

14.09 - TÚNEIS

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

14.09.1 - PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS

Todos os materiais a empregar devem ser acompanhados de certificados de origem e dos documentos de controle de qualidade e obedecer ainda a:

- Sendo nacionais, às normas portuguesas, documentos de homologação de laboratórios oficiais, regulamentos em vigor e especificações destas condições técnicas;
- Sendo estrangeiros, às normas e regulamentos em vigor no País de origem, caso não haja normas nacionais aplicáveis.

Nenhum material pode ser aplicado na obra sem prévia autorização da Fiscalização.

O Adjudicatário deverá elaborar e apresentar à Fiscalização para aprovação, um programa completo de testes para os materiais e de controlo de qualidade, abrangendo todos os elementos do suporte do túnel.

O Adjudicatário, quando autorizado pela Fiscalização, poderá aplicar materiais diferentes dos previstos, se a solidez, estabilidade, aspecto, duração e conservação da obra não forem prejudicados e se não houver alteração, para mais, no preço.

O facto de a Fiscalização permitir o emprego de qualquer material não isenta o Adjudicatário da responsabilidade sobre o seu comportamento.

A Fiscalização poderá, sempre que assim entender, mandar proceder a ensaios de controlo de qualidade dos materiais, desde que sobre eles haja dúvidas.

Os encargos com estes ensaios serão da conta do Adjudicatário caso os resultados não comprovem a qualidade exigida para os materiais.

14.09.2 - MATERIAIS CONSTITUINTES DAS ARGAMASSAS E DOS BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS

1 - LIGANTES HIDRÁULICOS

Os ligantes a utilizar na formulação de argamassas e betões estruturais, serão de natureza hidráulica devendo satisfazer as disposições insertas na NP2064, - Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade, de 1991 e sua emenda de 1993. Nestas condições os cimentos a utilizar devem subordinar-se aos tipos, composições, exigências mecânicas, físicas e químicas, estabelecidas, naquela norma.

Em geral, o ligante hidráulico componente das argamassas e dos betões deve ser o cimento Portland, do tipo I das classes 32.5R ou 42.5R, e deverá obrigatoriamente conter a marca NP de conformidade com as normas dos cimentos.

Para condições ambientais agressivas deve utilizar-se um ligante do tipo IV das classes 32.5 ou 42.5, e deverá obrigatoriamente conter a marca NP de conformidade com as normas dos cimentos.

O cimento deve ser de preferência nacional, de fabrico recente e acondicionado por forma a ser bem protegido contra a humidade.

O cimento deve ser fornecido a granel e em situações específicas, em sacos. O cimento fornecido a granel deve ser armazenado em silos equipados com termómetros. Quando fornecido em sacos não será permitido o seu armazenamento a céu aberto, devendo ser guardado com todos os cuidados indicados no artigo 9.1.2.1 da NP ENV206 - Betão, comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade, publicada ao abrigo do Decreto-Lei nº 330/95 de 14 de Dezembro.

Será rejeitado todo o cimento que se apresente endurecido, com granulos, ou que se encontre mal acondicionado ou armazenado. Quando em sacos, será rejeitado todo aquele que seja contido em sacos abertos ou com indícios de violação. O cimento rejeitado deve ser identificado e retirado do estaleiro em obra.

A mistura em obra de adições aos cimentos só deve ser admitida em casos excepcionais devidamente justificados e quando a Indústria Cimenteira não produza, de forma corrente, cimentos certificados com características equivalentes.

Sem prejuízo do disposto no ponto anterior a junção de adições na fase de amassadura só pode ser admitida quando o cimento for do tipo I e tiver por objectivo a obtenção da durabilidade adequada para o betão dando satisfação, às Especificações e Normas em vigor.

De acordo com o ponto anterior a mistura de adições deve subordinar-se ao disposto na Especificação LNEC E378 Betões - Guia para a utilização de ligantes hidráulicos.

É vedado o recurso a qualquer adição que não esteja coberto pelas seguintes Normas ou Especificações:

NP4220 - Pozolanas para betão. Definições, especificações e verificação de conformidade.

NP EN450 - Cinzas volantes para betão. Definições, exigências e controlo de qualidade.

Especificação LNEC E375 - Escória granulada de alto forno moída para betões. Características e verificação de conformidade.

Especificação LNEC E376 - Filer calcário para betões. Características e verificação de conformidade.

Especificação LNEC E377 - Sílica de fumo para betões. Características e verificação de conformidade.

O cimento a ser empregue no betão prescrito para um dado elemento de obra deve ser sempre que possível da mesma proveniência, comprovada por certificados de origem. Caso contrário, deve o Adjudicatário demonstrar através de ensaios a equivalência das propriedades físicas, químicas e mecânicas dos cimentos empregues tendo em especial atenção a sua alcalinidade.

No caso de utilização de cimentos brancos deverá ser respeitada a NP 4326 - Cimentos brancos. Composição, tipos, características e verificação da conformidade.

2 - INERTES

Os inertes para betões de ligantes hidráulicos devem obedecer, no que respeita às suas características e condições de fornecimento e armazenamento, ao estipulado na NP ENV206 na Especificação LNEC E373 - Inertes para argamassas e betões. Características e verificação de conformidade.

O Adjudicatário apresentará à aprovação da Fiscalização o plano de obtenção de inertes, lavagem e selecção de agregados, proveniência, transporte e armazenagem, a fim de se verificar a garantia da sua produção e fornecimento com as características convenientes e constantes, nas quantidades e dimensões exigidas.

