



**Estradas de Portugal, S.A.**

**Caderno de Encargos Tipo Obra**

**Fevereiro.2009**

**15.06/07 - Obras de  
Arte Integradas**

**Obras de Arte do tipo  
Passagens Superiores e  
Obras de Arte dos Nós**

**Obras do Tipo  
Passagens Inferiores,  
Agrícolas e Hidráulicas  
Especiais**

**15.08 - Obras de Arte  
Especiais**

**MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

## Índice

<b>15.06/07/08.1 – ARGAMASSAS</b> .....	<b>5</b>
<b>15.06/07/08.2 – BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS</b> .....	<b>5</b>
15.06/07/08.2.1 – Composição dos betões.....	5
15.06/07/08.2.2 – Preparação dos betões.....	7
15.06/07/08.2.3 – Betonagem, desmoldagem e cura .....	8
15.06/07/08.2.4 – Controlo de qualidade .....	10
15.06/07/08.2.5 – Betão de Saneamento.....	16
<b>15.06/07/08.3 – BETÃO PROJECTADO</b> .....	<b>16</b>
<b>15.06/07/08.4 – ARMADURAS ORDINÁRIAS</b> .....	<b>16</b>
<b>15.06/07/08.5 – PRÉ-ESFORÇO</b> .....	<b>17</b>
15.06/07/08.5.1 – Geral .....	17
15.06/07/08.5.2 – Materiais para pré-esforço .....	19
15.06/07/08.5.3 – Execução e colocação das armaduras de pré-esforço .....	20
15.06/07/08.5.4 – Aplicação do pré-esforço .....	21
15.06/07/08.5.5 – Medidas de protecção (injecção, lubrificação, betonagem) .....	24
15.06/07/08.5.6 – Inspeção do pré-esforço.....	25
<b>15.06/07/08.6 – ESTRUTURAS METÁLICAS</b> .....	<b>27</b>
<b>15.06/07/08.7 – PREGAGENS</b> .....	<b>29</b>
<b>15.06/07/08.8 – ANCORAGENS</b> .....	<b>30</b>
<b>15.06/07/08.9 – MOLDES</b> .....	<b>30</b>
<b>15.06/07/08.10 – CIMBRES, CAVALETES, ANDAIMES E ESTRUTURAS PROVISÓRIAS</b> .....	<b>32</b>
<b>15.06/07/08.11 – PLANO DE NIVELAMENTO E TOLERÂNCIAS</b> .....	<b>34</b>
<b>15.06/07/08.12 – ACABAMENTOS DAS SUPERFÍCIES VISTAS DE BETÃO</b> .....	<b>35</b>

<b>15.06/07/08.13 – CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO DE ESTACAS .....</b>	<b>35</b>
<b>15.06/07/08.14 – CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO MICRO-ESTACAS .....</b>	<b>41</b>
<b>15.06/07/08.15 - ENSECADEIRAS .....</b>	<b>51</b>
<b>15.06/07/08.16 – ESCAVAÇÕES PARA EXECUÇÃO DE SAPATAS E DE MACIÇOS DE ENCABEÇAMENTO DE ESTACAS .....</b>	<b>51</b>
<b>15.06/07/08.17 – CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO DAS SAPATAS E MACIÇOS DE ENCABEÇAMENTO DE ESTACAS.....</b>	<b>53</b>
<b>15.06/07/08.17.1 – Aterro das escavações .....</b>	<b>53</b>
<b>15.06/07/08.18 – CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DOS ENCONTROS E DOS PILARES.....</b>	<b>54</b>
<b>15.06/07/08.18.1 – Encontros e muros do tipo terra armada .....</b>	<b>55</b>
<b>15.06/07/08.19 – CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DO TABULEIRO .....</b>	<b>55</b>
<b>15.06/07/08.20 – EXECUÇÃO DOS ATERROS JUNTO AOS ENCONTROS E MUROS.</b>	<b>56</b>
<b>15.06/07/08.21 – LAJES DE TRANSIÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>15.06/07/08.22 – TRABALHOS DIVERSOS.....</b>	<b>57</b>
<b>15.06/07/08. 22.1 – Aparelhos de apoio.....</b>	<b>57</b>
<b>15.06/07/08. 22.2 – Juntas de dilatação.....</b>	<b>57</b>
<b>15.06/07/08. 22.3 – Pré-fabricação de peças estruturais.....</b>	<b>58</b>
<b>15.06/07/08.22.4 – Aglomerado de cortiça ou Poliestireno Expandido (esferovite)....</b>	<b>58</b>
<b>15.06/07/08.22.5 – Esgotos das águas pluviais .....</b>	<b>58</b>
<b>15.06/07/08.22.6 – Caixas de passagem de cabos nos passeios .....</b>	<b>59</b>
<b>15.06/07/08.22.7 – Caleiras prefabricadas em betão .....</b>	<b>59</b>
<b>15.06/07/08.22.8 – Metalização de peças metálicas.....</b>	<b>59</b>
<b>15.06/07/08.22.9 – Guardas metálicas .....</b>	<b>60</b>
<b>15.06/07/08.22.10 – Portas e tampas metálicas .....</b>	<b>63</b>
<b>15.06/07/08.22.11 – Escadas metálicas .....</b>	<b>63</b>
<b>15.06/07/08.22.12 – Resinas de Epoxi para injecções.....</b>	<b>63</b>

<b>15.06/07/08.22.13 – Resinas de Poliéster para injeções.....</b>	<b>64</b>
<b>15.06/07/08.22.14 – Demolições e Roços .....</b>	<b>65</b>
<b>15.06/07/08.22.15 – Peças metálicas a incorporar no betão .....</b>	<b>65</b>
<b>15.06/07/08.22.16 – Aberturas em peças de betão .....</b>	<b>66</b>
<b>15.06/07/08.22.17 – Colchões de gabiões .....</b>	<b>66</b>
<b>15.06/07/08.22.18 – Muros de gabiões.....</b>	<b>66</b>
<b>15.06/07/08.22.19 – Inscrições nos acrotérios.....</b>	<b>66</b>
<b>15.06/07/08.22.20 – Execução das camadas de regularização e desgaste do tabuleiro .....</b>	<b>67</b>
<b>15.06/07/08.22.21 – TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS.....</b>	<b>67</b>
<b>15.06/07/08.22.22 – CONTROLO DE QUALIDADE .....</b>	<b>67</b>

## **15.06/07/08 – MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

A execução das obras de arte deverá seguir este Caderno de Encargos, as Especificações de Projecto, as normas europeias e portuguesas de acordo com a legislação em vigor, nomeadamente a NP ENV 13670-1.

### **15.06/07/08.1 – ARGAMASSAS**

As argamassas do TIPO I são empregues no assentamento guardas metálicas, tampas e ainda no reboco de superfícies de betão onde, por defeito de execução, se torne necessário utilizá-las e a Fiscalização o permita.

As argamassas do TIPO II empregam-se na selagem das caixas de ancoragem do pré-esforço nas extremidades dos tabuleiros, no refechamento de "ninhos de pedra", na ligação de juntas, no assentamento de aparelhos de apoio e de juntas de dilatação, etc.

As argamassas do TIPO I e TIPO II o estabelecido na secção 14.08.3.

As argamassas deverão apresentar-se embaladas em deverão satisfazer sacos próprios, sendo rejeitadas todas as que apresentem sinais de deficiente conservação.

### **15.06/07/08.2 – BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS**

Em tudo quanto disser a respeito à composição, fabrico e colocação em obra dos betões e as restantes operações complementares, seguir-se-ão as regras estabelecidas pela NP EN 206-1, a secção 8 da NP ENV 13670-1, a secção 14.08.1 deste Caderno de Encargos e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado.

#### **15.06/07/08.2.1 – Composição dos betões**

O estudo da composição de cada betão deverá ser apresentado pelo Adjudicatário à aprovação da Fiscalização, com pelo menos 30 dias de antecedência em relação à data de betonagem do primeiro elemento da obra em que esse betão seja aplicado.

Faz-se exceção a esta regra no caso do betão para o tabuleiro, cujos estudos serão feitos com maior antecedência para se poderem determinar antes do início da construção e, se requerido, a curva de endurecimento do betão para idades até 120 dias, módulos de elasticidade e os parâmetros de fluência e retração.

O estudo de composição de cada betão deverá se apresentar em conformidade com a NP EN 206-1 e especificar os seguintes requisitos fundamentais:

- requisito de conformidade com a EN 206-1;
- dosagem de cimento;
- tipo e classe de resistência do cimento;
- razão a/c ou consistência, através de uma classe ou, em casos especiais, de um valor pretendido;
- tipo, categorias e teor máximo de cloretos dos agregados, no caso de betão leve ou pesado, a massa volúmica máxima ou mínima, dos agregados conforme o caso;
- máxima dimensão do agregado mais grosso e quaisquer limitações para a granulometria;
- tipo e quantidade de adjuvantes ou adições, se utilizados;
- as origens dos adjuvantes ou adições, se utilizados, e do cimento, em substituição das características impossíveis de definir por outros meios.

Caso a Fiscalização o entenda, o respectivo estudo poderá ainda incluir requisitos adicionais, de acordo com a NP EN 206-1.

Os resultados do estudo de composição de cada betão a apresentar deverá cumprir com os parâmetros definidos na NP EN 206-1.

Caso sejam especificadas outras propriedades, nomeadamente as relativas à durabilidade, o Adjudicatário deve conduzir os respectivos ensaios de modo a demonstrar que a composição do betão permite satisfazer os valores requeridos.

O Adjudicatário entregará à Fiscalização amostras dos mesmos agregados utilizados nos estudos dos betões para se poder comprovar a manutenção das suas características no laboratório da obra.

O cimento utilizado será também objecto de amostragem regular e ensaiado segundo o estabelecido na EN 197-1, rejeitando-se todo aquele que não possua as características regulamentares ou que não permita a obtenção das exigidas aos betões da obra. Nos cimentos a utilizar ter-se-á em especial atenção no disposto do Capítulo 14 deste Volume.

O Adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização os adjuvantes que pretende utilizar, ficando proibida a utilização de adjuvantes à base de cloretos ou quaisquer produtos que possam promover a corrosão das armaduras.

Sempre que a Fiscalização o entender, serão realizados ensaios complementares em laboratório oficial, por conta do Adjudicatário.

### **15.06/07/08.2.2 – Preparação dos betões**

O betão será feito por meios mecânicos em betoneiras, obedecendo os materiais que entram na sua composição às condições atrás indicadas, de acordo com as disposições legais em vigor, e sendo cuidadosamente respeitado o artigo 9.º da NP EN 206-1.

Não será permitida a fabricação de misturas secas, com vista a ulterior adição de água.

A consistência normal das massas, a verificar por meio do cone de Abrams ou por outro método da NP EN 206-1 que se considere adequado, e a quantidade de água necessária será determinada nos ensaios prévios (anexo A da NP EN 206) de modo a que se consiga trabalhabilidade compatível com a resistência desejada e com os processos de vibração adoptados para a colocação do betão, sendo verificada à saída da central e no local de aplicação.

