ANEXO B – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA LICITAÇÃO DO TIPO MENOR PREÇO PARA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS CIVIS PARA IMPLANTAÇÃO DO RAMAL PARANGABA MUCURIPE – METRÔ DE FORTALEZA

ÍNDICE

Tomo II

1. SERVIÇOS PRELIMINARES 2
2. INSTALAÇÃO DA OBRA 13
3. MOVIMENTO DE TERRA 20
4. DRENAGEM 31
5. SERVIÇOS ESPECIAIS PARA GALERIAS SUBTERRÂNEAS ... 47
SEQÜÊNCIA EXECUTIVA 69
6. ESGOTAMENTO D'ÁGUA 78
7. FUNDAÇÕES 82
8. CONCRETO - CONCRETO ARMADO 91
9. IMPERMEABILIZAÇÃO 140
10. OBRAS COMPLEMENTARES 143
11. EDIFICAÇÕES, ACABAMENTOS E INSTALAÇÕES 153
12. SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 216
13. SERVIÇOS POR ADMINISTRAÇÃO (NÃO APLICÁVEL) 275

1. SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1 Demolições em Geral

Nos prédios destinados à demolição, o METROFOR deverá indicar, por escrito, os elementos decorativos ou peças que desejar que lhes sejam entregues, indicando o local para remessa, devendo o Construtor efetuar a carga, transporte e descarga por sua conta, até uma distância de 20 km. O restante do material demolido pertencerá ao Construtor e será transportado para local de sua escolha.

A demolição compreende também as fundações, as quais deverão ser removidas, pelo menos, até uma profundidade tal que permita a execução de todas as obras do Metrô de Fortaleza. Em qualquer caso, todavia, a remoção de fundações deverá ir a pelo menos 2,00 m de profundidade. As edificações a serem demolidas deverão ser isoladas das demais e os trabalhos deverão ser executados sem riscos para os operários, transeuntes e veículos. Se houver necessidade de interrupção do tráfego de pedestres ou de veículos, o Construtor deverá comunicar o fato ao METROFOR e tomar as providências necessárias junto às autoridades competentes.

O Construtor promoverá também todos os entendimentos com as Concessionárias de serviços públicos para o desligamento das redes ligadas às edificações a serem demolidas. Todas as despesas com desligamentos e providências técnicas necessárias correrão a cargo do Construtor, exceto as atribuíveis às Concessionárias.

O emprego e guarda de explosivos para demolições está sujeito à legislação vigente e à regulamentação especial, fiscalizada por autoridade competente.

Cabe ao Construtor solicitar as autorizações necessárias, sendo o responsável pela execução dos serviços em condições de segurança. Cabendo-lhe ainda cumprir as recomendações emanadas da autoridade quanto à qualidade e quantidade de explosivos, à zelar pela segurança dos operários, transeuntes e veículos, e pelo cumprimento dos horários das explosões, ao aviso aos vizinhos, etc., são obrigações do Construtor.

No caso de sítio arqueológico, monumento ou edificações tombadas como patrimônio histórico ou artístico, o cuidado deverá ser redobrado, pois a restauração futura deverá conservar a forma e os elementos primitivos. Nesses casos, as ordens deverão ser observadas com o maior cuidado, pois não se pode contar com o ressarcimento, mas tão somente com a restauração.

A desmontagem, o transporte e muito especialmente o armazenamento e custódia dos elementos construtivos deverão merecer cuidados especiais. Deverão ser precedidos de tomadas fotográficas e croques, bem como de numeração ou codificação das peças, tendo em vista a futura reconstrução e/ou montagem. Inclui-se o transporte até uma distância de 20 km para o local a ser definido pelo METROFOR, de comum acordo com o órgão competente responsável.

A futura reconstrução e/ou montagem de monumentos e elementos decorativos não será da competência do Construtor, exceto quando expressamente indicado.

1.2 Remoção de Árvores com Diâmetro ≥ a 15cm

O abate de árvores está sujeito à legislação especial, fiscalizado por autoridade competente. Ao iniciar o serviço, o Construtor deverá manter contato com as mesmas, que determinarão as árvores que serão transplantadas e as que serão abatidas.

As possíveis perturbações no tráfego de pedestres ou de veículos deverão ser previstas com antecedência e solicitadas medidas de segurança às autoridades competentes. A iniciativa das providências compete ao Construtor.

A remoção de árvores deverá ser executada com cuidados especiais, a fim de não causar danos às edificações e instalações próximas.

Nenhuma árvore poderá ser sacrificada sem autorização prévia.

O serviço inclui destocamento, transporte, descarga e preparação para transplante em outro local.

As árvores situadas no interior do canteiro e que não venham a ser removidas deverão ser protegidas.

1.3 Limpeza da Faixa de Construção

A locação preliminar visa balizar a área para os serviços de desmatamento, destocamento, limpeza. A locação preliminar será efetuada com apoio nas amarrações e referências de nível constantes do projeto. Os "7" serão marcados topograficamente pelo método das tentativas, a partir das Notas de Serviço.

Os serviços de demolição e remoção, objetivam a retirada de obstáculos nas áreas destinadas à implantação do projeto e deverão ser feitos com equipamentos e ferramentas adequadas e sem comprometer a segurança dos trabalhos, dos operários e de instalações adjacentes. O desmatamento, destocamento e limpeza objetivam a eliminação e remoção de toda a vegetação, tocos, raízes, entulhos, matacões, fundações de construções, etc., dentro dos limites da construção fixados no Projeto Executivo e nas áreas de empréstimos e jazidas.

O desmatamento compreende o corte e remoção de toda a vegetação, qualquer que seja sua densidade e porte, bem como as operações de escavação e remoção total dos tocos de árvores.

A limpeza compreende as operações de remoção de matacões e materiais depositados, além da remoção da camada superficial de vegetação e solo orgânico, até a profundidade de 0,20 m. Inclui ainda, a remoção de escombros e detritos residuais, oriundos das demolições anteriormente executadas.

As depressões de terreno, que resultarem das escavações para remoção de tocos, matacões ou outros obstáculos, deverão ser reaterrados com material apropriado, convenientemente compactado, a menos que a área se destine a escavações.

A remoção de detritos deverá ser feita para áreas indicadas pelo METROFOR e o material removido deverá ser espalhado e conformado aos terrenos adjacentes, de modo a trazer mínimas alterações à topografia local.

Nas áreas destinadas a aterros, será obrigatório que a camada de solo com 1,00 m de espessura abaixo do greide, seja totalmente isenta de tocos, raízes ou quaisquer materiais putrecíveis.

Após o desmatamento será realizada a locação do eixo, levantamento das seções transversais, e marcação dos "off-sets" para efeito de medição.

1.4 Remoção de Postes

Havendo necessidade de remoção de postes, o Construtor deverá tomar iniciativa junto às entidades competentes.

A retirada e/ou desmontagem, transporte, guarda e conservação dos postes e acessórios deverá ser considerada. Se a entidade responsável não cuidar da questão, cabe ao Construtor tomar as providências necessárias e arcar com as despesas correspondentes, respondendo por danos ou extravios.

Deverá ser considerada a questão do possível reaproveitamento de postes na construção de vias auxiliares e na recomposição de logradouros.

1.5 Desvios e Remanejamento de Serviços Públicos

Os órgãos públicos e as Concessionárias de serviços públicos têm normas próprias para a execução dos serviços que lhes são afetos e regem-se por legislação específica. As utilidades podem ser reunidas em grupos para fixação da conduta.

Nenhum serviço novo será aterrado sem autorização prévia do órgão competente.

As instalações existentes somente poderão ser trocadas quando devidamente autorizado.

As interferências possíveis de uma rede de serviço público com as outras deverão sempre ser consideradas.

Em qualquer caso as estrutura necessárias à sustentação das instalações - particularmente o caso de simples transposição da vala - deverão ser executadas e conservadas pelo Construtor.

Grupo A: Esgoto, Água Pluvial e Água Potável

O Construtor deverá receber os projetos devidamente aprovados pela entidade competente e executar os serviços com fornecimento integral de material, transporte, bem como custear as despesas diretas ou indiretas que incidam sobre os mesmos e sobre os serviços complementares correspondentes. O atendimento às exigências e a obtenção da aprovação final serão procedimentos de responsabilidade do Construtor.

O Construtor deverá cuidar especialmente da questão de nivelamento das galerias ou tubulações.

Independentemente do que prescreverem as especificações do órgão ao qual o serviço público está afeto, o Construtor deverá abrir as valas em condições de segurança para os trabalhos e para os transeuntes ou veículos, recorrendo ao escoramento na forma recomendável.

As tubulações ou galerias não poderão sofrer recalques uniformes ou diferenciais, pois haveria o risco de comprometer o escoamento ou provocar rupturas.

As caixas coletoras, caixas de passagens e bocas-de-lobo necessárias deverão ser reconstruídas.

O reaterro deverá ser procedido por camadas compactadas na forma aconselhável, de maneira a não haver adensamento natural e conseqüente recalque da pavimentação.

O Construtor poderá ser chamado a executar o remanejamento de hidrantes, nas condições previstas para água potável. Neste caso, deverão ser também, observadas as recomendações emanadas pelo Corpo de Bombeiros.

GRUPO B: Luz, Telefone e Gás

Os serviços referentes ao remanejamento de dutos subterrâneos, redes aéreas e luminárias serão efetuados pelas Concessionárias respectivas, pagos pelo Construtor, que será ressarcido como serviços por administração, na forma prevista no Contrato.

GRUPO C: Semáforos e Placas de Sinalização

O remanejamento da sinalização de tráfego será procedido pela entidade competente, podendo o Construtor ser solicitado a executar tarefas que envolvam serviços com mão-de-obra não qualificada. Para essa eventualidade será prevista a execução por administração.

O Construtor deverá ainda considerar:

a) Os locais para depósitos, carga, descarga, bem como utilização dos caminhos internos de serviços deverão ser previstos pelo Construtor e colocados à disposição das Concessionárias e seus empreiteiros;

b) A questão de interferência deverá ser encarada no sentido amplo. Os serviços relativos a uma rede ou tubulação somente deverão ser iniciados depois de analisadas as influências que poderão ter sobre outras instalações e com a participação do órgão local competente;

c) O remanejamento de um serviço público atribuído ao Construtor poderá estender-se por áreas adjacentes. Cabe ao Construtor articular-se com o METROFOR e com outros vizinhos interessados, no sentido de que o serviço se desenvolva como um todo. Igual procedimento se terá quanto ao ligamento e desligamento de abastecimento e fornecimento;

d) A efetivação de algum serviço poderá exigir expansão fora do canteiro, com os naturais prejuízos para o tráfego. Com a devida antecedência, o Construtor deverá articular-se com o METROFOR no sentido de que o Departamento de Trânsito conheça a questão e oriente ou apresente exigências a respeito;

e) Nos casos previstos o material reaproveitável deverá ser limpo e só poderá ser recolocado na nova posição após aprovação da Concessionária e do METROFOR.

f) Uma vez concluídos todos estes serviços, o Construtor terá que entregar ao METROFOR todas as informações de que este necessitar para que o Projetista possa confeccionar plantas limpas de cadastro, “as built”.

1.6 Desvios de Tráfego

Entende-se por desvio de tráfego, a série de procedimentos que têm por objetivo assegurar o tráfego público, utilizando vias existentes, tais como:

a) O próprio logradouro em que se executa a obra;

b) Outros logradouros existentes, inclusive os provisórios construídos para o presente fim.

A legislação vigente, que regula a questão dos bloqueios das vias, especifica com pormenores descritivos e gráficos a forma de executar e sinalizar o bloqueio.

O Construtor deverá, obrigatoriamente, observar esta legislação.

Portarias do DETRAN-CE, bem como as “Normas para o projeto Geométrico de Vias Urbanas”, do DNER, deverão ser consultadas para efeito de execução dos desvios de tráfego.

Estão incluídos todos os serviços:

- de aquisição, montagem, instalação, construção, execução, conservação, deslocamento, desmontagem, demolições, retiradas, remoções, carga, descarga, transporte, uso de patentes, mão-de-obra, projetos, petições;

- de instalação, segurança, fornecimento, religação de energia elétrica ou de outro tipo de iluminação normal ou de emergência, desde que não da obrigação da Concessionária;

- decorrentes da utilização, por acaso necessária, de qualquer meio de comunicação com fio ou sem fio, automática ou por operadores, incluindo a utilização de materiais, postes ou fios;

- decorrentes da necessidade da colocação de placas de sinalização e instalação de sinalização luminosa, fosforescente ou cega, manual ou automática, protegida ou não das intempéries, sempre em conformidade com as exigências, normas e padronizações da autoridade competente.

O Construtor somente poderá impor restrições ao tráfego local depois de expressamente autorizado pela autoridade competente. Deverá, portanto, com a antecedência necessária, formalizar os pedidos respectivos e satisfazer às exigências que forem impostas.

A iniciativa dos procedimentos é atribuição do Construtor.

Para efeito de execução de projetos de implantação, os desvios de tráfego se classificam, de acordo com a natureza, importância e complexidade, em desvio de tráfego local e desvio de tráfego geral. Esta classificação está fundamentada no número de logradouros envolvidos no projeto de tráfego.

Desvio de Tráfego Local

Conceituado como sendo uma modificação qualquer no fluxo de tráfego em virtude de uma obra localizada na via. Os remanejamentos se caracterizam por modificações em uma única via. No caso da via ser de importância maior (mais de 10.000 veículos por dia no fluxo de tráfego) o procedimento será o mesmo dos desvios de tráfego geral.

Caracterizam os desvios de tráfego local as seguintes modificações físicas nas vias:

- Estreitamento ou alargamento das pistas de rolamento;
- Remanejamento da pista de rolamento para fora da caixa da rua;
- Ocupação parcial de calçada e terrenos contíguos às vias.

Desvios de Tráfego Geral

Conceituado como sendo uma modificação substancial no fluxo de tráfego de uma área envolvendo duas ou mais vias, ou mesmo um conjunto de vias, sendo necessário para tanto inversões de mãos de direção, fechamento de trechos de via, modificações na sinalização, cálculo de ciclo de sinais e outras providências necessárias à implantação de um estudo que cause maiores modificações na malha viária. Enquadra-se como desvio de tráfego geral todo aquele que não estiver classificado como desvio de tráfego local.

Na elaboração dos projetos de desvios de tráfego participam os seguintes órgãos:

- METROFOR,
- Construtor,
- DETRAN,
- CCO - Comissão de Coordenação de Obras.

1.7 Vias Auxiliares

O Construtor deverá construir vias auxiliares novas para o trânsito público, em conformidade com as plantas fornecidas e as especificações que se seguem.

A construção de vias auxiliares deve prever toda a sinalização luminosa, fosforescente ou cega exigida pela autoridade competente ou prevista na legislação. O Construtor deverá articular-se com a Concessionária, no sentido de acertar o fornecimento de energia elétrica, inclusive dutos subterrâneos, cabos aéreos e postes eventualmente necessários.

Nenhum serviço poderá ser iniciado sem autorização das autoridades competentes. Em particular, destacam-se aqueles que importarão em alterações no tráfego de veículos. A iniciativa dos procedimentos compete ao Construtor.

1.7.1. Vias para Tráfego de Veículos

O piso das vias para o tráfego de veículos poderá ser de tipos diferentes, de acordo com a vida útil esperada e a intensidade e cargas do tráfego.

Em qualquer caso, o subleito deverá ser regularizado e compactado com rolo compressor e a pavimentação com revestimento asfáltico.

O Construtor será responsável pela execução e pela conservação das vias. A pista de rolamento deve permanecer uniforme durante todo o período de uso. Os afundamentos ou elevações, bem como as falhas surgidas, deverão ser imediatamente corrigidos.

Vias para Tráfego de Pedestres

Deverão ser construídos passeios para pedestres ao longo de vias auxiliares e nos cruzamentos onde seja necessário manter acesso à população.

Nos locais onde os tapumes estiverem no meio da rua, junto a eles deverá ser construído um passeio provisório de 0,60 a 1,20 m de largura.

Deverá ser colocado meio-fio ao longo de todo o passeio.

A critério do METROFOR, os passeios poderão ser de tábua de madeira com 1” de espessura. Deverão ser pregadas sobre uma estrutura horizontal de base, em quadro, composta de peças com seção de 3”x 3”. O leito deverá ter sido previamente apiloado. Deverá ser dada especial atenção para reduzir ao mínimo a largura das juntas e o desnível entre tábuas.

1.7.2. Acessos a Residências e Edifícios

Os acessos para pedestres serão executados como acima descrito para passeios. Caso cruzem ou acompanhem valas, deverão ser providos de corrimão.

Os acessos para veículos serão providos de chapas metálicas espessura 12 mm com enrijecedores caso necessário.

Poderá, também, alternativamente ser aplicado um revestimento betuminoso, conforme as necessidades.

Meios-fios

Os meios-fios poderão ser de pedra ou concreto. Os meios-fios de concreto poderão ser constituídos de peças pré-moldadas de concreto, assentadas e rejuntadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. Poder-se-á reaproveitar os elementos removidos de outros locais e em estado satisfatório.

Empregando-se os meios-fios de pedra, deve-se reaproveitar, dentro do possível, os elementos removidos de outros locais. O assentamento e rejuntamento serão análogos ao descrito acima.

Deve-se atentar, quando da remoção ao final da utilização, para que os meios-fios possam ser reaproveitados em outro local, como por exemplo, na recomposição de logradouros.

O Construtor será responsável pela execução e pela conservação das vias. A pista de rolamento deve permanecer uniforme durante todo o período de uso. Os afundamentos ou elevações, bem como as falhas surgidas, deverão ser imediatamente corrigidos.

Nenhum serviço poderá ser iniciado sem autorização das autoridades competentes. Em particular, destacam-se aqueles que importarão em alterações no tráfego de veículos. A iniciativa dos procedimentos compete ao Construtor.

A construção de vias auxiliares deve prever toda a sinalização luminosa, fosforescente ou cega exigida pela autoridade competente ou prevista na legislação. O Construtor deverá articular-se com a Concessionária, no sentido de acertar o fornecimento de energia elétrica, inclusive dutos subterrâneos, cabos aéreos e postos eventualmente necessários.

Poderão ser reaproveitados postes e instalações removidas de outros locais, mediante entendimentos prévios com as respectivas entidades.

Deverá ser prevista a drenagem das vias e acessos a edificações.

Os meios-fios, bueiros, tampões, etc., a serem utilizados na construção das vias e acessos deverão ser sempre que possíveis elementos reaproveitados de outros locais.

As vias, passeios, etc., construídos segundo planos de urbanização para o local, deverão ser dispostos e reformados já prevendo sua utilização definitiva.

A distribuição das vias, a seleção dos materiais, a remoção interna dos mesmos, a carga, transporte e descarga para locais determinados pelo METROFOR, enfim, todos os procedimentos necessários para restabelecimento das condições originais, não havendo planos urbanísticos para o local, serão executados pelo Construtor.

Os elementos reaproveitáveis, tais como meios-fios, postes, tampões, etc., deverão, dentro do possível, ser removidos para um depósito até serem novamente empregados, como por exemplo, na recomposição de logradouros.

1.8 Locação Complementar

Será lançada uma poligonal ao longo do provável eixo do traçado. Os alinhamentos serão balizados e nivelados. Referências de nível serão afixadas. Todos os elementos de campo constarão de cadernetas, em poder do METROFOR.

Para a execução das obras, haverá necessidade de serem implantados pontos adicionais para a locação, partindo dos pontos principais. O Construtor deverá receber cópias das cadernetas e da relação de referências de nível que interessem à obra. Partindo dos pontos principais, o Construtor poderá implantar novos pontos e obter uma ou várias poligonais secundárias, necessárias à perfeita locação da obra.

O Construtor é o responsável direto pela conservação dos pontos locados, nenhuma remuneração lhe cabendo pela restauração de serviços perdidos. Os pontos das poligonais secundárias deverão, em princípio, ser implantados em locais que não venham a sofrer alterações.

Não havendo confiança na base que vai receber o piquete, dever-se-á preparar uma cavidade onde se assente um corpo de concreto de forma prismática ou de tronco de pirâmide, com 0,20 x 0,20 m na base superior e com altura necessária para evitar deslocamentos. Nele será chumbada a peça indicativa do ponto.

1.9 Controle da Estabilidade das Construções

O aparecimento de fissuras nos prédios situados na faixa de influência deverá ser logo comunicado ao METROFOR, o qual determinará a demarcação das mesmas por meio de testemunhas de gesso. Igual procedimento deverá ser executado com fissuras antigas, sempre que forem descobertas.

O METROFOR poderá determinar também o assentamento de referências metálicas para controle de recalques. Tais referências deverão ser de bronze ou equivalente. As testemunhas de gesso e as referências deverão registrar a data do assentamento.

A instalação deverá ser feita cuidadosamente, de modo que não ocorram estragos na estrutura ou elementos de acabamento em que forem assentados. Caso ocorram estragos, todos os reparos correrão por conta do Construtor. Cabe ao METROFOR estabelecer os locais de instalação das referências metálicas. O Construtor, todavia, tem obrigação de informar, por escrito, ao METROFOR sobre a necessidade da colocação de referências adicionais em qualquer outro local.

As testemunhas de gesso e referências metálicas deverão obedecer ao projeto-padrão executado pelo Construtor e aprovado pelo METROFOR.

1.10 Vistoria nas Construções

A vistoria prévia e as vistorias permanentes nas construções localizadas na faixa de influência da construção (definida pelo METROFOR) deverão ser procedidas como meios capazes de caracterizar responsabilidades, prevenir e permitir a tomada, em tempo, de providências adequadas.

Compete ao Construtor a iniciativa dos procedimentos que resultem na vistoria judiciária ou meramente administrativa das edificações marginais. A vistoria judiciária poderá ser requerida, competindo ao juiz designar peritos. É a vistoria “ad perpetuam rei memoriam”, que irá assinalar o estado atual da construção a fim de permitir comparações futuras. A vistoria pode ter caráter administrativo de prevenção, mas deverá ter ata lavrada e assinada por representantes do Construtor, do Projetista, do METROFOR, do proprietário e das companhias seguradoras. Dentre os elementos fundamentais da vistoria, é importante que se consigne a natureza da construção e das fundações.

A vistoria inicial deverá anteceder ao rebaixamento do lençol freático. Em seguida, deverá ser periódica até a entrega definitiva dos trabalhos. Na hipótese de terem sido constatados danos em estruturas adjacentes, o Construtor deverá prolongar suas inspeções, sem qualquer compensação, até 6 meses depois da aceitação final. O pessoal efetivo ou auxiliar, bem como equipamentos e materiais para tal procedimento, serão providenciados pelo Construtor.

As vistorias deverão ser realizadas nas edificações relacionadas nas plantas fornecidas, considerando os prédios lindeiros situados no trecho das galerias subterrâneas, além de outras que o METROFOR julgar necessário.

O Construtor deverá possuir um livro com folhas em várias vias, no qual se registrem datas, cotas, ângulos, medidas lineares, gráficos, esquemas, croquis, fotografias, enfim, todos os elementos cronológicos, numéricos e visuais, capazes de permitir ou corrigir conclusões sobre a evolução dos deslocamentos. A questão de datas é fundamental. É importante que constem no livro dados sobre as fundações e as condições da construção.

No presente item estão incluídos todos os serviços de precisão necessários ao controle dos deslocamentos, da constância do nível e do alinhamento das estruturas, a serem executados em obediência à boa técnica e visando à precisão adequada a esse tipo de serviço.

1.11 Remoção de Pavimentação, Passeios e Meios-Fios

A remoção da pavimentação, passeios, blocos separadores de vias e meios-fios existentes deverá ser acordada com o METROFOR antes do início dos serviços. Para atingir esse objetivo, o Construtor deverá apresentar ao METROFOR, em tempo útil, os desenhos correspondentes, assinalando as áreas atingidas e as justificativas de sua proposição.

Caso solicitado pelo METROFOR, os materiais reaproveitáveis e de valor, tais como trilhos, meios-fios, tampões, ralos, proteções de raízes e troncos de árvores, etc., deverão ser transportados para um depósito a ser indicado pelo METROFOR, até uma distância de 20 km, onde deverão ser descarregados, exceto os materiais que venham a ser reaproveitados na construção de vias auxiliares ou reconstrução de ruas, que permanecerão em depósito sob guarda do Construtor.

Os materiais encontrados pertencentes a outras entidades permanecerão de propriedade das mesmas.

Os materiais imprestáveis serão transportados pelo Construtor para local de sua livre escolha.

Especial atenção deverá ser dada para o caso, bastante provável, em que a demolição e remoção devam ser feitas sem causar barulho e sem levantar poeira. Deverão ser tomadas todas as medidas necessárias para atingir estes objetivos.

Durante a execução dos serviços, deverão ser tomadas as providências necessárias com relação ao tráfego de veículos, pedestre e acessos a edificações.

1.12 Remoção de Jardins

Todos os vegetais existentes nos jardins atingidos deverão ser retirados com cuidados especiais, visando seu reaproveitamento em outro local.

O Construtor deverá articular-se com as autoridades competentes no sentido de obter informações para remoção de grama, plantas ornamentais e arbustos. Os trabalhos deverão ser orientados no sentido de se abater o menor número possível de plantas.

As árvores e arbustos que não forem removidos deverão ser protegidos.

O serviço inclui a remoção, carga, transporte e descarga até 20 km.

1.13 Escoramento de Postes

Há dois processos para executar o escoramento de poste.

O primeiro deles é feito através de barrotes de madeira de 3” x 6”, dispostos longitudinalmente e transversalmente, amarrados entre si para dar maior rigidez. A amarração entre estes barrotes deverá ser feita utilizando-se espaçadores de aço. A fixação ao poste é feita por meio de braçadeiras de ferro galvanizado que amarram barrotes de madeira de 3” x 12” com uma inclinação de 45º.

O segundo processo consiste em se utilizar cabos de aço bitola 12,5 mm, fixados em pequenas estacas cravadas no solo.

1.14 Coleta e Remoção de Lixo

Se não houver convênio com a EMLURB para retirada do lixo das residências e prédios das ruas onde se desenvolvem as obras, caberá ao Construtor a incumbência deste serviço. Para tanto, próximo às entradas da rua interditada deverão ser colocados depósitos fixos de lixo, onde os caminhões da EMLURB poderão ter acesso para sua retirada. O Construtor deverá organizar uma equipe de operários que terá a missão de remover diariamente o lixo das portas das residências ou prédios, depositando-o nos referidos depósitos. Estes depósitos deverão ter tampa, não só para evitar mau cheiro, como também ficar protegido de chuvas. Eles deverão ser periodicamente limpos, a fim de evitar o mau aspecto para as vizinhanças. Estão incluídos na carga de lixo os entulhos de obras particulares, que os moradores da rua possam executar.

1.15 Hidrante

Os hidrantes serão instalados mediante projetos aprovados pelo Corpo de Bombeiros para a rede definitiva. Obviamente, seu dimensionamento e sua localização dependerão das circunstâncias do projeto. Enquanto a obra não for entregue deverá ser feito uma proteção no hidrante, a fim de que não seja danificado com o trânsito do canteiro.

1.16 Retirada de Tubos

Os tubos, em princípio, deverão ser retirados manualmente, a fim de evitar estragos e obter-se melhor índice de reaproveitamento.

No içamento e deslocamento dos mesmos deverão ser usadas máquinas próprias. Antes do empilhamento ou armazenamento os tubos deverão ser limpos interna e externamente, de modo que sejam guardados sem torrões e material terroso, evitando esta operação na ocasião que tenham de ser reaproveitados.

1.17 Limpeza e Desobstrução de Calçadas

As entradas dos edifícios deverão estar sempre desobstruídas e limpas devendo ser removidos todos os obstáculos que dificultem a livre passagem e principalmente que possam causar acidentes aos usuários.

Os pisos deverão estar sempre recompostos, sejam eles feitos de qualquer material e bastante firmes, mormente quando for em madeira.

Deverão ter iluminação bem distribuída, de modo a que toda a área tenha a claridade necessária. As calçadas em redor dos acessos deverão também estar sujeitas às observações acima, de modo que os trabalhos das obras não venham interferir no livre e seguro trânsito dos pedestres.

Quando se tratar de passarelas colocadas ao longo das calçadas, estas deverão também proporcionar a segurança devida, bem como deverão ter largura suficiente para que o trânsito dos pedestres se processe sem atropelos.

2. INSTALAÇÃO DA OBRA

O Construtor deverá fornecer, instalar, mobiliar, manter à disposição, montar e, ao final da obra desmontar, e retirar todos os escritórios, vestiários, moradias, oficinas, depósitos, almoxarifados, ambulatórios e instalações sanitárias necessários para a sua utilização, assim como um escritório de obra para a Fiscalização, com instalação sanitária própria.

Para todas as instalações mencionadas e outras que se fizerem necessárias deverá ser feita manutenção e limpeza durante todo o período de construção.

A iluminação e sinalização da obra, da cerca e das pontes provisórias estarão a cargo do Construtor. Até a entrega da obra pronta, as galerias e o canteiro deverão ser convenientemente iluminados. A iluminação da vala de construção e do interior das construções subterrâneas não poderá ser desligada, ainda que não haja trabalho noturno. O Construtor tem a obrigação de consertar imediatamente qualquer defeito que possa ocorrer na iluminação da obra, bem como das interdições e sinalizações, inclusive nos períodos de paralisação da obra.

O Construtor deve organizar seus trabalhos de tal modo que as entradas e acessos a edificações vizinhas à obra não sejam interditadas. Se for necessário interditar o acesso de carros às vizinhanças, em virtude da construção, essa interdição deverá ser requerida ao METROFOR com quatro semanas de antecedência.

O canteiro da obra deverá ser mantido acessível para que possa ser fiscalizada a execução dos trabalhos, providenciando-se para tanto, escadas, passagens e pontes em número suficiente e em boas condições de segurança.

Com relação a todos os depósitos, bem como aos canteiros e as suas instalações, serão obedecidos os regulamentos do Corpo de Bombeiros, sendo o Construtor o único responsável pelo perfeito atendimento dos mesmos.

A rede contra incêndio, no trecho das galerias, será dimensionada pelo Construtor, considerando a quantidade e o tipo das edificações das vizinhanças. O projeto deverá atender às exigências do Corpo de Bombeiros que o aprovará. Costuma-se colocar em intervalos pré-fixados (50,0 a 50,0 m) registro em T para a ligação das mangueiras. A instalação deverá estar ligada permanentemente à rede pública, a fim de que fique sempre em carga. Deverão ser feitos cobrimentos sobre as tubulações como proteção, dado seu assentamento ser na superfície do terreno. Justamente por isso, uma verificação e manutenção constante serão necessárias, devendo ser imediatos os reparos que porventura ocorrerem.

Se as áreas dos depósitos colocados à disposição do Construtor se situarem fora do canteiro de obras, o cercamento e a iluminação dessas áreas, também, ficarão a cargo do Construtor.

2.1 Canteiro das Obras

Fazem parte deste item todos os serviços necessários à implantação do canteiro de obras. Inclui-se a preparação e o nivelamento do terreno. O local das obras e depósitos deverá ser preparado e possuir vias de acesso que possam ser usadas mesmo em caso de chuvas fortes. Os depósitos deverão ser construídos de tal modo que protejam todos os materiais contra os estragos e influências das intempéries. Reservatórios para água e silos para cimento e agregados deverão ser previstos em quantidade e tamanho suficientes para permitir a continuidade das obras durante um mínimo de 48 horas, mesmo ocorrendo falta d'água e interrupção no fornecimento de cimento e agregados. Ademais, no caso da execução de serviços que não possam ser interrompidos, deverá

haver previsão para estocagem de material em quantidade suficiente para assegurar um fornecimento contínuo ao canteiro, mesmo no caso de colapsos do abastecimento. Deverão ser executadas todas as instalações de abastecimento de água, energia elétrica, esgoto, inclusive as respectivas ligações com as redes públicas.

Este item abrange ainda a execução e instalação de um laboratório de campo. Este laboratório deverá ser adequado para a realização de ensaios de compactação de solo e ensaios usuais para a determinação da qualidade de todos os materiais para o concreto (cimento, agregados, água), bem como da resistência do concreto.

Compete ao Construtor realizar todos os entendimentos e providências junto às Concessionárias e órgãos públicos.

O quadro de distribuição e o medidor serão ligados ao cabo alimentador de energia em local pré-determinado de onde se processará a distribuição de energia aos pontos de consumo.

O hidrômetro será ligado à rede de água em local pré-determinado, para sua distribuição aos locais de consumo. Todas as canalizações de esgoto juntar-se-ão em uma canalização coletiva, ligada à rede pública.

As oficinas serão destinadas à manutenção e conservação de aparelhos pequenos, ferramentas e materiais de construção.

Para a manutenção das máquinas deverá haver oficina suficientemente grande com pessoal e estoque adequado de peças de reposição.

2.2 Construções Provisórias no Canteiro

Os barracões destinados a escritórios, depósitos, casa de máquinas, casa de bombas e outros similares serão construídos dentro das dimensões convenientes para cada caso, atendidas as exigências e segurança contra incêndio.

A normatização sobre construção e utilização dos alojamentos, refeitórios, cozinhas, sanitários, vestiários e áreas de lazer, deverão ser elaborados pelo Construtor e aprovados pelo METROFOR.

Será adotada a cor verde para pintura externa.

Concluídas as obras, todas as áreas deverão ser restabelecidas à sua feição original ou remodeladas de acordo com instruções do METROFOR.

Construtor deverá apresentar Lay-out do canteiro de obras quando da entrega de sua Proposta, de acordo com o Capítulo I - Condições Especiais.

Os locais para instalação dos Canteiros serão cedidos pelo METROFOR ao Construtor durante o tempo da obra de execução.

2.3 Transporte e Montagem de Máquinas

Inclui o transporte e montagem de todo o equipamento necessário às obras, quer nacional, quer importado, exceto o indicado no item 2.3, cuja responsabilidade compete ao Construtor.

2.4 Geradores de Emergência

Geradores de emergência deverão ser instalados com capacidade para suprir todo o canteiro e todas as pontes da obra, incluindo as máquinas mais importantes, de modo que as obras possam prosseguir normalmente no caso de colapso no abastecimento público.

Os geradores deverão estar sempre em condições de entrar imediatamente em operação, e deverão, portanto, ser periodicamente testados. Os geradores só serão transportados e instalados mediante prévia autorização do METROFOR.

2.5 Escritório de Obras do METROFOR

O Construtor deverá construir um escritório de obras para o METROFOR, com área útil de 120 m2, aproximadamente, e de acordo com o desenho que lhe for fornecido.

Deverá ser dotado de telefone.

O local para construção deverá ser escolhido de comum acordo com o METROFOR, considerando, dentro do possível, a orientação do sol.

2.6 Tapumes, Cercas e Portões

O canteiro de obras, bem como todos os depósitos e instalações fora do canteiro deverão ser cercados, de acordo com o projeto-padrão fornecido.

a) Tapumes

Entende-se por tapume a vedação com material opaco e resistente, destinado a delimitar o canteiro de trabalho. Deverão ser utilizadas placas de madeira compensada com espessura de 6 mm. Serão fixadas em três caibros de 7,5 x 7,5 cm de pinho de primeira, dispostos horizontalmente com 1,062 m de centro a centro. Os caibros prendem-se em moirões de madeira de lei com 0,15 x 0,075 m de seção de 3,10 m de comprimento, dispostos verticalmente com intervalos de 2,275 m. Os moirões serão enterrados em cavidades com 0,25 m de diâmetro e 1,00 m de profundidade, devendo apresentar 2,20 m na porção externa. O chumbamento dos moirões se fará por meio de concreto de qualidade fck ≥ 9,0 MPa.

A parte dos moirões a ser enterrada deverá ser pintada com tinta imunizante, devendo esta pintura atingir até 15 cm acima do nível do terreno.

A fixação das placas nos caibros e a destes nos moirões, serão feitas por meio de pregos ou parafusos, não podendo haver saliências em relação ao plano definido pelas placas. Os caibros e moirões ficarão para o lado de dentro do canteiro.

Haverá janelas para observação por parte do público, dispostas de tal forma que haja quatro painéis fechados entre duas janelas consecutivas. A parte superior das mesmas corresponderá ao caibro superior. A altura será de 1,062 m. Será guarnecida com tela de arame galvanizado BWG 12 com malhas quadrangulares de 2 1/2” dispostas em diagonal.

Os tapumes serão pintados externamente com tinta plástica na cor verde.

Não é permitido o aluguel dos tapumes para propaganda.

O afastamento entre tapume e escavação será fixado, em cada caso, em função das necessidades internas e do espaço disponível. Quando estiverem localizados em passeios, não deverão tomá-los totalmente. Deve-se preservar uma faixa de passeio entre 0,60 e 1,20 m.

b) Cercas

Entende-se por cerca a vedação com tela de arame galvanizado BWM 12 com malhas quadrangulares de 2 ½" dispostas em diagonal.

A sustentação da cerca será semelhante à descrita no item anterior para tapume, acrescida, entretanto, de mais de um caibro horizontal.

Os moirões e caibros serão pintados nas três faces visíveis pelo lado de fora.

O acabamento deverá ser de tal maneira que as superfícies sejam planas e não apresentem pontas resultantes do corte de malhas, ou de emprego de grampos, pregos ou parafusos.

O emprego das cercas será obrigatório nas esquinas e nas quebras de alinhamento do tapume. Nas esquinas, o comprimento será de 10,00 m para cada lado, num total de 20,00 m. Nas quebras de alinhamento, os vértices com ângulos menores de 30º terão dois painéis de tapume substituídos por tela, um para cada lado, num total de 5,00 m; os vértices com ângulos maiores de 30º terão quatro painéis substituídos por tela, dois para cada lado, num total de 10,00 m.

Após a aceitação, a cada ano, os tapumes e cercas serão submetidos à vistoria e conservação, devendo ser obrigatoriamente pintados e ter substituídas as partes deterioradas.

c) Portões

Portões são aberturas executadas nos tapumes ou cercas com a finalidade de assegurar a entrada e saída de pedestres ou veículos.

Serão constituídos com a mesma tela das cercas e na quantidade que convier ao Construtor. A altura será a mesma das cercas e tapumes. A largura, em princípio, deverá respeitar o módulo 2,50 m.

A estrutura ficará a critério do Construtor, mas a cor deverá ser a mesma adotada nos tapumes.

2.7 Locação da Obra

No início do contrato, o METROFOR fornecerá ao Construtor os pontos da poligonal principal. Em decorrência, o Construtor deverá apresentar dentro de 15 dias, para aprovação do METROFOR,

uma caderneta contendo a locação sugerida para pontos auxiliares da poligonal, que deverão ser utilizados como pontos de referência para a locação da obra.

Cabe ao Construtor a execução de toda a locação, controle da locação, medições conjuntas de controle com o METROFOR, locação de todos os elementos construtivos e estruturais e verificação quanto à observância às tolerâncias da obra.

O Construtor deverá utilizar, para a exata realização desta tarefa, engenheiros, topógrafos qualificados e auxiliares, bem como todos os instrumentos de precisão e materiais necessários, desde o início da construção até a entrega da obra pronta.

Deverá elaborar, preencher e manter todas as cadernetas de campo, registros em desenhos, plantas necessárias para a locação e para o respectivo controle.

Por esta razão, as suas atribuições incluem o cálculo complementar de outros pontos de locação das obras e instalações, bem como as respectivas anotações nas plantas.

Chama-se a atenção para algumas tarefas especialmente importantes na obra subterrânea, tais como:

a) Marcar com exatidão e apropriadamente, antes do início das obras, as paredes da vala e a localização dos perfis de escoramento.

b) Efetuar contínuas medições de controle durante a execução das paredes da vala, para executar, com a devida antecedência, medidas corretivas, antes que sejam ultrapassadas as tolerâncias admissíveis.

c) Medir precisamente a parede da vala após a execução da mesma e, a pedido do METROFOR; executar os desenhos correspondentes.

d) Medir e registrar os perfis em forma de desenho, em distâncias de 6 a 10 m, conforme prescrição da Fiscalização.

e) Medir, a título de revisão, antes da concretagem, o piso de concreto nas galerias, estações, etc., e apresentar as marcações para a verificação de medidas, por amostragem, pelo METROFOR.

f) Medir novamente, a título de verificação, antes de concretar, todas as paredes e estruturas verticais, sobretudo as paredes, colunas e tetos;

g) Medir com precisão e registrar as tolerâncias ultrapassadas, em paredes diafragma, após a sua execução.

h) Medir novamente, a título de verificação, todos os entalhes e todas as partes embutidas da obra, antes da concretagem, registrando estes dados em desenhos.

i) Executar, em presença da Fiscalização do METROFOR, todas as verificações intermediárias e finais para a entrega da obra, no que se refere à obediência às medidas e tolerâncias admissíveis na locação, e elaborar, sob determinação do METROFOR, os desenhos necessários.

j) No caso das paredes diafragma incorporadas, as gaiolas deverão ser colocadas na cava sob rigoroso controle, de forma a que as armaduras de espera, que serão

emendadas com as armaduras das lajes da construção permanente, tenham suas posições garantidas nas cotas previstas nos projetos.

O METROFOR deverá ser cientificado, com antecedência de pelo menos 48 horas, do início de todas as fases principais, sobretudo a execução das paredes da vala e todas as concretagens, a fim de poder conferir e verificar as marcações por amostragem acima citadas.

A responsabilidade total pela exatidão na locação e medidas da obra, no entanto, cabe exclusivamente ao Construtor, e não será restringida por eventuais conferências e medições de controle anteriormente efetuadas pelo METROFOR.

Outras tarefas adicionais abrangidas neste item são:

- Controle de recalques nas partes provisórias e permanentes da obra;
- Eventualmente, elaboração de plantas de locação, levantadas no local, relativas a tubulações de toda a espécie, quer já existentes, quer recém-colocadas pelo Construtor.

2.8 Tabuletas de Obra

Este serviço compreende o fornecimento, montagem, manutenção e retirada de duas tabuletas de 3,00 x 4,00 m, com letreiros, executadas em folha galvanizada, guarnecidas com moldura de madeira de lei com 10 cm, aproximadamente. A face posterior deverá ser contraventada com madeira de lei ou perfis metálicos, de maneira e assegurar a forma plana. A face anterior será pintada com tinta plástica, constituindo o fundo para receber a inscrição que deve conter. As tintas utilizadas deverão ser próprias para resistir ao tempo. O desenho padrão será apresentado pelo METROFOR.

As tabuletas serão mantidas na vertical por meio de montantes de madeira de lei ou perfilados metálicos que serão escorados para maior segurança.

A inscrição conterá os textos recomendados pelo METROFOR. Em princípio, conterá indicações completas sobre os órgãos do Governo e as empresas que participam da construção e da instalação de sistemas.

Estão incluídos os serviços de escavações, blocos de fundação, ancoragem para tirantes e, eventualmente, cerca de proteção da tabuleta e do escoramento.

A conservação das tabuletas durante a execução das obras e a posterior retirada serão encargos do Construtor.

O METROFOR deverá aprovar previamente um desenho em escala, revelando a disposição das palavras e as dimensões e forma das letras e símbolos.

2.9 Construção de Cavaletes

Os cavaletes serão em madeira, composta de sarrafos e pontaletes, colocados dois a dois, formando ângulo de 30º, tendo uma tábua de 1” x 6” unindo os sarrafos longitudinalmente.

A altura do cavalete é de aproximadamente de 1,20 m e sua largura deverá ser 2,50 m. Haverá projeto padrão para construção destes cavaletes.

Deverão ser pintados com tinta refletora, após receberem o logotipo do METROFOR.

2.10 Execução de Rampa de Lavagem

Todo canteiro de obra, situado em área urbana e central, deverá manter próximo às saídas dos caminhões, rampas de lavagem de rodas, a fim de que os mesmos não venham enlamear ou trazer detritos de barro para as ruas. Estas rampas obedecerão a projetos e poderão ser em estruturas metálicas ou em concreto armado. Haverá no interior da rampa elementos de captação d'água e caixa de areia. A água servida será esgotada para local previamente determinado. O sistema de retirada d'água poderá ser através de grupo bomba. Uma instalação de abastecimento de água deverá ser feita, constando de mangueira e bomba que forneça a pressão necessária à utilização.

3. MOVIMENTO DE TERRA

As escavações deverão ser executadas de forma a ficar garantida a permanente segurança da vala de construção, devendo, para tanto, serem obedecidos os planos de seqüência e os cronogramas que devem ser apresentados previamente ao METROFOR, para aprovação. A escavação abrange todos os tipos de solo e materiais, inclusive eventuais restos de alvenaria ou concreto, madeiramentos, etc. Os perfis de sondagem dão uma visão geral e suficiente sobre a composição do solo e as suas características.

No caso de a escavação ultrapassar a linha estabelecida, deverá ser feito enchimento e compactação com materiais adequados.

Sempre onde não for mais possível a escavação por meio de máquinas, onde houver perigo de afrouxamento nas superfícies existentes, ou ainda, onde puderem ocorrer danos em instalações, utilidades, edificações, etc., existentes, a escavação deverá ser executada manualmente.

A terra escavada é de propriedade do METROFOR, não podendo o Construtor dispor da mesma sem sua autorização.

3.1 Escavação a Céu Aberto e Remoção de Blocos Isolados

As escavações poderão ser feitas em materiais, classificados pela Fiscalização em 1ª, 2ª e 3ª categorias.

A escavação até a profundidade de 2 metros deverá ser realizada com muito cuidado, principalmente através de escavação manual, em face da existência de redes de serviços públicos nesta zona.

Os desvios e remanejamentos de redes de serviços públicos devem ser executados conforme especificado no Título 1 deste capítulo.

Canalizações fora de uso deverão ser retiradas e devolvidas ao proprietário, quando solicitado pelo METROFOR. Se durante a escavação forem encontradas canalizações desconhecidas, este fato deverá ser levado imediatamente ao conhecimento do METROFOR e só com sua autorização os trabalhos poderão ter prosseguimento.

A terra deverá ser escavada e carregada. Para transporte, ver item 3.5 adiante.

Utilizando-se escoramento com pranchões de madeira, a escavação só poderá avançar de cada vez até um ponto onde não caia terra. A terra, no espaço entre os perfis do escoramento onde serão dispostos os pranchões de madeira, deverá ser retirada cuidadosamente por meio de escavação manual.

A escavação na zona da parede de escoramento só deverá ser executada até a face inferior de uma estronca ou ancoragem; no entanto, no meio da vala, poderá ser escavada uma cava para o "bulldozer", ou outro equipamento equivalente, devendo ser observado que haja um talude suficientemente largo de ambos os lados. Após a colocação das estroncas ou ancoragens, a escavação poderá prosseguir.

A escavação deverá obedecer aos desenhos elaborados para as "Fases de execução".

A escavação inclui a execução de valetas e poços de drenagem.

Escavações submersas deverão ser autorizadas pelo METROFOR, sendo que o nível do lençol d'água deverá ser rigorosamente mantido.

Os blocos de rocha deverão ser inteiramente removidos e, eventualmente, deverão ser utilizados os serviços de mergulhadores para remover blocos ou rochas maiores, em escavações submersas. Após o esgotamento da água, o piso deverá ser aplainado e limpo.

3.2 Preparação do Fundo da Cava

A fim de evitar que os equipamentos utilizados para a escavação, revolvam o solo, ao atingirem o fundo da cava, estes deverão ser retirados a tempo. O restante da escavação deverá, então, ser feita manualmente.

O fundo da cava deverá ser compactado com equipamento apropriado, antes da concretagem, a uma percentagem de compactação de 98% do ensaio "Proctor" normal.

No caso do fundo da escavação ser em rocha sã, deverá haver preocupação no que diz respeito ao nivelamento necessário dentro da cota prevista, uma vez que normalmente estas escavações são feitas à base de explosivos e os fogos deverão ser devidamente dimensionados, para que não haja no fundo da vala, após as explosões, grandes discrepâncias de níveis e com isso facilitar o serviço manual que deverá ser feito como complemento.

3.3 Camada de Drenagem

Existindo solo coesivo no fundo da cava, este deverá ser geralmente escavado em mais 20 cm, e substituído por material filtrante apropriado; este material deverá ser compactado e possuir uma composição correta com vistas à água infiltrante do subsolo.

Os trabalhos da galeria somente poderão ser iniciados após o METROFOR liberar o fundo da cava.

Solos sensíveis a nascentes deverão ser cobertos imediatamente com concreto de lastro; dever-se-á evitar deixar a cava aberta durante tempo prolongado.

3.4 Reaterro Superior

O reaterro da cava somente poderá ser realizado com solo não coesivo apropriado para tal fim. Não será permitido, de maneira alguma, usar entulho, pedras, pedaços de madeira ou materiais orgânicos.

Caso o METROFOR permita o uso de pó-de-pedra, quer no reaterro lateral, quer no reaterro superior, neste último só deverá ser executado dentro da caixa do logradouro ou do futuro logradouro.

O reaterro dos espaços de trabalho deverá ser feito ao mesmo tempo em que são executadas as paredes estruturais com as camadas de proteção.

A altura do reaterro sobre a obra será determinada pelas plantas de execução.

Dever-se-á evitar compactação manual, a não ser no reaterro com existência de canalizações, quando deverá ser feito com o máximo cuidado.

Em reaterro por processo mecânico, a altura do reaterro e o número de etapas de trabalho deverão ser baseados no tipo e tamanho do equipamento utilizado, e na qualidade do solo e densidade de

compactação exigida. As camadas, de no máximo, 30 cm de espessura, deverão ser lançadas e compactadas continuamente em toda a largura da cava. A compactação dos primeiros 1,5 m acima da obra deverá ser feita de tal forma que a camada de proteção e a impermeabilização não sofram danos.

Os equipamentos e processos a serem utilizados na compactação deverão ser autorizados pelo METROFOR.

Em locais de difícil acesso, deverá ser verificado se a compactação poderá ser feita, ou se será necessário assegurar uma densidade satisfatória mediante o emprego de concreto pobre ou outras medidas apropriadas para evitar recalques.

No espaço de trabalho entre a galeria e o escoramento, deverão ser feitas sondagens aproximadamente de 100 em 100 m e em cada 2 m de altura reaterrada, para verificar a uniformidade da compactação.

Todos os ensaios são tarefas do Construtor e os locais destinados aos ensaios são determinados pelo METROFOR.

Para cada 500 m3 de reaterro deverá ser feito um ensaio de controle de compactação (Proctor ou Kuenzel), sendo os resultados dos ensaios encaminhados ao METROFOR.

Solo mal compactado deverá ser retirado, novamente colocado e compactado, incluindo-se ensaios adicionais de compactação.

O Construtor é o único responsável por todos os recalques que apareçam posteriormente e os danos decorrentes.

No que concerne ao reaterro de áreas sobre canalizações existentes, levando-se em consideração os direitos dos proprietários e a utilização de equipamentos apropriados, se a densidade da compactação referente ao valor “Proctor” prescrito não for alcançada, deverão ser tomadas outras providências, de acordo com o METROFOR.

A compactação lateral e a superior, quando realizadas próximas a edificações e sob ruas ou outras instalações de tráfego, deverão ser feitas cuidadosamente para que sejam evitados recalques nas edificações e nas áreas de tráfego.

3.5 Transporte do Material Escavado

O material escavado deverá ser carregado e transportado para os locais designados para servirem de bota-fora e lá descarregado, exceto aquele a ser reaproveitado no reaterro da cava, que deverá ser transportado para os locais estabelecidos para servirem de depósito e lá descarregados.

Eventualmente, poderá ser necessário armazenar provisoriamente o material escavado, em vez de transportá-lo diretamente para os locais de depósito ou de bota-fora, devido, por exemplo, à limitação das horas disponíveis para a circulação de caminhões. Tais tarefas estão incluídas neste item.

A movimentação de caminhões fora do canteiro de obras será efetuada seguindo itinerários pré-estabelecidos pelas autoridades competentes, cujas recomendações deverão ser seguidas pelo Construtor, por cuja conta correrão as despesas daí resultantes, inclusive as de sinalização do percurso. Esta movimentação deverá interferir o mínimo possível com o tráfego geral, processando-se, em princípio, à noite (desde que não haja ordem em contrário), utilizando ruas ou

faixas de ruas privativas, ficando suspenso nas horas críticas do "rush", que ficam estabelecidas para este fim:

Pela manhã: 7 h às 9 h

Pela tarde: 17 h às 19 h

3.6 Transporte de Material Reaproveitável para Reaterro

Compreende a carga no depósito, transporte e descarga ao longo da vala, do material escavado a ser reaproveitado no reaterro.

No mais, valem as mesmas observações do item anterior, onde couberem.

3.7 Espalhamento no Local de Bota-Fora

Quando solicitado pelo METROFOR, o material de bota-fora deverá ser espalhado e compactado. Esses serviços deverão ser realizados com emprego de trator.

3.8 Acerto Manual dos Taludes

No trecho em vala aberta, será efetuado o acerto manual dos taludes, que consistirá no aplainamento da superfície lateral de escavação por meio de ferramentas manuais, de maneira a conservar o talude na inclinação projetada e deixar a superfície pronta para receber, se necessária, uma proteção, conforme indicação do METROFOR. Inclui-se a manutenção de talude durante toda a duração das obras.

3.9 Reagrupamento do Material Escavado

No caso de ser transportado a um bota-fora ou pátio de armazenamento, o material deverá ser convenientemente espalhado, a fim de permitir a melhor utilização da área, garantindo um perfeito escoamento das águas superficiais, impedindo o seu empoçamento. Especial atenção deverá ter o Construtor no que se refere a estabilidade e drenagem de proteção das saias do aterro, adotando todas as medidas de segurança com relação às propriedades de terceiros. Prejuízos causados em decorrência da inobservância acima correrão por conta e risco do Construtor.

A construção das estradas de acesso às áreas de bota-fora ou pátio de armazenamento e sua conservação, correrão por conta do Construtor. Com objetivo de melhor reaproveitamento dos materiais provenientes da escavação, para reaterros futuros, o Construtor se obriga a selecionar nos pátios de armazenamento as diversas qualidades de terra.

3.10 Emprego de Correias Transportadoras

O material escavado poderá ser transportado dentro da vala por correias transportadoras. Estas correias deverão ter o comprimento necessário para levar o material até o local de içamento. Serão acionadas por motores com potência suficiente para atender ao bom funcionamento. De um modo geral, o emprego de correias transportadoras está subordinado às condições do solo dentro da vala, normalmente solos sem resistências, onde não seja permitida a utilização de trator. O emprego deste processo de transporte depende de autorização do METROFOR.

3.11 Escavação para Blocos, Sapatas, etc.

As escavações para blocos, sapatas e outros, poderão ser feitas manual e mecanicamente.

Poderá haver casos em que haja necessidade de escoramento das paredes da cava.

As dimensões das cavas deverão ser sempre de tal ordem que permitam condições ideais de trabalho dentro delas. Deverá ser previsto o esgotamento d'água, quando não houver rebaixamento do lençol para este fim.

3.12 Reaterro das Cavas das Fundações

As cavas das fundações destes tipos deverão ser reaterradas com material adequado, colocado em camadas de 20 cm e perfeitamente compactado. No mais, observar o prescrito no item 3.4.

3.13 Cortes, Escavações

As operações de corte compreendem a escavação do material no local em que ele se encontra, a carga do material no veículo transportador e o transporte até o local indicado pelo METROFOR. A escavação poderá ser executada em cortes ou caixas de empréstimos com o objetivo de implantar o sistema viário, obras de arte, obter material para construção de aterros ou remover material, executar drenagem ou paisagismo, ou com outros objetivos, tudo de conformidade com as indicações contidas no projeto ou nas instruções da Fiscalização.

A classificação dos materiais ocorrentes obedecerá aos critérios seguintes:

a) Materiais de 1ª Categoria: - compreendem solos em geral, sedimentares ou residuais, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15m, quaisquer que sejam o teor de umidade que apresentem.

b) Materiais de 2ª Categoria: - compreendem os materiais de desmonte mecânico inferior ao da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização de maior equipamento de escarificação; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a $2m^3$ e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0.15 e 1,00m.

c) Materiais de 3ª Categoria: - compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00m,ou de volume igual ou superior a 2m3, cuja extração e redução, a fim de facilitar o carregamento, se processem com o emprego contínuo de explosivos.

A escavação em empréstimos será precedida da execução dos serviços de limpeza da área do empréstimo, na espessura de 0,20 m. O acabamento dos bordos da caixa de empréstimo deverá ser executado sob taludes estáveis.

O fundo das caixas de empréstimo deverá apresentar declividade suficiente, orientada segundo direção que permita encaminhar as águas de precipitação para saídas convenientemente dispostas que possibilitem o seu esgotamento. Após a retirada de todo o material desejado do empréstimo, o mesmo deverá ter a sua superfície regularizada e receber tratamento de recomposição com cobertura vegetal apropriada.

O desenvolvimento da escavação dos cortes se processará mediante a previsão da utilização adequada ou rejeição dos materiais. Desta forma somente serão transportados para a constituição de aterros os materiais que, por sua caracterização, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros.

Constatada a conveniência técnica e econômica da reserva de materiais escavados nos cortes, para a execução das camadas superiores dos aterros, será procedido o depósito dos referidos materiais para oportuna utilização.

As massas excedentes serão objeto de bota-fora, devendo os locais destinados para tal finalidade serem cuidadosamente escolhidos e executados de modo a assegurar a manutenção de aspectos paisagísticos, o livre escoamento das águas e a estabilidade e segurança das vias públicas próximas.

A superfície dos taludes e da plataforma dos cortes solo ou moledo deve ser expurgada de detritos de rochas, pedras, matacões, raízes, troncos, etc.

Quando, ao nível da plataforma dos cortes, for verificada a ocorrência de solos com elevada expansibilidade de (e > 2%) baixa capacidade de suporte (CBR <10 e LL > 75), solos orgânicos e particularmente, turfa, promover-se-á o rebaixamento numa espessura fixada conforme o CBR verificado e proceder-se-á a execução de novas camadas constituídas de materiais selecionados.

Quando o material da plataforma já possuir características técnicas compatíveis com o Projeto Executivo, bastará apenas escarificar e recompactar o material, com o mesmo grau de compactação da camada final dos aterros.

A superfície final da plataforma do corte deve apresentar-se regularizada, segundo a seção tipo do Projeto Executivo.

3.14 Aterros

Aterros são segmentos da terraplanagem cuja implantação requer o depósito e a compactação controlada de materiais previamente escavados, provenientes de cortes ou de caixas de empréstimos.

Distinguem-se os seguintes elementos que exigem, em alguns casos, tratamentos específicos:

- o terreno de fundação;
- os taludes (ou saias);
- o corpo principal do aterro desde a superfície inicial de terraplanagem até a altura de 0,60m, medida para baixo, a partir da superfície final de terraplanagem;
- a camada final do aterro, constituída pelo prisma de terra situado na parte superior do aterro, desde a referida profundidade de 0,60 m até a superfície final de terraplanagem.

As operações de aterro compreendem:

- espalhamento, homogeneização, umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos para a construção do corpo principal do aterro definido anteriormente;

- construção da camada final do aterro precedentemente definida;

- substituição, eventual, dos materiais de qualidade inferior, previamente removidos para melhorar as fundações do aterro.

Os materiais constitutivos dos aterros serão selecionados dentre os de categoria solo oriundo de cortes e eventualmente de empréstimos. Devem ser empregados para cada parte constitutiva do mesmo os materiais selecionados, indicados no Projeto Executivo.

A substituição destes materiais selecionados por outros, de qualidade nunca inferior, quer seja por necessidade de serviços, quer seja por conveniência do Construtor, somente poderá ser processada após prévia autorização da Fiscalização que deverá examinar o problema com base em estudos tecnológicos e econômicos apropriados.

Não é admitida a existência de troncos, ramos e detritos orgânicos no material do aterro.

Os solos para aterros deverão ser isentos de turfa, matéria orgânica, micácia e diatomácea. Não serão executados aterros com solos moles (argila orgânica, solos compressíveis).

Em nenhuma circunstância poderão utilizar-se, nas camadas dos aterros materiais não destorroáveis que prejudiquem a compactação.

Para execução do corpo do aterro não serão admitidos materiais com ISC (Índice Suporte Califórnia) inferior a 4% e expansão superior a 4%, salvo alteração autorizada pela Fiscalização.

Quanto à camada final do aterro estes limites passam a ser 15% (ISC) e 2% (expansão), salvo alteração autorizada pela Fiscalização.

Preliminarmente à execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras de arte correntes necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelas mesmas.

O lançamento do material para a construção de aterros deverá ser feito em camadas sucessivas em toda a largura da seção transversal e a espessura de material solto a compactar não deverá ultrapassar 0,30 m.

Na camada final do aterro (últimos 0,60 m) a espessura de material solto de cada camada parcial a ser compactada será, no máximo, de 0,20 m.

Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas. Para o corpo principal do aterro, deverão sê-lo na umidade ótima com variação de menos 0,1 hót a + 0,05 hót, até obter-se a massa específica seca de 95% do ensaio MB-33 da ABNT.

A camada final, previamente definida, deverá ser compactada na umidade ótima, com variação de menos 0,1 hót a + 0,05 hót, até se obter a massa específica aparente seca de 100% + 2%, em relação aquele ensaio. Os trechos que não atingirem as condições aqui especificadas deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, até que sejam obtidas as condições limites.

No caso de alargamento de aterros a execução será procedida obrigatoriamente de baixo para cima, fazendo-se o recorte do talude pré-existente em degraus. É estritamente proibida a execução do alargamento pelo simples lançamento do material a partir da borda do aterro.

A inclinação do talude dos aterros será fixada no Projeto Executivo, em função da natureza dos solos empregados e da altura dos terraplenos.

Havendo a possibilidade de solapamento da saia do aterro por efeito de águas superficiais, deverá ser prevista a execução de tratamento e proteção. Em certos casos, poderá ser suficiente o emprego de valetas de proteção no pé do aterro.

Sempre que possível, nos locais de travessia de cursos de água ou passagens superiores, o aterro deverá ser feito antes da execução da obra de arte projetada, até uma distância mínima de seus encontros ou pilares extremos, a qual será determinada pela Fiscalização, se não tiver sido indicada no projeto do terrapleno ou no da obra de arte especial.

Restará sempre uma parte do aterro a ser executada após a conclusão da obra. Este aterro complementar deverá ficar plenamente solidário com a parte contígua do aterro principal, exigindo-se para tanto o conveniente preparo do talude frontal deste último, mediante a execução de degraus.

A utilização dos equipamentos de terraplanagem e de compactação deve ser feita sob cuidados especiais, a fim de evitar impactos e solicitações adicionais sobre os encontros e pilares.

Na imediata adjacência destes elementos é conveniente o emprego de compactadores vibratórios pneumáticos (sapos mecânicos) e até mesmo o apiloamento manual.

A execução do aterro complementar deve ser efetuada mediante a deposição de camadas de material com espessura de 0,15 m (material solto) a fim de permitir o emprego de compactadores mais leves que o usual.

O talude do aterro complementar deve ter acabamento excepcionalmente cuidadoso, sendo dotado de dispositivos de proteção especialmente previstos no Projeto Executivo. Estas recomendações são aplicáveis também às partes de aterro contíguos às obras de arte correntes.

O acabamento da plataforma do aterro será procedido mecanicamente de forma a alcançar-se a conformação indicada na seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

- variação máxima de altura de + 0,05 m, para o eixo e os bordos.
- variação máxima de largura de + 0,40 m para cada semi-plataforma, não se admitindo variação para menor.

Controle Tecnológico:

Os seguintes ensaios serão obrigatórios:

- um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME-47/64, para cada 1.000 m3 de um mesmo material empregado no corpo do aterro;
- um ensaio de determinação de massa específica aparente seca “in situ”, e de umidade para cada camada de material compactado do corpo do aterro, correspondente ao ensaio de compactação referido na alínea anterior, a cada 50 m, alternando-se bordo direito, eixo, bordo esquerdo, podendo esta ordem ser alterada a critério da Fiscalização;

- um ensaio de granulometria (DNER-ME-80/64), do limite de liquidez (DNER-ME-44/64) e o limite de plasticidade (DNER-ME-82/63), para todo grupo de 10 (dez) amostras submetidas ao ensaio de compactação referido anteriormente;

- um ensaio de compactação segundo o método DNER-ME-47/64 para cada 200 m3 de um mesmo material empregado na camada final (últimos 0,60 m);

- um ensaio de determinação da massa específica aparente seca e de umidade para cada 100m3 de camada final alternadamente nos bordos e no eixo, correspondente ao ensaio de compactação referido na alínea anterior;

- um ensaio de granulometria (DNER-ME-80/64), do limite de liquidez (DNER-ME-44/64) e do limite de plasticidade (DNER-ME-82/63) para todo grupo de 04 (quatro) amostras submetidas ao ensaio de compactação referido anteriormente.

- um ensaio de Índice Suporte Califórnia, com a energia do método DNER-ME-67/64, para cada grupo de 04 (quatro amostras) submetidas ao ensaio de compactação referido anteriormente.

3.15 Camada Drenante

A Camada Drenante destina-se a estabelecer uma drenagem eficiente, através da substituição de materiais inservíveis.

Os materiais a serem empregados serão basicamente constituídos por areia ou fragmento de rocha que apresentem, quando compactados, elevada capacidade de drenagem e de suporte e que possam constituir um dispositivo de reforço da fundação e principalmente, de intercepção de águas, que atingir o aterro por ascensão capilar.

Serão empregados materiais como pedra de ranchão, areia, brita de granulometria pré-fixada, seixos etc.

Estes materiais deverão estar isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais inadequados.

Estes materiais poderão ser aplicados para o preenchimento parcial ou total das cavas, devendo o projeto ou a própria Fiscalização estabelecer se a substituição será por um único ou por mais de um material, nesta hipótese, definindo a espessura das camadas de materiais distintos a serem empregados.

3.16 Compactação Manual de Aterros

Os serviços de compactação manual de aterros aplicam-se aos locais onde o emprego de equipamentos de compactação convencional de grande e médio porte, torna-se impróprio, quer seja por insuficiência da praça de trabalho disponível, quer pela proximidade de construções nas quais deverão ser evitados impactos e solicitações adicionais.

Dentre as várias situações em que poderá ser executada a compactação manual de aterros, destacam-se:

- os aterros complementares nas regiões dos encontros e de reaterro das fundações de Obras de Arte Especiais (OAE);

- os aterros junto a prédios;
- as recuperações de erosões em taludes de aterro e, eventualmente, de cortes;
- os reaterros na parte posterior dos muros de contenção;
- os aterros em torno dos bueiros, etc.

O material a ser utilizado na construção dos aterros obedecerá ao estabelecido nas Especificações de Aterros.

Deverão ser utilizados equipamentos de compactação de pequeno porte, tipo sapo mecânico, compactadores de placa, soquetes manuais etc, devendo, no entanto, ser obtido grau de compactação compatível com os fins a que se destina o aterro.

O aterro deverá ser executado em camadas de no máximo, 0,15 m de espessura de material solto, espalhado uniformemente por toda a área a ser compactada.

Para os casos de reaterro deverá ser utilizado o material proveniente de escavações, salvo se o mesmo não apresentar as características necessárias e condições compatíveis com a finalidade a que se destina.

O controle tecnológico consistirá na execução dos ensaios preconizados nas Especificações de Aterros, no que for aplicável, não estando, entretanto, sua realização condicionada aos volumes ali estabelecidos, cabendo à Fiscalização, quando julgado necessário, a escolha dos locais quantidades e tipos de ensaios que devam ser executados.

3.17 Sublastro Estabilizado Mecanicamente

Sublastro é a camada que se executa após a terraplanagem e que se destina a absorver parte dos esforços transmitidos pelo lastro, transferindo para o terreno subjacente, apenas a parcela desses esforços compatível com a capacidade de suporte do referido terreno.

Os materiais a serem empregados em sublastro deverão apresentar um Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR) igual ou superior a 20%, uma Expansão igual ou inferior a 1% e um Índice de Grupo (IG) igual a zero.

O CBR e a expansão, deverão ser determinados pelo método de ensaio DNER-ME-50/64 e com a energia de compactação correspondente ao ensaio DNER-ME-48/64.

Para o cálculo de IG deverão ser realizados os ensaios de granulometria, limite de liquidez e limite de plasticidade, pelos seguintes métodos:

- granulometria por peneiramento: Método DNER-ME-80/64;
- limite de liquidez: Método DNER-ME-44/71;
- limite de plasticidade: Método DNER- EM-82/63

O agregado retido na peneira n• 10 (2,0 mm) deverá ser constituído por partículas duras e duráveis, isento de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.

A execução do sublastro compreende as operações de limpeza, expurgo e escavação em jazidas, transporte do material escavado, espalhamento, mistura, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento, de modo tal que , após compactação, a camada se apresente na largura, espessura e conformação indicadas no projeto.

Quando for necessário executar camadas de sublastro com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo 20 cm após compactada.

A espessura mínima de qualquer camada de sublastro, será no mínimo, de 10cm, após compactação.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME-48/64

O teor de umidade, quando do início da compactação, deverá ser a umidade ótima do ensaio acima citado ± 2%.

Toda camada final de sublastro, será imprimada com uma faxc 1,2l/m2 de asfalto diluído, do tipo CM 30 ou CM 70.

3.18 Gabiões

Entende-se por gabiões um prisma retangular de diversas medidas cujos lados são constituídos por telas com malhas normais de 8,0 x 10,0 cm, de dupla torção, formando passo duplo, de arame grosso, geralmente com cobertura pesada de zinco, dentro do qual são colocadas pedras de diâmetro menor, porém superior ao furo da malha. Estas pedras poderão ser colocadas a granel ou arrumadas, dependendo do caso a utilizar. Há três tipos de gabiões: tipo caixa, tipo colchão, tipo saco. A diferença entre eles é apenas na forma, pois o princípio de funcionamento e enchimento é o mesmo. Os gabiões são empregados nos casos de contenção de encosta, muros de arrimo, revestimento de barragem, dreno nas saias dos aterros, etc. O melhor material para enchimento é aquele que proporcione maior peso, o que implica no menor número de vazios. Obviamente, ficam excluídas as pedras friáveis e as que não possam suportar a carga de compressão a que estão sujeitas. As faces teladas são costuradas entre si por arame da mesma natureza que a tela. Também entre as faces opostas dos gabiões serão colocados tirantes que servirão para manter as faces em posições corretas após colocadas as pedras. Estes tirantes não serão tensionados, porque a tensão sobre eles surgirá quando o peso das pedras começa a atuar. Há casos em que são colocados, além dos tirantes verticais e horizontais, tirantes em diagonal. Os arames usados de gabião, com 6 tirantes, suporta carga de 6,5 t. Somando-se a resistência dos arames, atrito entre as pedras e o peso próprio, é admitido um coeficiente de trabalho de 30 t/m^2. O normal de proteção dos arames é um zincagem e depois um banho com emulsão asfáltica.

4. DRENAGEM

4.1 Instrução para Execução de Dispositivos de Drenagem Superficial

a) Objetivo e Campo de Aplicação

Estabelecer os procedimentos e rotinas para execução de dispositivos de drenagem superficial para o METROFOR.

b) Considerações Gerais

O sistema de drenagem superficial é composto, basicamente, dos seguintes dispositivos:

- Valetas de plataforma de corte;
- Valetas de plataforma de aterro;
- Valetas de proteção;
- Valetas de berma;
- Descidas de águas;
- Caixas;
- Dissipadores de energia.

O Projeto Executivo, a ser desenvolvido, fornecerá os detalhes executivos de todos os dispositivos de drenagem superficial a serem empregados.

As valetas de plataforma de corte e de aterro destinam-se, as primeiras, à coleta e condução das águas precipitadas sobre a plataforma e os taludes dos cortes e, as segundas, têm a mesma função, mas apenas em relação às águas precipitadas sobre a plataforma dos aterros.

As valetas de proteção de crista de corte são canais escavados a uma distância mínima de 1 m da linha de “off-sets” dos cortes com o objetivo de impedir a descida das águas oriundas da parte mais elevada das encostas em direção ao talude do corte. São dispositivos interceptores de águas de função anti-corrosiva.

As valetas de proteção de pé-de-aterro têm função análoga e são colocadas também a distância mínima de 1 metro da linha de “off-sets” do aterro.

Todos os tipos de valetas citadas, moldadas “in-loco”, segmentadas a intervalos de 5 m por juntas preenchidas de material betuminoso, podem apresentar seções transversais retangulares e/ou trapezoidais.

Serão executadas descidas de água em todos os pontos baixos que possam surgir ao longo do desenvolvimento de valetas de proteção, bem como para todos os talvegues secundários interceptados por cortes cujas condições topográficas não permitam o esgotamento através daquelas valetas.

As caixas a serem executadas e que por sua finalidade se incluem entre os dispositivos de drenagem superficial são:

- caixas coletoras;
- caixas de passagem;
- caixas de inspeção.

As caixas coletoras serão executadas com a finalidade de coletar águas:

- conduzidas por valetas de plataforma a serem esgotadas por bueiros de greide;
- provenientes de descidas de água situadas nos taludes dos cortes;
- de pequenos talvegues a montante de bueiros cujas condições de implantação não permitam a execução das bocas normalmente utilizadas neste tipo de obra;
- de superfície, nos sistemas de escoamento concebidos para a drenagem de grandes áreas (caso de pátios, por exemplo).

As caixas de passagem serão executadas em canalizações onde ocorram mudança de:

- direção;
- declividade;
- seção transversal;
- mudanças de seção dos bueiros.

As caixas de inspeção serão executadas com a finalidade de facilitar os serviços de manutenção e limpeza, nas seguintes situações:

- segmentos de canalizações muito longas;
- pontos de conexão de canalização da plataforma ferroviária com sistemas locais, para recebimento ou deságüe de deflúvios.

Para caixas de inspeção com altura superior a 2,00 m deverão ser construídas chaminés com seção quadrada e dimensão do lado, em princípio, igual a 0,70 m, e altura de acordo com o Projeto.

A chaminé e respectiva tampa removível deste tipo de caixa de inspeção deverão ficar situadas em um dos cantos da caixa e encravados em uma das paredes comum (caixa e chaminé), deverão ser fixados ferros de 20 mm, em forma de U, espaçados de 0,30 m a fim de facilitar a descida de operário.

Os dissipadores de energia são dispositivos destinados a minimizar o efeito erosivo do fluxo de água concentrado sobre um único ponto.

Deverão ser executados dissipadores de energia ao pé de descidas de águas e ao final de valetas que venham a desaguar diretamente sobre o terreno natural, passível de erosão.

c) Materiais

c.1) Materiais de escavação

Os materiais de escavação relacionados com os dispositivos de drenagem de que trata esta Instrução serão classificados em 1ª categoria.

c.2) Materiais de revestimento e construção

Embora se empreguem freqüentemente outros materiais como asfalto, gramados, etc., todos os dispositivos de que trata esta Instrução, serão construídos ou revestidos, em princípio, de concreto de cimento Portland com fck ≥ 15 MPa.

Deverão ser observados as especificações relativas à execução de Concreto, inclusive quanto aos materiais neles utilizados (água, agregados miúdo e graúdo, cimento).

No caso de peças armadas, como são em geral, as descidas de água e caixas, devem ser observadas as especificações de Aço para Concreto onde estão definidos os tipos de aço e sua forma de aplicação na execução das armaduras.

O Projeto Executivo, a ser desenvolvido, indicará as bitolas e a classe dos ferros a serem empregados. Semelhantemente, as formas serão devidamente especificadas nas instruções para execução de formas de madeira para construção, tanto no que tange aos materiais a serem empregados quanto forma de execução.

d) Execução

Os diversos dispositivos de drenagem devem ser locados topograficamente pelo Construtor de acordo com as cotas, declividades e alinhamentos definidos no Projeto Executivo.

O Construtor procederá as escavações necessárias, de acordo com o Projeto Executivo, precedidas das operações de desmatamento e limpeza, quando for o caso.

O Construtor preparará as formas, colocará a armadura, quando for o caso, e fará o lançamento do concreto.

Após a conclusão dos dispositivos de drenagem superficial, deverá ser feito o reaterro e compactação, para concordância do terreno natural com estes dispositivos, de modo a garantir o perfeito escoamento das águas pluviais para os mesmos.

e) Controle

Serão feitos os controles topográficos de alinhamento, declividade e cotas.