Os elementos individuais do inerte grosso devem ser de preferência isométricos, não devendo o seu coeficiente de forma exceder os 20 % do peso total:

- Uma partícula é considerada chata quando $d/b < 0,5$ e alongada quando $L/b > 1,5$, sendo "b" a largura, "d" a espessura e "L" o comprimento da partícula.

A dimensão máxima do inerte grosso não deverá exceder 1/5 da menor dimensão da peça a betonar, e nas zonas com armaduras não deverá exceder 3/4 da distância entre varões, ou entre bainhas de cabos de pré-esforço.

O inerte grosso deve ser convenientemente lavado.

A areia deve ser convenientemente lavada e cirandada, se tal se mostrar necessário na opinião da Fiscalização.

Sempre que a Fiscalização o exigir serão realizados os ensaios necessários para comprovar que as características dos inertes respeitam o especificado na NP ENV206.

3 - ÁGUA

A água a utilizar na obra, tanto na confecção dos betões e argamassas como para a cura do betão, deverá, na generalidade, ser doce, limpa e isenta de matérias estranhas em solução ou suspensão, aceitando-se como utilizável a água que, empregue noutras obras, não tenha produzido eflorescências nem perturbações no processo de presa e endurecimento dos betões e argamassas com ela fabricados.

De qualquer forma a água a utilizar será obrigatoriamente analisada devendo os resultados obtidos satisfazer os limites indicados no quadro 1 da especificação LNEC E372 - Água de amassadura para betões. Características e verificação da conformidade.

4 - ADJUVANTES

Os adjuvantes a incorporar nos betões com o fim de melhorarem a trabalhabilidade, manterem esta, reduzindo a água de amassadura, aumentarem a resistência ou com outras finalidades como acelerar ou retardar a presa, não devem conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

Os adjuvantes a incorporar nos betões de ligantes hidráulicos devem satisfazer o conjunto de exigências expressas na especificação LNEC E374 - Adjuvantes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade. Assim os adjuvantes a incorporar ficam sujeitos a critérios de conformidade quanto às suas características de identificação, características de compatibilidade e características de comportamento enunciadas naquela especificação. Os adjuvantes empregues devem ainda satisfazer os critérios de conformidade e informações exigidas no ponto 6) da referida especificação.

A quantidade total de adjuvantes na composição, não deve exceder 50 g/kg de cimento e não convem que seja inferior a 2 g/kg de cimento. Só são permitidas quantidades menores de adjuvantes se estes forem dispersos em parte da água de amassadura. A quantidade de adjuvantes líquidos deve ser considerada no cálculo de relação A/C, sempre que exceda 3 litros/m³ de betão.

As condições e o tempo máximo de armazenamento dos adjuvantes em estaleiro devem observar as condições estipuladas pelo fabricante. Na ausência destas devem ser efectuados ensaios comprovativos de manutenção das características especificadas e comprovadas para os adjuvantes.

Em caso de dúvida sobre as características dos adjuvantes empregues ou a sua compatibilidade com quaisquer outros componentes do betão, pode a fiscalização mandar efectuar os ensaios que entenda por necessários.

O Adjudicatário deverá indicar à Fiscalização os adjuvantes e as percentagens que pretende adoptar na formulação dos diferentes betões, fazendo acompanhar essa indicação dos documentos de ensaio em laboratório oficial de todos os requisitos impostos na especificação LNEC E374 - Adjuvantes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade.

O Adjudicatário deverá contemplar a informação relativa aos adjuvantes com ensaios sobre a variabilidade da trabalhabilidade dos betões com eles produzidos na primeira hora, e das resistências aos 3, 7 e 28 dias de idade por forma a habilitar a Fiscalização com os elementos conducentes à aprovação da sua adopção.

Os aditivos a utilizar nas caldas de injeção do pré-esforço, devem ser isentos de cloretos e alumínio.

5 - PEDRA, EM GERAL

A pedra a empregar, tanto para brita como para outros fins, deve satisfazer, além das condições particulares para cada caso, as seguintes condições gerais:

- Não ser atacável pela água ou pelos agentes atmosféricos;
- Não apresentar fendas;
- Ser isenta de terra ou de quaisquer outras matérias estranhas;
- Não apresentar cavidades, ter grão homogéneo e não ser geladiça.

14.09.3 - BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS

Em tudo quanto disser respeito à composição dos betões e restantes operações complementares, seguir-se-ão as regras estabelecidas pela NP ENV206.

14.09.3.1 - Betão projectado

1 - CIMENTO

O cimento a utilizar será do tipo I, satisfazendo as definições, classes de resistência e características da NP 2064 e as prescrições do Caderno de Encargos para o Fornecimento e Recepção de Cimentos (NP 2065) ou as prescrições em vigor.

2 - INERTES

Os inertes a usar obedecerão ao estipulado no Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos.

Os inertes deverão ser limpos, fortes, duráveis, com granulometria adequada, isentos de pó, argila ou impurezas orgânicas.

Os inertes grosseiros deverão ser isentos de elementos de grandes dimensões e a quantidade de finos com tamanho inferior a 0,1 mm não deverá exceder 2% da mistura total. O tamanho máximo dos inertes não deverá exceder 16 mm para o processo a seco e 12 mm para o processo a húmido.

Os inertes deverão, de preferência, ter forma cúbica ou arredondada, devendo possuir uma granulometria cuidadosamente estudada e controlada de modo a obter-se uma boa compactidade do betão.

Os inertes devem conter até um máximo de 3 a 5% de humidade de modo a obter-se a melhor qualidade evitando o início antecipado do endurecimento da mistura, quando aplicada por via seca.