Os agregados e o cimento serão doseados em peso, para todos os betões.

A Central deverá ter os contadores de água e as balanças devidamente aferidas para que as quantidades de materiais introduzidas em cada amassadura sejam as que estiverem previstas na composição do betão respectivo.

A quantidade de água deverá ser corrigida de acordo com as variações de humidade dos agregados para que a relação água-cimento seja a recomendada nos estudos de qualidade dos betões.

A humidade dos agregados deverá ser periodicamente determinada, quer com a entrada de novos lotes de agregados, quer cada vez que a alteração das condições atmosféricas o

justifique, para que as correcções anteriormente referidas possam ser realizadas atempadamente e com o maior rigor.

A distância entre a central de betonagem e os locais de aplicação será a menor possível, devendo ser submetido a aprovação da Fiscalização um plano de transporte em que se enumere os meios de transporte, percurso e tempo previsto desde a confecção do betão até à sua colocação.

Para as obras da classe de inspecção 3 (Anexo G da NP ENV 13670-1), o produtor de betão deverá ter o seu controlo de produção certificado por um organismo aprovado pelo Sistema Português da Qualidade.

### **15.06/07/08.2.3 – Betonagem, desmoldagem e cura**

As operações de betonagem, desmoldagem e cura deverão ser realizadas de acordo com o estabelecido na NP ENV 13670-1 (secção 8 do anexo E) e atendendo ainda ao indicado neste Caderno de Encargos e no Projecto.

A inspecção destas operações deverá ser efectuada conforme estabelecido no Cap. 11 da NP ENV 13670-1.

Deve ser dada particular atenção à colocação dos espaçadores, para garantia dos recobrimentos previstos no projecto e de modo a verificar-se o estabelecido na especificação LNEC E 469.

O betão será empregue logo após o seu fabrico, apenas com as demoras inerentes à exploração das instalações. A não ser que sejam tomadas medidas adequadas, não se tolerará que o período decorrido entre o fabrico do betão e o fim da sua vibração exceda meia hora no tempo quente e uma hora no tempo frio, devendo estas tolerâncias serem reduzidas se as circunstâncias o aconselharem.

Se a temperatura no local da obra for inferior a zero graus centígrados, ou se houver previsão de tal vir a acontecer nos próximos cinco dias, a betonagem não será permitida, a não ser que sejam tomadas medidas de protecção do betão e após aprovação da Fiscalização.

Para temperaturas compreendidas entre 0 (zero) e + 5 (cinco) graus centígrados as betonagens só serão realizadas se a Fiscalização o permitir e desde que o betão seja

protegido e a cura prolongada de acordo com as secções 8.3 e 8.5 da NP ENV 13670-1, e do respectivo anexo E.

Se a temperatura, no local da obra, for superior a + 35 (trinta e cinco) graus centígrados a betonagem não será permitida a não ser com autorização expressa da Fiscalização e com rigoroso cumprimento das condições do artigo 8.3 (7) da NP ENV 13670-1, duplicando os tempos de cura e controlando a temperatura do betão no elemento estrutural, de modo a não ultrapassar os 65 graus centígrados.

Para cumprimento do estipulado na alínea anterior, o Adjudicatário obriga-se a ter no estaleiro um termómetro devidamente aferido, devendo proceder ao registo das temperaturas dos dias de efectivação das operações a que se referem os citados artigos, bem assim como as dos cinco dias seguintes. Se necessário, o Adjudicatário deverá disponibilizar os meios para monitorizar a temperatura do betão nos elementos construtivos.

Cada elemento de construção deverá ser betonado de forma contínua, ou seja, sem intervalos maiores do que os das horas de descanso, inteiramente dependentes do seguimento das diversas fases construtivas, procurando-se sempre a redução dos esforços de contracção entre camadas de betão de idade diferentes.

As juntas de betonagem só terão lugar nos pontos onde a Fiscalização o permitir, de acordo com o plano de betonagem aprovado. Antes de começar uma betonagem, as superfícies de betão das juntas serão tratadas convenientemente, de acordo com as indicações da Fiscalização, admitindo-se, em princípio, o seguinte tratamento: deixar-se-ão nas superfícies de interrupção pequenas caixas de endentamento e pedras salientes; se se notar presa de betão nas juntas, serão as superfícies lavadas a jacto de ar e de água, e retirada a "nata" que se mostre desagregada, a fim de se obter uma boa superfície de aderência, sendo absolutamente vedado o emprego de escovas metálicas como único processo no tratamento das superfícies de betonagem.

Nas juntas onde se sobreponham elementos em elevação, a executar posteriormente, deverão ser, passadas 2 a 5 horas, limpas as áreas a ocupar por esses elementos superiores, tratando-se essas zonas de forma análoga à atrás indicada.

Nas faces visíveis dos elementos em elevação (pilares e encontros), as juntas só serão permitidas nas secções em que se confundam rigorosamente com as juntas da cofragem.

As juntas de betonagem do tabuleiro serão lavadas com jacto de água, retirando-se alguma pedra que se reconheça estar solta.

Nas juntas de betonagem poderá aplicar-se uma cola ou argamassa apropriada, à base de resinas "epoxi", ficando o seu emprego ao critério da Fiscalização.

Se uma interrupção de betonagem conduzir a uma junta mal orientada, o betão será demolido na extensão necessária de forma a conseguir-se uma junta convenientemente orientada; mas antes de se recommençar a betonagem, e se o betão anterior já tiver começado a fazer presa, a superfície da junta deverá ser cuidadosamente tratada e limpa para que não fiquem nela agregados com possibilidade de se destacar. A superfície assim tratada deverá ser molhada a fim de que o betão seja convenientemente humedecido, não se recommençando a betonagem enquanto a água escorrer ou estiver acumulada.

Todas as arestas das superfícies de betão serão obrigatoriamente chanfradas a 45 graus, tendo 1,5 cm de cateto a secção triangular resultante do chanfro, quer este corresponda a um enchimento, quer a um corte da peça chanfrada.

As operações de desmoldagem serão objecto de um plano a apresentar pelo Empreiteiro à aprovação da Fiscalização e serão realizadas com observância do estipulado na NP ENV 206 e no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, e serão sempre precedidas de autorização expressa da Fiscalização.

A desmoldagem dos fundos dos elementos estruturais só poderá ser realizada quando o betão apresente uma resistência de, pelo menos, 2/3 do valor característico, e nunca antes de 3 dias após a última colocação de betão.

#### **15.06/07/08.2.4 – Controlo de qualidade**

##### ***Controlo das Características dos Betões***

Durante as betonagens serão realizados ensaios de controlo de aceitação dos betões, de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos no VOLUME II – CONTROLO DE QUALIDADE.

Os cubos serão feitos do betão das amassaduras destinadas a serem aplicadas em obra e designadas pela Fiscalização.

Nos ensaios de consistência, realizados com o cone de ABRAMS, ou com outro método, os resultados devem satisfazer os limites da respectiva classe de consistência ou os limites para valores pretendidos do Quadro 11 da NP EN 206-1. Se as condições de colocação o permitirem, a fiscalização pode aceitar os betões que apresentem os desvios máximos constantes do Quadro 18 desta norma.

Os cubos só poderão ser fabricados na presença da Fiscalização.

Os cubos serão executados, transportados, curados e conservados de acordo com a NP EN 12350 -1.

Deverá ser organizado um registo compilador de todos os ensaios de cubos, para os diferentes tipos de betões, afim de, em qualquer momento, se verificar o cumprimento das características estabelecidas.

Todos os cubos serão numerados na sequência normal dos números inteiros, começando em 1, seja qual for o tipo de betão ensaiado.

No cubo será gravado não só o número de ordem como também o tipo, a parte da obra a que se destina e a data do fabrico.

Do registo compilador deverão constar os seguintes elementos:

- Número do cubo;
- Classe de resistência;
- Classe de consistência;
- Temperatura do betão;
- Referência da composição;
- Local de emprego do betão donde foi retirada a massa para fabrico do cubo;
- Data do fabrico;
- Data do ensaio;
- Idade;
- Resistência obtida no ensaio;
- Média da resistência dos três cubos que formam o conjunto do ensaio;

- Resistência equivalente aos 28 dias de endurecimento, segundo a curva de resistência que for estipulada pelo laboratório oficial que procedeu ao estudo, tendo em conta a composição aprovada para o betão ou, na falta dessa curva, segundo as seguintes relações:

$$R_{3/R28} = 0,40$$

$$R_{7/R28} = 0,65$$

$$R_{14/R28} = 0,85$$

$$R_{90/R28} = 1,20$$

- Peso do cubo;
- Observações.

Para os cubos mandados ensaiar em laboratório oficial pela Fiscalização, deverá ser preenchido, na presença da mesma, um "verbete de ensaio", do qual constará o número dos cubos, a data do fabrico, a água de amassadura, o modo de fabrico e outras indicações que se considerarem convenientes. O Adjudicatário fará acompanhar os cubos de um ofício preparado pela Fiscalização, aquando da sua entrega ao laboratório previamente aprovado.

Para o efeito, o Adjudicatário obriga-se a tomar as precauções necessárias para que seja observado na data prevista o ensaio e que os resultados dos mesmos sejam comunicados de imediato e directamente à Fiscalização.

O controlo de aceitação será efectuado para cada tipo de elemento estrutural separadamente, segundo os critérios seguintes:

**- número de amostras inferior a 15**

Cada controlo de aceitação será representado por três amostras.

Sendo  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  a resistência das três amostras, médias das resistências dos cubos de cada amostra, e sendo  $R_{\min}$  a menor de todas, considera-se o controlo como positivo, conduzindo à aceitação do betão, quando se verificarem ambas as condições:

$$R_m > (f_{ck} + 4) \text{ MPa}$$

$$R_{\min} > (f_{ck} - 4) \text{ MPa}$$

em que:

$$R_m = (R_1 + R_2 + R_3) / 3$$

**- número de amostras igual ou superior a 15**

Sendo  $R_1, R_2, \dots, R_n$ , a resistência das últimas  $n$  amostras consecutivas, médias das resistências dos provetes de cada amostra, e sendo  $R_{\min}$  a menor de todas, considera-se o controlo como positivo, conduzindo à aceitação do betão, quando se verificarem ambas as condições:

$$R_m \geq f_{ck} + 1.48 \sigma$$

$$R_{\min} \geq f_{ck} - 4$$

em que:

$\sigma$  - é o desvio padrão das resistências do conjunto de amostras.

As amostras de betão devem ser seleccionadas aleatoriamente e colhidas de acordo com a EN 12350-1.