Os controles tecnológicos de concreto e armaduras serão efetuados de acordo com as especificações.

4.2 Instrução para Execução de Bueiros Tubulares de Concreto

a) Objetivo e Campo de Aplicação

Estabelecer os procedimentos e rotinas para a execução de bueiros tubulares de concreto, para empreendimentos do METROFOR.

b) Considerações Gerais

Serão aproveitados os bueiros que se encontram em condições estruturais satisfatórias e atenderem ao dimensionamento hidráulico necessário às vazões afluentes. Nos casos em que apenas o comprimento da obra é insuficiente, esta será devidamente prolongada.

Os bueiros tubulares de concreto simples ou armado de que trata esta instrução, constituem-se não apenas do corpo do bueiro, mas também de outros elementos como os berços e as bocas, e geralmente, associam-se a dispositivos tais como caixas de inspeção, coletoras ou de passagem, bocas de lobo e demais dispositivos indicados no Projeto Executivo ou pela Fiscalização.

Para melhor compreensão, apresenta-se a seguir, o sentido em que são empregados determinados termos:

- Corpo do bueiro: é a estrutura constituída pelo conjunto de tubos, devidamente assentados e rejuntados, podendo ser composto de uma ou mais linhas paralelas de tubos de onde resulta a classificação dos mesmos em bueiros simples, duplos ou triplos tubulares de concreto (BSTC, BDTC e BTTC, respectivamente), conforme o número de linhas que os integrem.

- Bocas do bueiro: são estruturas terminais, construídas a montante e a jusante do seu corpo com o objetivo de promover a sustentação das partes adjacentes dos taludes, assegurar o correto direcionamento das águas à entrada e à saída da obra, evitar o solapamento do bueiro pelo efeito das águas afluentes e defluentes, e aumentar a segurança do corpo do bueiro contra deslizamentos de base e deslocamentos em geral. As bocas do bueiro são integradas por diversos elementos tais como calçadas, alas e testas. Em alguns projetos, a calçada da boca de montante é substituída por uma caixa, construída abaixo do nível do terreno, para garantir a decantação de areia e detritos arrastados pelas águas ou minimizando a sua entrada no corpo do bueiro. Em outros tipos, a boca de jusante é associada a um canal de descarga e/ou dispositivo dissipador de energia.

- Berço: constitui-se de uma camada de concreto assentada normalmente sobre o solo da fundação e que serve de apoio ao corpo do bueiro, que nela se insere ao longo de uma superfície cilíndrica de seção conformada em segmento circular, capaz de assegurar a perfeita solidariedade entre os tubos e o próprio berço.

- Altura do Aterro: considera-se como a distância entre a geratriz superior externa do bueiro tubular e a superfície superior da camada final de terraplanagem, medida no eixo da via.

As caixas de inspeção, coletoras e de passagem são necessárias nos pontos de mudança de direção, declividade, diâmetro ou seção transversal dos bueiros. Também são utilizadas com a finalidade de coletar águas conduzidas por valetas ou provenientes de descidas d'água e talvegues a serem escoadas, geralmente, através dos bueiros de greide, além de possibilitarem a execução dos serviços de manutenção e limpeza nas canalizações muito longas.

Os dissipadores de energia a serem executados e que por sua finalidade se incluem entre os dispositivos que se associam aos bueiros, basicamente são:

- com a forma de escada;

- com obstáculos de concreto;

- com pedra de mão argamassada;
- com enrocamentos.

A critério da Fiscalização poderá ser exigido a construção de caixas, dissipadores e demais dispositivos acessórios, em locais não previstos no Projeto Executivo ou mesmo a eliminação daqueles julgados desnecessários.

c) Materiais

Os materiais a serem empregados na confecção dos tubos ou dos dispositivos acessórios e demais elementos constitutivos dos Bueiros, devem atender às Normas e especificações da ABNT pertinentes ao caso, em sua edição mais recente, e às exigências adiante indicadas.

c.1) Tubos de concreto

Os tubos de concreto simples ou armado deverão obedecer ao especificado na EB-103 da ABNT, e serem inspecionados antes de sua aceitação pela Fiscalização, que poderá, quando julgar necessário, independente da apresentação pelo fornecedor dos certificados de fabricação, exigir a realização de ensaios a fim de verificar se os mesmos atendem as normas técnicas em vigor. Estes tubos são caracterizados pelas cargas de ruptura diametral média que devem apresentar, quando ensaiados pelo método indicado na MB-113 da ABNT.

Os tubos que apresentam rachaduras ou qualquer avaria deverão ser sumariamente condenados e retirados do canteiro de serviços.

Serão empregados tubos CA-3 para a altura mínima de recobrimento de 0,80 m. Para alturas superiores a 10,00 m não serão utilizados bueiros tubulares de concreto.

c.2) Concretos e argamassas

Os concretos e argamassas a serem empregados na construção de berços e bocas serão confeccionados segundo o que preceitua as especificações de concreto e argamassas no que tange aos materiais e prescrições executivas ali definidas.

c.3) Aços para armaduras

Serão das categorias (CA-25, CA-50, CA-60) tipos e diâmetros serão indicados no Projeto Executivo e deverão satisfazer às especificações de Aço para Concreto.

c.4) Formas e escoramentos

A madeira para as formas e escoramentos das bocas e berços, deverão ser de boa qualidade, atender, naquilo que for aplicável, às especificações de madeiras para construção, estar isenta de furos de nós e nós soltos, fendas, deformações ou outros defeitos que afetam sua resistência ou a aparência do concreto. A madeira a ser utilizada nos escoramentos deverá, ainda, apresentar resistência à compressão compatível com a carga atuante no escoramento.

c.5) Material de rejuntamento

Os materiais a empregar nos rejuntamentos a ser executados, segundo os tipos apresentados no Projeto Executivo, constam de estopa alcatroada, corda de cânhamo ou junta, asfalto para rejuntamento (CAP 85/100 ou CAP 100/120 e argamassa de cimento e areia no traço 1:4, em volume.

c.6) Material para aterro ou reaterro de valas

Deverá ser argilo-arenoso, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial, com características idênticas ao material especificado para execução do aterro contínuo ou sobrejacente, tudo em conformidade com as especificações para compactação manual de aterros.

d) Equipamentos

Os equipamentos a serem utilizados são os que estão previstos nas especificações de concreto, de aço para concreto e de madeira para construção.

Além dos equipamentos citados anteriormente e das ferramentas usuais, dever-se-á dispor, no canteiro, de equipamentos para transporte, elevação, carga e descarga dos tubos, que assegurem um manuseio eficiente, sem choques e riscos de danos aos mesmos, tais como carregadeiras, empilhadeiras, guinchos.

e) Execução

e.1) Locação da obra

O Construtor procederá a locação da obra de acordo com o Projeto Executivo, devendo obedecer aos alinhamentos e cotas de implantação, nele definidos.

Serão adotadas todas as precauções necessárias em relação a segurança e armação externa dos elementos de locação de maneira a permitir o restabelecimento destes nas diversas fases da obra.

e.2) Limpeza do terreno

Antes de serem iniciadas as escavações deverá o Construtor proceder a limpeza do terreno em toda a área necessária à implantação da obra. Para isto será feito o desmatamento, a remoção, a demolição e a retirada para fora da área, de todos os detritos, pedras, matacões e outros elementos obstrutivos.

e.3) Escavação

As escavações serão executadas segundo a seção, cotas e alinhamento indicados no Projeto Executivo, apenas podendo ser alterados aqueles definidos, em situações especiais, a critério da Fiscalização e de acordo com ordem expressa a ser pela mesma expedida.

Quando, na cota de fundação no berço do bueiro, for encontrado material de resistência superior ao da fundação do aterro contíguo, a escavação deverá prosseguir até a profundidade, em princípio, de 0,40 m abaixo da cota de fundação, salvo indicação contrária do Projeto Executivo ou da Fiscalização, que poderá, a seu critério, dispensar esta providência.

O material escavado deverá ser removido até uma distância e local que não prejudiquem o andamento do serviço, o tráfego na via, a movimentação do pessoal e equipamentos, garantam a segurança, a eficiência do trabalho e a integridade da obra durante a construção.

Escavações em vala, sob vias férreas em tráfego, serão precedidas de escoramento das vias, de acordo com o Projeto Executivo ou segundo orientação da Fiscalização.

As paredes das valas serão verticais, e no caso do coeficiente de atrito do material que constitui o solo ser tal que não permita essa condição, ficará a critério da Fiscalização, a exigência de ser procedido o escoramento ou, determinar o abatimento dos taludes da vala.

A largura da vala deverá ser em média igual ao dobro do diâmetro do tubo que irá receber.

Será obrigatório o esgotamento das águas provenientes de infiltração ou de chuvas que impeçam ou prejudiquem a qualidade dos serviços, com as devidas precauções no sentido de garantir o lançamento da água esgotada em locais que não danifiquem outras partes em construção ou causem prejuízos a terceiros.

e.4) Fundação e corpo do bueiro

O corpo do bueiro pode assentar-se diretamente sobre o terreno de fundação simplesmente regularizado com ou sem substituição prévia do solo subjacente, ou ser assentado sobre uma camada de regularização e de distribuição de cargas, constituída de concreto simples, sendo estas modalidades de fundação definidas no Projeto Executivo ou indicadas pela Fiscalização.

Caso tenha havido necessidade de escavação em profundidade abaixo da cota de fundação, será estabelecido o nível da fundação, mediante o reenchimento da cava ou vala com material de mesma natureza e resistência que o aterro contíguo, compactado a 95% do Proctor Normal. Caso contrário, apenas será feita a regularização do solo de fundação segundo o nível previsto no Projeto Executivo.

Ocorrendo ao nível da fundação surgências de água que prejudiquem o seu preparo, deverá ser executado um rebaixo de 0,20 m, salvo orientação em contrário da Fiscalização, e procedido o reenchimento com material drenante até o restabelecimento da cota de fundação.

Será executada a seguir a primeira camada constitutiva do berço, segundo as dimensões indicadas no Projeto Executivo ou pela Fiscalização.

Após a execução da primeira camada do berço, serão colocados os tubos, segundo o alinhamento e declividade do Projeto Executivo, utilizando-se para tanto cunhas ou calços de madeira ou de concreto pré-moldado. Executa-se a seguir a segunda camada de concretagem do berço, devendo-se ter o cuidado para que seja perfeitamente preenchido o espaço situado entre a parte inferior do tubo e a primeira camada do berço, de modo a assegurar perfeito contato e aderência entre o tubo e o berço.

No caso de bueiro duplo ou triplo, o Projeto Executivo indicará os afastamentos a serem mantidos entre as diversas linhas de tubos e que será, em princípio, de 0,60 m.

Os tubos de ponta e bolsa deverão ser colocados com as bolsas voltadas para montante, devendo as pontas serem bem encaixadas nas bolsas.

e.5) Execução do rejuntamento

Deverá ser tomada a máxima precaução no rejuntamento dos tubos a fim de ser evitado qualquer vazio entre a ponta e a bolsa, deste modo, o rejuntamento dos tubos deverá ser executado depois de feito o encaixe de três tubos adiante, a fim de que o rejunte não venha a se romper em conseqüência de abalos.

O Projeto indicará os detalhes dos rejuntamentos a serem empregados nos tubos de ponta e bolsa. Estes rejuntes poderão ser do tipo rígido, com argamassa de cimento e areia, no traço 1:4 em volume, ou do tipo semi-rígido, com material betuminoso, permitindo pequenos movimentos de acomodação dos tubos.

Para a execução do rejuntamento semi-rígido, comprime-se estopa alcatroada, em duas camadas, contra o fundo do encaixe formado pela ligação ponta e bolsa, de maneira a vedá-lo. Adapta-se a seguir, na extremidade oposta do encaixe, ao redor da circunferência do tubo, entre a ponta e a bolsa, uma corda de diâmetro suficiente, de forma a obter-se assim um espaço anelar entre os dois tubos, o qual será preenchido com cimento asfáltico ou outro produto betuminoso fundido. Completa-se a junta mediante a aplicação de argamassa, que formará um anel em torno e da bolsa.

Os tubos com diâmetros inferiores a 0,50 m serão rejuntados apenas externamente, devendo-se ter o cuidado de colocar uma porção suficiente de argamassa de rejunte na parte inferior da bolsa de cada tubo antes da colocação do tubo seguinte, a fim de se obter uma perfeita vedação.

Os tubos de diâmetro igual ou superior a 0,50 m serão rejuntados tanto interna como externamente.

O rejuntamento externo com argamassa deverá ser prolongado na superfície do tubo a partir da bolsa, de um comprimento mínimo de 0,07 m.

Antes da execução das juntas rígidas e da aplicação de argamassa nos rejuntes externos, as pontas e bolsas dos tubos deverão ser devidamente umedecidas.

e.6) Aterro em torno do tubo

A execução do aterro em torno do tubo deverá ser feita numa extensão de um metro para cada lado do berço, em camadas superpostas com a espessura de 0,15 m de material solto, com características e grau de compactação idênticas ao do aterro contíguo.

Quando a implantação do bueiro ocorrer em valas abertas em aterros já construídos ou em aterro natural, o aterro em torno dos tubos terá como limite a escavação da vala.

A compactação do aterro deverá ser feita de ambos os lados, simultaneamente, com os cuidados necessários à preservação da integridade da obra, utilizando-se para isso equipamentos leves de compactação, até pelo menos 0,20 m acima da geratriz superior dos tubos.

É terminantemente vedado o emprego de rolos vibratórios, nestes casos.

Deverá ter-se o máximo cuidado ao compactar igualmente o aterro a ser colocado no espaço entre os tubos, no caso de bueiros múltiplos.

e.7) Execução das bocas

As bocas serão executadas após a complementação do corpo do bueiro, segundo as dimensões, cotas e detalhes previstos no Projeto Executivo.

Iniciar-se-á pelo preparo do solo de fundação, sua correta regularização e compactação, a seguir, será procedida a concretagem da laje da calçada e o preparo das formas e escoramento das alas e da testa. Serão colocadas armaduras, segundo a posição e as bitolas previstas no Projeto Executivo, após o que, far-se-á o lançamento do concreto, obedecendo-se em tudo, o que preceituam as especificações pertinentes.

e.8) Acabamentos

Após o término da obra serão corrigidos os defeitos de ligação entre o aterro e as bocas, eliminadas eventuais erosões, todas as imperfeições aparentes e efetuada a limpeza de sedimentos e detritos.

f) Controle

O alinhamento, esconsidade, declividade, comprimentos e cotas dos bueiros serão conferidos por métodos topográficos correntes.

O controle tecnológico do concreto, das armaduras, formas e escoramentos será efetuado de acordo com o estipulado nas especificações pertinentes aos assuntos respectivamente.

4.3 Instrução para Execução de Bueiros Celulares de Concreto Armado

a) Objetivo e Campo de Aplicação

Estabelecer os procedimentos e rotinas para a execução de bueiros celulares de concreto, para empreendimentos do METROFOR.

b) Considerações Gerais

Serão aproveitados os bueiros que se encontrarem em condições estruturais satisfatórias e atenderem ao dimensionamento hidráulico necessário às vazões afluentes. Nos casos em que apenas o comprimento da obra é insuficiente, esta deverá ser devidamente prolongada.

Os bueiros celulares de concreto armado de que trata a presente instrução, constituem-se do corpo do bueiro propriamente dito, assim como dos que elementos que complementam este tipo de estrutura, quais sejam as bocas e, salvo disposição contrária do Projeto Executivo ou da Fiscalização, a laje de regularização sobre o solo de fundação.

Os bueiros celulares são projetados com seções de vazão quadradas ou retangulares, simples ou múltiplas, de onde resulta a classificação dos mesmos em bueiro simples, duplo ou triplo celular de concreto (BSCC, BDCC e BTCC respectivamente).

A redução das cargas de aterro, devido aos taludes, determinará um escalonamento estrutural do bueiro, com a conseqüente diminuição das espessuras das paredes e lajes dos bueiros celulares que serão feitas mantendo a seção hidráulica constante.

Denomina-se corpo do bueiro a parte constituída pelas seções estruturais das paredes laterais, e das lajes de fundo e de cobertura, dimensionadas em função dos vãos livres (largura hidráulica), e das alturas de aterro que devam suportar.

Corpo do bueiro pode assentar-se diretamente sobre o terreno de fundação simplesmente regularizado, com ou sem substituição prévia do solo subjacente, ou ser assentado sobre uma camada de regularização e de distribuição de cargas, constituída de concreto simples, sendo estas modalidades de fundação definidas no Projeto Executivo ou indicadas pela Fiscalização.

As Bocas são estruturas terminais dos bueiros, construídas a montante e a jusante do seu corpo com o objetivo de promover a sustentação ou contenção das partes adjacentes dos taludes, assegurar o correto direcionamento das águas à entrada e à saída da obra, evitar o solapamento da estrutura pelo efeito das águas afluentes e defluentes, e, aumentar a segurança do corpo do bueiro contra deslizamento de base e deslocamentos em geral.

As bocas do bueiro são integradas por diversos elementos tais como calçada, alas e testa do bueiro.

Em alguns projetos, a calçada da boca de montante é substituída por uma caixa, construída abaixo do nível da laje de fundo do bueiro, para garantir a decantação de areia e detritos arrastados pelas águas, evitando ou minimizando sua entrada no corpo do bueiro.

Em outros, a boca de jusante é associada a um canal de descarga e/ou dispositivo dissipador de energia, conforme detalhes do Projeto Executivo.

As caixas de inspeção, coletoras e de passagem são necessárias nos pontos de mudança de direção, declividade e seção transversal, além de possibilitarem a execução dos serviços de manutenção e limpeza nas canalizações muito longas.

Os dissipadores de energia, que por sua finalidade, se incluem entre os dispositivos que se associam aos bueiros, basicamente são:

- com a forma de escada;
- com obstáculos de concreto;
- com pedra de mão argamassada;
- com enrocamentos.

A critério da Fiscalização poderá ser exigida a construção, de caixas, dissipadores e demais dispositivos acessórios, em locais não previstos no Projeto Executivo, ou mesmo a eliminação daqueles julgados desnecessários.

c) Materiais

Tratando-se de estrutura típica em concreto armado com possíveis elementos em concreto ciclópico, os materiais intervenientes na execução dos bueiros celulares, isto é, cimento, agregado graúdo e miúdo, pedra de mão e água devem atender ao preceituado nas especificações de Concreto.

As armaduras deverão ser executadas com os aços das categorias (CA-25, CA-50, CA-60), tipos e diâmetros indicados no Projeto Executivo, e deverão satisfazer às prescrições das especificações de Aço para Concreto.

A madeira para as formas e escoramentos das bocas e escoramentos, deverá ser de boa qualidade, estar isenta de furos de nós e de nós soltos, fendas, deformações ou outros defeitos que afetem sua resistência ou a aparência do concreto. As formas para superfície aparente deverão ser de madeira compensada, chapas de aço ou tábuas revestidas com lâminas de compensado ou folhas metálicas.

Quanto às juntas, salvo indicação em contrário do Projeto Executivo, serão do tipo FUNGENBAND, de bitola ou padrão no mesmo indicadas.

O material para aterro ou reaterro de valas deverá ser argilo-arenoso, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial, com características idênticas ao material especificado para a execução do aterro contíguo ou sobrejacente.

d) Equipamentos

Os equipamentos a serem utilizados são os que estão previstos nas especificações de Concreto e para madeiras de construção.

e) Execução

e.1) Locação da obra

O Construtor procederá a locação da obra de acordo com o Projeto Executivo, devendo obedecer aos alinhamentos e cotas de implantação, nele definidos.

Serão adotadas todas as precauções necessárias em relação a segurança e armação externa dos elementos de locação de maneira a permitir o restabelecimento destes nas diversas fases da obra.

e.2) Limpeza do terreno

Antes do início das escavações, o Construtor deverá proceder a limpeza do terreno em toda a área necessária à implantação da obra. Para isto será feito o desmatamento, a remoção, a demolição e a retirada para fora da área, de todos os detritos, pedras, matações e outros elementos obstrutivos.

e.3) Escavação

As escavações serão executadas segundo a seção, cotas e alinhamento indicados no Projeto Executivo, apenas podendo ser alterados aqueles elementos definidores, em situações especiais, a critério da Fiscalização e de acordo com ordem expressa a ser pela mesma expedida.

Quando, na cota de fundação no berço do bueiro, for encontrado material de resistência superior ao da fundação do aterro contíguo, a escavação deverá prosseguir até a profundidade, em princípio, de 0,40 m abaixo da cota de fundação, salvo indicação contrária do Projeto Executivo ou da Fiscalização, que poderá, a seu critério, dispensar esta providência.

O material escavado deverá ser removido até uma distância e local que não prejudiquem o andamento do serviço, o tráfego na via, a movimentação do pessoal e equipamentos, garantam a segurança, a eficiência do trabalho e a integridade da obra durante a construção.

Escavações em vala, sob vias férreas em tráfego, serão precedidas de escoramento das vias, de acordo com o Projeto Executivo ou segundo orientação da Fiscalização.

As paredes das valas serão verticais, e no caso do coeficiente de atrito do material que constitui o solo ser tal que não permita essa condição, ficará a critério da Fiscalização, a exigência de ser procedido o escoramento ou, determinar o abatimento dos taludes da vala.

A largura da vala deverá ser em média igual ao dobro do diâmetro do tubo que irá receber.

Será obrigatório o esgotamento das águas provenientes de infiltrações ou de chuvas que impeçam ou prejudiquem a qualidade dos serviços, tomando-se as devidas precauções no sentido de garantir o lançamento da água esgotada em locais que não afetem partes em construção ou causem prejuízos a terceiros.

e.4 Fundação e corpo do bueiro

Caso tenha havido necessidade de escavação em profundidade abaixo da cota de fundação, será estabelecido o nível da fundação, mediante o reenchimento da cava ou vala com material de mesma natureza e resistência que o aterro contíguo, compactado a 95% do Proctor Normal. Caso contrário, apenas será feita a regularização do solo de fundação.

Ocorrendo ao nível da fundação surgências de água que prejudiquem o seu preparo, deverá ser executado um rebaixo em princípio, de 0,20 m, salvo orientação em contrário da Fiscalização, e procedido o reenchimento com material drenante até o restabelecimento da cota de fundação.

Salvo indicação contrária do Projeto Executivo, será executada uma camada de concreto simples, 0,10 m de espessura, com a finalidade de regularizar a base de assentamento do bueiro, devendo apresentar a mesma declividade prevista para o mesmo.

Serão então preparadas as formas, colocadas e fixadas as armaduras e, lançado e adensado o concreto de acordo com as indicações do Projeto Executivo e o plano de Concretagem, previamente elaborado, pelo Construtor e aprovado pela Fiscalização.

O Plano de Concretagem deverá prever as etapas executivas necessárias a delimitação dos corpos estruturais separados por juntas conforme indicado no Projeto Executivo ou exigido pela Fiscalização. Deverá também levar em consideração as seções em que serão feitas as transições de espessura estrutural quando previstas no Projeto Executivo.

Depois da cura do concreto e dentro dos prazos estabelecidos pela NBR-6118 da ABNT ou pela Fiscalização, serão retiradas as formas e escoramentos.

e.5) Juntas

As juntas deverão ser colocadas ao longo de toda a seção transversal do bueiro, segundo os detalhes do Projeto Executivo, devendo a emenda ser feita na laje superior.

A proteção das juntas será feita pelo lado interno com mastique asfáltico, conforme o indicado no Projeto Executivo.

e.6) Execução das bocas

As bocas serão executadas após a complementação do corpo do bueiro, segundo as dimensões, cotas e detalhes previstos no Projeto Executivo, podendo, em certos casos, a critério da Fiscalização e desde que o permitam as condições estruturais do Projeto Executivo, serem incluídas tais execuções ou parte dela, no próprio Plano de Concretagem do corpo do bueiro.

Iniciar-se-á pelo preparo do solo de fundação, sua correta regularização e compactação, a seguir, será procedida a concretagem da laje da calçada e o preparo das formas e escoramentos das alas e da testa. Serão colocadas armaduras, segundo a posição e as bitolas previstas no Projeto Executivo, após o que, far-se-á o lançamento do concreto, obedecendo-se em tudo, o que preceituam as especificações pertinentes.

e.7) Complementação do aterro e reaterro da vala

A complementação do aterro deverá ser feita numa extensão de uma vez e meia a largura do bueiro, para cada lado do mesmo, em camadas superpostas com espessura de 0,15 m de material solto com características e grau de compactação idênticas ao do aterro contíguo.

Quando a implantação do bueiro ocorrer em valas abertas em aterros já construídos ou em terreno natural, o aterro complementar terá como limites a escavação da vala.

A complementação do aterro deverá ser feita de ambos os lados, simultaneamente, com os cuidados necessários à preservação da integridade da obra, utilizando-se para isso equipamentos leves de compactação, até pelo menos 0,20 m acima do extradorso do bueiro. É terminantemente vedado o emprego de rolos vibratórios, nestes casos.

f) Controle

O alinhamento, esconsidade, declividade, comprimentos e cotas dos bueiros serão conferidos por métodos topográficos correntes.

- O controle tecnológico do concreto, das armaduras, das formas e escoramentos será efetuado de acordo com o estipulado nas especificações.

4.4 Instrução para Execução de Drenos Profundos

a) Objetivo e Campo de Aplicação

Estabelecer os procedimentos e rotinas para a execução de drenos profundos longitudinais e transversais do projeto METRÔ DE FORTALEZA.

b) Considerações Gerais

Os drenos profundos de que trata esta instrução, são constituídos por valas escavadas abaixo do nível da plataforma, com profundidade mínima de 0,60 m e máxima, em princípio, de 1,50 m, para os longitudinais e profundidade mínima de 0,50 m para os transversais, salvo orientação contrária do Projeto Executivo ou da Fiscalização. Nestas valas, poderão ser assentados tubos coletores que, neste caso, serão envolvidos por material granular, disposto em camadas homogêneas ou zoneadas, podendo ou não, dispor na parte superior da vala de um selo de material coesivo.

O Projeto Executivo poderá prever o revestimento das paredes e fundo das valas com manta de poliéster, antes da aplicação dos tubos e do enchimento da vala.

Os drenos longitudinais serão colocados paralelamente ao bordo da plataforma dos cortes, podendo ser instalados em ambos os lados desta ou em apenas um deles, conforme a situação e o fluxo do lençol freático. Poderão ser executados na entrevia de linhas com a finalidade dupla de captar as águas superficiais e profundas e onde, mesmo que não se tenha encontrado água livre até 1,5m abaixo do greide de terraplanagem, exista nesta profundidade uma camada permeável sobreposta a outra impermeável, e nos demais locais indicados no Projeto Executivo ou pela Fiscalização.

c) Materiais

c.1) Tubos perfurados de concreto

Deverão ter as dimensões indicadas no Projeto Executivo, seção circular com encaixe do tipo ponta e bolsa, e atenderão à Especificação C-444 da ASTM.

c.2) Tubos Porosos de concreto

Serão de seção circular, dotados de encaixe do tipo macho e fêmea.

O concreto a ser empregado na confecção dos tubos será do tipo Portland ou de Alto Forno, e os agregados serão, exclusivamente, derivados de britagem de rochas sãs, devendo todos os ingredientes atenderem às Especificações da ABNT e respectivos métodos de ensaio.

Os tubos porosos devem ser fabricados sob estritos cuidados tecnológicos, por entidades especializadas, com espessura mínima de 3,8 cm, resistência média (Método dos 3 cutelos) de 22,3 kg/cm e permeabilidade de 1,5 l/min/cm.

O emprego deste tipo de tubo fica sujeito a cuidadoso controle de qualidade pela Fiscalização junto ã fábrica, além dos controles de recepção e de execução dos serviços, exigindo-se atestados de controle por instituição tecnológica credenciada, que deverá atestar o cumprimento das especificações da ABNT, referentes a este tipo de material manufaturado.

c.3) Material drenante e filtrante

O material drenante para envolvimento dos tubos e o filtrante, que envolve o conjunto tubo e material drenante, consistirão de partículas limpas, duras e duráveis, de areia quartzosa, pedregulho limpo ou pedra britada, isentos de matéria orgânica ou pulverulenta, torrões de argila e outros materiais prejudiciais às qualidades drenantes e filtrantes.

O material filtrante, salvo nos casos de filtro com manta geotêxtil sintética, deverá ter granulometria tal que evite o carreamento de partículas do solo a ser drenado ou, a interpenetração do próprio material de filtro no material drenante, minimizando assim a colmatação do dreno.

c.4) Material de rejuntamento

Deverá ser empregado argamassa de cimento e areia no traço 1:4, em volume.

c.5) Mantas geotêxtil

O Projeto Executivo ou a Fiscalização indicará, conforme o caso, o uso de manta geotêxtil, como material filtrante.

d) Execução

d.1) Valas

Deverão ser locadas, segundo o alinhamento definido no Projeto Executivo e, se longitudinais, à distância constante do bordo da plataforma.

Atenderão rigorosamente à seção de Projeto, porém, nos trechos com greide em nível, a altura das valas será variável, devendo permitir o perfeito escoamento das águas drenadas.

Deverão ter paredes e fundo executados com regularidade, sem quebras e reentrâncias.

Deverão ser executadas de jusante para montante.

A declividade do fundo da vala, mínima de 0,25%, deverá ser constante, conforme prefixada no Projeto Executivo.

d.2) Tubos

Deverão apresentar o diâmetro previsto no Projeto Executivo.

As juntas com encaixe do tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea deverão ser dispostas de modo que as bolsas e as fêmeas fiquem voltadas para o lado ascendente da vala.

Os tubos perfurados deverão ser colocados com a parte perfurada voltada para baixo.

d.3) Material drenante e filtrante

Deverão ser obedecidas as dimensões das camadas de material drenante e filtrante, conforme indicado no Projeto Executivo ou determinado pela Fiscalização.

Havendo emprego da manta geotêxtil, esta deverá ser posicionada antes do lançamento do material drenante e do assentamento dos tubos, com as disposições indicadas no Projeto Executivo ou determinadas pela Fiscalização.

Na parte superior da vala, salvo indicação contrária do Projeto Executivo, deverá ser colocado um selo de material argiloso.

Todos os materiais de enchimento (filtrante e drenante) e de selo deverão ser adensados e compactados, respectivamente.

d.4) Caixas e bocas de saída

Serão colocadas bocas de saída, com testa e alas, para facilitar o escoamento, a limpeza e a inspeção do dreno.

O dreno não poderá terminar em coletores de águas pluviais ou corpo de bueiros, admitidos-se entretanto, que possa se dar em caixa coletora.

As caixas de inspeção deverão ser executadas, em princípio, a cada l00 metros, ou em cada mudança de direção do dreno de acordo com as dimensões do Projeto Executivo, para facilitar o desentupimento, a inspeção e a limpeza do dreno.

As saídas devem ser prolongadas no terreno por meio de valas e, no caso de situarem-se em taludes de aterro, o que deve ser evitado na medida do possível, devem ser seguidas de escadas ou valetas, as quais deverão conduzir as águas coletadas para longe do pé-de-aterro.

e) Controle

Serão feitos controles topográficos e geométricos de alinhamento, declividade e das dimensões das seções, em conformidade com o disposto no Projeto Executivo.

O controle granulométrico dos materiais drenantes e filtrante deverá ser feito mediante análise por penetramento, toda vez que houver dúvida quanto à faixa granulométrica do material empregado, sem ônus para o METROFOR.

Verificar-se-á, também, o alinhamento e o rejuntamento dos tubos, por simples inspeção visual.

5. SERVIÇOS ESPECIAIS PARA GALERIAS SUBTERRÂNEAS

5.1 Reforço das Fundações

Este item deve ser considerado como uma orientação para o Projetista, que deverá elaborar especificações pormenorizadas de acordo com as necessidades específicas de cada trecho de projeto. Várias considerações aqui emitidas são válidas também para o Construtor.

Reforços de fundações deverão ser executados sob prédios ou outras edificações existentes, junto aos quais passe o METRÔ DE FORTALEZA, parcial ou totalmente. Os reforços de fundações servem como medida de segurança e conservação destas edificações durante a construção da galeria do METRÔ DE FORTALEZA.

Reforços de fundações são geralmente muito dispendiosos e conduzem a grandes riscos. Por esta razão, cada caso deverá ser examinado isoladamente e determinado se não se torna mais econômico demolir e reconstruir a edificação após o término das obras do METRÔ DE FORTALEZA.

No caso de o Construtor desejar contratar subempreiteiro para executar reforços de fundações, só serão aceitos aqueles que possuam suficiente experiência neste campo especial e que possam apresentar as referências necessárias.

Aprofundamento de Fundações

Os aprofundamentos de fundações deverão ser executados em locais onde a vala de construção se encontre tão rente à construção existente que torne impossível a execução de um paramento rígido contínuo (paredes diafragma, estacas justapostas, caixotões, etc.).

Durante a execução do projeto deverá ser verificado se devem ser aprofundadas apenas as fundações frontais ou também as intermediárias, posteriores e transversais.

As fundações que serão aprofundadas deverão ser divididas na planta baixa em retângulos, alinhados lado a lado. O comprimento de um retângulo na direção longitudinal na fundação geralmente não deverá ser superior a 1,50 m. A seqüência da escavação deverá ser fixada sob ponto de vista estático, devendo sempre ser saltado um retângulo, pelo menos. A escavação deverá ser executada com utilização do escoramento de madeira. A profundidade da escavação é regida pelo cálculo estático e deverá alcançar, no mínimo, 1 a 2 metros abaixo do futuro piso da vala, devendo ser verificado o perigo de ruptura do solo. O piso de cada escavação deverá ser impermeabilizado manualmente e, em seguida, o poço deverá ser enchido com concreto da qualidade prescrita. Na concretagem, eventualmente, se poderá recuperar o escoramento. Por ocasião da colocação do concreto, dever-se-á evitar a sua segregação. Desde que estaticamente necessário, os poços receberão armadura. Após o endurecimento do concreto, deverão ser colocados, entre a face inferior da fundação e a face superior do concreto, um ou mais macacos hidráulicos, que transmitirão ao prolongamento da fundação, como compressão prévia, a força atuante oriunda da carga do prédio. Em seguida, executar-se-á à direita e à esquerda dos macacos um preenchimento perfeito do espaço entre a fundação e o concreto, garantido a transmissão das tensões sem solução de continuidade. Mediante esta compressão prévia, deverão ser evitados eventuais recalques do prédio após seu assentamento sobre a fundação prolongada. Se as fundações a sofrerem compressão prévia se encontrarem em mau estado, chapas de aço ou perfis poderão ser colocados sob as mesmas ou outras providências apropriadas poderão ser tomadas.

Após a execução do primeiro poço, deverão ser executados os poços 3, 5, 7, etc. Em uma segunda etapa de trabalho, proceder-se-á à escavação e concretagem dos poços 2, 4, 6, etc., pelo mesmo processo.

Fundações externas poderão ser executadas por meio de poços dispostos externamente. Fundações intermediárias e transversais deverão ser aprofundadas a partir do subsolo do prédio.

Os aprofundamentos de fundações de uma fachada ou empena de prédio poderão ser usados como paredes da vala, e como tais, deverão ser dimensionados.

O processo convencional de aprofundamento de fundações geralmente só será possível com rebaixamento de lençol d'água.

Reforço do Solo Sob Fundações

Reforços de fundações poderão também ser executados por meio de injeções químicas ou de cimento no solo abaixo da fundação. As injeções químicas poderão ser aplicadas utilizando-se, por exemplo, o processo "Joosten", o processo "Monodur" e outros.

A utilização de processos de injeção exige um conhecimento exato do solo e das condições existentes do lençol d'água. Dentro do possível, deveriam ser feitas sondagens antes da execução da construção propriamente dita, para determinar, principalmente, as consistências a serem alcançadas. Para cada caso isolado, o Projetista deverá elaborar uma especificação exata sobre o reforço do solo a ser executado, de acordo com as condições locais.

As injeções deverão ser feitas através de injetores, partindo da superfície do solo ou do subsolo de um prédio. Em casos especiais, as injeções também poderão ser feitas, partindo da parede de escavação, com injetores inclinados para baixo.

Necessitando-se aplicar processos de injeção em solos não apropriados para tal, existe a possibilidade de um congelamento do solo. Também para este processo deverão ser feitas sondagens do solo e do lençol d'água, com vista a possíveis expansões do solo em decorrência do congelamento. Os cálculos calorimétricos para determinação do consumo da energia necessária deverá levar em consideração as possíveis temperaturas externas. Nos congelamentos de solo, de qualquer maneira, deverá ser previsto um gerador de emergência pronto para ser operado.

Medidas de Segurança em Prédios

Se um prédio precisar ser reforçado, conforme descrito nos tópicos acima, e se o seu estado de conservação não for bom, poderá ser necessário assegurar a estabilidade deste prédio embutindo-se ancoragens em diversos pavimentos. As ancoragens se destinam a manter coesas as diversas partes do prédio.

Se for necessário utilizar este processo, deverão ser colocados neste prédio, referências metálicas e testemunhas de gesso para localizar eventuais movimentos do prédio.

O reforço das fundações poderá ser feito através de estacas de reação ou de estacas raízes.

A aplicação de qualquer um destes dois processos, deverá ser precedida de um estudo meticuloso de sua viabilidade, por parte do Projetista, através de um relatório consubstanciado do assunto.

A execução destes processos deverá ser feita por firmas especializadas e devidamente credenciadas.

Estacas Raiz

As estacas raiz são empregadas como fundações de edificações de obras de arte, etc., mas o seu emprego principal é como reforço das fundações. Com esta finalidade muito tem sido sua aplicação, justamente porque dão uma condição de trabalho favorável, o que normalmente não acontece com outros métodos. Consiste em perfurar finas estacas, por meio de um sistema rotativo, as quais atravessam os blocos ou sapatas, bem como o solo abaixo, indo atingir profundidades que venham permitir ao conjunto de estacas a resistência necessária a suportar as cargas atuantes. Estas funcionam, essencialmente, por atrito lateral e por isso devem atravessar solos que permitam a existência dessa condição. As estacas poderão ser verticais ou inclinadas, tudo dependendo do cálculo correspondente. Mas, este conjunto de estacas perfuradas em várias direções, dá um aspecto de raízes, daí seu nome. Outro emprego que eventualmente pode ser atribuído às estacas raiz é a formação de um paramento, nos casos de contenção de paredes da vala ou de encostas. Nestes casos, cuidados especiais devem ser tomados para que as estacas sigam as direções determinadas, a fim de construírem um paramento praticamente contínuo, quando da escavação, no caso de paredes de vala. Normalmente uma altura de 1,80 m com um espaço 1,50 x 2,0 m serão suficientes para a operação com estacas raiz. Os diâmetros normais usuais são 12,0 mm, 14,0 mm, 17,0 mm, 22,0 mm, 28,0 mm, os quais podem suportar respectivamente 10/15 t, 15/20 t, 20/30 t, 40/50 t. As profundidades em casos normais são de no mínimo 5,0m para areia densa e de 15,0 m para siltre-argiloso. Pode-se indicar as seguintes vantagens das estacas raiz:

- Facilidades de atravessar solos que ofereçam obstáculos;
- Condições restritas de espaço de trabalho para operar;
- Inexistência de vibrações, pois são furadas pelo sistema rotativo;
- Facilidades de permitir inclinações diversas, de modo a formar um conjunto com direções variadas, ocasionando melhor distribuição de carga no solo.

Muito embora as estacas raiz constituam um bom método para atender ao reforço das fundações, o seu emprego é muito oneroso, de modo que este sistema só deverá ser aplicado após exposição de motivos pelo Projetista e aprovação da Fiscalização.

Execução, Perfuração e Instalação

Para execução das estacas raiz deverão ser empregadas perfuratrizes rotativas ou rotropercussoras, com circulação de água, lama bentonítica ou ar comprimido, e dispositivo para descida simultânea do tubo de revestimento.

A perfuração deverá ser executada com diâmetro e profundidade definidos no projeto, prevendo-se uma folga de 0,50 m no fundo em relação às cotas estabelecidas, para permitir o alojamento de qualquer detrito.

Completada a perfuração, os furos serão lavados sob pressão e colocada a armadura necessária ao longo da estaca, procedendo-se a concretagem do fuste com a correspondente retirada do tubo de revestimento.

Injeção

A concretagem será executada de baixo para cima, aplicando-se regularmente uma pressão rigorosamente controlada e variável em função da natureza do terreno.

A injeção das estacas raiz será realizada com argamassa de cimento e areia, preparada em misturadores de alta turbulência, e injetadas com bombas que alcancem pressões até 0,4 Mpa.

As estacas raiz serão concretadas até 20 cm acima da cota de arrasamento, ou a critério da Fiscalização, permitindo o corte e o preparo adequado a integração das estacas à viga de coroamento.

Controle

Para efetuar o controle de qualidade das estacas raiz instaladas, deverão ser realizadas medições de quantidade de argamassa injetada e ensaios de compressão simples em corpos de prova moldados com a argamassa utilizada nas injeções.

Caso haja perda de calda por infiltração lenticular no solo, notada pelo grande volume injetado sob baixa pressão, a injeção será imediatamente interrompida através da válvula de injeção, voltando a ser injetada algumas horas depois, quando da pega parcial da argamassa.

5.2 Escoramento da Escavação

Em princípio, pode-se adotar valas com paredes em talude ou com paredes verticais escoradas de diferentes maneiras. A escolha do tipo de escoramento deverá ser determinada, antes de tudo, pelas construções existentes ao longo da vala e pelo solo de fundação.

Quando as deformações elásticas tiverem influência secundária sobre as construções vizinhas, deverão ser empregadas paredes de perfis e pranchões ou estacas pranchas, as quais funcionam como paredes deformáveis. Quando existirem nas proximidades da vala construções sensíveis e recalques, deverão ser executadas paredes rígidas, isto é, paredes diafragma. As paredes diafragma e estacas pranchas poderão ser usadas para combater a ruptura de fundo.

Utilizando-se paredes rígidas, deve-se pré-tensionar com a utilização de ancoragem no solo.

Tratando-se de uma construção menos sensível a recalques, poderão, também, ser empregadas paredes de perfis e pranchões ou com estacas pranchas, tendo ancoragem no solo.

Cortinas de estacas prancha deverão ser examinadas quanto às possíveis deformações, de acordo com o perfil escolhido e a forma de estroncamento.

A superfície do terreno ao longo do primeiro nível de pranchões deverá ser protegida contra a penetração das águas pluviais por meio de uma capa de asfalto ou concreto magro, a fim de impedir o carreamento do solo por trás da parede de pranchões.

Controle do Escoramento

Deverão ser efetuadas medições de controle para a verificação da estabilidade do escoramento em pontos críticos previamente determinados e assinalados pelo Projetista. A medida inicial de referência da face superior da parede e do topo de cada perfil, para verificação dos deslocamentos verticais e horizontais, deverá ser feita antes da escavação. Imediatamente após a colocação de cada cinta de amarração, deverá ser controlado cada tirante, antes do tensionamento ou acunhamento. Permanecendo a vala aberta durante muito tempo, também serão necessárias medições de controle na base das paredes, uma vez completada a escavação. A freqüência das medições de controle depende da gravidade do risco existente, devendo ser feitas, pelo menos, uma vez por semana.

Os resultados das medições deverão ser tabelados e imediatamente entregues ao METROFOR. A fim de que se possa ter uma avaliação mais nítida do decurso das observações, recomenda-se traçar diagramas tempo-deslocamento para cada ponto de medição.

5.2.1 Perfis de Escoramento

O espaçamento entre os perfis cravados ou embutidos depende das seções escolhidas para estes e para os pranchões de madeira. Habitualmente, as paredes transversais nos extremos da vala deverão formar talude. Se isso não for possível, isto é, sendo necessário um paramento vertical, este deverá ser convenientemente escorado por estroncas nas posições de mãos francesas ou atirantado, se as condições assim o exigirem.

A extremidade em balanço dos perfis do escoramento, entre a superfície do terreno e o primeiro nível de tirantes de ancoragem, pode ter, em geral, até 3 metros de comprimento, se não existirem nessa faixa de terreno, redes de serviços públicos, canalizações sensíveis a recalques ou construções que possam sofrer os efeitos das deformações.

Antes do início dos trabalhos, deverá ser obtida a autorização do METROFOR quanto aos equipamentos a serem empregados nas perfurações, bem como na cravação e extração dos perfis, no que se refere aos modelos, alturas abrangidas e acionamento. Qualquer dano que o pavimento da rua venha a sofrer em virtude da cravação ou extração dos perfis deverá ser reparado por conta do Construtor.

Antes de cravar ou de embutir cada perfil, deverá ser verificada a possibilidade de haver algum risco para qualquer instalação subterrânea. Dever-se-á abrir sempre um furo de sondagem com 1,5 m de profundidade e explorar o solo com a agulha de sondagem até a profundidade de 1,0 m abaixo do fundo do furo. Quando for constatada pelas plantas de ocupação de subsolo do METRÔ DE FORTALEZA a existência de redes próximas do local de cravação, estas deverão ser localizadas por meio de perfurações e sondagens antes dos perfis serem colocados.

Existindo o risco de invasão da vala por águas superficiais, deverá ser levantada a parede da vala acima do nível do terreno até uma altura tal que um dique de terra, revestido de asfalto ou concreto magro para proteção, e apoiado contra a parede, impeça as águas superficiais de penetrarem na vala.

As valas a céu aberto deverão ser circundadas por uma balaustrada de segurança.

Durante a cravação, os perfis deverão ser guiados de maneira apropriada, a fim de serem evitadas flambagens e deformações.

As medidas indicadas nas plantas de cravação dos perfis e nos desenhos de locação das paredes da vala deverão ser uniformemente tomadas perpendicularmente ao eixo de simetria longitudinal à vala.

Caso a cravação se realize deficientemente, o Construtor responderá pelos prejuízos causados pela perda e danificação dos elementos cravados.

Se o solo não for adequado para a cravação de perfis, ou ainda, querendo-se evitar os ruídos e as vibrações produzidas pelos bate-estacas, usar-se-ão furos para embutimento dos perfis, pré-furos, cujo diâmetro deverá ser o compatível com o perfil a ser embutido.

Se o reaterro do furo na parte que fica abaixo da base da escavação não puder ser suficientemente compactado, deverá ser empregado um enchimento de concreto magro ou solo-cimento.

Condição fundamental ao se embutir perfis é a de se estabelecer uma superfície de sustentação suficiente com o emprego de um lastro de concreto e placas de apoio. Quanto aos perfis a serem extraídos posteriormente, será necessário escolher um tipo de placa de apoio com junção desligável. O furo em redor da estaca deverá ser reaterrado e compactado em toda a altura.

Após a escavação da vala, deverá ser estabelecido de comum acordo com a Fiscalização, quais os perfis que não deverão ser extraídos. Estes deverão ser, então, marcados no topo com tinta a óleo vermelha. Os perfis cravados, cuja extração só deva ser tentada com medidas de segurança, deverão ser marcados no topo com tinta amarela. Todos os perfis deverão ser numerados consecutivamente com tinta a óleo, de acordo com o projeto do escoramento, e registrados em livro próprio. Caso algum dos perfis dispostos lateralmente não possa ser extraído, deverá ser cortado com maçarico na profundidade de 2 m abaixo do nível da rua, e no mínimo, 10 cm acima da fase superior da obra.

Para a extração dos perfis, empregar-se-á garras de atrito. Após a extração, os perfis deverão ser limpos, retificados e empilhados em local acessível a caminhões.

Imediatamente após a extração dos perfis, o espaço vazio resultante deverá ser preenchido com material adequado, utilizando água para facilitar o preenchimento. A faixa de solo no alinhamento dos perfis deverá ser, então, devidamente compactada com equipamento apropriado. Nos locais mais sujeitos a desmoronamento, imediatamente após a extração dos perfis dever-se-á encher e compactar o espaço vazio com uma mistura água, areia e cimento com auxílio de tubos tipo tremonha, que alcancem o fundo.

O escoramento e sustentação dos perfis só deverão ser feitos em pequenos trechos, de acordo com o avanço do atirantamento. Visando maior segurança contra deslocamentos longitudinais, deverão ser previstos contraventamentos verticais provisórios entre os perfis centrais.

5.2.2 Cortinas de Estacas-Pranchas de Aço

As cortinas de estacas-pranchas de aço são executadas através da cravação de cada elemento, o qual, devido à forma de seção poderá se encaixar no precedente, já cravado, de maneira a formar um paramento contínuo. Devido às articulações nos encaixes, este paramento é considerado flexível e por isso o seu emprego requer um estudo prévio. Os perfis empregados são os comerciais, os quais acham-se especificados nos catálogos dos fabricantes.

As estacas-pranchas só serão empregadas mediante autorização da Fiscalização e assim mesmo obedecendo a projetos específicos.

Deverá ser prevista a recuperação do estaqueamento após a execução da obra. Para isso os sistemas de escoramentos deverão ser tais que permitam esta condição.

Os escoramentos para os paramentos em estacas-pranchas são os mesmos previstos para paredes diafragma, isto é, estroncas e tirantes, havendo vigas longitudinais para melhor distribuição dos esforços. O emprego de tirantes, no entanto, é mais limitado devido não só as condições de reaproveitamento da estaca como também pelas condições de vedação nos casos de não rebaixamento do lençol d'água.

Os espaçamentos entre os pontos de escoramento são variáveis com o dimensionamento, contudo, o vão superior, ou seja em balanço, não deverá ultrapassar de 3,00 metros.

Cuidados especiais são recomendados por ocasião da cravação, a fim de que o encaixamento das abas dos perfis não fique mal feito, prejudicando a estanqueidade do paramento.

As estacas-pranchas poderão ser emendadas para permitir seu prolongamento. Estas emendas deverão ser executadas mediante projeto próprio, o qual deverá ser rigorosamente obedecido.

O corte será permitido às estacas, desde que seja necessário, mas com o devido conhecimento e autorização da Fiscalização.

Antes da cravação, deverão ser feitas as valas de inspeção, e após a extração das estacas as cavidades deverão ser preenchidas com misturas de cimento, areia e água ou simplesmente areia, se for o caso. Para executar este enchimento serão usados tubos que atinjam à profundidade escavada, de modo que todos os vazios sejam atingidos.

As estacas, após extraídas, deverão ser limpas, retificadas e, se for o caso, empilhadas nos locais previstos para armazenamento.

5.2.3 Paredes Diafragma

As paredes diafragma são executadas mediante escavação de lamelas no solo, consolidadas por meio de um líquido tixotrópico até o momento em que a escavação lamelar é preenchida com concreto. Quando existirem nas proximidades construções com cargas concentradas, ou tendo o lençol freático um nível muito elevado, deve-se limitar a 2,50 m o comprimento de cada lamela.

Se a escavação for feita em local mais afastado de edificações, ou se estas estiverem construídas sobre resistentes fundações contínuas de concreto, as lamelas poderão ter um comprimento de 3,5 até 4,00 m, e, no caso de não existir na proximidade nenhuma construção, ou se tratar apenas de construções leves, será admissível um comprimento de até 5,00 m. A decisão final sobre o comprimento das lamelas deverá ser tomada pelo METROFOR e Projetista, de comum acordo com o Construtor. Como a estabilidade do corte vertical decresce com o tempo, dever-se-á executar a construção o mais rápido possível (dia e noite), especialmente em painéis sujeitos ao empuxo de edificações.

A fim de atenuar o efeito dos recalques do solo devido à desagregação do terreno na base de paredes diafragma sujeitas a esforços verticais, a base deverá ser limpa cuidadosamente e retirados os materiais desmoronados antes da concretagem.

No sentido de se evitarem danos às edificações limítrofes, será necessário que o inevitável deslocamento horizontal e deformação da parede sejam reduzidos a um mínimo. Por isso, as ancoragens deverão ser pré-tensionadas logo após a sua colocação até 2/3 da força máxima teórica de compressão, calculada de acordo com o empuxo a que será submetida a parede.

Dever-se-á ainda considerar nas ancoragens, além do escorregamento das cunhas, a influência das ancoragens vizinhas, de modo que a força de protensão seja estabelecida, em cada caso, pelo METROFOR, de comum acordo com o Projetista e o Construtor. Estas forças deverão ser controladas de duas em duas semanas, levando-se ao conhecimento do METROFOR qualquer alteração fora do comum.

Com vistas à rigorosa disposição da geometria da galeria entre as paredes diafragma, estas deverão ser verticais, admitindo-se uma tolerância de ± 1,0% da altura considerada.

Se a galeria for construída incorporada à parede diafragma, esta tolerância passará a ser de ± 10 cm.

As espessuras das paredes diafragma irão depender do cálculo estrutural, das condições de execução e dos maquinários. Estas espessuras variam de 0,60 a 1,00 m, podendo em casos especiais chegar até a 1,20 m. No caso das paredes diafragma passarem das medidas usuais, deverá

haver estudos especiais no que tange à colocação da armadura, quantidade de concreto a ser lançado, distribuição dos tubos de concretagem, velocidade de concretagem, cuidados com os espaçadores, etc.

Quando das escavações para a parede diafragma o solo apresentar alta resistência à penetração, poderá ser recomendado o uso de trépano, desde que atenda às condições:

1. O tipo de equipamento usado retire um volume de material escavado que compense economicamente;

2. Não haja perigo de comprometimento, devido às vibrações, nas construções vizinhas;

3. Haja acompanhamento cuidadoso e contínuo do engenheiro e do Projetista, a fim de verificar e controlar as influências vibratórias que poderão ocorrer.

De um modo geral, poder-se-á considerar como solo sujeito à trepanação aquele que apresentar um SPT superior a 80 golpes.

A fiscalização autorizará o emprego do trépano desde que as condições acima se verifiquem e haja consubstanciada exposição de motivos, principalmente no que concerne à condição econômica.

É possível que se recomendem alguns procedimentos tais como:

- Execução de sondagens complementares que caracterizem a resistência à penetração;

- Realização de medições de volumes retirados ou de penetração do “clamshell” durante o tempo necessário à Fiscalização, ao Projetista e ao Construtor para concluírem sobre a natureza do solo, confirmando, complementando ou corrigindo o perfil geológico da área restrita. As causas que motivarem a recomendação da trepanação serão devidamente registradas.

Juntas

As juntas entre os diversos painéis da parede diafragma deverão ser executadas cuidadosamente mediante utilização de dispositivos de separação (tubos, chapas, etc.), de modo a obter menor folga possível. Estes dispositivos construtivos deverão assegurar o fechamento na posição exata. Recomenda-se suspendê-los ligeiramente, ou torcê-los, no caso de aparelhos tubulares, o mais tardar cinco horas após o início da concretagem, a fim de que, posteriormente, possam ser retirados com facilidade.

Estas suspensões poderão repetir-se várias vezes nos painéis em que a concretagem for muito demorada. Após a retirada destes dispositivos, deverá se preencher o espaço vazio com a suspensão de lama tixotrópica.

As juntas deverão ser limpas por raspadores específicos antes da concretagem do painel seguinte, a fim de evitar a formação do “cake” na superfície do concreto exposta.

Lama Tixotrópica

Para a preparação da lama tixotrópica poderão ser utilizadas todas as lamas bentoníticas naturais ou ativadas, com ou sem aditivos químicos, desde que sejam preenchidas todas as especificações qualitativas (por exemplo: limites aparentes de viscosidade, estabilidade, água contida na suspensão revelada pelos ensaios de filtração, peso específico e outros mais), revelados em teste.

Os aditivos químicos deverão ser resistentes aos álcalis. A inalterabilidade da lama deverá ser comprovada mediante ensaios de controle realizados no local da obra. Para este fim, o Construtor deverá manter na obra um pequeno laboratório com os aparelhos necessários. Cada nova suspensão de lama preparada deverá ser submetida, a cada dia de trabalho, a determinações do peso específico, limite de viscosidade e quantidade de água contida na suspensão.

Se a suspensão de lama for utilizada mais de uma vez, por exemplo, após passagem por uma instalação de regeneração, suas propriedades deverão ser continuamente controladas.

Os misturadores de suspensão de lama tixotrópica deverão ser providos de dispositivos de medição de água que indiquem com uma precisão de ± 3%. A medida da lama bentonítica adicionada deverá ser feita por sacos ou por peso. Poder-se-á proceder de forma diferente se existirem, ligados ao misturador, recipientes de homogeneização que permitam controle permanente de inchamento, da suspensão e da viscosidade.

A suspensão só poderá ser retirada do misturador, quando não houver mais aglomerados de bentonita visíveis a olho nu.

Normalmente, as suspensões preparadas com pó de bentonita deverão inchar após a mistura. São consideradas bentonitas suficientemente inchadas somente as que são usadas entre 12 e 24 horas após a mistura. Sendo usados recipientes de homogeneização, esses intervalos de espera para aplicação poderão ser reduzidos à metade. Se o tempo de mistura for aumentado de tal maneira que com ele se atinja 90% da viscosidade final, comprovada por ensaio, não será necessário considerar tempo de inchamento.

Os agitadores de mistura que apenas provocam a circulação parcial da suspensão sem afetar o restante contido no recipiente, não se prestam como equipamentos de homogeneização. Nos grandes recipientes, há a tendência para a formação de depósitos, principalmente com suspensões com pouca estabilidade ou suspensões já usadas.

Se esses depósitos, em pequenos intervalos, forem regularmente misturados na suspensão, não haverá objeções quanto ao seu uso. Caso contrário, os recipientes deverão ser lavados em intervalos regulares e ter removidos os depósitos.

Não poderá ser adicionada água à suspensão na escavação sem o controle apropriado.

Se a escavação para a parede for preenchida com lama usada em uma escavação vizinha que esteja sendo concretada, antes dessa concretagem deverão ser tomadas providências para impedir o extravasamento de suspensão contendo impurezas, nata de cimento ou concreto para a nova escavação.

O reaproveitamento de suspensão usada, que também está sujeito ao controle de laboratório, deverá ser interrompido logo que apareça impurezas. Em geral, pode-se contar com o aparecimento de impurezas na suspensão até 1,00m acima da superfície do concreto, elevando-se dentro da escavação, durante o lançamento.

Durante uma paralisação mais prolongada nos intervalos de trabalho, dever-se-á providenciar para que a suspensão não escorra para baixo das paredes guia.

Nas escavações em locais onde haja instalações de drenagem, dever-se-á ter de reserva, pelo menos, o dobro da quantidade necessária de suspensão para encher a escavação até a profundidade de 1,00 m abaixo da base das ditas instalações. Para o fechamento das canalizações cortadas, dever-se-á ter sempre disponível o material apropriado (por exemplo, o próprio material que foi escavado,

ou então, sacos contendo cimento e uma mistura de 150 até 350 kg de pó de bentonita para 1000 kg de areia, sendo de 1:7 até 1:35 a relação cimento com mistura areia), de forma que possa ser imediatamente despejado na escavação (nos casos fechados). Neste caso, a escavação só poderá prosseguir quanto tiver sido providenciado novamente todo o material de segurança necessário.

Logo antes de se colocar a armadura, ou iniciar a concretagem, dever-se-á remover os sedimentos de lama do fundo da escavação e misturar a suspensão para homogeneizá-la. Esta mistura poderá ser feita, por exemplo introduzindo repetidamente uma caçamba de escavadeira, ou então, por bombeamento que abranja toda a seção transversal da escavação (as bombas usadas para sucção da suspensão geralmente são de pouca capacidade para esse trabalho). O passo seguinte é observar se a suspensão é adequada para o processo da concretagem. As escavações com suspensão, que estejam dentro das especificações, deverão ser imediatamente concretadas. Não deverá haver intervalo maior do que 5 horas entre o final da escavação, ou o final do processo de homogeneização, e o início da concretagem. Igualmente, a armadura não deverá ficar suspensa por mais de duas horas na escavação, e deverá ser protegida contra flutuação, caso o concreto suba muito depressa.

Ensaios de Controle de Bentonita

A fim de realizar o papel que lhe cabe num trabalho de execução de estacas e paredes diafragma moldadas no solo, a lama bentonítica terá de satisfazer a determinadas qualidades, as quais se controlam por ensaios realizáveis no próprio canteiro, no laboratório montado pelo Construtor, ensaios estes que deverão ser realizados, em princípio, diariamente, ou sempre que se suspeitar das qualidades da lama.

Preparo da Lama

Para confecção das lamas deverá ser usada água doce da rede de distribuição. As lamas bentoníticas também não poderão ser confeccionadas com certas águas, que contenham elevados teores de sódio e íon cálcio dissolvidos, sob pena das partículas argilosas não atingirem uma plena hidratação, com reflexos prejudiciais nas propriedades geológicas e tixotrópicas da suspensão.

A dosagem experimental adotada é de 5 a 7 sacos por 8000 litros de água.

O material deverá ser colocado no misturador e batido durante 20 minutos.

Ensaios Necessários para a Lama Bentonítica

Para os ensaios utiliza-se a caixa de laboratório “Bardid” - “Division NL Industries Luc”, que contém:

- Cone de “Marsh”
- Recipiente do cone de “Marsh”
- Proveta de areia
- Funil e tela para reter areia
- Balança
- Filtro prensa

- Papel de pH

A seqüência de realização dos ensaios é a seguinte:

- pH
- Densidade
- Viscosidade
- Porcentagem de areia
- "Cake"
- Perda de fluido (filtrado A.P.I.)

Estes ensaios obedecem às fases:

1ª fase

Logo após a mistura: pH, densidade e viscosidade (de acordo com os resultados obtidos nestes ensaios, altera-se ou não o traço inicial da lama bentonítica, 5 a 7 sacos por 8000 litros de água);

2ª fase

Logo após a escavação, executar todos os ensaios;

3ª fase

No reaproveitamento da lama bentonítica, todos os ensaios.

a) Controle do pH

O controle da acidez será feito através da imersão na bentonita de papel apropriado que reage com a mesma mudando de cor. A comparação com uma escala cromática padrão indicará o pH.

Para a bentonita normal, não contaminada, este pH varia de 8 a 10 (básico).

Aumento do pH indica geralmente a contaminação pelo cimento, não devendo ultrapassar a 12.

A diminuição do pH, indicará provável contaminação por argila.

A variação do pH alertará sobre a mudança das condições da lama, que poderão preceder à floculação.

A floculação propriamente dita será denunciada pelo aparecimento de pequenos núcleos (bolinhas) que precipitam, separando a bentonita da água, devendo neste caso, serem tomadas providências imediatas para impedir o colapso do painel.

b) Densidade

Interessa que o seu valor não seja demasiado baixo para não diminuir muito a impulsão hidrostática, mas também não demasiado alto para não dificultar a aspiração dos produtos

escavados, bem como a expulsão da lama bentonítica quando da concretagem pelos tubos abastecidos.

Quando ainda no tanque, no início dos trabalhos, a mistura deverá ter um valor entre 1,02 e 1,10, consoante os terrenos a furar, tenham ou não estabilidade suficiente.

Durante a furação esse valor aumenta, devido a materiais estranhos, mas nunca deverá exceder o máximo de 1,25.

Este ensaio poderá ser feito:

- Por pesagem de um recipiente com volume conhecido;
- Por flutuador graduado (densímetro) que informe diretamente a densidade.

Concentrações a 10% de bentonita alcançam densidades de 1,07.

As misturas normalmente usadas são de 3% a 6%, o que permite alcançar densidades em torno de 1,04.

A lama é normalmente preparada de 6 a12 horas antes da utilização, quando usados recipientes de homogeneização. O emprego em prazo menor exige aumento da porcentagem em cerca de 2%.

A mudança da densidade para menos, indica a diluição da lama, geralmente por infiltração de água do subsolo, e o aumento da mesma indica a presença de elementos em suspensão, geralmente provenientes do trabalho do equipamento da escavação.

c) Viscosidade

A viscosidade é terminada medindo-se o tempo de escoamento através de um funil padrão (funil de "Marsh"). O tempo de escoamento da água pelo funil, à temperatura de 21ºC é de 26 segundos. O da lama é maior e varia, conforme a concentração ou a contaminação da bentonita.

A adequação da viscosidade é necessária não só para efeito de sustentação da bentonita como para o tipo de solo.

A lama nova, não contaminada, possui uma viscosidade entre 32 a 37 e as viscosidades aconselhadas para os diversos tipos de solo são as seguintes:

SOLO COM ÁGUA	VISCOSIDADE
Argila	33 - 38
Areia siltosa/argila arenosa	38 - 43
Areia com silte	38 - 43
Areia fina a grossa	41 - 47
Areia a pedregulho	60 - 70

A baixa viscosidade durante a escavação indicará geralmente a infiltração de água do subsolo, e o aumento da mesma indicará contaminação, normalmente por argila.

A contaminação por concreto também produzirá aumento da viscosidade e, como regra geral, uma contaminação de 0,1% de cimento provocará um aumento de 20 na viscosidade.

É necessário precaução no teste de viscosidade para que o resultado não seja modificado pela disposição de partículas em suspensão na saída do funil, quando a bentonita permanecer em repouso no mesmo por mais de 10 minutos.

d) Porcentagem de Areia

Este controle será feito por meio de uma pipeta graduada, onde a lama é colocada, lendo-se diretamente a porcentagem de areia em suspensão, após a sua sedimentação no fundo cônico.

Antes de ser colocada na pipeta, a lama será passada por pequeno funil dotado de peneira com a abertura da malha limite da areia e deixada em repouso na pipeta para precipitação. Esta verificação deverá ser efetuada antes das concretagens, não devendo ultrapassar 2% a 3%.

Durante a escavação a porcentagem de areia em suspensão na lama poderá atingir até 30% ou 40% devendo, neste caso, antes da concretagem, ser retirado o excesso de areia contida na lama através de equipamento próprio.

e) Teste do "Cake"

Geralmente é usado o "Standard filter press", que consiste basicamente de um reservatório de lama apoiado numa armação resistente, um meio filtrante, uma proveta cilíndrica graduada para recolher e medir o filtrado e uma fonte para fornecimento da pressão necessária.

O teste deverá ser efetuado obedecendo as seguintes operações:

- Enche-se o recipiente (reservatório) com a lama e fecha-se com junta de borracha;
- Coloca-se uma pipeta graduada sob o recipiente para receber a água que filtrar pelo papel;
- Submete-se a bentonita a uma pressão de 7kg/cm2 durante 7 minutos e 30 segundos;
- Desmonta-se o aparelho e retira-se o papel de filtro;
- Examina-se o depósito de bentonita ("cake");
- Coloca-se o papel com o "cake" entre duas lâminas de vidro e mede-se a espessura do mesmo com um paquímetro

A espessura ideal, conforme já foi referida, é de 1,5 a 2,0 mm.

"Cakes" espessos indicam areia em suspensão e grande permeabilidade.

A água recolhida na proveta fornece indicações sobre a permeabilidade do "cake".

Para lamas não contaminadas e "cake" em boas condições, não deverá exceder 5cm3 em 7 minutos e 30 segundos, correspondendo a uma permeabilidade de aproximadamente 10-7cm/s.

O depósito deverá apresentar ao tato a sensação de matéria aveludada. "Cakes" ásperos indicam contaminação com areia; normalmente, são permeáveis e apresentam maior espessuras.

O ensaio do "cake" é necessário para verificação das condições de sustentação do painel, uma vez que a formação adequada do mesmo e a impermeabilização do terreno pela bentonita são importantes para este fim.

f) Perda de Fluido (filtrado A.P.I.)

O "filtro press" é o aparelho pelo qual se obtém o teor de água livre, e também, a espessura do "cake".

A faixa de valores de perda de fluido admitida, incluindo a lama nova (ou seja preparada com bentonita e água doce) e a lama que poderá ser reutilizada (que normalmente contém partículas de areia, silte e argila), situa-se entre 10 a 28 ml (de filtrado), obtido no ensaio de 7,5 minutos.

Convém observar que quanto menor for o valor da perda do fluido (filtrado), tanto menor será a espessura do "cake" e menos permeável será o mesmo.

O "cake", sendo de baixa permeabilidade, constitui uma membrana estanque, permitindo assim uma aplicação integral da pressão hidrostática da lama nas paredes (taludes) verticais da escavação, fator importantíssimo para estabilidade do painel (trincheira); por outro lado, um "cake" demasiadamente espesso poderá causar problemas nas operações de escavação.

A espessura do "cake" normalmente usada ou que se deverá obter é de 1,5 a 2,0 mm, sendo que o valor máximo admitido é de 5,0 mm.

Concreto para as Paredes Diafragma

O traço do concreto será estabelecido após realizados ensaios dos componentes, devendo os agregados se enquadrarem em, no mínimo, três faixas de granulometria. Para evitar o perigo de desagregação do concreto, o teor de cimento deverá ser, no mínimo, de 350kg/m3 de concreto, devendo ter "Slump-Test" 21, com tolerância ± 3, obedecendo ao caderno de encargo para o Controle Tecnológico do Concreto. O diâmetro do tronco de cone abatido de concreto não deverá ultrapassar 55-60cm (ver DIN 1048 - Métodos de ensaio de concreto - e DIN 1045 - Valores limite).

O concreto deverá ser lançado de conformidade com as prescrições para a concretagem sob água, com o auxílio de tubos tremonha que atinjam o fundo da escavação. Dever-se-á impedir o contato entre o concreto e a suspensão de lama tixotrópica contida no tubo, no início do despejo do concreto no tubo, por meio de bolas de borracha ou papel amassado ou por outros meios apropriados. O concreto deverá ser preparado com uma consistência tal que os tubos de lançamento penetrem sempre até uma profundidade suficiente, abaixo da superfície do concreto, e que, cessado o despejo, o concreto não escorra de dentro do tubo, permitindo a infiltração da suspensão pelas emendas.

Interrupções de mais de 15 minutos na concretagem serão prejudiciais. Por isso, quando se emprega concreto pré-misturado, só se deverá iniciar a concretagem depois de se dispor de uma reserva suficiente de concreto no canteiro da obra.

O adensamento mecânico do concreto é desnecessário e contraproducente. Não é admissível a introdução de água para facilitar o bombeamento da lama tixotrópica. A velocidade de ascensão do concreto deverá ser de, aproximadamente, 3 m/h.

As paredes diafragma deverão ser tão estanques quanto possível para impedir a penetração de água na galeria. As juntas que se apresentarem deverão ser eliminadas mediante injeção sob pressão de argamassa, sem qualquer remuneração adicional, caso tal medida se torne necessária para o prosseguimento da obra.

Para a comprovação da qualidade do concreto depois de endurecido, deverá ser observado o Controle Tecnológico do Concreto.

Armadura

As particularidades que se apresentam na disposição dos ferros de armadura, e, ás vezes, a deficiente aderência entre a armadura e o concreto lançado sob suspensão de bentonita exigirão uma cuidadosa ancoragem dos ferros. As barras verticais deverão ficar por fora e as horizontais, por dentro. O espaçamento livre entre os ferros deverá ser, no mínimo, de 10 cm entre faces dos ferros e, no máximo, de 20 cm. Dever-se-á evitar a concentração de ferros. Em princípio, dever-se-á empregar barras de aço com mossas e saliências, por oferecerem uma aderência melhor.

As armaduras (gaiolas) deverão ser calculadas para os esforços que se apresentam para cada face da parede. Por isso, poderá ocorrer que não sejam simétricas. Nestas condições o Construtor deverá ter todo o cuidado na confecção da gaiola, principalmente nos ferros de suspensão (alças) para que estas tenham as posições devidas (indicadas no projeto) de modo que a gaiola tenha a verticalidade necessária para sua fácil penetração na escavação. Por outro lado o Construtor deverá ter o cuidado necessário na colocação da gaiola na cava, a fim de não posicionar erradamente as faces das armaduras.

Os ferros de rigidez, que são recomendados para diminuir a deformação das gaiolas durante o içamento e transporte, poderão ser dispensados se forem adotados os sistemas de berços.

As emendas deverão ser por transpasse, luvas e/ou por solda de topo por caldeamento, obedecendo as prescrições das normas da ABNT.

O aço a empregar deverá ser soldável, com garantia de qualidade (CA-50A). Para estes aços especiais, os valores limites estabelecidos nas normas técnicas, deverão ser obedecidos com segurança e comprovados por meio de atestado de análise para cada partida, isoladamente. Cada partida de aço deverá ter uma etiqueta, assinalando o número da fornada, a ser armazenada separadamente.

As emendas soldadas deverão obedecer as normas da ABNT.

Execução de Obras de Concreto Armado, Verificação de Emendas Metálicas de Barras para Concreto Armado.

A aceitação das soldas dos ferros das armaduras (gaiolas) da parede diafragma será procedida por um perito indicado pelo METROFOR, correndo as respectivas despesas por conta do Construtor. Caberá ao perito apresentar certificado de aprovação da solda.

Haverá necessidade de prover escoramento para o trecho entre a superfície do terreno e o topo de parede diafragma, no caso desta última não ser executada até o nível do terreno. Para tanto, deverão ser embutidos perfis de escoramento no concreto fresco da parede diafragma. Estes deverão ser

mantidos imóveis na posição correta até o endurecimento do concreto, impedindo seu afundamento e demais deslocamentos prejudiciais.

Após o endurecimento do concreto, a parte superior da lamela ainda com bentonita deverá ser preenchida com material não coesivo, enquanto que a bentonita estará sendo bombeada, não podendo ser reaproveitada.

Neste trecho, a mureta guia do lado da terra deverá funcionar, após a demolição da mureta guia do lado da vala, como painéis de escoramento. Caso este mureta guia, no lado da terra, tenha que ser retirada por razões outras, far-se-á então a complementação do escoramento através de pranchões e com reaterro por trás destes.

5.2.4 Parede de Estacas Justapostas

As paredes de estacas justapostas constituem um tipo de parede rígida, como são as paredes diafragma. As considerações feitas no item anterior também se aplicam aqui, em sua quase totalidade. Neste método de construção, as paredes deverão ser formadas por estacas embutidas em uma série de furos, tangentes ou sobrepostas (secantes) uma às outras. Nos locais em que as camadas do solo são constituídas de modo que nada se tenha a temer quanto a um possível deslizamento de camada do solo, a perfuração poderá ser feita sem tubos de proteção. Em todos os demais casos, os furos terão de ser protegidos com tubos ou preenchidos com lama tixotrópica.

Parede de Estacas-Pranchas

As paredes em estacas-pranchas constituem um tipo de paramento flexível e contínuo. Os requisitos atribuídos aos perfis de escoramento são extensíveis às estacas-pranchas, menos ao que se refere ao embutimento.

5.2.5 Pranchões de Madeira/Perfil Pranchado

Entre os perfis cravados ou embutidos deverão ser colocados, rentes com as paredes da escavação, pranchões horizontais de madeira, que serão comprimidos contra o terreno por meio de cunhas. A fim de se evitar espaços vazios por trás da parede de pranchões e, portanto, para impedir o recalque do terreno adjacente, a escavação não deverá avançar muito em relação ao escoramento de pranchões. Espaços vazios formados deverão ser preenchidos e compactados com material apropriado. Quando da colocação dos pranchões, dever-se-á atentar para que não se formem superfícies escorregadias na face dos pranchões voltada para o solo, para que estas possam absorver os esforços verticais e transmiti-los aos perfis. Quando o solo não oferecer estabilidade suficiente, dever-se-á escavar de cada vez apenas a altura do solo equivalente a duas larguras de pranchões. Em se tratando de solo estável, poder-se-á dispensar esta medida, desde que o METROFOR tenha autorizado previamente. A diferença de nível na escavação junto aos diversos painéis de pranchões (entre 2 perfis) não deverá exceder 50 cm. Deverá haver a possibilidade de se verificar a uniformidade do assentamento dos pranchões. As cunhas aplicadas contra a aba dos perfis deverão ser constantemente controladas, impedindo-se o seu escorregamento por meio de talas aparafusadas nos pranchões. As juntas horizontais entre pranchões deverão ser tão estreitas que não deixam passar terra. As juntas mais largas deverão ser tapadas com cobre-juntas pregados, ou, ainda, vedadas preliminarmente de maneira apropriada, se for necessário. Qualquer mudança na espessura dos pranchões deverá ser assinalada.

Geralmente, os pranchões são meia largura de aba dos perfis mais curtos que o espaçamento entre os perfis.