3 - ADITIVOS

Os aditivos deverão ser compatíveis com o cimento utilizado. A compatibilidade deverá ser testada em laboratório e em exames "in situ", tendo em vista conseguir as propriedades necessárias de presa e resistência conforme é especificado neste Caderno de Encargos.

A dosagem a ser usada será avaliada segundo ensaios desenvolvidos de acordo com os requisitos contidos neste Caderno de Encargos. Qualquer aumento de dosagem não poderá exceder 1% da

quantidade de cimento da mistura em peso. A dosagem pode ser reduzida, se tal for necessário, no caso de injeções em posições verticais.

4 - ÁGUA

A água a utilizar deverá ser doce e limpa, obedecendo ao disposto sobre o assunto no RBLH.

14.09.4 - ARGAMASSAS

As argamassas a empregar serão dos seguintes tipos:

TIPO I - Argamassa de cimento e areia com o traço de:

- 600 kg de cimento do tipo I classe 32.5 R
- 650 kg de areia

TIPO II - Argamassa com ligante não retráctil e areia, ou areia e brita.

As características do ligante proposto serão detalhadamente descritas ficando ao critério da Fiscalização aceitá-las ou, até, impôr outro à sua escolha.

O estudo da sua composição será proposto à Fiscalização para aprovação com, pelo menos, 90 dias de antecedência relativamente à primeira aplicação prevista.

As características mínimas serão as seguintes:

- a resistência da argamassa aos 28 dias não poderá, em caso algum, ser inferior à do betão das peças em que for aplicada;
- a expansão máxima nas primeiras 24 horas após a amassadura, não poderá ser superior a 0,5%;
- a retracção a partir das 24 horas até aos 6 meses de idade, num ambiente com humidade relativa de 65%, não poderá ser superior à observada nas primeiras 24 horas;
- não deve ser observada qualquer exsudação.

14.09.5 - AÇOS

1 - AÇO PARA ARMADURAS ORDINÁRIAS

O aço das armaduras para betão será em varão redondo, laminado a quente, devendo satisfazer as prescrições em vigor que lhe forem aplicáveis.

O aço deve ser de um tipo homologado, e isento de zincagem, pintura, alcatroagem, argila, óleo ou ferrugem solta, obedecendo as prescrições do REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado.

Os ensaios a realizar serão de tracção sobre provetes proporcionais longos, e de dobragem, efectuados de acordo com as normas portuguesas em vigor, respectivamente a NP-105 e a NP-173, conforme estipulam os artigos 21 e 22 do REBAP e ainda os necessários para satisfazer o disposto nos artigos 154 a 157 e 174 do mesmo regulamento.

No caso de se pretenderem efectuar emendas dos varões por soldadura realizar-se-ão ensaios com a finalidade a que se referem os artigos 21 e 156 do diploma citado na alínea anterior.

2 - AÇO PARA MALHA ELECTROSOLDADA

A malha electrosoldada a usar deverá obedecer ao especificado sobre o assunto no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP).

3 - AÇO PARA CMBOTAS

Para a constituição das cambotas metálicas prevê-se o uso de perfis do tipo TH, HEB ou trianguladas sendo o tipo e as dimensões indicadas nos desenhos tipos.

Os perfis laminados HEB deverão obedecer ao especificados para o aço comercial no Eurocódigo 3 - Projecto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço; os perfis TH deverão ser feitos de aço com limite de elasticidade superior a 350 Mpa.

4 - AÇO PARA ENFILAGEM

4.1 - TUBOS METÁLICOS

Deverão possuir um diâmetro mínimo interno de 76 mm e uma espessura de parede superior a 6 mm.

4.2 - AÇO EM VARÃO

Os varões serão de aço para betão armado e deverão obedecer ao especificado sobre o assunto no Eurocódigo 3 - Projecto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço e neste Caderno de Encargos.

5 - AÇO PARA PREGAGENS

Tratam-se de varões de aço nervurado, com uma extremidade em bico e na outra com rosca adequada para receber uma placa de ancoragem e uma porca de fixação. Deverão ter uma carga de rotura mínima de 250 kN e os diâmetros indicados nos desenhos. A carga de rotura especificada refere-se a todo o sistema de ancoragem, incluindo o varão, a rosca, a porca e a placa.

As placas de ancoragem, as anilhas e as porcas têm de permitir a transferência satisfatória da força da pregagem para a casca de betão projectado, cambota metálica ou para a superfície da rocha, mesmo quando a placa de ancoragem não possa ser colocada exactamente na normal à pregagem. As placas de ancoragem deverão ser feitas de aço Fe360 e a forma quadrada de 150x150 mm e 8 mm de espessura.

As anilhas ou porcas terão um assento hemisférico de forma a permitir a sua instalação satisfatória e a transferência de carga, mesmo no betão projectado ou superfícies rochosas irregulares, sem criar tensões na barra de pregagem.

6 - AÇO PARA PREGAGENS TIPO "SWELLEX"

Realizadas em tubo de aço de 41 mm de diâmetro e 2 mm de espessura de parede, dobrado mecanicamente para um diâmetro externo de 27 mm. O seu fornecimento deverá ser feito nos comprimentos indicados nos desenhos do Anteprojecto, devendo possuir uma carga de rotura superior a 110 kN.

Deverão dispor de placas de ancoragem, e anilhas de fixação da rede electrosoldada, caso seja necessário.

Para a sua instalação é necessário que o empreiteiro disponha de equipamento adequado, incluindo bomba pneumática de água de alta pressão com braço de instalação.