A frequência mínima de amostragem e de ensaio do betão para avaliação da conformidade deve estar de acordo com o seguinte:

**- para os primeiros 50 m<sup>3</sup>**

3 amostras

**- para os 50 m<sup>3</sup> subsequentes <sup>a)</sup>**

**- para betão com controlo da produção certificado**

1/200 m<sup>3</sup> ou 2/semana de produção – até se obterem 35 resultados

1/400 m<sup>3</sup> ou 1/semana de produção – após 35 resultados

disponíveis <sup>b)</sup>

**- para betão sem controlo da produção certificado**

1/150 m<sup>3</sup> ou 1/dia de produção

**a)** a amostragem deve ser distribuída pela produção e não deve ser mais de 1 amostra por cada 25 m<sup>3</sup>.

- b)** quando o desvio padrão dos últimos 15 resultados for superior a 1,37, a frequência de amostragem deve ser incrementada para a requerida para a produção inicial nos próximos 35 resultados de ensaio.

Adopta-se o valor que conduza ao maior número de amostras para produção de betão.

Quando de uma amostra são fabricados dois ou mais provetes e o intervalo de variação dos resultados individuais do ensaio é maior que 15 % da média, estes resultados devem ser desprezados a menos que uma investigação revele que existe uma razão aceitável que justifique a eliminação de um valor de ensaio individual.

Serão conduzidos quando requerido pela fiscalização ensaios sobre cubos para determinar a resistência a compressão aos 1, 3, 7, 28, 90 e 120 dias afim de se poderem planear e controlar devidamente as várias sequências dos trabalhos (aplicação do pré-esforço, avanço dos cimbres e dos moldes, entradas em cargas, etc.).

Serão realizados os provetes que a Fiscalização determinar, para determinação dos módulos de elasticidade dos betões com várias idades, e para quantificar os parâmetros de retracção e de fluência reais, valores esses essenciais para a correcta execução da obra.

Para as outras propriedades, deverá seguir-se a frequência de ensaios estabelecida nas especificações de projecto, bem como os respectivos critérios de conformidade. Caso não existam seguir-se-á o definido na NP EN 206-1

### ***Rejeição dos Betões***

No caso de a Fiscalização determinar a rejeição imediata dos betões que não satisfaçam o estipulado, poderá, a seu juízo, ser estabelecido um acordo nas seguintes condições:

- Proceder-se-á, por conta do Adjudicatário, a realização de ensaios não destrutivos ou a ensaios normais de provetes recolhidos em zonas que não afectem de maneira sensível a capacidade de resistência das peças seguindo nomeadamente o estabelecido na NP EN 206-1 e na EN 13791. Se os resultados obtidos forem satisfatórios a juízo da Fiscalização, a parte da obra a que digam respeito será aceite.
- Se os resultados destes ensaios mostrarem, como os ensaios de controlo, características do betão inferiores às requeridas, considerar-se-ão dois casos:

- o Se as características atingidas (em particular as de resistência aos esforços) se situarem acima de 80% das exigidas proceder-se-á a ensaios de carga e de comportamento da obra, por conta do Adjudicatário. Os resultados serão analisados pela Fiscalização e pelo Projectista, que em caso dos mesmos serem considerados satisfatórios, determinarão a aceitação da parte em dúvida.
- o Se as características determinadas forem inferiores a 80% das exigidas, o Adjudicatário será obrigado a demolir e a reconstruir as peças deficientes, à sua conta.

Caso as características dos betões ou os valores dos recobrimentos não permitam satisfazer as exigências de durabilidade para o tempo de vida útil pretendido, o Adjudicatário poderá propor à Fiscalização a aplicação de revestimentos protectores, a qual avaliará a viabilidade da solução de reparação.

### ***Ensaios de Carga***

Quando se verificar que a execução não tiver sido realizada dentro das tolerâncias fixadas ou normalmente admitidas, a Fiscalização poderá exigir do Adjudicatário a realização de ensaios de carga.

As despesas com a realização do ensaio de carga, são da conta do Adjudicatário, não tendo o mesmo direito a receber qualquer indemnização.

As condições preconizadas para ensaios de carga, duração dos ensaios, ciclos sucessivos de carga e descarga e medições a efectuar, serão objecto de um programa pormenorizado o qual será estabelecido pela Fiscalização e aprovado pelo Projectista.

As sobrecargas a aplicar não deverão exceder as sobrecargas características adoptadas no projecto.

Nos ensaios com cargas móveis, a velocidade da carga deverá ser, tanto quanto possível, a velocidade prevista para a exploração.

O ensaio será considerado satisfatório, no elemento ensaiado, quando se verificarem as duas condições seguintes:

- As flechas medidas não devem exceder os valores calculados com base nos resultados obtidos para os módulos de elasticidade dos betões;

- As flechas residuais devem ser suficientemente pequenas, tendo em conta a duração de aplicação da carga, para que o comportamento se possa considerar elástico. Esta condição deverá ser satisfeita, quer a seguir ao primeiro carregamento, quer nos seguintes, se os houver.

#### **15.06/07/08.2.5 – Betão de Saneamento**

O betão de saneamento ou regularização será empregue em todos os elementos de betão armado que fiquem em contacto com o terreno.

O betão de saneamento terá a dosagem mínima de 150 Kg de cimento por m<sup>3</sup> de betão fabricado.

A espessura da camada de betão de saneamento não inferior a 0.10 m.

#### **15.06/07/08.3 – BETÃO PROJECTADO**

Prescrições constantes do VOLUME VI: 04 - OBRAS ACESSÓRIAS – Capítulo 15 deste Caderno de Encargos.

#### **15.06/07/08.4 – ARMADURAS ORDINÁRIAS**

As armaduras a empregar nos diferentes elementos de betão serão do tipo e terão as secções previstas no projecto, e serão colocadas rigorosamente conforme os desenhos indicam, satisfazendo as tolerâncias prescritas no Artigo 149.º do REBAP e em 10.6 da NP ENV 13670-1.

A montagem das armaduras deve assegurar suficiente rigidez de conjunto de molde a que esta mantenha a sua forma durante o transporte, a colocação e a betonagem.

Com vista a garantir o recobrimento das armaduras especificado no projecto utilizar-se-ão espaçadores que satisfaçam a Especificação LNEC E469: Espaçadores para armaduras de betão armado.

O corte e a dobragem das armaduras deverá ser efectuado dando satisfação ao disposto no Artigo 155.º do REBAP e em 6.3(1) e 6.3(5) da NP ENV 13670-1, devendo para o efeito ser sempre utilizados meios mecânicos apropriados.

A soldadura das armaduras deve ser efectuada dando satisfação ao disposto no Artigo 156.º do REBAP. Os aços objecto das Especificações LNEC para armaduras para betão armado são soldáveis. A Norma Internacional ISO 17660-1: Welding – Welding of reinforcing steel. Part 1: Load-bearing welded joints, estabelece um conjunto de requisitos para os materiais, projecto e execução de emendas de armaduras por soldadura, para os soldadores e ainda relativos à qualidade e à inspecção e ensaio de soldaduras que devem ser satisfeitos.

As emendas e as amarrações das armaduras devem ser efectuadas dando satisfação ao disposto no Artigo 157.º do REBAP

Todos os encargos para controlo das características dos aços, especificamente mencionados, ou não, são da exclusiva conta do Adjudicatário, e consideram-se incluídos nos preços unitários respectivos.

## **15.06/07/08.5 – PRÉ-ESFORÇO**

### **15.06/07/08.5.1 – Geral**

O projecto e a aplicação do pré-esforço devem satisfazer ao disposto no REBAP (em particular os Artigos 35.º a 45.º, 159.º a 163.º e 166.º a 170.º), no Capítulo 7 e no Anexo D da NP ENV 13670-1 e neste Caderno de Encargos.

O Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização, com uma antecedência de, pelo menos, noventa dias antes do início das operações de pré-esforço, o ou os sistemas de pré-esforço que pretende utilizar. A Fiscalização reserva-se o direito de exigir informações complementares sobre sistema proposto, sobre a origem de todos ou alguns dos seus componentes e ainda sobre entidades que controlam a sua qualidade com vista a decidir sobre a sua aceitação ou rejeição.

A aplicação de pré-esforço é uma operação complexa em que intervêm elevadas forças nos macacos e nas armaduras de pré-esforço. É uma operação que requer medidas de segurança adequadas e supervisão por pessoal experiente. O Adjudicatário acompanhará a sua proposta com a indicação do pessoal que irá executar os trabalhos, sua qualificação e experiência profissional. O técnico responsável pela aplicação do pré-esforço deve estar devidamente habilitado através de uma declaração passada pelo detentor da ETA ou DH do sistema de pré-esforço em causa.

Fornecerá ainda uma lista com o equipamento que pretende utilizar e o equipamento de reserva, que devem ser escolhidos de entre os permitidos pelo sistema de pré-esforço. Estes equipamentos estarão permanentemente na obra não sendo autorizada de modo algum a sua utilização em obras de outras empreitadas.

Reserva-se à Fiscalização o direito de aceitar quer o pessoal, quer o equipamento.

Os certificados de calibração, emitidos por um laboratório acreditado, do sistema macaco-bomba de aplicação do pré-esforço devem estar disponíveis no estaleiro antes do início das operações de pré-esforço. A sua validade deve ser superior ou igual a 6 meses, após o que devem ser efectuadas novas calibrações.

Aceite o sistema de pré-esforço, o Adjudicatário obriga-se a submeter à aprovação da Fiscalização, até 60 dias antes do início das operações de pré-esforço, o Projecto de Execução do Pré-esforço.

Se a Fiscalização o exigir será ainda entregue um exemplar por ela escolhido de cada um dos dispositivos de ancoragem e uma amostra de cada um dos tipos de bainha que serão empregues na obra os quais ficarão em poder da Fiscalização até ao final da execução dos trabalhos a fim de servirem como amostras padrão.

No Projecto de Execução do Pré-esforço respeitar-se-á o disposto no REBAP, neste Caderno de Encargos e na Aprovação Técnica Europeia (ETA) ou no Documento de Homologação (DH) do sistema em causa, quer quanto aos dados gerais para o cálculo, quer quanto às disposições construtivas, nomeadamente quanto às tensões máximas do pré-esforço na origem, às perdas instantâneas e diferidas, à disposição e ao agrupamento das bainhas, aos recobrimentos, aos afastamentos mínimos, às curvaturas admissíveis e pormenorização das zonas de ancoragem.

O Projecto de Execução do Pré-esforço, será constituído pelas seguintes peças:

- Peças Escritas
  - Memória Descritiva – Com a descrição geral do sistema a utilizar, das características dos materiais e da execução dos trabalhos;
  - Cálculos Justificativos – Do qual constarão: os cálculos das tensões iniciais e finais do aço nas secções de estudo do projecto de execução e das respectivas perdas de pré-esforço (instantâneas e diferidas); as forças a instalar nos cabos nas várias fases de aplicação e respectivos

alongamentos previstos; armaduras de reforço nas zonas de amarração e aplicação de forças de desvio. Devem ser explicitadas as expressões e parâmetros utilizados nos cálculos.

- Programa de Aplicação do Pré-esforço – Do qual constarão os dados indicados em 15.08.4.4 deste Caderno de Encargos.

- Peças desenhadas

Com os traçados dos cabos, as armaduras de reforço, os pormenores das ancoragens, o dimensionamento das caixas para o alojamento das mesmas e restantes pormenores que se revelem necessários para uma perfeita compreensão e execução dos trabalhos.