O Construtor deverá adquirir os pranchões com comprimento acima do necessário, de modo a que possa ser cortado na medida certa.

Esta medida corresponde à distância entre as metades das abas das mesas de dois perfis consecutivos.

A espessura dos pranchões pode variar por trechos de altura do paramento. Esta variação é função dos esforços existentes e os desenhos de escoramento deverão indicar as espessuras correspondentes.

Os pranchões deverão ser de madeira de lei, ter arestas vivas e ser de 2ª categoria e com as seguintes dimensões aconselháveis:

Comprimento: o necessário para permitir corte na medida certa;

Largura: 30,0 cm;

Espessura: mínima - 7,5 cm (3")

máxima - 15 cm (6")

O reaterro da vala acima da obra deverá processar-se simultaneamente com a retirada dos pranchões, durante a qual a distância entre a borda inferior da parede de pranchões e o reaterro não deverá exceder 50 cm.

5.2.6 Taludes

Só se cogita de valas com paredes em talude quando não existe nenhuma construção, canalização ou rede de serviço público na área sujeita a escorregamento.

Devido à alta porosidade e à radiação solar, a superfície destas paredes tem uma pronunciada tendência para fissurar.

A inclinação do talude deverá ser menor ou no máximo igual ao ângulo de atrito do solo que lhe forma.

Havendo ocorrência de desagregação do talude devido às águas pluviais será conveniente fazer um capeamento asfáltico ou mesmo uma aguada com cimento.

Nos sopés dos taludes deverão ser feitas valas para as drenagens superficiais.

5.2.7 Vigas Longitudinais

Vigas longitudinais são peças, em geral, perfis metálicos, que têm a finalidade de promover uma distribuição das reações das escoras ou ancoragem sobre os paramentos.

Nos paramentos em paredes diafragma onde o escoramento for com ancoragem diferentes em estroncas, sempre deverá haver vigas longitudinais, salvo se as paredes forem dimensionadas para resistir ao puncionamento. Quando houver ancoragem para qualquer tipo de paramento, sempre deverá haver vigas longitudinais, as quais poderão ser ou em duplo U ou em duplo I. As vigas fornecidas pelo Construtor, serão, após o uso, de sua propriedade.

Estas vigas poderão ser colocadas sobre suportes que, além de ampará-las, permitirão a inclinação das mesmas em relação ao plano do paramento, igual às inclinações dimensionadas para os tirantes. Também poderão ser colocadas com suas mesas encostadas nos paramentos, apoiadas em calços e tendo dispositivos sobre as mesas opostas para fixarem as cabeças dos tirantes dentro das inclinações previstas.

As vigas longitudinais para sua continuidade precisam ser emendadas o que para isso deverá ser seguido as normas Cálculo e Execução de Estruturas de Aço - ABNT NBR-8800.

5.2.8 Tirantes

A fim de se manter a vala livre de outras estruturas incômodas, as paredes de escoramento da vala podem ser ancoradas no solo adjacente. A ancoragem necessária, cuja utilidade é apenas passageira, é realizada utilizando-se tirantes protendidos.

Na ancoragem de paredes de pranchões, os tirantes passam através de furos feitos nos pranchões entre os perfis do escoramento. O espaçamento das ancoragens não precisa coincidir necessariamente com o espaçamento dos perfis do escoramento. Em conseqüência, a cinta longitudinal, resistente e indeformável, deverá ser sempre constituída de dois perfis.

Esta viga constituída de duas partes pode ser montada na posição horizontal ou oblíqua (perpendicular à direção dos tirantes), exceto quando esta inclinação variar continuamente (ver item 5.2.7).

Em qualquer caso, quando da fixação dos pranchões nos perfis de escoramento, dever-se-á atentar para uma perfeita e segura transmissão dos esforços verticais, oriundos da inclinação do tirante.

Durante a perfuração do terreno para a ancoragem, será preciso atentar para que o solo não fique abalado em volta do furo. Nas perfurações por meio de jato d'água, não se deverá fazê-lo descontroladamente, e sim, com auxílio de um tubo de revestimento.

As perfurações para ancoragens em solo coesivo deverão ser executadas de modo a não modificar a consistência do solo na zona de transmissão de esforços devido à infiltração de água. Perfurações usando jatos d'água somente deverão ser executadas utilizando-se um tubo de revestimento, de tal modo que sua extremidade enterrada esteja sempre avançada em relação à perfuração, ou então, empregando-se o jato de ar. São permitidas perfurações a seco, utilizando-se brocas rotativas com espiras helicoidais ou outra ferramenta semelhante, ou então, cravando-se tubos.

Perfurações em solos coesivos deverão ser alargadas na zona de transmissão de esforços, a fim de possibilitar uma maior absorção de esforços pelo solo.

Para a execução, somente serão admitidas firmas especializadas com uma suficiente experiência, como também só serão utilizados processos de ancoragem que permitam uma verificação posterior da força de protensão do tirante. O processo de ancoragem deverá, ainda, permitir a mobilidade do tirante protendido entre o trecho de transmissão de esforços e o cabeçote de ancoragem. Além disto, será preciso que se conservem as forças de protensão a que foram submetidos os tirantes.

O comprimento do trecho de transmissão de esforços deverá ser determinado pelos resultados de testes de processos de ancoragem em solo, realizados em igualdade de condições. Atribuir-se-á, geralmente, ao comprimento do bulbo, um valor igual a 10% do valor absoluto da carga do tirante (Ex. carga 30 t - comprimento do bulbo 3,0 m).

A execução deste trecho ancorado deverá processar-se de forma a que a nata de cimento seja aplicada ao mesmo tempo em que é retirado o tubo utilizado na perfuração. A protensão do tirante deverá ser feita vagarosa e cuidadosamente, utilizando um macaco hidráulico munido de um manômetro aferido.

Situando-se a zona de transmissão de esforços em solos coesivos, o fator água-cimento não deverá exceder 0,5, devendo-se, também, neste caso, adicionar ao material de injeção, aditivo que restrinja a relação, água-cimento, da nata, possibilitando, portanto, um perfeito contato entre o corpo da ancoragem e o solo.

Cada tirante deverá ser testado com uma carga 1,2 vezes maior que a carga de trabalho determinada pelo cálculo. Durante a protensão, deverá ser verificado o deslocamento longitudinal no sentido da tração de extremidade exposta do tirante, em relação a um ponto fixo de referência, para uma carga, respectivamente, de 0,4, 0,8, 1,0 e 1,2 vezes a carga de trabalho. As vibrações cronológicas do deslocamento da extremidade exposta do tirante de ancoragem, com uma carga igual a 1,2 vezes a carga de trabalho, deverão ser observadas durante 5 minutos nos solos não coesivos e durante 15 minutos nos solos coesivos. Em seguida, descarregar-se-á a ancoragem para a determinação do deslocamento permanente e, finalmente, deverá aplicar-se uma carga de protensão igual à carga de trabalho calculada.

A protensão de cada tirante deverá ser anotada, detalhadamente, num registro pelo qual se possa verificar a carga de protensão aplicada e o correspondente deslocamento, para cada estágio. A capacidade de carga da ancoragem será determinada comparando-se cargas aplicadas com o diagrama tensão-deformação do aço do tirante utilizado.

Comparam-se e avaliam-se os diagramas carga-deslocamento o tempo-deslocamento com os resultados dos testes de ancoragem em solo acima citados. Em geral, as condições de aceitação serão preenchidas quando os deslocamentos cessarem no decorrer do período da prova (5 ou 15 minutos), com uma carga de protensão 1,2 vezes a carga de trabalho, quando o diagrama carga-deslocamento da ancoragem não diferir fundamentalmente dos resultados dos testes de processos de ancoragem em solo e quando se puder comprovar o comprimento da parte livre do tirante pela medida da deformação.

No caso de deslocamentos maiores, deverá ser decidido de comum acordo com o METROFOR o procedimento a seguir (nova ancoragem, ancoragem adicional, etc.).

Nos solos não adequados para injeções de cimento, três dias após a protensão, dever-se-á verificar, pelo menos de cinco em cinco tirantes, se ainda subsiste a força da ancoragem aplicada. Nos solos soltos, arenosos, existindo o perigo de trepidações, dever-se-á proceder semanalmente a novas verificações da força de ancoragem.

Existindo empuxo ativo do solo, dever-se-á testar, a cada dez tirantes, se a ancoragem resiste a 1,5 vezes à carga de trabalho.

Os testes da ancoragem e a protensão só deverão ser efetuados na presença de um representante do METROFOR. Os registros efetuados durante o teste e a protensão deverão ser anexados aos documentos da obra. Estes registros deverão ser autenticados pelos representantes da Construtora e do METROFOR.

Os aços para protensão, ao serem montados na construção, deverão ser protegidos por envolvimento contra a corrosão. No que diz respeito à proteção contra a corrosão, até o momento em que o aço será utilizado na obra, deverão ser observadas as recomendações relativas aos aços

para protensão. No caso de águas agressivas no subsolo, dever-se-á ter especial atenção a este respeito.

Com relação às possíveis fissuras provenientes dos esforços nas seções corroídas, deve-se prever, para cada barra, uma seção mínima de 75 mm2.

Efetuado o pedido, o Construtor deverá apresentar, em tempo hábil, os seguintes dados e informações a respeito das ancoragens previstas:

a) Descrição do processo de ancoragem (máquina perfuratriz, embutir em tubo, coroa de perfuração, aço para protensão, cabeçote de ancoragem, protensão anticorrosão, processo de injeção, material de injeção, ancoragem nos trechos de transmissão de esforços ao solo, etc.), com os desenhos para a construção do cabeçote de ancoragem e dos trechos de transmissão de esforços;

b) Recomendações sobre o processo de protensão (cabeçote de ancoragem).

As plantas de execução e os dados para construção deverão ainda conter:

a) Plantas de ancoragem indicando sua localização, número, inclinação, comprimento e trecho de transmissão de esforços ao solo;

b) Roteiro de protensão, indicando a força nominal, a sobrecarga de teste, a força de acunhamento, alongamento, freqüência e indicação cronológica para execução das protensões posteriores, etc.

5.2.9 Perfuração em Bloco de Rocha ou Concreto

A perfuração de bloco de rocha deverá ser executada através de sonda rotativa. O diâmetro mínimo será BX.

Deverá ser usado na perfuração coroa de diamante ou vídia, dependendo da dureza do material a ser perfurado.

Todo material recolhido na perfuração deverá ser conservado, servindo como testemunho para futuras verificações. Estes testemunhos deverão ser tomados a cada metro de perfuração.

5.2.10 Escoramento com Placas de Concreto Armado

Os parâmentos contínuos poderão encontrar, antes de atingirem a profundidade do fundo da vala, solos impenetráveis à cravação (estacas justapostas, estacas-pranchas) ou em condições inaplicáveis do trepano (paredes diafragma). Estes solos, normalmente solos residuais, embora ofereçam resistência à penetração, podem não inspirar confiança quanto à estabilidade, mormente se não houver rebaixamento no lençol d'água e estiverem próximos às edificações. Um dos processos para conter este terreno, por ocasião das escavações abaixo das bases dos paramentos, é o emprego de placas retangulares, ou quadrangulares, atirantadas, que serão colocadas afastadas uma das outras em cerca de 20 cm. Os prolongamentos das armaduras serão traspassados neste afastamento, de modo que, posteriormente, após a placa estar atirantada, levarão concreto constituindo no final um paramento contínuo. As placas terão áreas variando entre 0,50 x 1,00 m e 0,50 x 1,50 m dependendo do cálculo e das conveniências de cada caso. A espessura também será dependente da situação em estudo. Vários cuidados deverão ser tomados quando for adotado este sistema. Assim, o paramento deverá ser preparado para receber as placas, de modo que haja total contato entre as placas e o terreno. A concretagem do espaçamento entre as placas deverá ser bem

feito, de modo a se obter uma continuidade no paramento, evitando a infiltração e o possível carreamento de material. De um modo geral, para cada placa usar-se-á um tirante, porém dependendo do tamanho da placa, poder-se-á usar dois tirantes e, neste caso, a aplicação de carga de tirante deverá obedecer a um plano de modo que a placa trabalhe em perfeito equilíbrio de forças.

5.3 ESPECIFICAÇÃO GERAL PARA OS SERVIÇOS DE PERFURAÇÃO E EXECUÇÃO DE COLUNAS E CORTINAS DE "JET-GROUTING". (NÃO APLICÁVEL)

5.3.1 OBJETIVO

Esta especificação técnica tem por objetivo apresentar os procedimentos que deverão ser adotados para execução de cortinas e do tratamento das janelas existentes entre as placas pré-moldadas das paredes-diafragma que constituem as contenções dos trechos em trincheira (trechos 33 a 39), do metrô de fortaleza. Essa solução poderá ser adotada também, nas lamelas moldas "in loco" das estações subterrâneas.

5.3.2 ELEMENTOS DE PROJETO

O projeto do tratamento das janelas de que trata a presente especificação esta apresentada nos desenhos DE-1.05.00.00/6A1-001 a 003.

5.3.3 GENERALIDADES

A solução adotada para as paredes de contenção nos trechos em trincheira do Metrô de Fortaleza foi a de paredes-diafragma pré-moldadas com a ficha concretada no próprio local. O processo construtivo destas paredes de contenção consiste em se proceder à escavação sustentada da mesma maneira como se fosse ser executada uma parede-diafragma moldada "in loco". Atingida a cota final de escavação procede-se à desarenação da lama de preenchimento de escavação, coloca(m)-se o(s) painel(éis) pré-moldado(s) e concreta-se a ficha da parede. Após a concretagem da ficha, procede-se á colocação de "coulis" (mistura pré-definida de cimento com lama betonítica) nos vazios ainda existentes na escavação inicialmente executada. O "coulis" tem a função de substituição da lama betonítica, pois é um elemento de melhores características de resistência.

As janelas existentes na parte inferior das placas pré-moldadas de parede-diafragma são uma necessidade do próprio processo executivo de construção das paredes de contenção. Elas têm por objetivo garantir a colocação de uma placa justaposta à outra já colocada e que já possua a ficha concretada.

Entretanto, este procedimento não garante que a janela seja totalmente preenchida quando da concretagem da ficha da lamela recém colocada.

Caso esta janela não seja preenchida por concreto ela torna-se num ponto crítico, quanto ao aspecto de percolação, possibilitando que por ela ocorra um grande fluxo de água com um grande carreamento de material. Neste aspecto é importante ressaltar que as características granulométricas das areias da região em que está sendo implantado o metrô de Fortaleza, favorece ao carreamento. Isto porque se trata de uma areia muito fina, fofa e uniforme que não permite que ocorra o fenômeno de cicatrização caso inicie-se um processo de carreamento.

5.3.4 METODOLOGIA EXECUTIVA

As colunas de solo cimento executadas pelo sistema CCP visam a obtenção, no interior do subsolo, de corpo de solo consolidados com forma geométrica aproximadamente cilíndrica e apenas entre as cotas necessárias.

Para execução das colunas são introduzidas no terreno hastes tubulares de aço, normalmente com diâmetro nominal de 75mm.

O conjunto penetra no solo por método rotativo e com auxilio de circulação de água até se alcançar a profundidade necessária prevista em projeto.

A seguir injeta-se pela haste uma calda de cimento e água sob pressão, que pode variar segundo a conveniência ou necessidade. Essas pressões são, normalmente, da ordem de até 300Kgf/cm2. A calda injetada sai da haste através de um ou mais bicos injetores, situados na extremidade inferior da haste, em jatos essencialmente horizontais.

Devido à alta energia cinética conferida a calda pela pressão aplicada, ela desagrega a estrutura do solo até certa distância do eixo da haste, com mistura simultânea das partículas do solo com o cimento.

Durante o processo da injeção é feita a remoção lenta e gradual da haste, acompanhada de movimento de rotação, exatamente para permitir a formação da coluna desejada.

Decorre, portanto, a formação de um corpo cilíndrico de solo misturado com nata de cimento, o qual terá uma resistência mecânica que será função do tipo de solo e da quantidade de cimento injetada que, por sua vez, depende do diâmetro e do número de injetores e das velocidades de rotação e de remoção das hastes.

Se durante a perfuração se constatar a presença de solos muito resistentes, poderá ser necessária a utilização da técnica de pré-ruptura hidráulica para obtenção do diâmetro desejado para a coluna. A princípio não haverá a necessidade deste procedimento para a execução das colunas entre as cotas previstas em projeto.

5.3.5 SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

Apresenta-se, a seguir, a seqüência executiva para o tratamento das janelas existentes nas paredes-diafragma pré-moldadas.

Serão fornecidos pelo METROFOR todos os desenhos de projetos necessários para o serviço.

O tratamento das janelas das paredes-diafragma consistirá na execução de colunas do lado externo das paredes. A execução das colunas obedecerá à seqüência apresentada a seguir:

Nos trechos considerados menos críticos serão executadas apenas duas colunas externas. Entendem-se como trechos menos críticos, por exemplo, aqueles em que as edificações e utilidades existentes estejam afastadas das paredes da vala, ruas com pouco ou sem movimento, etc., de modo que mesmo ocorrendo algum fenômeno de carreamento de material ele não afete esses elementos. Nos trechos considerados críticos obrigatoriamente deverão ser executadas as colunas externas formando praticamente uma “cortina” de vedação. Há, ainda, outros trechos junto a edificações especialmente

críticas, que deverão ser objeto de tratamento específico. A decisão sobre as condições do trecho é de competência direta da Fiscalização.

Seqüência Executiva

1. Definição, por parte da Fiscalização, sobre a condição do trecho a ser tratado.

2. Descobrir, na superfície (rua) as juntas das lamelas das paredes-diafragma. Deverá ser anotada a cota da superfície do terreno em cada junta que será tratada.

3. Executar furo piloto, já com o equipamento de execução das colunas CCP, exatamente na junta das paredes. Este furo tem por objetivo detectar a exata cota de topo do concreto moldado "in loco" que constitui a ficha da parede-diafragma, e deverá ser executada com maior injeção de água possível. Assim sendo, ele deverá ser executado até que encontre uma interferência. Encontrada a interferência deverá ser anotada a profundidade em que ela ocorreu para verificar a sua coerência com a cota prevista em projeto. Esta cota deverá ser anotada para orientar a execução das colunas.

4. Retirar a haste de perfuração do furo piloto, promovendo o preenchimento do furo com calda de cimento.

5. Deverá ser executada a primeira coluna de CCP, que está identificada como nº 1 entre as cotas definidas em projeto, tomando-se como referência a cota do concreto moldado "in loco" obtida na perfuração do furo piloto.

6. A seqüência de execução das primeiras colunas externas nas juntas deverá prosseguir durante todo o dia.

7. No dia seguinte deverá se retornar ao local da execução da primeira coluna do dia e executar a coluna nº 2 indicada no projeto. O planejamento dos trabalhos deve ser feito de tal modo que garanta que as colunas justapostas não sejam executadas em intervalo de tempo inferior a 18 horas e nem superior a 30 horas.

8. Caso o trecho a ser tratado seja um dos considerados críticos a execução das colunas deverá prosseguir de modo a se executar a "cortina" completa.

9. Concluída a execução das colunas de CCP externas às paredes-diafragma deverá ser executada a escavação interna conforme seqüência executiva prevista nos desenhos.

10. Repetir os itens 1 ao 9 para outro trecho até a conclusão dos serviços.

    A seqüência executiva proposta poderá sofrer alterações ou adaptações em função das características da obra ou de ocorrências ou interferências não previstas.

5.3.6 REGISTROS DAS OPERAÇÕES DE EXECUÇÃO

Deverá ser feito um registro completo de execução de cada coluna, do qual constarão pelo menos os seguintes dados:

- Data da execução (início e fim);

- Horário de execução (início e fim de perfuração; início e fim da injeção);
- Número e localização da coluna e da junta que está sendo tratada;
- Dimensões da coluna (diâmetro e comprimento);
- Cota da superfície do terreno no local da execução;
- Cota do topo do concreto moldado “in loco” da ficha, determinado no furo piloto;
- Cota da base da coluna;
- Cota do topo da coluna;
- Tempos de interrupção da operação, suas causas e hora em que a ocorreu;
- Pressão de injeção e velocidade de remoção da composição;
- Quantidade de sacos de cimento utilizada em cada coluna;
- Outras observações especiais que se fizerem necessárias.

5.3.7 CONTROLES DE EXECUÇÃO

Durante a execução das colunas deverão ser efetuados vários controles para garantir a sua qualidade. Os controles básicos a serem efetuados estão apresentados a seguir.

5.3.7.1 Lama de Refluxo

A observação da lama de refluxo da injeção é imprescindível para garantia da execução das colunas. Interrupções ou variações não prevista identificam configurações diferentes do perfil geotécnico de referência, e que podem provocar desde a ocorrência de vazios no terreno, presença de materiais de origem desconhecida, etc. Estas informações permitem reavaliar os parâmetros de injeção, eventual necessidade de pré-ruptura hidraúlica ou, até mesmo, redistribuição em planta das colunas para na área considerada.

5.3.7.2 Cotas de ponta e arrasamento

A verificação da cota de ponta se dará pela leitura na escala ao lado do mastro, que indica a metragem perfurada, ou pelo número de hastes previamente medidas utilizadas na perfuração.

Entretanto, para se obter com precisão a cota de ponta da coluna a ser executada, deverá ser descontada a distância entre o último bico injetor e a coroa de perfuração. Esta distância deverá ser confirmada na obra em função das características do equipamento que estiver sendo utilizado.

A verificação da cota de topo da coluna se dará pela leitura na mesma escala ao lado do mastro do equipamento. Portanto, a cota de topo da coluna será aquela que incida com o término de cada injeção.

5.3.7.3 Verticalidades das colunas

A verificação do posicionamento da haste e sua verticalidade são importantes para a configuração final do conjunto de colunas e reside na verificação do perfeito estacionamento e nivelamento do equipamento, assegurando-se que não haverá nenhum deslocamento durante a execução dos serviços.

A verificação da verticalidade de cada coluna deverá ser feita imediatamente antes do inicio da perfuração e após ter sido cravada metade do comprimento da haste de perfuração. Perfurações em grandes profundidades e presença de materiais mais resistentes tendem a influenciar na verticalidade nas colunas face à rigidez das hastes. A ocorrência de qualquer anomalia deve ser comunicada a fiscalização ou reiniciada a perfuração.

5.3.7.4 Diâmetro

Os fatores que determinam o diâmetro de uma coluna, a partir do conhecimento do tipo de solo e de sua resistência (SPT); são os seguintes:

- Pressão da bomba;
- Tempo de injeção;
- Passo de subida da haste;
- Rotação das hastes;
- Densidade da mistura;
- Diâmetro do injetor.

O diâmetro injetado será garantido através do efetivo controle dos parâmetros de injeção durante a execução, dentre os quais destacam-se:

a) Verificação e anotação do tempo gasto na perfuração, pré-ruptura (principalmente tempo gasto em cada passo) se houver, e injeção da coluna. O controle do tempo devera ser feito com cronômetro.

b) Verificação e anotação da pressão da bomba injetora durante a execução da coluna CCP durante toda a fase de injeção, anotando-se eventuais variações de pressão.

c) Verificação e anotação da velocidade de rotação em rpm.

d) Verificação e anotação do tempo de subida da haste (translação) em cada passo com uso cronômetro (exemplo:3 cm/10 s).

e) Controle do passo de injeção do equipamento.

f) Verificação e anotação do traço da calda do misturador.

g) Controle do volume de água e o número de sacos de cimento aplicados no misturador.

h) Verificação e anotação do consumo real de calda na execução da coluna. Deve-se realizar, no misturador, um controle do tempo efetivamente gasto no consumo do citado volume injetado, anotando-o em planilha adequada. Deve-se anotar também o tipo e marca do cimento utilizado

Os materiais constituintes das colunas deverão satisfazer às condições especificas na ABNT.

5.3.8 CONTROLE TECNOLÓGICO

No caso particular em questão a finalidade das colunas é de tamponamento das janelas existentes entre as placas de parede-diafragma pré-moldadas. Assim sendo a resistência das colunas adquirem aspecto secundário, não havendo a necessidade de execução de ensaios de resistência neste caso.

5.3.9 PARÂMETRO DE INJEÇÃO

Em função das características dos terrenos onde deverão ser executadas as colunas, sugere-se, em princípio, que sejam adotados os seguintes parâmetros executivos:

a) Pressão de injeção: 280 Kgf/cm2.

b) Consumo de cimento: 4 sacos de 50kg por metro de coluna para diâmetro previsto para coluna de Ø = 80 cm;

c) Tempo de injeção em cada estagio: 5,5 s;

d) Passo de subida da haste: 5cm

Os parâmetros sugeridos são apenas orientativos e poderão ser alterados durante a execução das colunas para garantir a qualidade e características geométricas do produto final desejado.

5.3.10 Obturação de Furos de Tirantes em Parede Diafragma

Ao serem feitos furos para cravação de tirantes em paredes diafragma, nas zonas em que haja pressão do lençol freático, é comum que a água venha verter por estes furos.

Para contornar esta situação e promover a vedação do furo, deverá ser colocado dentro do mesmo um tubo PVC, com 1/2" e vedar, temporariamente, o espaço em torno deste tubo com argamassa de cimento de pega-rápida. Em seguida, por este tubo PVC, far-se-á uma injeção de silicato, através de dispositivo obturador com pressão adequada ao caso.

Desta forma, consegue-se obturar o furo pela parte de dentro, isto é, atrás da parede.

Elementos Metálicos

Generalidades

A fabricação e a montagem de diversos elementos metálicos, serão executados de acordo com estas Especificações, e com o Projeto Executivo, obedecendo ainda as seguintes normas:

- Cálculo e execução de estruturas de aço - ABNT NBR-8800;
- Cálculo e execução de estruturas de aço soldadas - ABNT PNB-117
- Método para qualificação dos processos de soldagem, de soldadores e de operadores ABNT PNB-262;
- "Specification for the design, fabrication and erection of structural steel for buildings"- AISC;
- "Code of Standard Practice" - AISC;
- Soldas - ABNT MB-262 e AWS
- Limpeza das estruturas metálicas - SSPC SP-5;
- Pintura das estruturas metálicas - SSPC SP-12, SSPC PS 11 e SSPC PAINT-6.

5.4 Pontes sobre a Cava

O Construtor somente construirá as pontes para o tráfego público mediante projetos que lhe forem fornecidos. O METROFOR elaborará estes projetos, salvo quando achar conveniente que a elaboração seja feita pelo Projetista.

Os materiais a serem utilizados nas pontes serão rigorosamente os especificados e dispostos conforme o projeto. Em princípio, os materiais utilizados para a construção das pontes são perfis metálicos e chapas existentes na própria obra. Alguma alteração que se recomende deverá ser autorizada pelo METROFOR.

Igual procedimento no que se refere a dimensões.

São da responsabilidade do Construtor:

- a execução e a conservação da ponte;
- o fornecimento e a construção e/ou montagem das pontes;
- a manutenção do prazo de entrega, bem como a iniciativa de procedimentos que resultem no desvio do tráfego em tempo útil, para não retardar a construção ou montagem;
- dotar as pontes de iluminação e sinalização cega, fosforescente ou luminosa, de acordo com exigência das autoridades competentes, incluindo-se o fornecimento instalação e custeio do uso e da manutenção da iluminação e sinalização;
- a demolição ou desmontagem da ponte, no final, restabelecendo as condições primitivas do local.

Em princípio, as pontes destinadas a veículos e/ou pedestres não poderão servir de suporte a tubulação e/ou redes de serviços públicos, que não possam sofrer deformações. Estas pontes deverão ter guarda-rodas protegendo a faixa de pedestre.

As coberturas das cavas para pedestres deverão ser mantidas pintadas e em perfeito estado de conservação, tendo alambrados como proteção nos guarda-corpos.

As pontes para pedestres deverão ser calculadas para uma sobrecarga de 500 kg/m2. As pontes para veículos deverão atender às condições de carga exigidas para o local.

5.4.1 Pontes para Veículos

O escoramento da cava poderá eventualmente ser utilizado como apoio das pontes para veículos, mesmo que isso acarrete elevação admissível do piso em relação ao nível da rua. As providências especiais ou adicionais necessárias deverão ser incluídas neste item.

Na hipótese de ocorrerem cargas relativamente elevadas nos apoios extremos, poderão ser projetadas fundações diretas por trás do escoramento, desde que não promovam efeitos desfavoráveis sobre o mesmo, reduzindo a segurança a valores abaixo dos admitidos. Se necessário, as fundações se apoiarão em estacas cravadas exclusivamente para esse fim.

Para comprimentos em que se recomendarem apoio central poder-se-á utilizar as estacas barretes de suporte do escoramento horizontal, desde que devidamente preparadas e atendidas as condições de estabilidade decorrentes das cargas adicionais introduzidas. A estrutura da ponte deverá ser metálica. A pista de rolamento deverá ser feita de acordo com a indicação do METROFOR, de placas de concreto armado pré-fabricado, de madeira ou de placas de concreto armado executadas no local. Também poderão ser usadas chapas estriadas, podendo ser substituídas por pranchões nas pontes de pequeno movimento.

A pista de rolamento deverá ter dispositivos que evitem deslocamento e deverá ser fixada de maneira a garantir um apoio rígido e firme sob qualquer carga. Além da altura estaticamente necessária, deverá ser acrescentada uma camada para desgaste.

A ponte é limitada, lateralmente, por guarda-rodas e guarda-corpos, de acordo com a NB-2.

5.4.2 Cobertura da Cava

A cobertura da cava poderá apoiar-se nos perfis ou paredes de escoramento, desde que devidamente adaptados e reforçados de forma a assegurar boas condições de estabilidade.

As sucessivas colocações e retiradas destas coberturas, necessárias para o perfeito cumprimento das atribuições do Construtor, estão incluídas neste item.

No mais, vale o exposto relativo ao item 5.3.1.

5.4.3 Pontes para Pedestre e Cobertura de Proteção

O exposto anteriormente para os itens 5.3.1. e 5.3.2 prevalece, onde couber, para as pontes para pedestres e suas coberturas de proteção eventualmente necessárias.

5.4.4 Acessos às Pontes para Veículos e para Pedestres

Os acessos das pontes para veículos deverão ter o nível superior coincidindo com o nível dos tabuleiros e as inclinações no máximo de 3%, a fim de evitar impactos maiores na estrutura.

A pavimentação deverá ser feita de tal forma, que permita suportar a carga do trânsito. Normalmente, é usado o capeamento em concreto asfáltico e também são aplicadas aqui as condições de proteções laterais.

Os acessos às pontes para pedestres, que geralmente são simples coberturas da cava, poderão ser em rampas formadas por tabuados ou por escadas, no máximo com 2 degraus, dependendo das conveniências locais.

5.4.5 Pontes para Redes de Serviços Públicos

Estas pontes deverão ser projetadas à prova de vibrações, para suspensão ou apoio de tubulações e cabos em utilização; serão construídas com perfis de aço ou de madeira e colocadas longitudinalmente, transversal ou diagonalmente em relação à vala, devendo estar, porém, completamente independentes de estroncas. Relativamente às pontes para veículos ou pedestres, vale o indicado no item 6, isto é, só deverão ficar suspensas no vigamento das pontes as tubulações que possam sofrer deformações. As tubulações ou cabos poderão se apoiar em apoios centrais.

Estas pontes deverão possuir dispositivos que permitam regular o declive e atender às flechas das tubulações, tais como tabuleiro regulável e fixável com cunhas ou roscas, pendurais (tirantes) rosqueáveis para atender a contra-flecha, etc., de acordo com as instruções das Concessionárias.

As emendas das tubulações deverão ser vedadas sempre que apresentarem vazamentos. As instruções das Concessionárias referentes à proteção de tubulações, galerias ou cabos deverão ser sempre respeitadas.

As tubulações de concreto deverão ser substituídas por tubos de aço, sempre que possível.

5.4.6 Consolos para Redes de Serviços Públicos

Este item abrange todos os serviços necessários, tais como fabricação, instalação, manutenção e remoção dos consolos, a serem pendurados nas vigas ou presos aos perfis de escoramento.

Estes consolos obedecerão também aos projetos próprios.

5.4.7 Placas de Concreto

Os tabuleiros das pontes para veículos serão em placas pré-moldadas de concreto armado, com fck ≥ 15,0 MPa, tendo as dimensões de 1,0 x 2,0 x 0,20 m. A fabricação destas placas está subordinada à NB-1. Deverão possuir furos na sua superfície, em número de 2, para que possam ser facilmente transportadas. O transporte e colocação das placas devem ser feitos com todo cuidado, a fim de não danificá-la, pois é previsto o seu reaproveitamento em outro local de ponte. As placas deverão ficar assentadas entre as cruzetas, especialmente fabricadas para este fim, sobre as mesas dos perfis das vigas principais. Para amortecer vibrações e choques serão colocados caibros de madeira pintados com betuvia sob as bordas destas placas. Comumente será feito um rejuntamento entre as placas com pastas asfáltica, para melhor fixação dos mesmos.

5.4.8 Cobertura das Valas com Chapa de Aço

As coberturas de vala poderão ser em chapas de aço, obedecendo a projetos próprios de onde sairão as dimensões necessárias para cada caso. Estas chapas deverão ficar apoiadas em perfis da própria obra e, normalmente, serão utilizadas para trânsito de pedestre. Como tal, estas chapas deverão ser corrugadas para evitar escorregamento dos transeuntes, assentadas por meio de parafusos e o

dispositivo deverá possuir segurança através de guarda-corpos telados. A obra deverá proceder o fornecimento, colocação, manutenção e retirada após o uso, transportando as chapas para os locais de armazenamento indicados pela Fiscalização uma vez que as ditas chapas serão propriedades do METROFOR.

5.4.9 Reforço com Chapas na Mesa ou Alma

Toda vez que forem aplicadas cargas superiores àquelas calculadas em pontes, as vigas principais deverão ser reforçadas. Também é o caso de pontes reaproveitáveis, onde nos novos locais as cargas atuantes sejam maiores. Para isso, deverá ser elaborado o cálculo respectivo, acompanhado de desenhos, por onde o Construtor deverá executar os reforços indicados.

As chapas serão soldadas às mesas e almas obedecendo às cotas indicadas nos desenhos. De um modo geral, devido as acomodações das placas de concreto do tabuleiro, as chapas de mesa superior serão soldadas na parte inferior da mesma, a fim de que não haja ressaltos que venham causar desequilíbrio com placas.

5.4.10 Enrijecedores

Há uma certa correlação entre este item e o 5.3.7, porque além do reforço de chapas na mesa e alma, haverá normalmente, necessidade de serem colocados enrijecedores como elementos que venham combater a flambagem da alma. Para isso deverão ser obedecidas as prescrições da NB-14, item 5.6 e nos desenhos do projeto deverão estar indicados os locais onde os enrijecedores serão aplicados.

5.4.11 Chapas Niveladoras

As vigas berço, quando colocadas no topo das paredes diafragma, deverão ficar assentadas sobre placas de aço niveladoras, isto é, chapas que permitam estabelecer o nível desejado para as vigas. Para isso, deverá haver um preparo da superfície no topo da parede onde será aplicada a chapa, ou desbastando os excessos de concreto ou regularizando com argamassa. Esse fato se aplica também às vigas que pura e simplesmente venham se apoiar no topo das paredes diafragma. As chapas a serem usadas, terão as dimensões determinadas em projeto e deverão ficar chumbadas ao concreto das paredes, através de parafusos chumbadores.

5.4.12 Passarela para Pedestre

Há caso em que haverá necessidade de simultaneidade na execução de passarela e sustentação de redes públicas. Para tanto serão colocadas vigas, perfis da própria obra, apoiando-se nas paredes da vala e sobre eles uma pavimentação, normalmente em madeira, que constituirão a passarela propriamente dita. Aproveitando esta situação poderão ser sustentados, por estes perfis, as tubulações e fiações das redes públicas que tenham de atravessar a vala, atendendo as imposições de remanejamento. Todos estes dispositivos deverão obedecer a projetos próprios, levando em conta que, por se tratar de passarela para pedestres, deverão possuir guarda-corpos telado, dispositivo de acesso à mesma e iluminação que permitam total segurança no seu uso. As tubulações de água e gás não poderão ter sustentações apoiadas nas vigas pontes ou passarelas.

5.4.13 Pontes em Estrutura Metálica

Toda vez que o traçado do METRÔ DE FORTALEZA atravessar ruas de trânsito intenso será necessária a construção de pontes para veículos. Estas pontes obedecerão a projetos próprios e, em princípio, deverão ser construídas com perfis utilizados nas obras. Elas deverão possuir

pavimentação com placas pré-moldadas, com rejuntamento asfáltico e serem dotadas de dispositivos de segurança como guarda-corpos telados, guarda-rodas, iluminação, rampas de acesso, etc. Normalmente, possuem também uma faixa para pedestre, na ordem de 2,00 m de largura. A instalação da ponte provisória implica em fabricação, colocação, manutenção, transporte e retirada, após o uso, para local de armazenamento tendo em vista posterior utilização em outro local.

5.4.14 Ponte em Pranchões de Madeira

Serão estruturas provisórias, de curto tempo de utilização, que deverão ser projetadas com largura mínima de 3,00 m para sobre-carga de 350 kg/m^2, utilizados em locais de vãos menores que 6,00 m e deverão ser conservadas no período de sua utilização.

6. ESGOTAMENTO D'ÁGUA

6.1 Esgotamento, Drenagem e Rebaixamento com Bombeamento Convencional

Generalidades

Durante as escavações, execuções de valas, etc., podem ocorrer trechos nos quais sejam necessários procedimentos, que objetivem o esgotamento, drenagem e rebaixamento do lençol d'água, a critério do METROFOR. Nestes casos o Construtor deverá projetar, fornecer, instalar, operar e manter todas as instalações de esgotamento, de drenagem das superfícies e de rebaixamento do lençol d'água nas fundações, como as instalações de bombeamento, calhas, canaletes, canais, trincheiras, bueiros, drenos, tubulações, poços, bombas, ensecadeiras de terra e todos os outros meios e demais equipamentos.

Execução

As instalações de esgotamento, drenagem e rebaixamento deverão ter capacidade suficiente para conservar os trechos das fundações e áreas de construção isentas de água de qualquer origem, salvo de outra forma especificado, indicado no PROJETO ou aprovado pelo METROFOR.

Nas instalações poderão ser incluídas calhas, canais, condutos e tubos de drenagem, valas ou valetas de drenagem ensecadeiras de terra, poços e outros dispositivos necessários ao ensecamento das áreas de construção. O Construtor deverá dispor, a qualquer momento de equipamentos de reserva, em quantidade suficiente em condições adequadas durante os períodos de operação do esgotamento, drenagem ou rebaixamento, para os casos de falha de algum dos equipamentos em serviço.

Nas áreas onde, a critério do METROFOR, dever-se-á executar esgotamentos, o Construtor deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO seu plano de esgotamento das áreas de construção, incluindo informações sobre as instalações de bombeamento, os tipos de bombas e respectivos fabricantes, as capacidades e características dos motores, os desenhos de instalação dos tubos de recalque e sucção e a dimensão das telas de retenção das bombas submersas, e todos os dados sobre as obras de esgotamento.

Atrasos no desenvolvimento das obras, decorrentes de deficiências no sistema de bombeamento serão de responsabilidade do Construtor, que deverá providenciar reforços em seu sistema quando solicitado pela Fiscalização.

O Construtor será responsável por todos os ônus decorrentes de falhas ou deficiências no sistema de bombeamento.

As ensecadeiras de terra necessárias para desvio das águas serão pagas pelos itens a fins de escavação e aterros compactados.

6.2 Rebaixamento do Lençol d'água com Poços Profundos

Generalidades

Para possibilitar a execução a seco dos trechos da galeria em concreto nos locais onde o nível d'água encontra-se próximo da superfície do terreno e os solos de fundação não possibilitarem a drenagem apenas por esgotamento direto na cava, a critério da Fiscalização, será necessário rebaixar o nível d'água antes da escavação do terreno. O rebaixamento neste caso será de no

máximo 8 m e realizado com o auxilio de poços profundos com bombas submersas, de acordo com o projeto fornecido.

O sistema deverá ser detalhado e apresentado à Fiscalização para previa aprovação.

Operação do Sistema

O sistema de rebaixamento é composto de:

- linha de poços ao longo do perímetro da cava e instalados no interior desta, junto à parede diafragma e após a execução destas:
- tubulações de descarga, hidrômetros e registros;
- na parte filtrante do poço, o tubo ranhurado é envolvido por tela de nylon, sendo o conjunto envolvido com areia de granulometria adequada.

Durante o rebaixamento do lençol d'água, deverá ficar assegurado continuamente o conserto imediato de quaisquer avarias na parte elétrica ou mecânica, mesmo quando ocorrida fora dos turnos normais de trabalho.

O Construtor deverá ter à disposição geradores diesel, inclusive de reserva, suficiente para suprir de energia todo o sistema de bombeamento nas operações do rebaixamento do nível d'água, no caso de interrupção temporária do fornecimento de energia elétrica. Os geradores serão equipados com dispositivos de partida automática e manual.

Todo o sistema elétrico deve estar ligado a um sistema de alarme do tipo ótico e/ou sonoro, com finalidade de permitir o reconhecimento de avarias.

O sistema de rebaixamento deverá dispor de registros e hidrômetros em locais adequados, de modo a se operar convenientemente o sistema e monitorar as vazões extraídas e/ou injetadas.

Independente do previsto no projeto, o espaçamento entre os poços deverá ser ajustado no campo, em função da geometria da cava, das condições reais de permeabilidade do solo e de outras condicionantes impostas pela obra. Em função do resultado obtido com o sistema de rebaixamento previsto, à Fiscalização poderá solicitar a instalação de novos poços.

As escavações abaixo da cota do nível d'água previsto só poderão ser iniciadas após o rebaixamento do lençol d'água e a autorização pela Fiscalização após a constatação do eficiência do sistema de rebaixamento. A água confinada no fundo da escavação deverá ser esgotada através do sistema de esgotamento.

O sistema de rebaixamento será mantido em funcionamento até a conclusão da laje de fundo.

Controle do Rebaixamento

Visando o controle do rebaixamento e para avaliar sua influência em construções vizinhas à cava, foram previstos os sistemas de controle a seguir.

Junto à cava

- Hidrômetros nas tubulações de descarga;

- Piezômetros para controle do lençol freático, instalados extremamente a cava e com a ponta filtrante na camada arenosa superior;

- Piezômetros para controle do lençol freático confinado, instalados externamente e internamente à cava e com a ponta filtrante situada no solo residual arenoso, abaixo da camada de argila mole.

Próximo a estruturas existentes

- Piezômetros para controle do lençol freático confinado com a ponta filtrante situada no solo residual arenoso abaixo da camada da argila;

- Pinos de controle de recalque a serem instalados nas estruturas de concreto para acompanhamento de possíveis recalques destas estruturas;

Para a leitura dos pinos de recalques é prevista a instalação de marcos de referência fixa (bench-mark).

Após a instalação, os instrumentos deverão ser lidos do início do rebaixamento e acompanhados com leitura periódicas devidamente registradas. O Construtor, deverá apresentar o plano de leituras dos instrumentos.

Equipamentos

O Construtor deverá dispor de equipamentos em tipo e número compatíveis com as operações a serem realizadas, de modo a atender aos requisitos mínimos exigidos, no prazo especificado.

Cuidados

Os poços profundos deverão ser instalados numa profundidade que assegure o rebaixamento pretendido para a execução da galeria, a critério da Fiscalização.

Se no local da instalação da ponteira filtrante o material subjacente à areia for praticamente impermeável, será necessário executar um pré-fluxo revestido até a profundidade adequada, retirar o material de dentro do revestimento e colocar, no furo vazio, a ponteira, devidamente protegida à sua volta com material granular, num comprimento mínimo de 3 m, sendo o restante do furo preenchido com material impermeável.

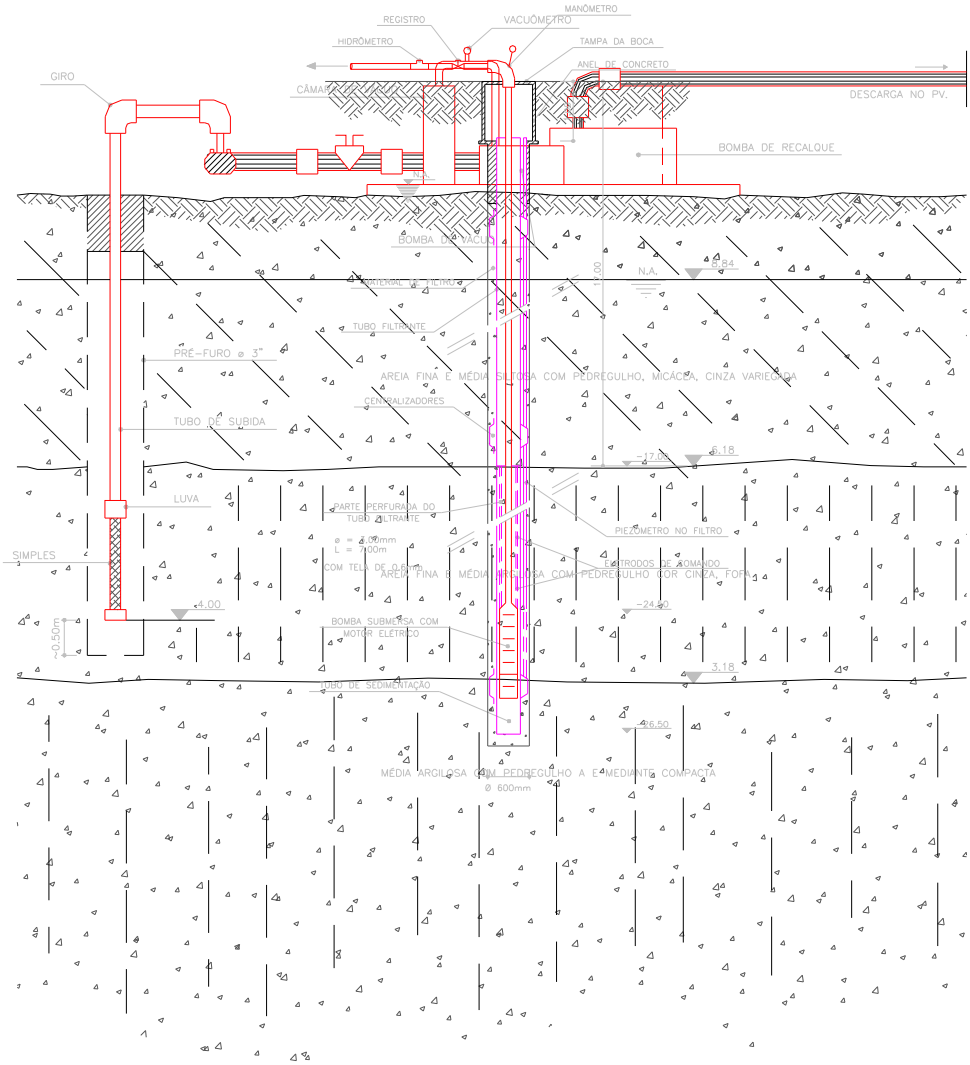
Cada poço profundo deverá ter trecho filtrante e diâmetro mínimo adequados. A tubulação de descarga dos poços (tubo coletor) deverá ser suficiente para permitir a evacuação das águas para fora da área ensecada. As bombas deverão ter capacidade adequada de bombeamento, além de possuir hidrômetros.

Durante o rebaixamento do lençol d'água, deverá ficar assegurado continuamente o conserto imediato de qualquer avaria na parte elétrica ou mecânica do sistema, mesmo quando ocorrida em domingos e feriados.

Deverão ser previstos vários ramais de alimentação (ligação em anel) e um gerador de emergência, de modo a se manter um suprimento contínuo de energia elétrica a todo o sistema, mesmo em caso de falha de alguns deles, evitando o desligamento de alguma bomba. A instalação elétrica deverá ser feita de tal forma que cada bomba possa ser ligada separadamente , a partir de um controle central.

Para cada bomba deverão ser instalados, separadamente, registros de operação e amperímetros, e toda a instalação elétrica deverá ser ligada a um sistema de alarme do tipo ótico e/ou sonoro, com a finalidade de permitir o conhecimento imediato de avarias no sistema elétrico.

ESQUEMA DE PONTEIRAS
CROQUIS DE POÇO PROFUNDO



7. FUNDAÇÕES

Movimento de Terra

O movimento de terra deverá obedecer rigorosamente às cotas e aos alinhamentos do projeto. Caso não haja indicação no projeto, caberá à Fiscalização determiná-los para que possam ser iniciadas as escavações para as fundações ou outros quaisquer serviços que interessem à obra.

Ensecadeiras

São estruturas provisórias e desmontáveis, destinadas a conter o terreno, a água ou bombas, durante os serviços de escavação e que poderão ser empregadas sempre que isto se fizer necessário, porém, mediante aprovação da Fiscalização.

As ensecadeiras poderão ser de madeira ou metálicas. Deverão possuir dimensões internas suficientes para manipulação das formas e o eventual bombeamento da água do seu interior.

Quando possíveis, deverão ser projetadas de modo a permitir a retirada do contraventamento durante o processo de concretagem das fundações. Em caso contrário, os contraventamentos que ficarem incorporados na massa do concreto deverão ser de aço.

Depois de completada a estrutura, os contraventamentos expostos deverão ser cortados, pelo menos, 5 cm para dentro da face da fundação e as cavidades resultantes deverão ser preenchidas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, no mínimo, em volume.

Fundações Diretas ou superficiais

Considera-se fundação direta a infra-estrutura de uma obra, constituída por blocos, sapatas e/ou radiers.

Fundações Indiretas ou Profundas

São aquelas da infra-estrutura de uma obra, constituída por estas e/ou tubulões.

Escavação

A escavação para a fundação será feita em conformidade com os alinhamentos e cotas de projeto ou de acordo com que a Fiscalização determinar.

A profundidade da fundação será indicada no projeto.

A profundidade da escavação e a natureza do material de fundação serão submetidas à apreciação da Fiscalização. Sempre que necessário, deverão ser feitas sondagens complementares para identificação mais exata do subsolo.

Não será permitido reaterro de qualquer natureza para compensar escavações feitas além dos limites da fundação, seja ela direta ou indireta.

A regularização deste excesso será feito em concreto, solo-cimento ou alvenaria de pedra, conforme o caso, após verificação ou estabilidade das fundações para as novas condições de carga.

No nível definitivo de implantação da fundação, a rocha ou o material firme encontrado deverá ficar isento de todo o material solto. Nas fundações em areia e/ou pedregulho ou moledo, o terreno

deverá ser cortado segundo uma superfície horizontal, plana e firme. No caso de rocha, esta deverá ser cortada conforme indicação do projeto, devendo todas as fendas serem limpas e cheias com pedra argamassada.

A escavação para valetas e canais de escoamento será feita de acordo com os alinhamentos, cota de seções transversais indicados no projeto, ou de acordo com as instruções da Fiscalização.

Blocos, Sapatas e Radiers

Os blocos, sapatas e radiers deverão ser concretados, sempre que possível, a seco.

O concreto somente poderá ser colocado sob água com autorização prévia da Fiscalização. Quando for usado o funil, o tubo para escoramento deverá ter, no mínimo, 25 cm de diâmetro, construído em seções, acopladas uma às outras, por flanges providos de gaxetas. O modo de operar o funil deverá permitir movimento livre da extremidade de descarga e seu abaixamento rápido, quando necessário, para estrangular ou retardar o fluxo. O enchimento do funil deverá processar-se por método que evite a lavagem do concreto.

O terminal do funil deverá estar sempre dentro da massa do concreto e o tubo do funil deverá conter suficiente quantidade de concreto para que não haja penetração de água. O fluxo do concreto deverá ser contínuo, até o término da concretagem. Quando o concreto for transportado em uma caçamba de fundo móvel (tremonha), esta deverá ter uma capacidade superior a meio metro cúbico (0,5 m3). A caçamba deverá ser abaixada, gradual e cuidadosamente, até ficar apoiada na fundação preparada ou no concreto já colocado. Deverá, então, ser elevada muito vagarosamente durante o percurso de descarga.

Pretende-se, com isso, manter a água tão parada o quanto possível no ponto de descarga e evitar agitação da mistura.

De um modo geral, os blocos, sapatas e radiers, deverão ser executados sobre um leito de concreto magro, de regularização do terreno, com, pelo menos, 10cm de espessura.

Cortes verticais no terreno poderão ser usados como formas de paredes verticais dependendo da aprovação da Fiscalização.

Os reaterros só poderão ser efetuados após a retirada das formas.

a) Tipo de Estaqueamento

a.1) Estacas Pré-Moldadas

Compreende a cravação de estacas pré-moldadas de concreto armado, verticais e inclinados, de diversas seções. As estacas serão examinadas antes de serem levantadas pelo bate-estacas e imediatamente antes da cravação. Estacas com fissuras serão rejeitadas, não podendo ser cravadas. Para evitar o aparecimento de fissuras, as estacas deverão ser transportadas com todo o cuidado, evitando choques e vibrações excessivas, apoiando-se somente nos pontos marcados a tinta na própria estaca: o seu armazenamento e levantamento só deverão ser feitos pelos pontos marcados em cada uma delas.

Para evitar danificação da cabeça durante à cravação, deverá ser usado um chapuz de proteção.

Fabricação e Manuseio

As estacas de concreto armado ou protendido terão suas formas de dimensões indicadas no projeto. Sua fabricação será feita por lotes, em áreas protegidas das intempéries.

Cada estaca deverá ser identificada pelo número do lote e data de concretagem.

O concreto de cada estaca, que deverá ser lançado em forma contínua, deverá também ser convenientemente vibrado, a fim de se obter um adensamento melhor, com mínimo de vazios, poros ou outros defeitos.

A armadura não poderá ser deslocada da posição de projeto, por isso deverão ser tomados cuidados especiais para evitar este fato, levando-se em conta que o recobrimento não deverá ser inferior a 3,0 cm para solos normais e de 5,0 cm para solos agressivos.

Imediatamente após a concretagem, será regularizada a superfície da estaca, de forma a ficar igual às faces que ficaram em contato com as formas.

A retirada das formas não deverá ser efetuada antes de 3 dias da data de fabricação, a não ser que tenham sido tomadas medidas especiais de cura, quando então este tempo poderá ser reduzido, mas nunca antes de 24 horas.

Após retirada das formas deverão ser marcados os pontos para içamentos, a fim de poder transportá-las para os locais de armazenamento, o que deverá ser feito, tão logo haja condição de transporte . No armazenamento elas deverão ficar empilhadas e separadas uma das outras por calços de madeira, a fim de que o processo de cura possa continuar convenientemente. Alerta-se que a colocação dos calços deverá ser de tal modo que não venha determinar esforços diferentes daqueles de cálculo.

As estacas danificadas serão rejeitadas e as despesas sempre serão por conta do Construtor.

O manuseio e transporte das estacas só poderão ser feitos após haver o concreto atingido 80% de sua resistência prevista para 28 dias.

Cravação

No projeto deverá haver as seguintes informações:

a) Capacidade de carga de estaca;

b) Comprimento aproximado da estaca;

c) Seção transversal da estaca;

d) Característica do processo a ser usado na cravação (peso do martelo, altura de queda do martelo, etc.);

e) Nega nos dez últimos golpes.

Em caso de discrepâncias entre os dados do projeto e os obtidos na cravação, poderá ser exigida uma prova de carga, a critério da Fiscalização.

Todavia, não serão aceitas estacas em cujos dez últimos golpes haja penetração superior a 3,0 cm.

Toda estaca danificada nas operações de cravação, deslocamento de sua posição, com tôpo abaixo da cota de arrasamento fixada em projeto ou pela Fiscalização, será corrigida às expensas do Construtor, que poderá adotar um dos procedimentos, com a devida aprovação da Fiscalização:

a) A estaca será arrancada e cravada nova estaca no local;

b) Uma segunda estaca será cravada adjacente à estaca defeituosa;

c) A estaca será emendada com extensão suficiente para atender ao objetivo.

Nota-se que o furo que fica, quando é retirada a estaca, deverá ser preenchido com areia, mesmo que a nova estaca seja cravada no mesmo local.

As estacas serão cravadas, de preferência, com martelos movidos a vapor, a combustão diesel e a ar comprimido com energia total desenvolvida pelo martelo igual ou superior a 850 kg/m (aproximadamente 6.000 libras/pé) por golpe. Os martelos poderão ser de simples ou duplo efeito e em qualquer caso, a energia de cravação não poderá ser inferior a 0,30 kg/m por quilograma peso de estacas cravadas.

As estacas poderão também ser cravadas com martelos de queda livre, cujo peso não poderá ser inferior ao peso da estaca e do capacete de proteção (chapuz) e a altura da queda do martelo não poderá exceder de 2,40 metros.

O Construtor deverá submeter à Fiscalização o tipo de equipamento a adotar, fornecendo os seguintes dados:

- Altura de queda do martelo, peso do martelo, trabalho duplo e simples efeito, número de golpes por minuto, marca de fabricação e especificações do equipamento.

As cabeças de todas as estacas deverão ser protegidas por um capacete (chapuz) aprovado pela Fiscalização, 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.

Nas cravações verticais, ou inclinadas, serão sempre utilizadas guias para suporte dos martelos.

O emprego de jato d'água na cravação ficará a critério da Fiscalização. Quando isso ocorrer, a quantidade e distribuição ao longo das estacas, o volume e a pressão da água deverão ser suficientes para deslocar facilmente o material adjacente à estaca. As bombas deverão ter capacidade para tal e pelo menos uma pressão de 7,0 kg/cm2 em 2 esguichos de 2,0 cm de diâmetro.

Antes de atingida a profundidade desejada, os referidos jatos serão retirados e as estacas cravadas a martelo até atingirem a penetração desejada.

As estacas só poderão ser cravadas após atingirem a resistência prevista para 28 dias.

Emenda e Arrasamento

A emenda deverá ser evitada, sempre que possível a critério da Fiscalização, porém ela poderá ser efetuada, respeitados os seguintes preceitos:

a) O concreto da extremidade da estaca deverá ser cortado no comprimento necessário à emenda das barras longitudinais da armadura, por traspasse;

b) As superfícies de contacto do concreto e a emenda da armadura deverão ser tratadas como emenda em concreto armado, com emprego de "epoxi" e os demais cuidados necessários;

c) Deverá ser assegurado o alinhamento entre as faces da estaca e da parte prolongada;

d) A armadura da parte prolongada será idêntica à da estaca, assim como o concreto a empregar.

As estacas de fundação, logo que concluída sua aprovação, serão arrasadas nas cotas indicadas no projeto ou determinadas pela Fiscalização, de maneira que fiquem, no mínimo, embutidas 20 cm no bloco de coroamento e sua armadura seja mergulhada na massa de concreto num comprimento igual ou superior ao comprimento da ancoragem a armadura. O corte da estaca deverá ser sempre normal ao seu eixo.

a.2) Estacas Moldadas "in loco"

Compreende a cravação de estacas moldadas "in loco", de diversos diâmetros, verticais e inclinadas, com armadura em todo seu comprimento.

A execução destas estacas deverão ser cuidadosamente acompanhada pelo Construtor e pela Fiscalização. Sendo sua fiscalização difícil, impõe-se a realização de provas de carga, sob a orientação do Projetista, para confirmação dos elementos do projeto.

Estas estacas são 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 procede o enchimento com concreto apiloado ou comprimido.

Antes do início da retirada do tubo deverá ser executada uma base alargada (bulbo) de concreto.

Classificam-se, também, neste item, as estacas com fustes pré-moldados, cravados nos bulbos com o concreto ainda fresco, antes da remoção do tubo e as estacas tubadas, cravadas em suas posições definitivas com auxílio de um tubo metálico, não recuperável, preenchido com concreto, havendo ou não bulbo na sua parte inferior. Em qualquer caso, seja o tubo recuperável ou não, sua extremidade inferior deverá ser aberta e a sua descida poderá ser conseguida por um dos seguintes processos:

a) Fechamento da ponta do tubo por meio de uma rolha de concreto e descida do tubo mediante cravação;

b) Ponta do tubo aberta para retirada do material terroso de seu interior por meio de equipamento especial, descida do tubo pelo seu próprio peso ou por ação de uma pequena força externa.

No caso de estacas com tubo recuperável, deverá ser evitada a segregação do concreto durante a operação concomitante de compactação do concreto e extração do tubo, conservando o operador a ponta do tubo sempre suficientemente mergulhada na massa de concreto.

Ao ser cravado o tubo, seja ele recuperável ou não, se a rolha tiver saído e o tubo for invadido por água, lodo ou outro material, deverá o mesmo ser expulso por meio de uma nova rolha mais compactada, 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 será feito sem interrupção em toda a extensão da estaca, a Fiscalização deverá comprovar se o interior do tubo permanece seco e limpo, o que será fácil ao examinar o estado do martelo de cravação do tubo.

No caso de estacas tubadas, o lançamento do concreto em qualquer delas somente poderá ser 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.

Quando houver sido concretada uma estaca tubada, nenhuma outra poderá ser cravada a menos de 4,50 m de distância da estaca concretada, em qualquer direção, salvo se já tiver sido lançado o concreto há mais de 7 dias. O lançamento do concreto dentro do tubo deverá ser feito em camadas de no mínimo 50 cm de espessura e somente após a colocação da armadura da estaca. Cada camada deverá ser vibrada ou fortemente compactada, antes da concretagem da camada seguinte e o lançamento do concreto será ininterrupto, desde a ponta até a cabeça da estaca, e sem segregação dos materiais.

O concreto empregado nas estacas moldadas "in loco" deverá ter uma tensão de ruptura à compressão igual ou superior a 170 kg/cm2.

Os vergalhões para as armaduras das estacas com tubo recuperável ou não, deverão ser rigidamente amarrados para que elas não sejam danificadas por ocasião do apiloamento do concreto. Sempre que possível, deverão ser soldados os estribos com pontos de solda elétrica, antes de serem as armaduras colocadas dentro do tubo de cravação. A posição da armadura no centro do tubo deverá sempre ser mantida.

Os tubos poderão ser soldados caso haja necessidade de serem executados acréscimos, devendo ser preservada a sua estanqueidade para que não seja possível a penetração de água ou outro material em seu interior. Os tubos deverão ser soldados de tôpo em toda sua seção transversal, com emprego de solda elétrica.

a.3) Estacas de Perfis Metálicos

São constituídas por perfis I ou H, laminados, podendo ser simples, associados ou compostos com chapas soldadas.

As condições de cravação, implantação e nega são as mesmas previstas nas cravações das estacas acima mencionadas.

As emendas a serem efetuadas deverão seguir o que preceitua a documentação elaborada pelo Projetista, nos desenhos executivos.

As cabeças das estacas deverão mergulhar no bloco de coroamento, pelo menos 30 cm e, para necessária amarração do bloco às estacas, deverão as referidas cabeças ser reforçadas com aço doce comum, por meio de hélice de envolvimento e pontas de vergalhão,

soldadas as cabeças, com comprimento de ancoragem na massa do concreto, compatível com os esforços a serem transmitidos. O concreto do bloco deverá ser convenientemente armado pelo menos nos 30 cm da amarração.

a.4) Tubulões

O uso de tubulões nas obras do METRÔ DE FORTALEZA só poderá ser realizado após a exposição de motivos pelo Projetista, devidamente consubstanciada, e com a aprovação da Fiscalização.

Para isso deverão ser seguidas as instruções abaixo:

- Os tubulões deverão ser executados pelo método aprovado pela Fiscalização;
- Todos os tubulões deverão ser executados a partir do nível do solo, após a remoção da camada superior de aterro, se necessário; a tolerância máxima permitida na locação em planta não poderá ultrapassar 5 cm em qualquer direção com referência às linhas de centro de locação indicadas nos desenhos, e o desaprumo máximo permitido não poderá exceder 1% do comprimento total do tubulão; se as tolerâncias acima forem ultrapassadas, as modificações a serem feitas, por exigências da Fiscalização, ficarão por conta do Construtor;
- Os tubulões deverão ser executados com os comprimentos determinados de acordo com as sondagens realizadas e considerando as taxas no solo indicadas no projeto; caso fique demonstrado, por exame local ou ensaios efetuados na base dos mesmos, que a profundidade deve ser aumentada, ficará a cargo da Fiscalização a determinação da nova profundidade a ser atingida;
- O material escavado deverá ser removido e transportado para as áreas de bota-fora indicadas pela Fiscalização;
- Deverão ser instaladas camisas de concreto ou metálicas de proteção quando necessárias, para evitar riscos de acidentes com pessoal, desmoronamentos, deslocamentos de maciço de terra ou proporcionar estanqueidade à escavação;
- Antes do início da concretagem e para fim de inspeção, o fundo da escavação deverá ser limpo, com remoção de lama e materiais estranhos, devendo toda e qualquer água ser bombeada; cuidados especiais deverão ser tomados na execução dos rodapés, a fim de garantir uma perfeita concretagem;
- O concreto a ser usado deverá estar de acordo com o constante no Título 8 do Capítulo II;
- O aço para as armaduras deverá estar de acordo com a EB-3 e com as recomendações contidas nestas Especificações;
- Em qualquer tubulão, a concretagem deverá terminar nas cotas de arrasamento indicadas nos desenhos do projeto uma tolerância de 3 cm; se a cota de arrasamento estiver acima do nível do terreno, o tubulão deverá ser

prolongado de forma adequada e executado por métodos aprovados pela Fiscalização;

- Após a escavação de qualquer tubulão ou grupo de tubulões, a concretagem deverá ser feita de forma a evitar segregação; o fornecimento deverá seguir o previsto no título 8 do Capítulo II;

- Quando forem usadas camisas de concreto, estas poderão ser perdidas na concretagem;

- Deverão ser fornecidos à Fiscalização relatórios de execução para cada tubulão, dando todas as informações exigidas pela mesma; esse relatório deverá informar sobre dimensões, locação, cota de fundo e cota de arrasamento como executado e outros dados pertinentes a cada tubulão;

- O alargamento da base do tubulão, quando exigido pelos desenhos do projeto, deverá ser executado dentro das dimensões indicadas; antes do início do alargamento da base os tubulões deverão ser inspecionados pela Fiscalização quanto à capacidade de carga do terreno;

- Quando a Fiscalização exigir, serão feitas provas de carga de tubulões;

- Quando houver necessidade do uso de ar comprimido, deverá ser mantida uma sobre-pressão de 15% acima da pressão hidrostática na base do tubulão;

- No caso de tubulões a ar comprimido, deverão ser obedecidas as normas vigentes, não se admitindo pressões superiores a 3 kg/cm2.

Execução

Os tubulões serão executados em concreto armado, em aço ou ambos os materiais. Suas características deverão constar do projeto.

Durante a instalação, o Construtor deverá tomar todas as precauções para que os tubulões fiquem colocados nas posições corretas e sua cravação deverá estar na maior verticalidade possível, não podendo ultrapassar as tolerâncias acima referidas.

Durante a descida do tubulão, a distribuição de carga deverá ser regulada de modo a não comprometer a estabilidade da obra.

Tubulões a Céu Aberto

Havendo dúvidas quanto às condições do subsolo, os tubulões a céu aberto deverão ter dispositivos peculiares ao uso de ar comprimido, caso este se faça necessário.

O enchimento dos tubulões só poderá ser iniciado após autorização da Fiscalização.

Tubulões a Ar Comprimido

As variações bruscas de pressões para facilitar a descida dos tubulões são em princípio, proibidas.

A concretagem da base só poderá ser iniciada após autorização da Fiscalização. O concreto de enchimento do fuste deverá ser lançado a ar comprimido até no mínimo 1/3 da altura do fuste.

As obras deverão ser executadas nas condições estabelecidas pela regulamentação em vigor, relativa à execução de trabalhos a ar comprimido.

b) Forma, Retirada de Forma

As formas deverão ter as dimensões exatas dos desenhos, o escoramento necessário e o travejamento suficiente para evitar deformações. Deverão ser estanques, a fim de evitar a perda da nata de cimento. Deverão ser observadas as prescrições do Título 8 deste Capítulo que se apliquem a este item.

c) Troca de Solo

A troca de solo imprestável por solo apropriado deverá ser executada até o nível e com os volumes previstos no Projeto Executivo. O solo a ser usado não deverá ser coesivo e deverá ter o maior coeficiente (k) de impermeabilidade possível. Quando o escoramento das paredes da vala for feito com perfis metálicos e pranchões, a colocação desses pranchões deverá ser feita, peça por peça, à medida que a escavação prosseguir. Quando os pranchões forem posteriormente removidos, somente deverá ser retirado um pranchão de cada vez, à medida que se fizer o reaterro com o solo apropriado.

Um acréscimo no volume de troca de solo devido às condições locais ou volumes adicionais não previstos, somente poderá ser executado com autorização da Fiscalização. Neste caso, o escoramento deverá ser aprofundado e/ou reforçado.

d) Provas de Carga

A instalação, a instrumentação, a execução das provas de carga e os resultados deverão obedecer à NB-20 da ABNT e às especificações complementares, elaboradas pelo Projetista para cada caso, tanto para as estacas isoladas como em grupo, verticais e inclinadas.

Como carga poderão ser utilizados sacos de areia, caixas de areia ou pedra, caixas d'água, perfis metálicos, etc.

A montagem, prova e desmontagem deverão ser feitas de tal modo que não venha a prejudicar o andamento da obra.

A aferição do manômetro, deflectômetro e do mecanismo gráfico, bem como a prova propriamente dita, deverão ser feitos por entidade especializada. A carga máxima admissível das estacas será determinada em função dos resultados da prova de carga. A carga admissível será igual à metade da carga de ruptura. Se não for possível determinar exatamente a carga máxima admissível pelo diagrama carga-recalque, a carga máxima admissível será considerada como igual à metade da carga que provoca um recalque de 20 cm.

8. CONCRETO - CONCRETO ARMADO

8.1 Concreto

O concreto será composto de cimento PORTLAND, água e agregados inertes.

O emprego de aditivos somente será permitido se houver necessidade de se introduzir uma propriedade desejada no concreto e desde que a Fiscalização aprove.

A composição da mistura será determinada pelo Construtor, obedecendo à NBR-06118. Estará submetida à aprovação da Fiscalização, através de ensaios para dosagem racional, baseada na pesquisa dos agregados mais adequados e granulometria respectiva e na melhor relação água/cimento, com o fim de assegurar:

- Uma mistura plástica e trabalhável, segundo as necessidades de utilização;
- Um produto que, após uma cura apropriada e um adequado período de endurecimento, tenha resistência, impermeabilidade e durabilidade de acordo com as presentes Especificações.

Qualquer modificação no traço só será permitida com autorização da Fiscalização.

a) Controle do Concreto

De acordo com item 2.1 deste Capítulo, o Construtor deverá instalar um laboratório de campo, com a finalidade de realizar os ensaios usuais para determinação da qualidade de todos os materiais para concreto (cimento, agregados, água), bem como da resistência do concreto.

Desta forma, o Construtor deverá exercer o controle dos elementos supracitados através de tecnologista credenciado e aprovado pelo METROFOR, que por sua vez supervisionará os ensaios, também por tecnologista.

O controle do concreto deve ser entendido como controle da fabricação, transporte e lançamento do concreto fresco, além da cura e dos ensaios dos cimentos e concreto endurecido, estendendo-se também à água, agregados e aditivos.

No caso do concreto ser adquirido pelo Construtor em Usinas de concreto pronto, ele deverá manter sua fiscalização através de um tecnologista junto à Usina fornecedora, bem como proporcionar que a supervisão tecnológica do METROFOR tenha acesso, a fim de poder exercer a sua supervisão.

b) Confecção do Concreto

O Construtor deverá fornecer todos os equipamentos necessários à preparação do concreto, de capacidade suficiente para atender ao ritmo da obra prevista nos cronogramas de trabalho; estes equipamentos deverão ser aprovados pela Fiscalização do METROFOR.

A manutenção deste equipamento deverá ser planejada para que seja obtido um perfeito funcionamento e, com isso, garantir o controle das quantidades de cada componente da mistura, ao longo de toda a obra.

O equipamento deverá permitir a retirada de quantidades definidas em peso de cada uma das classes de agregados, do cimento e água, com erros inferiores a 2%, e ainda permitir ajustamentos imediatos para atender às variações de umidade dos agregados e na composição da mistura.

Todas as instalações de pesagem deverão ser visíveis ao operador. As balanças deverão ser periodicamente aferidas.

Os silos de dosagem deverão ser construídos de modo a não permitir resíduos durante o esvaziamento.

O equipamento de mistura poderá ser em betoneiras fixas ou em caminhões betoneiras.

Caso o concreto seja fornecido por Usinas de concreto pronto, o Construtor será responsável pelo cumprimento das especificações e deverá atender ao que foi previsto no Controle do Concreto, relativo à fiscalização junto às Usinas.

Não serão permitidos modificações nos traços sem a devida autorização do METROFOR

Concreto de Preparação Manual

Muito embora os traços devam ser dosados em peso, excepcionalmente poderão ser usados traços dosados em volume, quando forem para pequenas quantidades de concreto. Neste caso, a dosagem deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento, evitando-se usar sacos que tenham sido parcialmente usados.

Também no caso de preparo por betoneira com enchimento manual, os materiais serão colocados obedecendo à seguinte ordem:

- Metade da água prevista
- Metade da quantidade do agregado graúdo
- Cimento
- Areia
- Restante da água
- Restante do agregado graúdo

Obs: Os aditivos deverão ser adicionados à água antes do seu lançamento no tambor da betoneira, salvo quando houver outra recomendação por parte da Fiscalização.

O tempo de mistura, a partir do momento em que todos os materiais já estiverem no tambor, deverá obedecer ao seguinte:

- Betoneira de eixo vertical - 1,0 minuto
- Betoneira de eixo horizontal - 1,5 minutos
- Betoneira basculante - 2,0 minutos

O concreto deverá ser preparado em quantidade para uso imediato, evitando-se com isso o uso de concreto parcialmente endurecido.

O fator água/cimento jamais poderá ser modificado para a mistura estabelecida.

Depois de misturado, o concreto não poderá ficar em repouso, antes do seu lançamento, por mais de 30 minutos.

c) Transporte

Os meios de transporte e lançamento deverão ser tais que fique assegurado o mínimo tempo gasto no percurso e lançamento para que se evite uma segregação apreciável dos agregados ou variação na trabalhabilidade da mistura.

O transporte do concreto deverá seguir o estabelecido na NBR-07212 e também o seguinte:

- O fornecimento do concreto deverá ser regulado de modo a que a concretagem seja feita continuamente;
- Os intervalos entre as entregas não deverão exceder a 30 minutos;
- O volume do concreto não deverá exceder a 80% da capacidade do tambor;
- Durante o transporte a mistura deverá ser remexida de modo contínuo, para evitar que o concreto pronto fique em repouso, antes do seu lançamento, o qual não deve se dar depois de 30 minutos do início da mistura;
- Devem ser providenciadas capas de proteção para abrigar o concreto durante o transporte, quando se fizer necessário.

d) Lançamento

O lançamento do concreto, que deverá obedecer a um plano pré-estabelecido de concretagem devidamente aprovado pela Fiscalização, só poderá ter início após autorização desta última.

Deverá ser observado que o concreto só poderá ser lançado antes de atingir o início da pega, para isso, determina-se que o tempo decorrido máximo permitido, em condições normais, desde o início da mistura ao lançamento, seja de 30 minutos.

O documento de liberação do concreto identifica a participação de vários setores diretamente ligados à concretagem e da respectiva fiscalização, bem como assinala a verificação geral por parte do engenheiro responsável, pelo Construtor, e também do engenheiro responsável pela fiscalização geral.

Esta folha de liberação é feita em 3 vias, sendo uma para Fiscalização, uma para o Construtor e outra para a Central de Concreto.

A concretagem deverá sempre ser executada com a presença da Fiscalização e do engenheiro do Construtor responsável pelo serviço em seus prepostos credenciados.