7 - AÇO PARA ARMADURAS DE PRÉ-ESFORÇO

Admite-se, em princípio, a utilização de qualquer dos tipos existentes no mercado, desde que sejam de proveniência reconhecida e apresentem, devidamente certificadas por documentos de homologação do país de origem, as características mecânicas previstas no sistema de pré-esforço que for adoptado.

Os aços a utilizar serão obrigatoriamente de baixa relaxação e as características a que devem obedecer não podem ser, em nenhum caso, inferiores às estabelecidas nas especificações aplicáveis, nomeadamente as seguintes:

- EURONORM 10138
- BRITISH STANDARD 5896-1980
- ASTM-A 416-80 - Para cordões
- ASTM-A 722-80 - Para varões

Serão fornecidos junto com cada lote de aço os diagramas de tensões-extensões e os resultados dos restantes ensaios na origem que certificam as suas propriedades devendo ser claramente indicado o valor do módulo de elasticidade. Esses ensaios e os documentos comprovativos obedecerão ao especificado na norma que, conforme o tipo de aço a utilizar, lhe for aplicável.

Se a Fiscalização assim o entender serão executados os ensaios necessários para comprovação das características indicadas e dos valores dos módulos de elasticidade. Esses ensaios serão realizados de acordo com o especificado na EN 10138 ou em 9. e 23. da BS 5896-1980, seguindo-se em tudo as normas acima citadas e as regras de aceitação aí descritas.

Só poderão ser aplicados em obra, lotes de aço já ensaiados ou já aceites pela Fiscalização.

Se o transporte e o fornecimento for efectuado em bobinas, elas devem ter obrigatoriamente um diâmetro tal que, aquando do seu desenrolamento os cabos não apresentem qualquer deformação. Para todos os efeitos o diâmetro interior das bobinas não poderá ser inferior a 200 vezes o diâmetro do fio mais espesso do cordão.

Serão tomadas todas as precauções no transporte e armazenamento por forma a impedir a corrosão e a contaminação dos aços.

Toda a duração de armazenamento em obra superior a um mês, dará lugar a uma verificação periódica do estado dos aços e à renovação, sempre que necessário, da matéria especial de protecção.

Todas as bobinas de aço serão devidamente identificadas pelo fornecedor, terão etiquetas com a inscrição de ensaiadas ou por ensaiar, e só deverão sair do armazém para serem utilizadas. As que não forem utilizadas deverão regressar imediatamente àquele.

8 - AÇO PARA ANCORAGENS DE PRÉ-ESFORÇO

As ancoragens do sistema de pré-esforço que o Adjudicatário propuser, e que venham a ser aceites pela Fiscalização, deverão ser de origem e ser acompanhadas das respectivas especificações (qualidade dos materiais, dimensões e tolerâncias), certificados de qualidade de controle de conformidade e documentos de homologação

Só será aceite material de origem, isto é, não serão aceites quaisquer componentes que não tenham sido fabricados ou pela Empresa de origem do sistema que for aprovado ou em fábricas pelas quais a mesma se responsabilize.

A Fiscalização reserva-se o direito de mandar, de cada lote de trinta ancoragens de cada tipo, ensaiar uma delas por si escolhida, de mandar verificar se os materiais que a constituem correspondem às qualidades especificadas e se todas as dimensões estão dentro dos limites de tolerância indicados nos documentos de homologação apresentados pelo fabricante. Os encargos inerentes são da conta do Adjudicatário e encontram-se incluídos no preço do pré-esforço.

As armaduras serão conservadas no chão sem estarem sujeitas a qualquer esforço. Todas as partes expostas serão protegidas dos efeitos de corrosão pela utilização de uma gordura ou cera que não deverá absorver mais do que 0,5% de humidade e que não contenha sulfatos ou outros sais corrosivos. Todas as peças integrantes de uma ancoragem deverão ser protegidas de danos mecânicos e corrosão durante todas as fases de fabrico, armazenamento, transporte e instalação.

Os componentes de aço muito sensíveis a esforços de tracção não deverão estar sujeitos a temperaturas excessivas. Deverão ser protegidos com produtos adequados no caso de se proceder a cortes ou soldaduras em zonas próximas.

Em nenhum caso se deverão proceder a trabalhos de soldadura nesses componentes. Os cortes a realizar nas armaduras serão feitos com discos ou serras apropriadas.

A composição química das armaduras e a pormenorização detalhada dos ensaios mecânicos requeridos deverão obedecer ao Regulamento de Estruturas de Aço para Edifício ou aos Regulamentos Internacionais.

Todos os lotes de materiais devem ser convenientemente identificados em todas as fases de preparação das ancoragens. De cada armadura deve-se conservar uma amostra de cerca de 50 cm para realização ulterior de ensaios no caso de eles virem a ser considerados necessários. Em alternativa poder-se-ão conservar amostras por lote de armaduras, desde que consideradas representativas.

9 - AÇO PARA FIBRAS METÁLICAS

As fibras deverão ser de arame de aço trefilado, com uma resistência à tracção não inferior a 1100 N/mm².

As fibras metálicas, deverão ainda ter as seguintes características:

- ter um comprimento suficiente para desenvolver uma aderência razoável e formar uma armadura efectiva no revestimento. Por outro lado, o comprimento estará limitado pela necessidade de as fibras não ocasionarem qualquer tipo de obstrução na máquina de projectar betão e na conduta flexível que as transporta;
- apresentar uma forma adequada para conseguir um efeito de ancoragem nos extremos de cada fibra;
- um diâmetro reduzido para ter mais fibras por unidade de peso, pelo que o número de fibras é aumentado e a distância entre fibras vizinhas é reduzida;
- serão fornecidas em grupos colados de modo a evitar a formação de aglomerações que possam afectar a distribuição uniforme das fibras no revestimento de betão projectado;
- dosagem mínima de fibras de 30 kg/m² de betão projectado. A dosagem definitiva será autorizada pela Fiscalização com base no critério de equivalência do revestimento com respeito ao especificado com malha de aço;
- deverá ser utilizado um tipo de fibras suficientemente testado em aplicações similares. A aceitação do tipo de fibra e dosagem final recomendada ficará ao critério da Fiscalização da obra.

