de controle previamente estipulado no projeto geotécnico.

Somente será lançado material do aterro sobre a fundação, após inspeção e liberação da área de lançamento, pela Fiscalização.

Cada camada somente será lançada, após a liberação pela Fiscalização da camada compactada subjacente.

9.5.2 Controle da espessura das camadas

O controle da espessura das camadas será feito pela contratada antes da compactação, de maneira a se obter uma camada compactada que obedeça rigidamente aos parâmetros de compactação estabelecidos na presente especificação.

É feito um controle de espessura de lançamento de solo, através de cravação de piquetes, junto as laterais da faixa a ser executada. Os piquetes serão espaçados de 20m. Nesses piquetes será marcada a tinta e com cruzetas de madeira, a espessura da camada solta, para orientar os operadores de equipamentos.

São tolerados até 15% de camadas compactadas com valores médios de espessura fora do especificado, desde que sejam atendidos os requisitos especificados relativos ao grau de compactação e desvio de umidade.

Sistematicamente, serão estabelecidos pela empreiteira, coeficientes de correlação entre as espessuras das camadas, antes e após a compactação.

A determinação da espessura das camadas, antes e após a compactação, será feita através de medidas topográficas em pontos do aterro escolhido.

A frequência das medidas para determinação da relação entre as espessuras das camadas, antes e após a compactação, será de no mínimo 2 vezes por turno de trabalho. Na fase inicial dos trabalhos as medidas serão frequentes, a fim de permitir a rápida determinação do coeficiente acima mencionado.

9.5.3 Controle do grau de compactação e desvio da umidade

O controle básico será feito através do número de passadas de equipamento compactador, determinado a partir dos resultados de pistas executadas no início dos serviços de compactação.

O controle efetivo será feito através de ensaios de controle de compactação. Será executado, um ensaio para cada 1 000m³ de material compactado e no mínimo dois ensaios por camada compactada. A frequência dos ensaios será maior no início dos serviços e será diminuída, se durante o andamento da obra a homogeneidade de valores permitir tal decréscimo.

A Fiscalização poderá solicitar a abertura de poços de investigação no aterro compactado, para verificação da qualidade do maciço e da ligação das camadas.

Os resultados dos ensaios de verificação, definidos neste item, deverão satisfazer os requisitos para o grau de compactação especificado. Caso contrário, será alterado o número de passadas dos equipamentos de compactação e/ou a espessura das camadas, de modo a se alcançar tais requisitos.

9.5.4 Controle do desvio da umidade

A liberação de camadas compactadas será feita através de ensaios, de controle de compactação. Tolerar-se no máximo 15% de ensaios com valores fora dos intervalos especificados para o grau de compactação e para o desvio de umidade, desde que não estejam numa mesma zona do maciço.

Juntas de Construção

As juntas de construção em solo, quando necessárias, serão aprovadas previamente no projeto.

Quando aprovadas pela Fiscalização, a proteção do talude da junta de construção em solo será executada com solos através de uma camada superficial de 2,00 m (mínimo) de largura, na medida horizontal.

A superfície de contato será umedecida com uma suave aspersão e escarificada.

A superfície de ligação preparada como mencionado no item anterior, após aprovação da Fiscalização, receberá a camada adjacente de material com umidade variando da umidade ótima a 2% acima da ótima.

A compactação desta camada excedente será executada sem controle.

Eventualmente, desde que aprovada pela Fiscalização, serão adotados outros métodos de proteção.

Todas e quaisquer partes das juntas que forem erodidas, serão imediatamente recompostas a contratada.

Quando se verificarem paralisações ou interrupções prolongadas nos maciços, a camada será coberta com uma camada de solo solto, com espessura mínima de 0,40 m, ou com uma camada de areia com espessura de 0,15m, a qual será regada constantemente de tal forma a manter úmida a superfície do terreno.

Cuidados especiais serão observados quando do reinício dos serviços de construção para que seja obtida perfeita aderência entre os dois estágios. A superfície de ligação será preparada, removendo-se todo o material de proteção ou do próprio maciço se necessário, para atingir material que não tenha sofrido fissuramento ou rachadura por secagem, contração ou deformação.

A extensão das trincas de ressecamento será demarcada fazendo a "pintura" das mesmas com calda de cal e com escavação cuidadosa, preferencialmente por escavação manual, em alguns pontos, até atingir material que não tenha sofrido fissuramento.

É feito o acompanhamento do controle de umidade durante a remoção das camadas fissuradas, com objetivo de correlacionar o grau de perda de umidade com a ocorrência das trincas.

A superfície de contato será umedecida com uma suave aspersão e escarificada.

A superfície de ligação preparada como mencionado no item anterior, receberá a camada adjacente de material com umidade variando da umidade ótima a 2% acima da ótima.

9.5.5 Impermeabilização do fundo das lagoas

A impermeabilização do fundo das lagoas será efetuada por meio de uma camada de argila na espessura determinada pelo projeto. Essa camada será compactada em sucessivas camadas de 20 cm. As condições de execução e controle serão obtidas e indicadas para os aterros compactados.

É observado qualquer outro meio de impermeabilização, do fundo ou dos taludes das lagoas, descrito nas especificações da obra e caso o projeto seja omissivo, de acordo com as indicações da Fiscalização.

9.6 Proteção de taludes

9.6.1 Talude de jusante

O talude de jusante das barragens será recoberto com grama, visando protegê-los contra ação de águas de chuvas e contra secagem.

A contratada fornecerá todos os materiais, como grama, adubo e terra vegetal, e ainda os equipamentos. Deverá, também, executar os correspondentes serviços de proteção com grama nos taludes da barragem de terra, como mostrado no desenho de locação e urbanização (projeto hidráulico), ou em áreas determinadas pela Fiscalização.

O plantio pode ser segundo método proposto pela contratada, como por exemplo, através de semeadura, de hidro-semeadura ou por outro processo preliminarmente executado numa área experimental, cujos resultados estarão sujeitos à aprovação da fiscalização.

Caso a grama seja posta em placas no talude, estas serão extraídas de um solo fértil e com uma espessura tal que todas as raízes estejam cobertas por uma camada de terra.

As placas de grama seca, decomposta ou contendo ervas daninhas serão rejeitadas e substituídas às expensas da contratada.

As placas de grama serão dispostas no talude sobre uma camada de solo vegetal de 5 cm de espessura mínima. O solo vegetal será contido através de tábuas colocadas ao longo do talude.

Após sua colocação, as placas de grama serão levemente compactadas, manualmente ou por outros métodos aprovados.

Em seguida, serão fechadas todas as juntas entre as placas de modo a não permitir o crescimento de ervas daninhas.

A contratada, por meio de dispositivos de irrigação apropriados, regará a grama até a sua brotação. Deverá, também, conservá-la livre de formigas e de ervas daninhas até o recebimento final da obra.

9.6.2 Talude de montante

Visando resguardar os taludes de montante e os diques de terra entre lagoas, contra a ação erosiva das ondas e das águas de chuvas, os taludes serão protegidos nas regiões delimitadas pelas cotas indicadas nos desenhos do projeto hidráulico.

O material utilizado para proteção do talude será constituído de placas de concreto pré-moldadas, e/ou moldados in loco.

Antes da colocação das placas sobre a superfície compactada, será executado rebaixamento, de forma a garantir que o material de proteção fique firmemente assente sobre os taludes.

9.6.3 Proteção da crista

Para evitar-se a ação erosiva sobre a crista da barragem, pelas chuvas ou trânsito de veículos e animais, faz-se necessária à sua proteção. Para tanto, serão usadas laterita ou rocha fina, na granulometria de brita 1 ou 2, em espessura mínima de 10 cm (dez centímetros). Será lançada imediatamente após o término da compactação dos solos dos maciços, para que não haja trinca de ressecamento.

9.7 Tratamento de bota-fora

9.7.1 Tratamento de bota-fora

As áreas de bota-fora de materiais inservíveis da obra serão autorizadas pela fiscalização, a menos que haja sido definida no projeto.

As áreas utilizadas para essa finalidade devem estar afastadas de cursos d'água córregos, rios ou nascentes em pelo menos 500 metros.

Os materiais serão acondicionados em camadas sobrepostas de espessura entre 0.50 m e 1.00 m, devendo a área ser regularizada de maneira a dar a aparência mais natural possível à paisagem.

Uma vez concluída as operações de bota-fora, nas áreas utilizadas serão realizados os serviços finais e permanentes de tratamento superficial com plantio de vegetação rasteira ou de porte com espécies autóctones variadas bem como o valetamento de controle da erosão.

Todos os trabalhos de preparação, visualização e tratamento final das áreas de bota-fora serão ônus exclusivo da contratada.

9.8 Obras de contenção e reforço de solos

Entende-se por obras de contenção todas as estruturas que, implantadas em um talude, oferecem resistência à sua movimentação e/ou ruptura.

As obras de contenção serão executadas, sempre que previstas no projeto ou a critério da Fiscalização por motivos de segurança, através do tipo mais adequado às necessidades locais de cada obra.

9.8.1 Proteção com pedra-de-mão sem manta

Consiste em pedras arrumadas manualmente, sendo que sua resistência resulta unicamente do imbricamento dessas pedras.

As pedras possuirão dimensões da ordem de 15 cm ou mais. Seus vazios serão preenchidos com pedras menores, porém de forma a não serem arrastadas pela corrente de água. A finalidade principal é a contenção de taludes de pequena altura (até 1,50 m), proteção de margens e leitos de rios e taludes sujeitos a erosões. Eventualmente será combinado com manta não-tecida de poliéster ou tela de arame.

9.8.2 Proteção com pedra-de-mão com manta

Na presença permanente ou não de água, deve-se colocar na superfície, com as pedras-de-mão, manta não-tecida de poliéster, impedindo assim a passagem dos finos através das pedras, mantendo-se todas as observações do item anterior.

9.8.3 Proteção com gabiões

Trata-se de caixas ou "gaiolas" de arame galvanizado, preenchidas com pedra de mão, britada, ou seixos, que serão colocadas justapostas e costuradas umas as outras com arame.

As telas de arame que formam as gaiolas são de aço especial zincado. Para meios altamente agressivos, recomenda-se proteção com PVC.

A abertura das malhas será de 8x10 cm e a bitola dos arames, de 2,77 mm ou conforme especificação em projeto.

As gaiolas serão providas de tirantes ou compartimentos (diafragmas) que impeçam a sua deformação por ocasião do lançamento das pedras. Os tirantes terão as mesmas características técnicas e mecânicas dos arames que compõem as gaiolas. Os cantos das gaiolas serão reforçados, a fim de resistir aos esforços provenientes das amarrações dos gabiões entre si.

O enchimento das gaiolas de arame será realizado por processo manual, porém, sempre em camadas.

Quando não forem utilizados diafragmas, deve se proceder ao atirantamento horizontal das gaiolas a cada camada. O número mínimo de tirantes horizontais será de 4 a 6 por metro quadrado de face e de 2 a 3 por metro de gabião. Nos cantos das paredes terminais serão colocados tirantes horizontais e diagonais a fim de impedir a deformação dos cantos.

Não será permitido o uso de pedras com areia, terra ou pedregulho miúdo, e tampouco qualquer tipo de pedra facilmente fraturável e que não suporte cargas de compressão. Somente serão utilizadas pedras-de-mão, brita grossa ou seixos rolados.

Além dos tirantes horizontais, os gabiões tipo colchão, que servem de plataformas, ou seja, os colocados nas posições inferiores serão providos de tirantes verticais, colocados entre as faces inferiores e as tampas do gabião.

A amarração entre gabiões será executada entre gaiolas ainda vazias. Será permitida, em casos excepcionais, nos quais a execução torne-se difícil, a amarração entre gaiolas vazias e cheias, proibindo-se a operação entre gaiolas cheias. O arame de amarração terá as mesmas características técnicas do aço utilizado para as gaiolas. As costuras serão feitas pelas quinas, lançando-se todas as malhas e executando-se dupla volta em relação à face externa do prisma.

Após o enchimento da peça, será executado o fechamento da tampa, que será costurada da mesma maneira especificada para a amarração entre gabiões.

9.8.4 Proteção com manta não tecida de poliéster

De um modo geral, geotêxtil é um material formado por filamentos contínuos, ou por fibras distribuídas aleatoriamente de modo a constituir uma manta de alta resistência, obtida através de processos mecânicos, químicos ou térmicos.

É usado basicamente no reforço de aterros de solos não consistentes ou, embora consistentes, em posições favoráveis a desligamentos. Internamente, cabe às mantas geotêxteis, além do confinamento do solo junto à face externa, resistirem aos esforços de tração desenvolvidos no maciço.

A proteção externa do geotêxtil é de fundamental importância, para que este não se deteriore com a radiação solar.

9.8.5 Proteção com pintura betuminosa

Consiste na aplicação de uma camada delgada de asfalto diluído a quente ou em emulsão (CM30 ou CM 70, RRIC ou RR2C) por rega ou aspersão. Serão aplicadas duas ou três demãos, com intervalos de 24 horas. A finalidade principal é evitar a erosão e infiltração de água em superfícies firmes, previamente preparadas, sem material solto.

Apresentam dois inconvenientes graves: deteriora-se sob a influência da insolação exigindo manutenção constante e apresenta aspecto visual ruim.