O Adjudicatário obriga-se ainda a submeter à aprovação da Fiscalização, até 60 dias antes do início das operações de pré-esforço, os Procedimentos para Aplicação do Pré-esforço e as Instruções para a Preparação e Execução das Medidas de Protecção.

Sempre que sejam solicitadas pela Fiscalização, após parecer do Projectista, correcções ao projecto submetido a apreciação, o Adjudicatário tem 15 dias para entregar novo projecto devidamente corrigido, sendo-lhe imputada responsabilidade pelos atrasos no desenvolvimento dos trabalhos que por incumprimento deste prazo daí advierem para a empreitada.

Sempre que se registem alterações ao pré-esforço previsto patenteado, motivadas pelo Dono de Obra, o Adjudicatário tem 30 dias para entrega de novo projecto de pré-esforço, após determinação da referida alteração.

Toda documentação referida, aprovada pela Fiscalização, deve estar sempre disponível no estaleiro.

#### **15.06/07/08.5.2 – Materiais para pré-esforço**

Todos os materiais a utilizar para a execução do pré-esforço das estruturas devem satisfazer o especificado no Capítulo 14 do presente Caderno de Encargos.

A sua recepção pela Fiscalização deve ser devidamente documentada, através da constituição de um Relatório de Inspeção do Pré-esforço, onde constem, por exemplo, guias de remessa, relatórios de ensaio e não-conformidades.

### **15.06/07/08.5.3 – Execução e colocação das armaduras de pré-esforço**

As armaduras de pré-esforço devem ser montadas de acordo com o disposto na ETA ou no DH do sistema de pré-esforço em causa.

O tipo e a classe do aço de pré-esforço empregues devem ser registados no Relatório de Inspeção do Pré-esforço.

Não é permitida a soldadura de aço de pré-esforço ou de ancoragens, corte a maçarico ou soldadura de aço nas proximidades de aço de pré-esforço. Não é permitida a soldadura de espirais de distribuição de tensão, chapas de ancoragem e a soldadura por pontos de chapas perfuradas, excepto se estiver estabelecido de outro modo nas especificações de projecto.

O aço de pré-esforço pode ser cortado com uma rebarbadora.

As bainhas e as suas juntas devem ser seladas como protecção contra a penetração de água. Os tubos de ligação e outras uniões deverão cumprir os mesmos requisitos das bainhas. As fitas para selagem das bainhas deverão estar isentas de cloretos.

As armaduras de pré-esforço já colocadas dentro de bainhas (e as suas extremidades salientes) devem ser protegidas contra a humidade, principalmente proveniente de condensações, e devem ser fixadas distâncias entre os apoios das bainhas que não prejudiquem sua a estabilidade e estanquidade.

Os apoios para fixação das armaduras de pré-esforço devem ser inócuos tanto para o aço como para o betão, não devem danificar as bainhas e devem ter rigidez suficiente para assegurar uma fixação adequada. O seu espaçamento deve ser tal que assegure que as bainhas se mantenham durante a betonagem no alinhamento e níveis especificados, dentro das tolerâncias admissíveis.

As tolerâncias para o posicionamento das armaduras de pré-esforço devem satisfazer os seguintes valores:

a) Segundo a altura  $h$  do elemento (em perfil):

- $h = 0,20\text{m}$ :  $?h = \pm 0,025h$
- $0,20\text{m} < h < 1,00\text{m}$ :  $?h = \pm 0,5\text{cm}$
- $h = 1,00\text{m}$ :  $?h = \pm 1,0\text{cm}$

b) Segundo a largura do elemento, sendo  $b$  a largura ao nível da armadura em causa (em planta):

- $b = 0,20\text{m}$ :  $\Delta b = \pm 0,5\text{cm}$
- $0,20\text{m} < b < 1,00\text{m}$ :  $\Delta b = \pm 1,0\text{cm}$
- $b = 1,00\text{m}$ :  $\Delta b = \pm 2,0\text{cm}$

As armaduras devem ter uma parte rectilínea à entrada dos dispositivos de ancoragem e de emenda.

No caso da utilização de pré-esforço por pós-tensão devem ser previstas purgas em cada extremidade das bainhas e nos pontos onde se podem acumular água ou ar. No caso de bainhas de comprimento considerável, podem ser necessárias purgas ou orifícios em posições intermédias. As purgas devem ser adequadamente marcadas para permitir identificar cada armadura.

A resistência ao varejamento das bainhas pode ser obtida usando uma bainha suficientemente rígida ou com apoio temporário de um tubo de polietileno ou equivalente.

As purgas e as bainhas devem ser fixadas para suportarem os efeitos da colocação e compactação do betão

No caso da utilização de armaduras interiores e exteriores não aderentes estas devem ser convenientemente seladas como protecção contra a penetração de humidade.

No caso da utilização de pré-esforço por pré-tensão, as zonas das armaduras não aderentes, devem ser adequadamente protegidas contra a corrosão.

#### **15.06/07/08.5.4 – Aplicação do pré-esforço**

##### **1 - GERAL**

A aplicação do pré-esforço deve ser efectuada segundo o respectivo Programa de Aplicação do Pré-esforço e de acordo com os Procedimentos para Aplicação do Pré-esforço aprovados pela Fiscalização.

Os resultados das operações de aplicação do pré-esforço e a sua conformidade ou não conformidade com os requisitos devem ser registados num Relatório de Inspecção do Pré-esforço.

A aplicação ou a transferência do pré-esforço à estrutura deve ser efectuada progressivamente e só é permitida quando a resistência do betão (em especial nas zonas de ancoragem) cumprir os requisitos indicados no Programa de Aplicação do Pré-esforço.

## 2 – PRÉ-ESFORÇO POR PRÉ-TENSÃO

Programa de Aplicação do Pré-esforço deve especificar:

- qualquer sequência especial de aplicação do pré-esforço;
- a pressão no macaco e a força equivalente a ser atingida;
- as tensões máximas e mínima admissíveis nas armaduras e o seu deslizamento nas ancoragens;
- a resistência requerida para o betão no momento da transmissão ao betão da força de pré-esforço.

Se durante a aplicação do pré-esforço não se conseguir atingir a alongamento das armaduras calculado, com uma tolerância de  $\pm 3 \%$  da força total de pré-esforço especificada, ou de  $\pm 5 \%$  em relação à força especificada para uma única armadura, devem ser tomadas medidas a aprovar pela Fiscalização.

Se após aplicação do pré-esforço a betonagem não puder ser efectuada no prazo devido, devem ser tomadas medidas protectoras de carácter provisório que não devem afectar a aderência ou ter um efeito prejudicial no aço ou no betão.

A aptidão de componentes de ancoragem reutilizáveis deverá ser comprovada por uma verificação, só podendo ser aplicadas após aprovação da Fiscalização.

## 3 – PRÉ-ESFORÇO POR PÓS-TENSÃO (INTERIOR OU EXTERIOR E ADERENTE OU NÃO ADERENTE)

Programa de Aplicação do Pré-esforço, adicionalmente ao indicado em 2, deve especificar:

- o sistema de pré-esforço a ser utilizado;
- o tipo e classe do aço de pré-esforço;
- o número de varões, fios ou cordões em cada cabo;
- a resistência requerida ao betão para a aplicação do pré-esforço;

- a ordem segundo a qual as sucessivas armaduras têm de ser tensionadas e quaisquer requisitos para a aplicação do pré-esforço por fases;
- os valores calculados da força no macaco e alongamento das armaduras;
- o deslizamento previsto na ancoragem;
- qualquer remoção parcial ou total do cimbre.

No Relatório de Inspeção do Pré-esforço deve ser registado o seguinte:

- a verificação da resistência requerida ao betão;
- o tipo de macaco usado;
- a força no macaco e o alongamento das armaduras que foram medidos em cada fase;
- o deslizamento verificado;
- qualquer desvio importante em relação à força de pré-esforço ou alongamento previstos;
- se especificado, a remoção dos cimbres.

Se durante a aplicação do pré-esforço não se conseguir atingir o alongamento calculado das armaduras, com uma tolerância de  $\pm 5\%$  da força total de pré-esforço especificada, ou de  $\pm 10\%$  da força especificada para uma única armadura, devem ser tomadas medidas a aprovar pela Fiscalização.

Não é permitida a aplicação do pré-esforço com temperaturas ambientes inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$ , excepto se estabelecido de outro modo no Programa de Aplicação do Pré-esforço

Não deve ser efectuada a aplicação do pré-esforço com temperaturas do betão "in situ" inferiores a  $+5^{\circ}\text{C}$  excepto se estabelecido de outro modo no Programa de Aplicação do Pré-esforço

Não é permitido o corte dos extremos das armaduras ou a injeção da calda no caso de ocorrerem desvios em relação ao comportamento planeado durante aplicação do pré-esforço. Não devem ser executadas operações que possam prejudicar a retoma da aplicação do pré-esforço. Todos estes trabalhos devem ser adiados até à aprovação da revisão do Programa de Aplicação do Pré-esforço.

### **15.06/07/08.5.5 – Medidas de protecção (injecção, lubrificação, betonagem)**

A execução das medidas de protecção devem ser efectuadas segundo Instruções para a Preparação e Execução das Medidas de Protecção aprovadas pela Fiscalização.

Os resultados de inspecção e se os mesmos estão em conformidade com os requisitos de protecção devem ser registados no Relatório de Aplicação do Pré-esforço.

As zonas de ancoragem e as cabeças de protecção devem ser protegidas tal como as armaduras.

Os dispositivos de injecção devem estar em conformidade com a NP EN 446 e devem ser escolhidos entre os permitidos pelo sistema de pré-esforço.

O período entre a montagem das bainhas e a betonagem não deve exceder 4 semanas.

A injecção das bainhas de pré-esforço (interior ou exterior) com caldas deve cumprir o especificado na NP EN 446 e na NP EN 447 e neste Caderno de Encargos.

Se puder ser evitada a penetração de água ou humidade excessiva nas bainhas, a sua injecção deve respeitar os seguintes prazos:

- máximo de 12 semanas após o fabrico das armaduras;
- aproximadamente 2 semanas após a aplicação do pré-esforço.

Se o período entre a aplicação do pré-esforço e a injecção for ultrapassado, deverá ser mantida uma protecção temporária por um método aprovado pela Fiscalização. Um meio de protecção conveniente consiste na limpeza das bainhas, a intervalos adequados, com ar seco ou nitrogénio.

No caso de pré-esforço não aderente (interior ou exterior) as bainhas e as ancoragens das armaduras devem ser preenchidas de acordo com o método especificado com um lubrificante ou cera não corrosiva de acordo com a ETA ou o DH do sistema de pré-esforço em causa.

No caso do pré-esforço por pré-tensão as extremidades das armaduras devem ser protegidas contra a corrosão.