10 - AÇO LAMINADO

O aço laminado a empregar nos guarda-corpos, alçapões, escadas e portas deve ser do tipo "corrente comercial", satisfazendo a todas as especificações e requisitos próprios estipulados no Eurocódigo 3 - Projecto de Edifícios e de Obras de Engenharia Civil em Aço e na NP1729, devendo os ensaios a realizar ser os previstos nos citados documentos.

11 - AÇOS ESPECIAIS

Para determinadas peças, e conforme especificado nos desenhos de construção respectivos serão usados aços duros do tipo CK 45 (DIN 17200) e do tipo Fe 510 e qualidade D.

As características mecânicas do aço CK 45 devem ser, no mínimo, as seguintes:

- Resistência à tracção.....588 N/mm²
- Extensão após a rotura18 %

As do aço Fe 52 devem corresponder às especificações da NP 1729.

Os documentos de controlo de qualidade desses aços deverão sempre acompanhar as peças metálicas de que fazem parte, comprovando assim que respeitam as disposições normativas que se lhes aplicam.

12 - AÇO INOXIDÁVEL

As chapas de aço inoxidável a utilizar terão uma resistência a rotura mínima de 588 N/mm², obedecerão em tudo o que lhes for aplicável a Norma ASTM-A 276, e a sua superfície de contacto com as peças sobre as quais tenha de deslizar receberá o tratamento da classe C daquela Norma.

13 - AÇO PARA TUBOS METÁLICOS EM CHAPA ONDULADA

O aço da chapa será de tipo comercial, com um conteúdo em Carbono inferior a doze centésimos (0,12) e deverá apresentar as seguintes características:

- Tensão de rotura por tracção 30 - 43 kgf/mm²
- Tensão limite de elasticidade 18 - 25 kgf/mm²

As espessuras das chapas, bem como o tipo de ondulação, serão as indicadas nas peças desenhadas. Caso o recurso a este tipo de tubos resulte de proposta do Adjudicatário, as espessuras dependerão, como é óbvio, do fim a que se destinam.

A tolerância admitida sobre as espessuras será de 5% para mais ou para menos.

Galvanização

A dosificação mínima da película de zinco a aplicar deverá ser estudada em função da sua espessura, quer para as superfícies interior ou exterior dos tubos. A galvanização será de primeira qualidade, livre de borbulhas, riscas e pontos não galvanizados.

A recolha de amostras para controlo de qualidade far-se-á de acordo com a norma ASTM A-444.

Elementos de fixação

Os elementos de fixação das chapas entre si serão parafusos e porcas. As cabeças dos parafusos e as porcas terão uma forma que se ajuste à chapa sem danificar o seu recobrimento, devendo colocar-se anilhas para protecção do galvanizado.

Parafusos, porcas e anilhas, deverão ter um tratamento anti-corrosivo através de zincagem electrolítica com bicromagem e apresentar classe de qualidade de 10-20 μ segundo a NF-E-27-016.

Forma e características geométricas

A forma e as dimensões dos tubos de aço ondulado e galvanizado serão as definidas no projecto. Caso o recurso a este tipo de tubos resulte de proposta do Adjudicatário, os diâmetros a utilizar deverão ser, no mínimo, majorados de 10% relativamente aos especificados no projecto para os tubos de betão.

Limitações na utilização

Não devem ser utilizados na condução de águas com PH inferior a seis (6) ou superior a onze (11), a menos que devidamente protegidos por processo patenteado de reconhecida eficácia.

14.09.6 - BAINHAS, CALDAS DE CIMENTO PARA INJECCÃO E ANCORAGENS PARA PRÉ-ESFORÇO

1 - BAINHAS PARA ARMADURAS DE PRÉ-ESFORÇO

As bainhas serão caneladas e respeitarão o especificado no artigo 163 do REBAP.

As espessuras mínimas da chapa constituinte das bainhas serão, conforme o seu diâmetro interior, as seguintes:

$$\varnothing_i \leq 55 \text{ mm} - \text{esp. min} = 0,31 \text{ mm}$$

$$55 < \varnothing_i \leq 65 \text{ mm} - \text{esp. min} = 0,45 \text{ mm}$$

$$65 < \varnothing_i \leq 110 \text{ mm} - \text{esp. min} = 0,53 \text{ mm}$$

$$110 < \varnothing_i \quad - \text{esp. min} = 0,60 \text{ mm}$$

O diâmetro exterior das bainhas será, conforme o seu diâmetro interior, o seguinte:

$$\varnothing_i \leq 65 \text{ mm} - \varnothing_e = \varnothing_i + 5 \text{ (mm)}$$

$$\varnothing_i > 65 \text{ mm} - \varnothing_e = \varnothing_i + 7 \text{ (mm)}$$

As bainhas e acessórios a instalar serão acompanhados por um certificado do fabricante com a indicação das suas características e condições de utilização.

Serão efectuados os seguintes ensaios de recepção:

- Flexibilidade

As bainhas deverão suportar sem qualquer alteração três flexões alternadas com os raios de curvatura do projecto.