Antes do lançamento deverão ser atendidas às seguintes prescrições:

1) Para o tipo de concreto a ser lançado dever-se-á ter sempre conhecidos os valores indicativos de sua resistência e durabilidade, comprovados posteriormente através dos ensaios;

2) A armadura e as peças embutidas deverão estar na posição correta, atendendo ao recobrimento previsto e perfeitamente firmes;

3) As formas deverão seguir o previsto no item 8, devendo estar em perfeitas condições para receber o concreto;

4) Todo o concreto a ser lançado deverá ter conhecida sua consistência medida pelo abatimento do tronco de cone (“slump”) de acordo com a NBR-07223;

5) As juntas de concretagem, que deverão estar assinaladas nos desenhos de detalhes construtivos e de armadura, obedecerão às prescrições do item 13.2.3 da NBR-06118, onde é ressaltada a importância de que elas sejam limpas, molhadas e eventualmente tornadas ásperas.

Modelo de Liberação para Concreto

METROFOR

LIBERAÇÃO DE CONCRETO Nº.....

Trecho:.....Subtrecho:.....

Bloco:.....Local:.....Data:.....

Elevação de.....a.....

Estaca de .....a.....

DISCRIMINAÇÃO	**CONSTRUTORA**	**METROFOR**
ALINHAMENTO E NIVELAMENTO		
ESTADO GERAL DA FORMA		
ARMADURA		
EMBUTIDOS		
IMPERMEABILIZAÇÃO		
LIMPEZA GERAL		

ENGENHEIRO DE CAMPO _____ CONSTRUTORA: _____ _____	METROFOR CONCRETO TIPO _____ OBS: _____ _____ ENG.FISCAL _____ Data _____/_____/_____ Hora_____

No lançamento em si, deverão ser atendidas as observações:

1) O concreto deverá ser lançado, obedecendo a uma distribuição racional, dentro da peça a ser concretada, evitando que em algum ponto, haja maior acúmulo de concreto do que em outro;

2) O concreto deverá ser depositado continuamente, ou em camadas sucessivas, não superiores a 30 - 40 cm, o que corresponde ao alcance da “agulha” do vibrador e de modo que nenhum concreto se deposite sobre camadas em que haja endurecido o

suficiente para causar a formação de fissuras ou planos de menor resistência, o que para evitar este fato, deverá haver uma velocidade de lançamento tal que o concreto lançado ainda encontre plástico o concreto da camada precedente;

3) Não deverá ser empregado concreto parcialmente endurecido ou contaminado com materiais estranhos;

4) O concreto não deverá ser lançado durante tempo chuvoso, exceto quando houver proteção devida, o que implica em dizer que a água de chuva não deve, de modo algum, alterar as condições desejadas para o concreto;

5) A altura máxima admitida para a queda livre do concreto é de 1,5 m;

6) Em peças de altura superior a 1,5 m pode-se fazer o lançamento do concreto utilizando-se, de acordo com a fiscalização, calhas, canaletes, tubos, tremonha ou funis;

7) No caso de peças altas e estreitas o lançamento deverá ser feito por meio de janelas provisórias, na parte lateral das formas, caso em que serão empregados os tubos com tremonha ou funis;

8) No caso de uso de calhas, canaletes estes deverão ter inclinação entre 1:1,5 a 1:2 (horizontal e vertical);

9) As calhas e canaletes deverão ser metálicas, de modo a oferecer melhor escorregamento do material e favorecer à limpeza;

10) As extremidades das calhas serão dotadas de anteparos para evitar segregação;

11) Em concretagem de grande volume, far-se-á o lançamento do concreto mediante programação “a priori”, que será organizada pelo Construtor e submetida à Fiscalização, tendo em vista o projeto de escoramento e as deformações que serão nele provocadas pelo concreto fresco, pelas cargas eventuais de serviço e por outras causas quaisquer como a retração, bem como evitar ocorrência de “junta fria”, que ocorrendo terão tratamento idêntico às juntas de concretagem;

12) É importante que se tenha especial atenção para o adensamento do concreto nos ângulos mais difíceis e nos pontos de encontro das formas; deverão ser usados concretos mais úmidos no fundo e nas camadas mais acessíveis os traços serão mais secos;

13) Dever-se-á evitar a paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação de estrutura, o que, para isso, deverá haver perfeito sistema de comunicação e entendimento entre a obra e a central de concreto, havendo mesmo necessidade de existir um veículo reserva à disposição;

14) As vigas longitudinais no piso e no teto de galeria deverão ser sempre concretadas simultaneamente com o teto e o piso;

15) No caso de lançamento do concreto em superfícies inclinadas este deverá ser colocado na parte mais baixa para depois, progressivamente, ser lançado nas partes mais altas;

16) O tratamento posterior do concreto é particularmente importante; ele deverá ser mantido, úmido, no mínimo durante 7 dias e protegido do sol e da chuva;

17) As faces externas das paredes deverão ser lisas, sem ninhos e saliências, para perfeita aplicação da impermeabilização. Também, quando houver tubulações, peças de aço, pinos ou semelhantes embutidos no concreto, a concretagem deverá ser efetuada com cuidado e especial exatidão;

18) No lançamento de cimento submerso para não haver segregação, o concreto será colocado com cautela, na posição final, por meio de um funil, caçamba fechada de fundo móvel, ou por outro processo adequado, ficando em repouso depois de ser depositado;

19) Cuidados especiais deverão ser tomados para que a água permaneça parada e o método adotado deverá permitir que o concreto seja acomodado em camadas horizontais; o concreto não deverá ser colocado em contato com água corrente;

20) Quando o transporte for por bombeamento, os equipamentos próprios deverão permitir o fornecimento dentro da capacidade necessária; a limpeza deste equipamento é imprescindível e as tubulações não deverão ter conexões em y; para atender ao escoamento do concreto pelas tubulações dos equipamentos, bombeamento, será necessário que o "Slump" seja compatível com o processo;

21) Com relação à concretagem nas paredes diafragma, observar o item 5.2.3 deste Capítulo, "Concreto para Paredes Diafragma".

e) Adensamento do Concreto

O concreto lançado só poderá ser adensado se o "slump" for menor do que 15 cm. Compreende-se que concretos com "slump" maior que 15 cm, são auto-adensáveis e, como já vimos anteriormente, após colocados deverão permanecer em repouso.

O concreto, quando adensável deverá ser bem adensado dentro das formas, empregando-se para isso os processos de "apiloamento ou vibração".

O processo de apiloamento, que só deverá ser usado com "slump" entre 4 e 15 cm, eventualmente poderá ser empregado como um recurso suplementar ou de emergência, nos casos em que os processos de vibração não funcionem.

Para a concretagem de elementos estruturais poderão ser usados os sistemas de vibração externa (sobre as formas) ou interna (imersão de agulha), preferivelmente este último por atender as condições de espalhamento, dado transmitir a energia vibratória diretamente ao concreto.

Os vibradores deverão trabalhar com as freqüências abaixo indicadas:

- Vibradores de formas (externos) 3000 a 6000 ciclos por minuto;

- Vibradores de agulha (imersão), conforme tabela:

Diâmetro da agulha **mm**	**Freqüência** **ciclos p/minuto**
25 a 35	24.000 a 18.000
35 a 50	18.000 a 15.000
50 a 75	15.000 a 12.000
75 a 125	12.000 a 9.000
125	9.000 a 6.000

Os vibradores de agulha deverão trabalhar na vertical, devendo ser mantidos na massa de concreto até que apareça a nata na superfície e que desapareça o desprendimento de bolhas de ar, situação em que, a partir da qual, a vibração acarreta um efeito negativo.

As agulhas dos vibradores não deverão ficar, quando em funcionamento por muito tempo em contato com as formas ou armaduras.

Em resumo, o trabalho com os vibradores de agulha deverá atender ao seguinte:

1) Quando desconhece o raio de ação do vibrador, a agulha poderá ser introduzida em distância de 0,50 a 1,0 m;

2) Introduzir e retirar a agulha verticalmente à velocidade constante; se a construção ou o local o impuser, inclinar o vibrador, mas a nunca a mais de 45º da vertical;

3) A velocidade de retirada da agulha não deverá exceder de 5 a 8 cm/s, de modo que a cavidade formada se feche naturalmente;

4) Se dentro deste critério a cavidade não se fechar é um indicativo de que o concreto não possui trabalhabilidade própria para ser vibrado por este sistema;

5) Não deslocar horizontalmente a agulha;

6) Não vibrar uma espessura do concreto superior a altura da agulha;

7) A espessura da camada de concreto a ser adensada deverá ser aproximadamente igual ao comprimento da agulha;

8) Evitar introduzir a agulha a menos de 20 cm das formas, para evitar a formação de bolhas e de calda de cimento ao longo das mesmas, bem como evitar o contato com as armaduras para não prejudicar a uniformização do adensamento;

9) Não vibrar tempo demasiado, tanto que aparecendo calda de cimento com mais de 2 mm de espessura é sinal de que já começa a segregação;

10) A operação termina quando a superfície se apresenta lisa, brilhante, sem excesso de argamassa e no instante em que desaparece ou diminui sensivelmente a saída de bolhas de ar;

11) Praticamente, a vibração deverá se dar dentro do intervalo de 5 a 30 s, variando com a trabalhabilidade do concreto;

12) Quando o concreto é mais seco poderá ser ultrapassado o tempo máximo, mas aí, haverá necessidade de ser empregada mão-de-obra mais experimentada.

f) Cura do Concreto

O concreto, após o lançamento, deverá ficar protegido contra a secagem rápida, temperaturas excessivas, tanto quentes quanto frias e conservado a uma temperatura relativamente constante com perda mínima de umidade, durante o período necessário, normalmente 7 dias, tempo este em que a cura se processa. NBR-06118, no item 14.1, trata deste assunto.

Os métodos usados para efetuar a cura poderão ser:

1) Aspersão com água em intervalos freqüentes, de modo que a umidade seja mantida, evitando portanto a secagem prejudicial; a água deverá ser limpa e nunca poderá ser lançada por meio de jato;

2) Cobrir a superfície exposta com areia, terra, serragem, algodão, juta ou quaisquer outros materiais que retenham água;

3) Cobrir a superfície com papel ou materiais impermeáveis, como plástico, etc., tendo-se a preocupação de vedar os cantos e as extremidades através de massa ou fitas adesivas;

4) Aplicar composto líquido a ser aplicado de acordo com as especificações dos fabricantes, cuja finalidade será a de formar uma película impermeável retendo o vapor d'água na superfície do concreto;

5) No caso em que os moldes (madeira) não possam ser retirados, estes deverão ficar sempre molhados para evitar a absorção d'água do concreto dadas as características higroscópicas da madeira; além disso, a saturação das formas evitará a formação de fendas entre as tábuas ou placas, por onde poderá haver evaporação;

6) Cura do concreto a vapor

Poderá haver cura a vapor do concreto desde que haja necessidade do emprego deste processo e tenha a devida autorização da Fiscalização. Deverão ser observadas as seguintes prescrições:

1) Deverá haver um período de pega de 2,0 h;

2) Não deverão ser empregados cimentos derivados de alto forno;

3) A velocidade de aumento de temperatura deverá ser no máximo de 23º C/hora;

4) A temperatura máxima a atingir deve ser 75ºC;

5) Esta temperatura de 75ºC não deve ser mantida;

6) A velocidade de resfriamento deverá ser de 33º C/h até atingir a temperatura ambiente;

7) A retirada de formas laterais somente a partir de 24 horas após a concretagem.

Usando este processo pode-se executar a retirada de formas 24 horas após. Serão necessários retirada de corpos de prova não só antes da cura como depois da cura, a fim de ficarem constatadas as tensões de compressão existentes e sejam comparadas. De acordo com a experiência, deverá ser obtido depois de 12 horas 60% da resistência prevista para 28 dias e uma resistência de 100 a 110% ao término de 28 dias.

A técnica para execução da cura a vapor consiste em formar uma câmara de vapor sobre a peça de concreto. Esta câmara é obtida por cobertura de lona ou pela armação de câmaras de polietileno, dentro das quais são colocados tubos distribuidores de vapor, os corpos de prova e os controladores de temperatura. O vapor é produzido por uma unidade geradora em geral portátil.

Uma vez terminado o processo de formação da câmara, começa-se a injetar vapor na rede de tubulação acima indicada.

O tempo de injeção do vapor é variável em função dos metros cúbicos de concreto, da temperatura ambiente e potência da unidade geradora.

Alcançando a temperatura máxima a injeção de vapor é suspensa e o concreto é mantido em repouso até atingir a temperatura ambiente. Ao terminar o repouso os corpos de prova são levados ao laboratório para os devidos ensaios e aí fica constatada situação de resistência da peça em questão. Em obras normais, todo o processo de armação e desarme da câmara de vapor, ascensão de temperatura com injeção do vapor, descida da temperatura e ensaios de corpos de prova, deve levar a um tempo médio de 12 horas a 16 horas.

g) Juntas de Concretagem

Quando o concreto fresco é lançado sobre o concreto endurecido, devem ser tomadas precauções para garantir a ligação entre as duas camadas. Estas precauções se resumem no seguinte:

1) A superfície do concreto antigo deverá tornar-se rugosa esfregando-se com escova de aço ou usando jato de areia ou jato d'água (se o concreto ainda estiver novo), de tal maneira que o agregado graúdo fique aparente, removendo-se a camada de pasta e agregado fino - já no lançamento do concreto deverão ser tomadas providências para que nos pontos onde venham ocorrer juntas de concretagem, o acabamento fique rugoso;

2) A superfície será perfeitamente limpa, a fim de remover o material solto, como pó, pedriscos, etc.; neste caso, a limpeza poderá ser feita por jato d'água ou ar comprimido, se necessário;

3) Deverá ser espalhada uma camada de argamassa de cimento e areia no traço 1.3;

4) Logo em seguida deverá ser lançado o concreto, procedendo-se o adensamento dentro do que já foi dito.

5) É comum colocar-se junta Fungenband nas juntas de concretagem, com o fito de melhor combater as infiltrações, que normalmente se manifestam nestes locais.

h) Localização das Juntas

Não é possível estabelecer regras para localização das juntas de concretagem que cubram todas as situações nas construções em concreto armado. Contudo há dois condicionamentos fundamentais para localização destas juntas, quais sejam os de ordem estética e os de ordem técnica. Serão feitas considerações a seguir sobre o que se refere à ordem técnica:

1) Quando tiver que ocorrer juntas de concretagem em uma coluna, esta deverá ficar alguns centímetros (cerca de 10 a 15 cm) abaixo da junção com a viga;

2) Nas vigas, as juntas deverão ser feitas no meio do vão ou no terço médio;

3) Nas lajes armadas em uma direção e de pequeno vão, as juntas poderão ser colocadas no meio e na direção normal ao vão, porém se forem feitas na direção do vão, deverão ficar dentro do terço médio;

4) Nas lajes armadas em duas direções é conveniente dispor as juntas no terço médio de ambos os vãos;

5) No caso de juntas entre vigas e lajes será necessário garantir a boa forma de ligação, utilizando, se for o caso armaduras para absorverem as tensões de corte.

i) Juntas de Dilatação

A distância de juntas de dilatação será prevista no projeto. As juntas, que deverão ter espessura de 1,5 a 2,0 cm, serão do tipo Fugenband 0/35/10, e deverão ser colocados à distância de 20 cm, aproximadamente, da parte externa da peça. No caso de paredes diafragmas, as juntas Fugenband são colocadas antecipadamente na armadura (gaiola) no trecho correspondente entre o radier e o teto, deixando em cada extremidade um prolongamento de cerca de 0,80 cm, a fim de que possa ser efetuada a emenda com as juntas que serão colocadas entre os blocos justamente no radier e no teto. Os prolongamentos acima referidos deverão ficar o mais possível aflorando ao cobrimento da armadura, de modo que após a escavação um simples descascamento nestas zonas, farão com que facilmente apareçam e sejam desdobrados.

j) Reparos no Concreto

Sempre que possível os reparos deverão ser iniciados logo após a retirada das formas.

A superfície das peças estruturais deverá ser sã, isenta de poeira, nata de cimento, manchas de óleo e graxa. As manchas de óleo ou graxas poderão ser retiradas com detergente ou gasolina e posterior lavagem enérgica com água.

A superfície deverá permanecer molhada ou úmida durante o prazo de 7 dias, conforme preceitua a NBR-06118, através dos processos já expostos para execução da cura.

Quando existirem ou forem feitos furos, os bordos deverão ter arestas vivas.

O preenchimento de brocas ou furos que apareçam nas superfícies deverá ser feito com argamassa no traço 1:3 ou, com concreto de resistência igual ao concreto estrutural.

Quando o enchimento é feito com concreto, dependendo da responsabilidade deste reparo, poderá ser aplicado um adesivo à base de "epoxi" sobre a superfície de contato e eventual mistura de um expansor à massa do concreto.

Normalmente o enchimento com concreto é empregado quando as cavidades são relativamente maiores e quando há necessidade de cobrir armaduras expostas.

A técnica empregada para efetuar estes reparos em paredes ou vigas resume-se na execução da forma. Esta deve cobrir toda a extensão do reparo e ter saliência em relação à superfície da peça. Deve também a referida forma ter uma inclinação em relação a esta superfície formando, no final, uma espécie de calha por onde será lançado o concreto. Deste modo obtém-se um dispositivo que permite adensar o concreto, através do seu próprio peso ao ser lançado, e permitindo, também a utilização de vibradores. Com isso consegue-se um concreto isento de bolhas de ar e brocas. Após a retirada da forma deverão ser eliminadas as saliências de concreto que, forçosamente, aparecerão.

8.2 Formas

a) Generalidades

As formas e seu escoramento deverão ser calculadas e executadas de tal forma que, levando em consideração o método de trabalho, por exemplo, o uso de vibradores internos ou externos e mesmo incluindo as inevitáveis inexatidões e deformações das formas, a flecha máxima da superfície concretada não seja superior a + 1 cm. O mesmo prevalece para as superfícies de concreto desempenadas e não revestidas.

Ao METROFOR será reservado o direito de exigir cálculo estático para verificação do escoramento das formas, inclusive com indicação das contra-flechas. Para unir duas faces de formas e manter seu afastamento, deverão ser empregadas de preferência, luvas rosqueadas dentro de bainhas, ao invés de grampos de arame perdidos no concreto, permitidos apenas em casos excepcionais.

Nas superfícies de concreto aparente e nas superfícies a serem impermeabilizadas, estas luvas ou grampos deverão ser cortados 3 cm abaixo da superfície, após retirada a forma.

As formas deverão ser suficientemente firmes e estanques, de modo a impedir a perda da nata do concreto.

Quando novamente montadas deverão recobrir o concreto endurecido do lance anterior, no mínimo 10 cm, devendo ser fixadas com firmeza contra o concreto endurecido, de maneira que ao ser reiniciada a colocação do concreto, as formas não se deformem e não permitam qualquer desvio em relação aos alinhamentos estabelecidos ou perda de argamassa pelas justas posições.

Deverão ser feitas aberturas nas formas, onde for necessário, para facilitar a inspeção, limpeza, adensamento do concreto. Todas as aberturas temporárias a serem feitas nas formas, para fins construtivos serão submetidas à prévia aprovação da Fiscalização.

As formas deverão ser concebidas e executadas de tal modo que a peça de concreto tenha as dimensões do projeto, atenda ao alinhamento previsto, bem como as cotas indicadas.

As formas poderão ser de madeira ou de aço.

Antes da concretagem as formas deverão ser bem limpas, retirados os pregos e molhadas com água limpa e, quando reaproveitadas, deverão ser antes raspadas para retirar materiais que neles tenham se aderido.

As arestas salientes nas vigas, pilares, entalhes, reentrâncias e juntas de dilatação, deverão ser chanfradas por meio de introdução de ripas triangulares, excetuando as arestas a serem revestidas com ladrilhos, mosaicos ou similares.

As superfícies de concreto aparente deverão ser concretadas, utilizando-se formas constituída de painéis de grande área. Estas superfícies deverão ter aparência uniforme, fechada, lisa o mais possível e isenta de poros. Deverão obedecer à forma estabelecida, sem empenos e possuir colocação idêntica em todas as superfícies, observação exata das arestas, que deverão estar isentas de defeitos, disposição apropriada e discreta, bem como execução perfeita das juntas de concretagem.

Quando as superfícies do concreto forem aparentes, as formas correspondentes deverão ser pintadas com óleo especial para forma, que não deixe manchas. O material de pintura não deverá ser aplicado em excesso, nem entrar em contato com as superfícies de concreto endurecido sobre as quais será lançado o concreto fresco.

Havendo previsão de pintura sobre o concreto acabado, o material usado nas superfícies das formas deverá ser compatível com a tinta empregada.

Para as superfícies curvas poderão ser utilizadas formas em cambota (poligonais). Neste caso deverá ser observado para que os painéis dessas formas, quando se tratar de faces internas côncavas das paredes, sejam dispostos ao longo da tangente à curva teórica; quando se tratar de faces internas convexas das paredes, serão ao longo de cordas da curva teórica. O mesmo conceito deverá ser estendido ao piso e ao teto. A largura destes painéis, não deverá ultrapassar 6,0 m.

O encunhamento das estroncas do escoramento das formas, deverá ser executado de forma que as estroncas possam ser retiradas sem vibrações.

Serviços acima mencionados que não sejam aprovados pela Fiscalização serão refeitos por conta do Construtor. As mestras utilizadas na confecção dos lastros, concretagem de laje de fundo, teto, etc., deverão ter rigidez suficiente de modo a garantir as cotas de projeto. Em qualquer caso deverão indicar os níveis de acabamento através de sua face inferior, não sendo permitidas mestras embutidas nas formas a serem concretadas.

b) Escoramento das Formas

Todo escoramento previsto para suportar as formas deverá obedecer o projeto próprio, de tal forma que não venha permitir que as posições das referidas formas sofram alterações.

Escoramento poderão ser executados em madeira ou em estrutura metálica. No caso do uso de madeira, deverão ser obedecidas as prescrições do item 9 e seus subitens da NBR-06118. No caso de estrutura metálica os projetos deverão obedecer às prescrições da NB-14 e quando forem pré-fabricados, seguir as instruções dos respectivos fabricantes.

c) Retirada de Formas

O item 14.2 da NBR-06118 prevê os prazos para retirada das formas e do escoramento.

A fim de assegurar um progresso rápido da construção, geralmente será possível reduzir os prazos da retirada de formas previstos na NBR-06118. Partiu-se do ponto de vista de que a solicitação dos elementos da galeria pelo peso próprio é bastante inferior à solicitação após reaterro. Desta maneira poderão ser retirados corpos de prova e através de verificação de tensões nos mesmos, em datas pré-determinadas, poder-se-á concluir da possibilidade ou não de ser efetuada a retirada de formas. Para isso deverão ser obedecidas as prescrições previstas nos itens 14 e 15, e seus subitens da NBR-06118.

O prazo mínimo para a retirada de formas será de 3 dias para as paredes e 5 dias para vigas e tetos.

Após a retirada de formas, tetos e vigas continuarão a ser sustentados por pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados, até ser atingido o prazo mínimo para retirada do escoramento previsto no item 14.2.1 da NBR-06118.

d) Reaproveitamento

Tanto as formas como os escoramentos poderão ser reaproveitados, sempre que não tenha sido alterado o padrão de qualidade.

Caberá à Fiscalização verificar se o material usado poderá ser ou não reaproveitado.

8.3 Armadura

Na construção do METRÔ DE FORTALEZA só serão usadas barras e fios de aço que estejam de acordo com a norma NBR-07480.

Geralmente, poderão ser utilizadas barras lisas ou nervuradas de ambos os grupos, devendo-se dar preferência às nervuradas.

No caso de paredes diafragma é obrigatório o uso de aço nervurado soldável (Classe A).

As barras ou fios deverão ser convenientemente isentos de substâncias que possam prejudicar a aderência.

A fiscalização poderá impugnar o emprego de barras ou fios que estejam com elevado grau de oxidação.

As armaduras deverão ser bem fixadas nas formas de tal maneira que a posição, os espaçamento entre os ferros e o afastamento para atender ao cobrimento permaneçam inalterados durante o lançamento e adensamento do concreto.

Os tarugos normalmente empregados, quer de aço, concreto ou argamassa, deverão ser sempre menores que o previsto no item 6.3.3.1 da NBR-06118, no caso de se tratar de estrutura em contato com o solo, cujo recobrimento deverá ser, no mínimo, de 3 cm.

A armadura de distribuição deverá ser colocada no lado mais interno da armadura principal.

A distância mínima entre as armaduras e as camadas de impermeabilização será de 5 cm, em uma parede pelo método da construção sem espaço de trabalho. Esta distância deverá ser garantida por meio de calços provisórios.

As emendas das barras deverão atender ao item 6.3.5 da NBR-06118.

A aceitação ou rejeição dos ferros deverá obedecer ao prescrito no item 7 e seus subitens, da NBR-07480.

A Fiscalização deverá exigir e verificar os resultados de recebimento do ferro, os quais deverão ser apresentados pelo Construtor.

No prosseguimento dos serviços de armadura decorrentes de etapas construtivas da obra, obriga-se o Construtor a limpar a ferragem de espera com escova de aço, retirando excessos de concreto e de nata de cimento. Nos casos em que a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, estas deverão ser devidamente protegidas por processos que serão submetidos à aprovação da Fiscalização.

O uso de telas de aço soldadas poderá ser adotado, desde que a Fiscalização o aprove.

8.4 Concreto Protendido

Conceituação

De acordo com a NBR-07197 da ABNT, que fixa as condições gerais que devem ser obedecidas no cálculo e na execução de obras de concreto protendido, define-se:

- Peça de concreto protendido é a peça submetida à ação de forças especiais e permanentemente aplicadas, chamadas forças de protensão e tais que, quando a peça é submetida à ação simultânea desse sistema de forças, das cargas permanentes, acidentais e de outros agentes, seu concreto não seja solicitado à tração ou só o seja dentro dos limites admissíveis;

- Armadura de protensão é a armadura de aço de alta resistência, constituída por fios ou barras, feixes (fios ou barras paralelas), cordões (fios enrolados) ou cabos, utilizada para produção de forças de protensão.

A protensão, que é a operação de tracionar os cabos de protensão, é realizada por meio de macacos hidráulicos, adaptados a cada tipo de unidade de protensão, e acionados por bombas de alta pressão, manuais ou elétricas.

As armaduras de protensão devem ser executadas com aços de resistência à ruptura da ordem de 15.000 kgf/cm2, podendo ser protendidos a tensões da ordem de 10.000 a 11.000 kgf/cm2.

De acordo com a NBR- 07480 da ABNT, define-se:

- Barras são os elementos obtidos por laminação e fornecidos em segmentos retos com comprimento normalmente compreendido entre 10 e 12 metros;

- Fios são os elementos de diâmetro nominal não maior que a bitola de 12,5 mm, cujo processo de fabricação permita o fornecimento, em rolo, com grande comprimento, devendo o diâmetro interno do rolo ser pelo menos igual a 250 vezes o diâmetro do fio.

De acordo com a NBR-07482 da ABNT, que tem por objetivo estabelecer as características para fios de aço de alta resistência, de seção circular, encruados a frio por trefilação, com superfície lisa ou entalhada, destinados a armadura de protensão, define-se:

- Rolo é um certo cumprimento contínuo de fio acabado, sem junta ou emenda de qualquer natureza, apresentado em espiras concêntricas, formando um volume compacto.

De acordo com a NBR- 07483 da ABNT, que tem por objetivo estabelecer as características para cordoalhas de aço de alta resistência, de dois, três e sete fios, destinados a armaduras de protensão, define-se:

- Cordoalha de sete fios é a constituída de sete fios de mesmo diâmetro nominal, encordoados juntos, numa forma helicoidal, com um passo uniforme.

8.4.1 Armaduras para Concreto Protendido

a) Materiais

1) Aço

Serão consideradas armaduras para concreto protendido unicamente as que satisfaçam às NBR-07480 e NBR-07483 da ABNT, aos itens específicos da NBR - 07197 e estejam de acordo com esta Especificação.

Os aços deverão ser armazenados em lugares abrigados de modo a se evitar oxidação acentuada (o rolo ou a barra mais baixo de cada pilha deverá, estar pelo menos, a 30 cm do solo)

Os galpões para armazenamento do aço deverão ser cobertos e ventilados, a fim de reduzir, ao máximo, a condensação.

É vedado o uso de cobertura de lona ou qualquer material assente diretamente sobre o aço de protensão, pois retendo a umidade devida à evaporação da água do solo gera um ambiente propício á oxidação.

Os rolos ou bobinas de aço deverão ser convenientemente apoiados, de forma a se evitar mossas ou dobramentos no aço.

Na recepção do aço, assim como durante a fabricação dos cabos, deverá ser feita uma inspeção conforme preceitua o item 5 das NBR - 07482 e NBR- 07483:

- Verificar se o material está isento de imperfeições (bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, dobraduras e mossas). Uma camada de oxidação superficial poderá ser permitida, desde que removida com a mão desarmada ou por lavagem, a superfície do aço não apresente poros visíveis a olho nu. Atenção especial deverá ser dada às cordoalhas, pois a oxidação localizada, provocada por gotas ou filme d'água, acumulado em seus interstícios, é mais perigosa que a oxidação uniforme superficial e que não deverá ser tolerada.

O aço deverá ser estocado em pequenos lotes, procurando-se manter nos mesmos, aços de mesma partida (conforme as plaquetas de identificação), a fim de facilitar e melhorar a qualidade da amostragem e do controle.

Deverão ser previstos métodos de marcação e documentação dos lotes, a fim de facilitar sua identificação com os ensaios e com os cabos que serão confeccionados.

O aço deverá se apresentar aliviado de tensões ao ser desenrolado e deixado livre sobre uma superfície plana. Os arames não deverão apresentar curvatura superior á correspondente a uma flecha de 200 mm em um comprimento de 5 m; as cordoalhas não deverão apresentar curvatura superior à correspondente a uma flecha de 100 mm, num comprimento de 2 m.

Para evitar este fenômeno, os rolos de aço ou de cabos deverão ter o diâmetro mínimo:

$$D_{rolo} > d_{fio} \times \frac{E_{aco}}{fyp},$$

Para que não se desenvolvam tensões de borda nos fios superiores ao limite de proporcionalidade do aço).

Com a finalidade de proteção contra a oxidação, quando os cabos permanecerem estocados por períodos prolongados, poderá ser usada a lubrificação dos fios com óleo solúvel. No entanto, deverá ser testada a facilidade de sua remoção por lavagem, antes da introdução dos cabos nas bainhas e em caso de dificuldade, esta camada deverá ser totalmente removida nesta ocasião, a fim de não comprometer a operação de injeção e a aderência dos cabos. Caso seja necessário, também para reduzir o atrito na ocasião da protensão, poderá ser injetada nos cabos uma solução de água com óleo solúvel, na proporção de 20 a 40 litros d'água para 1 litro de óleo solúvel, em função do tipo de óleo utilizado.

Óleos solúveis dos tipos DONAX-C ou DOMUS-B, ou produtos equivalentes, desde que neutros em relação ao aço, normalmente satisfazem a este requisito.

Os ensaios à tração do aço serão feitos em laboratórios idôneos, devendo permitir o traçado da sua curva tensão-deformação e a determinação do seu módulo de elasticidade.

2) Bainhas

As bainhas servem para isolar os cabos do concreto, devendo ser metálicas e flexíveis o necessário para realizarem as curvas de projeto sem danos ou deformações da seção e possuírem a rigidez necessária para resistir à formação de curvas parasitas para que as mesmas não ultrapassem os valores previstos no projeto, durante as operações da montagem e concretagem. Elas deverão ser estanques, a fim de evitar a penetração da pasta de concreto durante a concretagem.

As bainhas deverão ter resistência mecânica necessária para suportar os esforços durante a montagem e para resistir à tendência ao rasgamento , que poderá ser provocado pelo deslocamento do cabo no seu interior na ocasião da enfiação da mesma. Na prática, testa-se a resistência da bainha, fazendo-se com que um homem, de aproximadamente 80 kg, caminhe sobre ela, a qual deverá resistir em amassar.

Preferencialmente, a bainha deverá ser fornecida em rolos de diâmetros superiores a 0,70 m e comprimento tão elevado quanto possível, permitindo a confecção de todo o cabo, sem emendas.

De qualquer forma, deverão ser evitadas emendas com espaçamento inferior a 7 m.

As bainhas deverão possuir acessórios necessários à montagem dos cabos, tais como: luvas para emendas, conexões para ancoragens (quando estas são internas) e manchões para execução de purgadores.

Quando a emenda se fizer necessária, deve-se proceder com o máximo cuidado no sentido de eliminar uma região de possível penetração de nata de cimento.

As emendas das bainhas deverão ser feitas de preferência por meio de luvas apropriadas, ficando sua impermeabilidade garantida por meio de fitas adesivas.

A emenda por meio de tira plástica poderá ser feita. Neste caso, empregar-se-ão 3 camadas, devendo abranger largura de 150 a 200 mm. A amarração far-se-á com, pelo menos, seis anéis de arame recozido bastante apertados por torsão.

Antes da concretagem é imprescindível a minuciosa verificação da completa estanqueiedade das bainhas para evitar a penetração de nata ou argamassa, mormente em decorrência da vibração.

Cuidados especiais na vedação, entre bainhas e ancoragem deverão ser tomados, considerando-se que esta é a posição mais vulnerável.

As bainhas deverão ser estocadas em local abrigado para evitar sua oxidação.

No armazenamento das bainhas deverão ser tomadas as mesmas precauções que aquelas indicadas para os aços.

Em caso de estocagem prolongada, a proteção poderá ser obtida vaporizando-se óleo solúvel no interior e no exterior das bainhas, devendo o óleo ser retirado posteriormente da mesma forma que a descrita para o aço de protensão.

3) Ancoragens

As ancoragens dos cabos, ativas ou mortas, deverão ser exclusivamente as indicadas pelos fabricantes dos diversos processos de protensão.

Elas deverão resistir às cargas a que estarão submetidas durante as operações de protensão e de transporte das peças, sem sofrerem danos que afetem a fixação dos cabos.

As ancoragens deverão promover a fixação dos cabos, sem permitir o escorregamento ou a redução de seções dos elementos componentes do cabo. A "eficiência das ancoragens" deverá ser igual ou superior 90% *****, definindo-se a mesma como sendo a relação entre tensão de ruptura obtida no ensaio de um cabo, em bancada de teste, e a tensão de ruptura do aço utilizado neste teste , obtida em ensaio de laboratório. O comprimento da bancada de teste deverá ter o comprimento igual ou inferior a dez metros. Deverão ser fornecidos certificados deste teste à Fiscalização do METROFOR para cada partida de ancoragens, ou quando esta, em função do comportamento das ancoragens na obra, o exigir.

A estocagem das ancoragens não deverá ser feita em locais úmidos ou expostos à oxidação.

***** valor arbitrado, tendo em vista, que conforme o item 5.4.1 da NBR-07197, a tensão durante a operação de distensão das armaduras poderá atingir valores de até 3/4 da tensão de ruptura.

b) Execução da Protensão

A fabricação, disposição e montagem da armadura de protensão deverá obedecer ao projeto, sendo proibida a supressão ou substituição de qualquer peça prevista no projeto sem o consentimento da Fiscalização.

Deverão ser previstos métodos de marcação e de documentação, de modo que se possa identificar os lotes de aço utilizados na fabricação dos cabos.

Se, após o armazenamento prolongado no canteiro de obras, ou pelo manuseio inadequado, ou qualquer outra razão, existirem dúvidas sobre a qualidade do aço, a Fiscalização poderá exigir novos ensaios, a fim de assegurar que o aço não sofra danos que afetem suas propriedades mecânicas. Os ensaios que poderão ser exigidos pela Fiscalização são os seguintes:

- Ensaios de dobramento de amostras extraídas da região oxidada e da região não oxidada para comparação;

- Ensaios de tração, comparando-se o alongamento de ruptura obtida de amostra tirada da região não oxidada. (O efeito da oxidação danosa quase sempre diminui o alongamento da ruptura do material).

Os arames e cordoalhas não deverão ser, em hipótese alguma, arrastados sobre o solo ou a superfície abrasiva, não devendo apresentar durante ou após sua fabricação e transporte, dobradura e outros defeitos decorrentes do manuseio. As dobraduras deverão ser corrigidas a frio. Particular atenção deverá ser dada ao espaçamento dos apoios dos cabos durante o transporte.

A confecção dos cabos deverá ser realizada em bancadas apropriadas, nunca em contato com o solo, devendo os mesmos serem estocados em locais abrigados.

O corte do aço deverá ser feito de preferência por meio de disco esmeril rotativo. No caso do corte ser executado com maçarico de oxiacetileno, deverá ser deixado um comprimento extra, para garantir que a armadura não foi afetada em suas propriedades metalúrgicas.

Os cabos, deverão ser confeccionados de tal forma, que todos os seus elementos fiquem paralelos e desembaraçados.

As armações com arame recozido ou fita adesiva, utilizadas na confecção dos cabos, deverão ser retiradas à medida que as mesmas forem sendo introduzidas nas bainhas, no caso de cabos enfiados " a posteriori ".

Os cabos deverão ter as suas posições (cotas e afastamentos) garantidas através de estribos suplementares de montagem, executados de forma a não permitirem movimentação dos cabos, tanto no sentido vertical, quanto no sentido horizontal, durante as operações de montagem e concretagem. O espaçamento dessas fixações deverá ser coerente com a rigidez do sistema cabo-bainha, a fim de minimizar, tanto quanto possível as curvas parasitas.

Deverá ser evitado o uso de solda no local das armaduras, onde já existem cabos embainhados, pois as borras e respingos da mesma poderiam acarretar furos na bainha. Sempre que este procedimento for indispensável , deverão ser usadas chapas de proteção na região durante esta operação.

Nas regiões das ancoragens, o cabo não deverá possuir pontos de inflexão ou curvaturas exageradas.

A uma distância de, no mínimo, um metro da ancoragem o eixo do cabo deverá ser reto e perpendicular ao plano de aplicação dos esforços de protensão.

Para isso deverão ser previstos dispositivos especiais tais como: parafusos de fixação e luvas de conexões para o caso de ancoragens imersas no concreto e chapa com tubo-guia fixada na forma com parafusos, no caso de ancoragens externas. As placas de ancoragens pré-moldadas dispensam estes cuidados, desde que devidamente executadas.

Deverão ser usados purgadores nos pontos altos dos cabos, com o objetivo de possibilitar a saída do ar, ou em cabos longos ou muito inclinados com o objetivo de reduzir as pressões através de injeções progressivas.

Os nichos junto às ancoragens destinados a receber os equipamentos durante a protensão, deverão ter suas dimensões em função do processo de protensão adotado e do recobrimento das pontas dos cabos quando do arremate após a protensão.

Imediatamente antes da concretagem, deverá ser feita uma inspeção, a fim de localizar possíveis danos nas bainhas. Esta inspeção poderá ser auxiliada com uso de ar comprimido. Todo trecho da bainha amassado ou perfurado deverá ser reparado nesta ocasião. Deve-se ter especial atenção nas pontas de junção dos cabos com as ancoragens, nas luvas e nos purgadores.

Antes do fechamento das formas, deverá ser feita uma verificação das cotas dos cabos, posições de ancoragens, fazendo-se as correções necessárias.

As peças de concreto protendido são em geral esbeltas, contendo regiões de difícil concretagem, pela concentração de armadura frouxa. Todos os cuidados deverão ser tomados para evitar falhas de concretagens. Deverá ser estudado para as regiões acima citadas (ou para a peça, se for o caso) um traço com a mesma resistência especificada no projeto, porém com plasticidade adequada (para vigas com espessura de alma 20 cm usar concreto com "slump" 8 cm), devendo os agregados utilizados ter dimensões coerentes com os espaçamentos e vazios disponíveis. Os vibradores de imersão deverão ser escolhidos em função dos espaçamentos deixados na armadura para este fim devendo ser evitado choques de tôpo nas bainhas, assim como a permanência demasiada sobre elas.

A concretagem deverá seguir o plano de concretagem previamente estabelecido com a Fiscalização.

Deve-se cuidar para que, durante a concretagem, a posição dos cabos, ancoragens e armaduras de concretagem, bem como a integridade das bainhas sejam rigorosamente respeitadas.

Após a concretagem, quando o concreto iniciar a pega, os cabos deverão ser movimentados para frente e para trás, no sentido de detectar e desmanchar penetrações de pasta do concreto nas bainhas que, eventualmente, tenham ocorrido. Esta operação é normalmente feita juntando-se as pontas do cabo e batendo-se nelas com marreta, ou através de uma luva metálica acoplada a um martelete de ar comprimido.

Antes da protensão, as extremidades dos cabos na região das ancoragens deverão ser cuidadosamente limpas, livres de respingos de cimento ou argamassa e eventuais irregularidades nos fios, para garantir perfeito ajuste às cunhas do macaco de protensão e, posteriormente, perfeita ajustagem das ancoragens.

Quando da inspeção das peças, após a retirada de formas, forem detectadas falhas de concretagem, o tratamento destas deverá ser discutido com a Fiscalização e somente poderá ser executado antes da operação de protensão.

Para realizar as operações de protensão, a obra deverá dispor de tabelas e plano de protensão, fornecidos pelo Projetista, onde constarão: a ordem de tensionamento dos cabos, os alongamentos teóricos dos mesmos, as pressões e seus limites.

A obra deverá dispor de manômetro aferido, conforme descrito acima.

Para início da fase de protensão, a Fiscalização deverá liberar a peça ou tabuleiro, baseando-se na análise de resistência do concreto.

Durante a operação de protensão, deverão ser tomados os seguintes cuidados:

- Retirar os obstáculos que interfiram com a colocação dos equipamentos;
- Escrever ao lado do nicho da ancoragem, o número do cabo com lápis de cera ou similar;
- Colocar o equipamento de protensão perfeitamente encostado na superfície de apoio da peça, a fim de evitar o tensionamento desigual dos elementos componentes do cabo;
- Tensionar a armadura até a pressão, na qual foi convencionado efetuar-se a referência para a leitura dos alongamentos;
- Efetuar a referência para leitura em três fios (ou cordoalhas) vizinhos;
- Efetuar a marcação de todos os fios ou cordoalhas junto aos elementos de fixação do equipamento de protensão, a fim de detectar possíveis escorregamentos durante a operação;
- Subir a pressão de forma a não produzir trancos, fazendo a leitura dos alongamentos nas pressões indicadas no plano de protensão;
- Fazer a transferência de carga do macaco para a ancoragem em velocidade lenta, a fim de evitar danos no cabo ou na ancoragem;
- Efetuar também a leitura do alongamento após a acomodação da ancoragem;
- Anotar as ocorrências irregulares durante a operação de protensão, a fim de facilitar o controle e interpretação dos resultados;
- Não deverão ser ultrapassados o alongamento final previsto e a pressão máxima permitida no plano de protensão.

Caso o alongamento final seja atingido, antes da pressão estabelecida, parar a operação de protensão, verificar os manômetros dos equipamentos e consultar os ensaios do aço correspondente ao cabo protendido, lançar os resultados de protensão em gráficos e fazer teste de perda de atrito.

Caso o alongamento final não seja atingido na pressão estabelecida, fazer as mesmas verificações anteriores e se for contatado que isto se deve a perdas excessivas por atrito, injetar solução de água com óleo solúvel e reprotender o cabo.

Em qualquer dos casos acima consultar a Fiscalização.

Ver análise de resultados e protensão, e testes de controle.

Durante a protensão é rigorosamente proibida a permanência ou mesmo a circulação de pessoas atrás do macaco de protensão.

c) Controle

O controle das armaduras será feito de acordo com as prescrições da ABNT.

Exige-se que as cotas relativas às posições dos cabos sejam rigorosamente verificadas antes da concretagem e que por ocasião da protensão os alongamentos, as pressões e ancoragens sejam assistidas por engenheiro.

Aferição dos equipamentos de protensão na obra.

A obra deverá dispor de um manômetro com certificado de aferição conferido por órgão credenciado e conexões apropriadas para realizar verificações periódicas nos equipamentos da obra, devendo apenas ser utilizado para este fim.

Embora os equipamentos devam ser entregues à obra devidamente aferidos, verificações periódicas se fazem necessárias, uma vez que os referidos equipamentos estão sujeitos a elevações e quedas bruscas de pressão ao longo de sua utilização. Os equipamentos deverão ainda ser inspecionados quanto ao estado de conservação dos elementos de fixação dos cabos (clavetes ou cunhas), cabeça móvel, mangueiras e suas conexões, assim como demais acessórios que são função do processo de protensão utilizada.

d) Análise dos Resultados

A análise dos resultados de uma tabela de protensão é feita, lançado-se os resultados obtidos num gráfico pressão x alongamento (ou tensão x alongamento específico).

Do lançamento destes resultados no gráfico, obtemos um linha, que em função de suas características e particularidades nos possibilitam analisar os resultados da protensão obter o alongamento corrigido, assim como detectar as falhas ocorridas, fornecendo os subsídios necessários à sua correção, conforme os exemplos que se seguem:

a) A reta não passa pela origem

Isto se deve à acomodação do conjunto equipamento - ancoragem e dos cabos no interior das bainhas. Este erro pode ser minimizado efetuando-se a referência para a leitura dos alongamento no primeiro intervalo de pressão, considerando-se o alongamento não lido neste, igual ao do próximo intervalo de pressão, efetuando-se assim a correção das tabelas na coluna apropriada.

b) Pontos de fora da reta.

Isto é motivado por erro de leitura.

c) A reta contém “patamar intermediário”.

Isto pode representar uma penetração de ancoragens motivadas por falhas de concretagem ou esmagamento de bainhas nos trechos curvos de grupamentos de cabos.

O alongamento devido ao patamar deverá ser descontado do alongamento total.

d) A reta contém "patamar de reprotensão".

Nos cabos onde é feita reprotensão, o patamar representa a recuperação das perdas de protensão (deformação instantânea do concreto, retração, deformação lenta do concreto, relaxação do aço e perdas por atrito, no caso de ter-se utilizado injeção de água com óleo solúvel). O alongamento representativo do patamar, neste caso, deve ser considerado para efeito de comparação, com o alongamento teórico. No caso em que se emprega injeção de água com óleo solúvel, notar-se-á uma mudança na inclinação da reta.

e) A reta muda de direção durante a operação de protensão para as pressões finais.

Isso traduz uma desproporcionalidade entre tensões e alongamentos, indicado que o aço entrou em regime de escoamento.

Nota: Os resultados dos controles e testes devem ser discutidos com o Projetista que, em função dos mesmos, poderá fazer a aferição do plano de protensão.

8.4.2 Natas de Injeção

a) Introdução

Todos os cabos serão injetados após a protensão, com a finalidade de proteger a armadura e garantir seu funcionamento como peça aderente.

Procurar-se-á não ultrapassar oito dias após a protensão dos cabos. Para operações de injeções onde sejam previstos intervalos maiores de tempo ou no caso de ambientes agressivos deverão ser tomadas medidas especiais para proteção dos cabos. Na eventualidade de se ter que realizar operações de injeção a temperaturas-ambiente muito altas (superiores a 25ºC) ou muito baixas (inferiores a 5ºC), serão especificadas precauções para cada caso.

As injeções serão de dois tipos: injeções normais ou primárias e reinjeções secundárias destinadas a corrigir as injeções primárias que ficarem deficientes.

b) Características das natas de injeção

1) **Condições gerais**

As natas de injeção para atingirem suas finalidades deverão preencher completamente a bainha, em toda sua extensão sem formar bolsas de ar ou segregação de água, apresentar resistência após o endurecimento e não conter componentes que possam atacar o aço sob tensão.

2) **Fluidez**

É a aptidão da nata à penetração nos volumes vazios da bainha e interstícios entre fios ou cordoalhas.

O valor da fluidez após determinado tempo de preparo da nata, informa sobre a injetabilidade de uma determinada dosagem, tendo em vista: o equipamento a utilizar (vazão), as condições da obra (volume a injetar simultaneamente) e a temperatura ambiente. A nata deverá permanecer com fluidez adequada durante o tempo necessário.

Para injeção primária o índice de fluidez (tempo de passagem de 1 litro de nata através do funil de "Marsh") deverá estar compreendido entre 13 e 25 segundos.

Para as natas de reinjeção ou destinadas as injeções primárias especais, procurar-se-ão índices mais baixos, compatíveis com as dificuldades que serão encontradas para a passagem de nata.

A medida de variação da fluidez no tempo deverá ser feita durante pelo menos 3 horas para natas comuns de injeção primária e até 6 horas para natas de reijenção. Esta variação de fluidez deverá ser medida em intervalos de tempo iguais (de 15 em 15 minutos).

Deverão ser pesquisados traços de nata, valores estes que serão determinados para cada caso em função das condições citadas acima.

3) **Estabilidade**

Se deixar a nata em repouso após algum tempo de seu preparo, aparecerá uma quantidade d'água sobre a mesma, denominada água de exsudação. Dentre os efeitos nocivos da exsudação tem-se o da formação de vazios nos pontos altos dos cabos com conseqüente prejuízo da proteção da armadura de protensão.

A estabilidade é medida pelos "Ensaios de Sedimentação ou Exsudação", que medem a percentagem de água exsudada por volume de nata.

O valor admissível de água exsudada deverá ser 2% do volume de nata, três horas após a mistura, observando-se que toda a água deverá ser absorvida após 24 horas.

A exsudação é função dos materiais utilizados na confecção da nata, do fator água-cimento e dos meios de mistura.

4) **Retração**

O valor de retração indica os riscos de fissuração da nata em torno das armaduras, que poderão ter como conseqüência uma carência de proteção das mesmas, caso este valor seja elevado.

A nata deverá ter retração moderada. O valor admissível a 28 dias deve ser menor que 2.800 μ/m.

5) **Pega**

Esta propriedade está correlacionada com a movimentação e ao transporte de peças pré-fabricadas. Esta movimentação não deverá ser feita antes do fim da pega da nata, porque poderá provocar o abatimento da mesma, deixando certas regiões desprotegidas. Objetivando ganhar tempo na liberação das formas será possível realizar a injeção após o transporte das peças para o local de estocagem. Medidas como as citadas acima só poderão ser tomadas mediante consulta prévia ao Projetista e à Fiscalização.

6) **Expansão**

A expansão total livre da nata deverá ser no máximo 5%, 24 horas após a mistura.

7) **Resistência**

As natas deverão apresentar tensão mínima de ruptura à compressão, aos 28 dias, de 300 kg/cm2, medida em corpos de prova cilíndricos, segundo o NBR-07215.

As natas deverão apresentar tensão mínima de ruptura à tração simples aos 28 dias de 30 kg/cm2, segundo o NBR-07222.

As propriedades acima citadas são afetadas, principalmente, pelo tipo de cimento, aditivos, adjuvantes utilizados, fator água-cimento, temperatura ambiente e dos materiais no momento de sua utilização, assim como pelos meios de misturada da nata.

c) Materiais das natas

1) Cimento

O cimento utilizado nas natas de injeção deve ser cimento Portland comum NBR-05732, excluindo-se todos os cimentos contendo elementos provenientes de altos-fornos.

Não poderá conter cloro de cloretos com teores acima de 0,2%, nem enxofre de sulfatos, nem qualquer outro elemento que possa provocar corrosão nas armaduras. Seu teor em gesso deverá ser conhecido.

Deverá ter finura média, ou seja, superfície específica (Blaine) em torno de 2.750 cm2/g.

A utilização de cimento a granel é desaconselhável. Seu uso eventual ficará a critério da Fiscalização que, para tal, deverá exigir a execução de todos os ensaios de qualidade.

A injeção não se fará quando a temperatura ambiente for superior a 40ºC.

Não deverá ser utilizado cimento que apresente fenômeno de falsa pega.

Os cimentos hidratados não poderão ser usados, mesmo peneirados.

O cimento separado para uso exclusivo nos serviço de injeção deverá ficar convenientemente estocado, evitando-se a superposição exagerada de sacos.

Deverá ser evitado o uso de cimento com mais de 3 semanas da data de sua fabricação.

2) Água

A água deverá ser potável e não poderá conter elementos capazes de provocar a corrosão das armaduras.

Seu teor máximo de cloro deverá ser de 0,25 gramas por litro. Deverá ser isenta de detergentes e apresentar, de preferência, pH neutro.

3) Aditivos

Aditivos poderão ser usados com o fim de aumentar a fluidez, reduzir a exsudação, retardar a pega e expandir a nata. Os aditivos não poderão conter cloratos e halogenetos em geral, ou qualquer componentes que possa atacar o aço, nem liberar hidrogênio ou gás sulfídrico.

Para as pesquisas de dosagem da nata não serão aceitos aditivos, que segundo seus fabricantes, apresentem as seguintes características: defloculante, plastificante, estabilizador e expansor.

4) Elementos Finos Inertes

Elementos finos como areia, só deverão ser adicionados em casos excepcionais admitindo-se o seu uso em natas para injeção de cabos onde $\frac{\pi}{4} - \left(D^2 - nd^2\right) \geq 5\ cm^2$, sendo **D** o diâmetro da bainha, **d** o diâmetro do fio ou barra e **n** a quantidade de fios ou barras.

Neste caso o agregado deverá ser constituído de grãos de quartzo, calcário ou areia fina, limpos, isentos de argila e matéria orgânica sob qualquer forma, cloretos e nitratos. Sua dimensão máxima deverá ser 0,3 mm e a relação entre os elementos finos inertes e o cimento nunca deverá ser superior a 25%.

Não será permitido o uso de areia para injeção de cabos formados por cordoalhas e especialmente para os que não possuírem mola central.

Não será permitido, também, o uso de areia nas natas para reinjeições.

Os elementos finos inertes melhoram as propriedade da nata no que diz respeito à retração.

Para sua aplicação é recomendável a realização de ensaio em modelo de 1:1 para cabos representativos da obra em questão, montados em escoramentos adequados, sendo feitas as vedações necessárias para este fim.

5) Dosagens

A dosagem da nata compreenderá a escolha dos materiais (definições de marcas de cimento e aditivos, definição dos adjuvantes, se for o caso), suas proporções e o fator água cimento a adotar.

A nata deverá satisfazer as seguintes condições:

Possuir a fluidez adequada durante todo o tempo necessário previsto para execução de uma etapa completa de injeção (cabo ou grupo de cabos) conforme o plano de injeção. Fazer ensaio de variação de fluidez com o tempo conforme normas da ABNT.

Possuir valores para a exsudação e expansão, segundo os quais se possa prever um total preenchimento das bainhas.

A conciliação destas duas condições condiciona a uma gama de variação do fator água-cimento muito pequena, uma vez que a nata será mais fluida quanto for maior o fator a/c, e em contrapartida, terá valores menores para a exsudação quanto menor for o fator a/c.

Tendo como base a dosagem estabelecida nos ensaios, fazer com antecedência na obra ensaios de fluidez, exsudação e homogeneidade a partir dos materiais e dos equipamentos que serão utilizados na operação de injeção.

Deverá ser fabricada para este fim uma quantidade de nata equivalente à capacidade do tambor misturador.

No teste de homogeneidade, a verificação do valor da fluidez para o início e para o fim da descarga do tambor misturador que não deverá exceder a 3 segundos. Nesta etapa, caso sejam necessárias, serão feitas pequenas aferições do traço, de comum acordo com a Fiscalização, sendo colhidas as amostras de nata e de materiais para o controle tecnológico.

Durante a injeção será feito o controle da fluidez nas saídas dos equipamentos e nos pontos de saída da nata na estrutura.

Não será permitida alteração no traço, nos materiais e nos meios de mistura definidos. Caso sejam necessárias modificações, estas só poderão ser realizadas de comum acordo com a Fiscalização, que determinará os novos ensaios a realizar.

O controle tecnológico nesta fase consistirá na retirada de amostras para ensaio de resistência à compressão simples,

d) Preparação da Nata

1) Equipamento

Para a obtenção de uma nata homogênea e com características desejadas, o misturador deverá ter:

- A potência de pelo menos 1/2 HP por saco de cimento de 50kg a ser misturado;
- O elemento de misturação em hélice, turbina ou provido de 2 cilindros verticais;
- A rotação de 1500 r.p.m.

Equipamentos de características diferentes deverão ser aprovados pela Fiscalização para serem utilizados, não sendo permitidos equipamentos com acionamento manual.

2) Ordem de Colocação do Material

O primeiro material a ser colocado será sempre a água.

A seqüência de colocação dos outros materiais, dependerá das características do cimento e dos aditivos. Os ensaios de prova deverão determinar esta seqüência.

Como orientação para um primeiro ensaio de prova, recomenda-se a seguinte ordem: água, cimento, agregado (se usado), sendo os aditivos colocados na 2ª metade do tempo de mistura.

Medir as quantidades d'água, aditivos e adjuvantes com o maior rigor possível através de recipientes adequados.

A introdução do cimento deverá ser feita lentamente, a fim de possibilitar sua completa dissolução na água sem a formação de grumos.

3) Tempo de Mistura

O tempo de mistura variará de 2 minutos para um misturador equipado com turbina e 4 minutos para um misturador á hélice. O tempo de mistura não deverá exceder a 15 minutos, pois poderia acarretar uma aceleração nas reações químicas da nata, com aumento de temperatura e conseqüentemente redução de fluidez e do tempo de pega.

4) Estocagem de Nata

A nata fabricada no recipiente da mistura deverá ser transferida para outro recipiente por gravidade ou meio de bomba. Nesta transferência, a nata passará através de uma peneira fina de malha de, no máximo, 2 mm.

Quantidades excessivas de resíduos assim como a presença de grumos ou pelotas de cimento depositadas na peneira significam deficiência na operação de mistura e a necessidade de reformulação dos tempos de mistura ou dos meios de execução da mesma.

A nata do recipiente de estocagem deverá ser mantida em agitação por meio de um misturador de baixa rotação (30 a 60 rpm), até que se tenha terminado a injeção.

Em nenhuma hipótese será acrescentada água neste recipiente para melhor a fluidez da nata.

e) Purgadores

No caso de cabos curvos, de preferência nos pontos altos das curvas (exemplo de obras contínuas), cada ponto alto deverá ser previsto um "purgador" para evitar a formação de bolsas de água ou de ar. Do mesmo modo, no caso dos cabos longo, um purgador deverá ser previsto, no mínimo, em cada 30 m.

Em certos casos é recomendável prever purgadores nos pontos baixos de cabos longos e nos cabos apresentando grandes desníveis. Ficará a critério da Fiscalização a utilização desses purgadores.

Os purgadores poderão ser constituídos por tubos metálicos soldados em luvas de bainha metálica ou em meias canas ajustadas nas bainhas e fixadas por meio de fita adesiva e mastique, onde são acoplados os tubos plásticos (com diâmetro interno mínimo de 12 mm e espessura mínima de parede de 3 mm), de saída da pasta de injeção.

É recomendável usar pedaços de barras de aço lisas e retas dentro do plástico para impedir o esmagamento durante a concretagem.

f) Execução da Injeção

1) Precauções Iniciais

Quando a protensão é dada em mais de uma etapa, ocorre que alguns cabos permanecem um grande tempo no interior das bainhas, sujeitos à corrosão. Nestes casos devem ser tomados medidas, que permitem manter o cabo completamente isolado da água até a ocasião de sua utilização. Quando os cabos tiverem que permanecer mais de uma semana protendidos sem serem injetados ou no caso de ambientes agressivos, deverão ser tomadas medidas de proteção dos mesmos quanto à oxidação.

O duto a ser injetado deverá estar limpo. As extremidades dos cabos deverão estar preparados para evitar a fuga da injeção durante e após a operação e, permitir uma aplicação

firme e segura do aparelho de injeção, não permitindo também que o ar possa ser aspirado para dentro do duto.

A preparação das extremidade das ancoragens deverá consistir na aplicação de mangueiras plásticas flexíveis solidarizadas aos arremates das ancoragens, devidamente dimensionadas para as vazões e pressões que serão utilizadas na injeção e que permitam o bloqueio da injeção e a retirada dos equipamentos, sem perda de pressão.

Deve-se proceder à limpeza das bainhas (principalmente quando os fios forem lubrificados com óleo solúvel) e umedecimento das suas paredes, com um jato de água, imediatamente antes de se proceder a injeção. Depois de lavada a bainha, o excesso de água deverá ser retirado com um jato de ar comprimido.

A operação de lavagem das bainhas tem ainda como finalidade a de detectar possíveis entupimentos, intercomunicações de cabos, defeitos no concreto e nos arremates, etc.

Esta verificação é feita mediante o bloqueio adequado dos purgadores e das saídas nas ancoragens. Caso este teste detecte os defeitos citados, deverá ser discutida com a Fiscalização a correção dos mesmos assim como a maneira de conduzir a operação de injeção.

Só iniciar a injeção quando os arremates das ancoragens tiverem resistência suficiente para resistir às pressões de serviço. A obra deverá dispor de quantidades de água suficiente e de ar comprimido para as operações de limpeza e desentupimento de cabos acidentados.

Preparar o programa de injeção conforme descrito acima.

Os equipamentos e suas instalações deverão ser verificados.

A obra deverá dispor de um jogo de equipamentos de reserva, a fim de evitar interrupções nas operações de injeção e conseqüentes entupimentos.

2) Programa de Injeção

Inicialmente, será previsto um programa de injeção segundo o qual, num conjunto de cabos próximos será injetado, simultaneamente ou imediatamente, um após o outro, antes que a nata que pode passar pelas juntas da bainha, de um cabo a outro, forme qualquer tipo de bucha impedindo a passagem de nata nesse outro cabo.

O programa de injeção deverá conter ainda a quantidade dos materiais, equipamentos e seu "lay-out", homens necessários ao serviço, traço da nata e medidas de fluidez de serviço. Deverá ser feita planilha contendo o volume teórico dos cabos onde também serão anotados os volumes reais injetados para efeito de controle. Ao fazer o programa de injeção dever-se-á levar em consideração as observações feitas durante os testes da lavagem dos cabos. Como medida de segurança, deverá ser prevista a fabricação de um volume de nata 30% superior ao volume teórico dos cabos.

3) Bomba de Injeção

As bombas de injeção deverão ser do tipo a pistão (dois ou mais) ou de membrana. A injeção, utilizando ar comprimido, não é permitida.

As bombas deverão ser capazes de realizar as injeções com as vazões e pressões citadas nos itens que se sequem e deverão possuir dispositivo de segurança que não permita a elevação das pressões acima de 18 kg/cm2.

As bombas elétricas deverão ter o seu acionamento através de chaves tipo "liga -desliga" ou ligações diretas, por medida de segurança do pessoal.

O operador da bomba deverá trabalhar equipado com óculos de proteção.

As bombas deverão vir equipados com manômetros aferidos e com um dispositivo de segurança para permitir controlar as pressões máximas, limitadas em princípio a 10 kg/cm2, podendo ser aumentadas até 15 kg/cm2, a critério da Fiscalização.

O manômetro deverá permitir leituras com precisão de 1 kg/cm2 e a bomba poderá dispor de um dispositivo de regulagem de vazão ou de um duto de derivação entre ela e o duto injetor, de maneira a permitir o controle da velocidade de avanço da nata, que nas injeções usuais é de 6 a 12 m por minuto.

A bomba não deverá injetar ar na nata. Todas as suas mangueiras, válvulas e conexões não deverão permitir a entrada de óleo, ar, água e quaisquer substâncias durante a injeção.

Em casos onde tenham sido detectadas intercomunicações entre bainhas, ou quando desejar efetuar a injeção em vários cabos (por ex.: uma mesma família), a operação será conduzida com um dispositivo equipado de várias saídas com registros , de maneira a se poder efetuar o comando de envio da nata.

4) Prescrições Gerais

As injeções deverão ser realizadas de preferência de manhã (e não ao pôr do sol). Elas deverão ser contínuas e sem aumento brusco de pressão

Os cabos inclinados ou verticais deverão ser injetados pela extremidade inferior para se evitar o aprisionamento de ar.

Durante a injeção de cabos com vários purgadores, quando a pasta de injeção sair em um purgador com consistência idêntica à da pasta de entrada, aquele purgador será bloqueado e a injeção prosseguirá até o purgador seguinte, que também será bloqueado, e assim sucessivamente até a pasta sair na extremidade oposta do cabo.

Se o cabo for muito longo e se a injeção necessitar de pressão elevada, poder-se-á bloquear a extremidade do cabo onde foi iniciada a injeção e prosseguir a injeção pelos purgadores existentes no seu desenvolvimento.

Deve-se evitar agrupar todos os tubos plásticos dos purgadores em uma mesma seção da peça.

No caso de dutos com grandes dimensões, é necessária uma reinjeção 2 horas após a primeira, para corrigir as precipitações e retrações da injeção havidas na primeira fase.

Após o aparecimento da injeção na outra extremidade do cabo, ela deve prosseguir durante algum tempo até que se possa identificar a pasta que sai como igual à que é injetada. Obtura-se então a extremidade de saída mantendo-se a pressão na bomba por alguns segundos e

após, retira-se lentamente a lança do aparelho na extremidade de entrada, obturando-se esta imediatamente para evitar o refluxo da injeção.

Após algumas horas, é necessário verificar se não houve decantação ou fuga da argamassa 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 de injeção.

Quando se observa aumento brusco da pressão de injeção, é possível que tenha havido uma diminuição de fluidez ou a formação de obturação no cabo por pega, sedimentação ou outros fatores, principalmente em cabos longos; nesses casos, deve-se injetar água no sentido contrário ao que se injetava a nata, até que haja a desobstrução do cabo. Se o entupimento for resolvido, procede-se a uma nova injeção. Se não for, a Fiscalização indicará a solução a seguir.

Qualquer operação de reinjeção só deverá ser feita com o consentimento da Fiscalização.

8.4.3 Controle Tecnológico

Deverão ser fornecidos à Fiscalização, no máximo 2 dias após a realização do controle tecnológico, certificados contendo os resultados dos ensaios do controle tecnológico da injeção.

1) Cimento

Se o cimento separado para fabricação das natas ficar estocado além de 28 dias do tempo fixado nos ensaios de seleção, para o início da utilização, repetir-se-ão aos ensaios fixados na NBR-05732 e os demais utilizados na seleção, a cada 28 dias.

2) Água

Cada 28 dias se fará ensaios de água para verificação do especificado acima pelo método 512-62 T-ASTM.

3) Agregados

De cada 20 m^3 ou fração de agregados, far-se-ão ensaios pelos métodos da ABNT, ou outros, desde que aprovados pelo METROFOR , para verificar o exigido acima.

4) Aditivos

De cada 2.000 litros de aditivos retirar-se-á uma amostra de 200 ml para verificação da ausência de cloretos por método aprovado pelo METROFOR.

5) Natas

Cada vez que se mudar a procedência ou se usar nova partida de quaisquer dos materiais componentes das natas, far-se-á uma nova dosagem, com execução de todos os ensaios pertinentes;

- **Exsudação**

  Deverá ser feito um ensaio de exsudação para cada operação de injeção, com método aprovado pelo METROFOR.

- **Fluidez**

  Imediatamente antes de cada operação de injeção far-se-á um ensaio de fluidez com o mesmo método utilizado nos ensaios de dosagem (Cone de Marsh ou outro método aprovado pelo METROFOR).

- **Pega**

  Imediatamente após a fabricação de cada partida de nata far-se-á um ensaio de pega (início e fim) pelo NBR-07215 da ABNT.

- **Resistências Mecânicas**

  Compressão Simples

  De cada partida de nata serão moldados 6 corpos de prova de 5 cm de diâmetro por 10 cm de altura, para ensaios à compressão, a 28 dias de idade, segundo a NBR-07215.

  Tração simples

  De cada partida de nata serão moldados 6 corpos de 5 cm de diâmetro por 10 cm de altura, para ensaios de tração simples aos 28 dias de idade, segundo a NBR-07222.

- **Retração**

  De cada partida de nata se moldarão 3 corpos de prova 4 x 4 x 16 cm para ensaios de retração aos 28 dias de idade.

- **Expansão**

  De cada partida de nata que contenha agente expansor, far-se-á 6 ensaios de expansão com 24 horas, com método aprovado pelo METROFOR.

Resultados

Deverão ser apresentados à Fiscalização, relatórios e resultados dos ensaios executados.

1) Relatórios de Seleção dos Materiais

Deverá ser apresentado relatório à Fiscalização contendo os resultados obtidos nos ensaios de seleção de todos os materiais pesquisados: cimento, agregados e aditivos, a empregar antes do início dos serviços de injeção.

2) Dosagem da Nata

Deverá ser apresentado à Fiscalização, relatório contendo os resultados nos ensaios e a memória de cálculo da dosagem da nata de injeção, antes do início dos serviços de injeção.

8.5 Aparelho de Apoio

Armazenamento

Os aparelhos de apoio de elastômero fretado deverão ser armazenados em local coberto, sendo vedado seu contato com óleo, graxa, benzina e outros produtos derivados do petróleo.

As superfícies de contato com os aparelhos de apoio deverão ser perfeitamente planas e paralelas. Estas superfícies deverão, ser horizontais para evitar a presença de componente tangencial devido às cargas verticais. No caso das superfícies não serem horizontais, o efeito dos esforços tangenciais e rotações suplementares deverão ser computados no dimensionamento do aparelho de apoio. No caso de estruturas pré-fabricadas, admite-se uma inclinação máxima do plano de apoio de 3%, a qual deverá ser levada em conta no dimensionamento do aparelho de apoio.

Os aparelhos de apoio deverão ser colocados em berços que permitam sua fácil inspeção e substituição.

Controle de qualidade

Os aparelhos de apoio usados terão a forma de paralelepípedo. Não serão admitidas inclinações nos contatos Neoprene/Concreto. As superfícies de contato deverão ser horizontais e planas.

a = menor dimensão do apoio em planta, medida na direção do eixo da viga.

b = maior dimensão do apoio em planta, medida na direção perpendicular ao eixo da viga.

h_i = espessura de uma camada interna.

h'_i = espessura de camada externa de elastômero (camada protetora).

$$h = \sum_{i=1}^{\eta} h_i + \sum_{i=1}^{2} h_i = \text{ altura útil do elastômero}$$

i = 1

$c_{i=}$ espessura de uma chapa de aço

$$e = \text{espessura do apoio } = \sum_{i=1}^{\eta} h_i + \sum_{i=1} h'_i + \sum c_i$$

Caso sejam empregadas outras formas de aparelho de apoio, sua utilização fica condicionada à apresentação de critério de dimensionamento e controle de qualidade que respeitem o grau de segurança e os conceitos das presentes especificações.

O aparelho de apoio será designado da seguinte forma:

$a \times b \times (c_1 + h_1 + c_2 + h_2 + c_3)$

ex.: 250 x 400 (1+ 8 + 2 + 8 + 1)

(dimensões em mm)

Materiais

a) Elastômero

O elastômero utilizado para construção dos aparelhos de apoio deve ter as seguintes características:

Dureza "Shore A"

Valor médio 50 ± 5 *ou* 60 ± 5 *ou* 70 ± 5, conforme determinação do projeto.

Variação da Dureza "Shore A" depois de 70 horas de tratamento em estufa a 100ºC com circulação forçada de ar.

b) Ensaios de Tração

Tensão de ruptura - mínima 150 kg/cm^2

Alongamento de ruptura - mínimo

Dureza Shore A 50 — 400%

Dureza Shore A 60 — 350%

Dureza Shore A 70 — 300%

Variação da tensão de ruptura à tração depois de 70 horas de tratamento em estufa a 100º C com circulação forçada de ar (máximo 15%).

Variação do alongamento de ruptura depois de 70 horas de tratamento em estufa a 100ºC com circulação forçada (máx. 40%) (ASTM 573).

c) Ensaios de deformação permanente à compressão

Condições: 24 horas a 100ºC e 25% de deformação imposta.

Deformação: (% da deformação imposta) - máxima 35%.

d) Ensaio de envelhecimento acelerado em ozônio

Condições: 24 horas a 50º C, 50 ppcm de 0_3 (partes por cem milhões), corpo de prova retilíneo sob deformação de 20%.

Nenhuma fenda sob o aumento de 7 vezes.

Aço

O aço utilizado para construção dos aparelhos de apoio deverá ser do tipo ASTM-A-36.

Deverá ser realizado ensaio de tração, conforme MB-4 medindo-se: tensão de escoamento, tensão de ruptura e alongamento de ruptura.

Características Geométricas e Mecânicas

a) Dimensões

As tolerâncias para as dimensões dos aparelhos de apoio em relação às dimensões de projeto são as seguintes:

- a + 1%
- b + 1%
- valor médio de h_i = valor de projeto $\pm$ 0,5 mm.
- afastamento máximo do valor médio de h_i em qualquer ponto do apoio = $\pm$ 1mm.
- para a espessura total de apoio:

  10mm ≤ e ≤ 30mm .....± 0,5mm
  30mm ≤ e ≤ 50mm .....± 0,8mm
  50mm ≤ e ≤ 80mm .....± 0,9mm
  80mm ≤ e ≤ 120mm .....±1,1mm

- Para as chapas de aço valem as tolerâncias na PB-34
- Desalinhamento máximo: 1 a 2 mm

b) Ensaio de Compressão Simples

Este ensaio deverá ser realizado sobre uma amostra com as dimensões idênticas às do aparelho real (tendo em vista o fator de forma).

A amostra deverá ser comprimida entre duas placas rígidas de concreto ou de aço. A carga vertical deverá ser aplicada estaticamente com velocidade inferior a 10 kg/cm2/minuto.

Controle de qualidade

a) **Controle pelo fabricante**

O fabricante deverá retirar amostras de sua produção para efeito de controle estatístico, submetendo-as aos ensaios descritos no item materiais.

Os ensaios deverão ser realizados pelo fabricante em 3 amostras, para pelo menos cada 1,0 m3 de lotes de uma mesma mistura.

O fabricante deverá fornecer ao Construtor e este encaminhar à Fiscalização os certificados correspondentes a todos os ensaios realizados por Instituto de Pesquisa, no período correspondente à produção e fornecimento dos aparelhos de apoio ao canteiro de obra.

Caberá ao Construtor assistir à retirada da amostra destinada aos ensaios.

Todos os aparelhos de apoio dos quais as amostras ensaiadas são consideradas representativas, deverão ser marcados de forma indelével com um número de ordem que deverá constar do certificado expedido pelo órgão responsável pelos ensaios autorizados.

Entende-se por amostra o número de apoios necessários para execução de todos os ensaios previstos nestas especificações.

b) **Controle pela Fiscalização do METROFOR**

De cada lote de aparelhos de apoio recebido, marcados conforme a alínea a), a Fiscalização poderá retirar uma amostra para realização dos ensaios descritos nos item materiais.

A não conformidade do resultado dos ensaios com as especificações implicará na rejeição do lote.

A fiscalização deverá proceder á inspeção visual de todos os aparelhos de apoio recebidos. A constatação da presença de defeitos de fabricação, desalinhamento, fendas na camada protetora, etc, implicará na rejeição do aparelho de apoio. Quando 20% ou mais dos aparelhos de um lote forem rejeitados nessa inspeção visual o lote todo deverá ser rejeitado.

8.6 Estrutura Metálica de Cobertura da Plataforma

8.6.1. Normas

Todas as estruturas metálicas deverão ser projetadas, fabricadas, inspecionadas e testadas tendo por base as últimas edições e respectivos adendos dos seguintes códigos:

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-8.800/86;

AISC: American Institute of Steel Construction – 8ª edição;

ASTM: American Society for Testing and Materials e

AWS: American Welding Society.

Todos os conflitos entre esta Especificação, código, normas, ordem de compra, desenhos, deverão ser apresentados à Fiscalização e aprovados por escrito pela mesma, antes de iniciar-se o Projeto de fabricação das estruturas.

8.6.2. RESPONSABILIDADES

A Contratada será responsável pelo Projeto de detalhamento conforme Projeto elaborado pela CPTM.

O atendimento desta Especificação não isentará a Contratada da responsabilidade pelo fornecimento de mão-de-obra e materiais adequados para atender às condições requeridas.

Materiais que apresentem defeitos irrecuperáveis, fabricação inadequada, excesso de reparos ou que não estejam de acordo com os requisitos desta Especificação poderão ser rejeitados, mesmo que a constatação das irregularidades ocorra após a aceitação, por ocasião de inspeção.

A Contratada, em sua proposta, deverá apresentar Lista de Desvios à esta Especificação e aos documentos da Tomada de Preço. A omissão desta lista representa o total atendimento, pela Contratada, referente aos mesmos.