9.8.6 Proteção com concreto projetado

Concreto projetado será definido indiscriminadamente como argamassa de concreto aplicada pneumáticamente.

É a mistura, constituída de cimento, areia e pedrisco, que será projetada por meio de bombas e com mangotes (por via seca ou via úmida), contra a superfície a ser protegida e com espessuras médias variáveis geralmente de 3 a 5 cm.

É usada tela metálica para armar esse projetado, aumentando a resistência. Essa tela, com malha de 5 a 20 cm e fios de 2 a 5 mm, será fixada a superfície do talude com chumbadores e pinçadores, sendo depois o concreto projetado.

Os cuidados na aplicação são os mesmos já citados no item anterior, havendo também o inconveniente do aspecto visual.

9.8.7 Proteção com cortina atirantada

Cortinas atirantadas são elementos verticais ou subverticais de concreto armado, que funcionam como paramento e que são ancorados ao maciço através de tirantes protendidos.

Devido ao fato de as cortinas serem ancoradas por tirantes protendidos, sua fundação recebe apenas uma pequena parcela dos esforços. Apresentam, ainda, a vantagem de ter uma espessura muito reduzida. Serão moldadas no local ou placas pré-moldadas.

As cortinas são usadas com vantagem em cortes, executadas de cima para baixo à medida que a escavação prossegue.

Na contenção de aterros, o processo construtivo tem sequência inversa, iniciando-se de baixo para cima, com execução das placas e protensão dos tirantes, à medida que o aterro progride.

10 Obras eletromecânicas/Instalações de produção

A execução da obra deverá obedecer, integral e rigorosamente, aos projetos, memoriais e detalhes fornecidos pelas normas, especificações e métodos aprovados, ou em fase de projeto de Associação Brasileiro de Normas Técnicas (ABNT) e relacionadas direta ou indiretamente com a obra. As normas especificações e métodos aludidos são considerados parte integrante do presente capítulo.

Este capítulo fixa e estabelece as condições e os requisitos técnicos que são cumpridos pela Contratada no tocante a:

- Execução de serviços por seus próprios meios;
- Execução de trabalhos especializados por terceiros, mediante prévia aprovação da Fiscalização, sob supervisão e responsabilidade direta da Contratada.

Quando não for citada a norma a ser seguida e inexistirem normas brasileiras, ficará a critério da Fiscalização a sua indicação.

A estocagem dos materiais ou equipamentos será de forma que as superfícies de apoio sejam as maiores possíveis. Tais superfícies devem coincidir com as áreas de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não-revestidas não entrarão em contato com o solo, recomendando-se a construção de berços de madeira ou o uso de sacos de areia. Cuidados especiais serão tomados para manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não-metálicos, sempre em consonância com as recomendações dos fabricantes.

Todo o material e equipamento serão protegidos contra as intempéries. Guardadas as diferenças cabíveis, os mesmos cuidados serão tomados para as estocagens temporárias nos locais de montagem.

Na montagem, os equipamentos serão fixados provisoriamente, quando houver risco de deslocamentos acidentais, até a instalação definitiva. Como regra geral, serão removidas, após a fixação ou acoplamento definitivo, todas as peças e dispositivos de fixação provisória, salvo orientação em contrário da Fiscalização.

A Fiscalização poderá impugnar, a seu critério, os equipamentos mecânicos da contratada que sejam inadequados e impróprios para as condições de montagem. Somente em casos especiais e com a devida autorização serão utilizados pórticos com talhas, tripés ou outros acessórios operados manualmente.

10.1 Montagem mecânica

10.1.1 Conjunto moto-bombas

Bombas de eixo horizontal

Os conjuntos bomba e motor serão fornecidos montados numa estrutura de aço rígido, a qual será fixada a uma base de concreto através de chumbadores com porcas e arruelas. A base deverá oferecer apoio rígido e permanente de modo a absorver as vibrações de intensidade normal, que se manifestam durante a operação da bomba.

Para a execução da base de concreto serão observados, pela Contratada, sua localização, dimensões e posicionamento indicados no projeto, além do plano de fundação fornecido pelo fabricante do equipamento.

O concreto da base atenderá a resistência especificada em projeto e a sua execução estará em concordância com o capítulo 8.

Os chumbadores, a serem embutidos na base, serão de dimensões e formas de acordo com as indicações dadas pelo fabricante do conjunto e em conformidade com o projeto.

A locação dos chumbadores será feita de acordo com os furos da base metálica, fornecida pelo fabricante, através do plano de fundação ou do desenho/certificado de dimensões.

Os chumbadores serão cuidadosamente posicionados. Para isso será usada uma armação de madeira (gabarito) a qual garantirá uma perfeita locação. Cuidados serão tomados para que os chumbadores não saiam da posição durante a concretagem.

Em casos especiais, em que a base será concretada sem os chumbadores, serão deixadas cavidades, na base de concreto, de dimensões tais que permitam a posterior colocação e concretagem destes.

Para o transporte e levantamento do conjunto bomba e acionador, serão usados os olhais ou as orelhas de suspensão da carcaça da bomba, não sendo permitida que os cabos de sustentação sejam atrelados à base ou em volta dos pedestais dos mancais.

Em quaisquer circunstâncias, serão seguidas as indicações que acompanham a equipamento.

Ao colocar a conjunto sobre a base de concreto, o acoplamento bomba/acionador será desconectado.

Será deixado um espaço de no mínimo "3/4 e de no máximo de 1.1/2" entre o lado inferior da base metálica e o topo da base de concreto para a colocação da argamassa de grauteamento.

O nivelamento da base metálica será feito com uso de calços de aço paralelos, de dimensões variáveis, colocados em áreas adjacentes aos chumbadores e sob partes da base que suportam maior peso. Os calços de apoio serão ajustados até que os eixos da bomba e do acionador estejam nivelados e, ainda, que os flanges de sucção e descarga estejam devidamente posicionados.

Após a execução do grauteamento será feita a limpeza completa do eixo da bomba, do motor e do acoplamento.

Após a obtenção da resistência especificada para a graute, serão executados o aperto final das porcas e dos chumbadores e o realinhamento do conjunto. Será verificada a excentricidade (deslocamento lateral ou vertical) por meio de relógio comparador, a inclinação (deslocamento angular) e a distância entre eixos (deslocamento axial). As tolerâncias para cada caso serão fornecidas pelo fabricante do equipamento.

A seguinte sequência de operações deverá se efetuada:

- Reacoplar o conjunto bomba/acionador;
- Soltar as premas da gaxeta da bomba;
- Lubrificar as partes rodantes e girar os eixos manualmente;
- Certificar-se de que as tabulações estão completamente limpas;
- Executar a conexão da bomba às tabulações de sucção e recalque sem que qualquer esforço seja transmitido à bomba.

Deverão ainda ser efetuadas:

- As ligações da escorva ou selo hidráulico se o conjunto assim o requerer.

Em caso de mancais lubrificados a água, executar a tabulação de drenagem conforme desenhos ou indicação da Fiscalização. Os instrumentos previstos no projeto do conjunto serão instalados.

A parte elétrica do acionamento será ligada, verificando o sentido de rotação do eixo através de um toque na partida.

Somente após a execução do especificado, o conjunto moto-bomba horizontal estará em condições de ser testado em carga, conforme as orientações do fabricante e da Fiscalização.

Bombas verticais de eixo curto

Consideramos bombas verticais de eixo curto aquelas que são fornecidas completamente montadas para instalação em locais onde são manuseadas com segurança, pelos equipamentos de levantamento e transporte disponíveis.

Além das recomendações e das considerações gerais, a Contratada deverá obedecer ao projeto de fundação e dimensões para a execução da base de concreto.

Considerando que sobre a base de concreto haverá uma base metálica na qual se apoiará todo o conjunto, os procedimentos para a colocação dos chumbadores, concretagem e grauteamento, serão os mesmos para as bases metálicas das bombas de eixo horizontal.

Sobre a base metálica nivelada, será montado o conjunto formado: pelo cabeçote de descarga, tubo de topo, eixo propulsor e bomba. Este conjunto estará rigorosamente perpendicular à base metálica.

O motor será colocado sobre o cabeçote ou complementação, nivelando, alinhando os eixos bomba-motor e efetuar o acoplamento.

A instalação dos instrumentos de controle e dispositivos de proteção do motor será efetuada. Deverá se instalar os sistemas de lubrificação, e os de drenagens, se necessário. A ligação do motor será feita, dando um toque em vazio para se certificar do sentido de rotação.

Acoplar a descarga à tabulação de recalque de forma a não transmitir tensões não previstas ao conjunto moto-bomba.

Os testes do conjunto em carga serão executados com a orientação do fabricante e na presença da Fiscalização.

Bombas verticais de eixo prolongado

Consideramos bombas verticais de eixo prolongado aquelas que são fornecidas desmontadas, no que se refere a tubos de topo e eixos propulsores, devido a seu tamanho ou falta de condições de manuseio no local da instalação.

Para a instalação da base metálica, com os chumbadores na base de concreto, utilizar o mesmo procedimento recomendado para as bases metálicas das bombas de eixo horizontal.

A montagem da bomba, tubos da coluna com luvas de acoplamento, tubos protetores, eixo com luvas de acoplamento, mancais e intermediárias, cabeçote e motor será executada por pessoas especializadas em montagens e ajustes. A montagem será devidamente supervisionada pelo fabricante e pela Fiscalização.

A montagem deverá obedecer rigorosamente aos desenhos e instruções do fabricante quanto às tolerâncias de ajustes, apertos de parafusos, acoplamento por luvas e colocação dos mancais intermediários.

São obedecidas, ainda, as recomendações do fabricante quanto à limpeza, lubrificações, tipo de vedadores de ruelas, utilização de braçadeiras para a montagem da coluna e ferramentas próprias para cada tipo de serviço.

Durante toda a montagem, a Fiscalização deverá ter acesso, a qualquer instante, às informações que julgarem necessárias.

Após a montagem final do motor, caberá à Contratada a instalação dos instrumentos de controle, dispositivos de proteção, sistema de lubrificação, ligação do motor, bem como a variação do sentido de rotação.

A descarga será acoplada à tabulação de recalque de forma a não transmitir tensões não-previstas ao conjunto moto-bomba.

Os testes do conjunto em carga são executados com a orientação do fabricante e na presença da Fiscalização.

Bombas submersíveis

Para a montagem das bombas submersíveis com pedestal e tubo-guia, a Contratada deverá verificar, inicialmente, as condições em que são fixados o suporte superior do tubo-guia, o suporte dos cabos e o pedestal ou conexão de descarga.

As dimensões da base de concreto e do grauteamento onde é fixado o pedestal ou conexão de descarga deverão garantir a altura mínima, recomendada pelo fabricante, entre o piso e a bomba a ser acoplada.

O suporte superior do tubo-guia estará alinhado com o seu respectivo encaixe no pedestal.

Posicionando o pedestal e o suporte através de alinhamento e nivelamento, colocar o tubo-guia, o qual deverá ficar num plano vertical paralelo ao plano do flange de conexão da bomba.

Executar o grauteamento e, após a obtenção da resistência especificada, apertar as porcas dos chumbadores do suporte e pedestal.

Executar a tubulação de recalque, fixar o suporte dos cabos, instalar as boias de nível, fixar a corrente de içamento, baixar a bomba e testar seu encaixe no pedestal.

Verificar nível de óleo, sentido de rotação, condições de isolamento do motor e cabos, além do sistema de aterramento.

Os testes em carga serão executados de acordo com as orientações do fabricante e na presença da Fiscalização.

10.1.2 Comportas

Stop-log

Na montagem das comportas serão obedecidas as seguintes considerações:

- Locação, posicionamento e fixação das guias de acordo com os projetos;
- Alinhamento e nivelamento das guias e armações, antes do concreto secundário, através de calços de ajuste e demais providências;
- Verificação de folga e alinhamento da comporta junto à soleira dentro do previsto pelo projeto, para permitir a estanqueidade desejada;
- Logo após a concretagem secundária, verificar se as condições estabelecidas nos itens anteriores acima não foram alteradas e corrigir, se necessário.

A colocação da comporta tipo "stop-log" será feita por meio de equipamentos adequados (guindaste, guincho ou talhas em pórtico).

Após a colocação, serão procedidos os ajustes necessários, a fim de que as folgas previstas pelo fabricante sejam atendidas, obtendo a estanqueidade desejada.

Testar sem carga, movimentando várias vezes para verificar o deslizamento tranquilo nas guias.

Testar com carga para avaliar se os vazamentos encontrados estão dentro dos parâmetros previstos pelo fabricante, ajustando, se necessário.

Deslizante

Antes do posicionamento do quadro da comporta, no local indicado pelo projeto, será feita uma preparação inicial do local. A preparação deve levar em conta as dimensões mínimas requeridas para a concretagem secundária, as condições da armadura deixada na concretagem primária, o comprimento dos chumbadores do quadro e mancais intermediários, assim como a distância mínima que o quadro deverá ficar do piso.

A profundidade da concretagem secundária será de, no mínimo 50 mm, além da ponta do chumbador a ser engastada e de, no mínimo 50 mm, das laterais do quadro.

A armadura de espera deverá dar condições de fixação dos chumbadores para seu posicionamento.

A parte inferior do quadro deverá ficar a uma distância mínima de 75 mm do piso externo do local onde será instalada a comporta, conforme desenho nº 16/01.