- Resistência ao amolgamento

Colocado um troço de baínha com aproximadamente 1,00 m de comprimento sobre uma base rígida, aplica-se na geratriz superior, e entre duas estrias, através de um pilão cuja extremidade tem o formato de um semi-circulo com 12 mm de diâmetro, a força indicada a seguir em função do diâmetro interior da baínha.

Ø	F (kg)
25 a 75	75
75 a 85	90
85 a 95	105

A baínha deverá resistir às aplicações destas forças.

- Estanquicidade

Para o ensaio de perda de água, sobre a mesma amostra, procede-se ao enchimento da baínha com água, até se obter uma pressão interior de 0,5 bar que se manterá 5 minutos; a perda de água não deverá ultrapassar 1,5 % do volume do tubo.

2 - ANCORAGENS DE PRÉ-ESFORÇO

As ancoragens do sistema de pré-esforço que o Adjudicatário propuser, e que venha a ser aceite pela Fiscalização, deverão ser de origem e ser acompanhadas das respectivas especificações (qualidade dos materiais, dimensões e tolerâncias), certificados de qualidade e controle de conformidade e documentos de homologação

O corpo de ancoragem será constituído por peça única, em aço vazado, dotada de nervuras transversais adequadas à transferência dos esforços ao betão.

Só será aceite material de origem, isto é, não serão aceites quaisquer componentes que não tenham sido fabricados ou pela Empresa de origem do sistema que for aprovado ou em fábricas pelas quais a mesma se responsabilize.

A Fiscalização reserva-se o direito de mandar, de cada lote de trinta ancoragens de cada tipo, ensaiar uma delas por si escolhida, de mandar verificar se os materiais que a constituem correspondem às qualidades especificadas e se todas as dimensões estão dentro dos limites de tolerância indicados nos documentos de homologação apresentados pelo fabricante. Os encargos inerentes são da conta do Adjudicatário e encontram-se incluídos no preço do pré-esforço.

3 - CALDAS DE CIMENTO PARA INJECCÃO DAS BAINHAS

Calda coloidal ou pasta de cimento com o traço determinado em ensaios, e com os ajustamentos necessários, também determinados em ensaios, para a quantidade de água e do plastificante em função da temperatura e do comprimento dos cabos a injectar.

O Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização, após estudos detalhados, a composição nominal da calda, precisando:

- a natureza, qualidade e origem dos constituintes;
- a dosagem de cada constituinte expressa em peso, com as tolerâncias admissíveis;
- a ordem de introdução dos constituintes no misturador.

De qualquer modo a relação água/cimento será a menor possível, compatível com a trabalhabilidade adequada e não deve ser superior a 0,40.

O cimento, do tipo I, fornecido em saco, das classes 32.5 ou 42.5, deve respeitar, além das NP aplicáveis, ainda o seguinte:

- não apresentar fenómenos de falsa presa;
- ter um teor de ião cloro inferior a 0,05%;
- não conter nem iões de enxofre nem qualquer outro elemento que possa provocar corrosão no aço.

O Adjudicatário proporá a marca do adjuvante que pretende utilizar, acompanhando a proposta de um certificado de origem indicando a data limite para além da qual o produto não deve ser utilizado, ficando desde já entendido que nesse adjuvante não deve existir nenhum produto corrosivo para o aço, como, por exemplo, cloretos ou alumínio.

Além da Especificação LNEC E 372 a água respeitará, adicionalmente, as especificações seguintes:

- cloretos por ião $\text{Cl}^- < 500 \text{ mg/l}$;
- sulfatos por ião $\text{SO}_4^{2-} < 400 \text{ mg/l}$;
- ausência de detergentes.

Para o conjunto dos constituintes (cimento, água e adjuvante) o teor em íons agressivos será globalmente inferior a:

- 0,1% da massa de cimento em íons Cl^- ;
- 0,1% da massa de cimento em íons SO_4^{2-} ;
- traços de íons S^{2-} .

As tolerâncias sobre as dosagens serão as seguintes:

- $\pm 2\%$ sobre a massa de cimento;
- $\pm 1\%$ sobre a massa de água;
- $\pm 2\%$ sobre a massa do adjuvante.

Serão conduzidos ensaios de acordo com as especificações da prEN 445, devendo os resultados desses ensaios obedecer às especificações da prEN 447.

- A mistura será estudada em função das condições locais e das condições reais de injeção, por forma a ter boa trabalhabilidade, a qual deverá ser sempre testada com o cone de Marshal. O tempo de escoamento pelo tubo inferior do cone deve ser inferior a vinte e cinco segundos até decorridos, pelo menos, trinta minutos após a fabricação da calda ou até ao fim do período de injeção.
- A exsudação da calda, medida sobre provetes cilíndricos hermeticamente fechados, não deverá ser superior a 2% às três horas, nem a 3% como máximo absoluto, devendo a leitada absorver toda a água exsudada em vinte e quatro horas.
- A variação de volume da calda, medida sobre provetes cilíndricos, deverá estar compreendida entre -1% e +5%. Se forem usados agentes expansivos não poderá haver diminuição de volume. O seu tempo de início de presa a 30°C deverá, em todas as circunstâncias de temperatura, ser superior a 3 horas.

Serão conduzidos ensaios sistemáticos de resistência aos 3, 7 e 28 dias para garantir a resistência exigida e afinar a composição da calda. Cada um desses ensaios será realizado, em cada amassadura, sobre, pelo menos, uma amostra de três provetes, ficando a critério da Fiscalização aumentar o número de amostras por amassadura.

- A sua resistência à compressão aos 28 dias não poderá ser inferior a 50 MPa.