8.6.3. DESENHOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

A Contratada deverá preparar todos os desenhos de fabricação, desenhos de montagem, listas de parafusos, etc. baseados nos desenhos de Projeto e na presente Especificação. Todos os materiais mostrados nos desenhos de Projeto, exceto aqueles marcados com ”NF” ou “por outros”, deverão ser fornecidos pela Contratada. Nos casos de informação em conflito entre os desenhos e esta Especificação, prevalecem as informações indicadas nos desenhos.

Estes desenhos deverão conter todos os detalhes e informações necessários para uma perfeita fabricação, devendo ser indicados todos os componentes, tais como: dimensões, conexões, soldas, parafusos de oficina e de obra, todas as peças avulsas, etc., visando, desta forma, fornecer informações suficientes à execução dos serviços.

Os desenhos de montagem deverão mostrar a estrutura completa com marcação dos componentes (peças), o nome das estruturas à qual se aplicam, detalhes de conexões de campo, ou se for o caso, apenas a marca de detalhe e o número do padrão ou desenho no qual a conexão se encontra indicada. Todas as notas de campo que constem no desenho de Projeto deverão ser produzidas nos desenhos de montagem.

A simbologia de solda deverá ser conforme os padrões da AWS.

Além dos desenhos de fabricação e montagem, deverão ser preparados os seguintes documentos mínimos, tais como:

- Listas de materiais com indicação de todas as peças estruturais (inclusive conexões de oficina), contendo no mínimo, as seguintes informações:

- Quantidade de peças;

- Designação (viga, coluna, diagonal, mão francesa, etc.)

- Marca e posição de montagem;

- Peso e dimensões gerais;

- Conjunto ou subconjunto parafusado ou soldado de que faz parte e

- Indicação de peça avulsa se assim for.

- Listas de parafusos de montagem, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- Indicação da conexão;

- Diâmetro “Grip” e o comprimento dos parafusos (com porca);

- Número e tipo de arruela (chata ou chanfrada) e

- Especificação ASTM dos parafusos.

- Listas de eletrodos para solda de campo, com as seguintes informações:

- Descrição da conexão;

- Comprimento e dimensões da solda;

- Tipo de solda (ângulo, topo, etc);

- Indicação de solda contínua ou intermitente;
- Posição de soldagem (plana, vertical);
- Diâmetro, tipo de eletrodos e número de passes e
- Peso, marca e nome do fornecedor dos eletrodos.

Todos os desenhos de fabricação e montagem deverão ser totalmente verificados, atualizados e assinados pela Contratada antes de serem enviados para aprovação. Exceto indicação em contrário nos documentos de Licitação, a Contratada deverá enviar 5 (cinco) cópias de cada desenho à Fiscalização, que por sua vez devolverá 1 (uma) cópia aprovada e/ou comentada. A Contratada deverá efetuar todas as correções e reenviá-los para nova aprovação, no máximo 15 (quinze) dias após o recebimento dos mesmos.

8.6.4. MATERIAIS

Todos os materiais laminados empregados deverão ser laminados de tarugos novos e nunca de tarugos relaminados ou rejeitados, ainda que novos.

As seguintes Especificações mínimas deverão ser obedecidas:

- Aço para estruturas: COSARCOR 50 cm SAC50
- Parafusos Alta Resistência: ASTM-A-325
- Tirantes: SAE 1010/1020
- Eletrodos para solda: AWS item A 5.1 ou 5.5, série A-233 classe “E-70XX”, correspondente ao metal base COSAR 50.
- Tubos: ASTM-A-53-B (empregados como peças estruturais)
- Tubos: ASTM-A-120 (guarda-corpos e peças não estruturais)
- Chumbadores: SAE 1020

8.6.5. CÁLCULO DE PESOS

As quantidades e pesos devem ser calculados de acordo com os métodos usuais, levando-se em conta que:

- Outros materiais fundidos ou especiais deverão estar de acordo com os dados publicados pelos seus respectivos Fabricantes;
- Não deverão ser feitos descontos por furações, recortes, chanfros, aplainamentos ou preparação de juntas para soldagens, sendo que as chapas devem ser consideradas com seção retangular, exceto em evidentes situações particulares;
- Os pesos deverão ser calculados com bases nos desenhos de detalhamento para fabricação que indicam quantidades reais e dimensões do material a ser fornecido.

Quando do fornecimento devem ser previstos 10% de parafusos adicionais, com respectivas porcas e arruelas como sobressalentes.

8.6.6. CONEXÕES

Generalidades

Todas as conexões deverão ser compatíveis com a resistência das peças principais sendo projetadas de forma a consumir um mínimo de materiais.

Todas as conexões deverão ser detalhadas para a tensão máxima admissível na peça, compatível com a sua seção, comprimento e o tipo de esforço ao qual a mesma está sujeita. Quando nos desenhos de Projeto constarem os esforços atuantes na ligação ou o seu detalhe, a mesma deverá ser detalhada conforme indicado, quando não, deverão ser no mínimo equivalentes às conexões padronizadas pela AISC.

A não ser que existam indicações contrárias nos desenhos, as conexões deverão ser projetadas considerando:

- As conexões de oficina deverão ser aparafusadas, sendo somente em casos especiais, admitidas conexões soldadas. Estas conexões deverão ser executadas com parafusos de alta resistência;

- Todas as conexões de campo, principais ou secundarias, deverão ser aparafusadas utilizando-se parafusos de alta resistência;

- Todas as ligações com parafusos de alta resistência deverão ser calculadas como sendo do tipo esmagamento (“Bearing Type”), com rosca incluída no plano de cisalhamento;

- Ligações para os elevados deverão ser do tipo F (“Fruction”);

- Os parafusos de alta resistência deverão ser instalados usando-se o método “turn-of-nut”;

- Arruelas de perfil deverão ser fornecidas para ligações nos flanges inclinados dos perfis laminados e quando forem requisitados, nas conexões de tirantes em diagonal;

- Em tesouras, treliças e contraventamentos, quando as peças forem dimensionadas pela esbeltez ou não possuírem esforços indicados, a conexão deverá possuir uma capacidade de no mínimo 50% da resistência à tração da peça utilizada, não inferior a 3 toneladas e

- As conexões de extremidades das vigas deverão possuir uma capacidade de no mínimo 75% da carga total, uniformemente distribuída, segundo tabelas “Allowable Loads on Beams” da AISC, exceto quando indicado e contrário nos desenhos de Projeto.

Será permitida apenas uma ligeira “chamada” nas peças da estrutura para trazê-las à posição de montagem, não sendo permitidas “chamadas” para acomodar peças com furos defeituosos.

Qualquer alargamento de furos deverá ser feito com alargadores ou furadeiras adequadas ao diâmetro do parafuso a ser usado, sendo que se houver necessidade de se abrir novos furos, estes deverão ser feitos somente com brocas.

As despesas decorrentes de qualquer erro de oficina ou de obra que impeça a conexão, montagem e ajustamento das partes, ficarão às expensas da Contratada.

Conexões Parafusadas

Todas as conexões parafusadas, sejam com parafusos comuns ou de alta resistência, estão indicadas nos desenhos de Projeto.

Todos os parafusos de estruturas deverão ser apertados com chaves manuais fixas ou ferramenta especial, até que não haja mais rotação, tanto de cabeça, quanto de porca.

Deverá ser feita verificação de juntas, de forma a assegurar contato total entre todas as partes parafusadas.

O aperto dos parafusos de alta resistência, deverá ser feito com chaves calibradas fixas ou com ferramentas de impacto adotando-se métodos de rotação de porca. Nestes casos deverão ser, preferencialmente, do tipo esmagamento, a menos de indicação em contrário.

Conexões Soldadas

Todas as conexões soldadas de oficina deverão ser feitas de preferência com solda de ângulo. Quando forem necessárias soldas de topo, estas deverão ser, sempre que possível, de penetração total.

A Contratada deverá indicar nos seus desenhos de fabricação, dimensões, tipos, locação e demais características de todas as soldas.

8.6.7. PARAFUSOS DE ALTA RESISTÊNCIA

Generalidades

As tensões admissíveis nestes parafusos, assim como materiais, métodos de fabricação, instalação e aperto, deverão estar de acordo com a Especificação de conexões estruturais com parafusos ASTM-A-325 da última edição AISC.

Nas conexões com parafusos de alta resistência, deverão ser usados de preferência, parafusos de diâmetro ¾", providos de porcas hexagonais tipo pesado e as roscas deverão ser do tipo hexagonal pesado semi-acabado.

Tipos de Conexões

No caso de conexão que devem desenvolver atrito entre as partes, a Contratada deverá indicar claramente em seus desenhos que as áreas cobertas por esses parafusos não devem ser pintadas, estando isentas de óleo, graxa e escamas de laminação.

Em geral, pode-se considerar que o limite das áreas cobertas (que não deverão ser pintadas), fique a uma distância aproximada de 15 cm da última linha de parafusos de conexão.

Para os casos de conexões projetadas pelo tipo esmagamento com rosca dentro ou fora do plano de cisalhamento, deverá haver no mínimo uma arruela revenida para cada parafuso, colocado no lado em que for dado aperto, sendo que neste caso, as superfícies em contato poderão ser pintadas na oficina, salvo indicação em contrário.

Aperto

O aperto dos parafusos de alta resistência, poderá ser feito por meio de chave calibrada ou pelo método de rotação da porca.

Aperto com chave calibrada

Os parafusos e porcas inacessíveis às chaves de impacto, deverão ser apertados por meio de chaves calibradas fixas e o torque mínimo a ser aplicado deverá ser verificado com torquímetro, conforme os valores indicados na Tabela A, item 8.3.3. desta.

Método de rotação da porca

Os parafusos e porcas acessíveis às chaves de impacto, deverão ser instalados e apertados de acordo com os seguintes métodos gerais:

- Acerto dos furos com pinos de chamada a fim de ajustar a conexão e manter o prumo da estrutura. Colocar os parafusos da conexão com a quantidade, qualidade e diâmetro adequados e dar um aperto manual. Os parafusos ficarão instalados permanentemente, portanto, se precisarem de arruelas estas deverão ser colocadas nesta fase de ajuste de posição;

- Aplicar os pré-torques nos parafusos já instalados, devendo estar neste momento, todas as faces em estreito contato e

- Remover os pinos de chamada e colocar os parafusos restantes, aplicando pré-torque.

Neste aperto final é necessário evitar a rotação do elemento, ao qual não está sendo aplicado o torque. Deverá ser usada uma chave manual para manter fixa a cabeça ou a porca que não está sendo girada.

O aperto final, a partir da condição de pré-torque, é atingido continuando-se a apertar até girar a cabeça ou a porca um número de voltas de acordo com a Tabela B, item 8.3.4.

Esforços para aperto dos parafusos – Tabela A

O aperto dos parafusos de alta resistência A-325 deverá ser feito aplicando-se uma tração mínima não inferior àquela especificada de teste e como indicado abaixo:

Diâmetro Mínimo (pol.)	**Tração Mínima (tf)**	**Tração Usada p/ calibragem da chave (tf)**	**Foot-Pound (libra-pé)**	**Torque Mínimo (Kgf.m)**
1/ 2 “	5.4	6.0	100	14
5 /8”	8.6	9.5	200	28
3 /4”	12.7	14.0	335	49
7 /8”	17.6	19.4	490	68
1”	23.0	25.9	790	110
1 1/ 8”	25.4	27.9	1060	147
1 1/ 4”	32.0	35.2	1405	195
1 3 /8”	38.5	42.3	1960	272

Os valores mínimos indicados para o torque nos parafusos não isentam a Contratada ou o montador da verificação dos mesmos, devendo ser feitos testes com os parafusos a serem usados nas mesmas condições em que serão utilizados.

O parafuso deverá ser apertado até romper-se, anotando-se, nesse momento, o torque de ruptura. O torque a ser empregado deverá estar entre 50 e 69% do valor anotado.

O teste deverá ser feito em lotes de parafusos por meio de amostragem, sendo que as chaves calibradas deverão ser reguladas para valores 10% maiores que os valores dos esforços de tração, conforme indicado nesta tabela.

No caso de ser usado equipamento pneumático, as chaves de impacto deverão atingir a força de tração especificada em 10-15 segundos.

Rotação da porca (ou do parafuso) a partir da condição de pré-torques–Tabela B

Posição de face da porca (ou da cabeça do parafuso) em relação às faces das chapas deverá estar perpendicular ao eixo do parafuso, ou seja:

- Ambas as faces inclinadas até 1:20 em relação ao eixo do parafuso ou
- Uma face perpendicular ao eixo e outra inclinada ao eixo do parafuso (sem arruelas cônicas) 1:20 (sem arruela cônica) 1/2 volta 2/3 ¾
- Para comprimento da porca é aquela rotação do parafuso em relação à porca, independentemente do elemento que esteja sendo girado.
- A tolerância da rotação: 30º ou 1/12 volta aproximadamente.
- O comprimento do parafuso é tomado da face inferior da cabeça à extremidade do mesmo.

Observações:

- O aperto deverá seguir progressivamente da parte mais rígida para as extremidades das juntas parafusadas;
- Quando for usado o método de rotação da porca e aplicada à tração mínima especificada, poderão ser dispensadas arruelas revenidas;
- Quando forem usadas chaves calibradas fixas, deverão ser usadas arruelas revenidas sob o elemento ao qual se aplica o aperto (porca ou cabeça do parafuso);
- Quando a inclinação de uma das faces for maior que 1:20 em relação ao eixo do parafuso, deverão ser usadas arruelas biseladas para compensar a falta de paralismo e
- Cada operador deverá usar de preferência, sempre a mesma chave de impacto, e diariamente antes de iniciar os serviços de aperto, deverá verificar e calibrar sua chave e sua “sensibilidade” a pré-torque, apertando vários parafusos no calibrador hidráulico de tensão até o pré-torque e a continuação deverá dar o aperto final (por exemplo ½ volta), verificando se a tração final obtida foi superior àquela tração mínima especificada na Tabela A.

O mesmo critério a ser seguido todas as vezes que o operador trocar a chave de impacto:

- No teste anterior o limite superior admitido para o esforço de tração será de 25% acima do esforço de tração mínimo recomendado;

- Devido ao fato de ser o calibrador hidráulico menos rígido que uma conexão real, a leitura do esforço de tração no parafuso indicará um valor menor que o esforço real da tração mínimo recomendado;

- Devido ao fato de ser o calibrador hidráulico menos rígido que uma conexão real, a leitura do esforço de tração no parafuso indicará um valor menor que o esforço real da tração (sobretudo no parafuso de maior diâmetro). Este erro não tem maior importância, mesmo porque está a favor da segurança;

- Para aplicar as tensões da Tabela A, é preciso se assegurar de que todas as partes estão em estreito contato para conseguir-se o máximo de aperto possível após poucas aplicações de ferramenta pneumática ou o máximo calibrado conseguido com chave comum fixa.

Calibramento das Chaves

Para calibragem das chaves de impacto será utilizado um aparelho hidráulico calibrador de tensão, o qual mede o esforço de tração real alcançando no parafuso como conseqüência do aperto dado à porca ou ao parafuso. Neste, a pressão é transmitida através de um fluido a um manômetro calibrado que indicará diretamente o esforço de tração (em libras ou kg).

Este aparelho calibrado de tensão deverá ser firmemente fixado à estruturas ou elementos muito rígidos devido ao alto torque desenvolvido. Chapas e buchas de diversos diâmetros deverão ser instaladas no calibrador para cada diâmetro de parafuso.

No caso de se aplicar o aperto da porca, o parafuso deverá ser colocado de forma que sua rosca fique na frente do aparelho, devendo ser colocado sob a porca uma arruela de aço temperado, para evitar desgaste da chapa do aparelho. No caso de se aplicar o aperto no parafuso, o procedimento deverá ser inverso.

Após instalado o parafuso no aparelho, aperta-se a porca (ou o parafuso) o máximo possível, manualmente (sem uso de chaves), aplicando-se então, o pré-torque.

Após atingido o pré-torque, o operador continuará apertando o parafuso até sua tensão final, que será a tração para calibragem da chave indicada na Tabela A

8.6.8. PERFIS SOLDADOS

Todos os perfis soldados, tais como vigas, colunas, etc., deverão ser compostos com chapas ou perfis laminados, devendo ser soldados conforme indicado nos desenhos.

A operação de soldagem é do tipo Tandem-Arc, com dois arames-eletrodos, sendo um em corrente contínua e outro em alternada, defasados entre si conforme procedimento de soldagem específico.

Esta operação processa-se na posição horizontal de soldagem, obedecendo às normas estipuladas pela AWS.

A aplicação da solda reveste-se de características especificas preconizadas pelas normas de soldagem, condicionadas aos seguintes fatores:

- Processo de soldagem – Arco submerso, segundo norma A5.17 AWS, onde se definem todos os testes inerentes aos consumáveis de soldagem;
- Procedimento de soldagem – enquadrado na seção 4 da norma AWS D1-1-81, onde se definem os testes de aplicação na estrutura metálica e
- Inspeção – em que se utilizam os processos de Raios X, Raios Gama, Magnaflux, Ultrasom e Líquido Penetrante, conforme seção 6, da norma AWS D1.8-81;
- As soldas de enrijecedores das almas das peças ou outras soldas de importância poderão ser semi-automáticas ou manuais;
- As soldas começarão no centro da peça e se estenderão às extremidades que deverão estar livres para compensar a contração da solda e evitar tensões residuais e
- As peças acabadas deverão ficar alinhadas mantendo a forma desejada, sem empenos, distorções ou tensões importantes de retrações.

8.6.9. ESPECIFICAÇÃO GERAL DE FABRICAÇÃO

Qualificação de procedimento e de operador de soldagem – enquadrado na seção 5 da norma AWS D1.1-81, onde se definem os testes dos operadores dos equipamentos de solda e as limitações de variáveis, de procedimento.

As superfícies a soldar deverão estar livres de escamas, escórias, ferrugem, graxa, pintura ou qualquer outro material estranho que resista a uma limpeza com escova de aço. As superfícies das juntas deverão estar livres de rebarbas.

Em estruturas ou elementos soldados, a execução e seqüência das soldas deverão ser de forma que se evitem distorções desnecessárias e se reduzam ao mínimo as tensões residuais por contração.

Todos os materiais deverão estar limpos e retilíneos e, se for necessário, endireitados ou aplainados em suas superfícies. Isto deverá ser feito de tal forma que não prejudique as propriedades elásticas e a resistência dos materiais.

Deverão ser pintadas marcas de identificação sobre todos os elementos estruturais de forma que possam ser identificados com facilidade e sem erro.

Todo o aço estrutural deverá ser limpo com escova de aço para eliminar escória, ferrugem, óleo, sujeira ou qualquer material estranho.

Conforme o estado de aço e a pedido da Fiscalização, poderá se proceder à limpeza com jateamento de areia sob pressão.

A Contratada será responsável pelas conseqüências quando o rechaço de materiais significar atraso de qualquer espécie, tanto no que afete a si próprio, como no que afete a outros fornecedores.

Os gastos de ensaios, radiografias ou qualquer outro procedimento requerido pela Fiscalização estarão a cargo da Contratada.

8.6.10. TOLERÂNCIA

As peças que devem ser unidas a outros elementos estruturais de aço deverão ter uma variação no seu comprimento não maior que 1,6 milímetros para elemento até 9 metros e não maiores que 3,2 milímetros para elementos maiores que 9 metros.

Chapas laminadas para bases de colunas poderão ser usadas sem mecanização desde que se obtenha um contato de apoio satisfatório.

8.6.11. SOLDAS

Todas as soldas de oficina e de campo deverão ser feitas por arco-elétrico conforme a AWS.

Soldas feitas no aço A-36 deverão estar de acordo com a AWS A-5.1 ou A-5.5, executadas com eletrodos da série E-70XX ou por arco-submerso GRADE SAW-2.

A preparação das bordas de juntas, quando necessária, poderá ser feita em geral, por abrasão ou maçarico e, em casos especiais, por mecanização e plainamento.

A Contratada deverá submeter os certificados de qualificação dos soldadores, compreendendo um período de 6 meses anteriores tanto dos soldadores empregados nos serviços de oficina como de obra.

As soldas no aço COSAR 50 deverão ser feitas com eletrodo contendo cobre.

A inspeção pela Fiscalização poderá exigir substituição de pessoal que não preencherem os requisitos exigíveis, assim como solicitar ensaios de soldas para verificar qualidade, eficiência e obediência às Especificações e métodos da AWS.

Se algumas das soldas ensaiadas não satisfazerem a estes requisitos, estas deverão ser removidas e substituídas por novas soldas a critério da inspeção.

Nenhuma solda resistente deverá ser inferior a 3/16”.

8.6.12. MAÇARICO

É permitida a utilização de equipamento comum de corte a maçarico na oficina para executar cortes de perfis e outras peças nos comprimentos necessários.

As peças cortadas deverão apresentar um bom acabamento, equivalente a um corte de tesoura.

Não será permitido alargamento de furos com maçarico, seja na oficina, seja na montagem. A utilização de maçarico, fora dos casos comuns, deverá ser aprovada pela inspeção.

8.6.13. FUNCIONAMENTO

Todos os furos deverão ser executados de forma precisa para possibilitar a inserção de um parafuso com diâmetro 1/16” inferior ao diâmetro de furo.

Espaçamento entre furos, distância às bordas, etc., deverão seguir as Especificações do AISC. Em espessuras de 7/8” ou superiores, os furos deverão ser necessariamente broqueados.

8.6.14. INSPEÇÃO DE OFICINA

Para fazer as inspeções de fabricação e de montagem das estruturas, a Fiscalização poderá designar elementos da sua equipe técnica ou contratar o serviço de terceiros.

O elemento ou elementos assim designados como inspetores, constituem a Fiscalização e a Contratada deverá providenciar toda a assistência necessária e assumir total responsabilidade pelo custo total de materiais e atrasos decorrentes de correções ou desaprovações feitas pelos inspetores quando não sejam satisfeitos os requisitos do Projeto e das Especificações.

A critério da Fiscalização poderá ou não ser feita a aprovação da estrutura no canteiro de fabricação, antes de ser iniciada a montagem. Em qualquer caso, a Contratada deverá avisar, por escrito e com antecedência, a data em que a estrutura estiver pronta para inspeção. A Fiscalização poderá, a seu critério, a montagem prévia parcial ou total da estrutura no canteiro de obras da Contratada.

A Fiscalização terá também o encargo de verificar cronograma, métodos e execução, qualidade dos serviços, materiais e equipamentos, utilizados na fabricação das estruturas, tomando como referência os desenhos aprovados e os padrões e Especificações aplicáveis.

Os materiais não poderão ser montados antes de serem inspecionados e aprovados, por escrito, pela Fiscalização.

8.6.15. CHUMBADORES

Os chumbadores quando especificados nos desenhos de Projeto, farão parte do escopo da Contratada.

Nestas condições, a Contratada deverá enviar à Fiscalização para aprovação, cópia dos desenhos de detalhamento e de locação dos chumbadores, tendo ciência que os mesmos serão montados por terceiros.

8.6.16. PLACAS DE BASE

As placas de base para colunas de perfil “I”, deverão ser usinadas igualmente à face inferior do perfil.

Todas as demais colunas que não precisarem de usinagem deverão ter suas placas de base rigorosamente perpendiculares aos eixos dos perfis, devendo estar desempenadas e apresentado superfícies planas para o perfeito assentamento no concreto.

As placas com mais de 2” de espessura, deverão ter a face de contato com o perfil necessariamente usinada, e niveladas por pressão.

A Contratada será responsável pelo nivelamento das placas de base, devendo fornecer e colocar as chapas para nivelamento das placas.

A argamassa de nivelamento será fornecida e colocada por terceiros.

8.6.17. COLUNAS

As colunas, em geral, deverão ser fabricadas numa única peça, e suas extremidades em contato com placas de bases ou placas de topo, usinadas ou trabalhadas por outro método desde que aprovado pela Fiscalização.

As colunas externas, quando necessário, deverão ser furadas para prever futura expansão.

8.6.18. VIGAS E TERÇAS

As vigas principais deverão ser fabricadas a partir de chapas soldadas ou de perfis laminados, sendo para as terças, a partir de perfis laminados ou de chapas dobradas a frio ou a quente.

8.6.19. ESTRUTURAS DE FECHADA

Estas estruturas são, em geral, fabricadas partindo-se de perfis laminados ou de chapa dobrada.

Os detalhes construtivos devem permitir o adequado ajuste das vigas de fachada, conectadas, às peças estruturais, e os ajustamentos verticais e horizontais de peças de beiral e demais elementos de fechamento.

As peças compostas deverão ser ligadas, de preferência, por soldas e todas as juntas expostas deverão ter soldas contínuas.

As soldas, quando necessárias, deverão ser esmerilhadas para obtenção de superfícies lisas.

Quando, por exigência de Projeto, forem necessários sarrafos ou outros elementos similares, deverão ser previstos furos para fixação dos mesmos que devem ser feitos em pares distanciados 60 cm, exceto se indicado em contrário no Projeto.

Quando não for possível a colocação de furos aos pares, estes deverão estar defasados e espaçados 30 cm.

8.6.20. CONTRAVENTAMENTOS

Quando, nas diagonais de contraventamento à tração, a distância entre os furos extremos de suas conexões for maior do que 3, a peça deverá ser fabricada com essa distância reduzida em 1/2000 do seu comprimento com objetivo de pré-tracioná-la.

Na intersecção de contraventamento deverão ser previstas chapas de conexão contendo no mínimo 2 parafusos.

8.6.21. CALHAS

As calhas devem ser fabricadas mediante a aprovação do Projeto, sendo providas de bocais para conexão com condutores e dos suportes necessários, devendo ser ligadas por método adequado por solda na obra.

8.6.22. PINTURA

A Especificação de pintura das estruturas metálicas para coberturas, edifícios e passarelas, terá sua superfície preparada e jateada até atingir o metal quase branco – SSPC – SP-10.

A pintura terá uma primeira demão com fundo Epóxi Martic Alumínio com 100 micras; uma segunda demão com fundo Epóx Martic Branco com 100 micras e uma terceira demão com Tinta de Acabamento Poliurentano alifático 40 micra.

Estas etapas serão detalhadas quando da elaboração do Projeto executivo.

8.6.23. ERROS DE FABRICAÇÃO

A Contratada das estruturas é responsável por quaisquer erros de fabricação que impeçam a montagem correta das mesmas ou que exijam uso de alargadores, pequenos cortes e acomodações para realizar satisfatoriamente a montagem.

Qualquer erro constante neste sentido deverá ser comunicado de imediato à Fiscalização, que aprovará as correções propostas, ou tomará as devidas providências.

Em qualquer caso, as correções procedentes não implicarão em custos adicionais à CPTM.

8.6.24. GARANTIAS

A Contratada deverá garantir, de conformidade com o disposto no Código Civil Brasileiro, artigo 1245, os trabalhos executados com relação a materiais defeituosos, falhas de mão-de-obra e de método de execução dos serviços.

Durante o período de garantia a Contratada se obrigará a refazer imediatamente, todos os serviços que apresentarem falhas de mão de obra ou de método de execução, bem como substituir materiais defeituosos que tenham sido de seu fornecimento, sem ônus para a CPTM.

8.6.25. TRANSPORTE E ENTREGA NA OBRA

Deverão ser tomadas as precauções adequadas para evitar amassamentos, distorções e deformações da peças, causadas por manuseio impróprio durante o carregamento e transporte.

O material que ficar prejudicando, deverá ser corrigido antes de ser montado, de acordo com as exigências da Fiscalização e sem custos adicionais para a CPTM.

8.7 Pré-moldados diversos

8.8 Moldagem, Cura, Rompimento de Corpos de Prova

8.9 Escoramento com Madeira

8.10 Escoramento Metálico de Tubos

8.11 Partes Embutidas

8.12 Guarda-Corpo

8.13 Transporte, Içamento e Lançamento de Pré-Moldadas

8.14 Içamento e Reposicionamento de Superestrutura

8.15 Fornecimento e aplicação de junta do tipo Fungenband, conforme projeto.

9. IMPERMEABILIZAÇÃO

a) Generalidades

As impermeabilizações a serem realizadas nas obras do METRÔ DE FORTALEZA deverão estar subordinadas às Normas da ABNT, peculiares ao assunto. O Capítulo III indicará, as especificações dos materiais o serem utilizados.

Todas as superfícies a serem impermeabilizadas deverão estar secas, limpas, sem arestas, sem corpos estranhos e sobretudo sem manchas de óleo. Os "ninho de abelha" serão enchidos com material adequado, assim como qualquer saliência de concreto ou argamassa, apresentada na superfície a ser impermeabilizada, deverá ser removida antes da aplicação da membrana vedante. A fim de permitir a execução nos períodos das chuvas e evitar exposição da membrana aos raios solares, pode-se executar uma arrumação com telhas translúcidas sobre a zona a ser impermeabilizada.

O Construtor deverá estar sempre alerta e manter uma fiscalização constante e atenta com relação aos detalhes a serem observados na execução da impermeabilização, principalmente após ter sido executada e antes de ser protegida. Enquanto esta não for realizada, o que deverá ser feito o mais cedo possível, as superfícies que receberam a membrana deverão ficar interditadas. É justamente neste ponto que a ação da Fiscalização deve se fazer sentir com mais vigor, porque a exposição da membrana sem a devida proteção é muito susceptível a ferimentos que poderão trazer insucessos futuros. Assim, antes e depois de ser colocada a camada de proteção deve ser efetuada uma verificação geral na superfície da membrana, para se constatar a sua integridade e efetuar correções que forem necessárias.

Para o caso de caixas, poços e outras que venham determinar vulnerabilidade na impermeabilização, deverá ser feito um projeto próprio, o qual só será executado após a devida aprovação pela Fiscalização.

A impermeabilização deverá ser contínua e portanto envolver toda a estrutura. Somente onde for alcançado o nível do terreno; nos casos de ventilação, acessos, etc., é que ocorrerão descontinuidades, sendo os arremates nestes pontos serão de grande importância.

Nos casos em que não haja espaço de trabalho, haverá necessidade de executar previamente uma superfície suporte para aplicação da impermeabilização nas paredes da vala de construção. Esta superfície de concreto deverá ser perfeitamente plana e vertical. De acordo com o tipo escolhido de paramento para escoramento da vala e a consideração de existir ou não recalque na construção permanente, caberá ao Projetista adequar as condições de execução com o material impermeabilizante adotado. Esta superfície deverá atender a todas as condições necessárias para a aplicação da impermeabilização, ou seja: seca, isenta de óleo, sem furos, etc.

Deverá ser observado que, no caso em que haja perfis e pranchões para escoramento, deverão ser colocados elementos que não permitam aderência de concreto ou argamassa com a mesa exposta destes perfis, levando-se em consideração que estes deverão ser extraídos posteriormente.

Também os encunhamentos dos pranchões nas mesas dos perfis deverão ser de tal modo que não venham prejudicar a extração dos referidos perfis.

b) Processo de Impermeabilização Através da Incorporação do Cimento Cristalizante

b.1) Preparação das Superfícies

Todas as superfícies devem ser examinadas contra cavidades nas juntas, e defeitos como colmeias, cavas, trincas, etc. Estas áreas deverão ser recompostas de acordo com as especificações do fabricante.

As superfícies do concreto devem estar limpas e ter o seu sistema de capilaridade desobstruído para permitir agregação e sucção de incrustações, excesso de graxa da forma, nata de cal, composto para cura e outros materiais estranhos. As superfícies lisas ou superfícies cobertas com excesso de graxa de forma ou outros contaminantes, deverão ser lavadas, ligeiramente jateadas com areia e água, ou solução de ácido muriático diluído em água, para tornar a superfície limpa e absorvente.

As superfícies horizontais devem ser deixadas com acabamento bruto ou (preferivelmente) com o acabamento escovado, mas não devem ser desempenadas.

As superfícies verticais devem ter um acabamento rústico, preferencialmente.

O material de impermeabilização pode ser aplicado no concreto "fresco", superfície úmida tão logo seja possível após a desforma ou em concreto já existente após ter sido molhado até a saturação com água limpa. As águas empoçadas devem ser removidas antes da aplicação do material de impermeabilização.

b.2) Mistura de Composto Impermeabilizante por Cristalização

Aplicação

A aplicação deve seguir as especificação do fabricante, no mínimo em duas demãos de cobertura.

b.3) Juntas de Construção e Defeitos de Superfície

O tratamento das juntas de construção e defeitos de superfícies devem ser tratados de acordo com as especificações do fabricante. Todas as juntas devem ser tratadas com produto impermeabilizante antes da nova concretagem, bem, como os defeitos da superfície devem ser reparados antes da aplicação do produto cristalizante.

Uma canaleta de 3 cm de largura por 2 cm de profundidade ao longo da parede, deve ser aberta no eixo longitudinal e preenchida com material de impermeabilização por cristalização compacta. Sobre esta canaleta e sobre a superfície da junta na largura correspondente a metade da espessura da parede de concreto do túnel, deverá ser aplicada uma camada de mistura do material impermeabilizante por cristalização. Após a cura, deverá ser procedida a nova etapa de concretagem, repetindo-se a operação.

b.4) Cavidades, Vedação de Canaletas e Juntas

Todas as superfícies do concreto que terão contato com cavidades, canaletas de vedação ou juntas, devem ser preparadas com aplicação de material impermeabilizante, de acordo com as instruções do fabricante. Todas as internas de canto (horizontal ou vertical), devem ser tratadas.

Em caixas de água e reservatórios, todos os cantos deverão ser tratados com canaletas de vedação preenchidas com material de impermeabilização por cristalização compacta e sobre esta aplicada a mistura de produto impermeabilizante por cristalização.

Todas as superfícies das juntas da parede de concreto do túnel, entre suas seções (blocos), deverão ser tratadas com aplicação do material impermeabilizante, antes do procedimento da concretagem seguinte.

b.5) Aplicação em Lajes de Piso e Teto

Após os reparos, fechamento de cavas e vedação de canaletas terem sido efetuados de acordo com as instruções do fabricante, tratar a superfície do concreto com a primeira aplicação de cobertura com a mistura de composto impermeabilizante por cristalização.

Utilizar um rodo ou escovão de fibras curtas para espalhar e fazer penetrar a mistura no concreto, preenchendo as fissuras e poros do concreto.

Aplicar a segunda cobertura enquanto a primeira aplicação estiver ainda "fresca", mas após esta ter atingido a sua cura inicial.

b.6) Cura

Assim que o material impermeabilizante tenha-se fixado suficientemente a ponto de não ser danificado por aspersão de água, as superfícies tratadas devem ser molhadas três vezes ao dia durante um período de três dias.

Seguir as instruções do fabricante para ambientes pobres em circulação de ar que retardam o processo de cura, para garantir a completa cura em ambientes fechados.

As superfícies tratadas devem ser protegidas contra dados devido a insolação e chuvas por um período não inferior a 48 horas após a sua aplicação. Providenciar proteção a fim de assegurar condições propícias de cura do material de impermeabilização.

Para reaterro da laje de concreto superior do túnel, aguardar cura das aplicações efetuadas.

b.7) Recebimento

Caso a impermeabilização executada não seja aceita pela Fiscalização, devido as falhas na execução ou emprego de materiais que não correspondam às Especificações dos Materiais, ou quantidades empregadas insuficientes, em desacordo com o que foi preceituado, será reservado ao METROFOR o direito de renovar a impermeabilização, bloco por bloco, ou de reforçá-la por camadas adicionais, por conta do Construtor.

b.8) Materiais e Ensaios

O item 6. do Capítulo III, orienta sobre todas as medidas e providências a serem tomadas, relativas aos ensaios de materiais.

Outros produtos poderão ser adotados e para cada um deverá haver instruções específicas previstas, ditadas pelos fornecedores, bem como atender aos quesitos constantes das Normas da ABNT sobre impermeabilização.

10. OBRAS COMPLEMENTARES

10.1 Regularização e Compactação das Pistas de Rolamento para Veículos

Somente se poderá dar início ao serviço de recomposição dos logradouros quando o serviço de reaterro da cava tiver sido recebido e considerado satisfatório no que se refere à compactação.

Entretanto, é pouco provável que a superfície superior do reaterro esteja exatamente no nível e na forma abaulada conveniente. A ação do tempo deverá ter modificado também as condições periféricas de compactação. O material deverá, por isso, ser escarificado. O excesso, se existir, deverá ser retirado. Se houver falta, recorrer-se-á a empréstimo de material de qualidade melhor ou igual ao do reaterro. Deverá ser umedecido ou socado e homogeneizado até atingir à umidade recomendável para a compactação. Essa deverá ser imediatamente iniciada, prosseguindo-se até ser atingida, pelo menos 100% da densidade máxima obtida pelo ensaio de compactação recomendado pelo MB-33.

A regularização deverá ser executada em camadas de no mínimo 8 cm e no máximo 20 cm, após a compactação. Esta se fará progressivamente em faixas longitudinais dos bordos para o centro, até ser atingida a porcentagem de compactação prevista. A forma geométrica projetada deverá ser alcançada nessa operação.

10.2 Restabelecimento do Pavimento das Ruas

Infra-estrutura

Antes de ser restabelecido o calçamento do logradouro, deve-se preparar o leito nas condições descritas no item precedente. Sobre ele será lançada uma base compactada. Caracteriza-se, essencialmente, por ser formado por uma ou mais camadas de no máximo 20cm, constituídas de uma mistura de solos e agregados graúdos e miúdos e água, devidamente compactada.

Os materiais a serem empregados deverão apresentar um Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR) igual ou superior a 20%, uma Expansão igual ou inferior a 0,5 % e um Índice de Grupo (IG) igual a zero.

O CBR e a expansão, deverão ser determinados pelo método de ensaio DNER-ME-50/64 e com a energia de compactação correspondente ao ensaio DNER-ME-48/64.

Para o cálculo de IG deverão ser realizados os ensaios de granulometria, limite de liquidez e limite de plasticidade, pelos seguintes métodos:

- granulometria por peneiramento: Método DNER-ME-80/64;
- limite de liquidez: Método DNER-ME-44/71;
- limite de plasticidade: Método DNER- EM-82/63.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME-48/64

O teor de umidade, quando do início da compactação, deverá ser a umidade ótima do ensaio acima citado ± 2%.

A base pronta deverá ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal estabelecidos pelo projeto, aceitando-se uma tolerância de cotas de 3 cm para mais ou menos em relação às cotas em cada ponto assinalado no projeto.

Superestrutura

a) Concreto Asfáltico

Sobre a base da infra-estrutura será aplicada a imprimação. Trata-se de uma base de material betuminoso líquido, de baixa viscosidade, com a finalidade principal de promover condições de aderência entre a base e o concreto asfáltico do revestimento. Tem ainda a finalidade de impermeabilizar a superfície da base.

Sobre a imprimação será executada a pavimentação de concreto asfáltico, de acordo com as dimensões do projeto.

Especial atenção se deve ter com o acabamento, particularmente quanto a níveis das caixas e bueiros.

b) Revestimento com Paralelepípedos

Sobre a base será aplicada uma camada uniforme de areia com cimento (traço 18/1 areia/cimento) ou pó de pedra (traço 18/1 pó/cimento) com espessura máxima de 8 cm, destinada a compensar as irregularidades ou desuniformidades de tamanho dos paralelepípedos. O rejuntamento deverá ser executado com argamassa de cimento e areia. As referidas instruções recomendam métodos e critérios para a compactação, equipamento, controles tecnológicos e recebimento do serviço.

10.3 Restabelecimento de Passeios

Os passeios destruídos serão recompostos, em princípio, de forma a retornar ao aspecto primitivo.

Infra-estrutura

O reaterro deverá se processar por camadas inferiores a 15 cm, fortemente apiloadas até alcançar o nível previsto no projeto. Sobre ela será lançada uma camada de 5 cm de concreto com a relação cimento-agregado situada entre 1:15 3 1:24.

Superestrutura

a) Argamassa de Cimento e Areia

Sobre a base de concreto será lançada uma camada de argamassa de cimento e areia no traço 1 : 7 com espessura de 5 cm.

10.4 Fornecimento e Colocação de Meio-Fio

Os meios-fios serão de concreto ou de pedra, retos ou curvos, de acordo com o projeto. Os comprimentos e as seções retas serão os usuais no Estado. O assentamento se fará sobre uma camada de pedrisco e as juntas serão tomadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. Os meios-fios serão colocados antes da execução da pavimentação dos logradouros e dos passeios. Terão, portanto, seu alinhamento e nivelamento controlados com instrumentos de precisão. Eventualmente, algumas peças serão assentadas sobre um leito de concreto magro, para evitar

deslocamentos. Em correspondência com as entradas de garagem, os meios-fios serão cortados de acordo com as instruções existentes no Estado. Em princípio, haverá recomposição de forma primitiva. Recomenda-se, portanto, que haja um registro minucioso para evitar controvérsias futuras com os proprietários. Há edifícios em que o meio-fio é rebaixado em toda a extensão. A recomposição deverá obedecer esse permenor.

10.5 Execução de Gramado

A execução do gramado deverá seguir as seguintes observações:

- O terreno deverá estar isento de pedras e entulhos de demolições, ser regularizado e levemente compactado com soquete manual;
- Sobre o terreno regularizado deverá ser espalhado uma camada de terra vegetal na espessura de 5 cm, previamente misturada com adubo e espalhada manualmente, a fim de obter uma superfície fofa;
- O adubo deverá conter em sua composição química, nitrogênio, fósforo, potássio a ser pré-misturado a terra vegetal na proporção de 250 gramas por metro quadrado;
- A grama poderá ser plantada em placas, isenta de agentes estranhos, tais como ervas daninhas, capim, etc.;
- Sobre o terreno plano ou em talude de pequenas inclinações (1:0,5) as placas deverão ser simplesmente espalhadas, colocadas umas próximas as outras, a fim de evitar aparecimento de juntas entre elas;
- Em taludes de inclinações maiores deverão ser usadas estacas e ripas de bambú, cravadas e alinhadas no sentido horizontal, a fim de possibilitar a fixação da placa;
- O espaçamento entre as ripas deverá ser condizente com as dimensões da placa;
- Colocadas as placas de grama sobre o terreno, estas deverão ser comprimidas sobre sua base, através de soquete manual, de modo a que possa haver as primeiras penetrações das raízes na terra vegetal, bem como determinar um certo nivelamento na superfície do gramado;
- As placas após colocadas deverão ser regadas, de modo que haja a umidade suficiente para que as raízes tenham ambiente para o desenvolvimento, sendo que durante três meses seguintes ao plantio a rega deverá ser diária, principalmente nos dias de maior calor.

10.6 Proteção de Taludes

Há vários processos para proteção de taludes contra a erosão superficial. Entre os mais indicados destacamos: plantio de grama, pintura com asfalto, revestimento com camada resistente de solo estabilizado, revestimento com pedra, revestimento com placas de concreto armado. Para proteger um talude contra a erosão superficial será necessário usar-se um sistema eficiente de drenagem de águas pluviais e o revestimento da superfície do talude para evitar o seu desgaste erosivo. Muitas vezes a adoção de uma dessas resolve o problema, outras, entretanto, exigem a aplicação simultânea de dois tipos de proteção. Com relação a drenagem superficial ela deverá ser, em princípio, executada por canais abertos na direção da inclinação do talude e transversalmente a esta direção. É claro que deverá obedecer a um projeto que indicará as quantidades de canais verticais e

horizontais, os quais se interligando irão para um ponto de escoamento previamente estabelecido. Estes canais são normalmente executados em concreto magro e quando os verticais são muito extensos, serão feitos degraus para amenizar a queda d'água. Com relação à proteção superficial dos taludes com revestimentos estes poderão ser executados do seguinte modo:

a) Plantio de grama: o talude deverá ser preparado para receber este tipo de capeamento, o que para isso deverá estar com superfície do terreno uniformemente plana com terra colocada relativamente fofa, afim de que a vegetação colocada encontre ambiente para se enraizar; as gramas normalmente usadas são as de "pasto" que são colocadas em leivas (placas) umas juntas as outras, de forma a cobrir totalmente a área a proteger; após isso é necessário uma rega abundante para que as raízes se desenvolvam e se prendam ao terreno do talude; há outros tipos de gramíneas e vegetações que poderão ser usadas, mas não são as mais econômicas, não só por exigirem maior mão-de-obra para suas implantações, como também pela manutenção necessária que deverá ser feita.

b) Pintura asfáltica: este tipo de proteção requer, antes da aplicação da pintura, de uma compactação do solo; o asfalto é colocado de forma líquida de modo que se esparrame na superfície a proteger.

c) Revestimento com solo estabilizado (solo-cimento):

d) Revestimento com pedra: as pedras que deverão ter na ordem de 15cm de espessura serão arrumadas a mão, procurando-se cobrir toda a área a proteger; o terreno deverá estar preparado para a colocação destas pedras, preparação esta que consiste no afofamento de sua superfície, a fim de que as pedras possam ser ancoradas; as pedras, quando tiverem maiores espessuras, poderão ser simplesmente lançadas procurando-se preencher os intervalos que se formam entre uma e outra com placas menores.

e) Revestimento com placas de concreto armado: são placas de cerca de 50 x 50 cm com 10 cm de espessura que serão colocadas sobre o talude previamente preparado como no caso das pedras; a colocação destas placas deverá ser pelo sistema mata-junta para dar melhor ancoragem ao terreno e entre elas; costuma-se também efetuar um plantio de grama nas juntas entre placas.

Um outro processo que não foi mencionado acima e que também vem sendo usado é o revestimento com concreto projetado. Neste caso a superfície do terreno deverá sofrer o quanto possível um adensamento, a fim de que o revestimento colocado encontre melhor fixação. Este tipo de proteção de talude é mais empregado nos casos em que o talude recebe atirantamentos, vindo o concreto projetado como um complemento deste ancoramento. A escolha entre estes tipos é feita levando em conta a disponibilidade do material de revestimento, a responsabilidade da obra, a intensidade da ação erosiva das águas e o maior ou menor grau de proteção que se deseja dar ao talude. De qualquer forma o Construtor deverá apresentar o projeto para proteção do talude e este só será executado após a devida aprovação pela Fiscalização.

10.7 Execução de Serviços Complementares na Galeria

Estes serviços terão especificações pormenorizadas, quando da realização do projeto final de engenharia, sucintamente trata-se de execução de poços de ventilação e saídas de emergência.

10.8 Passarelas de Emergência

Ao longo de todo trecho de galerias, será construído uma passarela de concreto armado com largura de 0,65 m, que se apoiará nas colunas centrais, envolvendo as mesmas, e que tem a finalidade de

evacuação de passageiros, em caso de colapso de energia e também como refúgio para turmas de manutenção no interior das galerias.

10.9 Sistema de Proteção Contra Correntes de Fuga (NÃO APLICÁVEL)

Neste item são descritas as medidas a serem adotadas pela obra civil para a proteção das edificações do METRÔ DE FORTALEZA passíveis de corrosão por correntes de fuga, provenientes do circuito de retorno do sistema de tração em 3000 Vcc.

As construções abrangidas compreendem o trecho central em túnel, as estações subterrâneas Domingos Olímpio e Lagoinha, e as pontes e viadutos metroviários ao longo do trecho em superfície do Projeto METRÔ DE FORTALEZA.

O fornecimento dos materiais, mão de obra e recursos necessários, bem como a elaboração dos projetos executivos para implantação das medidas descritas nos itens subsequentes, estão incluídos no escopo do Construtor.

As medidas previstas, apesar de destinarem-se primordialmente à proteção das instalações próprias do METRÔ DE FORTALEZA, reduzem também o risco de corrosão de instalações de terceiros localizadas nas proximidades do túnel. Deve ser ressaltado contudo que essas instalações, dependendo do risco apresentado, devem ser objeto de estudo para avaliação da necessidade de medidas particulares de proteção.

Conceituação Básica

O conceito básico adotado consiste em criar um caminho preferencial para as correntes de fuga que eventualmente escapem dos trilhos de rolamento, através da isolação trilho/túnel, colocando em risco as ferragens estruturais do concreto das edificações. Esse caminho consiste de barras chatas metálicas ligadas às ferragens estruturais, formando num caminho eletricamente contínuo, de baixa resistência, para as correntes de fuga. Dessa forma são reduzidas a um mínimo admissível as correntes que penetram e corroem a armadura, circulando pelas ferragens ou no seu retorno aos trilhos/negativo das subestações.

As Medidas Preconizadas

A partir do conceito básico exposto no item anterior, são relacionadas a seguir as medidas a serem adotadas nas obras civis para reduzir os efeitos das correntes de fuga. Essas medidas deverão ser detalhadas e introduzidas nos projetos executivos, adequando-se aos métodos construtivos utilizados.

Trecho em túnel

Em conformidade com a recomendação alemã VOV 04.740.05, a queda de tensão na estrutura do túnel não deve exceder 0,1 V. No caso presente, para os parâmetros adotados, considerando a não existência de subestação retificadora ao longo do trecho em túnel, de aproximadamente 2,7 km de extensão, e a fixação direta dos trilhos (via sem lastro) resultou do cálculo realizado uma seção total de ferro de 1730 mm2

Essa seção corresponde aproximadamente a 6 barras chatas de seção 60x5 mm, dispostas longitudinalmente, embutidas no concreto. Em função da disponibilidade de material, poderá ser estudada a utilização de ferros de outras dimensões, desde que resultando em seção total igual ou superior a 1730 mm2 , e numa adequada distribuição dos mesmos entre as ferragens.

As barras chatas deverão ser soldadas às ferragens estruturais a cada metro. Nos locais onde não for possível a execução de solda, as barras deverão ser firmemente amarradas às ferragens a cada 0,5 m.

Nas juntas das extremidades dos blocos de construção civil, as barras chatas longitudinais deverão ser interrompidas e interligadas, por meio de solda , através de uma fita transversal de aço zincado de 50x3 mm. As extremidades da fita transversal deverão ser levadas a nichos de 20x20 cm localizados nas paredes do túnel. A profundidade do nicho deverá ser de 10 cm.

Os nichos correspondentes (mesmo lado) de blocos de construção adjacentes ,deverão localizar-se próximos um do outro, de forma a possibilitar a interligação das pontas das fitas de aço transversais que afloram nos nichos . A interligação será feita posteriormente através de cordoalha flexível de cobre de 70 mm2. Essas cordoalhas serão removíveis, de forma a possibilitar a inserção de aparelhos de medição para o controle das correntes de fuga durante a operação do sistema.

Em trechos de túnel em que eventualmente não haja previsão de juntas construtivas, as barras chatas deverão ser interrompidas no máximo a cada 60 m, sendo adotadas nesses pontos as medidas já referidas de interligação por meio de fita de aço transversal e previsão de nichos para interligação através de cordoalha de cobre.

Estações

Nas estações subterrâneas deverão ser previstas 8 barras chatas longitudinais de 60x5 mm, das quais 6 localizadas no radier e 2 nas paredes laterais sob a plataforma, nas proximidades das vias.

As medidas previstas no que se refere à soldagem das barras, interligacão por meio de fita de aço zincado e de nichos nas paredes laterais são similares às referidas no item para o túnel.

Deve ser ressaltada a necessidade de interligar as barras chatas dos blocos das extremidades da estação com as barras chatas do túnel, com a previsão adequada das posições dos nichos correspondentes da estação e do túnel.

Proteção de Tubulações nos Túneis e Estações

De uma forma geral deverão ser utilizados preferencialmente tubulações e eletrodutos não metálicos (PVC) que não transportam as correntes de fuga para fora das estações e não são passíveis de corrosão por elas. Nos casos em que isso não for possível, a tubulação metálica deverá ter uma junta isolante na entrada da edificação, devendo a parte interna da mesma ser aterrada.

Pontes e Viadutos

Nas pontes e viadutos metroviários , com via assentada sobre dormente e lastro, serão adotadas 6 barras chatas longitudinais de 60x5 mm, soldadas às ferragens estruturais a cada metro.

Nas juntas de construção civil, essas barras deverão ser interligadas por meio de fita de aço zincado transversal de 50x3 mm, cujas extremidades serão levadas a nichos de 20x20 cm, localizados nas laterais das obras de arte.

As pontas das barras chatas de nichos correspondentes (mesmo lado) de blocos adjacentes, deverão ser interligados por meio de cordoalha de cobre de 70 mm2 . Em locais onde haja risco de roubo da cordoalha, a mesma poderá ser soldada numa das extremidades.

Verificação da execução

A execução das medidas de proteção contra correntes de fuga deverá ser acompanhada periodicamente durante a obra, e ser submetida a uma inspeção final antes da etapa final de concretagem de cada trecho.

Essas inspeções deverão garantir a execução das medidas em conformidade com os projetos executivos elaborados para cada caso, devendo em especial ser verificados os seguintes pontos:

- seção, quantidade e posição das barras chatas e fitas de aço transversais;
- inspeção das soldas previstas (ou amarrações) quanto à execução e quantidade;
- verificação das posições e dimensões dos nichos conforme projeto executivo.

10.10 Sistema de Aterramento de Estações e do Pátio do METRÔ DE FORTALEZA

Neste item são estabelecidas as prescrições a serem obedecidas para projeto, fornecimento de materiais, instalação e testes de sistemas de aterramento para o pátio e as estações do Projeto METRÔ DE FORTALEZA.

Generalidades

As estações de passageiros do METRÔ DE FORTALEZA, segundo o seu porte, poderão ser supridas pela Concessionária por meio de subestações auxiliares de média tensão (13,8 kV), ou diretamente na tensão de distribuição 380/220 V. O pátio será suprido através de subestação auxiliar de 13,8 kV.

As alimentações através de subestações de 13,8 kV deverão possuir sistemas de aterramento distintos para ligação dos pára-raios da linha de suprimento da Concessionária, para as salas de equipamentos (e instalações primárias) e para a ligação dos pára-raios de proteção dos edifícios contra descargas atmosféricas.

As estações supridas diretamente na tensão de 380 V, terão o sistema de aterramento das salas técnicas distinto e independente do aterramento dos pára-raios de proteção das edificações .

Devido a peculiaridades arquitetônicas, deverá ser determinado em cada caso o local adequado para instalação dos diferentes sistemas de aterramento, devendo cada um deles ficar o mais próximo possível dos equipamentos e instalações que a ele serão conectados.

O aterramento das salas de equipamentos (e instalações primárias) será em formato de malha, constituída de hastes de aço cobreado de seção mínima 3/4″ e cabos de cobre nu de seção mínima 120 mm2 , lançados no solo em profundidade determinada pelo projeto.

As conexões das hastes com os cabos e dos pontos de cruzamento dos cabos da malha, deverão ser realizadas por meio de soldas exotérmicas.

No interior da sala dos equipamentos deverá ser instalada uma barra de terra, fixada à parede por meio de isoladores (1 kV), a partir da qual serão realizadas todas as ligações de aterramento dos equipamentos.

A ligação entre a barra de terra e a malha deverá ser feita por meio de 2 cabos de cobre nu independentes, cada um dos quais dimensionado para suportar as correntes de falta à terra previstas, durante o tempo de duração da falta e até a interrupção da corrente por atuação das proteções. Este cabo deverá ser devidamente protegido por eletrodutos em todo o seu

caminhamento. As conexões destes cabos com a barra e a malha deverão ser realizadas com o uso de conectores que garantam perfeita ligação elétrica e mecânica.

O aterramento dos pára-raios de linha da Concessionária deverá ser constituído por no mínimo três hastes de aço cobreado de diâmetro 3/4″, dispostas em triângulo, interligadas por cabos de cobre de seção mínima 120 mm2.

As conexões das hastes com os cabos de interligação deverão ser realizadas por meio de soldas exotérmicas. A conexões dos cabos de descida dos pára-raios com o aterramento deverão ser realizadas em uma das hastes, com utilização de conectores apropriados, que possuam no mínimo 2 parafusos e que garantam perfeita conexão elétrica e mecânica.

Para atingir camadas profundas do solo, objetivando reduzir valores de tensão de passo, duas ou mais hastes poderão ser interligadas mediante o uso de soldas exotérmicas.

Os aterramentos dos pára-raios de proteção contra descargas atmosféricas das edificações deverão ser feitos segundo as prescrições da NBR 5419.

Para todos os aterramentos citados anteriormente, deverão ser construídos poços de inspeção para possibilitar a medição periódica da resistência de aterramento.

Instalação

A instalação dos aterramentos consistirá na cravação de hastes e lançamento de cabos, em valetas dispostas longitudinal e transversalmente no terreno, em conformidade com determinado em cada projeto executivo, segundo a finalidade de cada aterramento.

Após a instalação dos aterramentos, ou seja, lançamento de todos os cabos, cravação de todas as hastes e execução das conexões, o fechamento das valas deverá ser realizado com a deposição e apiloamento de sucessivas camadas de terra limpa e isenta de detritos.

Concluído o fechamento e compactação das valas, o terreno deverá ser nivelado e preparado para receber o acabamento previsto no projeto de arquitetura e urbanização.

Todos os materiais, mão de obra e recursos necessários à instalação dos sistemas de aterramento deverão ser fornecidos pelo Construtor.

Testes dos Sistemas de Aterramento

Concluída a instalação dos sistemas de aterramento, os mesmos deverão ser submetidos a testes para a verificação de sua resistência ôhmica.

Todos os instrumentos e equipamentos necessários à realização dos testes deverão ser fornecidos pelo Construtor.

Como resultado dos testes, deverão ser encontrados valores de resistência de aterramento iguais ou inferiores aos estabelecidos em Normas e recomendados pela Concessionária.

Se eventualmente algum dos valores medidos divergir do estabelecido acima, a Contratada deverá tomar as medidas corretivas cabíveis no sentido de que, após novos testes, os aterramentos apresentem os valores ôhmicos esperados.

Após a realização dos testes, deverá ser elaborado relatório técnico indicando as conclusões e o resultado das medições. O relatório técnico assinado pelo engenheiro responsável pela obra deverá ser enviado ao METROFOR.

10.11 Muro - Faixa de Domínio

Na extensão e onde indicado, na linha de superfície do METRÔ DE FORTALEZA, será construído um muro de vedação de placas premoldadas de concreto, estruturado de moirões nas dimensões 20 x 22 cm com encaixe, para placa premoldada nas dimensões de 2,00 x 2,25 x 0,07 m, para evitar invasão de transeuntes e animais, em virtude da freqüência de trens na linha em operação.

10.12 Gradril de Fechamento da Faixa de Domínio

Na extensão e onde indicado, na linha de superfície do Metrô de Fortaleza, será construído um Gradil Pré-fabricado composto de paineis de 2,50x1,53 em arame galvanizado 5mm de diâmetro, malha 200x50mm, poste com secção 60x40mm chapa galvanizada com 1,55mm de espessura, tudo pintado com tinta poliéster e pintura eletrostática cerca de alambrado, estruturada com baldrame de alvenaria de pedra, seção 25 x 30 cm de altura onde se fixarão postes metálicos em tubo galvanizado 0 2”com altura de 2,15 m, possuindo regrado estruturado em perfilado metálico para fixar tela de alambrado de arame nº 12 galvanizado.

10.13 Guarda Corpo Metálico

Estes fornecimentos e serviços de montagem de guarda corpo metálico, estruturados em tubos galvanizados de 0 2”, serão aplicados nas passarelas metálicas, a distribuição dos montantes deverão obedecer geometria das demais e serem preparadas cargas horizontais de no mínimo 150 kg/m^2.

10.14 Remanejamento de Passarelas – Operação (NÃO APLICÁVEL)

O serviço abrange a desmontagem das estruturas em partes necessárias, para içamento e transporte para relocação da passarela. Este serviço será precedido de um planejamento das operações de corte das estruturas, içamento e remontagem das partes, de forma a garantir condições de compatibilidade do carregamento que deverão suportar.

Caso em que for detectado fadiga no material, estas peças deverão ser substituídas por outras novas, afim de garantir a devida segurança.

As passarelas remanejadas são para R. Teles de Souza e R. Ceará.

10.15 Recuperação e Adequação das Estruturas das Passarelas (NÃO APLICÁVEL)

Os serviços abrangem restauração das estruturas metálicas com soldagem, reparação de peças em chapas e perfis, pintura geral com acabamento a base de epoxi e que serão realizados nos mesmos locais onde as estruturas se encontram montadas, a saber: Rua Delmiro de Farias, Major Weyne e Rosa Cruz.

10.16 Fornecimento e montagem de superestrutura metálica

Será construída a superestrutura metálica com vão de 20,50 m, com perfil de alma cheia, conforme projeto.

10.17 Contenção de Aterro com Placas Articuladas

Os maciços de aterro com placas articuladas são constituídos pela associação de terras e armaduras complementadas por um paramento externo flexível - a "pele". Os três componentes principais da Terra Armada são portanto:

- A terra que envolve a armaduras e ocupam espaços chamado "volume armado".
- As armaduras que são elementos lineares e flexíveis, trabalhando à tração e devendo apresentar boa resistência à corrosão . Prendem-se à pele por parafusos. São normalmente feitas de aço de galvanização especial e algumas vezes de alumínio, de aço inoxidável ou mesmo de aço de baixo teor de carbono.
- A pele , paramento externo, geralmente vertical, e sempre flexível.Pode ser constituído por escamas metálicas flexíveis ou por rígidas escamas de concreto, capazes de deslizar ligeiramente entre si.

10.18 Limpeza Superficial do Terreno

O terreno, após a execução das obras, deverá ser limpo. Neste serviço deverão ser removidos os pedaços de ferro, tubos, etc. enfim, todos os restos de materiais que durante as obras se entranham no solo. Além disso a superfície do terreno deverá ser aterrada nos casos de necessidade, de modo a mantê-la em condições planimétricas perfeitas e possa ver utilizada para qualquer finalidade futura.

O reaterro, se houver, deverá ser com material adequado e selecionado, para dar melhor acabamento à superfície.

O serviço de limpeza poderá ser feito por máquina ou manualmente.

Cumpre alertar, que deve haver muita atenção, principalmente, com o uso das máquinas para não danificar possíveis tubulações que porventura existam nas imediações. Para isso, uma pesquisa inicial se faz necessário, por meio de um levantamento das tubulações existentes.

11. EDIFICAÇÕES, ACABAMENTOS E INSTALAÇÕES

O Construtor deverá executar as obras e serviços mediante projetos e especificações fornecidas pelo METROFOR, de acordo com as regulamentação oficial da CAGECE, Corpo de Bombeiros, COELCE e outros, e em obediência às recomendações dos fabricantes e às Diretrizes da Construção. A questão de declives é fundamental para as canalizações por gravidade de águas pluviais e esgotos. Os tubos embutidos no concreto tendem a deslocar-se durante a concretagem.

Medidas especiais deverão ser tomadas para que permaneçam nas posições exatas.

As ligações dos tubos serão executadas conforme a técnica recomendada para cada material, de acordo com instruções oficiais ou recomendações dos fabricantes. Assim, as ligações entre tubos de concreto devem ser executadas com argamassa de cimento e areia; as ligações entre tubos de ferro fundido empregarão chumbo derretido; entre tubos de ferro galvanizado serão executadas roscas com tarracha ligadas com zarcão líquido ou similar; os tubos de aço poderão ser soldados ou rosqueados ou ainda ter flanges; os tubos de PVC e PE (polietileno) serão ligados com adesivos ou por meio de roscas, feitas com tarracha, conforme recomendação dos fabricantes.

As uniões dos tubos aos ralos, vasos e caixas deverão merecer atenção especial, pois são pontos prováveis de infiltrações, por constituírem, de um modo geral, uniões entre materiais diferentes. No que se refere aos registros e válvulas, devem ser submetidas a cuidadoso exame para que se denunciem os defeitos de fabricação.

Deverá ser dada especial atenção aos Capítulos III e IV deste item, não somente no que diz respeito ao orçamento, como também aos serviços a serem executados e materiais a serem fornecidos. Os serviços deverão ser perfeitos e completos, independentemente de constarem ou não de forma explícita nos itens orçamentários. Serviços e obras que não tenham sido consignados, mas necessários como fases intermediárias, deverão ser considerados como implícitos em itens afins.

No que se refere à proteção dos objetos contra choques, calor, umidade, etc., os cuidados deverão existir desde a saída da fábrica. É o caso, por exemplo, da proteção adicional contra solos agressivos, que poderá ser prejudicada durante o transporte e o período de armazenagem.

No que se refere à fixação de forma aparente às paredes, tetos ou pisos, bem como ao assentamento em calhas abertas no concreto ou alvenaria com emprego de braçadeiras, amortecedores e buchas, o material a empregar depende da natureza do material da tubulação. Além do que for especificado, o Construtor deverá entender-se com a Fiscalização para definir pormenores. Quanto ao acabamento de caixas ou reservatórios que devam ser impermeabilizados, a escolha da resina sintética tem grande importância.

Os tampões das caixas deverão apresentar dizeres, na face superior, capazes de identificá-las, em obediência aos modelos oficiais em vigor. Se alguma mudança de regulamentação tornar qualquer caso omisso ou conflitante, o assunto deverá ser tratado com o METROFOR em tempo para que se promova a coordenação.

Os registros serão instalados nas tubulações horizontais ou verticais em obediência ao projeto, devendo a haste ficar voltada para cima, para baixo ou para o lado, de maneira a atender à melhor facilidade de manobra.

11.1 Concretagem para Acabamento - Contrapiso

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a concretagem de contra-pisos prolongamentos de muretas, vergas, jardineiras, etc., nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Cimento comum tipo Portland, artificial, conforme especificação do material e da ABNT.
- Areia média, lavada e peneirada, sílico-quartzosa, de grão anguloso, áspera ao tato, bem graduada, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, devendo obedecer à especificação do material e da ABNT.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar a qualidade do concreto.
- Ferros para armadura, conforme especificação do material e da ABNT.
- Brita conforme especificação do material e da ABNT.

Fabricação

O concreto poderá ser de dois tipos, segundo sua fabricação:

- Concreto preparado no local, que é o concreto dosado e amassado na obra.
- Concreto pré-misturado, é normalmente dosado em uma usina central colocado em caminhão-betoneira e levado até o local da obra, onde é mais uma vez amassado e a seguir lançado.

Procedimento de Execução

O concreto de contrapisos com uma dosagem especificada de fck ≥ 8,0 MPa é uma camada de aproximadamente 10cm, colocada diretamente sobre a camada de pedregulho para se obter uma base limpa e regular. Em lugares mais expostos a acidentes (poços de bombas, ressaltos na base, etc.) o concreto deverá receber pelo menos uma armadura construtiva de 1cm2/m prevendo esforços eventuais (quando não houver necessidade de uma armadura mais forte e um concreto com melhores propriedades). Pretendendo-se impermeabilizar a base o concreto deverá receber um acabamento liso.

O concreto de proteção fck ≥ 12,0 MPa colocado em cima da impermeabilização para protegê-la, só poderá ser aplicado sob fiscalização de um representante responsável da firma de impermeabilização. Tanto na base como no teto, ele deverá ser colocado em duas camadas; a segunda antes da primeira ter endurecido e não pode apresentar, nos primeiros 3cm acima da impermeabilização, grânulos com diâmetro superior a 2,4mm.

Como concreto para obras correntes deverão ser obedecidas as características do concreto especificadas nos projetos estruturais. O consumo de cimento no concreto para obra não deve ser inferior a 300 kg/m3 de concreto.

Peças pré-fabricadas de concreto sempre serão executadas com concreto fck ≥ 30,0 MPa, valendo para elas as normas de concretagem estrutural. Posteriores complementações em seções transversais serão feitas com concreto de igual qualidade; esta qualidade será obtida com pouca água e métodos eficientes de adensamento. Deve-se ter especial cuidado durante a cura.

Para o preparo da composição do concreto deverá atender o preconizado pele NBR-06118. As instalações de dosagem de água e agregados junto à betoneira deverão impossibilitar quaisquer modificações não autorizadas das quantidades e traços estabelecidos. Modificações no traço só serão efetuadas com a autorização da Fiscalização.

Os traços adotados serão justificados a partir das taxas de trabalho adotadas no cálculo estrutural.

As instalações de pesagem serão aferidas na presença da Fiscalização e verificadas pelo menos uma vez por mês. O tipo de betoneiras e a forma de transporte do concreto devem ser submetidos à aprovação da Fiscalização.

Caso o Construtor adquira concreto preparado por terceiros, terá ele que assumir plena responsabilidade.

O concreto deve ser lançado no máximo 30 minutos após o início da sua mistura.

Quanto ao lançamento, serão previstos dois tipos:

- Lançamento manual
- Lançamento por bombeamento

Se a altura de queda do concreto for superior a 1,5 m, deve-se utilizar um funil com tubo tremonha. As calhas devem ter inclinação de 1:3. Sempre que houver possibilidade de segregação do concreto, deve-se misturá-lo novamente antes do lançamento.

A concretagem só poderá ser iniciada quando as formas e armadura tiverem sido aceitas pela Fiscalização.

A concretagem dever ser feita em seqüência e continuamente. A previsão de interrupções deve ser cuidadosamente estabelecida. Antes da continuação da concretagem, as juntas devem ser limpas, molhadas e, eventualmente, tornadas ásperas.

Durante o lançamento, o concreto deve ser adensado por meio de vibradores. Deve-se evitar que os vibradores internos fiquem encostados na armadura. A concretagem somente pode ser iniciada se houver vibradores disponíveis em número suficiente antes do início dos trabalhos.

O tratamento posterior do concreto é particularmente importante. O concreto deve ser mantido úmido por um mínimo de 14 dias e protegido contra sol e chuva.

Os materiais auxiliares para este tratamento devem estar disponíveis antes do início dos trabalhos (lonas, esteiras, etc.)

Quando houver tubulações, peças de aço, pinos ou semelhantes embutidos no concreto, a concretagem deve ser efetuada com cuidado e exatidão especiais. A concretagem somente pode ser iniciada após a autorização da Fiscalização. O Construtor é responsável pela posição correta das formas e das armaduras.

Critérios de Inspeção

Deverão ser feitos ensaios antes do início da concretagem, para determinar o traço adequado com o qual se obtenha a qualidade pretendida. Durante a concretagem serão retiradas as amostras para moldagem de corpos de prova para controlar a qualidade. Para cada trecho concretado serão feitos, no mínimo 3 corpos de prova cilíndricos; em trechos com mais de 30 m^3, deverão ser feitos 3 corpos cilíndricos para cada 30 m^3 de concreto. Os demais ensaios serão feitos de acordo com as prescrições:

- MB-2 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos de concreto
- MB-3 Ensaios à compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto.

Informações Complementares

Em se tratando de concretagens realizadas durante as obras de acabamento, é de prever interferências com a montagem de equipamentos, instalações e outras.

Deverão ser tomadas as seguintes precauções:

Não deverá ocorrer queda ou respingamento de concreto sobre a via permanente, quer durante o transporte do concreto, quer durante o seu lançamento.

Caso ocorra eventualmente o que se determinou evitar acima, a limpeza e remoção dos respingos ou pedaços de concreto deverão ser feitas pelo Construtor, segundo estrita orientação por parte da Fiscalização, de forma a evitar danos aos materiais da via.

Nos casos onde a concretagem se desenvolve próxima a equipamentos em fase de montagem, deverão ser tomados todos os cuidados por parte do Construtor, para evitar danos aos referidos equipamentos. Eventuais danos serão debitados ao Construtor.

A concretagem será considerada concluída unicamente após a limpeza.

Nos casos de concretagem de enchimento de contrapisos, só se autorizará o lançamento após as bandeiras topográficas haverem sido corretamente demarcadas pelo Construtor e verificadas pela Fiscalização.

11.2 Alvenaria de Blocos Vazados de Concreto Vibrados

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a execução de alvenarias de blocos vazados de concreto vibrados, sem função estrutural nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Blocos modulares de concreto vibrado de consistência homogênea e compacta, em forma de paralelepípedo retângulo, de faces planas e arestas vivas, vazados no sentido da altura, tipo (14 x 19 x 39) devendo obedecer à especificação de material.
- Blocos modulares de concreto vibrado de consistência homogênea e compacta, em forma de paralelepípedo retângulo, de faces planas e arestas vivas, especiais para cintas e vergas, tipo de (14 x 19 x 19) devendo obedecer à especificação de material.
- Cimento comum, tipo Portland, artificial conforme especificação de material e ABNT.
- Areia média, lavada e peneirada, sílico quartzosa de grão anguloso, áspera ao tato, bem graduada, limpa, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, conforme especificação do material e da ABNT.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa conforme especificação de material e da ABNT.

Procedimentos de Execução

- As paredes e muros serão levantadas com argamassa de cimento e areia 1:4, conforme recomendado, podendo ser exigido o recobrimento dos furos dos blocos com auxílio de uma régua de madeira, para evitar desperdício de argamassa.

- Somente após ser completada a mistura a seco é que se adicionará água em quantidades estritamente necessárias e suficiente para se obter a argamassa na consistência desejada.
- O traço da argamassa deverá ser obedecido rigorosamente uma vez que dele depende a durabilidade e a resistência das obras.
- A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros, limpos e estanques ou ainda, de preferência, mecanicamente sempre que possível.
- A mistura dos materiais aglomerantes e agregado será feita a seco e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.
- Serão preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar diariamente, de maneira a ser evitado o início do endurecimento, antes do seu emprego.

Execução de Muros

A execução de muros em alvenarias de blocos de concreto deverá obedecer rigorosamente aos detalhes específicos do projeto, principalmente ao esquema de montagem das fiadas.

Inicialmente será moldada e concretada uma "viga" armada que servirá de base para a alvenaria de blocos. Nessa "viga" serão deixados ferros redondos de 1/4" a cada 40 cm, servindo de "esperas", e colocados na vertical.

Na ocasião do assentamento os blocos devem ser molhados para evitar que, assentados, absorvam água da argamassa. Em seguida, serão assentes 3 (três) fiadas de blocos de concreto (14 x 19 x 39), cujos vazios internos deverão ser totalmente preenchidos com lançamento de concreto com fck ≥ 9,0 MPa, executado com pedra 1(um) ou pedra 0 (zero) a critério da fiscalização.

Prosseguindo serão assentes mais 2 (duas) fiadas, a primeira de bloco especial para cintas, (14 x 19 x 19) e a segunda de bloco de concreto (14 x 19 x 39), sendo os vazios internos também totalmente preenchidos com lançamento de concreto fck ≥ 9,0 MPa, conforme acima indicado.

Na seqüência, serão assentes mais 2 (duas) fiadas exatamente como no item anterior, todavia com a introdução no bloco "cinta", de 2 (dois) ferros corridos, redondos de 1/4" para armação, naturalmente colocados antes do lançamento do concreto para enchimento dos vazios.

Concluindo será assente a última fiada, de bloco especial para cintas, (14 x 19 x 19) e serão colocados também 2 (dois) ferros corridos, redondos de 1/4" para armação e, finalmente, lançado o concreto fck ≥ 9,0 MPa com pedra 1 ou zero constituindo a "cinta" de amarração superior da parede de blocos.

As juntas deverão ser uniformes e não deverão ultrapassar 10mm na espessura.

Execução de Divisórias Internas

A execução das divisórias internas com blocos de concreto deverá obedecer rigorosamente aos detalhes específicos do projeto, principalmente ao esquema de montagem das fiadas.

Inicialmente será moldada e concretada uma "viga" armada que servirá de base para a alvenaria de blocos.

Nessa "viga" serão deixados ferros redondos de 1/4" a cada 80cm, servindo de "esperas", e colocadas na vertical.

Na ocasião do assentamento os blocos devem ser molhados para evitar que, assentados, absorvam água da argamassa.

Em seguida, serão assentes 4 (quatro) fiadas de blocos de concreto (14 x 19 x 39), sendo que a primeira fiada deverá ser preenchida com lançamento de concreto com fck ≥ 9,0 MPa, executado com pedra 1 (um) ou pedra 0 (zero) a critério da Fiscalização.

Prosseguindo será assente uma fiada de bloco especial para cintas (14 x 19 x 19) que será preenchido com concreto com a introdução no bloco de 2 (dois) ferros corridos, redondos de 1/4" para armação.

A partir daí , a operação se repete, com 4 (quatro) fiadas do bloco 1511 (14 x 19 x 39), e assim sucessivamente.

Caso não existam pilares na divisão dos panos de alvenaria deverão ser deixados 4 ferros redondos CA-50 de 3/8" que deverão ser colocados a cada 3,50 metros devidamente engastados na "viga" de base. Estes ferros deverão estar embutidos nos vazios da alvenaria que serão preenchidos com concreto.