Nas operações de injecção de caldas nas bainhas deve verificar-se o seguinte:

- O volume injectado deve ser da ordem de grandeza do volume livre teórico da bainha;

- Qualquer vazão nas bainhas deve ser expulso pela injeção da calda sob vácuo ou por re-injeção;
- No caso de injeção por vácuo, o volume livre nas bainhas deve ser medido. A quantidade total de calda injectada deve ser comparável com este volume.
- Onde for necessário, por exemplo em bainhas de grande diâmetro ou em bainhas inclinadas ou verticais, a pós-injeção deve estar em conformidade com a secção 7.8 da NP EN 446.

Nas operações de lubrificação das bainhas deve verificar-se o seguinte:

- A lubrificação deve ser levada a cabo com um débito contínuo e uniforme;
- O volume injectado deve ser da ordem de grandeza do volume livre teórico da bainha. Deve ser tida em consideração a variação de volume do lubrificante em função da temperatura;
- Depois da conclusão da lubrificação, qualquer perda inadvertida de lubrificante pelas bainhas deve ser evitada selando-as sob pressão.

#### **15.06/07/08.5.6 – Inspeção do pré-esforço**

Deve ser efectuada uma inspeção do pré-esforço de acordo com o especificado em 11.6 da NP ENV 13670-1, conforme a seguir indicado, e cujos resultados devem constar do Relatório de Aplicação do Pré-esforço.

Deve verificar-se a identificação dos materiais e a conformidade com as especificações.

Antes do início das operações de betonagem, a inspeção deve abranger:

- a posição das armaduras, bainhas, purgas, drenos, ancoragens e acopladores em relação às especificações de projecto, incluindo o recobrimento e o espaçamento das armaduras;
- a fixação das armaduras e bainhas, incluindo as disposições para assegurar a conveniente resistência contra a flutuação e a estabilidade dos seus apoios;
- a verificação de que bainhas, purgas, ancoragens, acopladores e a correspondente selagem não estão danificados;
- a verificação de que armaduras, ancoragens e acopladores não estão corroídos;

- a verificação da limpeza das bainhas, ancoragens e acoplamentos.

Antes do início das operações de pré-esforço, as inspeções devem assegurar que:

- Estão disponíveis no estaleiro os documentos e equipamento de acordo com o Programa de Aplicação do Pré-esforço;
- Antes da aplicação do pré-esforço ou antes da transmissão do pré-esforço ao betão, a resistência real do betão é adequada;
- Os certificados de calibração do sistema macaco-bomba de aplicação do pré-esforço estão válidos;
- Quando a temperatura for baixa, é satisfeito o disposto na secção 2 de 15.08.4.4 deste Caderno de Encargos.

Antes do início das operações de injeção, a inspeção deve incluir:

- ensaios de preparação da calda conforme com a NP EN 447;
- a verificação de que as bainhas estão aptas para receber a calda em todo o seu comprimento, livres de materiais prejudiciais, por exemplo, água ou gelo;
- a verificação e identificação das purgas;
- a verificação da operacionalidade do equipamento;
- a verificação da mistura e de que a quantidade de calda é suficiente para haver extravasamento;
- os resultados de quaisquer injeções de ensaio experimentais em bainhas representativas.

Durante as operações de injeção, a inspeção deve incluir:

- ensaios de conformidade da calda fresca (fluidez, segregação) de acordo com a NP EN 447;
- a verificação das características do equipamento e da calda;
- a verificação das pressões efectivas durante a injeção;
- a verificação da ordem das operações de injeção de ar e lavagem;
- a verificação das precauções tomadas para manter as bainhas limpas;

- a verificação da ordem das operações de injeção;
- acções na eventualidade de incidentes e em caso de condições climáticas desfavoráveis;
- a localização e os pormenores de qualquer re-injeção.

## **15.06/07/08.6 – ESTRUTURAS METÁLICAS**

### **1 – PRESCRIÇÕES GERAIS**

As estruturas metálicas a fornecer e a montar, compreenderão todos os elementos metálicos e todos os órgãos de ligação como parafusos, porcas, anilhas, etc., além dos eléctrodos para as soldaduras a efectuar. Os perfilados e chapas a empregar nas estruturas, serão de aço de construção, partindo de material novo e trabalhado segundo a melhor técnica.

### **2 – REGRAS GERAIS DE EXECUÇÃO**

Todos os perfilados serão convenientemente desempenados, para que seja possível a verificação das tolerâncias usuais de laminagem.

Todos os cortes efectuados a oxi-corte, e nos quais se vão aplicar cordões de soldadura, deverão ser convenientemente limpos e afagados.

Todos os furos serão abertos por brocagem ou por punçoamento, seguidos de mandrilagem.

As superfícies a soldar deverão estar bem limpas e sem escórias, procedendo-se à repicagem das escórias quando os cordões forem obtidos por mais de uma passagem.

Nos cordões de topo e sempre que isso seja construtivamente possível, proceder-se-à à esmerilagem da raiz e à execução do respectivo cordão.

Os goussets serão obtidos por oxi-corte.

### **3 – MÃO-DE-OBRA**

Os soldadores a utilizar deverão ser devidamente qualificados.

Se os cordões apresentarem defeitos tais como fendas, poros e entalhes a Fiscalização não aceitará o trabalho.

#### 4 – REGRAS GERAIS DE MONTAGEM

- a) O plano de montagem e os meios utilizados terão de ser apreciados pela Fiscalização e merecer a aprovação desta.
- b) Os parafusos das ligações com dilatação serão munidos de contra-porca. O aperto da porca deverá permitir a livre dilatação.

#### 5 – CORDÕES DE SOLDADURA

A espessura de todos os cordões de ângulo será a máxima possível, de acordo com o especificado no Regulamento de Estruturas de Aços para Edifícios, artigos 35º, 39º e 42º.

Quando a espessura dos cordões é indicada nos desenhos, devem observar-se as indicações aí contidas.

#### 6 – SEQUÊNCIA DAS SOLDADURAS

A sequência das soldaduras a executar e os eléctrodos a utilizar deverão ser objecto de aprovação da Fiscalização.

#### 7 – PROTECÇÃO ANTI-CORROSIVA E PINTURA

Em todas as superfícies das peças metálicas será aplicado o seguinte esquema de protecção contra a corrosão, constando de decapagem, pintura com primário e três camadas de tinta anti-corrosiva:

- a) Decapagem em oficina com grenalha de aço ao grau SA 2 ½;
- b) Uma demão de primário de epoxy rico em zinco com espessura mínima de 50 microns, com excepção das zonas na vizinhança dos bordos a soldar. Nas zonas soldadas e na sua vizinhança será aplicado um primário especial de grande espessura baseado em resina epoxídica modificada e alumínio, aplicada em obra imediatamente após a soldadura e a sua escovagem com escova de arame duro. As zonas próximas das soldaduras, efectuadas nas montagens, serão novamente decapadas e aplicado o primário especificado;
- c) Três camadas de tinta anti-corrosiva.

A camada de tinta a aplicar sobre o primário epoxídico (subcapa) deverá ter 75 microns sendo baseada em resinas acrílicas e de borracha clorada.

As camadas seguintes de tinta a aplicar sobre a subcapa terão 35 microns de espessura, com a coloração a definir pela Fiscalização, serão também baseadas em resinas acrílicas e de borracha clorada.

As tintas a aplicar nas diversas camadas deverão ter cores diferentes.

As tintas deverão satisfazer as prescrições gerais estabelecidas nas normas portuguesas aplicáveis. A Fiscalização poderá exigir os ensaios necessários antes da aprovação.

A aplicação da tinta será feita por pintores brochantes especializados, seguindo cuidadosamente o que fôr aconselhado pelos técnicos do fabricante.

A pintura no local da obra, será executada somente depois dos elementos estarem perfeitamente assentes e cuidadosamente limpos, não podendo ser realizada com tempo chuvoso ou com superfícies húmidas.

As camadas de tinta deverão cobrir perfeitamente as superfícies e apresentar espessura uniforme, não se permitindo a aplicação de uma camada sobre outra já executada senão depois de se verificar que esta está completamente seca.

Nas superfícies expostas serão aplicadas duas de mão de tinta de acabamento com características intumescentes conferindo protecção contra o fogo “resistência ½ hora”, após conclusão da montagem da estrutura.

Sempre que uma pintura, antes de completamente seca, venha a ficar exposta à acção da chuva ou humidade, deverá ser definida imediatamente qual a zona que ficou afectada pela ocorrência. Após secagem completa das superfícies atingidas, as pinturas danificadas terão que ser totalmente rejeitadas, procedendo-se para isso à remoção da tinta já aplicada nessas zonas e repetindo-se todo o esquema de pintura até à fase em que se tenha verificado a ocorrência assinalada.

Igualmente, todas as pinturas que tenham ficado danificadas por operações de transporte ou montagem, terão que ser refeitas, utilizando-se o processo atrás descrito.

### **15.06/07/08.7 – PREGAGENS**

Prescrições constantes do VOLUME VI: 04 - OBRAS ACESSÓRIAS – Capítulo 15 deste Caderno de Encargos.

### **15.06/07/08.8 – ANCORAGENS**

Prescrições constantes do VOLUME VI: 04 - OBRAS ACESSÓRIAS – Capítulo 15 deste Caderno de Encargos.

### **15.06/07/08.9 – MOLDES**

Os moldes terão de satisfazer ao especificado no REBAP e neste Caderno de Encargos.

Os moldes serão metálicos ou de madeira. No caso de serem de madeira utilizar-se-à contraplacado marítimo ou tábuas de pinho de largura constante, aplainadas, tiradas de linha e sambladas a meia madeira, para não permitir a fuga da calda de cimento através das juntas e conferir as superfícies de betão um acabamento perfeitamente regular.

As tábuas deverão ter espessura uniforme, com o mínimo de 2,5 cm, para evitar a utilização de cunhas ou calços, e os seus quadros não deverão ficar mais afastados do que 50 cm.

O contraplacado marítimo terá uma espessura e composição proposta pelo Adjudicatário e aprovada pela Fiscalização, as quais serão função do número de aplicações, e das cargas previstas para a sua utilização.

O Adjudicatário obriga-se a estudar a estereoctomia a dar aos painéis dos moldes a aplicar nas superfícies vistas, independentemente do material que os constituem, e propô-la à Fiscalização, a qual se reserva no direito de introduzir as modificações que em seu entender dêem à obra o aspecto estético julgado mais conveniente.

O estudo referido será executado de acordo com as especificações a indicar oportunamente, tendo-se desde já em atenção que a disposição das tábuas, das juntas, das emendas, dos pregos, etc., deverá ser devidamente fixada para que as superfícies vistas da moldagem apresentem um aspecto agradável.

A Fiscalização poderá exigir ao Adjudicatário a apresentação dos moldes a utilizar, incluindo a verificação da sua segurança.

Os moldes para as diferentes partes da obra deverão ser montados com solidez e perfeição, para que fiquem rígidos durante a betonagem, e possam ser facilmente desmontados sem pancadas nem vibrações.