Observadas estas condições, o conjunto será pré-montado, alinhado, nivelado e seus chumbadores fixados na armadura do concreto primário.

É importante que a fixação seja rígida para evitar deslocamento do conjunto quando da execução das formas para a concretagem secundária e durante a concretagem.

Logo após a concretagem, verificar se as condições de alinhamento e nivelamento não foram alteradas e corrigi-las, se necessário.

Isto feito deve-se proceder à fixação dos mancais intermediários na base do pedestal de acionamento.

O pedestal de acionamento e sua respectiva haste estarão perfeitamente nivelados e alinhados para evitar esforços laterais na gaveta durante os movimentos de abertura e fechamento.

As guias serão limpas e lubrificadas e a comporta será acionada repetidamente, sem carga, para os ajustes necessários. Novos ajustes serão feitos em carga, visando a estanqueidade do sistema, porém respeitando a tolerância de vazamento especificada para este tipo de comporta.

10.1.3 Adufas

De parede

As adufas de parede são acopladas a um tubo ou extremidade com flange que estará previamente concretado.

Cuidados especiais serão tomados durante a concretagem do tubo a fim de que a face do flange permaneça sempre no plano vertical e que se mantenha a distância mínima, fornecida pela fabricante, entre a parede e o flange.

Verificar antes da concretagem a compatibilidade da furação dos flanges adufa-tubo e ainda a posição em que ficarão os furos do flange do tubo.

O pedestal de manobra e as guias para a haste de prolongamento estarão perfeitamente alinhados com a haste de acionamento da tampa, evitando assim esforços anormais no mancal.

De fundo

As adufas de fundo serão acopladas, através de sua base flangeada, a uma curva com flange que se ligará à tubulação de descarga ou de comunicação.

Deve-se observar a concentricidade dos flanges e manter a adufa nivelada quando dos serviços de concretagem da curva.

O pedestal de manobra e as guias para haste de prolongamento estarão perfeitamente alinhados com a haste da válvula, para evitar esforços anormais entre o anel da válvula e o anel da sede.

10.1.4 Floculadores e agitadores

O transporte e o manuseio dos materiais e peças serão efetuados com equipamento recomendado pelo fabricante o aprovado pela Fiscalização.

Os agitadores de eixo vertical dos floculadores serão montados sobre base metálica: chumbados, grauteados e rigorosamente nivelados.

As pás de madeira e os mancais de apoio do eixo propulsor dos floculadores horizontais também estarão rigorosamente nivelados e alinhados. Após a instalação serão seguidas as recomendações do fabricante antes do teste de equipamento.

No caso da inexistência destas, a Contratada executará, no mínimo as seguintes atividades:

- Limpar o equipamento com uso de material adequado;
- Apertar os parafusos de fixação de equipamento;
- Verificar o acoplamento eixo/redutor motor;
- Limpar caixa do redutor;
- Fazer a primeira lubrificação incluindo o óleo do redutor se este não for fornecido pelo fabricante;
- Fazer a proteção anticorrosiva da parte exposta;
- Girar a conjunto manualmente;
- Acionar o motor e dar um toque em vazio para acerto do sentido de rotação;
- Ligar instrumentos;
- Efetuar teste em vazio o em carga com a supervisão da Fiscalização.

10.1.5 Ponte rolante

A Contratada deverá efetuar a montagem, de acordo com os projetos, especificações e recomendações do supervisor de montagem (ou do fabricante).

Os serviços de montagem constituem-se basicamente de:

- Transporte e manuseio das peças;
- Locação dos trilhos nas vigas de rolamento;
- Quebra do concreto das vigas para chumbamento dos trilhos;
- Verificação, antes da fixação dos trilhos, dos alinhamentos longitudinais e da distância transversal dos trilhos (vão da ponte rolante);
- Nivelamento dos trilhos através de calços, cunhas e parafusos;

- Chumbamento dos trilhos;
- Acabamento civil das vigas de rolamento;
- Montagem da ponte;
- Flushing dos redutores de querosene ou usando o próprio óleo de lubrificação indicado pelo fabricante;
- Verificação do nível de óleo dos redutores, completando-o se necessário;
- Verificação da lubrificação dos cabos de tração, bem como de todos os pontos de lubrificação à graxa;
- Acionamento dos motores e acerto do sentido de rotação do sistema;
- O deslocamento manual da ponte em toda a extensão do trilho para verificar a correta instalação dos trilhos quanto ao alinhamento e nivelamento. A ponte deverá correr livremente e parar em qualquer ponto sem deslocar, quando desligada, tanto vazia como em carga. Efetuar os ajustes, se necessário;
- Teste, em vazio, dos movimentos da ponte e do guincho de elevação, efetuando os ajustes necessários;
- Teste da ponte com a carga nominal, variando a sobrecarga de até 50% e verificando se as flechas obtidas estão dentro das faixas aceitáveis.

10.1.6 Instalação de monovia com talha

A preparação do local e da monovia para sua instalação constitui-se de:

- Demarcação e preparação para chumbamento;
- Execução de proteção anticorrosiva das partes, cujo acesso é impossível, após sua instalação;
- Verificação se a monovia apresenta-se sem empeno e se a aba que servirá de rolamento para a talha está lisa e perfeita.

Logo montar, alinhar, nivelar e fixar rigidamente a monovia. Em seguida, colocar a talha na aba de rolamento, colocar os fins-de-curso ("Stops"). Lubrificar a talha e o sistema de acionamento, fazendo o trolley percorrer toda a extensão da monovia, verificando se não há desnível.

Proceder em seguida ao acabamento do sistema de fixação e efetuar o teste das instalações, aplicando à talha a carga prevista e movimentando-a em todos os sentidos.

Montar e proceder ao nivelamento e ao alinhamento final da monovia, conforme projeto, através de calços, cunhas ou outros dispositivos, fixando-a rigidamente.

Paralelamente, fixar o adequear o sistema de alimentação elétrica até a caixa de ligação e alimentação da talha na sua extremidade.

Efetuar a limpeza da monovia e colocar a talha através de uma das extremidades.

Instalar os batentes finais e os respectivos fins-de-curso. Efetuar um controle da alimentação elétrica, fazer as conexões conforme indicado pelo fabricante. Efetuar o grauteamento do sistema de fixação e o acabamento da instalação.

Efetuar a limpeza e lubrificação da talha, conforme recomendação do fabricante.

Verificar novamente os esquemas de ligação elétrica e efetuar a alimentação da talha, controlando a tensão de entrada no motor. Adequar a sentido de rotação do motor e simular a atuação de fim-de-curso. Isto feito, testar em vazio, percorrendo toda a extensão da monovia até o fim-de-curso, verificando se não há desnível.

Em seguida, providenciar os testes das instalações, aplicando à talha a carga prevista e movimentando-a em todos os sentidos.

10.1.7 Montagem mecânica de tubulações e peças

Conexões de junta mecânica

Para as conexões do tipo junta mecânica serão feitas as seguintes verificações preliminares:

- Limpeza da bolsa, contra-flange e ponta do tubo a serem conectados;
- Verificar a existência de cortes ou de deformações permanentes no anel de borracha;
- Dimensões e condições de rosqueamento, porca/parafuso.

Colocar a contraflange e o anel de borracha na ponta do tubo, observando o sentido correto deste último.

Introduzir a ponta, deixando entre ela e o fundo da bolsa um espaço de 10 mm.

Encaixar a anel no alojamento interior da bolsa, encostar o contra-flange e colocar os parafusos.

Apertar inicialmente os parafusos para acomodação do anel de vedação, seguindo de apertos progressivos sempre em parafusos diametralmente opostos.

Conexões de junta elástica

Para a conexão do tipo junta elástica são feitas as seguintes verificações preliminares:

- Limpeza da bolsa e ponta do tubo a serem conectados;
- Verificar a existência de cortes ou de deformações permanentes no anel de borracha.

Colocar no alojamento interior da bolsa o anel de borracha, observando o seu lado correto.

Aplicar o lubrificante recomendado pelo fabricante na ponta do tubo, numa extensão de aproximadamente 100 mm.

Mantendo o alinhamento e nivelamento, introduzir na bolsa do outro tubo ou peça até encostar, no anel de borracha, verificando se a ponta está bem centrada.

Forçar a ponta do tubo na bolsa até atingir uma marca a ser feita preliminarmente e que garanta uma folga de 10 mm entre a ponta e o fundo da bolsa.

Para tubos com até 100 mm de diâmetro os serviços de conexão serão executados manualmente ou com o auxílio de uma alavanca. Nos diâmetros de 150 a 300 mm, utilizar-se-á uma ferramenta tipo TIRFOR com capacidade de 1.600 Kgf.

Nos tubos com 350 a 600 mm de diâmetro, utilizar-se-á o TIRFOR com capacidade de 3.500 Kgf, sendo que acima deste diâmetro serão utilizados dois TIRFORES com capacidade individual de 3.500 Kgf.

Não é permitida a utilização de equipamentos acionados mecânica ou eletricamente para os serviços de conexão de junta elástica.

Após a conexão executada, suportes, apoios ou travamentos serão feitos nos tubos ou peças para que se mantenha a centralização garantida inicialmente.

Conexões flangeadas

Os flanges, quando verticais, serão posicionados de maneira que os dois eixos dos furos superiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Quando os flanges forem instalados na posição horizontal, o plano vertical que contém o eixo do tubo base deverá passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos. Antes de executar a conexão serão observados os itens seguintes:

- Limpar externa e internamente as faces dos flanges com solventes;
- Retirar, por processo manual ou mecânico, qualquer resíduo estranho ou proveniente de oxidação que esteja depositado entre as ranhuras;
- Verificar se as dimensões e o tipo de material dos anéis de vedação estão em conformidade com o projeto;
- Verificar a existência de cortes ou deformações permanentes no anel;
- Fazer um exame visual dos filetes do parafuso e porcas constatando a não existência de material estranho entre elas, e que não haja qualquer amassamento ou quebra da crista dos filetes;
- Lubrificar com graxa grafitada e testar manualmente o rosqueamento de cada conjunto parafuso/porca;
- Para os flanges em ferro fundido é feito um exame visual a fim de detectar a existência de trincas.
- Iniciar a conexão com a aproximação dos flanges de tal forma que os furos fiquem alinhados deixando espaço suficiente, entre eles, para a colocação do anel de vedação.

Colocar parafusos e executar a aproximação dos flanges através das arruelas cujo aperto inicial é apenas para que o anel de vedação se adapte às faces dos flanges, moldando-se a todas as imperfeições ou irregularidades que possam existir.

Executar um segundo aperto, neste caso em parafusos diametralmente opostos, garantindo a conexão e a posição definitiva das peças. Neste caso recomenda-se que a operação seja feita através de torquímetro.

No terceiro aperto e final será aplicada uma pressão, no parafuso, correspondente a 1.5 vezes a valor da pressão interna da tubulação em operação, evitando-se assim possíveis vazamentos.

Conexões rosqueadas

Aplicação KLANCH

As ligações rosqueadas serão aplicadas em tabulações de pequenos diâmetros (até 4").

A Norma USAS-B.31 exigem que as roscas dos tubos sejam cônicas. Recomendam, também, que sejam feitas soldas de vedação nas roscas que trabalhem com fluídos inflamáveis, tóxicos e outros, em situações em que se deva ter absoluta segurança contra vazamentos. Utiliza-se este tipo de ligação para tubos galvanizados de aço carbono, aços ligas etc.

Cortes

Os tubos serão cortados sempre perpendicularmente a seu eixo. Após o corte, os tubos serão escareados, a fim de eliminar quaisquer rebarbas.

A superfície cortada será toda contida na distância de mais ou menos 1 mm de um plano perpendicular ao eixo.

Roscas

As roscas, tanto nos tubos como nas luvas e uniões, serão sempre cônicas, de maneira que, com o aperto, haja interferência entre os fios, garantindo a vedação.

Em casos especiais, junto a equipamentos, torneiras e válvulas fornecidos com rosca Whitworth gás, será aberta rosca cônica na extremidade do tubo, conforme ABNT-PB.14.

Todas as roscas serão isentas de rebarbas, com filetes uniformes, contínuas e de superfícies lisas. Uma rosca perfeita não deverá reter fiapos de estopa seca que lhe seja passada em torno.

Não será permitido o uso de ferramentas de rosquear cegas ou mal ajustadas.

As roscas serão verificadas com calibres passa-não passa. Caso a ligação rosqueada seja feita após oito horas da abertura da rosca, esta última será cuidadosamente limpa com escova de latão e untada com uma camada de graxa especial para proteção da superfície.

Por ocasião da montagem de uma junção rosqueada, será importante que ambos os terminais estejam bem limpos. Os terminais serão lavados com solventes e limpos com escova de latão.

Qualquer rosca que se apresente danificada ou imperfeita não será usada. Aplica-se sobre as roscas uma camada de pasta de vedação "John Crane" ou fita "Teflon". Não serão permitidas aplicações de zarcão e/ou quaisquer tipos de fibras nas junções rosqueadas.

Uniãoes

As uniões serão empregadas quando se desejar que a tubulação seja facilmente desmontável ou em arranjos fechados.

As uniões serão de ferro maleável com sedes de bronze, na maioria dos casos. Para as ligações a instrumentos, as uniões serão inteiramente de bronze. Serão montadas aplicando-se a pasta de vedação recomendada, nas superfícies de vedação e na rosca cilíndrica.