As juntas deverão ser uniformes e não deverão ultrapassar 10mm na espessura.

Critérios de Inspeção

Caberá à Fiscalização verificar a regularidade do assentamento dos blocos, o perfeito nivelamento, prumo e alinhamento.

Deverão ser verificadas, também a uniformidade das juntas (não deverão ultrapassar nunca 10 mm de espessura).

Informações Complementares

As divisórias dos furos de cada bloco não necessitam levar argamassa, contudo espalhá-la sobre as divisões não prejudica pois, quanto mais extenso o leito de argamassa, tanto melhor para a homogeneidade da alvenaria.

As juntas deverão ficar com uma espessura média de 10 mm pois, as paredes serão tanto mais fortes quanto mais finas forem as juntas.

A parede deverá ser levantada uniformemente, não se admitindo "amarrações" para ligações posteriores, devendo a argamassa ser cuidadosamente colocada entre os blocos para que sejam evitados juntas abertas.

Os leitos para assentamento dos blocos devem estar em perfeito nível e os paramentos rigorosamente aprumados.

Será rejeitada e inutilizada toda a argamassa que apresentar vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-la.

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado, só poderá fazê-lo depois do consentimento expresso por escrito da Fiscalização.

11.3 Alvenaria de Tijolos Furados de Barro Cozido

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a execução de alvenarias de tijolos furados de barro cozido nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Tijolos furados de barro cozido, em forma de paralelepípedo, de faces planas, arestas vivas, bem queimados, sem partes vitrificadas, textura homogênea, sonoros, de baixa porosidade, devendo obedecer integralmente à especificação do material.
- Cimento comum, tipo Portland, artificial, conforme especificação de material e da ABNT.
- Cal aérea, hidratada ou virgem (já extinta ou extinta na obra), de fabricação conhecida, livre de impurezas, bem cozida e limpa conforme especificação.
- Areia média (agregado miúdo), lavada e peneirada, sílico-quartzosa de grão anguloso áspero ao tato, bem graduada, limpa, isenta de argila, de sais deliqüescentes e de substâncias orgânicas ou terrosas, de modo a evitar um decréscimo na resistência e durabilidade da argamassa.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa.

Procedimentos de Execução

Nas alvenarias de tijolos furados de barro cozido, estes deverão ser assentes com argamassa mista de cimento, cal e areia no traço1:4:12, ou seja: argamassa de cal e areia no traço 1:4, com adição de cimento na proporção de cimento para cada 12 (doze) partes de argamassa de cal e areia já preparada.

A argamassa será preparada, de preferência, mecanicamente e, na impossibilidade, sob coberta de proteção e caixões ou tabuleiros de madeira, limpos e estanques. Inicialmente será preparada a mistura de cal e areia, na proporção de 1: 4, sempre feito a seco (supondo o emprego da cal hidratada), com cuidado e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.

Apenas depois de completa a mistura a seco, é que se adicionará água em quantidade estritamente necessária e suficiente para se obter a argamassa desejada de consistência pastosa e firme.

Somente no momento do emprego é que o cimento deverá ser adicionado à argamassa de cal e areia, já então "envelhecida" na proporção de 1 (uma) parte de cimento para cada 12 (doze) partes de argamassa de cal e areia, devendo a mistura final ser feita o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme, e com adição de água em quantidade estritamente necessária para a consistência desejada.

Após a adição do cimento, o emprego da argamassa será imediato, não se admitindo em hipótese alguma, que ocorra "oportunamente".

Desde que se observe o menor endurecimento ou começo de pega na argamassa mista preparada, esta deverá ser imediatamente rejeitada e inutilizada.

Na ocasião do assentamento, os tijolos devem ser bem molhados (se possível "mergulhados" em água) para evitar que assentados, obsorvam a umidade da argamassa. Isto serve também para retirar a camada de pó que envolve o tijolo o que dificulta a sua aderência à argamassa.

Os tijolos devem ser assentes com regularidade, formando fiadas perfeitamente niveladas, prumadas e alinhadas, devendo as juntas serem uniformes, na medida do possível e não ultrapassarem 15mm na espessura.

Os leitos devem estar em perfeito nível e os paramentos rigorosamente aprumados.

Nos ângulos, a ligação das paredes deve ser feita de modo a garantir a melhor amarração possível. Nestas situações há sempre necessidade de quebrar os tijolos usando 3/4 ou 1/2 ou 1/4, conforme os casos.

As paredes que eventualmente repousem sobre vigas contínuas devem ser levantadas simultaneamente, não sendo permitida diferenças superiores a 1 (um) metro entre as alturas levantadas em vão contínuos.

No enchimento de vãos nas estruturas em concreto armado, a execução das alvenarias em cada nível será suspensa a uma distância de 20cm (vinte centímetros) da face inferior das vigas, só podendo ser completado o enchimento dos painéis quando estiver na mesma altura a alvenaria de nível imediatamente superior. O enchimento em questão, nas duas últimas fiadas junto à viga, deve ser executado com alvenaria "encunhada"

Os tacos para fixação de batentes deverão ser chumbados na alvenaria com argamassa de cimento e areia, traço 1: 3, durante a elevação das paredes (se for o caso) ou posteriormente, desde que se deixem nas mesmas os vazios correspondentes.

Todos os vãos levarão em sua parte superior vergas de concreto armado com apoio mínimo de 30cm (trinta centímetros) de cada lado, com ferragem mínima de 80kg/m3 (para aços CA-25) e 300kg de cimento por metro cúbico de concreto.

As paredes terão as espessuras indicadas no projeto, mas nunca se deve cortar o tijolo para formar esta espessura, exceção feita, naturalmente, às alvenarias de enchimento. Não será permitida a execução de alvenaria com espessura inferior a 1/2 tijolo.

Critérios de Inspeção

Caberá à Fiscalização verificar o alinhamento, nivelamento, o prumo e a perfeita execução das alvenarias.

Informações Complementares

- As alvenarias de tijolos furados de barro cozido compreendem:
- Alvenarias de elevação executadas como elementos de vedação entre salas, com espessura de 1 (um) tijolo.
- Alvenarias de elevação, executadas como elementos de vedação entre salas, com espessura de 1/2 tijolo.

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado, só poderá fazê-lo depois do consentimento expresso por escrito da fiscalização.

11.4 Esquadrias de Madeira e Vidro

Objetivo

Esta especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o fornecimento de materiais, fabricação e instalação das esquadrias das obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Listas de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Os materiais utilizados deverão seguir rigorosamente aos especificados no Projeto Executivo.

Fabricação

Todos os cortes deverão ser feitos com máquinas apropriadas e as rebarbas deverão ser eliminadas.

As superfícies de madeira que deverão ficar diretamente em contato com alvenaria deverão ser pintadas com 1 demão de Primer. Essa pintura deverá secar perfeitamente antes de se iniciar a colocação.

As superfícies de madeira que ficarem em contato com a alvenaria ou concreto também deverão ser pintadas com 1 (uma) demão de Primer.

Não será permitido o processo de fabricação através de pregos, nem parafusos aparentes.

Devido a não trabalhabilidade dos vidros após o processo de têmpera, o fornecedor deverá verificar cuidadosamente as medidas antes de sua fabricação.

Procedimentos de Execução

Será obrigatória a medição prévia nos locais de instalação na obra, pelo fabricante, antes da execução das peças de modo que não haja incompatibilidade de dimensões entre os materiais fornecidos e a situação existente no local, ficando a correção destas incompatibilidades, se ocorrerem, sob inteira responsabilidade do proponente.

Os arremates de construção civil ficarão a cargo do Construtor contratado para as obras de acabamento.

O Fornecedor deverá tomar cuidados especiais durante a montagem dos vidros para que não haja deterioração das bordas, etc.

A colocação dos vidros deverá obedecer rigorosamente às prescrições da ABNT, TB-88 e NB-226, no que se refere a folgas, calços e massa a fim de que os vidros se apresentem convenientemente colocados.

Critérios de Inspeção

Serão rigorosamente verificadas as dimensões e as peças deverão estar em esquadro, não podendo apresentar empenos, arranhões ou manchas.

11.5 Esquadrias de Alumínio e Vidro

Objetivo

Esta especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o fornecimento de materiais, fabricação e instalação das esquadrias das obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Listas de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Os materiais utilizados deverão seguir rigorosamente aos especificados no Projeto Executivo.

Fabricação

Todos os cortes deverão ser feitos a frio com máquinas apropriadas e as rebarbas deverão ser eliminadas.

As superfícies de alumínio que deverão ficar diretamente em contato com peças de aço deverão ser pintadas com 1 demão de Primer Cromato de Zinco, conforme especificação MIL-P-735. Essa pintura deverá secar perfeitamente antes de se iniciar a montagem.

As superfícies de aço que ficarem em contato com o alumínio também deverão ser pintadas com 1 (uma) demão de Primer Cromato de Zinco.

Parafusos, rebites ou outros elementos de fixação utilizados em peças de alumínio deverão ser de alumínio, aluminizados ou galvanizados a fogo ou cadmiados.

Não será permitido o processo de fabricação através de soldagem, nem parafusos aparentes.

Devido a não trabalhabilidade dos vidros após o processo de têmpera, o fornecedor deverá verificar cuidadosamente as medidas antes de sua fabricação.

Procedimentos de Execução

Será obrigatória a medição prévia nos locais de instalação na obra, pelo fabricante, antes da execução das peças de modo que não haja incompatibilidade de dimensões entre os materiais fornecidos e a situação existente no local, ficando a correção destas incompatibilidades, se ocorrerem, sob inteira responsabilidade do proponente.

Os arremates de construção civil ficarão a cargo do Construtor contratado para as obras de acabamento.

Para a cravação de chumbadores não será permitido o corte de ferragens estruturais do concreto.

O Fornecedor deverá tomar cuidados especiais durante a montagem dos vidros para que não haja deterioração das bordas, etc.

A colocação dos vidros deverá obedecer rigorosamente às prescrições da ABNT, TB-88 e NB-226, no que se refere a folgas, calços e massa a fim de que os vidros se apresentem convenientemente colocados.

Os proponentes deverão conhecer perfeitamente os locais de trabalho, ficando estabelecido que os serviços serão semanalmente programados em conjunto com outros relativos às obras de acabamento da Estação, de forma a se coordenar ao máximo interfaces e paralisações de todos os envolvidos, sem prejuízo dos prazos finais de execução.

Critérios de Inspeção

Serão rigorosamente verificadas as dimensões e as peças deverão estar em esquadro, não podendo apresentar empenos, arranhões ou manchas.

11.6 Envidraçamento

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a o fornecimento de materiais, fabricação e instalação dos vidros das lojas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Listas de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Os materiais utilizados deverão seguir rigorosamente ao especificado em projeto.

Proteção

O caixilho que vai receber o vidro deve ser suficientemente rígido para não se deformar.

Se o caixilho e as molduras forem metálicas devem ser inoxidáveis ou protegidas contra oxidação, através de pinturas ou tratamentos adequados, compatíveis com os materiais de calafetagem para cada caso.

Os caixilhos de madeira e de concreto devem receber pelo menos uma camada de pintura de fundo em todo o rebaixo.

Os rebaixos devem estar isentos de umidade, gordura, oxidação, poeira ou outras impurezas.

Procedimentos de Execução

As chapas de vidro devem ser colocadas de tal modo que não sofram tensões suscetíveis de quebrá-las, qualquer que seja a origem das mesmas (dilatação, contração ou flambagem da chapa de vidro; dilatação, contração ou deformação do caixilho)

Quando houver chapas de vidros com bordas livres acessíveis (somente permitidos em aplicações de vidraças interiores) estes devem ter suas arestas lapidadas.

As bordas das chapas de vidro, em qualquer caso, não devem apresentar defeitos que venham prejudicar a utilização ou resistência do vidro após a colocação.

Qualquer que seja o tipo de calçamento utilizado, este deverá ser colocado de forma de forma a impedir qualquer deslocamento do vidro dentro de seu quadro, quando do movimento das esquadrias (manobras de aberturas e fechamento, pressão do vento, dilatação, etc.) Estes deslocamentos poderiam por em contato com o caixilho e provocar sua ruptura ou de deslocar o produto de estanqueidade (massa) permitindo com isso, a entrada da água.

Os calços utilizados deverão ser de:

- Material plástico rígido (NEOPRENE)
- Borracha natural
- Madeira imunizada ou cedro

Critérios de Inspeção

Para os critérios de inspeção vide Especificações.

Informações Complementares

Não é permitido o contato das chapas de vidro entre si, com alvenaria ou peças materiais, com exceção de casos em que essas peças forem especialmente estudadas para tal fim.

As chapas de vidros aplicadas em caixilho e em contato com o meio exterior, devem ser colocadas de maneira que apresente estanqueidade à água e ao vento.

Todos os materiais utilizados no envidraçamento devem ser compatíveis entre si, com chapas de vidro e com os materiais dos caixilhos, pois os contatos bi-metálicos em geral ocasionam a corrosão de um dos metais.

Após a colocação da chapa de vidro as massas ou gaxetas devem ser protegidas contra as intempéries através de pinturas, obturadores, etc. salvo nos casos em que sua composição química dispense tal proteção.

Após o envidraçamento deve-se evitar a aplicação na chapa de vidro, para assinalar a sua presença, de pinturas com materiais higroscópicos, como por exemplo a cal, alvaiade (que provocam ataques à sua superfície) ou a marcação com outros processos que redundem em danos à superfície das chapas.

11.7 Revestimento Argamassa-Chapisco

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o assentamento de argamassa chapisco sobre estruturas de concreto previamente apicoadas e sobre alvenarias de tijolos nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

O chapisco consiste na aplicação de uma camada irregular e descontínua de argamassa forte, sobre superfícies de concreto apicoados, e/ou alvenarias de tijolos com a finalidade de se obter maior aderência para os posteriores revestimentos

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Cimento comum, tipo Portland, artificial, conforme especificação de material e da ABNT.
- Areia média, lavada e peneirada, sílico-quartzosa, de grão anguloso, áspero ao tato, bem graduada, limpa, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, devendo obedecer à especificação de material e à ABNT.
- Aditivo químico para concretos, marca "Cola Bianco" de Otto Baugart ou equivalente.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa, conforme especificação de material e à ABNT;

Procedimentos de Execução

O chapisco sobre as superfícies de concreto apicoadas ou alvenarias de tijolos deverá ser executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, ou seja, uma parte de cimento para três partes de

areia, medidas em volume. Esta mistura deverá ser amolentada com solução plastificante e água, no traço 1:4.

O traço da argamassa deverá ser obedecido rigorosamente, uma vez que deles depende a durabilidade e a resistência do revestimento.

A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros de madeira, limpos e estaques, ou ainda, de preferência, mecanicamente, sempre que possível.

A mistura dos materiais, aglomerante e agregado, será feita a seco e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.

Somente após ser completada a mistura a seco, é que se adicionará a solução plastificante água, em quantidade necessária e suficiente para se obter a argamassa desejada.

Serão preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar diariamente, de maneira a ser evitado o início do endurecimento da argamassa antes de seu emprego.

Será rejeitada e inutilizada toda a argamassa que apresentar vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-la.

As superfícies, previamente apicoadas, deverão ser limpas e molhadas antes da chapiscagem, devendo esta limpeza eliminar gorduras, vestígios orgânicos (limo fuligem) e outras impurezas que possam acarretar futuros desprendimentos.

A execução, mecânica ou manual, terá como diretrizes o lançamento violento da argamassa contra a superfície e a preocupação de não haver uniformidade na chapiscagem.

A argamassa retirada ou caída das superfícies não poderá ser novamente utilizada e, ao fim do dia, será retirada do amassadouro a argamassa que não tiver sido empregada, sendo expressamente vedado re-massá-la.

Critérios de Inspeção

Cabe à Fiscalização toda verificação dos serviços, principalmente quanto a:

- Traço, preparo e lançamento da argamassa;
- Qualidade dos materiais empregados;
- Espessura da argamassa lançada;
- Condições da superfície a ser chapiscada (apicoamento).

Informações Complementares

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado, somente poderá fazê-lo depois do consentimento expresso, por escrito, da Fiscalização.

11.8 Revestimento de Argamassa - Emboço

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o revestimento com argamassa emboço sobre alvenarias de tijolos de estrutura de concreto previamente chapiscadas nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do Escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Cimento comum, tipo Portland, artificial, conforme especificação de material e da ABNT.
- Cal aérea, hidratada (já extinta, e ”repousada”), de fabricação conhecida, livre de impurezas, bem corrida, limpa, de acordo com as especificações de materiais e da ABNT.
- Areia média, lavada e peneirada, sílico-quartzosa, de grão anguloso, áspero ao tato, bem graduada, limpa, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, devendo obedecer à especificação de material e à ABNT.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa, conforme especificação de material e à ABNT.

Procedimentos de Execução

O emboço sobre as superfícies de alvenaria deverá ser executado com emprego de argamassa mista, de cimento, cal e areia, no traço 1:4:10, ou seja, argamassa de cal e areia no traço 1:4, com adição de cimento na proporção de 1 (uma) parte de cimento para cada 10 (dez) partes de argamassa de cal e areia já preparada.

O traço de argamassa (proporção entre aglomerados e agregado) deverá ser obedecido rigorosamente, uma vez que dele depende a durabilidade e a resistência do revestimento.

A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros de madeira, limpos e estanques, ou ainda, de preferência, mecanicamente, sempre que possível.

Inicialmente será preparada a mistura de cal e areia, na proporção de 1:4, sempre feita a seco (supondo o emprego da cal hidratada) com cuidado e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.

Somente depois de completada a mistura, a seco, é que se adicionará água, em quantidade estritamente necessária e suficiente para se obter a argamassa de consistência pastosa e firme.

Somente no momento do emprego é que o cimento deverá ser adicionado à argamassa de cal e areia, já então "envelhecida", na proporção de 1(uma) parte de cimento para cada 10 (dez) partes de argamassa de cal e areia, devendo a mistura final ser feita o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme e com adição de água em quantidade estritamente necessária para a consistência desejada.

Após a adição do cimento, o emprego da argamassa será imediato, não se admitindo, em hipótese alguma, que ocorra "oportunamente".

Desde que se observe o menor endurecimento ou começo de pega na argamassa mista preparada, esta deverá ser imediatamente rejeitada e inutilizada.

Esta argamassa será utilizada para todos os casos em que houver emboço, exceto quando se tratar de base para assentamento de ladrilhos de PVC, mosaico vitroso, azulejo ou mármore onde será utilizada argamassa, conforme especificação dos referidos materiais.

As alvenarias de tijolos e as estruturas de concreto armado deverão ser previamente chapiscadas.

O emboço sobre as alvenarias de tijolos ou estruturas de concreto armado, devidamente chapiscadas, só poderá ser iniciado após a "pega" da argamassa de chapisco.

Antes de iniciar o revestimento (emboço), as superfícies deverão ser limpas e abundantemente molhadas para evitar absorção repentina da água da argamassa, mas nunca exageradamente, pois poderia provocar o "escorrimento" da mesma argamassa.

A Limpeza deverá eliminar gorduras, eventuais vestígios orgânicos (limo, fuligem, etc.) e outras impurezas que possam acarretar futuros desprendimentos.

A execução do revestimento, mecânico ou manual, terá como diretrizes o lançamento violento da argamassa contra a superfície de modo a ficar fortemente comprimido e garantir boa aderência de que, dentro das espessuras limites acomodadas, todas as depressões e irregularidades sejam perfeitamente preenchidas.

As superfícies deverão apresentar paramentos perfeitamente desempenados, prumados, alinhados e nivelados, exigindo-se o emprego de referências localizadas e faixas-guias para apoio e deslize das réguas de madeira.

Finalmente o emboço deverá ser alisado (somente quando o revestimento final previsto for o reboco com massa fina) com emprego de desempenadeiras (pequenas plataformas de madeira com punhos em uma das faces) em movimentos circulares sobre a argamassa molhada, com a preocupação de que o paramento final resultante se apresente bastante áspero no tato para facilitar a aderência do reboco ou massa fina de acabamento, que será aplicado posteriormente.

Para obter-se um acabamento camurçado, o emboço deverá ser alisado com o emprego de uma espoja molhada em movimentos circulares sobre a argamassa molhada.

A argamassa retirada ou caída das superfícies não poderá ser novamente usada, sendo expressamente vedado reamassá-la.

A eventual recomposição parcial do revestimento deverá ser executada com perfeição, a fim de não apresentar diferenças ou descontinuidades.

Os emboços terão a espessura necessária ao perfeito desempeno das superfícies.

Caso a espessura requerida para o emboço seja maior que 35mm, deverão ser tomados cuidados especiais, procedendo-se da seguinte maneira:

a) Sobre a superfície previamente chapiscada, deverá ser fixada tela "deployé", por meio de pinos "walsywa" com hastes de fixação, onde a tela será amarrada com arame galvanizado. Após esta operação lançar o emboço sobre a tela.

b) Espessura entre 70 e110 mm

- Sobre a superfície previamente chapiscada, colocar tela "Telcon" fixada por pinos walsywa, com hastes de fixação onde a tela será amarrada aos mesmos com arame galvanizado. Lançar emboço sobre a tela.

c) Espessura acima de 110 mm:.

Sobre a superfície previamente chapiscada.

I. Executar furos para fixação de pontas de vergalhão por m^2 da malha.

II. Fixar os vergalhões por meio de cola Epoxi numa profundidade de 20 cm no concreto.

III. Pontear com solda, 2 (duas) telas "Telcon" em paralelo, que comporão a nova estrutura.

IV. Encher com concreto lançado por meio de mísula (cachimbo) em alturas de aproximadamente cada 1,5 m ou jateado.

V. Aplicar em seguida emboço comum, como descrito anteriormente.

Critérios de Inspeção

Cabe à Fiscalização, a verificação e aceitação do serviço, objetivando assegurar a qualidade principalmente dos seguintes itens:

- Traço, preparo e lançamento da argamassa;
- Qualidade dos materiais utilizados;
- Nivelamento e prumada;
- Espessura do revestimento e processo de execução;
- Condições da superfície a ser emboçada.

Informações Complementares

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado, somente poderá fazê-lo após consentimento expresso, por escrito, da Fiscalização.

11.9 Revestimento de Azulejos e Cerâmicas Sobre Alvenaria de Tijolo ou Estrutura de Concreto Armado Previamente Chapiscadas e Emboçadas.

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a o assentamento de azulejos sobre alvenarias de tijolos ou estruturas de concreto armado, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Azulejos de 1ª qualidade, nacionais de 15 x 15 cm, ou cerâmica conforme Especificações.
- Cimento comum tipo Portland, artificial.
- Cal aérea, hidratada (já extinta e repousada), de fabricação conhecida, livre de impurezas e bem cozida.
- Areia média, lavada e peneirada, sílico-quartzosa de grau anguloso, áspera ao tato, bem graduada, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa.
- Cantoneira de alumínio, tipo BELMETAL-2833 ou similar
- Cimento branco

Procedimentos de Execução

O assentamento de azulejos ou cerâmica sobre as superfícies das alvenarias de elevação e das estruturas previamente chapiscadas e emboçadas, deverá ser executado com emprego de argamassa mista, de cimento, cal e areia, no traço 1:4:10, ou seja, argamassa de cal e areia no traço 1:4, com adição de cimento na proporção de 1 (uma) parte de cimento para cada 6 (seis) partes de argamassa de cal e areia já preparada.

O traço de argamassa (proporção entre aglomerantes e agregado) deverá ser obedecido rigorosamente, uma vez que dele depende, em grande parte, a durabilidade e a resistência do revestimento.

A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros de madeira, limpos e estanques, ou ainda, de preferência, mecanicamente, sempre que possível.

Inicialmente será preparada a mistura de cal e areia, na proporção de 1:4, sempre feita a seco (supondo o emprego da cal hidratada) com cuidado e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.

Somente depois de completada a mistura, a seco, é que se adicionará água, em quantidade estritamente necessária e suficiente para se obter a argamassa de consistência pastosas e firme.

Somente no momento do emprego é que o cimento deverá ser adicionado à argamassa de cal e areia, já então "envelhecida", na proporção de 1(uma) parte de cimento para cada 6 (seis) partes de argamassa de cal e areia, devendo a mistura final ser feita o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme e com adição de água em quantidade estritamente necessária para a consistência desejada.

Após a adição do cimento, o emprego da argamassa mista será imediato, não se admitindo, em hipótese alguma, que ocorra "oportunamente".

Desde que se observe o menor endurecimento ou começo de pega na argamassa mista preparada, esta deverá ser imediatamente rejeitada e inutilizada.

Os azulejos ou cerâmicas serão dispostos em juntas e prumo, ou juntas coincidentes, sendo a colocação executada de maneira que as juntas sejam perfeitamente alinhadas horizontal e verticalmente, sem qualquer solução (de continuidade) não poderão ultrapassar a 1,5 mm (um milímetro e meio) de espessura, sob qualquer pretexto.

Colocação com juntas especiais, ou seja, o emprego de cruzes de borracha ou plásticos flexíveis, que proporcionam um encosto elástico de espessura uniforme, garantido pré-determinando as juntas em ambos sentidos. As juntas ficarão dentro do revestimento após a aplicação da vedação de rejuntamento.

O serviço será iniciado com o assentamento de algumas peças mestras, de preferência nos ângulos que servirão como referência de plano e que serão utilizados para puxar linhas de nível e de prumo para garantir o perfeito alinhamento das juntas e a rigorosa marcação das fiadas.

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado, só poderá fazê-lo depois do consentimento expresso por escrito da Fiscalização.

As alvenarias de tijolos e as estruturas de concreto armado deverão estar preparadas para receber o revestimento de azulejos ou cerâmicas, tendo sido previamente chapiscadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e emboçadas com argamassa mista de cimento, cal e areia no traço 1:4:5 conforme as disposições contidas nas especificações destes materiais.

O assentamento de azulejos ou cerâmicas sobre as alvenarias de tijolos ou estruturas de concreto armado, devidamente chapiscadas e emboçadas, só poderá ser iniciado após o completo endurecimento das argamassas do emboço suporte, ou seja, após 7 (sete) dias, no mínimo, de sua execução, sendo preferível e recomendado "o mais tarde possível".

Antes da colocação dos azulejos ou cerâmicas deverá ser providenciada a fixação dos tacos de paredes ou buchas necessárias, devidamente impregnadas de "carboline um" ou equivalente, a critério da Fiscalização, para posterior fixação e instalação dos aparelhos sanitários.

Não será permitido o assentamento de azulejos sem que tenham permanecido imersos em água, no mínimo, durante às 8 (oito) horas que precedam a sua aplicação.

Os azulejos devem ser colocados dentro da água em sentido vertical a fim de evitar a formação de bolsas de ar, devendo as peças, no momento da colocação estarem úmidas mas não encharcadas.

As superfícies a serem revestidas deverão se apresentar limpas, isentas de impurezas e deverão ser molhadas durante a colocação dos azulejos.

No assentamento, os azulejos ou cerâmicas, com argamassa no verso, serão comprimidos e batidos levemente contra a superfície da parede, devendo ser retirada com a colher de pedreiro o excesso argamassa refluída.

Cuidados especiais serão tomados para que todos os azulejos ou cerâmicas estejam completamente tomados de massa pela sua parte posterior, garantindo a eficiência da fixação pela total inexistência de vazios nos cantos das peças.

A superfície acabada será testada através de percussão nos azulejos ou cerâmicas, sendo imediatamente retirados e substituídos aqueles que soarem "chocho" demonstrando locais ocos ou vazios.

Os paramentos revestidos deverão se apresentar perfeitamente planos, prumados, alinhados e nivelados, não se admitindo ondulações, depressões ou saliências superiores a 1 mm ao longo de alinhamentos retos de 3 m de extensão.

Os azulejos ou cerâmicas a serem cortados ou furados, para a passagem de canalizações, torneiras e outros elementos das instalações, não deverão apresentar quaisquer rachaduras ou emendas, devendo os furos terem diâmetro sempre inferiores às canoplas de acabamento dos metais.

O rejuntamento será executado com emprego de cimento branco ou outro especificado.

O rejuntamento deverá ser feito após a liberação pela Fiscalização com tempo mínimo de 48 horas após a execução do serviço.

As juntas e as bordas deverão ser limpas a seco, retirando-se todos os excessos de pasta porventura existentes.

Nos cantos externos, as paredes azulejadas serão protegidas por cantoneira de alumínio, conforme projeto padrão.

As cantoneiras de alumínio deverão ser protegidas com fita crepe antes da colocação do azulejo, sendo retirada após o término do serviço.

Critérios de Inspeção

Compete à Fiscalização toda a verificação dos serviços executados, principalmente quanto a:

- Alinhamento, prumada e nivelamento,
- Inexistência de vazios,
- Rachaduras das cantoneiras,
- Arremates nas portas.

Informações Complementares

Devido às diferentes bitolas em que geralmente são fornecidos, os azulejos serão classificados na obra, num mínimo de 4 (quatro) bitolas a critério da Fiscalização, devendo ser aplicados, em cada cômodo, aqueles correspondentes a uma única bitola.

A escolha de material na obra será rigorosa quanto à qualidade e calibragem, sendo descartadas todas as peças que demonstrarem defeitos de superfície, discrepância de bitola empeno e cor.

Antes de ser iniciado serviço de revestimento já deverão ter sido testadas e aprovadas as instalações, as canalizações ou redes condutoras de fluídos em geral.

Deverá ser assegurada a posição das juntas de dilatação da construção.

Nas juntas de dilatação os azulejos ou cerâmicas devem estar afastados entre si 1 cm. As juntas de dilatação da construção deverão ser preenchidas com mastique elástico de coloração próxima à do azulejo ou cerâmicas.

A colocação, normalmente, deverá ser feita de acordo com projeto padrão

11.10 Assentamento de Cobogós de Concreto

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a o assentamento de cobogós de concreto nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Listas de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços, no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Cobogós de concreto, 50 x 50 x 8 cm.
- Cimento comum tipo Portland, artificial, conforme ABNT.
- Areia média, lavada e peneirada, sílico quartzosa de grão anguloso, áspera ao tato, bem graduada, limpa isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, devendo obedecer à especificação do material e à ABNT.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa conforme ABNT.
- Aço CA-60, diâmetro 1/4".

Procedimentos da Execução

Nas alvenarias em cobogós, estes deverão ser assentes com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, ou seja, uma parte de cimento para quatro de areia, medidas em volume.

O traço de argamassa deve ser obedecido rigorosamente, uma vez que dele depende a durabilidade e a resistência do serviço.

A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros de madeira, limpos e estanques, ou ainda, de preferência, mecanicamente.

A mistura dos materiais aglomerante e agregado será feita a seco e modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida coloração uniforme. Depois disto é que se adicionará água até se obter consistência desejada

Serão preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar diariamente, de maneira a ser evitado o início do endurecimento, antes do seu emprego.

Será rejeitada e inutilizada toda argamassa que apresentar vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-lo.

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado, só poderá fazê-lo depois do consentimento expresso, por escrito, da Fiscalização.

Inicialmente, sobre a parede baixa ou "mureta" de concreto existente, será moldada e concretada uma "viga" armada que servirá de base para a alvenaria em cobogós.

Nas juntas de assentamento dos cobogós deverão ser colocados 2 vergalhões de aço CA-60 ∅ 1/4", sendo engastados solidamente à estrutura existente através de colmatagem, conforme desenho.

Os blocos devem ser assentes com regularidade, formando fiadas perfeitamente niveladas prumadas e alinhadas. As juntas deverão ser uniformes e não deverão ultrapassar 15mm na espessura.

Os leitos para assentamento dos blocos devem estar em perfeito nível e os paramentos rigorosamente aprumados.

A argamassa será colocada sobre as paredes dos blocos da fiada já pronta e, sobre esta argamassa serão colocados os vergalhões e depois os blocos e, ligeiramente comprimidos ou batidos com a colher de pedreiro, sendo recolhida para novo emprego a argamassa que refluir.

Critérios de Inspeção

Caberá à Fiscalização a aceitação ou rejeição do serviço, sendo verificado o alinhamento, juntas e dimensões dos cobogós.

Informações Complementares

Os critérios de dimensionamento e fixação estão contidos no Projeto Executivo.

11.11 Assentamento Placas Granito Natural Sobre Superfícies Previamente Regularizadas.

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o assentamento de placas de granito sobre superfícies previamente regularizadas, proporcionando acabamento primoroso em pisos nas bordas das plataformas, mezaninos, escadas, pilares, testeiras, peitoris, chapins, soleiras, rodapés ou em qualquer outro local indicado nos projetos arquitetônicos e a critério da Fiscalização, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Listas de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Borda de Plataforma

- Placas de granito natural apicoado, cinza grafite, andorinha ou equivalente, retangulares, 0,50m x 1,00m, espessura 5 cm, com uma aresta longitudinal, arredondada.

Piso dos Mezaninos, Plataformas, Acessos e Outros

- Placas de granito natural apicoado, cinza grafite, andorinha ou equivalente, quadradas, 0,50 m x 0,50 m, espessura 2 cm, arestas vivas.

Piso das Escadas

- Placas de granito natural, cinza grafite, andorinha ou equivalente, espessura 3 cm, com uma aresta longitudinal, arredondada.

Em Geral

- Cimento comum, tipo Portland, artificial conforme especificação e a ABNT;

- Areia média, lavada e peneirada, sílico-quartzosa, de grão anguloso, áspera ao tato, bem graduada, limpa isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, conforme especificação e ABNT;

- Água doce, isenta de óleos, ácidos álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa, conforme especificação e da ABNT.

Argamassa Recomendada

O assentamento das placas de granito natural sobre as superfícies das lajes de concreto armado previamente regularizadas deverá ser executado com emprego de argamassa mista no traço 1:4:3, ou seja, argamassa de cal e areia no traço 1:4 com adição de cimento na proporção de 1 (uma) parte de cimento para cada 3 (três) partes de argamassa de cal e areia já preparada.

O traço da argamassa, proporção entre aglomerante e agregado, deverá ser obedecido rigorosamente, uma vez que dele depende a durabilidade e a resistência da pavimentação quanto à fixação.

A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros, limpos e estanques, ou ainda, de preferência mecanicamente sempre que possível.

A mistura dos materiais aglomerantes e agregado será feito a seco e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.

Somente após ser completada a mistura a seco, é que se adicionará água em quantidade estritamente necessária e suficiente para se obter a argamassa na consistência desejada.

Serão preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar diariamente, de maneira a ser evitado o início do endurecimento, antes do seu emprego.

Será rejeitada e inutilizada toda a argamassa que apresentar vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-la.

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço especificado ou pretender acrescentar cal, areia e/ou pedrisco à argamassa de assentamento, só poderá fazê-lo depois do consentimento expresso, por escrito, da Fiscalização.

Procedimentos de Execução

As lajes de concreto armado deverão estar preparadas para receber a pavimentação em placas de granito natural, tendo sido previamente tratada por apicoamento e/ou através de um lastro de concreto simples tipo fck ≥ 9,0 MPa para enchimento e regularização dos níveis.

O lastro de concreto funcionará então como "base" da pavimentação de granito, sendo também conhecido como "suporte" com a finalidade de ajustar desvios de linearidade e preparar uma superfície plana, aderente, granulosa, limpa e livre de poeiras, com características convenientes à fixação das placas de granito natural.

O assentamento das placas só poderá ser iniciado após o completo endurecimento do lastro "suporte", ou seja, após 7 (sete) dias, no mínimo, de sua execução, sendo preferível e recomendado "o mais tarde possível", proporcionando cura adequada e desenvolvimento da maior parte de retração do concreto de base.

O serviço deverá ser iniciado com a limpeza completa das superfícies do "suporte", que deverão se apresentar totalmente isentas de impurezas e quaisquer corpos estranhos à obra, sendo a seguir escovadas e lavadas, farta e convenientemente, com água limpa.

Completada a limpeza deverá ser lançada sobre a superfície do suporte, uma "pasta" de cimento e areia, no traço 1:2, que será espalhada com auxílio de uma vassoura.

Em seguida, após serem verificados os níveis, a argamassa recomendada, cimento e areia 1:4:3 em estado úmido e não pastoso, será lançada sobre a superfície em quantidade necessária e suficiente, tomando-se precauções devidas para que espessura de massa nunca seja inferior a 3 (três) centímetros.

Serão assentes, sobre a argamassa, as placas de granito que deverão receber o "batimento" necessário e suficiente para que sejam evitados quaisquer espaços vazios por baixo das placas.

O assentamento será minuciosamente verificado sendo imediatamente retiradas e substituídas as placas que por percussão, transmitam o característico som de pedra "oca", indicativo de má execução do serviço de colocação.

A superfície pavimentada deverá se apresentar perfeitamente plana, com a declividade indicada no projeto e as juntas rigorosamente uniformes e secas de maneira a evitar quaisquer ressaltos de uma placa em relação à outra.

Completado o serviço, as placas de granito serão convenientemente lavadas e escovadas, não sendo, em hipótese alguma , permitida a utilização de ácidos.

Deverão ser asseguradas perfeitamente a posição das juntas de dilatação da construção que deverão ser executadas rigorosamente de acordo com o projeto.

O serviço de assentamento das placas de granito deverá ser executado por pessoal altamente especializado, de conceituada capacidade profissional.

Em superfícies não horizontais como testeiras, guarda-corpos, pilares, muretas, etc., o assentamento das placas de granito será feito por intermédio de grampos para garantir melhor aderência sobre a superfície a ser revestida.

No caso de paredes, muretas, pilares e faces internas dos guarda-corpos os grampos serão fixados diretamente à argamassa de assentamento, sendo as placas devidamente escoradas para que se obtenha prumo e nível perfeitos.

No caso em que as placas estiverem situadas sobre a via (como nas faces externas dos guarda-corpos) ou sobre locais de acesso do público (caso das testeiras por exemplo) as placas terão seus grampos fixados sobre vergalhões ou tela previamente chumbados no concreto.

Os grampos deverão ser de arame de aço galvanizado nº 12 (∅ 2,78 mm) e serão submetidos à aprovação por parte da Fiscalização. Os vergalhões terão diâmetro de 3/16" e serão fixados ao concreto por intermédio de pinos cravados ∅ 1/4" (calibre 22) a cada metro.

A tela a ser utilizada deverá ser do tipo soldada Q 113, também fixada fincapinos cravados ∅ 1/4" a cada metro.

A fixação dos grampos às placas será feita com cola Iberê ou equivalente, através da abertura de um sulco nas pedras. Estes sulcos deverão estar absolutamente limpos na ocasião da colagem dos grampos para permitir perfeita aderência.

Critérios de Inspeção

Deverão ser rejeitadas quaisquer placas que não se apresentem rigorosamente em esquadro, ou que denotem trincas, defeitos de porosidade ou quaisquer outras que possam prejudicar o aspecto do serviço.

Informações Complementares

Os critérios de paginação, arremates e dimensionamento estão contidos no Projeto Executivo.

11.12 Execução de Pisos e Rodapés em Argamassa Industrial de Alta Resistência

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para execução de pisos e rodapés em argamassa industrial de alta resistência nos compartimentos e passarelas de serviço, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Argamassa industrial de alta resistência classe C, conforme Especificações;
- Cimento comum, tipo Portland;
- Areia grossa, lavada e peneirada, sílico-quartzosa, de grão anguloso, áspera ao tato, bem graduada, limpa, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas e terrosas;
- Água doce clara, isenta de óleos, ácidos álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa;
- Material plástico para juntas;
- Lastro de concreto fck ≥ 9,0 MPa, quando ocorrem grandes diferenças de nível.

Procedimentos de Execução

Para o piso industrial de alta resistência, o chapisco, o contrapiso de correção e a camada de argamassa de alta resistência (o piso, propriamente dito) deverão ser aplicados simultaneamente.

A laje de concreto, com idade mínima de 10 dias, deverá ter uma superfície livre de incrustações. Com um forte bater de uma ferramenta pontiaguda, elimina-se as incrustações.

A superfície da laje de concreto será áspera, devendo-se picotear a superfície lisa do concreto.

A superfície da laje de concreto tem que ser limpa. Para tal, efetuar-se-á uma lavagem com muita água, esfregando-se fortemente com a vassoura de piaçaba.

Em seguida, se determina a cota de piso pronto para nortear a fixação das juntas plásticas.

É necessário deixar curar durante dois dias a argamassa de assentamento das juntas. Durante dois dias seguintes, vários trabalhos adicionais serão feitos.

No 1º dia, limpar a laje de concreto com uma escova de aço, removendo as sobras e incrustações oriundas do assentamento das juntas.

No 2º dia, colocar água na laje de concreto onde estão colocadas as juntas. No próximo dia, lavar bem a laje de concreto com um forte esfregar de vassoura de piaçaba. Eliminar toda água, deixando a laje de concreto úmida.

Sobre a laje de concreto úmida, aplicar o chapisco com um forte esfregar de vassoura de piaçaba.

Lançar imediatamente sobre o chapisco fresco (mole) a camada de argamassa do contrapiso de correção. Socar bem o contrapiso. É conveniente usar uma pequena chapa vibradora neste trabalho.

Com uma desempenadeira de madeira, que nas pontas tem um rebaixo igual à espessura da camada de alta resistência a ser lançada, é sarrafeado o contrapiso de correção com uma superfície áspera.

Imediatamente após o lançamento do contrapiso de correção este deve receber um chanfro junto à junta com o riscar da colher de pedreiro. Assim, a camada de alta resistência será engrossada e reforçada nas bordas dos painéis.

Sobre o contrapiso de correção, ainda não endurecido, lança-se a camada de argamassa de alta resistência. Algumas vezes ficam bolhas de ar entre o contrapiso de correção e a camada do piso de alta resistência, ou equivalente principalmente ao longo das juntas e, quase sempre, no canto formado pela interseção de duas juntas. O pedreiro deve ter o cuidado adicional de bater com insistência a argamassa de alta resistência (ao longo das juntas) com a aresta cortante da colher de pedreiro, para que as eventuais bolhas de ar sejam eliminadas.

Com a desempenadeira de madeira é sarrafeada a camada de alta resistência. As condições de trabalho são melhores usando-se uma desempenadeira de alumínio (perfil de alumínio de 2 x 1 polegada).

A argamassa de alta resistência, estando um tanto endurecida, deve-se alisá-la com uma desempenadeira metálica, que fará um acabamento liso ao piso.

Se nestes trabalhos finais constatar-se que na superfície da última camada há excesso de água e formação de nata de cimento, deve-se, nos próximos traços de argamassa, corrigir o teor de água.

O pedreiro costuma corrigir a formação de nata pulverizando cimento sobre essa última camada molhada demais. Este modo de proceder provoca resultados danosos, pois o traço da argamassa é alterado na superfície.

O piso industrial de alta resistência tem que receber uma cura perfeita. É necessário cobri-lo, o mais cedo possível com uma camada de areia de 3cm de espessura, molhando-a de 3 a 4 vezes por dia, durante 8 dias. É imprescindível evitar que, durante a execução e cura, o piso receba ação de raios solares, correntezas de ar e variações acentuadas de temperatura.

O piso industrial de alta resistência poderá ter uma superfície áspera, ou também chamada "antiderrapante". Após o acabamento deste piso com a desempenadeira metálica, aguarda-se pouco tempo (1/2 ou 1 hora) deixando endurecer o piso. Uma esponja encharcada com água é espremida acima do mesmo. Imediatamente é recolhida a poça de água com a mesma esponja. Nesta operação a esponja também absorve o cimento superficial, deixando expostos os grãos da argamassa de alta resistência.

O piso industrial de alta resistência, é beneficiado com um traço rico de cimento e, consequentemente, requer a colocação de juntas, para evitar o aparecimento de fissuras e outros danos. A junta é uma linha relativamente fraca às solicitações do trânsito industrial e, sendo assim, é necessário todo cuidado no beneficiar.

a) A junta no piso de alta resistência deve ser de fina espessura, não podendo ser mais fina que as juntas existentes na laje de concreto.

b) Dois painéis vizinhos à junta devem ser bem nivelados.

c) Não usar junta de madeira, que é um material de vida relativamente curta e se desfibra com as solicitações do trânsito industrial.

d) Usar juntas de plástico.

- Espessura da camada de alta resistência 8 mm

- Espessura do contrapiso 22 mm
- Espessura total do piso industrial de alta resistência 30 mm
- Solicitação do trânsito industrial leve

As juntas devem transpassar a camada de alta resistência e o contrapiso de correção. É obrigatório colocar juntas no piso industrial de alta resistência, onde existem juntas nas lajes de concreto. Independentemente destas juntas, essa argamassa de alta resistência deve receber juntas limitando painéis de piso de dimensões de 1,20 x 1,20 m, aproximadamente. Com as juntas, executar painéis de piso de forma mais ou menos quadrada. Não serão permitidos painéis de forma retangular.

O piso industrial de alta resistência com acabamento liso à desempenadeira metálica, após a cura, deverá receber um polimento. Este polimento é executado com pedras esmeris colocadas em máquina rotativa deslizando sobre o piso. A máquina rotativa, também chamada politriz, pode ter um ou dois discos para receber as pedras esmeris. A politriz de dois discos, pelo seu peso mais elevado e maior superfície de apoio, fornece mais rendimento na operação de polimento.

Para polir o piso é indicado o uso de uma pedra esmeril macia, que tem um desgaste relativamente rápido, e também uma boa produção. Contrariamente, uma pedra esmeril dura tem um lento desgaste, porém, trabalhando sobre a superfície dura (piso industrial de alta resistência), resulta que ela "espelha", perdendo sua ação abrasiva.

O piso industrial de alta resistência é polido quando está molhado, isto é, o polidor molha periodicamente a área onde trabalha politriz. Com o auxílio de um rodo para puxar a água suja do polimento verificar-se-á se é necessário insistir mais nesse polimento para obter um acabamento esmerado.

Os trabalhos de polimento não devem ser auxiliados com adição de areia.

O polimento deste tipo de piso só deve ser executado, no mínimo, 8 dias após a aplicação, pois lembramos que o cimento tem que endurecer.

Quando o piso é bem polido, não tem mais "panelas" de nata de cimento.

O corante a ser usado é o preto, pois além de tudo, sobressai bastante na tonalidade com o beneficiamento de cimento Portland cinza.

É recomendado usar-se uma concentração de 5% de corante sobre o peso do cimento. Assim na argamassadeira, é preparado o traço (ou múltiplo):

- 2 sacos de mineral de composição da argamassa de alta resistência (100 kg)
- 1 saco de cimento (50 kg);
- 2,5 quilos de corante preto.

Se a camada de argamassa de alta resistência for aplicada na espessura de 8 mm (consumo de cimento: 7 kg/m2), o corante é 0,350 kg por metro quadrado de piso.

É recomendável adicionar o corante à mistura cimento e pó de argamassa mineral ou similar sem água.

É ideal efetuar esta mistura em argamassadeira limpa e seca.

Critérios de Inspeção

Compete à Fiscalização toda verificação do serviço, principalmente quanto ao:

- Requadramento dos painéis;
- Assentamento da argamassa;
- Arremates do rodapé e junto a soleira;
- Polimento.

Informações Complementares

Para os rodapés serão seguidos todos os critérios descritos nesta especificação.

Os rodapés deverão ter os seus cantos boleados, espessura de 10mm e altura igual a 10cm.

Em casos em que a superfície a ser pavimentada for muito extensa, aconselha-se o uso da régua vibradora.

Cada polidor, tem a sua preferência pela qualidade de pedra esmeril para polir o piso. Geralmente efetuam-se três demãos de polimento com três tipos de pedra de esmeril.

1ª demão: C.036 P.VGW

2ª demão: C.080 P.VGW

3ª demão: C.120 P.VGW

Os números 036, 080, 120 indicam o tamanho do grão da pedra esmeril: O grão (malha) 036 é bem mais grosso em relação ao grão (malha) 120. Um polimento extremamente apurado poderá ser feito com uma 4ª demão de polimento, usando a pedra esmeril: C.120 P.VGW (Carborundum). A letra C, anteposta ao número na nomenclatura, indica que a pedra esmeril é feita de carbureto de silício. Os fabricantes de pedra esmeril, assim como a Carborundum, usam os tijolos de esmeril as letras M, N, O, P, Q, R, S e T para indicar se a pedra esmeril é macia (M) ou dura (T). Para polir o piso deve ser usada a pedra esmeril (tijolo) da classe P ou Q.

As letras finais da nomenclatura indicam o aglutinante usado para fabricar o esmeril.

O piso industrial de alta resistência, para ter todas as suas qualidades técnicas, tem de ser beneficiado com cimento Portland cinza. Não deve ser usado cimento branco, pois ele não fornece uma argamassa de resistência elevadas.

11.13 Pavimentação de Cerâmica - Ladrilhos Cerâmicos

Objetivo

Esta Especificação fixa a qualidade exigível para a aplicação de ladrilhos cerâmicos, sobre superfície previamente regularizada nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e

pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, as normas ABNT pertinentes ao assunto.

Esta especificação prevalecerá sobre a Norma acima citada, no caso em que for mais restritiva.

Materiais

Ladrilhos cerâmicos.

Cimento comum, tipo Portland.

Areia média lavada e peneirada, sílico-quartzosa, de grão anguloso, áspera ao tato, bem graduada, limpa, isenta de argilas, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, devendo obedecer a especificação de material.

Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa.

Procedimentos de Execução

As lajes de concreto armado deverão estar preparadas para receber a pavimentação, tendo sido previamente regularizadas através de um lastro de concreto simples tipo fck ≥ 9,0 MPa que funcionará como "base" ou "contra-piso".

O assentamento dos ladrilhos cerâmicos somente poderá ser iniciado após 7 (sete) dias de execução do contra-piso, a fim de que seja proporcionada cura adequada e o desenvolvimento da maior parte de retração do concreto de base.

Antes de ser iniciada a pavimentação, já deverão ter sido testadas e aprovadas pela Fiscalização todas as canalizações ou redes de esgoto existentes, previstas no projeto de instalações.

O serviço será iniciado com a completa limpeza das superfícies do "contra-piso" que deverão se apresentar isentas de impurezas e detritos e serão a seguir lavadas e escovadas.

Completada a limpeza, lançar sobre a superfície do "contra-piso", uma pasta de cimento e areia no traço 1:2, que será espalhada com auxílio de uma vassoura.

A seguir, após serem tiradas as "mestras" nos cantos e no centro do compartimento (referências básicas de níveis), lançar a argamassa de assentamento sobre a superfície, sarrafeando com auxílio de régua de madeira, regularizando e uniformizando assim todo o "plano" da superfície.

Preparo da argamassa de assentamento. O serviço de assentamento deverá ser executado com emprego de argamassa de cimento e areia no traço 1:3, ou seja, 1 parte de cimento para 3 partes de areia, medidas em volume.

O traço da argamassa deverá ser obedecido rigorosamente, uma vez que dela depende a durabilidade e a resistência da pavimentação.

A argamassa será preparada sob coberta, em caixões ou tabuleiros, limpos e estanques, ou ainda, de preferência mecanicamente sempre que possível.

A mistura dos materiais aglomerantes e agregado será feita a seco e de modo perfeito, isto é, o mais intimamente possível, até ser obtida uma coloração uniforme.

Somente após ser completada a mistura a seco, é que se adicionará água em quantidade estritamente necessária e suficiente para se obter a argamassa na consistência desejada.

Serão preparadas quantidades de argamassa na medida das necessidades dos serviços a executar diariamente, de maneira a ser evitado o início do endurecimento, antes do seu emprego.

Será rejeitada e inutilizada toda a argamassa que apresente vestígios de endurecimento, sendo expressamente vedado tornar a amassá-la.

A espessura máxima da argamassa de assentamento será igual a 25 mm (vinte e cinco milímetros). Quando o desnível exigir maior espessura desta argamassa a diferença será tirada com a aplicação de uma camada inicial de argamassa de cimento e areia no traço 1:4 sobre o lastro de concreto de base que receberá a argamassa assentada somente após 7 (sete) dias com prévia limpeza.

Após estendido o lençol de argamassa, estando esta ainda fresca será polvilhada com cimento em pó na proporção de 1litro para cada m2 (metro quadrado), objetivando a formação de nata de cimento para a melhor fixação dos ladrilhos cerâmicos.

Imediatamente após o polvilhamento serão assentes os ladrilhos, comprimindo os levemente com o cabo da colher até a posição correta e batendo com auxílio de uma régua de madeira para desempenar toda superfície ladrilhada.

Para grandes áreas, uma vez colocado o piso, as peças cerâmicas poderão ser niveladas mecanicamente, por meio de batedeira niveladora.

Após serem batidos, os pisos serão limpos e permanecerão em repouso por quarenta e oito horas, quando será procedido o rejuntamento, após a liberação da Fiscalização.

O rejuntamento será executado com cimento comum e areia fina traço 1:2 (uma parte de cimento para duas partes de areia fina).

Deverão ser limpas as rebarbas antes do endurecimento do cimento na superfície das placas.

Quando o piso estiver sujeito ao ataque de álcalis e de ácidos deverão ser utilizados rejuntamento anti-corrosivos.

Todos os pisos assentados terão declividade mínima de 1,5% em direção aos ralos ou grelhas, o que será verificado com água pela Fiscalização.

Não será permitido o assentamento das placas que não hajam permanecido imersas em água limpa no mínimo durante as 12 (doze) horas que precederem sua aplicação.

A escolha das placas na hora deverá ser rigorosa quanto à qualidade, aparência e calibragem, devendo ser descartadas as peças que apresentarem defeitos de superfície ou discrepância de bitola, empeno e cor.

As placas cerâmicas serão dispostas em mata-junta, não ultrapassando 10 mm de largura.

Precauções "especiais" serão tomadas objetivando evitar sempre que possível junto às paredes laterais, faixas de arremate com larguras inferiores a 1/3 da placa.

Os arremates junto às paredes, grelhas ou ralos, serão executados com peças cortadas com auxílio de um martelo especial ou torquesa, mas não apresentarão rachaduras ou emendas.

A limpeza das placas cerâmicas será feita com emprego de pano limpo levemente umedecido em água, e será feita com especial cuidado, a fim de se evitar posterior limpeza com ácido, nada recomendável.

A superfície pavimentada será testada, sendo verificada a perfeita colocação das placas, percutindo-se as peças sendo imediatamente substituídas aquelas que denotarem pouca segurança soando "choco".

Critérios de Inspeção

Compete à Fiscalização toda a verificação dos serviços, principalmente quanto a:

- Assentamento;
- Alinhamento e nivelamento;
- Rejuntamento;
- Arremates, etc.

Informações Complementares

No caso do Construtor ser forçado a modificar o traço da argamassa, somente poderá fazê-lo após consentimento por escrito da Fiscalização.

Deverão ser asseguradas perfeitamente as posições das juntas de dilatação da construção.

Durante 72 (setenta e duas) horas após a conclusão dos serviços, será terminantemente proibido o trânsito de pessoas sobre a área ladrilhada, ainda que com tábua de proteção.

11.14 Piso de Concreto Intertravado

Documento De Referência

NBR-9781 Peças de concreto para pavimentação.

Generalidades

As recomendações contidas na NBR-9781, são consideradas parte integrante dos critérios de aceitação das peças pré-moldadas, estabelecidos nesta Especificação.

Os trabalhos de execução da pavimentação são de inteira responsabilidade da Contratada e abrangerão:

- o fornecimento dos equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários à colocação, assentamento e adensamento dos pré-moldados, tudo de acordo com as indicações do Projeto;

- o fornecimento das peças pré-moldadas, com formatos e dimensões conforme indicado nos Desenhos de Projeto;

a realização de ensaios de recepção dos materiais, bem como o controle da execução dos concretos moldados no local, utilizados, quando necessário, para complementar os serviços de pavimentação.

Condições Gerais

A pavimentação articulada deverá ser executada conforme as indicações dos Desenhos de Projeto.

As peças pré-moldadas deverão atender às exigências do Projeto relativamente a dimensões em planta, altura e resistência característica.

No caso de haver manifestação do Projeto, as peças pré-moldadas deverão apresentar as seguintes dimensões:

- comprimento máximo 400 mm
- largura mínima 100 mm
- altura mínima 60mm

Materiais

A areia a ser utilizada no lastro deverá ser natural, lavada, de origem quartzosa, e estar livre de torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas.

Fabricação das Peças Pré-Moldadas

As peças pré-moldadas de concreto deverão ser fabricadas por processos que assegurem:

- obtenção de um concreto de elevada compacidade, de modo a atender às exigências desta Especificação;

- na inspeção visual identificar a não ocorrência de trincas, fraturas, lascas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento, o desempenho estrutural, a durabilidade ou a estética do pavimento.

Amostragem

A amostragem de cada lote será feita, a critério da Fiscalização, na fábrica ou no local de entrega.

As amostras destinadas à caracterização da qualidade de um conjunto de peças, que permita executar 300 m2 de pavimentação, deverão ter no mínimo 6 (seis) peças, para o primeiro lote. Para cada 50 m2 adicionais será colhida mais uma peça, até que sejam totalizadas 32 peças.

Após a obtenção das 32 peças será formado o lote seguinte e, assim, sucessivamente.

Todas as peças das amostras deverão ser identificadas com numeração individual, associada ao lote a que ela pertence.

Ensaios

As amostras deverão ser ensaiadas a compressão axial de acordo com a NBR-9780.

A critério da Fiscalização os ensaios poderão ser executados no próprio canteiro de fabricação, desde que esteja devidamente aparelhado.

As medidas das peças deverão ser tomadas de acordo com a NBR-9780.

Critérios de Aceitação ou Rejeição do Lote de Peças Pré-Moldadas

O lote de peças pré-moldadas será aceito se:

- As peças do lote apresentarem no máximo as seguintes variações:

- 3 mm no comprimento e na largura;

- 5 mm na altura.

- A resistência característica estimada à compressão (fpk est) resultar:

  - maior ou igual a 35 MPa, para as solicitações de veículos comerciais de linha;

  - maior ou igual a 50 MPa, quando houver tráfego de veículos especiais ou solicitações que venham a produzir desgaste por abrasão.

A resistência característica estimada será calculada através da seguinte expressão:

$f_{pk,est} = f_p - t \times s$ onde:

$f_{pk,est}$ = resistência característica à compressão, em MPa;

f_p = resistência média das peças ensaiadas de acordo com a NBR-9780, em MPa;

s = desvio padrão da amostra, em MPa;

n = número de peças da amostra;

t = coeficiente de Student, fornecidos no quadro abaixo, em função do número de peças da amostra:

n	t
6	0,920
7	0,906
8	0,896

9	0,889
10	0,883
12	0,876
14	0,870
16	0,866
18	0,863
20	0,861
22	0,859
24	0,858
26	0,856
28	0,855
30	0,854
32	0,842

O não atendimento a qualquer um dos itens acima descritos implicará na rejeição de lote.

Também será rejeitado se na inspeção visual, descrita no item 5 desta Especificação, o total de peças defeituosas superar a 5% do total de peças do lote.

O lote rejeitado deverá ser retirado do local da obra sem ônus para ao Metrô de Fortaleza.

Execução da Pavimentação Articulada

As operações de assentamento das peças pré-moldadas de concreto, serão iniciadas após a conclusão dos serviços de drenagem e liberação da camada subjacente.

Sobre a sub-base concluída, será lançada uma camada de material granular inerte, areia ou pó de pedra, com espessura uniforme de 5 cm, sobre a qual serão assentadas as peças pré-moldadas de concreto.

O assentamento será iniciado com uma fileira de peças dispostas na direção da menor dimensão da área a pavimentar, a qual servirá como guia para melhor disposição das peças.

O arremate com alinhamentos existentes ou com superfícies verticais, será feito com auxilio de peças pré-moldadas cortadas em forma de 1/4, 1/2 ou 3/4 de peça.

O enchimento das juntas será feito com areia, pedriscos, ou outro material granular inerte, vibrando-se a superfície com placas ou com pequenos rolos vibratórios.

Desde que devidamente autorizado pela Fiscalização, a Contratada poderá entregar o trecho ao tráfego, por prazo não inferior a dez dias, para que se processe devidamente o adensamento do material de enchimento.

Após a vibração, ou o prazo acima especificado, serão efetuados os acertos necessários e a complementação do material granular de enchimento até 3/4 da espessura das peças pré-moldadas.

As juntas assim preparadas, serão seladas com materiais apropriado que deverá ser suficientemente adesivo às peças pré-moldadas de concreto, impermeável à água, dúctil, não devendo fluir em dias mais quentes ou tornar-se quebradiço nos dias mais frios.

Poderão, ainda, ser aplicadas misturas de materiais betuminosos com materiais inertes insolúveis em derivados de petróleo, desde que satisfaçam a estas condições.

Em locais de estacionamento, sujeitos a respingos de óleo ou gasolina, as juntas deverão ser seladas com alcatrão.

A abertura das juntas deverá estar compreendida entre 5 e 10 mm, salvo nas regiões de arremates.

Não serão tolerados desníveis superiores a 5 mm, entre os bordos das juntas.

Critérios de Aceitação ou Rejeição dos Serviços de Pavimentação

A área pavimentada será aceita se forem atendidos a todos os requisitos anteriormente descritos.

Não havendo atendimento aos requisitos estabelecidos nesta Especificação a Fiscalização somente procederá à sua aceitação se as anomalias constatadas forem corretamente corrigidas. Caso contrário os serviços serão rejeitados.

11.15 Pintura com Tinta Acrílica

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para pintura de superfícies de concreto ou alvenaria de tijolos com tinta acrílica, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Massa do tipo acrílico;

Tinta de emulsão à base de resinas acrílicas;

Procedimentos de Execução

No caso de alvenaria, a superfície depois de limpa receberá uma camada fina de tinta acrílica com 30 a 50% de diluição, espessura seca 13 micra, com rendimento de 68 m^2/galão. Após, faz-se a aplicação de massa do tipo acrílico, espessura variável, com rendimento de 10 a 20 m^2/galão, para o perfeito nivelamento da superfície. O tempo de secagem será no máximo 6 horas, sem tempo máximo entre demãos subseqüentes.

A pintura final de acabamento deverá ser realizada com tinta acrílica, conforme especificações, nas cores a serem estabelecidas pela Fiscalização.

Deverão ser aplicadas 2 demãos da tinta de acabamento com rendimento aproximado de 35 m^2/galão, demão, sendo a espessura do filme de tinta da película seca por demão da ordem de 25 micra.

O tempo de secagem será de 16 horas, no mínimo, e 24 horas, no máximo, para repintura.

A pintura poderá ser feita a trincha, rolo ou pistola e poderá ser diluída com solvente indicado pelo fabricante com até 10% sobre o volume original.

Deverá ser executada a formulação compatível da tinta e a limpeza adequada da superfície. A ausência destes requisitos causará descascamento.

Critérios de Inspeção

A superfície pintada deverá ficar perfeitamente lisa, sem manchas, riscos, etc., com uma coloração perfeitamente uniforme. Para isto deverão ser verificados os seguintes itens:

- Espessura da película de tinta aplicada,
- Existência ou não de escorrimento, empolamento, descascamento.

Informação Complementares

A aplicação da tinta acrílica deverá ser feita sob orientação do fabricante.

11.16 Caiação

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a execução de pintura e caiação, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada,

carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Cal aérea, hidratada (já extinta e "repousa"), de fabricação conhecida, livre de impurezas, bem cozida e limpa conforme especificação do material.

Água doce, clara, isenta de óleo, ácidos, álcalis, materiais orgânicos e outras substâncias que possam prejudicar o serviço.

Procedimentos de Execução

Preparo da Tinta

Esta pintura será executada com cal extinta. Para a extinção da cal, é necessário que permaneça 48 horas junto com água, num recipiente limpo, sendo o volume de água igual a três vezes o volume da cal.

No dia seguinte ao início da extinção, a pasta branca de cal será peneirada com peneira com 1mm de malha, a fim de que sejam eliminados os grânulos e que se obtenha a textura desejada. Após a extinção e peneiramento da cal, inicia-se o preparo da tinta propriamente dita como se segue:

Adicionar água à pasta de cal;

Adicionar 0,5% em volume de óleo de linhaça;

Adicionar o corante desejado.

Execução

Antes do início da caiação, as paredes e o teto deverão ser preparados, retirando-se as sobras de massa e poeira e aplicando-se duas demãos de sabão neutro a quente, uma no sentido vertical, outra no horizontal, visando impermeabilizar a pintura.

Após a secagem desta impermeabilização, a caiação será aplicada com brocha, sendo cada demão num sentido, a fim de se evitar riscos.

O número de demãos será o necessário para se atingir a tonalidade desejada.

Após o término da pintura, será obrigatória a limpeza dos respingos que tiverem ocorrido nas superfícies que não deveriam ser pintadas.

Critérios de Inspeção

A superfície pintada deverá ficar com uma coloração uniforme, perfeitamente lisa, sem manchas, riscos ou qualquer outro defeito que prejudique o aspecto estético do serviço.

Informações Complementares

A critério da Fiscalização, será permitida a execução da caiação com tintas prontas.

11.17 Pintura em Tinta Epoxi

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a execução de pintura epoxi nos locais indicados em projeto, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Zarcão epoxi;
- Tinta epoxi;

Procedimento da Execução

A preparação da superfície será feita através de ferramenta mecanizada ou limpeza com jato de areia conforme especificações equivalente ou padrão sueco S/S 05 5900 CSa 2 1/2.

A pintura de base será feita com zarção epoxi conforme especificações em 2 demãos subseqüentes.

A espessura do filme de tinta deverá ser da ordem de 40 micra por demão. O tempo de secagem entre duas demãos subseqüentes deverá ser de 4 a 6 horas. A pintura do acabamento será feita em tinta epoxi em 2 demãos sucessivas, nas cores estabelecidas em projeto.

A espessura do filme da tinta, película seca, será da ordem de 40 micros por demão.

O tempo de secagem entre demãos subsequentes será de 8 horas.

Durante a execução deverão ser tomadas providências para que não ocorram defeitos tais como:

- **Espessura excessivamente desuniforme**

A espessura da película deve situar-se na faixa de10% a menos 20% a mais que a especificada. Variações excessivas podem causar deficiências de proteção.

- **Escorrimento**
- Impregnação por abrasivo

  Não deve haver jateamento nas proximidades de tintas que não tenham atingido secagem de toque.

- Empolamento

  Não deve ser efetuada a pintura em condições de umidade relativa superior a 80% e temperatura de chapa inferior a 5º C. Caso não sejam constatadas estas condições ocorrerá a formação de módulos pelo aprisionamento de um fluido na parte inferior da película.

- Empoamento

  Não deve haver incidência de raios ultravioleta sobre a superfície pintada ou em pintura sob pena da perda de brilho e liberação de pigmento por degradação de resina.

- Faturamento

  Não deve haver perda de flexibilidade da película. Costuma acontecer em películas muito duras aplicadas em grandes espessuras.

- Descascamento

  Deve ser verificada a ausência de contaminação da chapa, limpeza adequada e formulações compatíveis. A ausência de um destes requisitos ocasionará a perda de aderência entre a película e o substrato ou das diversas demãos entre si.

- Enrugamento

  Películas muito espessas ou solventes extremamente voláteis poderão causar ondulação da película por secagem irregular. Devem ser, então verificados os solventes utilizados e a espessura das películas.

  No caso da pintura à pistola, deverá ser verificada a não utilização de solvente muito volátil, a não aproximação excessiva da pistola ou a utilização da pistola com uma atomização inadequada. Caso alguns destes requisitos não se verifiquem ocorrerá um defeito chamado "pele de laranja", isto é, a aparência da película se tornará semelhante á casca de laranja.

Critérios de Inspeção

A superfície pintada deverá ter coloração uniforme, ficar perfeitamente lisa, sem manchas e riscos. Para isto deverão ser verificados os seguintes itens:

- Espessura da película de tinta aplicada.
- Existência ou não de escorrimento, faturamento, descascamento, enrugamento,
- Ausência do defeito pele laranja.

Informações Complementares

A pintura deverá ser feita obrigatoriamente a trincha, nos locais onde houver cordões de solda.

11.18 Pavimentação em Pedras Portuguesas

Objetivo

Esta Especificação de serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para pavimentação em pedras portuguesas nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo de serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Normas

Deverão ser obedecidas, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Esta especificação prevalecerá sobre as Normas acima citadas, no caso em que for mais restritiva.

Materiais

- Diabásio em fragmentos irregulares de dimensões compreendidas entre 30 e 70 mm.
- Cimento comum, tipo Portland, artificial, conforme especificação de material e normas da ABNT.
- Área média, lavada e peneirada, sílico quartzosa, isenta de argila, sais e substâncias orgânicas ou terrosas, devendo obedecer à especificação de material.
- Água doce, clara, isenta de óleos, ácidos. álcalis, materiais orgânicas e outras substâncias que possam prejudicar o endurecimento da argamassa.
- Madeira - compensado ou madeirit.

Procedimentos de Execução

Quando o assentamento for feito diretamente sobre o solo, este deverá estar bem apiloado e nivelado, de acordo com os níveis e declividade previstos.

Quando o assentamento for feito diretamente sobre lajes de concreto, estas deverão ser previamente apicoadas.

Para o assentamento, será estendida uma camada de mistura seca de cimento, areia e saibro (traço 1: 2: 3) com espessura mínima de 3cm, sobre a qual o mosaico será composto.

Após a colocação das pedras, estas serão convenientemente irrigadas e comprimidas com soquetes de madeira.

Após esta fase o mesmo traço será espalhado sobre o mosaico com auxílio de uma vassoura para preencher os vazios das juntas, porventura existentes.

A superfície deverá ficar perfeitamente unida, desempenada e sem saliências visíveis.

Para que o desenho fique regular e homogêneo, deverão ser feitos gabaritos de execução em compensado ou Madeirit.

Após a conclusão do serviço, as áreas pavimentadas deverão ser protegidas com tábuas de pinho, sobre as quais poderão trafegar quando necessário, pedestres e carros de mão. Esta proteção deverá ser mantida por pelo menos 24 horas após a conclusão do serviço.

Critérios de Inspeção

Compete à Fiscalização toda a verificação e aceitação dos serviços, visando principalmente:

- Nivelamento
- Assentamento
- Tonalidade do material
- Qualidade do material

Informações Complementares

Os gabaritos a serem executados para formação do desenho deverão seguir a orientação da Fiscalização.

11.19 Gradis Externos

Objetivo

Esta Especificação de Serviço determina as normas, requisitos básicos e condições obedecidas para a instalação de gradis metálicos nas escadas de acesso, nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo de Serviço

O escopo de serviço compreende o fornecimento, de todos os materiais, nos locais de instalações e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os Projetos fornecidos pelo METROFOR para a contração dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Lista de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Barra chata de aço carbono de 2"5/8"x1/2
- Barra chata de aço carbono de 2"5/8"x1"
- Chapa recortada de aço carbono de 1/2
- Chumbador de expansão 3/8" com parafuso
- Placa em aço carbono de 180 mm x 125 mm, espessura de 3/8".

Procedimentos de Execução

Serão executados em aço carbono pintado conforme ES. Nº 24.09/S com tinta a base de borracha clorada conforme especificações.

Deverá ser previamente fornecida amostra da pintura, na cor especializada, para aprovação pela Fiscalização.

Todas as soldas e cantos vivos deverão ser perfeitamente esmerilhados e alisados no sentido de protegerem as mãos dos transeuntes.

Os perfis e barras soldados deverão posteriormente apresentar aspecto uniforme, com todos os elementos totalmente paralelos e sem empenamentos.

As gradis serão fixados com chumbadores expansivos tipo UR Ø 3/8" (mínimo) com parafuso cadmiado.

Toda furação necessária nas chapas de fixação será executada com emprego de brocas ou máquinas de furar, sendo vedado o uso de furadores tipo "punção". Todos os furos dos parafusos serão escariados e as asperezas limadas, sendo alongados para permitir ajustes futuros.

O processo de fixação deverá assegurar que os gradis suportem carga lateral de 500 quilos, aplicada no topo dos montantes.

Será obrigatória medição prévia dos locais de instalação na obra, pelo fabricante, antes da execução das peças, de modo que não haja incompatibilidade de dimensão entre os materiais fornecidos e a situação existente no local, ficando a correção destas incompatibilidade, se ocorrerem, sob inteira responsabilidade do Construtor.

Critérios de Inspeção

Os gradis metálicos deverão estar bem alinhado e nivelados, perfeitamente fixados e não apresentar com flexa máxima medidas superior a 2 mm.

Informações Complementares

Os critérios de paginação, fixação e dimensionamento estarão contidos no Projeto Executivo.

11.20 Corrimão de Aço Inox

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o recebimento e instalação de Corrimãos de aço inox para escadas fixas das obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo de Serviço

O escopo de serviço compreende o fornecimento, de todos os materiais, nos locais de instalações e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão de obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os Projetos fornecidos pelo METROFOR para a contração dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Lista de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

- Chapas de aço inoxidável nº 16;
- Peças de madeira de lei;.
- Buchas S/8 e S/6 de nylon especial com parafusos cadmiados de diâmetro igual a 55mm e 35mm, respectivamente;
- Parafuso cadmiado com porca W 1/4";

- Cantoneiras em chapa de aço galvanizado espessura 3/16";
- Chumbadores de expansão;
- Chapa de aço 1/8" galvanizado;
- Sapatilhas em chapa de aço nº 16 de 160 x x60mm;
- Chapa de aço de 1/4"' galvanizado;
- Barra chata de aço de 2" x 1 1/2.

Procedimentos de Execução

Os corrimãos deverão ser executados em chapa de aço inox dobradas e em todos os locais de emendas ou ângulos; as diferentes peças tubulares serão reforçados por tarugo de madeira de lei, conforme projeto.

As peças de fixação dos corrimãos, serão executadas em aço galvanizado.

Os corrimãos laterais serão rigidamente fixados asa paredes laterais, através de buchas S/8 e S/6 de nylon especial com parafusos de diâmetro igual a 55mm e 35mm respectivamente, sendo utilizadas cantoneiras de aço galvanizado soldadas ao corrimão, conforme indicam os detalhes do projeto.

Os corrimãos centrais serão acoplados a montantes constituídos de barra chata de aço 2” x 1 ½" e chapas de aço nº 16 fixadas aos degraus de concreto através de chumbadores de diâmetro igual a 3/8”.

Os corrimãos centrais somente serão usados nas escadas cuja largura seja igual ou superior a 4 metros.

Os corrimãos seguem a mesma inclinação das escadas e distam 80cm do piso acabado à sua parte superior.

Toda furação necessária será executada com emprego de brocas ou máquinas de furar, sendo expressamente vedado o uso de furadores tipo punção, mesmo no canteiro da obra. Todos os furos dos parafusos ou rebites serão cuidadosamente escariados e as aspereza perfeitamente limadas, devendo exceder de 1 mm (um milímetro) o diâmetro do respectivo parafuso ou rebite.

Nas operações de esmerilhamento, para remover defeitos da superfície, deverão ser usados abrasivos grossos.

Estes serão empregados em seqüência crescente de finura de grão objetivando a preparação de uma superfície adequada para o polimento posterior.

Quando houver imperfeições locais em folhas, chapas ou barras, essa devem ser removidas com uma roda de tecido dura e abrasivo grosso como o n.º 60 ou 80. Mas se as imperfeições forem profundas, ou se for preciso esmerilhar bordas de solda, pode ser necessário usar rodas mecânicas com abrasivos mais grosso como o n.º 30 ou 40.

Em seguida, deverão ser usados abrasivos médios, antes de se acabar a superfície , como o n.º 100 ou 120, para completar os trabalhos de preparação da superfície para as operações da fase seguinte e final.

Todavia, asa chapas e fitas acabadas por laminação a frio, como as de n.º 2B (acabamento de fábrica), ou de peças formadas desse material e não recozidos e decapadas, podem não precisar de esmerilhamento grosseiro e o polimento, então, poderá ser executado imediatamente.

O polimento deverá ser feito com rodas macias de tecido ou equivalente, bem ventiladas, usando abrasivos finos e um lubrificante,

A escolha do abrasivo próprio para o início das operações, dependerá do último abrasivo usando nas operações, anteriores de esmerilhamento.