Os moldes para peças pré-esforçadas devem permitir os encurtamentos das mesmas e ainda a sua fácil desmoldagem. Não serão permitidas fixações dos moldes através de varões que fiquem incorporados na massa de betão, devendo utilizar-se para tal efeito dispositivos especiais que permitam retirar os tirantes. Esses furos de passagem serão posteriormente cheios com argamassa se a Fiscalização assim o entender.

Os limites de tolerância na implantação dos moldes são os seguintes:

- Três centímetros, em valor absoluto, medidos em relação a piquetagem geral;
- Um centímetro, em valor relativo, medidos entre dois pontos quaisquer das cofragens das diferentes partes de um mesmo apoio;
- Dois centímetros, em valor relativo, medidos entre dois pontos quaisquer das cofragens de apoios diferentes. Os moldes deverão estar nivelados em todos os pontos com uma tolerância de mais ou menos um centímetro, e as larguras, ou espessuras entre paredes contíguas dos moldes, não deverão apresentar insuficiências superiores a cinco milímetros.

As superfícies interiores dos moldes deverão ser pintadas ou protegidas, antes da colocação das armaduras, com produto apropriado previamente aceite pela Fiscalização, para evitar a aderência do betão.

Os produtos descofrantes devem ser escolhidos e aplicados de forma a não serem prejudiciais ao betão as armaduras ou às cofragens e não terem efeitos nocivos no meio ambiente.

Os produtos descofrantes não devem ter efeitos nocivos na qualidade da superfície, na sua cor ou nos revestimentos subsequentes, a não ser que seja esse o objectivo.

Os produtos descofrantes devem ser aplicados de acordo com as especificações do produto e com as disposições aplicáveis.

Antes de se iniciar a betonagem, todos os moldes deverão ser limpos de detritos e, se forem de madeira ou de contraplacado marítimo, molhados com água durante várias horas.

Se as superfícies desmoldadas não ficarem perfeitas, poder-se-à admitir excepcionalmente a sua correcção, desde que não haja perigo para a resistência (sendo o defeito facilmente suprimido por reboco ou por outro processo que a Fiscalização

determinar), mas, em qualquer dos casos, sempre à custa do Adjudicatário e nas condições em que vier a ser exigida.

A reaplicação dos moldes será sempre precedida de parecer da Fiscalização, que poderá exigir do Adjudicatário as reparações que forem tidas por convenientes ou mesmo a sua total substituição.

No fim do emprego, os moldes serão pertença do Adjudicatário.

### **15.06/07/08.10 – CIMBRES, CAVALETES, ANDAIMES E ESTRUTURAS PROVISÓRIAS**

O Adjudicatário submeterá à prévia aprovação da Fiscalização, os projectos das estruturas de sustentação, os quais consistirão numa memória de cálculo (cálculo de tensões e deformações) e em desenhos de construção (de conjunto e de pormenor em escalas convenientes e devidamente cotados). Estes projectos deverão ser acompanhados de um termo de responsabilidade do seu autor. De igual modo, após a montagem e antes da betonagem da secção para a qual foi dimensionada a estrutura de sustentação, deverá ser efectuada uma vistoria dessa mesma estrutura pelo seu Projectista e passado o respectivo Certificado de Conformidade. Posteriormente, a Fiscalização autorizará a execução da betonagem.

É obrigação do Adjudicatário o fornecimento e montagem de todas as estruturas auxiliares necessárias a uma adequada execução das obras, satisfazendo em tudo as normas em vigor, nomeadamente no que respeita a segurança.

Dá-se liberdade de escolha dos diversos tipos de cimbres e restantes estruturas provisórias, dentro das condições atrás estipuladas, devendo os mesmos ser metálicos e obrigando-se o Adjudicatário a apresentar à Fiscalização os seus projectos para aprovação os quais consistirão na verificação da segurança e no cálculo das deformações, e ainda nos desenhos de construção, de conjunto e de pormenor, em escalas convenientes e devidamente cotados.

Os cimbres, os cavaletes e as restantes estruturas provisórias serão calculados de acordo com o Eurocódigo 3, o RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes e o estabelecido nestas Cláusulas Especiais.

Todas as peças que forem de madeira, a utilizar eventualmente nas estruturas de suporte e nos moldes serão calculadas tendo em atenção que se não devem exceder as seguintes tensões unitárias:

- Compressão em flexão ..... 12 MPa
- Compressão paralela às fibras ..... 9 MPa
- Compressão normal às fibras, quando sobre toda a largura ..... 2,4 MPa
- Compressão parcial normal às fibras ..... 3,6 MPa
- Corte ..... 1,2 MPa

Admitem-se, para madeiras duras, tensões até 50% superiores às indicadas, quando devidamente justificadas por ensaios. Nos cálculos deverão ser tidas em conta todas as combinações de acções possíveis mais desfavoráveis, e no cálculo das diferentes peças ter-se-ão em atenção as deformações máximas que podem condicionar o seu dimensionamento, mesmo que as tensões correspondentes sejam admissíveis.

Nos projectos dos cimbrês e cavaletes ter-se-á em particular atenção as contraflechas a dar, a facilidade de manobra no descimbramento e no avanço, e na montagem e desmontagem.

Os cimbrês para construção dos tabuleiros, e restantes cavaletes, não deverão, quando em carga, sofrer deformações superiores respectivamente a três e a um centímetro em qualquer ponto.

Para medir os assentamentos e as deformações dos mesmos serão colocadas marcas de nivelamento preciso e efectuados os nivelamentos, trabalhos esses que serão realizados pelo Adjudicatário, à sua custa, e sob a orientação da Fiscalização.

Todos os materiais empregues nos cimbrês, cavaletes e restantes estruturas auxiliares de montagem serão pertença do Adjudicatário, uma vez finda a sua utilização.

As operações de descimbramento de todas as peças betonadas serão realizadas com observância do estipulado neste Caderno de Encargos, na NP ENV206 e no REBAP, e serão sempre precedidas de autorização expressa da Fiscalização.

### **15.06/07/08.11 – PLANO DE NIVELAMENTO E TOLERÂNCIAS**

O Adjudicatário obriga-se a apresentar à aprovação da Fiscalização, um plano completo de nivelamento de precisão do tabuleiro, através do qual serão controladas as deformações e os alinhamentos em todas as fases de execução, nomeadamente antes e depois das betonagens da laje do tabuleiro, depois do esticamento das armaduras de pré-esforço, e ainda o seu comportamento ao longo do período de execução da obra.

Desse plano constará a relação detalhada da aparelhagem a empregar nas obras, a qual nelas deverá permanecer, com a descrição das suas características, grau de precisão e forma de utilização.

Compete ainda ao Adjudicatário apresentar após a conclusão das obras, aquando das recepções provisória e definitiva da empreitada, nivelamentos de precisão relacionados com os executados durante o período de construção, nivelamentos esses que deverão ser feitos na presença da Fiscalização.

Os pontos de apoio na estrutura, para as miras e restante aparelhagem, serão realizados com "marcas" de aço inoxidável, ou de bronze, fixadas no betão da superestrutura de acordo com o plano que for aprovado, considerando-se o seu custo incluído nos preços unitários dos betões.

As tolerâncias, para os desvios das partes constituintes das obras em relação às cotas do projecto, aquando da sua recepção, serão as seguintes:

- **Pilares e encontros**

- + ou - 2 cm em relação aos pilares vizinhos;

- + ou - 1 cm em relação a qualquer ponto da peça em causa.

- **Tabuleiro**

- + ou - 3 cm em relação aos pilares ou aos encontros;

- + ou - 1 cm em relação a qualquer outra parte do tabuleiro.  
Simultaneamente, não poderão existir irregularidades superiores a 2 cm, quando medido com a régua de 3 m.

- **Obra em geral**

- + ou - 5 cm em relação às suas bases de implantação.

Todas as operações de nivelamento, durante as fases de construção, serão da obrigação do Adjudicatário, que as registará cuidadosamente entregando logo após a sua realização os registos à Fiscalização, considerando-se o custo dessas operações como já incluído nos preços dos materiais.

#### **15.06/07/08.12 – ACABAMENTOS DAS SUPERFÍCIES VISTAS DE BETÃO**

Exige-se a perfeita execução dos moldes de betão da estrutura, de modo a evitar-se o reboco das superfícies acabadas.

Se o aspecto obtido após a desmoldagem não for satisfatório, por falta de vibração ou outro, apresentando a sua superfície irregularidades, ninhos de brita, perda de leitada, bolhas, fissuras ou elevada porosidade, embora aceitável do ponto de vista da estabilidade, será o Adjudicatário obrigado a efectuar, à sua custa, o tratamento das superfícies que lhe for indicado pela Fiscalização (reboco, bujardagem, pintura ou outro).

Em qualquer caso, as superfícies vistas de betão serão rebarbadas e bem limpas de todas as escorrências aderentes.

#### **15.06/07/08.13 – CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO DE ESTACAS**

A execução das estacas dos pilares e encontros, deve ter em conta as sondagens a efectuar e o correspondente relatório geológico e geotécnico, bem como os possíveis condicionamentos ambientais existentes no local.

As fundações indirectas são constituídas por estacas de betão armado moldadas no terreno com os diâmetros e disposições indicadas nos desenhos.

As propostas a apresentar pelo Adjudicatário, deverão conter toda a informação referente à tecnologia de execução e demais características das estacas a executar, bem como a informação sobre os meios de equipamentos destinados à escavação e sobre o sistema de sustentação do furo.

Deverá o Adjudicatário submeter à aprovação da Fiscalização, 30 dias antes do início da execução das estacas, um plano de trabalhos parcial, englobado no plano geral da empreitada justificando os prazos de execução parciais face aos equipamentos disponíveis e equipas previstas.

O plano parcial a apresentar englobará a execução das estacas e maciços de encabeçamento.

O processo e o equipamento de escavação estarão devidamente adequados ao tipo de solo, ao diâmetro das estacas, à profundidade a atingir e às demais condições envolventes;

A técnica a usar terá por fim perturbar ao mínimo as características do terreno.

São aceites os seguintes processos construtivos:

- Estacas com tubo moldador recuperável;
- Estacas com tubo moldador perdido;
- Estacas com recurso a fluido de sustentação das paredes, quer sejam polímeros, lamas bentoníticas, etc.
- Poderá ainda ser considerado a execução de estacas a seco, possíveis de serem efectuadas em casos especiais, como estacas curtas, em que o fundo é visível, e com solos estáveis sem qualquer aparecimento de nível freático, com a prévia aceitação da Fiscalização.

A tolerância na implantação das estacas é de 5 % do diâmetro da estaca com o máximo de 7,5 cm. No que respeita à verticalidade, a tolerância é de 0,5 % do diâmetro.

A cota de fundo das estacas será proposta em função das características do material retirado do tubo moldador e das sondagens prévias efectuadas. No entanto deverá ser garantida uma penetração mínima de três diâmetros no "bed-rock".

Para a penetração da estaca no "bed-rock" deverá o Adjudicatário ter em obra os meios necessários para tal. Para além dos trépanos usuais, deverá prever, caso haja necessidade, a utilização de trépanos rotativos.