Luvas

As emendas entre trechos de tubos serão feitas por meio de luvas rosqueadas. As luvas com essa função não serão indicadas nos projetos. Não obstante, luvas serão usadas amplamente, a fim de evitar desperdício de tubos.

Curvas

Quando for necessário curvar tubo de aço ou de plástico rígido para efetuar ajustes porventura necessários no campo, as curvas serão feitas a frio por meio de ferramenta apropriada. Serão tomados os cuidados necessários para não reduzir a seção interna nem danificar o acabamento de tubos galvanizados.

O raio mínimo de curvatura admissível corresponderá a 5 (cinco) vezes o diâmetro nominal do tubo, sendo o raio medido a partir da linha de centro do tubo.

Válvulas e registros flangeados

Para a montagem de válvulas ou registros flangeados serão verificados a sua locação e o seu posicionamento, de acordo com o projeto, levando em conta ainda a acessibilidade dos acionamentos em operação normal e as condições para sua manutenção ou eventual troca.

Antes da montagem será feita a verificação das condições do flange fixo, onde será colocada a válvula/registro, cuja face estará obrigatoriamente perpendicular ao eixo da tubulação, bem como a posição dos furos do flange. O plano vertical do eixo do tubo deverá passar pelo meio da distância que separa os dois furos superiores. Esta condição será verificada com a utilização de nível de bolha aplicado aos dois furos superior do flange.

As condições descritas quanto ao flange serão rigorosamente obedecidas já que não será permitido o ajuste por acréscimo de elementos metálicos entre flanges ou desbastes em superfícies usinadas, o que descaracterizaria as especificações originais de fabricação das peças. Todos os ajustes que se tornarem necessários por falta de alinhamento ou nivelamento

serão executados nos tubos através de cortes ou desbastes, desde que autorizados pela Fiscalização.

Após a retirada da válvula ou registro do almoxarifado, a Contratada deverá limpar a peça, lubrificar, acionar o sistema de abertura e fechamento, verificar as condições das sedes de vedação e as próprias vedações. Este serviço será executado com o acompanhamento da Fiscalização e do supervisor de montagem do fabricante.

As juntas ou anéis de vedação a serem utilizados estarão de acordo com as normas de fabricação dos flanges.

Quanto aos dimensionais, a espessura e composição do material deverão estar de acordo com o projeto.

Para a montagem de válvulas será importante que se observe antes o sentido de fluxo para a compatibilidade dos sistemas de operação e vedação recomendados pelo fabricante.

Os alinhamentos da válvula ou do registro com a tubulação serão feitos, por meio da união dos flanges sempre de montante para jusante. O posicionamento será feito preliminarmente por meio de pinos de montagem e, depois de observadas as condições de nivelamento e alinhamento, os pinos serão substituídos um a um, alternadamente, pelos parafusos da conexão.

Antes da conexão, serão feitos testes com os parafusos e porcas verificando as condições das roscas, do rosqueamento e dos revestimentos superficiais. As arruelas serão compatíveis com os parafusos em seus dimensionais e não será permitida qualquer conexão sem elas.

Para o posicionamento da válvula ou registro, no seu local de montagem, a Contratada deverá observar as normas indicadas para levantamento e transporte pelo fabricante, evitando assim danos em sedes de vedação, vedações, acionamentos, revestimentos e outros.

As válvulas ou registros serão montados totalmente abertos nas linhas de juntas soldadas e totalmente fechados nos demais tipos de tubulação. No caso de montagem totalmente aberta, seu acionamento somente será feito após a limpeza completa da tubulação.

Para evitar tensões diferenciadas nos flanges, danos nas juntas e atingir ideais de vedação, os parafusos serão apertados em sequência de dois de cada vez, diametralmente opostos, graduando, através de torquímetro e o ajuste em pelo menos dois ciclos completos antes do aperto final.

Estando a válvula instalada, limpa e lubrificada, será acionada para observar suas condições operacionais.

Junta tipo *gibault*

Para a montagem da junta tipo Gibault é necessária que seja executada uma limpeza manual nas extremidades dos tubos, removendo-se todo o material depositado, as graxas e óleos.

Colocar em cada extremidade dos tubos o flange de encaixe da luva central e uma arruela de borracha, em seguida, a luva central numa das extremidades.

Executar a aproximação dos tubos, deixando uma folga de 10 mm entre as pontas.

Deslocar e centralizar a luva para uma posição em que as extremidades dos tubos fiquem equidistantes, em seu interior.

Deslocar as arruelas até encostá-las na luva, aproximar o flange, colocar os parafusos e executar a conexão.

Os parafusos serão apertados gradualmente e até que se obtenha uma compressão suficiente das arruelas de borracha.

Somente com a autorização da Fiscalização este tipo de junta poderá ser utilizada para solucionar problemas de deflexões ou ajustes nas tabulações.

Flanges avulsos em tabulações de ferro fundido

Quando necessário, o corte será perpendicular ao eixo do tubo e sua execução por elétron. Posteriormente, será escareado para remover todas as rebarbas.

Serão executadas as roscas cônicas, tanto no tubo quanto no flange e estes deverão estar isentos de rebarbas, com filetes contínuos e de superfícies lisas.

Não será permitida a aplicação de zarcão e/ou qualquer tipo de fibras na junção rosqueada.

Executar a junção flange/tubo manualmente e cortar a ponta do tubo que ultrapassar a face interna do flange.

10.2 Montagem elétrica

10.2.1 Eletrodutos

Eletrodutos rígidos

Os eletrodutos terão a superfície interna completamente lisa, sem rebarba e livre de substâncias abrasivas. No caso de PVC, serão ainda inalteráveis, não sofrendo deformações no decorrer do tempo sob a ação do calor ou da umidade e suportando as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviço.

As conexões entre eletrodutos serão feitas com luvas rosqueadas, sendo, no entanto, admitido o uso de conexões parafusáveis do tipo sem rosca, da DAISA ou equivalente. A conexão de eletrodutos nas caixas não rosqueáveis será por meio de buchas e arruelas apropriadas. Não será permitido o uso de solda no caso de metálicos e de cola no caso de PVC.

As extremidades livres, não rosqueadas diretamente em caixas ou conexões, serão providas de buchas.

Os eletrodutos de aço de diâmetro inferior a 1" serão curvados usando-se métodos manuais adequados. No caso de diâmetros superiores somente por máquinas especiais para dobragem de eletrodutos, devendo o curvamento obedecer aos raios mínimos de tabela do fabricante ou de normativas pertinentes.

Não será permitido aquecer os eletrodutos para facilitar seu curvamento, o qual será executado, ainda, sem enrugamento, amassaduras ou avarias no revestimento. Grupos paralelos serão curvados de modo a formarem arcos de círculo concêntricos, mesmo que sejam de diâmetros diferentes, a menos que expressamente indicado de outra forma no projeto.

Nos demais casos, serão obrigatoriamente usadas curvas, pré-fabricadas, em todas as mudanças de direção. Não serão empregadas curvas com deflexão maior que 90°.

No caso de conexões por luvas rosqueáveis, os eletrodutos serão cortados por meio de cortatubos ou a serra, sendo as roscas feitas com uso de cosinete e com ajustes progressivos. As roscas que contiverem uma volta completa ou as de fios cortados serão rejeitadas mesmo que a falha não fique na faixa de aperto. Após a execução das roscas, as extremidades serão escareadas para a eliminação de rebarbas.

Com a finalidade de obter melhor estanqueidade e prevenir corrosão quando do rosqueamento, será aplicada sobre as roscas tinta metálica especial; não sendo permitido o uso de material fibroso (cânhamo, juta, estopa etc.). O rosqueamento deverá pegar obrigatoriamente, no mínimo cinco fios completos.

Os eletrodutos serão instalados de modo a não formar cotovelos ou depressões onde possa acumular água, devendo apresentar uma ligeira e continua declividade (no mínimo de 0,25%) em direção às caixas, nos trechos horizontais.

O número máximo de curvas entre duas caixas obedecerá à NB-3 da ABNT.

Os eletrodutos embutidos, ao sobressaírem dos pisos e paredes, não serão rosqueados a menos de 0,15m da superfície, de modo a permitirem um eventual corte e rosqueamento.

Os eletrodutos aparentes serão convenientemente suportados com fixação espaçada de no máximo 2,00m para eletrodutos de 3 1/4" e de 2,50m para bitolas superiores. Deverão correr paralelamente ou formando ângulo reto com vigas, pilares e paredes, bem como manter afastamento adequado das mesmas. conectados por meio de condutes nas mudanças de direção.

Após a instalação dos eletrodutos, inclusive os de reserva, será colocado um arame galvanizado nº 12, a não ser que a Fiscalização aprove outro processo que permita a enfição dos condutores.

Durante o após a montagem, antes da concretagem e durante a construção, serão vedados os extremos dos eletrodutos por meios adequados a fim de prevenir a entrada de corpos estranhos, água ou umidade.

Eletrodutos flexíveis

Nas extremidades dos eletrodutos flexíveis serão fixadas peças que, impeçam a danificação dos condutores pelas arestas, dispondo de roscas para a instalação de adendos utilizados nas redes de eletrodutos rígidas.

Constituirão trechos contínuos de caixa a caixa, não sendo emendados.

As curvas serão feitas de modo a não se reduzir sua seção interna e não produzir aberturas entre suas espirais. O raio de curvatura será no mínimo doze vezes o diâmetro externo do eletroduto.

As curvas serão presas firmemente às superfícies de apoio para que não se deformem durante a enfição dos condutores.

A fixação às superfícies de apoio será feita por meio de braçadeiras espaçadas em, no mínimo, 0,80m.

Os eletrodutos flexíveis, quando do tipo "Seatight" (impermeável). Deverão possuir internamente um fio de cobre ligado aos conectores das extremidades, de maneira a assegurar a continuidade metálica da instalação, possibilitando assim, seu aterramento.

Os eletrodutos flexíveis não ficarão expostos a danos físicos.

Rede de eletrodutos subterrâneos (envelopes)

Escavação das Valas

A marcação e a abertura das valas serão feitas de acordo com o projeto, seguindo o alinhamento e nivelamento entre as caixas de passagem. As valas só serão abertas após a verificação da existência de todas as tabulações interferentes, quando indicadas no projeto.

Nas interferências não previstas serão evitadas as curvas de raio pequeno e variação do nível a fim de não formar pontos baixos de acumulação de água.

Se possível, todo o trecho entre caixas de passagem será escavado de uma só vez antes da preparação da base.

O material escavado, que se utilizará no reaterro, será depositado ao longo da escavação a uma distância que não perturbe a execução dos serviços.

As valas deverão se manter limpas de terra, desmoronamento, entulhos e secas durante a execução dos serviços.

Preparação da Base

A base deverá ficar uniformemente distribuída e o material convenientemente compactado. Quando não indicado em projeto, a declividade da vala, entre duas caixas de passagem, será, no mínimo, de 0,25% a fim de proporcionar o escoamento de água nos eletrodutos. Não deverá haver, entre duas caixas de passagem, pontos baixos que provoquem a acumulação de água nos eletrodutos. No caso de solo de baixa resistência serão utilizadas fundações definidas em projeto ou conforme orientação da fiscalização.

Colocação dos Eletrodutos

Os eletrodutos, ao serem colocados na vala, serão alinhados e arrumados com espaçadores de plástico ou outro material especificado em projeto e que serão colocados a cada 1,3m.

O topo da rede de eletrodutos deverá ficar na profundidade indicada no projeto e, quando não houver indicação, a profundidade mínima será de 0,30m da superfície.

O posicionamento dos eletrodutos em uma rede de dutos será o mesmo no trajeto de duas caixas de passagem consecutivas. Quando porventura houver obstáculos não-previstos em projetos, ou entre duas caixas de passagem consecutivas, poder-se-á adaptar o feixe de eletrodutos de forma a vencê-los, tendo-se o cuidado em manter as mesmas posições relativas dos dutos, tanto verticais como horizontais, conservando-se assim a mesma formação anteriormente prevista.

Na rede subterrânea não será permitida a redução de diâmetros de eletrodutos.

O raio de curvatura mínimo para a rede de dutos será aquele raio mínimo permitido para o cabo de maior bitola que será instalado na rede, devendo ainda ser observado o raio mínimo de curvatura para eletrodutos, conforme tabela do item 18.4.1.1.

Quando indicado no projeto, os eletrodutos serão identificados nas entradas e saídas das caixas.

Os eletrodutos de reserva deverão, após a limpeza, serem vedados em ambas as extremidades com tampões adequados.

Concretagem do Envelope

Antes da concretagem do envelope, será feita rigorosa inspeção nos eletrodutos, pela Fiscalização.

O concreto para execução dos envelopes deverá executado conforme o capítulo 8 desta Especificação.

Os eletrodutos sobressairão de, no mínimo, 0,50m do envelope e as extremidades dos dutos serão tampadas por meio adequado.

As dimensões dos envelopes serão determinadas de acordo com as seguintes prescrições:

- A distância mínima entre faces externas de eletrodutos paralelos é de 50 mm;

- A distância mínima da face externa de um eletroduto à face do envelope é de 75 mm para as laterais e de 1,00 mm na parte inferior e superior.