Entretanto, recomenda-se que sejam iniciadas com emprego de abrasivos n.º 100 ou 120, combinados com lubrificante, fornecidos em forma de bastões ou de barras.

Os próximos passos deverão ser com o uso de abrasivos nº s 140 ou 160 para acabamento meio fosco, seguidos dos abrasivos finos nº 180 ou 200 para que as superfícies apresentem realmente o acabamento fosco especificado.

Critérios de Inspeção

Os corrimãos prontos deverão estar perfeitamente alinhados e nivelados, sem emendas desencontradas, perfeitamente limpos e isento de manchas e arranhões.

O constatado desvio máximo do plano ou linha teóricos das superfícies dos corrimãos deverão estar dentro dos limites de ± 1 mm.

Informações Básicas

Os critérios de dimensionamento, fixação e arremates estão contidos no Projeto Executivo.

11.21 Módulos de Fechamento dos Torniquetes

Objetivo

Esta Especificação de Serviço determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o fornecimento completo e a montagem dos módulos de fechamento dos torniquetes nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo do Serviço

O escopo do serviço compreende o fornecimento de todos os materiais, nos locais de instalação e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e Fiscalização, incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os Projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Lista de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Os materiais principais e seus requisitos básicos serão definidos no Projeto Executivo.

Informações Complementares

Deverão existir três tipos de módulos, a saber:

- **Módulos Fixo Padrão**

  Terá dimensões padronizadas de 800 mm de largura por 1000 mm de altura.

- **Módulo tipo Portinhola**

  Terá dimensões padronizadas de 800 mm de largura, 1000 mm de altura, não possuindo entretanto, sapatas.

  Possuirá um sistema de gonzos e fechadura do tipo especificado, sendo que todos os módulos tipo portinhola deverão possuir fechaduras com a mesma metragem.

- **Módulo de Arremate de Canto**

  Terá dimensões padronizadas de 300 mm de largura por 1000 mm de altura, devendo ser prevista de um lado, fixação diretamente as paredes e/ou pilares, através de um sistema regulável que permita compensar pequenas diferenças dos vãos, onde serão instalados os módulos

  Este sistema regulável constará de um prolongador em alumínio, pintado também em preto, conforme projeto padrão.

  Deverão ser colocados, em cada vão a ser fechado, tantos módulos padrão quanto possível (fixo e/ou portinhola conforme distribuição específica a ser fornecida pelo METROFOR para cada local de instalação).

  O restante será completado com um ou dois módulos de arremate, conforme o caso.

11.22 Guarda-Corpos de Aço Inox e Vidro

Objetivo

Esta Especificação de Serviço determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para o fornecimento e instalação dos guarda-corpos em aço inoxidável e vidros nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo de Serviço

O escopo de serviço compreende fornecimento, de todos os materiais, nos locais de instalações e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Lista de Materiais e Procedimentos de Instalação e manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Conforme especificação de materiais, constante do Projeto Executivo.

Fabricação

Somente será permitido o emprego de material novo, limpo perfeitamente desempenado e sem nenhum defeito de fabricação.

Não será admitido em hipótese alguma, o uso de perfis ou chapas emendados por solda ou rebites.

Os guarda-corpos deverão ser dimensionados para resistirem a um esforço lateral aplicado no topo dos montantes de 300 Kg.

Procedimentos de Execução

Será obrigatória a medição prévia nos locais de instalação na obra, pelo fabricante, antes da execução das peças de modo que não haja incompatibilidade de dimensões entre os materiais fornecidos e a situação existente no local, ficando a correção destas incompatibilidades , se ocorrerem, sob inteira responsabilidade do Construtor.

Os arremates de construção civil, ficarão a cargo do Construtor contratada para as obras de acabamento.

As peças serão perfeitamente esquadriadas e terão todos os ângulos ou linhas de emenda soldados, bem esmerilhas e limados, de modo a desaparecerem as rebarbas e saliências de solda, objetivando a necessária rigidez, além da precisa e perfeita justaposição entre as peças componentes.

Toda furação necessária será executada com emprego de brocas ou máquinas de furar, sendo expressamente vedado o uso de furadores tipo punção, mesmo no canteiro da obra. Todos os furos

dos parafusos ou rebites serão cuidadosamente escariados e as asperezas perfeitamente limadas, devendo exceder de 1 mm (um milímetro) o diâmetro do respectivo parafuso ou rebite.

As folhas de revestimento e os montantes dos guarda-corpos não deverão apresentar danos ou abaulamentos decorrentes do manuseio durante a fabricação, transporte e armazenamento.

Neste propósito, o Construtor deverá prever acondicionamento adequado para todas as peças fabricadas.

Critérios de Inspeção

Os critérios de inspeção serão definidos no detalhamento dos projetos**.**

11.23 Cobertura

Foram projetadas para as estações coberturas de dois tipos a saber:

a) Telhas galvanizadas na espessura de 3 mm, com pintura eletrostática, fixadas nas estruturas tubular, treliças espaciais que receberão tratamento anti corrosivo na fábrica e pintura de acabamento, e que se apoiam diretamente nas estruturas de concreto, conforme projeto detalhado na fase de execução.

b) Telhas de fibro-cimento na espessura de 8 mm, fixadas em barroteamento de madeira, que estará apoiado sobre laje premoldada com elementos cerâmicos com altura final de 12 cm para sobre carga de 100kg/m^2.

Os locais de aplicação estão consignados no projeto básico das estações, desenhos de arquitetura e estruturas.

11.24 Galpões Pré-moldados de Concreto (NÃO APLICÁVEL)

De um modo geral foram projetadas estruturas de concreto pré-moldado, que através de pilares, vigas configuram com as tesouras metálicas e cobertura em telhas de fibrocimento onduladas na espessura de 8 mm e iluminação zenitel em telhas de fibra de vidro translúcidas, a concepção da edificação.

Foram previstas em todas estas edificações, a fundação direta instalações hidrossanitárias e elétrica, louças e metais, luminárias, divisórias, forros. Climatização do bloco R, salas específicas do bloco D, laboratório de eletrônica e telecomunicação e salas de supervisão do bloco G.

O primeiro grupamento composto de várias edificações é o do Centro de Manutenção, cujos os blocos diferem somente em pé direito e áreas construídas.

Bloco R - Edifício Administrativo	pé direito - 7 m	Área 1000 m^2
Portaria	pé direito - 3 m	Área 30 m^2
Bloco E - Ed. De Operadores e Pessoal de limpeza	pé direito - 6 m	Área 200 m^2
Bloco D - Almoxarifado Central e Oficinas	pé direito - 7 m	Área 1500m^2
Bloco G - Manutenção de Trens	pé direito - 7 m	Área 7500m^2

Bloco C - Manutenção de Veículos Auxiliares	pé direito - 7 m	Área 600m^2
Bloco I - Oficina de Manutenção Civil	pé direito - 3 m	Área 120m^2
Bloco K - Depósito de Lixo	pé direito - 3 m	Área 50m^2
Bloco O - Depósito de Inflamáveis	pé direito - 3 m	Área 75m^2

Uma descrição mais completa das características destes blocos é encontrada no capítulo IV, e o detalhamento do processo construtivo será apresentado, na fase do projeto final de engenharia, com lista de material e especificações complementares.

11.25 Reformas e Instalações (NÃO APLICÁVEL)

As construções destinadas ao Centro Administrativo e Centro de Controle Operacional existentes serão reformadas e adequadas para suas utilizações.

As reformas são caracterizadas por serviços de carpintaria, revestimentos de paredes, instalações, pintura geral, divisórias, forros, iluminação e climatização, inclusive algumas estruturas que deverão ser metálicas.

As instalações do Centro de Controle Operacional prevêem o tratamento de adequação ao local, tais como revestimentos de paredes, aberturas para passagem de canaletes de cabos, instalações em geral, pintura geral, forros, iluminação e climatização adequada aos equipamentos previstos, estando previsto ainda a instalação do piso falso.

11.26 Obras Civil de subestações elétricas a céu aberto (NÃO APLICÁVEL)

Objetivo

A presente Especificação tem por objetivo estabelecer a extensão e os limites do sistema objeto do presente fornecimento, quanto a elaboração do projeto executivo e execução das obras civis. Visa também estabelecer as diretrizes básicas a serem observadas no projeto e execução das obras civis.

Extensão e Limites do fornecimento

Compreende o projeto e execução de todas as obras civis da área de instalação dos equipamentos elétricos das Subestações Retificadoras e Cabines Seccionadoras e de Paralelismo.

Condições Gerais

O Fornecedor deverá atender, na elaboração e apresentação do projeto executivo das obras civis, bem como na execução das mesmas, o estabelecido no presente documento.

Projeto Executivo

O projeto da área de instalação dos equipamentos elétricos das estações deverá atender as normas de apresentação do METROFOR.

O projeto das instalações deverá atender as exigências de órgãos públicos, tais como a Prefeitura, COELCE, CAGECE, TELECEARÁ, etc., e as diretrizes básicas estabelecidas nos itens a seguir.

A CONTRATADA será responsável pela aprovação do projeto e pela obra perante os órgãos públicos, bem como pela documentação necessária para aprovação e licenciamento junto às autoridades com jurisdição específica.

Qualquer divergência entre as normas de apresentação do projeto e de instalação dos demais órgãos públicos, com as de apresentação do METROFOR, ou diretrizes constantes no presente documento, deverão ser comunicadas ao METROFOR, em tempo hábil, visto que qualquer erro decorrente de tal fato e que implique na não aprovação do projeto pelos órgãos públicos, deverá ser corrigido pela CONTRATADA sem quaisquer ônus para o METROFOR.

Será de inteira responsabilidade da CONTRATADA esta aprovação bem como todos os trabalhos de verificação de interferências com os demais órgãos públicos que utilizam o subsolo para distribuição de seus sistemas, tais como a COELCE, TELECEARÁ, CAGECE, etc.

Implantação do Canteiro de Obras e Execução das Obras Civis

Será de inteira responsabilidade da CONTRATADA a obtenção e contratação de área, e o fornecimento dos materiais, equipamentos e serviços necessários à implantação do canteiro de obras e a execução das obras civis.

Todo o material utilizado deverá obedecer, quanto a fabricação e testes, as recomendações das normas ABNT. Para os pontos não abordados pelas normas da ABNT e por esta Especificação, devem ser adotadas as normas das entidades envolvidas.

Referências

Serão fornecidos pelo METROFOR os seguintes documentos:

- Planta de situação e levantamento topográficos;
- Desenhos orientativos do arranjo geral dos equipamentos na área de instalação dos equipamentos elétricos.

Diretriz Básica

O Fornecedor deverá apresentar, para aprovação do METROFOR, o arranjo preliminar dos equipamentos na área destinada à instalação dos equipamentos elétricos, em local próximo ou nas estações, e o projeto preliminar arquitetônico dos edifícios que abrigarão os equipamentos elétricos, acompanhados de memorial descritivo das instalações e materiais a serem empregados. Após a aprovação destes, pelo METROFOR, a CONTRATADA deverá iniciar o projeto executivo.

Projeto Executivo

O projeto executivo abrange a arquitetura e construção civil, e compreende, entre outros documentos, a apresentação de:

- Plano de sondagem;
- Projeto de terraplenagem;
- Projeto dos sistemas de drenagem;

- Plantas de locação das bases para equipamentos, canaletas, estruturas, caixas de passagem, dutos, bacias e caixas de coleta de óleo dos transformadores, trilhos de rolamento e arruamento;

- Projeto das bases e fundações para os equipamentos e estrutura;

- Projeto de forma e armação das canaletas, caixas de passagem, bacia e caixas de coleta de óleo dos transformadores das retificadoras, apoio dos trilhos de rolamento e paredes corta-fogo;

- Projeto arquitetônico;

- Projeto estrutural dos edifícios da área de instalação de equipamentos elétricos;

- Projeto das instalações hidráulicas e sanitárias;

- Projeto de arruamento, muros, grades e portões;

- Projeto do sistema de combate a incêndio;

- Projeto de forma e armação das caixas de passagem das redes de dutos e dos próprios dutos;

- Todas as memórias de cálculo relativas ao dimensionamento dos projetos supracitados.

Os procedimentos de execução das obras civis, bem como os materiais a serem empregados, deverão ser submetidos à aprovação do METROFOR quando por esta solicitados.

Arquitetura

O projeto preliminar de arquitetura para a área de instalação de equipamentos elétricos, será apresentado pelo Fornecedor para aprovação do METROFOR, e deverá conter a relação dos espaços, sugestão de seu dimensionamento, suas características e correlação com as atividades a serem desenvolvidas na área.

O projeto e a execução das obras civis abrange a implantação dos sistemas elétricos em suas configurações finais.

Dentre os critérios a serem observados na elaboração do projeto estão incluídos:

- Utilização de sistema construtivo adequado a uma maior racionalização da construção;

- Prever somente a utilização de materiais incombustíveis;

- Utilização de materiais de acabamento que viabilizem a instalação de equipamentos futuros sem que estes materiais se danifiquem. Como subsídio a projetista, na escolha dos materiais a serem empregados, são desejáveis as seguintes características:

- Pisos: material de alta resistência, monolítico com juntas adequadas e anti-poeira;

- Esquadrias: Perfis extrudados de alumínio, anodizados, dimensionados para os vãos projetados;

- Grades e Fechamentos: Perfis tubulares de aço e tela rígida, acabados para pintura;

- Paredes Internas: Deverão ser revestidas para acabamento a pintura, e nas áreas molhadas, com azulejos até o teto;

- Paredes Externas: Quando sem revestimento, as alvenarias deverão ser de peças próprias para serem à vista; nos casos de panos de revestimento, os mesmos deverão ser acabados para pintura; os elementos de concreto aparente deverão ter acabamento superficial;

- Especial atenção quanto a integração dos sistemas de ventilação e iluminação com a concepção arquitetônica do edifício, tendo em vista a economia de energia, facilitar ampla visibilidade para o exterior e estudando, quando necessários, dispositivos de controle da incidência da luz solar direta. Considerar soluções que evitem problemas de ofuscamento.

Após a aprovação do projeto preliminar pelo METROFOR o mesmo será básico para o desenvolvimento pela CONTRATADA, do projeto executivo e documentos para aprovação junto aos Órgãos Públicos.

Plano de Sondagem

O plano de sondagem deverá ser apresentado ao METROFOR para aprovação.

As sondagens devem ser, no mínimo, de uma para cada 200 m^2 de área de projeção do edifício.

Em uma fase preliminar de estudos as sondagens devem ser igualmente distribuídas em toda a área. Na fase de projeto pode-se localizá-las de acordo com pormenores estruturais.

As sondagens deverão alcançar profundidade onde o solo não seja mais significativamente solicitado pelas cargas estruturais ou quando uma sondagem alcançar uma camada de solo de compacidade ou consistência elevada.

A estimativa da profundidade das sondagens deverá guiar-se pela NBR-8036. A norma complementar à NBR-8036 a ser consultada para apresentação dos resultados é a NBR-6502.

Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem deverá estabelecer as cotas a serem atingidas e as inclinações de taludes de eventuais escavações temporárias, compatíveis com as condições dos solos existentes no local.

Serão definidas as áreas de escavação e reaterro, e deverão ser estabelecidos os critérios de execução dos mesmos, contemplando as fundações das estruturas.

Para o estabelecimento da terraplenagem deverá ser levado em consideração o nível do lençol freático prescrevendo-se a drenagem temporária caso requerida.

Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem deverá assegurar o rápido escoamento das águas pluviais, a fim de evitar que a sua área fique inundada.

O sistema de drenagem deverá abranger às instalações prediais da área de equipamentos elétricos (calhas, canaletas, condutores verticais e caixa de areia), as instalações de captação das águas precipitadas nas vias internas da área (bocas-de-lobo, poços de visitas e condutores horizontais) e ainda, as instalações de descarga das caixas de passagens, canaletas e dutos elétricos.

O sistema de drenagem deverá cobrir toda a área através de tubos drenos assentados em valas preenchidas com material permeável, sendo o seu espaçamento em função da permeabilidade do terreno.

Todo o sistema de drenagem da área deverá ser conectado à rede de galerias de águas pluviais das prefeituras envolvidas, prevendo para as interligações uma declividade tal de modo a evitar o refluxo das águas.

O sistema de drenagem será elaborado atendendo à norma NB 611 - Instalação Predial de Águas Pluviais da ABNT e as recomendações das prefeituras municipais envolvidas e da CETESB sobre sistemas de drenagem urbana.

Para o dimensionamento, deverá ser utilizado para a chuva máxima de projeto o tempo de recorrência de 25 anos.

Projeto das Bases e Fundações para os Equipamentos

Deverão ser considerados no projeto das bases e fundações dos equipamentos os esforços estáticos e dinâmicos, bem como as furações e apoios necessários para a movimentação, quando for o caso, ou fixação dos equipamentos.

As paredes corta fogo, deverão ser projetadas de acordo com o "National Fire Protection" e deverão exceder, no mínimo, 40 cm o ponto mais alta dos transformadores.

Projeto das Bacias e Caixas de Coleta de Óleo dos Transformadores

Deverá ser previsto para cada transformador uma bacia de coleta de óleo que cubra a periferia do mesmo.

A bacia deverá ser dotada de grade metálica sobre a qual deverá ser colocada uma camada de brita, com 20 cm de espessura, no mínimo. Deverá assegurar o escoamento rápido do óleo até a caixa separadora de óleo e água. A caixa deverá ter capacidade de armazenar, no mínimo, um volume de óleo igual ao do transformador. Deverá permitir tão somente a transferência da água pluvial para a rede de galerias pluviais e permitir a remoção do óleo por meio de bomba portátil.

Visto a eventual utilização de água para resfriamento em caso de incêndio (já com a subestação desenergizada) a instalação deverá atender a esta condição.

Projeto Estrutural dos Edifícios da Área de Instalação dos Equipamentos Elétricos

O projeto estrutural deverá atender a todos os esforços estáticos e dinâmicos representados pelos equipamentos, bem como todas as furações necessárias para a passagem de cabos, dutos, eletrodutos e considerar as facilidades necessárias para a implantação do sistema de leitos para cabos nos porões de cabos, quando existirem.

As estruturas poderão fazer parte do sistema de aterramento da subestação, devendo neste caso ser considerada a colocação de ferros adicionais independentes da ferragem necessária com fins estruturais, para a conexão dos cabos do sistema de aterramento às estruturas.

Sistemas de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais

Os sistemas de instalações de água potável e de esgotos sanitários serão elaborados de acordo com as seguintes normas:

- NBR-5626 - Instalação Predial de Água Fria;
- NBR-8160 - Instalação Predial de Esgotos Sanitários.

Para o dimensionamento dos sistemas, será previsto o atendimento de 01 (uma) pessoa, visto que as subestações retificadoras serão telecomandadas, não sendo portanto necessária a presença de operadores.

O sistema de água potável deverá ser composto do ramal de alimentação da rede pública, caixa d'água sobre o edifício da área de equipamentos elétricos e das instalações (tubos, peças e conexões) para o abastecimento do sanitário e das torneiras de lavagem na área externa ao prédio.

O sistema de esgotos sanitários deverá ser composto de tubos, peças, e caixas de passagem, para a condução das descargas do sanitário até a rede pública.

Sistema de Combate à Incêndio

O sistema de instalações de proteção e combate à incêndio da área de equipamentos elétricos deverá ser elaborado atendendo às normas do Corpo de Bombeiros de Fortaleza.

Para a proteção das edificações da área deverá ser previsto um sistema composto por extintores móveis, sendo que nas salas contendo equipamentos elétricos deverão ser utilizados somente extintores a gás carbônico e nas demais salas, extintores de espuma e/ou pó químico seco.

Para a proteção da área externa, ou seja, dos transformadores, o Fornecedor deverá providenciar junto ao órgão competente a colocação de um hidrante subterrâneo ou coluna em local de fácil acesso ao Corpo de Bombeiros.

Projeto de Forma e Armação das Caixas de Passagem das Redes de Dutos e dos Próprios Dutos

Na execução do projeto de armação das caixas de passagem deverão ser previstos os olhais para o puxamento dos cabos. Dependendo do tipo de solo deverá ser prevista a instalação de estacas, bem como a armação do banco de dutos.

Interfaces da Rede de Dutos

Deverão ser projetadas de modo que a rede seja estruturalmente independente.

Projeto de Arruamento, Muros e Portões

Deverá ser previsto o arruamento necessário para a passagem da carreta de transporte dos transformadores. Para o transporte de equipamentos de menor porte deverão ser previstas passagens para veículos leves, com largura mínima adequada.

Os muros e grades deverão ser suficientemente altos de modo a evitar a invasão de pessoas sem auxílio de escada. Deverão ter seu topo de modo a evitar que uma pessoa possa andar sobre os mesmos.

Os portões deverão ser projetados de forma a apresentar uma estrutura rígida, em duas ou mais folhas, com dimensões apropriadas de modo a não obrigar o seu desmonte na entrada ou saída das carretas de transporte dos transformadores.

11.27 Instalações Hidrossanitárias

Os serviços de instalações hidrossanitárias nas estações, serão complementados no detalhamento do projeto executado pelo Projetista, entretanto, duas etapas estão contemplados a saber:

- Ligação à rede pública
- Instalações prediais

As redes derivadas para ligação às redes públicas, estão previstas em material de PVC rígido, para abastecimento de água potável e ferro fundido até o reservatório de acumulação, para o caso das estações subterrâneas, as de superfície os projetos executivos detalharão a complementação do tratamento das águas servidas que antecedem o lançamento nas redes públicas coletoras.

Nas instalações prediais as redes internas abrangem a execução de tubulações, conexões, registros, louças e metais instalados.

Os materiais necessários à construção das redes internas após instalados, serão testados hidrostaticamente, submetidos a pressão não inferior a 0,5 kg/cm2.

Os materiais destinados as redes internas, poderão a critério do Metrofor serem submetidos a tratamento de proteção contra solos agressivos.

11.28 Instalações de Combate a Incêndio

A execução da rede de combate a incêndio, instalada a partir da fachada das estações subterrâneas, ao nível da rua, possuirá um registro de fachada e o desenvolvimento da rede interna das estações em trecho de tubo de ferro maleável, resistente a pressão de 6kg/cm2, com uma camada de proteção contra corrosão, em piche, aplicado a quente na fábrica.

Caracterizado a presença de solo agressivo, camadas adicionais de lã de vidro, embutidas em betume e aplicadas na fábrica, serão necessárias para a execução da rede.

As redes das estações de superfície, serão executadas com tubo de aço galvanizado, para pressão de trabalho de 6kg/cm^2.

As caixas padrão instaladas, possuirão registros, mangueiras e acessórios, conforme lista de material e exigências contidas no detalhamento executivo.

O projeto executivo será submetido à aprovação prévia no Corpo de Bombeiros e para a aceitação final dos serviços pelo Metrofor será imprescindível a apresentação do laudo de vistoria e aceitação das instalações pelas autoridades competentes.

O sistema de detecção de incêndio deverá estar de acordo com a especificação técnica. ET-LXX.EL. 54/B-001.

11.29 Instalações de rede Águas Pluviais e Servidas

Objetivo

Esta Especificação de Serviços determina as normas, requisitos básicos e condições a serem obedecidas para a execução de recolhimento de águas de infiltração e servidas nas obras de acabamento do METRÔ DE FORTALEZA.

Escopo de Serviço

O escopo de serviço compreende o fornecimento, de todos os materiais, nos locais de instalações e/ou nos almoxarifados de obra, a instalação completa, nos locais estabelecidos pelos Projetos e pela Fiscalização incluindo-se todos os recursos e necessidades de mão-de-obra especializada, carga e descarga, ferramental e equipamentos para montagem, transporte externo e interno, andaimes, materiais de consumo e diversos, limpeza final e quaisquer outros elementos de apoio para possibilitar a perfeita consecução do escopo, sem que se permita quaisquer restrições ou futuras alegações quanto a eventuais determinações do escopo.

Projeto

Os projetos fornecidos pelo METROFOR para a contratação dos serviços que constituem o Escopo devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo à Projetista, elaborar o Projeto Executivo, constando de Desenhos, Lista de Materiais e Procedimentos de Instalação e Manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

Normas

Deverão ser obedecidas, para a consecução do escopo e onde aplicáveis, as normas da ABNT pertinentes ao assunto.

Materiais

Para o reservatório de acumulação

- Concreto armado fck $\geq$ 10,8 Mpa

Para canaletas

- Perfil de aço SFE 1020
- Argamassa de cimento

Procedimentos de Execução

- Canaletas aparentes serão executadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 (em volume), à qual, será adicionada solução constituída de 1 (uma) parte de "Cimento Cristalizante" ou equivalente, para 2 (duas) partes de água, de maneira a ser obtido acabamento final áspero e desempenado.

- Serão requadradas com perfis "TÊ", de aço de dimensões 1 1/4" x1 1/4" x1/4", sobre os quais serão, posteriormente, assentadas as grelhas.

- Canaletas não aparentes seguem o mesmo procedimento de execução das aparentes, sendo que não levarão grelhas.

- Serão requadradas, no caso do revestimento de piso em borracha sintética (sem grelha) com perfil " L", de alumínio, de dimensões.

Informações Complementares

- As canaletas, tanto as aparentes como as não aparentes terão caimento indicados nos projetos, em direção, aos ralos especificados.

- Estimou-se uma seção de vazão de altura de 40 cm e largura 30 cm em toda extensão da galeria nos dois lados.

- O reservatório de acumulação terá dimensões compatíveis para o armazenamento de 30 m3 de líquidos residuais.

- Linha de bombeamento em ferro fundido, prevendo-se tratamento em caso de solo agressivo.

11.30 Instalações Elétricas

As instalações elétricas das estações, serão executadas através de redes de eletrodutos rígidos de PVC com fixação aparente sob as lajes, na estrutura de concreto e ocultadas sobre o forro.

Para os locais destinados as salas técnicas operacionais, sanitárias e circuitos até os quadros de distribuição e ligações com a Concessionária, deverão ser embutidos.

Os projetos fornecidos pelo Metrofor para a contratação dos serviços, constituem o escopo e devem ser entendidos e considerados como Projeto Básico, cabendo ao Projetista elaborar o Projeto Executivo, constando de desenhos, listas de materiais e procedimentos de instalação e manutenção.

Não poderão ser executados quaisquer serviços no campo, sem que o Projeto Executivo haja sido liberado para a obra.

11.30.1 Luminárias

As Especificações Técnicas a seguir apresentada, referem-se às luminárias, lâmpadas e equipamentos de controle a serem utilizados para a realização dos sistemas de iluminação artificial interior das Estações, conforme detalhado, sob forma completa, nos desenhos da série 6P7, os quais fazem parte integrante do presente Projeto Executivo de Iluminação e Tomadas.

Os sistemas de iluminação artificial propostos para as diferentes áreas interiores são do tipo geral, localizado ou direcional, definidos em função da conformação e das características próprias de cada recinto, considerando-se as correspondentes tarefas visuais a serem realizadas nesses ambientes, ou elementos a serem valorizados.

Foram adotadas predominantemente luminárias de fluxo direto e indireto, caracterizadas e especificadas em projeto. Os diferentes tipos de luminárias escolhidas, suas alturas de montagem, e distribuição das mesmas, se deram de modo a obter-se uma iluminação de caráter uniforme para

todas as áreas a iluminar, exceto para os ambientes onde iluminações do tipo localizado e/ou direcional impunham-se para fins de valorização dos mesmos ou de seus elementos integrantes.

Os sistemas de iluminação geral foram definidos de modo a propiciar as melhores condições de visibilidade e conforto visual, alcançando os objetivos de proporcionar as iluminâncias mínimas requeridas, de forma a mais econômica possível, a partir da adoção de fontes artificiais de luz compatíveis em termos de exigências de reprodução de cor e de melhor rendimento luminoso possível.

As luminárias escolhidas, conforme indicado e especificado em Projeto, em função da procedência dos fabricantes sugeridos, e em atendimento às respectivas normas técnicas aplicáveis, apresentam construção mecânica resistente para suportar o uso e manuseio previstos, segundo as condições ambientais a que estarão sujeitas, bem como possuem características físico-construtivas adequadas para dar abrigo às lâmpadas e acessórios pertinentes, possibilitando também a troca fácil dessas fontes de luz e de qualquer dos respectivos equipamentos de controle. Permitem, também, o devido e cômodo acesso aos seus respectivos interiores, de modo a facilitar as correspondentes operações de limpeza.

Com base no fluxo luminoso total necessário ou no nível de destaque requerido pelos diferentes espaços e áreas a iluminar, e em dados e informações dos correspondentes fabricantes, foram escolhidas, conforme indicado em Projeto, as lâmpadas mais adequadas ao atendimento das exigências impostas pelos diferentes locais, e respectivas atividades e/ou intenções de valorização, determinadas pelo atendimento ao programa de necessidades luminotécnico estabelecido para o edifício em referência.

Considerada a tensão normal de trabalho, adotada para o funcionamento futuro das instalações elétricas do Metrô de Fortaleza, ou seja, 220 V de tensão de rede, foram, sempre que possível, selecionadas as fontes de luz de maior rendimento luminoso, respeitadas as potências elétricas necessárias, bem como as necessidades exigidas de reprodução de cor e de aparência de cor das mesmas, requeridas em cada situação, em função das correspondentes tarefas visuais a realizar e/ou áreas a destacar, e dos níveis de iluminação (iluminâncias) fixados para fins das respectivas atividades previstas, de acordo com o prescrito pela norma técnica da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR - 5413/92 “Iluminância de Interiores”.

As lâmpadas propostas, portanto, deverão atender integralmente às especificações técnicas preconizadas pelas normas afins da ABNT, aplicáveis ao assunto, que fixam os requisitos técnicos exigíveis para o recebimento e aceitação dessas fontes de luz. Na ausência de norma brasileira de referência, deverão ser observadas as similares estrangeiras, no que couber, aplicáveis a esses produtos.

Todos os equipamentos de controle, especificados e indicados em projeto para as lâmpadas de fluorescentes, fluorescentes compactas, fluorescentes comuns e etc., deverão atender a todas as prescrições estabelecidas pelas normas afins da ABNT, ou similares estrangeiras, na eventual inexistência das primeiras.

A seguir, apresentam-se as Especificações Técnicas relativas às luminárias, lâmpadas e equipamentos de controle adotados neste Projeto.

11.31 Escadas Rolantes

As escadas rolantes que serão utilizadas no METRÔ DE FORTALEZA deverão estar de acordo com a especificação técnica ET-L.XX.EL.51/B-001.

11.32 Elevadores

Os elevadores que serão utilizados no METRÔ DE FORTALEZA deverão estar de acordo com a especificação técnica de projeto

12. SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

12.1 Serviços Topográficos para Instalação da Via Permanente Sem Lastro no Túnel (NÃO APLICÁVEL)

a) Objetivo e Campo de Aplicação

Estabelecer os procedimentos e rotinas dos serviços topográficos para a implantação da superestrutura da via permanente no túnel.

b) Fornecimento de Dados à Contratada

Em prazo adequado, antes do início da implantação da superestrutura, serão entregues, para os serviços de locação, à contratada, os seguintes documentos :

- Uma poligonal de alta precisão na superfície, com croquis de amarração;
- Rede de RN de precisão na superfície;
- Plantas nas escalas 1:1.000 e/ou 1:500 com as características da Via Permanente;
- Desenhos e croquis especiais existentes;
- Localização dos pontos poligonais e RN (croquis de amarração);
- Tabelas de coordenadas e dados completares;

c) Disposições Gerais

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser previamente aprovados pela fiscalização e, antes do início dos serviços, devem ser aferidos com a presença do representante da fiscalização.

Cálculos adicionais ou complementares serão efetuados pela contratada com a precisão estabelecida pela fiscalização.

Os pontos poligonais e RN auxiliares, bem como os pontos de locação da superestrutura da via serão materializados e amarrados conforme as normas estabelecidas nesta especificação.

Todas as medidas, locações, bem como indicações de cotas para a execução da obra, devem ser efetuadas pela contratada sob sua única e exclusiva responsabilidade.

Para a execução de medições de controle, efetuada pela fiscalização, devem ser apresentadas todas as cadernetas de campo, desenhos, croquis e listas relacionadas até aquele momento.

A presença e os trabalhos da fiscalização não eximem a contratada de sua responsabilidade exclusiva pela precisão das medidas topográficas.

Se os trabalhos de topografias não forem executados pela contratada, mas por terceiros, tal fato não exime a contratada da responsabilidade única.

Erros que ocorrerem na execução dos serviços topográficos, ou que foram encontrados na obra, devem ser comunicados à fiscalização em solicitação especial.

Deverão ser apresentados relatórios das atividades desenvolvidas, em andamento e previstas, na freqüência definida pela fiscalização.

Deverão ser entregue cópias de cadernetas de campo e/ou listas feitas com auxilio de computador, referentes às medições e cálculos, rubricadas e datadas pelo responsável técnico da contratada.

A freqüência de entrega é de critério da fiscalização.

Ao término dos serviços deverão ser entregues a fiscalização os seguintes documentos:

- Caderneta originais de campo e/ou lista feita com auxílio de computador, nos casos instrumentos informatizados;
- Memórias originais de cálculos, compensação e coordenadas, no sistema de coordenadas do METROFOR;
- Memórias originais de cálculos e compensação da rede de RN;
- Relatórios completos dos serviços realizados, com listas de coordenadas e cotas, fichas de descrição dos marcos, plantas, desenhos, croquis etc.

Situações eventualmente surgidas no decorrer dos trabalhos e não previstas neste documento serão comunicadas a fiscalização que poderá emitir orientação específicas para solucioná-las.

d) Implantação de Poligonais e RN's Auxiliares

d.1) Reconhecimento das poligonais e RN's da rede de apoio e serviços preliminares

Deverão ser executados os seguintes serviços:

Reconhecimento

- Reconhecimento, identificação das coordenadas topográficas e verificação das condições dos vértices da poligonal de apoio existente, onde serão fechadas as poligonais auxiliares do túnel.
- Reconhecimento, identificação das cotas e verificação das condições dos marcos de referência de nível oficial e da rede de RN, onde será fechado o nivelamento de precisão do túnel.

Para a transferência de cotas da superfície para o túnel devem ser usados RN's fixos e seguros, que estão situados fora da zona de recalque da estrutura subterrânea.

Serviços Preliminares para a Implantação das Poligonais e RN no Túnel

Deverá ser feito, antes do início dos trabalhos, uma vistoria ao longo do trecho subterrâneo para a escolha do posicionamento dos vértices das poligonais, que servirão também para a rede de RN.

Este serviço deve ser feito em conjunto, entre a empresa de topografia, o Construtor e a Fiscalização.

Os vértices da poligonal deverão garantir plena intervisibilidade e as distâncias entre eles não deverão ser superiores a 300 m. Os RN's dentro do túnel deverão ser implantados com espaçamento de 60 m.

Cada poligonal do túnel deverá ser fechada entre vértices consecutivos da triangulação ou da poligonal de apoio e seu desenvolvimento deverá ser tal que facilite os serviços de levantamento e locação, isto é, tão próximo quanto possível do eixo do túnel.

Para túneis com pilares ou paredes entre as vias, deverá ser executado uma poligonal para cada via.

A rede de RN dentro do túnel deverá ser fechada entre dois marcos de referências de nível oficial ou entre dois marcos de RN de apoio e seu desenvolvimento deverá ser tal que facilite os serviços de levantamento e locação.

Para túneis com pilares ou colunas entre as vias deverá ser implantadas uma rede de RN para cada via. O transporte de pontos poligonais e RN da superfície para o túnel, geralmente deverá ser executado através de visadas diretas.

Deverão ser implantados marcos nas extremidades de cada estação com uma distância entre eles de mais ou menos 100 m.

Os marcos deverão ser materializados na laje de RADIER.

d.2) Materialização e identificação dos pontos auxiliares

Após a execução da concretagem do "Invert" da obra bruta do túnel, assim como a da 1ª fase de enchimento da laje de piso até +/- 50 cm abaixo do topo do boleto, o Construtor deverá fixar na base do túnel os marcos da poligonal e rede de RN.

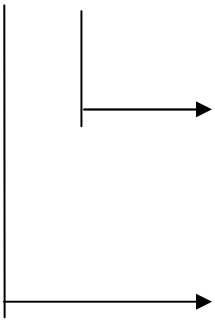
Para isto, deverá ser chumbado um cano de ferro galvanizado com cabeça redonda com os seguintes cuidados:

- Balizada exatamente vertical;
- O topo da cabeça deve estar localizado 15 cm abaixo do topo do boleto (aproximadamente);

A placa de metal para a identificação deve ser chumbada na parede do túnel com as seguintes inscrições:

Sigla do METROFOR

Numeração : PAT 10 0 1



Numeração a partir de 1001

Ímpar: Via 1

Par : Via 2

Tipo do Ponto:

Poligonal Auxiliar no Túnel

d.3) Instrumentos, medição, fechamento e verificação

Instrumentos e Medição

Para os instrumentos e equipamentos, assim como para a medição angular, medição dos lados e nivelamento deverão ser respeitadas as restrições impostas para a implantação de poligonais de apoio e rede de RN.

Fechamento

Serão permitidas as seguintes tolerâncias máximas para o fechamento do sistema de poligonais e da RN:

- Fechamento dos ângulos horizontais da poligonal :

$$T_a(cc) = +/-15^{cc}\sqrt{N}\ ,$$

onde N é a quantidade das estações

- Fechamento linear da poligonal:

$$T_I\ (m) = +/-\left[0{,}002 + \left(Sd : 100.000\right)\right],$$

sendo Sd a soma dos comprimentos dos lados entre o ponto fixo inicial e o ponto fixo final, em metros.

- Fechamento da rede de RN:

$$T_I\ (mm) = 1{,}5.\sqrt{k}$$

Sendo k a distância entre as RN fixos inicial e final, expresso em quilômetros.

Verificação

Para a aceitação dos serviços topográficos, será realizada no campo, pela Fiscalização, verificação aleatória sobre os pontos implantados.

No caso em que menos de 10% das medidas verificadas estiverem fora dos limites estabelecidos, quando comparadas com as medidas originais de campo, os serviços serão considerados aceitos, depois de corrigidos os erros detectados.

Se houver mais de 30% das medidas verificadas fora dos limites, o serviço será rejeitado e totalmente refeito, sem ônus para o METROFOR.

Se houver 10% e 30% das medidas verificadas fora dos limites, será escolhido pela fiscalização e verificada sem ônus para o METROFOR outro conjunto de medidas.

Se menos de 10% das medidas nesta segunda verificação estiverem fora dos limites. o serviço de campo será aceito após a correção dos erros anteriormente detectados.

Se houver mais de 10% das medidas fora dos limites, o serviço será rejeitado e totalmente refeito, sem qualquer ônus para o METROFOR.

e) Verificação da Construção do Túnel

Através da poligonal e rede de RN implantada, após o acabamento da concretagem do "ïnvert" do túnel e da laje na fase de obra bruta do túnel, deverá ser feito o levantamento da obra "como executado".

Serão levantados seções transversais do túnel em intervalos de 5 m.

A quantidade dos pontos levantados de cada seção deverá permitir uma exata verificação da obra "como executada", comparada com a obra "como projetada".

O erro da medição para qualquer ponto da seção deverá ser sempre inferior a 10 mm.

Qualquer ponto da obra definitiva, submetido à verificação pela Fiscalização, somente será liberado se o deslocamento do mesmo em direção para o centro do túnel, quando comparado com à sua posição projetada, não superar 50 mm.

No caso de deslocamentos superiores a 50 mm deverá ser feita uma análise, levando-se em consideração o traçado das vias e o gabarito dinâmico do veículo. Quando necessário e possível o traçado das vias deverá ser ajustado, conforme a obra executada. Estes serviços serão feitos sem qualquer ônus para o METROFOR.

Para todos os levantamentos de controle, efetuados pela fiscalização, o Construtor é obrigado a colocar à disposição pessoal e equipamento.

Para a verificação dos levantamentos e para a execução de medições de controle devem ser apresentadas as cadernetas de campo, as coordenadas e cotas dos pontos levantados e do eixo do túnel "como executado", assim como desenhos das seções com indicação dos pontos levantados e da quilometragem.

As seções devem ser levantadas e verificadas após cada modificação no desenvolvimento da obra (término da concretagem de laje na fase de obra bruta, reaterro, na implantação da superestrutura propriamente dita, etc.) e os resultados entregues à Fiscalização.

f) Locação e Amarração dos Eixos das Vias

f.1) Pontos Notáveis

Na primeira fase de locação dos eixos das vias, a ser executada após a 1ª fase do concretagem quando necessário, serão materializados, a partir dos vértices da poligonal, os pontos notáveis do eixo da via e a amarração dos mesmos.

Para fins de locação, considera-se como notáveis os seguintes pontos:

PC = Ponto de mudança tangente - curva circular

PT = Ponto de mudança curva circular - tangente

TS = Ponto de mudança tangente - curva de transição

SC = Ponto de mudança curva de transição, curva circular

ST = Ponto de mudança curva de transição - tangente

A amarração dos pontos notáveis deverá estar afastada transversalmente, nos dois sentidos em relação aos pontos notáveis do eixo da via, e materializada nas paredes ou pilares do túnel.

A locação dos pontos no eixo da via e os de amarração deverá ser executada através de irradiação (medição de ângulo e distâncias), de acordo com o seguinte procedimento:

- Com base nas coordenadas da poligonal e nas cotas da rede de RN, bem como nas coordenadas e cotas dos pontos notáveis, conforme o cálculo analítico dos eixos das vias, determina-se as coordenadas distâncias e os ângulos que possibilitam a locação dos referidos pontos do eixo da via e os da amarração;

- Elabora-se uma tabela de locação com a identificação, as coordenadas e cotas dos vértices de partida da poligonal, a identificação, cotas, superelevações, e quilometragem dos pontos notáveis, bem como as coordenadas distâncias e os ângulos horários dos pontos do eixo da via e da amarração a serem locados.

- A locação preliminar dos pontos deverá ser executada através de medição do ângulos em uma série com observações nas duas posições da luneta, bem como através de medições das distâncias em quantidade necessária.

- Estas medições resultam normalmente em locações diferentes para cada ponto, onde a diferença não deve ser superior a 10 mm.

- A compensação entre as duas diferentes locações do mesmo ponto resulta na locação preliminar.

- A seguir o ponto preliminar deve ser levantado através de medição do ângulo em duas séries no mínimo com observações nas duas posições da luneta e com quatro leituras da distância. Quando for necessário, o ponto

preliminar deve ser ajustado, as medições repetidas e o ponto no eixo da via, e o da amarração definitivamente locado.

- Para a materialização temporária dos pontos no eixo da via, o Construtor deverá fixar com adesivo tipo araldite na base do túnel chapas de metal nas dimensões 40 mm x 40 mm.

- Os pontos exatos do eixo da via deverão ser marcados nas chapas após as suas fixações e medições respectivas.

- Estes marcos deverão ter uma identificação de modo a atender a finalidade (p. ex. PC).

- Após a locação e materialização dos pontos notáveis e da amarração, os mesmos serão nivelados e contra-nivelados. Calcula-se em seguida as cotas dos pontos materializados e as diferenças Δ V entre as mesmas e as cotas do projeto do topo do boleto sem superelevação.

- Para os instrumentos e equipamentos, bem como as tolerâncias e nivelamento deverão ser respeitadas as mesmas prescrições estabelecidas para a implantação de poligonais de apoio e rede de RN. Nos locais sem obstáculos e distâncias inferiores a 50 m entre o vértice da poligonal e o ponto no eixo da via ou o da amarração é permitido o uso de trena de aço aferida, ou de outro material aprovado pela Fiscalização.

- A identificação do marco de amarração deverá ser gravada em uma chapa de latão (50 mm x 100 mm) com a numeração em função do ponto notável do eixo da via. P. ex.: PC 1025

- A chapa deverá ser fixada na base da amarração através de adesivo do tipo araldite.

- Os marcos deverão ser pintados na cor vermelha refletida.

- Deverá ser elaborado um croqui de amarração com todo as os lados de locação.

f.2) Pontos adicionais e intermediários

Na segunda fase da locação dos eixos das vias, serão materializados, a partir dos pontos notáveis e das respectivas amarrações, os pontos adicionais e intermediários, no eixo da via, e as suas amarrações.

Para fins de locação, considera-se como adicionais os seguintes pontos dos eixos das vias :

IR = Início da rampa de superelevação

FR = Fim da rampa de superelevação

PCV =Início da curva de concordância vertical

PTV = Fim da curva de concordância vertical

E = Início do AMV

C = Ponto de interseção das tangentes

S = Fim do AMV na via principal

S'= Fim do AMV no desvio

FV = Fim da via

IP = Início da plataforma

FP = Fim da plataforma

Para fins de montagem das vias deverão ser implantados os marcos de locação e de amarração para os pontos adicionais e intermediários.

A locação do eixo da via e os marcos de amarração dos pontos adicionais das rampas de superelevação (IR/FR) e das curvas de concordância vertical (PVC,PTV) podem ser implantados através da quilometragem.

A locação e a materialização do eixo da via e da amarração dos pontos adicionais para AMV's (E,C,S,e S') e estações (IP/FP) deverão ser executadas de acordo com os procedimentos adotados, para a locação dos pontos notáveis.

A locação do eixo e a amarração dos pontos intermediários para cada uma das vias, deverão ser executadas em conformidade com o espaçamento entre os pontos de fixação da via, normalmente entre dois blocos de concreto sucessivos, independente dos pontos notáveis e adicionais.

Os intervalos para essa locação, normalmente, são os seguintes:

- Para espaçamento 0,75 m entre blocos ou dormentes = 18,000 m.
- Para espaçamento de 0,65 m entre blocos ou dormentes
  = 19,500 m - 10,40325/R no eixo da via.

Os pontos intermediários de cada via deverão coincidir com pontos auxiliares.

A locação e materialização dos eixos e da amarração dos pontos intermediários das vias deverão ser executadas, em princípio, de acordo com os procedimentos adotados para locação dos pontos notáveis.

A amarração dos pontos intermediários deverá ser materializada somente no local da via de referência (amarração lateral).

Pontos em tangente deverão ser locados através de intercalação de pontos intermediários na reta.

A locação do eixo da via e a amarração dos pontos adicionais e intermediários nas curvas, deverão ser executadas através de irradiação.

Após a locação e materialização dos pontos e da amarração deles inclusive dos pontos IR, FR, PCV e PTV, os mesmos serão nivelados e contra - nivelados.

Calcula-se em seguida as cotas dos pontos materializados e as diferenças ΔV entre as mesmas e as cotas de projeto do topo do boleto sem superelevação.

Os marcos temporários no eixo da via para os pontos adicionais e intermediários deverão ter uma identificação de modo a atender a finalidade

(p. ex. S ou 380).

A identificação do marco de amarração para qualquer ponto adicional da via deverá ser gravada em uma chapa de latão (50 mm x 100 mm) com a numeração relacionada com o tipo do ponto. (p. ex.: S 1371).

A identificação do marco de amarração para o ponto intermediário da via deverá ser gravada em uma chapa de latão (50 mm x 100 mm) com a numeração relacionada com o número da quilometragem. (p. ex.: 1/28 + 380).

A chapa deverá ser fixada na base da amarração com adesivo do tipo araldite.

Ao marcos de amarração dos pontos adicionais deverão ser pintados na cor vermelha refletiva.

Os marcos de amarração dos pontos intermediários deverão ser pintados na cor verde luminosa.

Deverá ser elaborado um croqui de amarração com todos os dados de locação.

f.3) Pontos auxiliares

Após o acabamento da laje do túnel ou 1ª fase de concretagem (+/-50 cm abaixo do topo do boleto) serão materializados os pontos auxiliares, a partir dos pontos locados no eixo da via e/ou aqueles da amarração dos pontos notáveis, pontos adicionais e intermediários.

Para fins de montagem das vias deverão ser implantados pontos auxiliares no eixo da via em intervalos compatíveis conforme com o posicionamento e espaçamento dos blocos ou dormentes de cada uma das vias.

Os intervalos a serem considerados são os seguintes :

- Para espaçamento de 0,75 m = 4,500 m
- Para espaçamento de 0,65 m = 3,900 - 2,08065/R

Os pontos intermediários de cada via deverão coincidir com pontos auxiliares.

A locação dos pontos auxiliares deverá ser executada através de corda entre dois pontos intermediários consecutivos e as respectivas flechas dos ponto a serem locados.

A locação dos pontos auxiliares deverá ser feita de acordo com o seguinte procedimento :

- Com base nas coordenadas dos pontos intermediários e auxiliares conforme cálculo analítico dos eixos das vias, determina-se as distâncias intermediárias na corda e as respectivas flechas.

- Elabora-se uma tabela de locação com coordenadas cotas e superelevações do projeto dos pontos intermediários e auxiliares, o comprimento da corda, assim como os comprimentos intermediários e as flechas dos pontos auxiliares a serem locados.
- A locação dos pontos auxiliares deverá ser executada com equipamento ótico para medição de flechas ou com uma corda de "Fio de Invar" com comprimento mínimo de 20 m. Qualquer dos equipamentos utilizados deverá garantir uma precisão de 0,50 mm.
- Para fins de verificação e de eventuais ajustes transversais deverão ser medidas as flechas no centro de uma corda de no máximo 20 m de comprimento, em distâncias consecutivas compatíveis com intervalos dos pontos auxiliares.
- As flechas de medição em campo deverão ser anotadas em tabelas e comparadas com as flechas teóricas do projeto.
- A diferença entre duas flechas consecutivas medidas em relação ao valor da diferença calculada, não pode ser superior a 2 mm, independente da curvatura.
- Após a verificação e de eventuais ajustes dos pontos auxiliares, os mesmos, assim como feito anteriormente para os pontos notáveis, adicionais e intermediários dos eixos das vias serão materializados no piso do túnel através de implantação de chapas de latão (40 mm x 40 mm) com adesivo araldite.
- Terminada a locação, os pontos locados no eixo da via são nivelados e contra nivelados.
- Calculam-se as cotas dos pontos, e em seguida determina-se o valor ΔV, tornando-se como base as cotas de projeto do topo do boleto sem supervisão.
- Efetuado o cálculo, é organizada uma tabela, tomando-se como base a geometria do projeto, com os seguintes dados para cada ponto: Corda e flecha, cota do topo do boleto sem superelevação, ΔV e superelevação. Com o apoio de uma equipe de topografia, a equipe de montagem faz o nivelamento e alinhamento das vias sendo, em seguida, executado o serviço de concretagem.

12.2 Instalação da Superestrutura da Via Permanente com Fixação Direta sobre Laje de Concreto

a) Objetivo e campo de aplicação

Esta especificação estabelece as condições que devem ser observadas no fornecimento de material e equipamentos, bem como na montagem da superestrutura da via permanente, diretamente sobre laje de fundação em concreto, no trecho em túnel e em elevado do METRÔ DE FORTALEZA.

Os serviços abrangem:

- Fornecimento completo da superestrutura da via apoiada diretamente na laje de concreto.

- Produção e aplicação do concreto necessário:

b) Referências

Na aplicação desta especificação é necessário consultar, na sua última edição vigente, as seguintes normas:

- Normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Onde as normas ABNT forem omissas, ou como complemento, deverão ser aplicadas:

- Normas AREA - American Railway Engineering Association
- Normas ASTM - American Society for Testing and Material
- Normas UIC - Union Internationale des Chemins de Fer
- DIN - Deutsche Industrienorm
- DV - Normas e Instruções da Deutsche Bundesbaan
- Normas e Instruções da CBTU

c) Condições Gerais

A bitola das vias, medida a 15 mm abaixo do topo do boleto e pelo lado interno dos trilhos, é de 1.000 mm. Aumentos de bitola nas curvas da linha corrida não são necessários.

Os trilhos na via, fixados aos blocos de concreto, terão uma inclinação de 1:40, para o lado interno dos dois trilhos.

O perfil do trilho será o TR 45, conforme definido pela PB-12 da ABNT, ou perfil S49 conforme normas UIC. Para as vias da linha corrida e pátios, o aço do trilho terá uma resistência mínima à tração de 880 Mpa, enquanto que para os trilhos dos AMVs essa resistência será de, no mínimo, 1.000 MPa.

Os trilhos fornecidos em barras de 12 m e 18 m, serão soldados em qualquer temperatura em barras de até 360 m, pelo processo aluminotérmico.

Dentro da faixa de temperatura de neutralização fixada entre 25oC e 35oC, as vias serão fixadas aos blocos.

Os trilhos serão fixados aos blocos de concreto armado, através da fixação elástica S-75. A fixação é composta por dois clips isolantes, dois conjuntos de lâminas de aço de mola, dois parafusos com as respectivas arruelas e porcas de fixação nos “inserts” e os anéis de vedação. Entre o trilho e o bloco de concreto será disposta uma palmilha de borracha de 6,5 mm. (Outros tipos de fixação poderão ser utilizados desde que aprovados pelo METROFOR).

Complementam o sistema de via, denominado de “Sistema de Baixa Vibração”, uma palmilha microcelular de 12 mm, colocado sob o bloco de concreto, que é envelopada por uma galocha de borracha de 5mm de espessura.

Neste sistema cada fila de trilhos é apoiada, independentemente da outra.

Nas vias, para trechos em tangente e em curvas com raios maiores que 500 m, o espaçamento entre os blocos será de 0,75 m. Nos trechos em curvas com raios menores ou igual a 500m, esse espaçamento será de 0,65 m. Os blocos devem ser distanciados em relação ao trilho externo da curva.

Nos trechos das vias anteriores e posteriores dos AMVs, na passagem da inclinação lateral dos trilhos de 1:40 para 1:00, deverá ser introduzida uma inclinação intermediária de 1:80 a ser dada por entalhamento nos dormentes.

A construção da laje de fundação em concreto, deverá ser feita em duas etapas:

- a primeira etapa de concretagem da laje-suporte da via, no túnel, não requer mais precisão do que aquela observada nos trabalhos de concreto comuns em engenharia civil, nessa etapa deixa-se um espaço mínimo de 50 mm entre a superfície da laje e a posição final da base do bloco com os acessórios.

- em uma fase anterior a segunda etapa de concretagem, a superestrutura é montada sobre esta fundação, nivelada e alinhada, com auxílio de dispositivos para apoios provisórios dos trilhos. Logo que a geometria desejada é obtida, a via é ancorada e fixada definitivamente, executando-se a segunda e última etapa de concretagem.

d) Descrição do Sistema

O Sistema de via de Baixa Vibração (SBV) é um sistema de via sem lastro, compreendendo suportes independentes dos trilhos e blocos de concreto engatados no concreto. Cada suporte consiste de dois níveis de elasticidade separados por uma massa intermediária.

d.1) Componentes do sistema

O SBV consiste de três componentes básicos:

Blocos Individuais

Os blocos utilizados no sistema de baixa vibração são normalmente fabricados com concreto reforçado de slump zero. A vibração e compressão utilizadas no processo de moldagem assegura uma alta resistência do concreto e com tamanho consistente do bloco. Os blocos são projetados para resistir as cargas por eixo e condições de tráfego para cada instalação específica.

Galocha de Borracha e Palmilha Microcelular

As galochas de borracha que envolvem os blocos de concreto são moldadas com componentes de borracha de longa vida útil, com ranhuras nas paredes laterais. As ranhuras permitem aos blocos de concreto moverem-se verticalmente de acordo com o previsto em sua deflexão de projeto, sem causar abrasão das galochas, tendo em vista que estas podem flexionar, para poder acompanhar os movimentos dos blocos sem atrito.

As palmilhas microcelulares, contem milhões de bolhas de gás em sua matriz elastomérica, podendo comprimir-se sem “inchamento”, tendo em vista que estas possuem um “Fator de Forma Interno”. Além disso, devido sua grande área, a unidade de carga permanece baixa, resultando em uma longa vida útil com performance segura.

Fixação e Palmilhas dos Trilhos

O sistema de baixa vibração poderá ser provido de fixação tipo S-75 (ou outro tipo aprovado pelo METROFOR), com uma palmilha sob o trilho de espessura de 6.5 mm.

d.2) Princípios do projeto

Os seguintes princípios essenciais orientam o projeto do Sistema de Baixa Vibração.

Separação da função de prover a elasticidade vertical da função da fixação dos trilhos, de modo a obter-se uma via elástica sem comprometimento da precisão de sua geometria ou ultrapassar os esforços previstos nas fixações sob carregamento dinâmico.

Utilização da massa do bloco localizado entre a palmilha sob o trilho e a palmilha microcelular, para efetivamente atenuar os impactos e reduzir um largo campo de ação das vibrações roda/trilho.

Contar com o peso da via e a rigidez vertical do trilho para assegurar a estabilidade vertical e evitar a fixação direta da via ancorada diretamente na laje de concreto. Este fato, facilita a instalação da via, permite fácil recolocação de componentes e limita a transmissão de vibrações para a laje de fundação de concreto.

Garantir uma geometria precisa da via pela colocação dos trilhos em sua posição final, antes do embutimento dos blocos, nas galochas, na fase 2 de concretagem.

Tolerâncias de montagem não são, entretanto, afetadas pelo acabamento da laje de concreto.

Utilização de blocos independentes com as seguintes vantagens:

a) geometria mais precisa da via, em particular da bitola da via, sob cargas dinâmicas, devido a:

- Um engaste mais profundo dos blocos na Fase 2 de concretagem e,
- O fato de que a distância correta entre lados opostos dos ombros das fixações é obtido durante a instalação, sem levar em consideração as tolerâncias de fabricação dos blocos.

b) centro da via desobstruído proporcionando uma maior aerodinâmica da via, uma circulação segura do pessoal de manutenção ou passageiros (em caso de emergência) e um fácil acesso para limpeza.

c) ausência de ligação elétrica direta entre blocos opostos e desnecessária fonte de corrosão.

d) possibilidade de linha de premontagem, para a montagem da via.

e) Condições específicas

e.1) Serviços preliminares

A empresa responsável pela montagem da superestrutura da via, diretamente sobre laje de concreto, deverá apresentar o detalhamento construtivo de cada etapa, assim como dos diversos estágios.

A via será locada topograficamente por coordenadas, ficando a cargo da montadora todos os ônus decorrentes para a viabilização em campo, dentro dos padrões de tolerância estabelecidos nestas especificações técnicas, assim como naquelas referentes aos serviços topográficos. Deverão ser implantados ou recuperados marcos topográficos planialtimétricos, em uma fase que anteceda o início dos trabalhos de montagem da superestrutura.

Após a conclusão e liberação da obra bruta para o assentamento da via, situada no nível de -0,50m em relação ao boleto do trilho, procede-se os serviços topográficos relativos a implantação de uma poligonal fechada. A partir desta, refazem-se os cálculos para a posterior locação do eixo das vias, assim como o seu nivelamento e contranivelamento.

Conhecendo-se o nível dos trilhos de rolamento, pode-se determinar facilmente a cota da base do dormente, incluindo-se, aí a almofada e sua galocha (soma da altura do trilho + palmilha de borracha + dormente + almofada microcelular + galocha), ou seja:

- trilho S49 h = 149,0 mm
- Palmilha de borracha e = 6,2 mm
- Bloco (centro da mesa) h = 200,0 mm
- Almofada microcelular e = 12,0 mm
- Galocha e = 5,0 mm

Cota de apoio do dormente, em relação ao nível do trilho = 372,2 mm

e, a partir deste nível do concreto, em relação ao nível do boleto do trilho, que é de aproximadamente 230 mm.

e.2) Concretagem - Fase 1

Para uma maior facilidade na montagem da via, recomenda-se a execução da concretagem em duas etapas, sendo que na primeira concreta-se até o nível -450 mm em relação ao boleto do trilho.

Na primeira etapa de concretagem, poderá ser utilizado um concreto elaborado com agregados de grandes dimensões, (brita 3). A quantidade mínima de cimento por m3 deve ser igual ou maior que 300 kg. A resistência característica do concreto (fck) deverá ser igual ou maior que 18 MPa.

Recomenda-se que a camada final de concreto para o preenchimento dos espaços sob os blocos de concreto, tenha uma espessura mínima de 5cm, não havendo necessidade de grande precisão dentro deste intervalo, podendo variar entre 5 e 10

cm. Para fins de cálculo de estimativa de volumes admitir esta espessura como 8,0 cm, ou seja: a diferença de nível entre a base da galocha e o fundo do túnel.

e.3) Procedimentos gerais para montagem

Estágios Consecutivos

- Estágio 1 - A preparação dos materiais da via, sua distribuição e montagem na estrutura suporte, sobre laje de base ou 1ª Fase de concretagem no "invert" do túnel.

- Estágio 2 - Ajustamento da Geometria, apoio e escoramento temporário da via.

- Estágio 3 - o lançamento e a vibração da 2ª etapa de concretagem.

- Estágio 4 - A remoção dos suportes e escoramento provisórios e a complementação dos trabalhos na via e a limpeza do túnel.

O procedimento construtivo é, portanto, flexível para implementar as condições de projeto, de modo que o montador possa escolher:

- premontagem total ou parcial, em canteiro dos componentes da superestrutura da via, situado fora do local de instalação.

- complementação do projeto em um único estágio, ou o avanço em estágios simultâneos.

A direção de trabalho pode se dar em ambos sentidos, avançando-se ao longo do túnel ou, pela alimentação dos materiais sobre a via pronta, ou diretamente na área de projeto.

A seguir são listadas as principais operações necessárias e requeridas em cada estágio. Ressalvando-se que as performances e detalhes dos equipamentos e tempos são específicos de cada local, não sendo tratado nesta fase de especificação.

a) **ESTÁGIO 1 - Preparação, Distribuição e Montagem do Material da Via**

- Colocação da palmilha microcelular no interior da galocha de Borracha. Introdução das galochas nos Blocos de concreto, prendendo-se através de Fitas Adesivas em pelo menos dois pontos.

- Vedação da junta entre a galocha e o Bloco com fita adesiva colocada horizontalmente sobre a junta.

- Instalação das palmilhas e dos trilhos nos blocos;

- Instalação das Fixações nos Trilhos, verificando-se se o trilho está encostado contra os ombros dos isoladores, assim como se nenhum jogo ou folga existe do lado da Bitola. Ao mesmo tempo, certificando-se de que os Blocos estejam espaçados e em esquadro, conforme especificação;

- Se a estrutura do sistema for utilizada para a circulação de trens de serviço, deve-se assegurar a dimensão da bitola dos trilhos com o auxílio de barras de bitola provisórias;

- Soldagem dos trilhos: soldas de fechamento são executadas freqüentemente neste estágio. Assegurar-se que as fixações sejam removidas ou adequadamente protegidas do calor excessivo.

b) **ESTÁGIO 2 - Ajustamento da geometria da via**

- Se barras bitoladoras convencionais foram utilizadas para assegurar a medida da bitola durante a operação de trens de serviço, remova-as e, instale as barras ou placas bitoladoras padrão de construção;

- Elevar a via, com o auxílio de macacos verticais, em aprox. 50 mm, então, ajuste a geometria da via utilizando-se macacos nas direções vertical e lateral. Quando a geometria correta é obtida, assegure esta posição na vertical e lateral com o auxílio de dispositivos de ajustes vertical e lateral, contra o "invert" e laterais do túnel, respectivamente. Estas barras ajustáveis de travamento necessitam ser incorporadas em um dispositivo único com as barras bitoladoras.

OBSERVAÇÃO: Para instalações em grande escala, equipamentos para instalação automática da via, barras bitoladoras ajustáveis, também podem ser utilizadas.

c) **ESTÁGIO 3 - Complementação da Fase 2 - Lançamento do concreto de enchimento**

- Verificação criteriosa e registro de todos os parâmetros geométricos da via, em confronto com os valores especificados;

- Assegurar-se de que o concreto Fase 1 "invert" esteja limpo e livre de água ou entulho;

- Proteger os Trilhos e Fixações do concreto; verificar se todas as galochas de borracha estão na posição correta nos Blocos; recolocá-las se necessário;

- Proceder a execução da Etapa 2 de concretagem como segue:

  - ✓ Trabalhar somente em uma única direção;

  - ✓ Iniciar pelo centro da via. Não devendo se movimentar ao longo da via ou lançar concreto do lado externo das galochas, até que o fluxo do concreto a partir do centro, tenha preenchido os espaços vazios, em torno das laterais e sob o fundo das galochas;

  - ✓ Manter este procedimento ao longo da via, preenchendo cada apoio e vibrando o concreto sob cada galocha. Esta vibração tem por objetivo facilitar a fluência do concreto, e eliminar as bolhas de ar, e ser consistente;

- ✓ Assegurar-se de que a superfície do concreto da Etapa 2 fique no nível do Projeto, não fique acima da aresta inferior da borda da galocha.

- ✓ Dar o acabamento na superfície conforme especificado (elevação e declividade da drenagem);

- ✓ Remover respingos de concreto dos blocos, trilho e fixações, no decorrer dos trabalhos;

- ✓ Verificar se toda a via recebe preenchimento adequado; corrigir deficiência imediatamente de modo a evitar juntas frias ou refazer o trabalho.

d) **ESTÁGIO 4 - Remoção das Barras Bitoladoras e acabamento final**

- Após o concreto obter resistência suficiente, remover os parafusos de travamento e barras bitoladoras da estrutura da via. Limpá-las para reutilização.

Preencher os Buracos com Concreto

- Executar quaisquer serviços de via requerido, tais como instalações para corrente de retorno ou "SHUNTS" de sinalização, bondes de impedância, etc.

- Mover equipamento e materiais na direção da construção da via.

- Alinhamento e nivelamento da via. A operação de ajustagem definitiva da via é feita por intermédio de dispositivos ajustáveis colocados, sob cada fila de trilhos, no espaçamento entre dois blocos. O espaçamento entre cada jogo de dispositivo ajustável será de, aproximadamente, 3m ou seja, de 4 em 4 blocos (apoios).

O dispositivo ajustável é constituído de duas partes distintas:

a) Um bloco de concreto premoldado, com altura igual às muretas centrais e laterais concretadas anteriormente bloco este que será abandonado dentro do concreto de enchimento.

b) Um dispositivo ajustável propriamente dito que poderá ser constituído por X:

- Um ferro em U colocado perpendicularmente ao trilho dentro do qual se pode fazer deslocar lateralmente uma placa para regulagem do trilho para o alinhamento. A placa interna é deslocada através dos parafusos representado no desenho indicado.

- Uma sela metálica, tipo PA 57, com inclinação de 1/40, que se apoia na placa colocada dentro do ferro U por intermédio de dois parafusos de regulagem. Regulagem do nivelamento por aperto ou desaperto dos parafusos reguladores.

- Um pedaço de madeira intercalado entre o bloco de concreto e o ferro U apenas para limitar a amplitude de regulagem (comprimento dos parafusos reguladores).

Poder-se-á utilizar dispositivos ajustáveis, que permitam no mesmo equipamento escorar os trilhos, ajustes verticais e transversais e a definição da superelevação.

Antes da regulagem final da linha deve-se observar o correto posicionamento dos blocos - espaçamento e perpendicularidade - e o correto aperto das fixações.

Este sistema de dispositivos ajustáveis sob os trilhos permite à via conservar sua geometria até a fase final da concretagem de enchimento, mesmo considerando-se uma pequena circulação de trens de serviço sobre a linha apoiada.

Concretagem de Enchimento Fase 2

Com a via em sua posição definitiva, segura e calçada por intermédio dos dispositivos ajustáveis, será iniciada a fase de concretagem de enchimento para a fixação definitiva de todo o conjunto.

O enchimento das regiões onde se encontram os blocos de concreto, na lateral e sob estes deve ser feito com concreto de granulometria apropriada, sendo recomendável o uso de bombas injetoras com agulhas vibratórias para o completo enchimento do espaço, evitando-se os vazios prejudiciais.

No momento em que se executa a concretagem para a fixação da via, esta deve estar ajustada com uma precisão absoluta. A via deve ser fixada rigorosamente pela concretagem, na posição correta em que foi ajustada.

Normalmente, o equipamento disponível para o lançamento do concreto indica a granulometria apropriada, o que deve ser rigorosamente observado.

Correção e Nivelamento

A correção de nivelamento, quando se fizer necessária, é feita pela introdução de placas ou folhas da espessura medida e correspondente à correção necessária.

A introdução dessa placa pode ser feita de duas maneiras:

- Sob as galochas elásticas, isto é, entre a galocha e a superfície de concreto da laje sobre a qual ela se apoia.

- Dentro da galocha elástica, isto é, entre parte inferior do bloco de concreto e a palmilha microcelular.

Se as correções a serem feitas são de pequena amplitude, pode-se utilizar ou uma placa de chapa de aço ou alumínio de espessura adequada, ou uma folha de polietileno. Para espessuras maiores, da ordem de 10 ou 20 mm, pode-se utilizar placas de madeira compensada, tipo compensado naval. Essa correção pode atingir a uma espessura de 20 a 25 mm máxima.

Se, porventura, por motivos diversos houver necessidade de correções mais importantes, deve-se quebrar com ponteiras de aço os alvéolos dos blocos de

concreto e após regulagem da linha ao nível desejado, fazer nova concretagem de enchimento.

Na hipótese em que a correção de nivelamento impuser uma modificação na superelevação da linha nas curvas, deve-se usar, naturalmente, folhas ou calhas em forma de cunhas correspondentes à inclinação dada: Isto pode ser obtido facilmente com calhas de madeira ou em polietileno com as espessuras e inclinações desejadas. Pode-se então, executar correções de alguns milímetros até 25 mm por simples introdução de placas de espessura conveniente e, mesmo em casos excepcionais, correções mais importantes com a injeção de nova camada de concreto de enchimento.

Correção do Alinhamento da Bitola

O crapaud S-75 em nylon pode ser fabricado em vários tipos ou tamanhos diferentes.

Abaixo o quadro de possíveis combinações de crapauds ao conjunto da fixação.

QUADRO DE COMBINAÇÃO DE CRAPAUDS

BITOLA	EXTERNO	INTERNO	INTERNO	EXTERNO
1000	8	8	8	8
1002,5	8	8	8	7
1005	7	9	9	7
1007,5	7	9	10	6
1010	6	10	10	6

Para a bitola métrica, está projetado como padrão para a colocação inicial, o uso de 4 crapauds nº 8.

Soldagem de Trilhos nas Vias

As soldagens dos trilhos nas vias deverão ser executadas pelo processo aluminotérmico com nervura chata.

A soldagem dos trilhos nas vias deverá ser executada em duas etapas:

- Com qualquer temperatura dos trilhos, executam-se as soldas e até um comprimento máximo de 360 m (seções intermediárias).

- Com uma temperatura dos trilhos dentro da faixa da temperatura teórica de neutralização, ou seja, entre 25 e 35ºC, executando-se simultaneamente, a fixação dos trilhos em todo e qualquer comprimento.

As soldagens que ligam seções intermediárias entre si, serão denominadas a seguir como soldagens finais.

Estas soldas deverão ser executadas, sempre, dentro da faixa teórica de neutralização e, sempre que possível, com temperatura em elevação. As soldagens finais e a fixação definitiva dos trilhos, devem ser executadas simultaneamente.

Em um comprimento de 20 m para ambos os lados de uma junta de solda final, os trilhos deverão ser fixados, somente, 1 hora após a soldagem.

Sobre a execução das soldagens finais e sobre a fixação dos trilhos, deverão ser executadas anotações, conforme diretrizes do METROFOR e/ou da CBTU.

Compensação das Tensões e Fixação Definitiva dos Trilhos

Em etapa anterior ao início de qualquer solda final, os trilhos das seções intermediárias deverão estar completamente livres de tensão. Com tal objetivo, as fixações dos trilhos deverão ser afrouxadas, de modo a permitir que esses trilhos se movimentem livremente. Deverá constatar-se que os movimentos dos trilhos não sejam prejudicados por placas de apoio mal ajustados ou folgas incorretas das juntas.

Após as providências citadas acima, procedem-se a execução da solda final e a fixação definitiva dos trilhos, exceto no comprimento de 20 m em ambos os lados da junta dos trilhos, os quais deverão ser fixados somente após decorrida 1 hora.

Além das diretrizes citadas anteriormente, aplicam-se as diretrizes usuais para a execução de soldagens de trilhos pelo processo aluminotérmico, a serem fornecidas pela fiscalização.

Acabamento das Soldas

Nas juntas soldadas não deverão ficar ressaltos, para mais ou para menos na superfície de rolamento ou ressaltos na linha de Bitola, cuja continuidade deverá ser assegurada.

A solda acabada deverá ser usinada e esmerilhada de tal forma, que o nivelamento da junta soldada apresente na superfície de rolamento, desvios que não ultrapassem os valores de +0,2 mm até -0,2 mm e, na lateral valores entre 0 e -0,3 mm. Esses valores serão tolerados, desde que esses desvios sejam compensados, em ambos os lados da solda, em um comprimento equivalente à 500 vezes o valor do desvio.

Ensaios para Controle de Qualidade

Antes que se inicie os serviços de soldagem aos trilhos na obra, serão efetuadas provas de qualificação, no que se refere ao processo em si, à qualidade dos materiais para as soldas e dos artífices soldadores.

O fornecedor e responsável pela execução das soldas deverá executar às suas expensas, todos os ensaios necessários ao controle de qualidade das soldas e à comprovação de que o serviço está de acordo com as prescrições destas especificações. Deverão ser considerados por junta a realização de ensaios de flexão, de dureza, de resistência à fadiga, apreciação metalográfica, na proporção

de 1:500 das soldas executadas. Além desses, todas as soldas executadas serão verificadas pelo processo de ultrassom e, no caso de dúvida, empregar-se-á, adicionalmente, o processo de líquido penetrante.

Materiais para Solda

Na soldagem dos trilhos, com resistência mínima à tração de 90 kgf/mm2, ou 880 MPa (275 +/- 15 HB) deverão ser empregados porções de solda, conforme a designação TERMIT SMF ou equivalente, com uma dureza Brinell garantida de 275 +/- 20 HB. O símbolo SMF significa que a soldagem deve ser pelo processo de soldagem Thermit com nervura chata.

As porções para solda, formas, acendedores deverão ser guardados em recintos fechados. Os tubos de gás deverão ser armazenados separados de outros materiais inflamáveis, e protegidos da irradiação solar. O oxigênio por sua vez, deverá ser armazenado separadamente, de todos os outros gases inflamáveis.

Tolerância na Montagem de Vias

Serão permitidas as seguintes tolerâncias na montagem das vias:

- Espaçamento entre blocos de concreto: ±20 mm.
- Posição no esquadro dos blocos de concreto: ±10 mm.
- Bitola: ±2 mm.
- Alinhamento.

Não poderá existir uma variação superior a 2 mm entre 2 dormentes consecutivos.

Nas curvas circulares e curvas de transição, a diferença das flechas medidas no centro de uma corda de 16 m em dois pontos seguidos espaçados de 4m, não deverão diferir em mais de 4 mm das diferenças calculadas.

Nos trilhos em tangente, nas mesmas condições anteriores, a variação não pode ser superior a 2 mm e a variação de +2 mm para -2 mm não pode ocorrer em espaço inferior a 8 m.

No caso desse controle ser realizado com a utilização de gráfico levantado por aparelho corretor de curva, as tolerâncias citadas no parágrafo anterior devem ser transformadas de acordo com o comprimento (corda) do aparelho.

Nivelamento

- Nivelamento transversal: ±2 mm

A variação de +2 mm a -2 mm não pode ocorrer em comprimento inferior a 5 m.

- Nivelamento longitudinal: 2 mm para uma base de 5 m e 10 mm para 50 m, e não mais do que +10 e -10 mm em relação a altura calculada.
- Nivelamento da junta soldada

O controle da junta será com uma régua de aço de 1 m de comprimento e precisão de 0,1 mm.

São tolerados desvios na superfície de rolamento de +0,2 até -0,2 mm e na superfície interna do boleto (lateral) de 0 até 0,3 mm, se esses desvios forem compensados, em ambos os lados da solda, em um comprimento equivalente a 500 vezes o valor do desvio.