14.09.7- MADEIRAS

As madeiras a empregar devem ser bem cerneiras, devidamente secas, não ardidadas nem cardidas, sem nós viciosos, isentas de caruncho, fendas ou falhas que possam comprometer a sua resistência e o aspecto final das peças de betão.

Devem ser de primeira escolha, isto é, seleccionadas por forma a que, mesmo os pequenos defeitos (nós, fendas, etc.) não ocorram com grande frequência nem com grandes dimensões, nem em zonas das peças em que venham a instalar-se as maiores tensões.

Devem ser de quina viva e bem desempenadas, permitindo-se em casos a fixar pela Fiscalização, o emprego de peças redondas em prumos ou escoras, desde que tal não comprometa a segurança ou a perfeição do trabalho.

As tábuas para moldes devem ter uma espessura não inferior a 2,5 cm e serão aplainadas, tiradas de linha e a meia madeira.

Os calços ou cunhas a aplicar devem ser de madeira dura.

14.09.8 - COFRAGENS

Incluirá todos os andaimes e cofragens necessárias usadas para a construção do revestimento final, devendo o seu projecto ser submetido à prévia aprovação da Fiscalização.

1 - COFRAGENS DESLIZANTES

A cofragem deve ser suficientemente rígida para manter os moldes nas posições, a estabilidade das formas e os perfis.

A cofragem deve ser fabricada em aço e será adequada ao uso repetitivo. Deverá possuir aberturas ao longo da parede lateral e na coroa, concebidas de forma a permitir o uso de vibradores para compactação do betão, inspecção durante a sua aplicação e observação da superfície endurecida antes do levantamento ou remoção da cofragem. As aberturas para colocação do betão devem localizar-se a uma altura suficiente para evitar a segregação por queda

do betão. As juntas dos moldes devem ser suficientemente ajustadas para evitar perdas de argamassa ou da leitada do cimento e a absorção da água do betão.

Os moldes devem ser mantidos sempre em boas condições de modo a garantir a forma, rigidez, impermeabilidade e lisura da superfície. Todos os moldes devem ser mantidos limpos, sem ferrugem e em boas condições.

A cofragem deverá ter meios de permitir a montagem de vibradores de cofragem a intervalos regulares de forma a garantir a completa compactação do betão

2 - COFRAGENS PERDIDAS

Os tubos para cofragem perdida a utilizar, nomeadamente, em vazamentos de tabuleiros, serão rígidos, absolutamente estanques e serão feitos de chapa metálica, fibra de vidro ou cartão prensado devidamente impermeabilizado com as espessuras convenientes para resistirem às pressões do betão.

Os materiais a utilizar na sua fabricação, bem assim como os próprios tubos que terão purgas de fundo, deverão ser sujeitos à aprovação da Fiscalização.

Poderão ainda ser adoptados outros materiais adequados, desde que comprovadamente satisfaçam ao fim em vista. Serão aprovados pela Fiscalização sob proposta do Adjudicatário, a qual será fundamentada com as características dos materiais.

14.09.9 - DRENAGEM

As disposições seguintes são aplicáveis aos materiais dos sistemas de drenagem das águas subterrâneas, bem como do sistema de drenagem das águas residuais dentro dos túneis. Não inclui disposições relativas aos materiais para tratamento de águas residuais fora dos túneis.

1 - TUBOS PARA DRENOS

Os tubos de PVC rígido serão perfurados ou com ranhuras que não deverão ultrapassar a dimensão de 2 mm, devendo a área total das ranhuras para entrada de águas ter, pelo menos, 30 cm² por metro de tubo.

Os tubos de betão deverão ter o diâmetro indicado nos desenhos e deverão possuir furos de entrada de água em meia calota, sendo a sua instalação sobre berço de betão pobre.

2 - GEOSSINTÉTICOS

Prescrições constantes dos VOLUME III: 01 - TERRAPLENAGEM - e VOLUME IV: 02 - DRENAGEM - Capítulos 14, deste Caderno de Encargos.

14.09.10 - IMPERMEABILIZAÇÃO

1 - CONDIÇÕES TÉCNICAS

Nesta secção descreve-se e especifica-se os materiais utilizados para o sistema de impermeabilização dos túneis, a qual será realizada pela instalação de uma membrana de impermeabilização colocada entre o suporte inicial e o revestimento final de betão. Não inclui outros elementos como sejam bandas de impermeabilização de juntas, estanqueidade de juntas, etc.

O Adjudicatário deverá submeter á aprovação:

- a) certificados de garantia que atestem que os materiais cumprem os requisitos da especificação;
- b) qualificações do fabricante, com provas dadas da sua experiência;
- c) amostras dos materiais a aplicar como se segue:

membranas:	1 m2 de cada tipo de membrana;
geotêxtil:	1 m2 de cada tipo;
costura de soldadura:	1m de costura soldada;
fixadores e adaptadores:	10 amostras de diferentes lotes de anilhas, pregos, 2 amostras de rebordos se selagem para casos de elementos que atravessem a membrana.

Para garantia da qualidade dos trabalhos realizados, o Adjudicatário deverá:

- Fornecer e instalar produtos adequados, desenhados e fabricados especificamente para aplicação em túneis com condições similares às encontradas neste projecto e que tenham tido desempenho aceitáveis e comprovados.
- Escolher um fabricante experimentado na produção de materiais similares para estruturas subterrâneas e que tenham demonstrado terem obtido aplicações com sucesso em pelo menos cinco projectos recentes de natureza comparável.