Eletrodutos embutidos- juntas de expansão

As juntas de expansão serão instaladas toda vez que o eletroduto embutido atravessar a junta de concretagem, devendo-se ter cuidado de não torná-la junta rígida durante a concretagem. A junta de expansão será provida de cordoalha de cobre para aterramento.

10.2.2 Caixas de passagem

Caixas de passagem e quadros de distribuição de luz embutidos

As caixas de passagem e derivação, embutidas nas lajes serão firmemente fixadas nas formas. As caixas embutidas nas paredes deverão facear o acabamento do revestimento de alvenaria, de modo a não resultar excessiva profundidade depois do revestimento.

Só serão abertos os olhais das caixas destinados a receber ligação de eletrodutos.

Salvo indicação expressa em contrário no projeto, as cotas das caixas de paredes em relação ao nível do piso acabado serão as seguintes:

- Interruptores e botões de campainha (centro de caixa) = 1,20m;
- Tomadas baixas (centro da caixa) = 0,30m;
- Tomadas em locais úmidos (centro da caixa) = 1,20m.

As caixas de interruptores, quando próximas dos batentes das portas, terão 0,10m de afastamento destes.

Diferentes caixas de um mesmo compartimento serão perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a apresentarem conjunto ordenado.

Os pontos de luz dos tetos serão rigorosamente centrados ou alinhados nos respectivos compartimentos.

O nível dos quadros de distribuição será regulado por suas dimensões e pela comodidade de operação das chaves ou inspeção dos instrumentos não devendo, de qualquer modo, ter a borda inferior a menos de 0,50m do piso acabado.

A profundidade será regulada pela espessura do revestimento previsto contra o qual serão assentes os espelhos das caixas.

Caixas de passagem e conexões para instalações aparentes

Caixas e conexões serão montadas de acordo com o estabelecido em projeto, obedecendo-se às instruções dos fabricantes.

No caso de tampas rosqueadas de caixas, será obrigatório o emprego de pasta inibidora (ou lubrificante), sob recomendação do fabricante, com a finalidade de impedir o engripamento por oxidação.

Deve-se dar acabamento às roscas dos eletrodutos, tendo em vista o risco de danificação das roscas das caixas ou das conexões. O rosqueamento e aperto serão compatíveis com os materiais empregados, devendo-se tomar cuidado especial com as conexões de aço e alumínio.

Nos pontos em que ocorrer presença de água (por infiltração ou condensação) será necessária a instalação de drenos.

As uniões serão convenientemente montadas, garantindo-se não só o alinhamento, mas também um afastamento adequado de obstáculos que dificultem o rosqueamento da parte móvel. No caso de lances verticais, a parte móvel deverá ficar no lado superior.

No caso de juntas seladoras, o enchimento com massa especial somente será feito após conveniente vedação (aplicando-se cordão de amianto) entre os condutores e o selo, de modo a impedir o escorrimento da massa para o interior do eletroduto ou equipamento. A espessura da massa de vedação não será inferior ao valor do diâmetro nominal do eletroduto.

Caixas de passagem de alvenaria e concreto

As caixas de passagem serão locadas e construídas de acordo com o projeto e em conformidade com o capítulo 8.

Especial atenção será dada aos suportes para cabos, puxadores e outros acessórios dentro das caixas a serem colocados exatamente de acordo com o projeto.

Quando a caixa de passagem for de concreto armado, as janelas serão cheias de tijolos de barro, a fim de que, quando da construção da rede de eletrodutos, elas possam facilmente ser removidas.

Dentro da caixa de passagem deverá haver uma tomada para terra, essa providência será executada antes da concretagem.

Durante as escavações para a execução das caixas, caso seja encontrado na cota prevista, material de baixa capacidade de suporte (argila orgânica etc.), será feita sua remoção e substituição por material adequado, o qual será compactado em camadas de, no máximo, 0,20m de espessura. Essa substituição será processada até uma profundidade a ser definida pela fiscalização.

No fundo da caixa será executado um lastro de 0,10 a 0,15m de brita socada.

No caso de existir lençol freático, as caixas serão herméticas e tanto o fundo quanto às paredes serão impermeabilizados. Deverão ainda dispor de drenos por tubos.

10.2.3 Aterramento

Aterramento de equipamentos

Todas as partes metálicas não condutoras, tais como estruturas e carcaças dos equipamentos elétricos, eletrodutos e bandejas metálicas, serão aterradas num sistema de terra comum, na entrada de energia elétrica.

Somente quando expressamente indicado no projeto, o equipamento será ligado a um sistema de terra independente.

Instalação do cabo terra

O cabo-terra será de cobre nu, recozido e trançado. Sua bitola será aquela indicada no projeto, não sendo admitida, em qualquer hipótese, sua redução.

O percurso do cabo-terra será aquele indicado no projeto, sendo instalado com folga adequada e sem esticar.

No caso de cabo enterrado, este será lançado diretamente na terra sem cortes ou emendas, a uma profundidade mínima de 0,60m. No reaterro da vala, sempre que possível, utilizar o próprio material escavado devidamente compactado.

Quando a emenda for inevitável, as juntas serão soldadas por meio de solda exotérmica, processo "Cadweld" ou equivalente, mas somente nos pontos permitidos pela Fiscalização.

Quando o cabo-terra for exposto, será fixado às superfícies de apoio sem emprego de isoladores ou suportes isolantes.

O cabo-terra terá a sua superfície limpa, e não será pintado ou protegido por qualquer material que seja mal condutor de eletricidade.

Nos locais em que o cabo-terra estiver sujeito a danos físicos, será protegido por eletrodutos metálicos galvanizados. Quando os trechos protegidos excederem a 0,50m, o cabo estará eletricamente ligado a ambas as extremidades do eletroduto.

Instalação de hastes de terra

As hastes de terra (eletrodos) serão do tipo extrudada "Copperweld" ou por deposição eletrolítica ("Cadweld") de diâmetro 3/4" e preferencialmente de 3,00m de comprimento, ou maiores, se necessário.

O eletrodo, sempre que possível, será enterrado até abaixo do nível permanente da umidade do solo, porém, a profundidade mínima será de 2,50m, independentemente do diâmetro ou do número de eletrodos de terra usados.

A extremidade superior do eletrodo será protegida por meio de uma manilha de barro, com tampa de concreto para facilitar a inspeção a qualquer tempo.

Quando a resistência de terra for superior ao valor recomendado, será adotado um dos seguintes meios para se obter a resistência mínima:

- Usar hastes de terra de maior comprimento; neste caso, as hastes de terra serão acopladas por meio de luvas ou por solda exotérmica do tipo "Cadweld" ou equivalente;
- Usar várias hastes de terra em paralelo com configuração preferencialmente alinhada; será observado que a distância mínima entre hastes é de 3,00m.
- Tratamento químico do solo; este método só será usado quando os métodos ora descritos não forem aplicáveis. O tratamento por substância química somente será feito após prévia autorização da Fiscalização.

Ligações de aterramento

As ligações do cabo-terra aos eletrodos serão feitas somente por solda exotérmica do tipo "Cadweld" ou equivalente.

Não serão permitidas ligações enterradas ou embutidas, salvo indicação em contrário no projeto. Os pontos de conexões estarão perfeitamente limpos e livres de materiais estranhos.

As ligações de cabos a barras de distribuição de terra ou a equipamentos serão feitas com os materiais indicados no projeto.

Os cabos de interligação do sistema de aterramento à barra de terra dos quadros e desta aos equipamentos não terão emendas.

As plataformas de operação de equipamentos, tais como disjuntores, seccionadoras, caixas de controle e outros, serão aterrados juntamente com os mecanismos de operação destes equipamentos, por meio de cabo comum, não podendo, então, serem aterrados de maneira independente.

Conexão por conectores

O tipo de conector usado será conforme o especificado no projeto.

Tanto os cabos quanto os conectores serão secos e limpos por meio de lixas ou escovas antes de serem ligados (usar lixa para madeira).

Grampos, conectores e terminais serão fixados em superfícies limpas e firmemente apertados por meio de parafusos. Não fixarão às superfícies pintadas ou oxidadas.

Testes

Serão verificados no campo, os seguintes valores de resistência para o sistema de aterramento:

- A resistência máxima dos sistemas de terra não deverá exceder a 10 ohms, salvo onde for explicitamente mencionado valor diferente no projeto.
- No caso de aterramento individual de equipamentos, a resistência de terra não deverá exceder a 25 ohms.

A medida da resistência de terra será feita pelo método dos três eletrodos ou outro método adequado, aprovado pela Fiscalização.

10.2.4 Cabos elétricos

Os cabos serão instalados conforme indicado no projeto.

Os cabos serão desenrolados e cortados nos lances necessários. Os comprimentos indicados nas listas de cabo serão previamente verificados, efetuando-se uma medida real do trajeto e não por escala no projeto.

O transporte dos lances e a sua colocação serão feitos sem arrastar os cabos a fim de não danificar a capa protetora. Serão observados os raios mínimos de curvatura permissíveis, conforme tabela a seguir.

Todos os cabos serão identificados em cada extremidade com um número de acordo com o diagrama do projeto. Os marcadores de fios serão construídos de material resistente ao ataque de óleos, de tipo braçadeira e com dimensões tais que eles não saiam do condutor quando este for retirado de seu ponto terminal, no caso de instalação em eletrodutos.

Os cabos terão as pontas vedadas para protegê-los contra a umidade durante a armazenagem e a instalação.

Todo cabo encontrado com danificação ou em desacordo com as normas e especificações será removido e substituído.

Todas as fiações serão feitas de maneira que formem uma aparência limpa e ordenada.

Serão deixados, em todos os pontos de ligações, comprimentos adequados de cabos para permitir as emendas que se tornarem necessárias.

Os cabos não serão dobrados com raios de curvatura inferiores aos recomendados na tabela a seguir:

Tabela 160 - tipos de cabos

Tipo de Cabo	Raio Mínimo de Dobramento em Múltiplo Diâmetro Externo
Cabos de 600 ou 1000 V com Isolação Termoplástica para Energia	8
Cabos de Controle com Isolação Termoplástica sem Blindagem e Armação	10
Cabos de 15 Kv com Blindagem ou Armação	12

Instalação de eletrodutos

Nenhum cabo será instalado até que a rede de eletrodutos esteja completa e todos os serviços de construção que os possam danificar estejam concluídos.

A fiação será instalada conforme indicado no projeto, onde cada cabo deverá ocupar o eletroduto particular a ele designado.

Antes da instalação dos cabos, será certificado que o interior dos eletrodutos não tenha rugosidade, rebarbas e substâncias abrasivas que possam prejudicar o cabo durante o puxamento.

Não serão permitidas emendas de cabo no interior dos eletrodutos sob hipótese alguma.

O lubrificante para a enfição, se necessário, será adequado à finalidade e ao tipo de cobertura dos cabos, ou seja, de acordo com as recomendações de seus fabricantes.

O puxamento será manual ou mecanizado, de acordo com as recomendações do fabricante dos cabos.

No puxamento manual, normalmente usado em trechos curtos, a tração manual média será da ordem de 15 a 20 kg/pessoa.

No puxamento mecânico, normalmente usado em trechos longos, a tensão máxima permissível será de 4 Kgf/mm.

Os cabos serão puxados com um passo lento e uniforme; trocas bruscas de velocidade de puxamento ou inícios e paradas serão evitadas.

Instalações aparentes, em bandejas e canaletas

Quando não instalada dentro de eletroduto, a conexão à caixa ou a aparelhos será feita através de prensa-cabos adequados à bitola do cabo. Serão rosqueados novamente todos os furos dos equipamentos que não combinarem com o diâmetro e rosca do prensa-cabo a ser conectado.

Estes prensa-cabos vedarão perfeitamente a entrada dos cabos e terão anel metálico interno onde será imprensada a armadura (no caso de cabos armados), ligando as carcaças da armadura dos cabos à barra de terra do cubículo alimentado. Por este motivo, as superfícies junto aos furos de entrada das carcaças ou caixas serão cuidadosamente limpas a fim de proporcionar um bom contato elétrico.

Os cabos serão instalados de acordo com o indicado no projeto, evitando-se danificar sua capa protetora e obedecendo-se os raios mínimos de curvatura permissíveis.

Nas instalações aparentes, os cabos serão fixados por braçadeiras nas estruturas e nos suportes recomendados nos detalhes típicos do projeto. Em sua ausência será feita estrutura leve para esta finalidade, de tal maneira que não sejam danificados, nem obstruam a passagem em torno dos equipamentos e sem dificultar sua manutenção. As braçadeiras deverão abraçar os cabos de maneira uniforme e não poderão ter bordos cortantes que danifiquem as capas protetoras dos cabos.

Nas instalações em canaletas, antes da instalação, as mesmas serão limpas e estar livres de materiais estranhos e de asperezas que danifiquem a capa protetora dos cabos.

Nas instalações aéreas, os cabos serão suportados adequadamente a fim de não apresentarem flechas excessivas que os passam deformar.

Emendas dos cabos

As emendas serão mecânica e eletricamente tão resistentes quanto os cabos aos quais serão aplicadas.

Nas emendas não serão utilizadas soldas sob hipótese alguma, sendo efetuadas com conectores de pressão ou de compressão (aperto de bico). No caso de fios sólidos, até bitola de 4 mm, será utilizado processo prático de torção dos condutores.