Durante a escavação para execução das estacas serão recolhidas amostras das formações atravessadas. As amostras recolhidas serão classificadas, etiquetadas e conservadas, de forma a permitirem a interpretação geológica.

A amostragem nos últimos 5 m da estaca deverá ser efectuada em cada metro.

O Adjudicatário procederá em tempo oportuno ao transporte a vazadouro licenciado dos produtos de escavação de modo a que eles não afectem o normal decurso da obra.

Caso se verifique, aquando da furacção, pressões hidrostáticas artesianas, deve-se parar a furacção e reposicionar-se o equipamento a uma cota que contrarie essas pressões.

Entre o fim da escavação e o início da betonagem deverá apenas decorrer o tempo mínimo indispensável.

Imediatamente antes do início da betonagem, portanto com as armaduras já colocadas, deverá proceder-se à limpeza da escavação afim de eliminar alguns detritos que ainda possam existir e, deste modo, garantir um bom contacto da ponta das estacas. Para a realização deste trabalho deverá o Adjudicatário utilizar equipamento adequado designadamente os que permitam a circulação inversa, a injeção de ar comprimido e a aspiração de partículas sólidas.

A colocação das armaduras antes da betonagem deverá ser posicionada, de forma a obter um recobrimento mínimo em relação ao terreno, estabelecido no projecto e nunca inferior a 5 cm, distribuindo os espaçadores de acordo com a especificação LNEC E 469.

As colunas de betonagem a usar deverão estar limpas, serem impermeáveis e dotadas de juntas estanques. O seu diâmetro será inferior a 15 cm.

A betonagem deverá ser feita com utilização de tubo do tipo "Tremi" para que a colocação do betão seja contínua, devendo os movimentos do tubo serem lentos para evitar a conspurcação do betão com material sobranete.

Todas as operações de betonagem deverão prevenir a adulteração, deslavagem, segregação ou perda dos ingredientes de betão. As extremidades das colunas de betonagem serão mantidas abaixo do nível de betão no furo de uma altura não inferior a 3 m. Não serão admitidas interrupções de betonagem das estacas.

Deverão ser presentes com o estudo do betão a aplicar os respectivos tempos de presa.

Deverá ser tido em atenção a época do ano e a distância da central à frente de betonagem.

O Adjudicatário deverá proceder à limpeza e demolição das cabeças das estacas, para o que deverá destruir o betão até ao nível em que se verificar não estar o betão afectado.

Se a demolição for efectuada até uma cota inferior à base do maciço de encabeçamento por deficiência da execução, deverá o Adjudicatário propor solução adequada à Fiscalização, para aprovação. Ficará ao critério da Fiscalização a atitude a tomar, sendo contudo os custos da solução adoptada suportados pelo Adjudicatário.

Após a demolição, a parte superior da estaca deverá penetrar 10 cm acima da base do maciço de encabeçamento.

O Adjudicatário deverá manter um registo da execução de cada uma das estacas, apresentando-o à Fiscalização no prazo máximo de 15 dias após a conclusão da última estaca, incluindo-se o seu custo no preço unitário contratual das estacas. Obriga-se contudo a fornecer à Fiscalização notas sobre o trabalho diário de cada estaca, nas 24 horas seguintes à sua execução.

Constará do relatório os seguintes dados:

- q1 – referência da estaca;
- q2 – diâmetro, comprimento e armadura;
- q3 – data(s) de execução (colocação de tubo moldador / betonagem);
- q4 – classe de betão, método de betonagem, volume de betão, consumo de betão e slump;
- q5 – cota do terreno (início da escavação) e cota de projecto da cabeça e da ponta da estaca;
- q6 – os estratos atravessados na furacão e nas condições do terreno na ponta da estaca;
- q7 – obstruções encontradas nas furacões;
- q8 – desvios do eixo da estaca em planta e em relação à vertical;
- q9 – resultados dos ensaios da lama bentonítica;
- q10 – identificação das amostras do betão para ensaio;
- q11 – curva de consumo de betão;
- q12 – Extensão das demolições da estaca;
- q13 – Esquema com a profundidade total de todas as estacas;
- q14 – Outras indicações de interesse, exigidas ou não pela Fiscalização.

Para controlo da execução das estacas serão realizados ensaios sónicos ou de “cross-hole” nas estacas e na quantidade indicada para verificação da integridade. Os ensaios

serão realizados a partir do momento em que a idade do betão atinja os sete dias e antes do saneamento da cabeça.

O controlo de execução incidirá, fundamentalmente sobre o alinhamento, a verticalidade das estacas, as propriedades do betão e as condições de colocação das armaduras e do betão.

A qualidade do betão deverá ser periodicamente controlada por ensaios a realizar. Para ensaios de resistência será extraído no mínimo um cubo por cada 10 m<sup>3</sup> de betão.

Serão admitidas as seguintes tolerâncias:

- de implantação:
  - alinhamento dos eixos: 30 mm em 4 m;
  - máximo deslocamento do centro da estaca em qualquer direcção: 75 mm.
- de irregularidades na espessura: 30 mm.
- em relação à vertical: 1 em 100.

Designam-se por tolerâncias os desvios máximos em relação à vertical e horizontal, alinhamentos e restantes dimensões definidas nos desenhos do projecto.

As consequências de desvios superiores aos indicados são da inteira responsabilidade do Adjudicatário competindo-lhe propor as soluções que deverão ser devidamente apreciadas pela Fiscalização.

Se nos ensaios sónicos se detectarem descontinuidades ou outros defeitos a Fiscalização pode exigir a realização de ensaios de carga ou execução de sondagens por rotação, os quais decorrerão por conta do Adjudicatário.

As estacas que forem consideradas defeituosas, pela Fiscalização, serão substituídas por outras, decorrendo estes trabalhos ou outros quaisquer necessários que sejam consequência da substituição referida, por conta do Adjudicatário.

Destas alterações não terá o Adjudicatário direito a qualquer indemnização ou defeito de justificação para o não cumprimento do prazo.

No caso da sustentação dos solos atravessados recorrer a um fluido de sustentação do furo, este deverá assegurar a estabilidade das paredes e do fundo do furo de modo a

evitar aluimentos, desprendimentos de material e descompressão que possam por em causa a integridade e a resistência das estacas: o fluido deverá apresentar características que permitam que a betonagem submersa seja feita nas melhores condições. Caso esse fluido seja lama bentonítica, ela deverá compreender os seguintes parâmetros, determinados por ensaios:

Parâmetros	Campo de Variação (20 °C)	Aparelhos
Densidade	= 11 kN/m <sup>3</sup>	Balança de Lamas
Viscosidade	30 a 90 s	Cone de Marsh
pH	9,5 a 12	Indicador de pH
Temperatura	= 5 °C	Termómetro de Líquidos
Resistência ao corte	1,4 a 10 N/m <sup>2</sup>	Viscosímetro de Fann

A densidade e a viscosidade serão medidas em cada furo, quer na lama acabada de fabricar, quer na que experimentou reciclagem, através da remoção dos detritos resultantes da escavação.

Os restantes parâmetros deverão ser medidos diariamente, até que uma satisfatória sucessão de operações seja estabelecida o que permitirá reduzir a frequência dos ensaios. O Adjudicatário poderá propor à Fiscalização outro tipo de ensaios e metodologia para o controlo das propriedades das lamas.

O nível da lama no furo e consequentemente da plataforma a partir da qual são executadas as estacas deverá situar-se pelo menos a 1,0 metro acima do nível mais elevado das camadas atravessadas pela furacão durante a execução desta. Em caso de subida perda de lama, o furo será imediatamente aterrado e, depois de averiguar as causas desse facto, o Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização a metodologia para ultrapassar o incidente.

A lama betonítica será substituída por outra acabada de fabricar ou de reciclar, imediatamente antes da betonagem.

No caso de execução das estacas em que para a sustentação dos solos atravessados se recorre ao encamisamento metálico, permanente ou temporário, esse encamisamento, será inserido em avanço relativamente à retirada dos materiais contidos no seu interior com vista a perturbar o menos possível o solo envolvente das estacas. A duração da betonagem será a menor possível, devendo a extracção do tubo moldador estar concluída antes do início da presa do betão.

### **15.06/07/08.14 – CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO MICRO-ESTACAS**

Consideram-se dois tipos de micro-estacas: sem formação de bolbo e com formação de bolbo. A escolha do tipo de micro-estacas será efectuada de acordo com o definido em Projecto.

#### **1 – GERAL**

A micro-estaca é composta por uma armadura-invólucro, de secção circular em aço, sendo colocada num furo previamente aberto, procedendo-se posteriormente à sua selagem exterior e interior com calda de cimento (com formação de bolbo) ou micro-betão doseado (sem formação de bolbo).

A micro-estaca injectada, com formação de bolbo, é utilizada em terrenos em que se pretenda aumentar significativamente a resistência do novo elemento de fundação, transmitindo o esforço em profundidade.

#### **2 – EXECUÇÃO**

A execução de micro-estacas compreende as seguintes fases:

- Furacão;
- Colocação da armadura;
- Injecção.

## 2.1 – FURACÃO

Para execução do furo correspondente ao comprimento da micro-estaca, torna-se necessário adoptar o método de furacão mais adequado às características dos terrenos a atravessar e deste modo adequar também os meios para execução desses furos.

A técnica de furacão do terreno para a realização das micro-estacas deverá ser tal que garanta que o terreno atravessado não é perturbado. Nesse sentido, a perfuração do terreno deverá ser feita utilizando equipamento apropriado, trabalhando exclusivamente à rotação, com um número elevado de rotações, afundando progressivamente um tubo moldador. Os detritos da perfuração serão eliminados continuamente utilizando uma corrente fluída que é introduzida através da cabeça de rotação e sai pela parte inferior do tubo.

## 2.2 – COLOCAÇÃO DA ARMADURA

A armadura da micro-estaca é proveniente de fornecedores da especialidade.

Terminada a furacão, procede-se à introdução da armadura da micro-estaca no furo, por troços de comprimento variável. Estes troços são ligados uns aos outros através de uniões roscadas procedendo-se a esta operação à medida que se introduz a armadura no furo. A introdução inicia-se pela colocação de tubo munido de ponteira ou tampão de fundo seguindo-se os tubos com válvulas tipo manchete destinadas a injeção a alta pressão de modo a materializar a zona do bolbo de selagem. Por último, introduzem-se os troços desprovidos de válvulas até se completar a totalidade do comprimento da micro-estaca.

## 2.3 – INJEÇÃO/SELAGEM

### a) Micro-estacas sem formação de bolbo:

Terminada a perfuração, e posteriormente à colocação no tubo da armadura metálica, procede-se ao enchimento da micro-estaca com um micro-betão doseado e aditivado de forma a permitir grande fluidez e elevada resistência.