Verificação Complementar

Além da verificação do cumprimento das exigências enumeradas anteriormente, será verificada a posição e montagem de todos os meios de fixação a qualidade do aço e do concreto utilizados na laje de fundação, de acordo com os desenhos e normas da ABNT.

f) Inspeção e Aceitação

f.1) Generalidades

Todas as vias e soldas, inclusive as lajes de fundação, serão verificadas e inspecionadas. A responsável pela montagem deverá requerer por escrito, a inspeção ao contratante, para a aceitação.

f.2) Inspeção das lajes de fundação

Na execução das lajes de fundação, em suas diversas etapas, serão efetuadas inspeções:

- locação planialtimétrica;
- para a verificação da posição correta das formas e da armação;
- para a verificação da resistência característica do concreto, bem como da aparência superficial do concreto. Os corpos de prova serão confeccionados conforme especificado, no local da aplicação e de acordo com a fiscalização.

f.3) Inspeção das vias

Serão realizadas inspeções finais após a conclusão e emissão do respectivo aviso da mesma nos diversos trechos.

A fiscalização reserva-se ao direito de efetuar inspeções antes da montagem final.

f.4) Preparativos para a inspeção

Antes da inspeção, todos os pontos importantes para a verificação da situação geométrica das vias e AMVs, deverão ser identificados de modo bem visível e duradouro. Deverão ser fixados por marcas pintadas a tinta à óleo amarela na alma do trilho:

- No trilho externo da curva: início e fim de curvas circulares, início e fim de curvas de transição, início e fins dos AMVs, etc.

- No trilho interno da curva: pontos de mudança de inclinação, assim como os pontos de início e fim das curvas de concordância verticais.

- Nas rampas de superelevação deverão ser marcadas, espaçadas de cinco em cinco metros, na alma do trilho de cota inferior. As distâncias exatas serão calculadas de tal maneira que haja a possibilidade de leitura em milímetros.

NOTA: Quando forem utilizados carros especiais de medição, em curvas circulares e curvas de transição, as flechas deverão ser medidas no centro de uma corda de 16 m de comprimento em distâncias consecutivas de 4 m e anotadas graficamente na escala 1:500 para o desenvolvimento da curvatura e 1:1 para as flechas.

f.5) Relação de aparelhos necessários a inspeção (mínimo necessário)

- Um aparelho para medição da flecha com corda de 16 m de comprimento, precisão de 0,5 mm;

- Um aparelho para medir a superelevação, com parafuso micrométrico;

- Um aparelho ótico de nivelamento (com mira);

- Um aparelho ótico para verificação do alinhamento;

- Uma trena, precisão 1 mm;

- Um medidor de bitola, precisão 0,25 mm;

- Um nível de água, de precisão, com escala corrediça.

f.6) Aceitação

Nas retas o alinhamento deverá ser examinado com o aparelho ótico para esse fim. Nos locais onde o alinhamento não é satisfatório, deverão ser efetuadas medições com a corda de 16 m, sendo os resultados anotados.

- O nivelamento longitudinal deverá ser verificado com um nível ótico.

- Medições obtidas mecanicamente e permitidas pelo METROFOR poderão ser aceitas.

f.7) Processamento da inspeção

Participarão da Inspeção os seguintes técnicos:

- Um encarregado autorizado e perito do Construtor;

- Um Fiscal do METROFOR.

O pessoal auxiliar e os aparelhos para as inspeções são de exclusiva competência do Construtor.

A inspeção deverá ser registrada por escrito e reconhecida pelos participantes através de assinatura.

Se por ocasião da inspeção forem observadas falhas, estas serão anotadas na minuta de inspeção. A eliminação desta falha será comprovada após nova inspeção, sendo todos os serviços e ônus decorrentes, de exclusiva responsabilidade do Construtor.

A Proposta deverá abranger os suprimentos de material indicado neste item, equipamentos, ferramentas e serviços.

O Construtor deverá instalar as vias de acordo com as presentes exigências, ou seja, entregar a superestrutura da via permanente ao METROFOR em condições de aceitação e pronta operação.

O Construtor deverá considerar a execução de todos os fornecimentos e serviços especificados, considerando-os nos respectivos preços unitários contratuais.

g) Obrigações da Contratada

g.1) Fornecimento

O fornecimento abrange, produção e transporte dos componentes da via permanente sem lastro.

Deverão ser fornecidos os resultados de ensaios de qualidade dos materiais da via permanente.

Fornecimento de máquinas, equipamentos e mão-de-obra para a montagem da superestrutura, fornecimento dos materiais da via permanente do sistema de baixa vibração (SBV), discriminados abaixo:

- Concreto para a 2ª fase de concretagem;
- Blocos independentes de concreto armado;
- Galochas de borracha, espessura de 5 mm;
- Almofadas microcelular, espessura de 12 mm;
- Palmilhas de borracha, espessura de 6,2 mm;
- Trilhos TR 45 ou S 49 em barras de 18 m;
- Fixações S 75 com todos os acessórios;
- Porções de solda, formas, areia de moldar, gases, oxigênio, etc.

g.2) Locação

A locação é de exclusiva responsabilidade do Construtor, arcando este com todos os ônus decorrentes de erros de locação.

O Construtor deverá executar a locação rigorosa de todas as vias, bem como sua demarcação, conforme esta especificação e as especificações para serviços de topografia.

O assentamento das vias deve ser executado conforme dos itens anteriores.

g.3) Soldagem aluminotérmica

O Construtor terá a seu encargo:

- A execução dos cortes nos trilhos;
- Trabalhos necessários para neutralização dos trilhos no que se refere à execução das soldas finais, inclusive a fixação definitiva dos trilhos;
- A execução da soldagem propriamente dita, com os acabamentos necessários como reaquecimento, esmerilhamento, etc.;
- A completa execução dos ensaios de controle e qualidade.

g.4) Transportes internos

A Contratada terá a seu encargo a carga, transporte e descarga de todos os materiais da superestrutura da via permanente desde o local de armazenagem até o local de instalação.

g.5) Obrigações adicionais

Além dos fornecimentos e serviços mencionados nos itens anteriores, a Contratada ainda é obrigada a considerar os seguintes gastos sem remuneração especial:

- A colocação à disposição das máquinas, equipamentos e ferramentas necessárias à execução de todos os serviços.
- O desimpedimento das áreas utilizadas para a instalação do canteiro de obras e dos locais de armazenagem, ou seja, sua devolução em estado primitivo.
- A instalação do canteiro de obras, instalação de tapumes, execução de acessos, colocação de cercas, locais de armazenagem bem como uma proteção adequada e duradoura das mesmas .
- O transporte e descarga de todos os materiais de seu fornecimento, do local de produção até os locais de armazenagem.
- As instalações necessárias ao fornecimento de água, luz e força com os respectivos cabeamentos, medidores auxiliares, transformadores etc., todas de conformidade com as diretrizes das concessionárias de água, luz e força. Custos com tais providências, bem como pagamento das taxas para manutenção e consumo das instalações.

- As despesas decorrentes e a responsabilidade no atendimento de leis sociais, exigências legais, prevenção de acidentes, vigilância, iluminação do local de obras, etc.

- Todos os transportes na obra, bem como serviços de carga e descarga e inclusive os meios para os mesmos.

- Limpeza e arrumação dos locais de trabalho, após o término das obras e antes da entrega.

- Relatórios diários sobre os trabalhos executados e sobre a quantidade de pessoal de supervisão, operários e eventuais trabalhos pagos por hora.

h) Critérios de Aceitação e Avaliação do Sistema de Via Proposto

h.1) Critérios de aceitação

a) Tecnologia comprovada: É pré-requisito do sistema proposto ser de tecnologia comprovada. O proponente deverá apresentar provas de instalações existentes com o mesmo sistema de via proposto, com aplicações em túneis, em serviço comercial satisfatório no Brasil ou em outras partes do mundo, que atendam aos critérios de aceitação detalhados abaixo.

Se os pré-requisitos não forem totalmente satisfeitos, o proponente deverá demonstrar que as cargas de trabalho dos elementos contidos no sistema proposto não são superiores às aplicadas nas instalações apresentadas como referências.

b) O projeto do sistema de via proposto deverá compreender dois níveis de elasticidade separados por uma massa intermediária de no mínimo 80 kg para a atenuação de vibrações.

c) De maneira a evitar forças de arrancamento exercidas sobre a laje da base, a via deverá permanecer assentada por seu peso próprio, não devendo ser ancorada ou aparafusada na laje.

d) A massa intermediária deverá estar embutida com uma profundidade mínima de 120 mm no concreto de embutimento, de forma a proporcionar uma suficiente estabilidade lateral, devendo ainda estar elasticamente isolada do concreto de embutimento abaixo e em torno de toda a massa intermediária.

e) Todos os elementos de aço expostos deverão ser protegidos contra a corrosão por galvanização ou outro revestimento anticorrosivo de comprovada eficiência.

f) Todos os elementos do sistema deverão ser intercambiáveis para permitir uma rápida substituição, sem a necessidade de se efetuar qualquer demolição, furação ou rompimento da laje de concreto da base.

g) Isolamento elétrico: A impedância do sistema proposto, medida de acordo com o item I.3 desta especificação, deverá ser superior a 20 k.

h) Capacidade de retencionamento longitudinal: O deslocamento residual do trilho com relação ao suporte primário, medido nas condições descritas no item I.2 desta especificação, deverá ser inferior a 0,05 mm 10 minutos após a remoção da carga P = 10,8 kN.

i) Ressonância e amortecimento de excitações vibratórias (admitância mecânica): Nas condições de teste descritas no item I.5 desta especificação, é exigido que:

- A primeira freqüência de ressonância para a via descarregada deverá ser inferior a 120 Hz.
- A primeira freqüência de ressonância, calculada para uma via carregada, não poderá ser superior a 70 Hz.
- O amortecimento mínimo da primeira freqüência de ressonância deverá ser superior a 10%.
- O decréscimo da admitância deverá apresentar um gradiente maior que 15 dB por oitava após o ponto de ressonância.

j) Coeficiente de elasticidade: O valor prático do coeficiente de elasticidade estático global, K, do sistema proposto será obtido pela somatória em série dos coeficientes de elasticidade estáticos individuais de cada um dos componentes elastoméricos de seus dois níveis de elasticidade. As condições de teste, bem como os valores os limites exigidos para o valor de K, estão definidos no item I.4 desta especificação.

Deverão ser medidos ainda os coeficientes de elasticidade dinâmicos de cada um dos componentes elastoméricos dos dois níveis de elasticidade do sistema proposto, sendo que os valores encontrados não poderão exceder aos respectivos coeficientes de elasticidade estáticos em mais do que 50%.

k) Abertura de bitola: A máxima abertura de bitola medida estaticamente sob as condições definidas no item I.1 desta especificação (como parte do teste de fadiga), não poderá exceder a 5 mm por trilho.

l) Resistência à fadiga: Após o teste de fadiga definido no item I.1 desta especificação, os componentes do sistema de via proposto não poderão apresentar deterioração ou deformações permanentes excessivas.

m) Resistência à corrosão: veja critério definido no item I.6 desta especificação.

h.2) Critério de avaliação

Critérios Associados aos Critérios de Aceitação

a) Tecnologia comprovada: A avaliação das referências apresentadas pelo proponente serão efetuadas de acordo com o seguinte critério:

- Representatividade do tráfego nas instalações de referência com respeito às condições de operação da via do METRÔ DE FORTALEZA, como:
  - ✓ Tonelagem anual;

- ✓ Carga por eixo;
- ✓ Velocidade;
- ✓ Diâmetro de roda;
- ✓ Vibrações e ruído, etc.

- Período de tempo em que a instalação tem estado em operação comercial e indicação da manutenção efetuada durante este período.
- Estas informações deverão ser atestadas por escrito pela empresa operadora.

b) Isolamento elétrico: A resistência elétrica medida durante o teste laboratorial deverá ser a maior possível (conforme item I.3 desta especificação).

c) Retencionamento longitudinal: A retenção longitudinal das fixações dos trilhos empregados no sistema proposto deverá ser a maior possível (conforme I.2 desta especificação). A eficácia da solução apresentada para a utilização do sistema proposto sobre estruturas elevadas deverá ser tecnicamente comprovada e também será considerada como critério de avaliação.

d) Ressonância e amortecimento de excitações vibratórias: Os vários valores obtidos no teste de admitância mecânica serão considerados como critérios de avaliação (conforme item I.5 desta especificação).

e) Coeficientes de elasticidade: Serão considerados como critérios de avaliação os valores obtidos para o coeficiente de elasticidade estático global do sistema completo, bem como a variação dos coeficientes de elasticidade dinâmicos dos materiais dos dois níveis elásticos com relação aos coeficientes de elasticidade estáticos (conforme item I.4 desta especificação).

f) Variação da elasticidade estática: A variação dos coeficientes de elasticidade estáticos medidos antes e depois do teste de fadiga descrito no item I.1 desta especificação, será considerado como critério de avaliação.

g) Abertura de bitola: Os vários valores obtidos durante o teste de fadiga de 3 x 106 ciclos descrito no item I.1 desta especificação, serão considerados como critério de avaliação.

h) Resistência à fadiga: A análise do desgaste de cada componente do sistema proposto sofrido após o teste de fadiga, será considerado como critério de avaliação (conforme I.1 desta especificação).

Outros Critérios de Avaliação

a) Durabilidade dos componentes (conforme I.7 desta especificação). A vida útil estimada para os componentes deverá ser a maior possível e será julgada de maneira quantitativa, baseado na experiência prévia do sistema proposto.

O proponente deverá apresentar, categorizado de acordo com o tipo de falha, as estatísticas pertinentes obtidas das empresas operadoras.

Estas estatísticas serão extrapoladas, se necessário, e as modificações e melhorias propostas deverão ser claramente definidas e justificadas.

b) Uma vez que pode haver necessidade de compensação de recalques diferenciais da laje de concreto da base, o sistema proposto deverá permitir um rápido ajuste vertical de até 20 mm e ajuste lateral de ±10 mm por assento do trilho após a instalação, sem a necessidade de maiores intervenções (demolição e/ou concretagem).

c) O sistema proposto deverá ser projetado para reduzir, o máximo possível, o ruído e as vibrações.

d) Aerodinâmica: Será efetuada uma avaliação das características do sistema proposto no tocante a sua capacidade de minimizar o coeficiente de atrito e arrasto aerodinâmico.

e) Ruído: O sistema proposto deverá produzir, com a passagem dos trens, o menor nível de ruído possível. Este será um critério de avaliação. Se for solicitado, o proponente deverá apresentar certificados de testes efetuados de acordo com as normas internacionais, comprovando os níveis de ruído produzidos pelo sistema proposto em instalações existentes em operação comercial.

f) Manutenção do sistema de fixação dos trilhos.

- A fixação deverá ser facilmente substituível no período de manutenção noturno (2 a 3 horas) e deverá ser de fácil inspeção (condição e desempenho).
- Ajuste vertical (essencial) e lateral (desejável) de forma a considerar a substituição de trilhos usados e recalques na estrutura da via.
- As ancoragens no concreto deverão possuir a mesma vida útil que o próprio concreto.
- O sistema de fixação deverá ser compatível com a fácil soldagem, "in-loco", dos trilhos e permitir o reparo temporário de um trilho quebrado.

g) Manutenção do sistema de drenagem e das superfícies.

- Facilidade de limpeza de todos os canais e tubulações de drenagem.
- As superfícies devem ser de fácil limpeza, com um mínimo de interstícios onde sedimentos e detritos possam se acumular.

h) Outras características relevantes apresentadas pelos sistemas propostos que possam ser consideradas como uma vantagem para a instalação, operação e manutenção da via também serão consideradas como critérios de avaliação.

i) Testes Para Avaliação do Sistema Proposto

A finalidade dos testes descritos a seguir é verificar se o sistema proposto está adequadamente dimensionado para as solicitações estáticas e dinâmicas, níveis de conforto, vibrações e ruído,

previstas para o decorrer de sua vida útil, definidas com base nas imposições de projeto e demais características da via na qual será instalado.

Estes testes visam também verificar o desempenho do sistema como um todo, composto pelos suportes primários (massa intermediária), pelos elastômeros dos dois níveis de elasticidade, bem como o conjunto de fixações adotado.

Certificados de ensaio de testes efetuados por laboratórios independentes de reconhecida credibilidade que comprovem as exigências desta especificação poderão ser aceitos para efeito de avaliação do sistema, desde que seja comprovado que o sistema testado apresenta as mesmas características e qualidade do sistema proposto.

A seu exclusivo critério, o METROFOR poderá exigir a comprovação dos resultados dos testes efetuados ou a execução de novos testes comprobatórios das características exigidas para o sistema de via.

i.1) Teste de fadiga sob carga oblíqua

A finalidade deste teste é verificar o desempenho e o desgaste de todos os componentes do sistema proposto, inclusive dos elementos elastoméricos, submetendo todo o conjunto a um ciclo de carregamento dinâmico que simule a vida útil de todos os componente sob solicitações, tão próximas quanto possível, daquelas geradas pelas reais condições de utilização.

Como parte deste teste, será verificada também a máxima abertura de bitola sob carga estática.

Corpos de Prova

Para a execução deste deve-se preparar, em laboratório, uma montagem do sistema proposto completo, de forma a simular sua condição real de utilização.

Esta montagem é feita assentando-se, numa base de concreto, 2 (dois) suportes do trilho equipados com todos os seus acessórios (componentes elastoméricos e fixações dos trilhos), inclusive dois trechos de trilho do mesmo tipo para o qual a via foi projetada.

Procedimento

- A montagem e/ou aperto das fixações deverá seguir as exigências e recomendações das especificações técnicas competentes, do conjunto de fixações em questão.

- O assentamento do sistema proposto na base de concreto deverá ser feito pelo mesmo processo de assentamento preconizado para a instalação da via corrida.

- O trilho utilizado para a execução do teste deverá possuir um comprimento de aproximadamente 500 mm.

- Relógios comparadores devem ser instalados de maneira tal que permitam medir o deslocamento transversal horizontal do boleto de cada trilho (abertura da bitola) com relação à base de concreto.

- O teste consiste na aplicação de 3.000.00 de ciclos de carga pulsante a uma freqüência de 4 a 5 Hz (240 a 300 ciclos por minuto). A aplicação da carga será feita em três etapas distintas como descrito a seguir:

a) 1ª Etapa

- Na primeira etapa do teste o sistema proposto será submetido a 5.000 ciclo de carga pulsante aplicada a uma razão L/V (carga lateral/carga vertical) = 0,5, ou seja, a tangente do ângulo entre braço do dispositivo de teste e a vertical → β = 0,5. Esta carga deverá oscilar entre 10 kN e uma carga máxima P, calculada de acordo com a expressão abaixo:

$$\mathbf{P = Q_c \,.\, I_f .\, D_f}$$

onde: **P** = Carga no atuador em kN;

$\mathbf{Q_c}$ = Carga estática vertical máxima por eixo em kN;

$\mathbf{I_f}$ = Coeficiente de impacto = 1,5 (50%);

$\mathbf{D_f}$ = Coeficiente de distribuição de carga.

O coeficiente de distribuição $\mathbf{D_f}$ utilizado acima deverá ser calculado de acordo com o método de Zimmermann, como mostrado a seguir:

$$\mathbf{D_f} = \frac{d}{\sqrt{8}} \cdot \sqrt[4]{\frac{K_t}{E.I}} \qquad (1)$$

onde:

d = Espaçamento entre os suportes primários em milímetros:

$K_t = \dfrac{K_s}{d} =$ módulo da via em kN/mm^2:

K_s = Coeficiente de elasticidade estático global para um suporte do trilho equipado com todos os seus componentes elastoméricos (do 1º e 2º níveis de elasticidade) em kN/mm:

E = Módulo de elasticidade do aço do trilho = 210 kN/mm^4;

I = Momento de inércia da seção transversal do trilho em mm^4.

O coeficiente de elasticidade global K, deverá ser tal que cada suporte do trilho sofra uma deflexão vertical δν = 2 mm com a aplicação, sobre um único assento do trilho, de uma carga estática vertical **P** calculada de acordo com a expressão (2) abaixo. Neste caso deve-se considerar um coeficiente de impacto $\mathbf{D_f}$ = 1,5 (50%) para um protótipo totalmente equipado suas fixações e elastômeros, e apoiada continuamente sobre uma base rígida. Assim teremos:

$$P = \frac{Q_e}{2} \,\mathbf{.\, I_f .\, D_f} \qquad (2)$$

e já que $\frac{P}{K_s} = \delta_v$, então temos $P = \delta_v . K_s$ (3)

Igualando as expressões (2) e (3) de **P** e substituindo D_f pela expressão (1) acima

$$\frac{Q_e}{2} . I_f . \frac{d}{\sqrt{8}} . \sqrt[4]{\frac{K_s}{d.E.I}} = \delta_v . K_s \qquad (4)$$

Isolando o valor de K_s na expressão (4), obteremos a seguinte expressão:

$$K_s = \frac{d}{4.\sqrt[3]{E.I}} . \left[\frac{I_f . Q_e}{2 . \delta_v} \right]^{\frac{4}{3}} \qquad (5)$$

Portanto, da expressão (5) podemos obter o valor de K_s, uma vez que todos os demais valores são constantes conhecidas.

- Após completados os primeiros 5.000 ciclos, quando o conjunto já poderá ser considerado plenamente acomodado, a carga é totalmente aliviada, os relógios comparadores são zerados e um teste de carga estática é conduzido elevando-se gradualmente a carga em sucessivos patamares de 10 kN de 0 até a carga máxima P. A duração de cada patamar deverá ser de um minuto. Para cada patamar de carga o deslocamento horizontal, sob carga, do boleto de cada um dos trilhos com relação à base de concreto, deverá ser medido e registrado. Os resultados deverão ser plotados em um gráfico do tipo "carga x deslocamento".

b) 2ª Etapa

- A segunda etapa do teste consiste em dar-se continuidade à aplicação da carga pulsante dentro das mesmas condições definidas para a primeira etapa, até que se complete um total de 1,5 milhão de ciclos. Em seguida as fixações deverão ser desmontadas e inspecionadas e qualquer dano, desgaste ou deformação permanente excessivos deverão ser registrados.

- Esta etapa do teste simula a vida útil do sistema proposto dentro das condições mais próximas possíveis das solicitações reais de uso, uma vez que o coeficiente de impacto I_f = 1,5 e a razão L/V = 0,5 adotados resultam em carregamentos verticais e laterais correspondentes à maior parte de todo o ciclo de carregamento da via.

c) 3ª Etapa

- Após o reaperto das fixações utilizando os mesmos componentes da segunda etapa, dá-se início à terceira etapa do teste, como conjunto sendo submetidos a mais 1,5 milhão de ciclos de carga pulsante, porém agora aplicada a uma razão L/V = 0,6. A carga deverá oscilar entre 10 kN e uma carga máxima P calculada como mostrado acima, porém adotando-se um coeficiente de impacto I_f = 2,0 (100%).

- Esta etapa simula a vida útil do sistema proposto sob condições excepcionais de utilização bem mais severas. Estas solicitações, no entanto, correspondem apenas a uma fração do ciclo total de carregamento da via.

- Assim que concluído o ciclo de carregamento desta 3ª etapa, antes que haja qualquer distúrbio no conjunto de fixações, deverão ser realizados os testes de Retencionamento Longitudinal do Trilho e Isolamento Elétrico Entre os Trilhos, conforme descrito nos itens I.2 e I.3 desta especificação. Somente após a realização destes testes, poderá ser efetuada a inspeção final do teste de fadiga, registrando-se quaisquer deteriorações, danos, desgastes ou deformações permanentes excessivos encontrados na massa intermediária, nos componentes do conjunto de fixações, inclusive a palmilha do trilho, bem como nos elastômeros do 2º nível de elasticidade.

Critério de Aprovação

O teste deve ser considerado satisfatório se, após a execução das três etapas do teste, os seguintes requisitos forem atendidos:

- Após a primeira etapa do teste o deslocamento horizontal máximo do boleto dos trilhos, medido sob carga estática com relação à base de concreto, não deverá exceder a 5 mm por trilho.

- O suporte primário (massa intermediária) não deverá apresentar nenhum comprometimento estrutural ou deterioração do concreto.

- Os componentes das fixações não deverão apresentar fraturas, desgastes ou deformações residuais excessivos que possam comprometer o desempenho e a vida útil do sistema proposto.

- Os componentes elastoméricos dos dois níveis de elasticidade também não poderão apresentar desgaste ou deformação excessivos que possam comprometer o desempenho e a via útil do conjunto.

i.2) Teste de retencionamento longitudinal do trilho

O propósito deste teste é verificar o comportamento do sistema proposto, sob ação de esforços exercidos longitudinalmente sobre os trilhos, especialmente aqueles devidos à frenagem dos trens.

Para um bom funcionamento de todo o sistema, os deslocamentos resultantes dos esforços longitudinais deverão permanecer dentro do limite elástico, não devendo ocorrer escorregamento do trilho ou qualquer dano nos suportes primários ou fixações sob ação dos esforços máximos previstos.

Este teste deverá ser efetuado após o término da 3ª etapa do teste de fadiga descrito no item I.1 acima e antes que haja qualquer distúrbio no conjunto de fixações do trilho, a não ser um reaperto, no caso de fixações aparafusadas.

Corpos de Prova

Para a execução deste teste será utilizada a mesma montagem do teste dinâmico de fadiga descrito no item I.1 acima, não sendo permitida a perturbação ou substituição de nenhum dos componentes.

O teste será efetuado em apenas um dos lados da montagem, ou seja, em apenas um assento do trilho.

Procedimento

O arranjo final da montagem deverá incorporar dispositivos que impeçam que os resultados sejam afetados pela eventual rotação dos elementos durante o teste.

O teste será efetuado aplicando-se na extremidade do trilho uma carga longitudinal em incrementos de 1,8 kN, até uma carga máxima P = 10,8 kN, com leituras do deslocamento longitudinal do trilho sendo efetuadas e registradas após cada patamar de carga.

A leitura do deslocamento longitudinal do trilho deverá ser a média das leituras de dois relógios comparadores colocados um de cada lado do trilho. Os resultados deverão ser plotados em um gráfico do tipo “carga x deslocamento”.

Atingida a carga máxima **P**, esta deverá ser mantida por um período de 15 minutos. Durante este período, duas leituras do deslocamento longitudinal deverão ser efetuadas e registradas, sendo a primeira após completados os primeiros 3 minutos e a segunda no final do período de 15 minutos. Em seguida a carga deverá ser totalmente aliviada, sendo feita a leitura do deslocamento residual após 10 minutos do descarregamento.

O procedimento descrito acima deverá então ser executado aplicando-se a carga na mesma direção, porém no sentido oposto.

Finalmente, uma carga longitudinal crescente deverá ser aplicada, utilizando ainda os mesmos componentes, até que ocorra o escorregamento do trilho com relação ao suporte primário. O valor da carga necessária para atingir o estágio de escorregamento deverá ser registrado. Para esta verificação, suporte primário poderá ser calçado de forma a impedir o seu deslocamento com relação à base de concreto, facilitando a medição da carga de escorregamento.

Critério de Aprovação

Este teste deverá ser considerado satisfatório se forem atendidas as seguintes condições para ambos os sentidos de aplicação da carga:

a) O deslocamento longitudinal do trilho não poderá ser superior a 5 mm, 3 minutos após atingida a carga máxima **P**;

b) O deslocamento longitudinal não poderá aumentar mais que 0,25 mm, dentro do período compreendido dos 3 aos 15 minutos de aplicação da carga máxima **P**;

c) O deslocamento longitudinal residual deverá ser menor ou igual a 0,05 mm, 10 minutos após o descarregamento.

i.3) Teste de isolamento elétrico entre os trilhos

Um bom isolamento elétrico entre os dois trilhos é essencial para a operação adequada de uma via que utilize os trilhos como condutores elétricos para a realização do controle de tráfego e sinalização. Assim, o propósito deste teste é verificar em laboratório a resistência elétrica entre os dois trilhos em uma montagem que simule, tanto quanto possível, um trecho de via dentro de suas reais condições de utilização. De forma a simular as condições menos favoráveis, o teste deverá ser conduzido sob severas condições de umidade.

Corpos de Prova

Para a execução deste teste será utilizada a mesma montagem descrita no item I.1 acima, com um protótipo do sistema proposto totalmente equipado (com suas fixações e elastômeros), inclusive 2 trechos de trilho, assentados em uma base de concreto simulando um trecho da via.

Procedimento

Todo o conjunto deverá ser molhado com água, com o auxílio de um irrigador que proporcione uma ducha controlada e homogênea, por um período mínimo de 6 (seis) horas. No caso de impossibilidade de se utilizar um irrigador, a base de concreto com todos os componentes do sistema proposto poderá ser mergulhada em um tanque com água pelo mesmo período de tempo.

O teste deverá ser conduzido dentro das seguintes condições:

- Água de torneira com pH entre 7 e 8;
- Resistividade da água entre 20 e 60 ohm.m;
- Temperatura ambiente entre 15 e 25 ºC;
- Umidade relativa do ar entre 45 e 65%;
- Teste conduzido à sombra, em local coberto.

Após o período mínimo de 6 horas de umedecimento, cessa-se a irrigação ou retira-se a base de concreto completa do tanque de água, conforme o caso, deixando todo o conjunto em repouso por um período de 1 (uma) hora para que o excesso d'água possa escorrer naturalmente.

Uma tensão em corrente alternada de 10 Volts (10 Vac) com freqüência 60 Hz deverá então ser aplicada entre os dois trilhos por um período de 15 minutos, tempo durante o qual deverá ser efetuada uma leitura contínua do isolamento elétrico, determinando-se e registrando-se a impedância em **k**.

NOTA: Cuidados deverão ser tomados para garantir um perfeito contato elétrico entre os trilhos e os bornes do equipamento de medição.

Critério de Aprovação

Este teste deverá ser considerado satisfatório se a impedância ou resistência **R** encontrada atender à seguinte condição:

$$R \geq 20\ k$$

i.4) Medição dos coeficientes de elasticidade

O propósito do teste é examinar a elasticidade dos diferentes níveis de resiliência do sistema proposto para verificar se as tensões e deformações de trabalho estão dentro dos níveis aceitáveis e se a elasticidade do sistema como um todo está compatível com aquela estabelecida para a via. O teste visa ainda determinar a variação dos coeficientes de elasticidade dinâmicos de cada um dos materiais componentes dos dois níveis de elasticidade com relação a seus respectivos coeficientes de elasticidade estáticos.

Corpos de Prova

Os testes estáticos e dinâmicos propostos serão conduzidos sobre amostras idênticas àquelas utilizadas pelo sistema proposto.

Medição do Coeficiente de Elasticidade Estático

O teste será efetuado sobre 3 amostras de cada elastrômero dos dois níveis de elasticidade do sistema proposto.

As palmilhas do 1º nível de elasticidade (palmilhas do trilho) deverão ser testadas em seu estado natural.

Para facilitar a execução do teste, poderão ser cortadas amostras dos elastrômeros do 2º nível de elasticidade (posicionados sob a massa intermediária) com tamanho mínimo de 200 x 200 mm. Neste caso deverá ser definido um coeficiente de forma f, como mostrado a seguir:

$$f = \frac{A_T}{A_S}$$

onde: A_T = Área total do elastrômero testado sobre a qual se apoia a massa intermediária em mm^2.

A_S = Área da amostra retirada do elastrômero em estado natural em mm^2

O teste deverá ser efetuado a uma temperatura de 20ºC ± 5ºC.

Com a amostra posicionada entre duas placas metálicas rígidas, efetua-se um carregamento dinâmico de 5000 ciclo a uma freqüência de 5 Hz, com a carga variando de 0 kN até a carga máxima **P** definida abaixo:

$$P = \frac{67{,}5}{f} \text{ (em kN)}$$

onde f = coeficiente de forma determinado acima.

A carga é então totalmente aliviada por um período mínimo de 5 minutos.

Após o período de repouso, aplica-se uma carga estática em incrementos não superiores a 2,5 kN por minuto até a carga máxima **P**.

As deflexões obtidas para cada patamar são plotadas em um gráfico do tipo carga x deformação.

No caso de palmilha do trilho, o coeficiente de elasticidade estático é calculado para uma carga entre 20 e 67,5 kN.

Para os elastrômeros do 2º nível de elasticidade, os coeficientes de elasticidade estáticos são calculados para uma carga entre 0 kN e **P**, sendo que o valor obtido deverá ser multiplicado pelo coeficiente f descrito acima.

Cálculo do Coeficiente de Elasticidade Estático Global

O valor do coeficiente de elasticidade estático global **K**, do sistema proposto será obtido pela somatória em série dos coeficientes de elasticidade estáticos individuais de cada um dos componentes elastoméricos de seus dois níveis de elasticidade, de acordo com a seguinte expressão:

$$\frac{1}{K_s} = \sum_{i=l}^{n} \frac{1}{K_i}$$

onde: K_s = Coeficiente de elasticidade estático global para único suporte do trilho equipado com todos os seus componentes elastoméricos (dos dois níveis de elasticidade) em kN/mm;

K_i = Coeficiente de elasticidade estático individual de cada componente elastomérico dos dois níveis de elasticidade do sistema proposto.

O valor obtido para K_s a partir da expressão acima, deverá situar-se dentro dos limites teóricos estabelecidos para a via, calculados conforme a seguinte equação:

$$K_s = \frac{d}{4.\sqrt[3]{E.I}} \cdot \left[\frac{I_f \,.\, Q_e}{2 \,.\, \delta_v} \right]^{\frac{4}{3}}$$

onde:

d = Espaçamento longitudinal entre os suportes do trilho em mm;

E = Módulo de elasticidade do aço do trilho = 210 kN/mm^4;

I = Momento de inércia da seção transversal do trilho em mm^4;

Q_e = Carga estática vertical máxima por eixo em kN;

I_f = Coeficiente de impacto = 1,5 (50%);

δ_v = Deflexão vertical exigida por suporte do trilho = 2 ±0,2 mm.

Os valores obtidos com a aplicação da equação acima para os limites tolerados de δ_v , ou seja, 1,8 mm e 2,2 mm, fornecem os limites tolerados para o coeficiente global K_S.

Medição do Coeficiente de Elasticidade Dinâmico

O teste é efetuado sobre as mesmas amostras utilizadas para a medição dos coeficientes de elasticidade estáticos. A mesma montagem de teste é empregada.

O teste é efetuado, para cada amostra, nas freqüências de 1 Hz, 10 Hz e 20 Hz.

A amplitude da carga pulsante deverá ser, para cada elastrômero, aquela definida pela faixa de carregamento utilizado para se definir o respectivo coeficiente de elasticidade estático.

As deflexões obtidas são plotadas em um gráfico do tipo “carga x deformação”.

Os coeficientes de elasticidade dinâmicos são calculados, sendo que o valor obtido deverá ser multiplicado pelo coeficiente f descrito acima.

Critério de Aprovação

Este teste será considerado satisfatório se forem atendidas as seguintes condições:

a) A somatória em série dos coeficientes de elasticidade estáticos de cada um dos componentes elastoméricos dos dois níveis de elasticidade do sistema proposto resultar em um valor situado entre os limites calculados pela equação de K_s mostrada acima;

b) Os coeficientes de elasticidade dinâmicos de cada um dos componentes elastoméricos dos dois níveis de elasticidade do sistema proposto não poderão exceder aos respectivos coeficientes de elasticidade estáticos em mais do que 50%.

I.5) Teste de admitância mecânica

O propósito deste teste é verificar se as propriedades do sistema proposto no tocante às freqüências de ressonância e amortecimento das excitações vibratórias atende às exigências inerentes ao carregamento dinâmico previsto para a via, à luz das cargas por eixo, velocidades e tráfego estimados no projeto.

Corpos de Prova

Para a execução deste teste será utilizada uma montagem idêntica a utilizada no teste de fadiga. Um protótipo do sistema proposto totalmente equipado com seus (fixações e elastômeros), inclusive 2 trechos de trilho, é assentado em uma base de concreto suficientemente rígida para não perturbar as medições, simulando um trecho da via.

Procedimento

- O teste é efetuado com excitação senoidal e esforços em torno de 30 N: A freqüência de varredura, controlada por computador, é do tipo logarítmica com 300 pontos entre 5 e 1000 Hz.

- As medições serão efetuadas em uma amostra representando um suporte do trilho (no caso de suportes discretos), ou em um comprimento equivalente (no caso de suporte contínuo).

- Os resultados são representados na forma de funções de transferência definidas como sendo a razão.

$$\frac{\text{deslocamento no ponto de medição}}{\text{força injetada}}$$

- Os valores em módulo são plotados em coordenadas bi-log e as fases em coordenadas mono-log entre -180 e +180 graus. Com nível 0 dB correspondendo a 1m/N, os níveis reais podem ser obtidos aplicando-se a seguinte relação:

$$\frac{X}{F}^{(dB)/20} \qquad \frac{X}{F(m/N)} = 10$$

Análise dos Resultados - Valores a Serem Observados

As funções de transferência são analisadas entre 20 e 1000 Hz para se evitar distúrbios devidos a uma montagem de teste de baixa freqüência.

a) Posição do Primeiro Ponto de Ressonância

A primeira freqüência de ressonância $\boldsymbol{f}$ determinada graficamente deve ser inferior a 120 Hz.

$\boldsymbol{f}$ **< 120 Hz**

Se a primeira freqüência de ressonância para a via descarregada for superior a 120 Hz, uma avaliação da freqüência correspondente para a via carregada será efetuada utilizando a seguinte fórmula:

$$\boldsymbol{f}_{\text{carregada}} = \boldsymbol{f}_{\text{descarregada}} \cdot \sqrt{\frac{m}{M}}$$

onde: **m** = Massa dos constituintes entre os dois suportes em N (trilho e massa intermediária).

M = (m + B) . D_f

$\mathbf{D_f}$ = Coeficiente de distribuição de carga

B = Massa não amortecida em N ($^{1/2}$ eixo)

O valor resultante da primeira freqüência de ressonância não poderá ser superior a 70 Hz.

$\boldsymbol{f} \leq$ **70 Hz**

b) Valor do Amortecimento

O valor mínimo de amortecimento a ser obtido a partir do nível máximo desta primeira freqüência de ressonância é de -3 dB.

Esse valor é obtido graficamente com base no seguinte critério:

$$V_a = \frac{\delta f}{2f}$$

devendo-se obter:

$V_a > 0{,}10$

c) Definição do Ponto Limite Para Prosseguimento da Curva

O ponto L é definido como estando a -15 dB com relação ao ponto A da base do pico da primeira freqüência de ressonância com um gradiente de 15 dB por oitava.

A curva descrita em I.5 deve correr abaixo do pontal.

I.6) Resistência à corrosão dos componentes da via.

Esta é uma recomendação geral, as especificações particulares estão fornecidas nas especificações técnicas aplicáveis a cada item.

Trilhos

Nenhuma exigência específica com respeito a resistência à corrosão.

Componentes Metálicos

a) Teste de Névoa Salina

Amostras de todos os componentes metálicos do sistema de via proposto, principalmente das fixações dos trilhos, deverão ser submetidos ao teste de névoa salina de acordo com as recomendações da norma brasileira NBR 8094.

Dependendo do grau de solicitação mecânica prevista, cada componente será submetido ao teste pelo número de horas determinado a seguir:

- Solicitado em até 30% do limite elástico: Deve ser efetuada uma proteção anticorrosiva que ofereça uma resistência mínima de 96 horas no teste de névoa salina.

- Solicitado entre 30% e 50% do limite elástico: deve ser efetuada uma proteção anticorrosiva que ofereça uma resistência mínima de 240 horas no teste de névoa salina.

- Solicitado em mais de 50% do limite elástico (molas das fixações): Deve ser efetuada uma proteção anticorrosiva que ofereça uma resistência mínima de 1000 horas no teste de névoa salina.

Após o tempo de exposição especificado acima, nenhum componente poderá apresentar quaisquer traços de corrosão.

b) Componentes Protegidos por Pintura Anticorrosiva

O processo de revestimento dos componentes metálicos protegidos por pintura anticorrosiva deverá, obrigatoriamente, atender às seguintes etapas:

- Jateamento abrasivo com esferas de aço (shot peening), de acordo com a norma americana MIL-S-13165-B;
- Fosfatização com fosfato de zinco;
- Pintura a base de resina poliester, indicada para utilização em peças expostas diretamente aos raios solares e intempéries.

Após a aprovação da espessura do revestimento anticorrosivo: A medida da espessura do revestimento anticorrosivo será efetuada por processo não destrutivo, de acordo com o método "B - magneto indutivo" da norma brasileira NBR 10443. A espessura do revestimento deverá situar-se entre 50μ e 125μ.

- Verificação da aderência do revestimento anticorrosivo: A verificação da aderência do revestimento anticorrosivo será efetuada por processo destrutivo, de acordo com as recomendações da norma brasileira NBR 11003. O grau máximo de deslocamento da pintura deverá ser Gr 1.

c) Componentes Protegidos por Galvanização

Após a aprovação no teste de névoa salina, os componentes revestidos por galvanização deverão atender à seguinte exigência:

- Verificação da espessura do revestimento anticorrosivo. A medida da espessura do revestimento anticorrosivo será efetuada por processo não destrutivo (magneto indutivo), de acordo com a norma brasileira NBR 7399. A espessura mínima do revestimento deverá ser de 15μ.

i.7) Durabilidade dos componentes

Trilhos

- Grau mínimo: 90A
- Mínima vida útil (com adequada manutenção por esmerilhamento): 60MT.

Concreto e Argamassas

- Mínima vida útil: 50 anos.

Palmilha do Trilho

- Mínima vida útil: 1 vida do trilho.

Nível de Resiliência sob a Massa Intermediária

- Mínima vida útil: 2 vidas do trilho.

Fixações dos Trilhos

a) Ancoragem na Massa Intermediária

- Ancoragens embutidas no concreto: mínimo de 50 anos.
- Outras fixações: mínimo de 25 anos.

b) Componentes Isolantes das Fixações

- Mínima vida útil: 1 vida do trilho.

c) Molas das Fixações

- Mínima vida útil: 25 anos.

12.3 Instalação da Superestrutura da Via Permanente com Lastro de Pedra Britada

a) Objetivo

Esta especificação estabelece as condições que devem ser observadas no fornecimento dos materiais e equipamentos, bem como no assentamento da superestrutura da via permanente com lastro de pedra britada para obras do METRÔ DE FORTALEZA.

a.1) Fornecimento

O fornecimento abrange projeto, produção, aquisição e transporte dos materiais da via permanente e a disposição das máquinas, equipamentos e mão-de-obra para a execução dos serviços.

a.2) Serviços

- Remoção de vias férreas e aparelhos de mudança de via (AMV) existentes.
- Assentamento da superestrutura da via permanente com lastro de pedra britada (VPL)
- Assentamento de AMV´s.
- Soldagem da vias e AMV´s.

b) Referências

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar, na sua ultima edição vigente, as seguintes normas:

- Normas ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

- Onde as normas ABNT forem omissas, ou como complemento deverão ser aplicadas:
- Normas AREA - American Railway Engineering Association
- Normas ASTM - American Society for Testing Materials
- Normas e Instruções da CBTU
- Normas UIC - Union Internationale Des Chemins de Fer
- DIN - Deutsche Industrienorm
- DV - Normas e Instruções da Deutsche Bundesbahn

c) Condições Gerais

c.1) Via permanente

A bitola das vias é de 1000 mm, medida abaixo do topo dos boletos e pelo lado interno dos trilhos, a 15 mm para trilhos TR 45 ou S 49, e à 12 mm para trilhos TR 37.

Os trilhos nas vias metroviárias terão uma inclinação de 1:40, fixados aos dormentes de concreto com fixação tipo Pandrol, anti-vândalo, ou com fixação elástica S-75, (ou outra aprovada pelo METROFOR).

Os trilhos na linha de carga terão uma inclinação de 1:20, fixados aos dormentes de madeira com pregos de linha.

Será usado nas vias metroviárias o trilho de perfil TR 45, de fabricação nacional, conforme definido pela PB - 12 ABNT, ou o perfil S 49, conforme normas UIC, soldado continuamente. Na linha de carga, será usado o trilho de perfil TR - 37, soldados em barras de 36 m.

A temperatura de neutralização dos trilhos soldados é fixada em 35 ± 5°C.

As vias serão assentadas sobre lastro de pedra britada e terão as seguintes espessuras abaixo dos dormentes:

- vias metroviárias, ≥ 30 cm
- vias do pátio, ≥ 20 cm
- linha de carga, ≥ 20 cm

O espaçamento entre os dormentes é de 70 cm para vias com raio ≥ 500 m, e de 65 cm para vias com raio ≤ 500 m.

Em trechos da via metroviária, anteriores e posteriores aos AMVs, bem como em trilhos intermediários dos AMVs serão instalados retensores. A linha de carga será toda retensionada com aplicação de 1000 retensores por quilômetro, do tipo Fair T 37.

c.2) Aparelhos de mudança de via (AMV)

Os AMVs para as vias metropolitanas que obedecem as normas AREA serão construídos com trilhos TR - 45, com aberturas 1:8, 1:10 e 1:14. Os AMVs UIC serão do tipo AMV - S49 - 1:9, S 49 - 1:12, S 49 - 1:14, construídos com trilhos S-49.

Os AMVs para a linha de carga serão construídos com trilhos TR - 37, com abertura de 1:10, obedecendo as normas AREA.

Nas vias metroviárias os trilhos de rolamento dos AMVs serão soldados continuamente. Nas zonas de intertravamento de rotas, os trilhos serão secionados para instalação de juntas isolantes.

Os trilhos de rolamento dos AMVs não terão inclinação.

Os AMVs serão assentados sobre lastro de pedra britada com espessura ≥ 30 cm abaixo da superfície inferior dos dormentes do trilho mais baixo, nas vias metroviárias, ou de ≥ 20 cm , para as vias dos pátios e linha de carga.

d) Condições Específicas

d.1) Remoção da via permanente e dos AMVs

O Construtor deverá desmontar com o máximo cuidado todos os elementos componentes da via permanente e de cada AMV, selecioná-los, identificá-los e transportá-los para depósito a ser indicado pelo METROFOR.

Cada conjunto de AMV desmontado deverá ser mantido e identificado individualmente.

Trilhos, dormentes e componentes dos AMV deverão ser limpos após a desmontagem, antes de serem enviados para o depósito indicado pelo METROFOR.

As peças de fixação deverão ser selecionadas, separando-se por tipo e lotes as aproveitáveis das inutilizadas, sendo porém todas postas à disposição do METROFOR.

Igual procedimento deverá ser observado com relação aos dormentes da via permanente.

Os dormentes dos conjuntos de AMVs removidos deverão ser mantidos identificados com o AMV a que pertencem.

O lastro existente deverá ser removido completamente para o local indicado pelo METROFOR e colocado à disposição deste.

Após a remoção da via permanente, o terreno deverá estar limpo para que se possa iniciar os serviços de terraplenagem.

d.2) Assentamento da via permanente sobre lastro de pedra britada

Fornecimento: Deverão ser fornecidos pelo Construtor a pedra britada, os dormentes de concreto, os dormentes de madeira, as fixações, os trilhos e as porções de soldagem, bem como materiais adicionais, máquinas e equipamentos.

Colocação e compactação da pedra britada: Para colocação do lastro deverão ser introduzidas estacas de referência, distanciadas, aproximadamente 2,30 m do eixo da via em ambos os lados, em intervalos de no máximo 20 m.

O leito do lastro será compactado com vibrador ou rolo, devendo os vibradores ter peso aproximado de 1,5 t e os rolos compressores, 5 t.

A superfície aplainada e compactada, o leito de lastro deverá chegar até 5 cm abaixo da futura posição da face inferior do dormente.

A colocação do lastro complementar para o preenchimento das vias após o assentamento destas, será feito de acordo com o desenho das seções respectivas a serem desenvolvidas no Projeto Executivo.

Assentamento de dormentes e trilhos: Os dormentes deverão ser locados sobre o leito de lastro preparado, sendo, em seguida, fixadas as placas de apoio.

Os dormentes devem estar espaçados conforme item C.1 e nas curvas serão dispostos radialmente.

Para as linhas metroviárias os trilhos poderão ser soldados até um comprimento intermediário de no máximo 360 m , a uma temperatura qualquer. Antes da soldagem, os trilhos deverão ser fixados de tal maneira que fiquem protegidos tão somente contra o tombamento. Antes da fixação definitiva dos trilhos e da execução das soldagens finais, a via deverá estar preenchida com lastro, bem socada e ajustada, com nivelamento e puxamento corretos, em relação a locação existente. A fixação definitiva dos trilhos deverá ser executada de acordo com as diretrizes para execução de vias soldadas, observados as disposições do item D.4.

O comprimento dos trilhos soldados para a linha de carga será de 36 m.

d.3) Aparelhos de mudança de via AMV

Fornecimento

Os componentes dos AMV serão fornecidos, transportados pela Contratada até o pátio das instalações no local de montagem, separando-se os jogos de dormentes, agulhas, trilhos de encosto, contra-trilhos, jacarés e outras peças.

Instalação

Todos os AMVs serão instalados na via em seus lugares definitivos, tendo como base para a instalação a locação e as plantas de locação.

Antes da instalação dos AMVs, o leito de lastro deverá ser colocado do mesmo modo que no caso das vias, devendo, ser aplainado e compactado adequadamente.

As placas de deslizamento deverão ser limpas e lubrificadas com todo o cuidado.

No assentamento dos AMVs serão instaladas 3 (três) placas da apoio sem inclinação lateral, em cada trilho, anteriores à junta de início do AMV. O mesmo, deve ocorrer com relação às 3 (três) placas de apoio a instalar após o jacaré. Além disso, deve ser observado que os trilhos, ao serem soldados nessa juntas devem ficar ambos em posição idêntica e correta.

Os diversos dormentes que compõem os jogos dos AMVs deverão ser instalados rigorosamente de acordo com a identificação e os planos de assentamento.

A posição do jacaré, das agulhas em relação aos trilhos de encosto, a bitola na via principal e no desvio, bem como a posição correta dos contra-trilhos deverão ser executadas e controladas com precisão, anteriormente à soldagem dos AMVs.

Após o assentamento e a soldagem, será verificado o funcionamento correto das agulhas, devendo ser possível mover-se manualmente cada agulha sem grande esforço.

As agulhas deverão estar completamente apoiadas sobre as placas de deslizamento e bem ajustadas nos calços e trilhos de encosto. Após o nivelamento preciso dos AMVs e a inspeção da Fiscalização, os AMVs da linha metroviária deverão ser soldados, observadas as disposições do item D.4.

Os trabalhos de socaria do lastro nos AMVs deverão ser efetuados com especial cuidado, especialmente nas partes de difícil acesso. Após a primeira socaria, o nivelamento do AMV, principalmente na região do jacaré (ponta teórica do coração), deverá apresentar uma leve curvatura para cima.

Em trechos de via com distâncias menores de 40 m entre 2 AMVs, deverá ser mantida a posição vertical dos trilhos, ou seja, a instalação destes deverá ser executada com placas de apoio sem inclinação.

d.4) Soldagem de Trilhos

Soldagem de Trilhos nas Vias

As soldagens nas vias deverão ser executadas pelo processo aluminotérmico com nervura chata. A soldagem dos trilhos deverá ser executada em duas partes:

- com qualquer temperatura dos trilhos, as soldagens até o comprimento máximo de 360 m (seções intermediárias).

- com uma temperatura dos trilhos dentro da faixa de temperatura teórica de neutralização, ou seja, entre 30° C e 40° C, executando-se simultaneamente a fixação dos trilhos em todo e qualquer comprimento.

As soldagens que ligam as seções intermediárias entre si, a seguir serão denominadas soldagens finais. Estas soldas deverão ser sempre executadas dentro da faixa de temperatura teórica de neutralização e sempre que possível com temperatura em elevação. Soldagens finais e a fixação definitiva dos trilhos deverão ser executadas simultaneamente.

De ambos os lados de uma junta de soldagem final, os trilhos deverão ser fixados em uma distância de 20 m, somente uma hora após a soldagem.

Sobre a execução das soldagens finais e sobre a fixação deverão ser feitas anotações, conforme diretrizes do METROFOR.

Soldagem de Trilhos dos AMV's

Todas as juntas internas e das extremidades pertencentes aos aparelhos de mudança de via serão soldadas nas linhas metroviária.

Todos os trilhos de rolamento que compõem um aparelho de mudança de via, poderão ser soldados na faixa até 45° C de temperatura dos trilhos.

Aparelhos de mudança de via entre si ou vias soldadas continuamente, deverão ter juntas soldadas na faixa de temperatura teórica de neutralização, ou seja, entre + 30° C e 40° C. Antes da soldagem nos AMVs deverá ser verificada a posição correta dos trilhos de encosto, dos dispositivos de travamento das agulhas e, quando necessário, as mesmas serem estabelecidas.

No local de instalação, as diversas partes componentes de um aparelho de mudança de via somente poderão ser soldadas, após a montagem completa, nivelamento, puxamento e um correto alinhamento dos trilhos pelo canto interno do boleto do trilho.

As juntas deverão ser soldadas a partir do jacaré, entretanto, as agulhas não deverão ser soldadas aos trilhos.

As soldagens dos AMVs no campo deverão ser executadas pelo processo aluminotérmico com nervura chata.

Os AMVs da linha de carga não serão soldados.

Compensação de Tensões e Fixação de Trilhos

Antes da execução de qualquer soldagem final as seções intermediárias terão que estar completamente livres de tensões. Para tanto, a fixação deverá ser afrouxada até o ponto que permita os trilhos se estenderem livremente. Deverá ser constatado que os movimentos dos trilhos não sejam prejudicados por placas de apoio mal colocadas ou folgas de juntas muito pequenas.

Após serem tomadas precauções, executam-se as soldas e ao mesmo tempo fixam-se definitivamente os trilhos, com exceção dos 20 (vinte metros) próximos à junta, que deverá ser fixada após 1 (uma) hora.

Além dos princípios acima aplicam-se todas as diretrizes usuais na execução de soldagens de ligação pelo sistema aluminotérmico a serem fornecidas pelo METROFOR.

Acabamento das Soldas

Nas juntas ou pontos de solda não deverão existir rebaixos na superfície de rolamento ou ressaltos na linha de bitola, cuja continuidade deverá ser assegurada.

A solda pronta deverá ser usinada e esmerilhada de tal maneira que o nivelamento da junta soldada apresente diferenças na superfície de rolamento que não ultrapassem as medidas de +0,2 até - 0,4 mm. Na borda de rolamento esta diferença não deverá ser maior que - 0,3 mm, devendo ser compensada ao longo de ambos os lados dos trilhos num comprimento de 500 vezes o valor da diferença.

Ensaio para Controle de Qualidade

Antes de iniciar a soldagem dos trilhos na obra, deverão ser efetuadas provas de qualificação do processo, dos materiais para a solda, e dos artífices soldadores.

O Construtor deverá efetuar, às suas expensas, todos os ensaios necessários ao controle de qualidade das soldas e à comprovação de que o serviço está de acordo com as prescrições destas Especificações, considerando a realização de ensaios de flexão, de dureza, de resistência à fadiga, apreciação metalográfica e análise química por junta, na proporção de 1:500 das soldas executadas.

Materiais para Solda

Na soldagem dos trilhos, nas vias e nos aparelhos de mudança de via, com uma resistência à tração mínima de 90 kgf / mm2 (275 ± 15 HB), deverão ser empregadas porções de solda conforme a designação THERMIT, ou equivalente, com uma dureza BRINELL garantida de 275 ± 20 HB. O símbolo SMF significa que a soldagem dever ser executada pelo processo de soldagem THERMIT com nervura chata.

Todas as porções para solda, fôrmas e acendedores deverão ser guardadas em recintos fechados. Os tubos de gás deverão ser armazenados separadamente de outros materiais inflamáveis e protegidos da irradiação solar. O oxigênio deverá ser armazenado separadamente de todos os outros gases inflamáveis.

e) Tolerâncias

e.1) Via corrida

Serão permitidas as seguintes tolerâncias na instalação das vias:

- Distância entre dormentes, ± 20 mm, em relação ao especificado.
- Posição do dormente no esquadro: ± 10 mm na sua extremidade
- Bitola: ± 2 mm

Alinhamento

Nas curvas circulares as flechas de arco medidas no centro de uma corda de 16 m em dois pontos seguidos com a distância de 4 m, não podem diferir de valor superior a 4 mm.

Nas curvas de transição a diferença das flechas medidas no centro de uma corda de 16 m, tomadas em dois pontos seguidos espaçados de 4 m, não deverão diferir em mais de 4 mm das diferenças calculadas.

Nota: Se o controle for efetuado com o uso de gráfico levantado por aparelho corretor de curva, as tolerâncias acima devem ser transformadas de acordo com o comprimento (corda) do aparelho.

Nas retas, nas mesmas condições anteriores, a variação não pode ser superior a ± 2 mm e a variação de + 2 mm para -2 mm não pode ocorrer em espaço inferior a 8m.

Nivelamento

- Nivelamento transversal: ± 2 mm

A variação de + 2 mm a - 2 mm não pode se dar em comprimento inferior a 5 m

Nivelamento longitudinal: 2 mm para uma base de 5 m e 10 mm para 50 m e não mais do que +20 e -10 mm em relação à altura calculada.

e.2) Aparelhos de mudança de via (AMV)

Serão permitidas as seguintes tolerâncias na instalação dos AMVs.

Distância entre dormentes: não há tolerâncias e serão distanciados conforme plantas de assentamento.

Bitola, gola e gabarito de livre passagem de jacaré: serão verificadas conforme fichas técnicas fornecidas pelo METROFOR.

As demais tolerâncias aplicam-se as mesmas permitidas para as vias, conforme E.1.

e.3) Verificação Complementar

Além da verificação do cumprimento das exigências acima enumeradas, será verificada a posição de todos os meios de fixação e a proteção contra oxidação das ferragens.

f) Inspeção e Aceitação

f.1) Generalidades

Todas as vias, AMVs e soldas serão examinadas e inspecionadas. A Contratada deverá requerer por escrito a fiscalização antes da aceitação.

f.2) Inspeção das vias e AMV's

Serão efetuadas inspeções finais nos diversos trechos, após a conclusão e emissão do respectivo aviso. O METROFOR reserva-se o direito de efetuar inspeções antes da instalação final.

Preparativos para Inspeção

Antes da inspeção, todos os pontos importantes para o exame da situação geométrica das vias e AMVs, deverão ser identificados de maneira bem visível e duradoura. Deverão ser fixados por marcas pintadas a tinta a óleo amarela na alma do trilho:

- no trilho externo da curva; início e fim de curvas circulares e de aparelhos de mudança de via;

- no trilho interno da curva; mudança de inclinação e início e fim de curva de concordância;

- nas rampas com superelevação as medidas nominais da superelevação deverão ser marcadas cerca de cinco em cinco metros na alma do trilho de cota inferior. As distâncias exatas serão calculadas de tal maneira que haja possibilidade de leitura em milímetros;

Nota: Quando forem usados carros especiais de medição, em curvas circulares e curvas de transição, as flechas deverão ser medidas no centro de uma corda de 16 m de comprimento em distâncias de 4 m e anotadas graficamente na escala 1:500 para o desenvolvimento da curva e 1:1 para as flechas.

Relação de Aparelhos Necessários à Inspeção (mín. necessário)

- um aparelho para medição de flecha com corda de 16 m de comprimento (precisão de 0,50 mm);

- um aparelho para medir a superelevação, com parafuso micrométrico;

- um aparelho ótico de nivelamento (com mira);

- uma aparelho ótico para verificação do alinhamento;

- uma trena, precisão 1 mm;

- um medidor de bitola, precisão 0,25 mm;

- um nível de água, de precisão, com escala corrediça.

Aceitação

Nas retas o alinhamento deverá ser examinado com o aparelho ótico para esse fim. Nos locais onde o alinhamento não é satisfatório, deverão ser efetuadas medições com a corda de 16 m, sendo os resultados anotados.

O nivelamento longitudinal deverá ser verificado com um nível ótico.

Medições obtidas mecanicamente e permitidas pelo METROFOR poderão ser aceitas.

f.3) Processamento da inspeção

Participarão da Inspeção:

- um encarregado autorizado e perito da Contratada;

- um inspetor autorizado pelo METROFOR.

O pessoal auxiliar e os aparelhos para as inspeções serão de exclusiva competência do Construtor.

A inspeção deverá ser registrada por escrito e reconhecida pelos participantes através de assinatura.

Se por ocasião da inspeção forem observadas falhas, estas serão anotadas na minuta de inspeção. A eliminação desta falha será comprovada após nova inspeção, sendo todos os serviços e ônus decorrentes da exclusiva responsabilidade do Construtor.

g) Obrigações da Contratada

A Proposta deverá abranger necessariamente os suprimentos de material indicado neste item, equipamentos, ferramentas, e serviços.

O Construtor deverá instalar as vias e os AMVs de acordo com as presentes exigências, ou seja entregar a superestrutura da via permanente ao METROFOR em condições de aceitação e pronta operação

O Construtor deverá considerar a execução de todos os fornecimentos e serviços enumerados a seguir, considerando-os nos respectivos preços unitários contratuais.

g.1) Fornecimento

O fornecimento abrange, projeto, produção, aquisição e transporte dos componentes da VPL.

Fornecimento de especificações, desenhos detalhados e resultados de ensaios de qualidade dos materiais da VPL.

Fornecimento da maquinaria e mão-de-obra.

Materiais da via permanente :

- lastro de pedra britada, conforme Norma CBTU;
- trilhos TR - 37, TR - 45 ou S 49 em barras de 18 m e barras de 12 m
- dormentes de concreto e de madeira;
- fixações com todos os acessórios;
- AMV’s completo;
- Conjuntos de dormentes de madeiras para AMV conforme projeto, de acordo com abertura do jacaré.
- retensores;
- para choques autofrenantes móveis e fixos;
- porções de solda, formas, areia de moldar, gases, oxigênio, etc.

g.2) Locação

A locação é de exclusiva responsabilidade da Contratada, arcando esta com todos os ônus decorrentes de erros da locação.

Deverá executar a locação rigorosa de todas as vias e aparelhos de mudança de via , bem como sua demarcação, através de marcos de locação, a cada 50 m nos trechos em reta e a cada 10 m nos trechos em curva, aproximadamente.

A locação deve ser executada conforme as especificações para serviços de topografia.

g.3) Assentamento da via

O Construtor terá a seu encargo:

- lançamento e compactação do lastro necessário. No cálculo do volume do lastro necessário deverá ser descontado o volume ocupado pelos dormentes.
- instalação dos dormentes, trilhos, fixações e retensores,
- a colocação das vias na posição correta, com uma socaria absolutamente firme do lastro, com nivelamento, puxamento e preenchimento e regularização final do lastro conforme gabarito de superestruturas especificado no projeto.
- a execução dos cortes nos trilhos no que se refere à instalação dos mesmos.
- a execução dos trabalhos necessários para neutralização dos trilhos no que se refere à execução das soldas finais, inclusive a fixação definitiva dos trilhos.
- a instalação dos parachoques.

g.4) Assentamento de AMVs

O Construtor terá a seu encargo:

- o lançamento e compactação do lastro necessário. Para o cálculo do preço unitário deverá ser admitido um leito de lastro de pedra britada que inclua o trecho das entrevias. Como espessura média deverá ser admitido um valor de 0,50 m, medido em relação à face superior do dormente para as linhas metroviárias e de 0,35m para as linhas de carga.
- no cálculo do volume do lastro necessário deverá ser descontado o volume ocupado pelos dormentes.
- a execução de todos os trabalhos necessários à perfeita montagem dos AMVs, inclusive o corte dos trilhos conforme padrão dos AMVs.
- a colocação de todos os aparelhos de mudança de via na posição correta, com uma socaria absolutamente firme do lastro, com nivelamento, puxamento regularização final do lastro conforme gabarito de superestrutura definido em projeto.

- a execução de todos os trabalhos necessários à neutralização dos trilhos no que se refere à execução das soldas finais, inclusive a fixação definitiva e o retensionamento dos trilhos.

g.5) Soldagem aluminotérmica

O Construtor terá a seu encargo:

- a execução dos cortes nos trilhos, para execução das soldas.
- a execução da soldagem propriamente dita, com os acabamentos necessários, como reaquecimento, esmerilhamento, etc.
- a completa execução dos ensaios de controle de qualidade.

g.6) Transportes internos

O Construtor terá a seu encargo a carga, transporte, e descarga de todos os trilhos, AMVs, fixações, peças miúdas e dormentes desde o local de armazenagem até o local da instalação.

g.7) Obrigações adicionais

Além dos fornecimentos e serviços mencionados nos itens anteriores, o Construtor ainda é obrigado a considerar os seguintes gastos sem remuneração especial:

- a colocação à disposição das máquinas , equipamentos e ferramentas necessárias à execução de todos os serviços.
- o desimpedimento das áreas utilizadas para a instalação do canteiro de obras e dos locais de armazenagem, ou seja, sua devolução em estado primitivo.
- a instalação do canteiro de obras, instalação de tapumes no trechos urbanos, execução de acessos, colocação de cercas, locais de armazenagem bem como uma proteção adequada e duradoura das mesmas.
- o transporte e descarga de todos os materiais de seu fornecimento, do local de produção até os locais de armazenagem.
- as instalações necessárias ao fornecimento de água, luz, e força com os respectivos cabeamentos, medidores auxiliares, transformadores etc., todas de conformidade com as diretrizes das concessionárias de água, luz e força. Custos com tais providências, bem como pagamento das taxas para manutenção e consumo das instalações.
- as despesas decorrentes e a responsabilidade no atendimento de leis sociais, exigências legais, prevenção de acidentes, vigilância, iluminação do local de obras, etc.
- todos os serviços e custos auxiliares necessários.
- todos os transportes na obra, bem como serviços de carga e descarga e inclusive os meios para os mesmos.

- limpeza e arrumação dos locais de trabalho, após o término das obras e antes da entrega.

- relatórios diários sobre os trabalhos executados e sobre a quantidade de pessoal de supervisão, operários e eventuais trabalhos pagos por hora.

Serviços Complementares e Instalações de Via Permanente Especiais

a) Objetivo e Campo de Aplicação

Relacionar em geral os serviços complementares e as instalações especiais para a implantação da via permanente.

b) Disposições Gerais

Para todos os serviços deverão ser apresentados relatórios das atividades desenvolvidas, em andamento e previstas.

A freqüência de entrega dos relatórios de andamento será determinada pelo METROFOR.

Para fins de fabricação, fornecimento e implantação das instalações espaciais devem ser apresentados pelo licitante os seguintes documentos:

- Certificados dos materiais

- Projeto, ensaio e testes

- Esquema de implantação

- Máquinas, instrumentos e equipamentos para a execução dos serviços deverão ser previamente aprovados pelo METROFOR.

- Todos os documentos elaborados serão de propriedade do METROFOR, sendo vedada a divulgação ou o acesso aos mesmos, a pessoa ou entidades não credenciadas pela fiscalização.

- Situações eventualmente surgidas no decorrer dos trabalhos e não previstas neste documento serão dirimidas pela fiscalização que poderá emitir orientação específica para solucioná-las sem ônus adicional para o METROFOR.

c) Serviços Complementares da Topografia

Para instrumentos e equipamentos, bem como para os métodos de medição deverão ser respeitados os critérios estabelecidos nas respectivas especificações de topografia.

A seguir serão apresentados os principais serviços complementares com as respectivas tolerâncias de precisão:

Terraplanagem :	Locação horizontal	± 5 cm
	Locação vertical	± 2 cm
Sublastro :	Locação horizontal	± 2 cm

	Locação vertical	± 1 cm
Obras de arte especiais :	Locação horizontal	± 10 mm
	Locação vertical	± 5 mm
Bordas de plataformas :	Locação horizontal	± 3 mm
	Locação vertical	± 3 mm
Bordas de passarelas de emergência:		
	Locação horizontal	± 3 mm
	Locação vertical :	± 3 mm
Canaletas de drenagem		
e cabos :	Locação horizontal	± 10 mm
	Locação vertical	± 3 mm

Demais obras como, edificações, muros de arrimo, bueiros, vedação,

pilares, postes, torres etc.:	Locação horizontal	± 10 mm
	Locação vertical	± 5 mm

A critério da fiscalização, as tolerâncias de locação poderão ser alteradas, conforme a importância da obra.

d) Instalação das Vias das Oficinas

Os trilhos das vias de manutenção devem ser instalados sobre laje ou vigas longitudinais de concreto através dos seguintes acessórios :

- Buchas de nylon
- Palmilha niveladora
- Placa de apoio
- Palmilha de borracha
- Fixações elásticas “S- 75”

A superfície apoiadora de laje ou das vigas deve ser acabada dentro dos limites verticais de + 0 - 5 mm.

e) Transição das Vias, Apoiadas Diretamente sobre Laje ou Vigas de Concreto, para Vias sobre Lastros de Pedra Britada

A passagem de um trecho de fixação direta para um trecho em lastro sobre terrapleno deve apresentar a seguinte seqüência :

- Trecho de fixação direta
- Subtrecho em lastro sobre laje de transição (~ 20 m)
- Subtrecho em lastro sobre laje de Aproximação (~7 m)
- Trecho em lastro sobre terrapleno.

A laje de aproximação apoia-se na extremidade na laje de transição com articulação freyssinet.

f) Transição sobre Trecho em Lastros sobre Estrutura e Trechos em Lastros sobre Terraplanagem

A passagem de um trecho em lastro sobre estrutura para um trecho em lastro sobre terrapleno deve apresentar uma transição de lastro sobre laje de aproximação. Esta laje de ~7m de comprimento é apoiada, na extremidade, sobre a estrutura com articulação freyssinet.

g) Cruzamentos em Nível

Nos casos quando rodovias públicas cruzam as vias férreas, no nível do topo do boleto dos pontos dos trilhos, devem ser instaladas entre os diversos trilhos, placas de concreto armado para a vedação da via permanente e para facilitar o cruzamento dos veículos rodoviários.

As dimensões das placas serão padronizadas conforme a bitola (1000 mm), a entrevia (4,250 m ou 5,000 m), o espaçamento entre dormentes e o tipo do trilho.

As placas devem ser instaladas de tal modo a manter a fenda para o friso das rodas sempre nas medidas exatas. Elas são, normalmente, apoiadas nas pés dos trilhos sem interferir nas fixações.

Projetos, ensaios e testes, bem como referências de implantação, devem ser apresentados para aprovação pelo METROFOR. O projeto deverá ser desenvolvido com vistas aos aspectos de segurança e rigidez, assim como de facilidades de manutenção e substituição.

No caso de cruzamentos do sistema rodoviário com vias férreas nos pátios, porem ser apresentadas soluções mais simples (p. ex pavimentação) para aprovação do METROFOR.

h) Desvios Temporários Durante a Construção.

Durante as obras devem ser implantadas, nos trechos onde circulam atualmente os trens de carga e subúrbio, quando necessárias, travessões e/ou vias provisórias com o objetivo de manter a operação existente dos trens.

Deve ser elaborado, o projeto dos desvios temporários, de todos os sistemas, durante o período de implantação e ser apresentado ao METROFOR para a aprovação.

Equipamentos, materiais e serviços para projeto, implantação, manutenção e remoção do sistema de desvios temporários, são da responsabilidade da contratada sem ônus adicionais.

12.4 FORNECIMENTO DE MATERIAIS

Fornecimento de dormentes de madeira para via corrida 2,00 x 0,22 x 0,16 m	un
Fornecimento de talas de junção	un
Fornecimento de parafusos, porcas e arruelas simples de pressão para talas de junção	cj
Fornecimento de placas de apoio PA 45	un
Fornecimento de tirefonds com arruela dupla de pressão	un
Fornecimento de retensores tipo Fair - T45	un

12.5 DEMOLIÇÕES E DESMONTAGENS NO TRECHO DE REMODELAÇÃO

Desmontagem de AMV - Bitola métrica - Trilho TR37 / TR45	un
Demolição de linha - Bitola métrica - Trilho TR37 / TR45	m
Desmontagem de passagens de nível - Bitola métrica - Trilho TR37 / TR45	m

12.6 SUPERESTRUTURA DE VIA DE CARGA

Lastreamento de via - Bitola qualquer - com fornecimento de pedra britada - Equipamento rodoviário	m3
Montagem de grade de linha - Bitola métrica - Trilho TR45 (sem fornecimento de trilhos)	m
Solda aluminotérmica de trilho TR45	un
Nivelamento e alinhamento contínuo com máquina socadora-alinhadora automática pesada.	km

12.7 TRANSPORTE DE MATERIAIS

Carga e descarga de trilhos	t
Carga e descarga de assessórios de fixação para trilhos T37 / TR45	t
Carga e descarga de dormentes de madeira para via corrida	un

12.8 FORNECIMENTO DE MATERIAIS

Fornecimento de Trilho TR-45 (50.779,26 m)	t
Dormente monobloco de concreto	un
Aparelho de Mudança de Via TR45, tipo 1:14 completo, incluindo todas as fixações e a dormentação especial (madeira)	un
Fixação para bloco LVT	cj
Fixação para dormente de concreto monobloco, placa amortecedora e pino isolante	cj.

Fornecimento de Bloco VBV - LVT	cj.

12.9 SUPERESTRUTURA DE VIAS 01 E 02

Lastreamento de via - Bitola qualquer - com fornecimento de pedra britada - Equipamento rodoviário	m3
Montagem de grade de linha - Bitola métrica - Trilho TR45 (sem fornecimento de trilhos)	m
Solda aluminotérmica de trilho TR45	un
Assentamento de AMV - Bitola métrica - Trilho TR45 (sem fornecimento de AMV)	un
Nivelamento e alinhamento contínuo com máquina socadora-alinhadora automática pesada	km
Regularização e acabamento final do lastro	km
Corte de trilho novo - Com serra ou disco	un
Fabricação e aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), CAP 50/70	t
Montagem de grade de linha LVT - Bitola métrica - Trilho TR 45 (sem fornecimento de trilhos)	m
Carga, manobras e descarga de mistua betuminosa a quente, com caminhão basculante 6m³, descarga em vibro acabadora	m³
Tala de junção TR 45	und
Parafuso com porca e arruela TR 45	und
Furação de trilho	

12.10 TRANSPORTE DE MATERIAIS

Carga e descarga de trilhos	t
Carga e descarga de AMV	un

12.11 PASSAGENS DE NÍVEL

Fabricação e aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), CAP 50/70	t
Fornecimento de brita	m³
Montagem de passagens de nível - Bitola métrica - Trilho TR37 (sem fornecimento de trilhos)	m
Fornecimento de Trilho TR-37	t
Carga e descarga de trilhos	t
Assentamento de tubos, peças e conexões em FoFo, JE DN 150mm	m
Carga, manobras e descarga de mistua betuminosa a quente, com caminhão basculante 6m³, descarga em vibro acabadora	m³

12.12 SINALIZAÇÃO DE PASSAGENS DE NÍVEL

Fornecimento e instalação de Controlador Rodo-Ferroviário para acionamento automático de sinalização de passagens de nível, composta por Controlador Rodo-Ferroviário e assessórios (1 unidade por passagem), Cruz de Santo André com placas de sinalização padrão ferroviário, sinalização sonora e sinalização luminosa (2 unidades por passagem)	cj
Fornecimento e instalação de Cancela Rodo-Ferroviária para passagem de nível (2 unidades por passagem)	cj

13. SERVIÇOS POR ADMINISTRAÇÃO (NÃO APLICÁVEL)

Os serviços de menor vulto, para os quais não constam preços unitários contratualmente estabelecidos, serão remunerados pelo sistema de Administração (Custos mais Taxa de Administração), por determinação do METROFOR.

Para este efeito, consideram-se como custos os valores cobrados pelos concessionários na execução dos remanejamentos, os salários-hora do pessoal direto, os valores-hora dos equipamentos e os materiais postos na obra quando executados pelo Construtor.

Os salários-hora, com os encargos sociais e os valores-horas dos equipamentos são os indicados pelo Construtor na Composição Analítica de Preços Unitários, parte integrante da Proposta Comercial

Os materiais e serviços serão reembolsados mediante apresentação de comprovantes fiscais.

A título de Taxa de Administração será concedida a percentagem estipulada pelo Proponente, a ser aplicada na parcela "custo".

Esta percentagem será de livre escolha do Proponente, que indicará na planilha, o coeficiente multiplicador, na coluna preço unitário, que incidirá sobre o quantitativo valorizado, cujo produto totalizará os serviços por administração, integrando o preço final e total da Proposta.