Será necessário que os conectores preencham os seguintes requisitos:

- Ampla superfície de contato entre condutor e conector;
- Pressão de contato elevada;
- Capacidade de manter a pressão de contato permanentemente;
- Alta resistência mecânica;
- Metais compatíveis de forma a não provocar reação do par galvânico.

Os cabos blindados ou com armaduras terão suas emendas e isolações executadas rigorosamente de acordo com as instruções do fabricante; ressalta-se que as blindagens e armaduras manterão sua continuidade elétrica e aterradas em cada extremidade da emenda.

Isolação das Emendas

As emendas em condutores isolados serão recobertas por isolação equivalente, em propriedades de isolamento, àquelas dos próprios condutores.

As emendas serão limpas com solvente adequado e apenas após a secagem do mesmo, será aplicada a isolação, a qual será executada da seguinte forma:

- Para condutores com isolação termoplástica - fita adesiva termoplástica com espessura de duas vezes a da isolação original do condutor;
- Para condutores com isolação de borracha- fita de borracha com espessura de 1,5 vezes a da isolação original do condutor.

Os cabos com isolação termoplástica poderão ter suas emendas isoladas através de mufla termoplástica fundida no local.

Proteção das Emendas

No caso de condutores com capa protetora, sobre a isolação das emendas será aplicada uma proteção de acordo com as seguintes prescrições:

- Os condutores de capa externa de material termoplástico terão suas emendas protegidas por fita adesiva termoplástica aplicada com uma espessura igual à da capa original. Este procedimento será dispensado no caso de emendas executadas com mufla termoplástica fundida no local.
- Os condutores com isolação de borracha e capa externa de Neoprene terão suas emendas
- Protegidas por fita de neoprene aplicada com uma espessura igual à da capa original. Após a confecção da proteção, esta será envolvida por fita anídrica e pintada com tinta para cabo (verniz impermeabilizante).

10.2.5 Terminais para condutores

Baixa tensão

A terminação de condutores de baixa tensão será feita através de terminais de pressão ou compressão, com exceção dos condutores de 6 mm² ou menores que serão conectados diretamente aos bornes do equipamento.

A aplicação correta do terminal ao condutor será feita de modo a não deixar à mostra nenhum trecho de conduto nu, havendo, pois um faceamento da isolação do condutor com o terminal. Quando não conseguir esse resultado, os interstícios serão completados com fita isolante. Quando forem empregados terminais de pressão, será feita sua seleção.

Média tensão

Os terminais serão de acordo com o especificado no projeto e na execução serão obedecidas as recomendações dos fabricantes.

No caso de terminais para uso interno, dar-se-á preferência para as terminações pré-moldadas. Os cabos sem blindagem terão suas terminações executadas pela simples aplicação do terminal e selagem da extremidade de isolação. Será prevista uma distância suficiente ao terra mais próximo para evitar-se a abertura de arcos.

Nos cabos com blindagem, os envoltórios são removidos das extremidades destes, de modo a deixar uma distância adequada contra a abertura de arcos entre o envoltório e o terminal. Além disto, o campo eletrostático concentrado na extremidade da blindagem será aliviado pela aplicação de um cone de deflexão à superfície exposta da isolação. Estes serão obrigatórios para todos os cabos blindados, acima de 12kV e são formados com fitas de borracha para cabos de isolação de borracha ou fitas adesivas à base de polietileno, para cabos termoplásticos.

10.2.6 Testes para instalações

Luz

Serão feitos alguns testes, antes da instalação entregue à operação normal verificando:

- Se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de luz, foram executadas de acordo com as normas;
- Se há continuidade nos circuitos;
- O isolamento da instalação por meio de um "Megger";
- A existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação), quando a instalação entrar em serviço.

Força

O objetivo destes testes será o de verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais.

Os testes serão feitos sobre cabos já instalados na obra e com terminais instalados e dispostos para o serviço.

Os cabos serão desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais, isolados da terra.

Para os cabos enterrados, os testes serão feitos uma vez instalados e antes de reaterrá-los. O tipo de teste a ser executado dependerá da situação da instalação e da obra em geral. Será escolhido qualquer um dos três testes a seguir.

1. Verificação da resistência de isolamento:

- As medidas de resistência de isolamento serão tomadas entre fases e entre fase contra "terra" (incluindo eletrodutos e carcaças metálicas) e se destinam a verificar, além da resistência de isolamento, a eventual presença de pontos à terra ou curto-circuito;

- Para cabos de tensões entre 250 Volts a 1000 Volts, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 25 MΩ a 100 MΩ, a ser verificada com megômetro de 500V;
- Para cabos de tensões entre 2501 V a 5000 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 1000 MΩ, a ser verificada com megômetro de 1000 V a 2500 V;
- Para cabos de tensões entre 2501 V a 15000 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 5000 MΩ, a ser verificada com megômetro de 1000 V a 10000 V.

2. Prova de tensão contínua:

- A tensão de prova será de três a cinco vezes a tensão nominal de isolamento, entre um condutor isolado qualquer e o Terra, em KV eficazes e frequência industrial;
- A tensão se aplicará para cabos com condutores individualmente blindados, entre os três condutores em paralelo e as blindagens à terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor e contra os outros dois à terra junto à blindagem;
- Antes de se aplicar tensão, o cabo será testado por meio de um megômetro;
- Se possível, será preferível conectar o polo positivo do aparelho de prova a terra, e o negativo ao condutor ou condutores em prova. A duração da prova será de quinze minutos;
- Será indispensável, após a prova, descarregar o condutor através de um seccionador para aterrar, eventualmente ligado no aparelho de prova.

3. Prova de tensão alternada:

- A tensão de prova será duas vezes a tensão nominal;
- A tensão será aplicada para cabos condutores individualmente blindados, entre cada condutor e a respectiva blindagem a terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor e os outros dois a terra, junto à blindagem;
- Para esta prova será indispensável contar com aparelhos de prova com suficiente potência. A duração da prova será de cinco minutos.

Os testes, e particularmente os itens "b" e "c", serão feitos com prévia comunicação por escrito à Fiscalização da obra, com as precauções de segurança do caso (aviso ao pessoal, cercado das áreas de teste, colocação de letreiros de perigo, afastamento do pessoal alheio aos testes).

Todas as provas feitas serão anotadas nos protocolos de provas.

10.2.7 Instalação de quadros elétricos de fornecimento pela Saneago

O desembarque e o transporte interno serão acompanhados por pessoal habilitado que providenciará a sua execução de forma adequada.

Após terem sido desembalados, serão inspecionados visualmente para verificar a ocorrência ou não de danos durante o transporte, ou desembarque. Caso seja constatado algum dano, este será comunicado à Fiscalização para as providências cabíveis.

Nota: Eventualmente, por conveniência da Contratante, os quadros serão autorizados e entregues com falta de alguns componentes. Tal fato, bem como danos que serão reparados

na obra, não dispensará a correta fixação dos quadros em suas bases respectivas e interligados ao sistema. O fabricante completará a montagem ou reparará os danos na obra. Os quadros serão fixados às suas bases conforme indicado nos desenhos do projeto e do fabricante.

Após a fixação, eles serão submetidos a um aperto geral de todos os parafusos e fixações.

Após o aperto, serão interligados entre si e aos equipamentos, conforme indicado nos mapas e bornes respectivos.

Posteriormente, serão testados individualmente quanto ao seu funcionamento integrado; para tanto, deve-se proceder da seguinte maneira:

- Inicialmente, energizar o circuito de comando e simular os comandos e defeitos, através do deslocamento das posições das boias, jampeamento de bomes e atuação dos comandos, de acordo com o previsto no projeto;
- Após verificar a isolação dos alimentadores e equipamentos acionados pelos quadros, energizar as suas entradas, devendo-se verificar os sentidos de rotação dos motores os quais, se possível, serão desacoplados das cargas e testados por um período de duas horas.

Enchimento de Muflas

Fazer instalação o enchimento de acordo com as instruções do fabricante.

10.2.8 Pré-operação e testes de aceitação

Caberá à Contratada fornecer os serviços de pré-operação e testes conforme a seguir

Pré-operação

Esta fase inicia-se somente após a conclusão de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura. Compreenderão as operações de limpeza, testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de proteção, calibração das seguranças e ajustes dos controles.

Ela destina-se essencialmente à verificação e correção de montagens dos equipamentos e ao preparo destes para os testes de aceitação. A condição final desta fase será a unidade completamente acabada e em perfeitas condições para submeter-se aos testes de aceitação. Nesta fase os operadores da Contratante apenas acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela Contratada e conduzidos por técnicos dos fabricantes de equipamentos.

Testes de Aceitação

Este teste será realizado com a finalidade de verificar o funcionamento dos vários elementos do sistema, bem como as capacidades. Durante o teste será feita inspeção visual com o objetivo de observar o comportamento operacional dos vários equipamentos e instrumentos. Os instrumentos necessários à execução dos testes serão de responsabilidade da Contratada. Os procedimentos de pré-operação e testes serão os especificados.

Motores

Todos os motores terão seu sentido de rotação verificado e suas correntes, medidas garantindo-se que as correntes nominais não sejam ultrapassadas e que as fases sejam equilibradas. Serão medidos os isolamentos de todos os motores, sendo submetidos à secagem os que acusarem baixo isolamento.

Circuitos de controle e de comando:

Serão feitas as seguintes verificações:

- Da correta continuidade, dos circuitos de baixa tensão de controle e comando;
- Nas conexões em blocos terminais, fusíveis, botões liga-desliga (locais e no campo), chaves de comando, lâmpadas de sinalização, pressostatos, termostatos etc.;
- Comprovação da correta operação dos intertravamentos existentes entre os diversos equipamentos;
- Da correta identificação das chaves de alimentação dos equipamentos.

Cabos de força e controle

- Medição de isolamento de todos os cabos de força e de controle;
- Verificação dos terminais e conexões;
- Identificação de fases nos terminais dos cabos de força em acordo com as fases do sistema principal de alimentação.

Transformadores de corrente e potencial:

- Teste de relação,
- Teste de polaridade.

Disjuntores:

- Aberturas e fechamento em posição de operação e de teste;
- Inspeção dos contatos principais quanto à pressão, superfície de contato elétrico, isolamento elétrica entre polos de uma mesma fase e entre fases;
- Inspeção da câmara de extinção;
- Medição de resistência dos contatos;
- Lubrificação de todas as partes móveis;
- Alinhamentos entre contatos;
- Determinação da tensão mínima ou pressão mínima de fechamento e abertura do disjuntor;
- Inspeção dos dispositivos principais de fechamento e abertura do disjuntor;
- Encaixe dos contatos do disjuntor nos terminais de saída e de entrada. Para disjuntores removíveis, verificação do correto funcionamento do carro o perfeito encaixe dos contatos móveis;
- Inspeção dos contatos auxiliares quanto à pressão, bom estado de conservação e conexão dos terminais;
- Para disjuntores com reles primárias, testes dos relés, verificando os pontos corretos de operação;
- Continuidade de todos os circuitos de ligamento e desligamento do disjuntor;
- Outros testes e verificações recomendados pela fabricante em acordo com o manual de instrução.

Contactores de baixa tensão:

- Abertura e fechamento em posição de operação e de teste;
- Inspeção das câmaras de extinção;
- Inspeção dos contatos principais, quanto à boa superfície de contato, pressão e conservação e isolamento elétrico entre contatos e terra;

- Verificação dos encaixes primários e secundários. Se removíveis verificar o bom encaixo dos terminais primários e secundários e a boa movimentação dos carros;
- Exame da capacidade dos relés térmicos, fusíveis ou disjuntores quanto aos equipamentos protegidos;
- Determinação da tensão ou pressão mínima de fechamento e abertura dos contactores;
- Outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução;
- Lubrificação de todas as partes móveis.

Barramento de baixa tensão:

- Inspeção das conexões e estado de isoladores, conexões entre barras na baixa tensão;
- Medição de isolamento entre fases e fase e terra;
- Identificação das fases das conexões entre barras.

Relés:

- Isolamento entre contatos;
- Isolamento entre bobinas e terra;
- Inspeção dos elementos internos, inspeção das conexões quanto ao bom contato e correção, boa movimentação dos discos. Observação do bom estado das molas de amortecimentos e da boa fixação dos núcleos magnéticos;
- Teste de operação dos relés nos pontos indicados pelo fabricante;
- Teste de correta operação dos relés nos pontos de calibração indicados pela Contratada;
- Teste dos "circuitos indicadores de operação" dos relés;
- Verificação do estado de conservação dos contatos;
- Teste de todos os relés térmicos de proteção dos motores de alta e baixa tensão, no ponto de operação indicado pela Contratante;
- Verificação da correta conexão dos relés quanto à polaridade dos TC's de alimentação;
- Teste de continuidade nos circuitos de desligamento;
- Limpeza e condições das gaxetas de vedação das tampas;
- Teste do ajuste zero;
- Identificação dos relés quanto às fases que protegem;
- Outros testes e verificação recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.

Circuitos e instrumentos de medição

- Aferição dos amperímetros e voltímetros;
- Verificação das escalas em acordo com os TC's e TP's de alimentação;
- Verificação da correta conexão dos voltímetros, medidores de KV, fasímetros, em acordo com a polaridade dos TC's e TP's de alimentação;
- Verificação da correta conexão das chaves de transferência de amperímetro e voltímetro quanto aos circuitos abertos.
- Verificação do bom contato e da correta identificação da fase do sistema com a fase indicada na chave;

- Outros testes ou verificações recomendadas pela fabricante em acordo com a manual de Instrução.