2 - GEOTÊXTIL DE PROTECÇÃO MECÂNICA

O geotêxtil a usar será de polipropileno não tecido, de espessura uniforme e com textura da superfície de acordo com os requisitos indicados:

-peso	700 g/m ² (min)
-espessura	5 mm (min)
-espessura a 0,2 MPa	2,5 mm (min)
-resistência sob tensão	25 kN/m (min)
-extensão na rotura	40% (min)
-permeabilidade no plano	5*10 ⁻¹ cm/s (min)
a 0,2 MPa	5*10 ⁻² cm/s (min)
-perda de resistência com soluções alcalinas e ácidas pH 2-13	10% (max)

3 - MEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A membrana de impermeabilização deverá ser de PVC, de acordo com os requisitos a seguir indicados, devendo ser fornecida com uma capa sinalizadora, isto é, uma folha fina de cor diferente e aplicada num dos lados, de forma a facilitar a identificação de defeitos.

-espessura	1,5 mm (min)
-resistência à tracção	15 N/mm ² (min)
-alongamento na rotura	250% (min)
-resistência à compressão com 20% de deformação	25 N/mm ² (min) (*)
-resistência à propagação de gotas	100N/mm (min)
-resistência sob pressão de água	0,1 MPa para 10 h
-resistência da costura soldada	13,5 N/mm ²
-estabilidade dimensional à exposição a ar quente	+/- 2% (max)
-absorção de água	1% (max)

-resistência contra soluções ácidas e alcalinas, variação a 90 dias de

resist. tracção: +/- 20% (max)

along. na rot.: +/- 20% (max)

-comportamento ao fogo

quase incombustível

(*) Cubo de amostra com aresta de 10 mm

O material de fixação, os reforços para expansão das juntas, as costuras de selagem e soldadura, a preparação de cantos e intersecções, deverão ser executadas de acordo com as recomendações do fabricante da membrana.

14.09.11 - MATERIAIS DIVERSOS

14.09.11.1 - Aglomerado de cortiça

O aglomerado de cortiça deve ser fabricado com materiais de primeira qualidade, e fornecido em placas de espessura uniforme, tipo "parquet".

Será tornado imputrescível por impregnação asfáltica devendo apresentar compacidade e resistência adequadas aos fins em vista.

14.09.11.2 - Tubos de polietileno

Os tubos de polietileno devem ser semi-rígidos ou rígidos e com os diâmetros indicados nos desenhos de construção, e ser constituídos por materiais homologados pelo LNEC e aprovados pela Fiscalização.

A aprovação dependerá de ensaios em laboratório oficial segundo as condições de recepção prescritas nos respectivos documentos de homologação.

14.09.11.3 - Mosaico hidráulico para o pavimento dos passeios

O mosaico hidráulico a utilizar no pavimento dos passeios deve satisfazer as características e condições fixadas pelas normas e especificações anexas à Portaria publicada no Diário do Governo Nº 290, II Série, de 13 de Dezembro de 1965.

O tipo de mosaico a empregar deverá ser proposto pelo Adjudicatário para aprovação pela Fiscalização.

14.09.11.4 - Elastómero para juntas e aparelhos de apoio

O elastómero a utilizar conterá na sua formulação os seguintes componentes e percentagens:

- Policloroprene > 60 %
- Negro de fumo < 25 %
- Aditivos < 15 %

Deverá também obedecer às seguintes características de qualidade:

- Dureza shore (ASTM-D 2240) 62 ± 5
- Resistência à rotura em tracção (ASTM-D 412) 15 N/mm²
- Alongamento na rotura (ASTM-D 412) > 350 %
- Deformação residual sob compressão constante (ASTM-D 395) a 70°C, 24 horas < 25 %
- Resistência ao envelhecimento (ASTM-D 573) a 100°C, 72 horas
- Variação de dureza < = 15
- Variação de resistência à rotura < = 15 %
- Variação do alongamento à rotura < - 40 %
- Resistência aos óleos (ASTM-D 471) a 100°C, 72 horas
- Variação de volume < 10 %
- Resistência ao ozono (ASTM-D 1149) a 40°C, 100 horas sem fissuras
- Fragilidade a baixa temperatura (ASTM-D 476) a - 35°C sem fragilização
- Aderência sobre metal (ASTM-D 429B)

- Módulo de elasticidade transversal para $0,2 < tg < 0,9$ $1,0 = 0,2 \text{ N/mm}^2$.

Todos os fornecimentos deverão ser acompanhados dos certificados de controlo de qualidade e de origem. Os ensaios que a Fiscalização entenda realizar, são da conta do Adjudicatário.

14.09.11.5 - Materiais para preenchimento de juntas

O material para o preenchimento de juntas deve possuir características de deformabilidade adequadas para acompanhar os movimentos das juntas sem prejuízo das suas qualidades elastoplásticas, de acordo com os desenhos de construção do projecto.

Deverá, além disso, constituir um preenchimento estanque, praticamente incombustível, não endurecendo, fendendo, estalando ou exsudando, quando sujeito a temperaturas variando entre - 10 e + 60 graus centígrados.

As especificações a que deve obedecer são as seguintes:

- Material para aplicação a quente ASTM-D 1190-74
- Material para aplicação a frio ASTM-D 1850-67
- Material pré-moldado ASTM-D 1751-73 e ASTM-D 3542-76

Serão realizados os ensaios necessários para comprovação das características estipuladas.

14.09.12 - MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS

As características dos materiais não especificados serão propostas pelo Adjudicatário à Fiscalização, que se reserva o direito de os não aprovar se entender que não possuem condições de resistência, duração e adaptabilidade aos fins a que se destinam.