Sistema de alarme:

- Inspeção e verificação do correto funcionamento de todo o circuito de alarme da subestação, com teste individual de cada ponto;
- Inspeção no painel geral de alarme quanto à limpeza dos equipamentos ali contidos, conexões, etc.;
- Verificação da corrente de inscrição dos alarmes e identificação dos pontos de origem.

Transformadores de força e luz:

- Inspeção das conexões do primário e secundário;
- Verificação dos taps de comutação quanto à ausência de atrito, boa superfície de contato, boas condições de manobra;
- Verificação da conexão de terra;
- Outros testes e verificações recomendados pela fabricante em acordo com o manual de instrução.

Malha de terra da subestação:

- Medição da resistência de terra;
- Inspeção das conexões de terra em todos os painéis, carcaça de equipamentos, terminais de cabos e demais elementos metálicos.

Circuitos de iluminação e instrumentação:

- Medição de isolamento dos cabos principais;
- Identificação clara dos circuitos de iluminação em acordo com os desenhos ;
- Identificação clara dos circuitos de alimentação dos instrumentos;
- Inspeção nos quadros de alimentação de luz o de instrumentos quanto à correta conexão e ao bom contato;
- Inspeção nos transformadores de luz e de instrumentos, identificação das fases primárias;
- Verificação da boa distribuição de cargas entre as fases e entre transformadores.

Relações entre Contratante e Contratada

- Qualquer teste de equipamento ou procedimento que possa ter interferência nas instruções fora daqueles objetos das obras será acertado previamente entre a Fiscalização e a Contratada.
- Se for considerado pela Fiscalização como não satisfatório o resultado de um teste, ajuste, limpeza, lavagem etc., deverá a Contratada repeti-los, sem ônus para a Contratante.

Teste de aceitação

Estes testes têm por objetivo a determinação da capacidade, eficiência, regulação e correção das demais condições operacionais dos vários equipamentos, e o confronto destes resultados com os valores e condições garantidos.

11 Obras especiais

11.1 Poços tubulares profundos

Esta Especificação tem por objetivo estabelecer as regras e procedimentos a serem obedecidos na perfuração de poços tubulares para captação de água subterrânea.

Aplica-se a todos os tipos de poços tubulares, de propriedade pública ou particular, perfurados em rochas de características físicas as mais diversas, com a tecnologia disponível no mercado.

Aplica-se em parte a outras obras de captação, tais como poços escavados e poços radiais.

Todos os itens aqui mencionados atendem os quesitos especificados na NB-588 e na NB-1290 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais são partes integrantes desta Especificação.

Deverá também obedecer ao disposto na Legislação Estadual pertinente ao uso e exploração de recursos hídricos.

11.1.1 Construção

Todo poço tubular será perfurado por empresa habilitada, sob responsabilidade técnica de profissional de nível superior.

Todo poço será perfurado com base em um projeto executivo.

O construtor fornecerá uma proposta técnica de execução com descrição de todas as fases da perfuração, tais como:

- Transporte, preparo de canteiro e instalação de sonda;
- Perfuração, perfilagem;
- Colocação dos tubos lisos, filtros e pré-filtro;
- Desenvolvimento e limpeza;
- Testes de vazão.

Nenhuma destas fases será efetivada sem a presença ou o conhecimento prévio da fiscalização.

A quantidade máxima de areia permissível em água de poço é de 12 (doze) gramas por metro cúbico.

Uma vez concluído o poço, a Contratada deverá encaminhar a SANEAGO o "relatório final do poço", documento sem o qual a obra não será recebida, conforme estabelecido no Contrato.

O relatório do poço é completo e detalhado, constituindo-se em documento básico de referência no acompanhamento do desempenho do poço durante a exploração. O modelo preenchido sob o nome de "Relatório final de poço e Teste de produção", consiste de formulários padronizados em três folhas, cada uma delas agrupando em campos apropriados os dados e informações do poço, na sequência lógica das atividades, a saber:

- Dados de identificação e localização, incluindo croquis em escala, com indicação de poços vizinhos, quando houver;
- Características executivas: método de perfuração, intervalos e diâmetros de perfuração, posição e diâmetros dos tubos de revestimentos e filtros, especificações dos materiais;

- Características de acabamentos: material do pré-filtro, tipo de cimentação, métodos e duração de desenvolvimento;
- Registros elétricos (perfilagens) e observações específicas;
- Descrição litológica e perfil geológico;
- Perfil do poço, em escala;
- Características do teste de produção: tipo e capacidade da bomba, duração, níveis estático e dinâmico de acordo com a vazão extraída, gráficos de representação dos resultados, teor e areia;
- Dados interpretados: perdas de carga, vazão específica, tipo de aquífero captado.

11.1.2 Análises físico-químicas

Será obedecida a Portaria nº 36/GM de 19 de janeiro de 1990 do Ministério da Saúde.

Na determinação das características físico-químicas sugere-se um padrão de análise abrangendo 21 parâmetros e elementos, que são: temperatura, pH, condutividade específica, resíduo seco a 180°C, alcalinidade total, dureza total, gás carbônico livre, sílica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, ferro, manganês, fluoreto, nitrato e nitrito.

Os resultados da análise matriz servirão de referência para comparação com as determinações periódicas efetuadas durante a exploração do poço, a fim de verificar as modificações nas características físicas e químicas da água.

11.1.3 Condições de operação do poço

Estabelecimento das condições iniciais de operação: A implantação de um programa de operação sistemática de poços passa por uma etapa preliminar cujo objetivo é determinar as condições iniciais de exploração de cada poço, fixadas após análise dos dados, execução e interpretação dos ensaios necessários. Por "condições iniciais" entende-se a base atual, de partida para a operação sistemática e não aquelas condições do poço quando da sua entrada em funcionamento.

Trata-se de programar o acompanhamento dos poços em funcionamento, com a realização de medições e ensaios cujos resultados, convenientemente analisados, servirão para fixar as condições de exploração referidas a uma data base, isto é, ao ano de início da operação sistemática dos poços.

As condições de exploração de um poço são determinadas mediante o conhecimento da vazão ótima explorável, das perdas de carga e eficiência do poço. Constituem, ainda, itens importantes: as características hidrodinâmicas do aquífero captado e as características físico-químicas da água. Conhecidas às características do poço e do aquífero, será necessário reavaliar as condições atuais de exploração, efetuar as adaptações ou redimensionamento necessário dos equipamentos de bombeamento e fixar, então, o regime mais adequado de funcionamento do sistema.

Execução de teste de produção - A determinação da vazão ótima explorável, das perdas de carga e da eficiência de um poço é feita a partir de um teste de bombeamento em etapas ou teste de produção. Os procedimentos para a realização deste teste são relativamente simples e podem, com propriedade, ser aplicado por um técnico qualificado. Porém, sua experiência e

vivência são fundamentais. É necessário que o teste seja programado a partir do conhecimento das condições hidrogeológicas locais e das características de construção do poço. A escolha do equipamento mais adequado e, dos parâmetros a serem pesquisados bem com os métodos a serem utilizados são de significativa importância, para a obtenção dos resultados pretendidos.

O rebaixamento real, medido num poço em bombeamento, é uma somatória de rebaixamentos devidos a perdas de carga no aquífero e as perdas de carga no poço.

As perdas de carga no aquífero produzem o rebaixamento necessário para que a água flua para o poço em regime laminar e dependem fundamentalmente das características do aquífero (permeabilidade e porosidade) e do diâmetro do poço.

As perdas de carga do poço produzem um sobre-rebaixamento que é uma soma dos seguintes fatores:

- Perdas de carga em torno do poço, devido ao aumento de velocidade da água. Este tipo de perda é significativo em poços com filtros subdimensionados, ou mal desenvolvidos;
- Perdas de carga devidas à ascensão da água no poço, desde a zona do filtro até a bomba. Este tipo de perda só é significativo quando essa distância é grande ou quando o diâmetro da tubulação é pequeno em relação à vazão;
- Perdas de entrada na bomba: quando o espaço entre o corpo da bomba e a parede da tubulação é muito pequeno.
- O rebaixamento real medido em um poço bombeado obedece aproximadamente à equação: $S = BQ + CQ^2$

Onde:

S é o rebaixamento real, medido no poço em bombeamento, em metros. B é o coeficiente de perda do aquífero C é o coeficiente de perdas do poço Q é a vazão, em m³/hora.

O termo BQ da equação representa o rebaixamento devido às perdas de carga do poço. O coeficiente B é função do tempo de bombeamento.

O termo CQ² representa o sobre-rebaixamento devido às perdas de carga do poço. O coeficiente C independe do tempo.

A preparação do teste pressupõe disponíveis as seguintes condições:

- Conhecimento das características do poço e do tipo de aquífero captado. É necessário dispor dos parâmetros técnicos do poço, tais como: profundidade, diâmetro, posição e material do revestimento e filtros, pré-filtro e do perfil litológico atravessado pela perfuração;
- Escolha do equipamento de bombeamento (os testes finais de bombeamento em poços são feitos com bomba vertical, de tipo submersível ou de eixo prolongado, com capacidade de extração superior a vazão prevista do poço);
- Medidas de vazão - a medição de vazão durante o teste é feita com menos de 5% de erro;
- Determinação do nível d'água: nível estático (com o poço em repouso) e nível dinâmico (com a extração de uma determinada vazão do poço);
- Duração – cada etapa de bombeamento deve ter uma duração tal que seja obtida uma relativa estabilização do nível dinâmico da água para a vazão bombeada. Em geral a duração de cada etapa é de 6 a 8 horas. Nos poços em que a vazão prevista é

relativamente baixa, inferior a 10 m³/h, o teste final é um bombeamento contínuo a vazão constante (sem etapas), com uma duração total não inferior a 24 horas;

- Registro das medições - o registro das medições efetuadas e de todas as ocorrências durante o teste é fundamental;
- Disposição da água extraída - a água extraída durante o bombeamento é disposta o mais longe possível do poço a fim de não mascarar os resultados do teste.
- Antes de ligar a bomba para início dos testes deve-se efetuar três medidas de nível d'água, de meia em meia hora, a fim de se certificar da posição do nível estático.

Determinação das perdas de carga e da vazão máxima explorável- A equação dos rebaixamentos pode também ser escrita da seguinte forma:

$$S/Q = B + CQ$$

Essa equação caracteriza uma reta. Em um gráfico, em papel milimetrado, e em escala conveniente colocam-se, em abscissas os valores Q₁, Q₂, Q₃ e Q₄ do teste, e em ordenadas os valores s₁/Q₁, s₂/Q₂, s₃/Q₃, s₄/Q₄ (rebaixamento específico) calculados.

Os coeficientes de perda de carga do aquífero (B) e do poço (C) são determinados graficamente. Os valores encontrados são substituídos na fórmula, obtendo-se a equação característica do poço.

A eficiência (E) de um poço é definida como a relação entre a vazão específica teórica e a vazão específica real, ambas referidas há um tempo igual de bombeamento. Para o cálculo do rebaixamento teórico é necessário conhecer os coeficientes transmissividade (T) e armazenamento (S) do aquífero e o raio efetivo do poço, mediante ensaio de bombeamento com piezômetro. Em situações reais bastante frequentes, quando não se conhecem os parâmetros do aquífero, a eficiência é calculada admitindo-se que o termo BQ da equação do poço representa o rebaixamento teórico:

$$E = \frac{BQ}{BQ + CQ^2} = \frac{1}{1 + \frac{CQ}{B}}$$

Fixação das condições de exploração

Para se determinar às condições de exploração de um poço, uma vez conhecidos os resultados do teste de produção, torna-se necessário:

Determinar a vazão segura ou vazão ótima de exploração. A vazão ótima é fixada um pouco abaixo do valor correspondente ao ponto crítico;

Determinar o rebaixamento total, correspondente à vazão ótima, o que é feito através da equação do poço, e calcular o nível dinâmico para essa vazão.

Verificar o diâmetro útil e a profundidade da câmara de bombeamento, cuidando para que o ponto de tomada de água (profundidade de colocação da bomba) fique sempre acima das seções filtrantes e não frontalmente a elas;

Fixar o ponto de colocação da bomba ou tomada de água abaixo do nível dinâmico.

Recomendações gerais

Os testes de produção permitem estabelecer condições relativamente seguras na exploração de poços. Sua realização deve constituir-se em exigência contratual, para cada poço que for perfurado.

11.2 Obras subterrâneas

Serão utilizados os processos tipo "Mini-shield", Cravação de Tubos, N.A.T.M. ou "Tunnel Liner".

11.2.1 "Mini-shield"

O processo consiste em executar túneis circulares pelo assentamento de anéis de concreto com equipamento de avanço constituído por um cilindro de aço, ou carcaça, dotado de macacos hidráulicos independentes. A escavação do solo, dentro do cilindro, é feita à medida que se faz a sua cravação.

Ao passo que a escavação prossegue, o túnel aberto será revestido. O revestimento é feito, montando dentro da carcaça, anéis de concreto justapostos que formam o mini túnel. Cada anel é constituído de segmentos dotados de orifícios para possibilitar a injeção de preenchimento, após sua montagem, entre o solo e a face externa dos anéis, quando se tratar de anel não expansível.

No caso de utilização de equipamento de frente aberta, a injeção de preenchimento é feita usando-se pedrisco e posterior nata de cimento. Numa primeira injeção o pedrisco posiciona o anel dentro da carcaça do "Mini-shield" e, numa segunda, após o avanço do equipamento, fixa o anel no solo. No caso de equipamento de escavação automática com frente fechada, a injeção do pedrisco será suprimida, providenciando-se sua substituição por injeção de material aprovado por controle tecnológico.

As verificações de sua propriedade física e de sua utilização serão liberadas pela Fiscalização. O atraso máximo na injeção de preenchimento é compatível com o ciclo de avanço e com a velocidade de afrouxamento do solo, sendo estabelecido pela Fiscalização em função do tipo de solo, com prazo máximo de vinte e quatro horas.

O avanço do equipamento é feito pelo acionamento dos macacos que se apoiam nos anéis assentados, não necessitando de outras ancoragens. A escavação é manual ou mecânica e o material escavado é transportado até o poço de serviço por meio de vagonetas. As vagonetas são utilizadas no transporte de pessoal e dos segmentos de concreto. Os segmentos e os anéis têm encaixes: do tipo: macho-fêmea. Nesses encaixes são colocadas juntas de borracha SBR, conforme AST - D2000-2AA/615-AI3-BI3, para garantir a estanqueidade do mini túnel. Por fim, é feita injeção de nata de cimento para consolidação do pedrisco entre o solo e a face externa do mini túnel. A extensão máxima do trecho que aguarda injeção de nata será estabelecida pela Fiscalização.

Os anéis resistem aos esforços causados pelas cargas do solo, acrescidas das originárias do trânsito de veículos. Serão impermeáveis a infiltrações, quando conduzir esgotos. Tem de atender as normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto sob o ponto de vista de recobrimento de ferragem como sob o de fissuração do concreto.

Em cada segmento será marcado o dia de sua fabricação e nenhum deles será usado até que transcorram vinte e oito dias dessa data.

Os segmentos serão manuseados desde sua chegada ao local e danificados, não serão utilizados. Em hipótese alguma são suspensos, exceto quando carregados manualmente.

Os segmentos são transportados, no túnel, para o local de colocação por vagonetas sobre trilhos. Se forem transportados sobre a superfície revestida do túnel, o meio de transporte terá rodas pneumáticas.

A aplicação das juntas de borracha nos anéis é empreendida ao abrigo da chuva, de umidade excessiva ou de qualquer ação que possa interferir na perfeita colocação. Será aplicado com adesivo somente nas superfícies côncavas das folgas das juntas, ao longo de todo o comprimento delas.

Qualquer dano causado ao material de conexão durante o transporte ou montagem é reparado antes da colocação definitiva do segmento.

A máquina só é usada em boas condições mecânicas, com todos os pistões funcionando satisfatoriamente. Se ocorrer qualquer defeito ou falha em quaisquer dos pistões, as operações são suspensas imediatamente até que o defeito seja reparado.

Para a montagem dos segmentos, a superfície escavada do solo será completamente limpa de qualquer material solto.

A verificação do alinhamento do túnel é feita periodicamente, a frequência de um ponto e não mais de 3m de avanço. O desvio observado será então imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Se o projeto não indicar a tolerância, o eixo do túnel escavado não poderá se distanciar, em qualquer ponto, mais de 0,05 m, em qualquer direção, do eixo teórico de projeto.

Quando for preciso vedar juntas (longitudinais ou transversais), o revestimento será completamente limpo e toda água estagnada é retirada.

As juntas serão previamente limpas com escova metálica, e só então preenchidas com mistura de areia e cimento na relação 1:3.

É essencial assegurar que os dormentes dos trilhos sejam apropriados ao diâmetro do túnel para assegurar a distribuição adequada de cargas sobre o revestimento.

O uso de explosivos para facilitar o avanço do túnel só será permitido mediante autorização da Fiscalização.

Sempre que possível, o projeto localará os poços de serviço coincidentemente aos poços de visita (PV). Outros fatores, porém, são considerados na sua localização, tais como, local livre de interferência em outros serviços e que não prejudique o acesso a prédios etc. Esses poços têm dimensões que variam de acordo com o local e o tipo de equipamento.

O fundo do poço recebe piso de concreto magro, perfeitamente nivelado, situado a 0,30 m abaixo da geratriz interna inferior do revestimento.

Na parede oposta a entrada do "shield", faz-se um nicho totalmente escorado para abrigar o "laser".

11.2.2 Tubos cravados

Os tubos serão de concreto e deverão resistir aos esforços horizontais causados pelas cargas dos macacos de cravação.

Os tubos de concreto armado nos diâmetros de 1,00 m e 1,20 m deverão possuir nas extremidades de cada seção um anel de aço para possibilitar a emenda através de solda entre as diversas seções. Os tubos de diâmetros maiores - 1,40 m, 1,60 m, 1,80 m, 2,00m e 2,40m serão emendados por meio de parafusos tensores, previamente preparados para isso.

Na primeira seção será adaptada uma carcaça de aço "shield", com as finalidades de servir como câmara de trabalho, proteger o primeiro tubo e facilitar o corte do terreno na cravação.

O poço de serviço terá dimensões internas mínimas compatíveis com o tipo de equipamento de cravação e profundidade da geratriz inferior externa do tubo cravado, acrescido de 0,30m, para facilitar o esgotamento. O fundo do poço será regularizado com concreto magro na espessura de 0,10 m, para permitir a construção de um berço de madeira nivelado para posicionamento das seções dos tubos. Na parede do poço de cravação, oposta a direção na qual será cravado o tubo, será construído um quadro rígido para a reação do macaco hidráulico, que será em madeira (de peroba), ou em concreto ciclópico, quando a reação assim o exigir.

O primeiro tubo, juntamente com a carcaça de aço "shield" serão posicionados no berço e escavados os primeiros 0,50 m, devendo-se empurrar imediatamente o conjunto para que este ocupe o trecho escavado. Esta operação será repetida de forma a que fique apenas 0,30 m sem ser cravados para possibilitar a execução de emenda com a segunda seção, quando então será empurrado todo o conjunto.

No caso de solos de pouca resistência, o conjunto não será cravado mais do que 0,30 m sem que tenha feita a escavação do material no interior do tubo.

A tubulação cravada deverá entrar justa no terreno, não podendo haver folgas significativas externas, devendo, portanto, a tubulação ocupar totalmente a área escavada, não permitindo recalques no terreno, dispensando injeção de preenchimento com argamassa de cimento e areia ou outros materiais.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à frequência de um ponto a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado será imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico com a tolerância especificada no projeto.

O revestimento interno da galeria será de concreto e resiste aos esforços consequentes das cargas do solo, acrescidas das originadas pelo trânsito de veículos. Será impermeável a infiltrações, sem colaboração de eventuais camisas-de-aço no tipo de envoltória empregado no método de construção. Atenderá às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento de ferragem como de fissuração de concreto (quando conduzir esgotos).

11.2.3 Sistema "N.A.T.M"

A escavação de túnel, em solo ou rocha, pelo N.A.T.M. (New Australian Tunnelling Method), baseia-se na capacidade de auto-subsustentação do material circundante à cavidade. A velocidade de avanço da frente de escavação, em função do tipo de solo encontrado, determina a eventual necessidade de escoramento. O acompanhamento sistemático das medidas de convergência das seções transversais determina a utilização de escoramentos necessários à estabilização de deformações.

Durante a execução será assegurada a sustentação da cavidade através da aplicação de concreto projetado sobre tela de aço e da aplicação, simultânea ou não, de cambotas de aço, chumbadores, tirantes e enfilagem.

A sequência construtiva se resume na escavação de um segmento de túnel compatível com a natureza e as características do solo e no seu eventual escoramento através da aplicação de elementos construtivos que assegurem a estabilidade da cavidade e a consequente escavação do segmento seguinte.

Dependendo das dimensões da seção transversal do túnel, será conveniente a divisão da frente de escavação em uma calota superior de avanço mais rápido e uma bancada, com maior volume de material a ser desmontado. Para segurança na execução dos avanços programados, são executadas sondagens na frente da escavação através de furos sub-horizontais para verificação de eventual existência de água.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, a frequência de um ponto a cada 3,0 m de avanço. O desvio observado será imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição de eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Em locais convenientemente escolhidos, será implantada a instrução da seção transversal do túnel através da introdução e posterior fixação de pinos que possibilitem medição com uso do medidor de convergência. Essas medições serão executadas diariamente.

O concreto deverá resistir aos esforços consequentes das cargas do solo, acrescidos das tensões causadas pelo trânsito de veículos, e ser impermeável às infiltrações. Túneis próximos da superfície, isto é, com pouca cobertura, deverão ter um revestimento mais rígido do que túneis à grande profundidade, isto é, com grande cobertura.

Atenderá às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento das armaduras, como do de fissuração de concreto (quando conduzir esgotos).

Os poços de acesso serão localizados em pontos convenientes e terão dimensões que possibilitem o acesso dos equipamentos e tubulações que permitam o trabalho no túnel de modo compatível com a sua programação de execução.

Acerca dos procedimentos de qualificação de mangoteiro, execução de concreto projetado, especificação para concreto projetado e moldagem de placas, o túnel N.A.T.M. será executado de acordo com as seguintes Normas da ABNT abaixo:

- NBR 13597/2012 - Procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca;
- NBR 13044/2012 - Concreto projetado — Reconstituição da mistura recém-projetada
- NBR 13069/2012 - Concreto projetado — Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega;
- NBR 13070/2012 - Moldagem de placas para ensaio de argamassa e concreto projetados;
- NBR 13317/2012 - Concreto projetado — Determinação do índice de reflexão por medição direta;
- NBR 13354/2012 - Concreto projetado — Determinação do índice de reflexão em placas.

11.2.4 Sistema "tunnel liner"

O túnel será implantado pela escavação e montagem simultânea do revestimento metálico do "Tunnel Liner". Esse revestimento metálico será constituído por anéis de chapas de aço corrugado e galvanizadas a fogo. Os anéis são solidarizados entre si, por parafusos e porcas galvanizados, nas bitolas convenientes e, distribuídas ao longo dos flanges laterais destes. As chapas que compõem cada anel serão também emendadas por transpasse de parafusos e porcas da mesma medida que os anteriores.

A espessura das chapas será dimensionada para resistir aos esforços causados pelas cargas do solo e por cargas externas, no período da construção.

A escavação do solo será feita de modo a que a forma do túnel corresponda exatamente a do cilindro do "Tunnel Liner", a menos do espaço correspondente a corrugação das chapas de aço. Durante a execução será assegurada, se necessário, a sustentação da abóbada da escavação até que seja montado o revestimento metálico. Poderá também ser assegurado o escoramento do talude da frente de ataque, por meio de escudo frontal que avançará concomitantemente com a escavação.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à frequência de um ponto a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado será imediatamente corrigido, para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórica, com a tolerância especificada no projeto.

Os únicos vazios permitidos ao longo do túnel serão os devidos a corrugação das chapas. Esses vazios serão preenchidos com solo-cimento, através de injeção com pressão de 5 kgf/cm.

O revestimento estrutural interno para túnel adutor será de concreto impermeável a infiltrações e deve resistir aos esforços causados pelo solo e trânsito de veículos, sem contar com os anéis metálicos. Atenderá as normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento das ferragens, como do de fissuração do concreto.

No caso de assentamento de tubulação de grande diâmetro internamente ao túnel, o espaço compreendido entre este e a chapa do "Tunnel Liner" será preenchido com concreto ou argamassa de cimento e areia. Para tubulação de pequeno diâmetro, o assentamento será apoiado ou suspenso, fixado e travado devidamente, não sendo necessário o preenchimento dos vazios.

A injeção de preenchimento entre a tubulação assentada no interior do túnel e o revestimento primário em chapas, deve ser executada de forma que todos os vazios sejam preenchidos.

Assim, se houver qualquer dúvida, da existência de vazios remanescentes, deve ser executado o preenchimento por gravidade pela superfície, através de furo vertical, dependendo das características do solo.

Os poços de acesso serão localizados em pontos convenientes e terão dimensões que possibilitem o acesso dos equipamentos e tubulações que permitam o trabalho no túnel de modo compatível com sua programação de execução.

Obs: Independentemente do processo utilizado, sempre existirá a preocupação quanto aos recalques induzidos pela execução do túnel. Assim sendo, será feito um controle de recalques através de marcos de recalque superficial no eixo do túnel e em edificações próximas, para

verificações periódicas. Tratando-se de obra subterrânea, o conhecimento do subsolo é de extrema importância, devendo este ser investigado através de sondagens de reconhecimento.

12 GERENCIAMENTO DOS DOCUMENTOS

A guarda dos documentos é gerenciada conforme tabela abaixo e a temporalidade está definida conforme as diretrizes da Instrução Normativa IN04.200

Item	Título do documento	Código do formulário
01	Inserir aqui o título do documento	FR04.0581

Item	Título do documento	Arq. Corrente	Arq. Intermediário	Destinação	Responsável pela guarda
02	Caderno de registros	03 Anos	03 Anos	Eliminação	P-SLG

Esta tabela é para ser usada quando ou outro tipo de documento não possuir a temporalidade definida no rodapé. (Após organizar, favor apagar esta frase).

13 APROVAÇÃO