A preparação do micro-betão será feita com equipamento apropriado, devendo-se obter uma mistura plástica e homogénea. Na confecção do micro-betão deverá ser utilizada exclusivamente água potável, e seguidas as instruções do fabricante. Na composição do

micro-betão não deverão entrar agregados que prejudiquem a sua capacidade de penetração, nem cloretos, compostos de alumínio, coque ou outros agentes que originem expansibilidade através da libertação de hidrogénio, oxigénio, ar ou outros gases.

A colocação do micro-betão deverá ser feito de baixo para cima, expulsando o material fluido utilizado durante a perfuração, por processo que garanta a inexistência de quaisquer descontinuidades. Será feito o controlo da pressão de injeção, que não ultrapassará nunca os 0.5 MPa. Atingindo o total preenchimento do tubo moldador inicia-se a sua extração, compensando o abaixamento que se verificar no nível do micro-betão. Durante esta operação procede-se à compressão da massa de micro-betão com ar comprimido, utilizando um adaptador apropriado, com uma pressão máxima de 0.5 MPa.

#### b) Micro-estacas injectadas com formação de bolbo:

A operação de injeção compreende 3 fases:

- Injeção de Selagem Exterior;
- Injeção de Alta Pressão;
- Injeção de Selagem Interior.

Injeção de Selagem Exterior:

Após colocação da armadura no furo dá-se início à operação de injeção de selagem exterior utilizando para o efeito um obturador expansível colocado no interior do furo da armadura.

A injeção de selagem exterior tem como missão o preenchimento do espaço anelar entre as paredes do furo e a armadura de micro-estaca, transportando em simultâneo até à superfície eventuais detritos depositados no fundo do furo.

Injeção de Alta Pressão:

Concluída a injeção de selagem exterior, deve proceder-se à lavagem do interior da armadura com água, de modo a permitir a posterior injeção a alta pressão através das válvulas manchete, com o intuito de adensar a extensão de selagem na zona do bolbo e assim aumentar a sua resistência mecânica.

Injeção de Selagem Interior:

Concluídas as fases de injeção de selagem exterior da armadura e injeção de alta pressão com recurso a tubo-manchete, procede-se à injeção de selagem interior.

Logo que se inicia a presa da calda de selagem, introduz-se novamente o tubo de injeção no tubo de “manchettes” e através de uma bomba fazem-se as injeções que vão fracturar a calda de selagem, e criar bolbos de calda de cimento ao longo do tubo, a partir das “manchettes”.

O intervalo de tempo entre a injeção e a abertura das “manchettes”, embora dependa de factores como as características da calda e as condições ambientais, estabelece-se entre as 8 e 12 horas, para cimento normal. Mas este intervalo pode ter que ser menor, só sendo determinável caso a caso, consoante outros tipos de mistura e outros factores, que condicionam o tempo de presa de calda, como é o caso da constituição geológica do terreno. Para micro-estacas compridas, o intervalo de tempo entre a injeção de enchimento e as injeções secundárias tem que ser menor, situando-se no valor limite inferior de 4 horas.

A perfuração com vista à execução das micro-estacas obriga, por vezes, à utilização de fluidos de perfuração, seja com a função de lubrificar e arrefecer a ferramenta de corte, seja com a função de ajudar a conter as paredes do furo, evitando o seu desmoronamento.

As caldas de injeção utilizadas cumprem uma dupla função:

- a) Função mecânica, ao assegurar a ligação da armadura ao terreno na zona desejada e nas melhores condições, garantindo assim a transmissão das cargas ao solo ou rocha injectados;
- b) Função de protecção contra a corrosão dos aços utilizados, em particular se estes constituem realmente a armadura (tubo ou perfilados), que transmite os esforços da micro-estaca.

Assim como nos betões, também nas caldas de cimento tem grande importância a relação água-cimento (A/C).

O tipo de cimento a utilizar obedece às condições específicas do terreno e ao programa de execução, sendo a sua escolha feita em função de dois critérios:

- a) Agressividade do terreno (e da água que este contém), para com o cimento;

b) Agressividade do cimento para com a armadura.

Assim, poder-se-á utilizar cimento portland normal, cimento resistente a sulfatos e cimentos de presa rápida.

A água deverá ser potável, isenta de sulfatos (mais que 0.1%), cloretos (mais que 0.5%), açúcar ou matéria suspensa são evitadas.

Um excesso de água origina exsudação, reduz a resistência, aumenta a retracção e a porosidade da calda endurecida, a qual pode, assim, deixar de assegurar a necessária função de protecção da armadura contra a corrosão.

Na execução das caldas, nomeadamente na mistura dos seus componentes, seguem-se as seguintes regras:

- a) A ordem de mistura dos componentes é água – cimento – aditivos sólidos – aditivos líquidos;
- b) O cimento e aditivos sólidos (quando utilizados) são doseados em peso;
- c) A mistura é feita por meios mecânicos e nunca manualmente;
- d) O tempo de agitação depende do tipo de equipamento, mas nunca é inferior a 3 minutos em misturadores de alta turbulência; outros valores dependem das especificações do equipamento, sendo obtidos previamente;
- e) O equipamento utilizado é suficientemente potente para permitir a preparação de uma calda homogénea, com uma velocidade de circulação tal que se consiga uma dispersão completa das partículas de cimento, com ausência de aglomerações e falsa presa.

Em função do pretendido em cada caso e das condicionantes da obra, poderão ser utilizados aditivos nas caldas de cimento.

O uso de aditivos deve ser limitado ao máximo, apenas recorrendo à sua utilização quando absolutamente necessário.

A pressão é sempre medida à entrada do furo e depende, basicamente, de três factores:

- a) Dimensão dos vazios do terreno, ou seja da sua permeabilidade;
- b) Viscosidade da calda;

Obstáculos que a calda encontra até atingir o solo, como sejam as mangas das “manchettes” e as caldas de selagem ou de enchimento prévias.

c) Tempo gasto nas operações.

Normalmente as pressões de injeção serão da ordem de 1 a 3 MPa, só sendo aceitáveis pressões maiores em casos especiais devidamente acompanhados pela Fiscalização.

Para um terreno e uma dada calda, a pressão é comandada pelo débito de injeção, o qual pode ser facilmente regulado. Não convém que esse débito seja muito fraco, para não afectar o rendimento dos trabalhos, nem forte demais, para que não se ultrapasse a pressão que o solo suporta (por forma a evitar fenómenos de facturação e fissuração do terreno) nem afecte construções vizinhas.

## 2.4 – PROCESSOS DE EXECUÇÃO

As operações para a realização de micro-estacas injectadas com formação de bolbo serão:

a) Utilizando trados ocios:

- 1) Furação;
- 2) Extração das varas do interior dos trados;
- 3) Introdução do tubo de aço com “manchettes” através do qual se vai fazer a injeção de selagem ou de enchimento do furo;
- 4) Injeção de selagem e remoção dos trados em simultâneo;
- 5) Lavagem com água do interior do tubo de aço com “manchettes”, a fim de retirar calda de cimento da selagem anteriormente feita e que ficou dentro do tubo;
- 6) Quando se iniciar a presa na calda de selagem, introduz-se o obturador no tubo de “manchettes” e através de uma bomba, fazem-se as injeções repetidas (a alta pressão) de calda de cimento, o que vai fracturar, na zona de cada “manchette” e ao longo do tubo, a calda de cimento semi-endurecida.

Normalmente, a pressão necessária varia entre 40 e 50 kg/cm<sup>2</sup> (4 a 5 MPa).

O comprimento do bolbo injectado é pré-determinado, mas confirmado em obra face ao comportamento das pressões de injeção, tendo em conta os volumes de calda injectados.

- 7) Enchimento da parte restante da micro-estaca, pelo interior e pelo exterior do tubo, se tal for necessário.

b) Utilizando coroa e tramos de tubo de aço de revestimento:

Neste caso, o tubo de “manchettes” é colocado através do interior dos tramos de tubos de aço de furação e de revestimento, sendo a selagem feita à medida que se retiram estes tubos.

c) Sem utilização de tubo de revestimento:

- 1) Após a conclusão do furo, e com os cuidados necessários para evitar o desmoronamento das suas paredes, introduz-se no seu interior um tubo de “manchettes”;
- 2) Injeção de selagem do tubo de “manchettes”, utilizando o tubo de injeção munido de obturadores.

### 3 – CONTROLO SOBRE OS PROCESSOS DE EXECUÇÃO

De forma a se garantir a funcionalidade que se pretende da micro-estaca, são tidos em atenção alguns controlos essenciais nas várias fases, indicados seguidamente:

a) Análise prévia:

- Estudar previamente as condições do terreno, nomeadamente em termos de consistência, permeabilidade e ocorrência de níveis freáticos;
- Avaliar e comparar os principais parâmetros geotécnicos com os valores iniciais de base;
- Evitar “clacquages” (fracturação) do terreno;
- Se for caso disso, devem-se realizar ensaios de permeabilidade nos furos, de modo a garantir a permanência da calda na zona de selagem, e realizar, com

critério, as operações de injeção subsequentes, no caso das micro-estacas injectadas;

- Observar e/ou confirmar as características do terreno através da perfuração;
- Analisar a eventual agressividade do solo de maneira a implementar as medidas necessárias (necessidade de protecções especiais, composição das caldas a injectar, recobrimento mínimo e outros imperativos particulares).
- Verificação de características do terreno extraído, comparando com as sondagens e propondo, se necessário, correcções ao projecto.
- Verificação da adequação de processo de furacão ao terreno extraído e demais condições de trabalho;
- Verificação da limpeza do fundo do furo;

b) Controlo sobre os materiais:

- Verificação da existência dos materiais em armazém: cimento, aços, água, etc.;
- Controle de tempo para execução das injeções;
- Controle das condições de armazenagem;
- Verificação da qualidade da calda de retorno à boca do furo, na injeção de selagem;
- Aditivos;
- Vistoria prévia das armaduras a introduzir, sua forma, comprimento, dimensões dos elementos, etc.
- Confirmação da não existência de correntes subterrâneas que lavem a calda de injeção;

c) Controlo sobre o equipamento:

- Verificar o estado de funcionamento dos vários componentes dos equipamentos necessários à realização dos trabalhos;
- Ensaiai as “manchettes” antes da colocação das armaduras;

- Executar a manutenção e limpeza.

d) Controlo sobre as operações:

- Controlar a abertura das válvulas;
- Controlar a resistência da calda ao longo do tempo, por meio de provetes;
- Controlar e analisar o binómio pressões/volumes injectados;
- Ter em atenção os ressurgimentos à boca do furo;
- Observar, permanente e atentamente, eventuais “reacções” do terreno e refluxos de calda de injeção;

Para protecção da armadura contra a corrosão, a calda de cimento deve recobri-la numa espessura mínima de 2 a 3 cm. Em solos agressivos é fundamental estar atento às especificações do projecto, tanto no que respeita ao recobrimento mínimo, como à composição das misturas, modo de operar e outros requisitos.

e) Cuidados na execução:

- A unidade de furação deve estar na horizontal e devidamente estabilizada ou fixa;
- A furação deve ser feita para que a micro-estaca fique com a inclinação do projecto, de modo a que a base do maciço de amarração fique perpendicular ao eixo da armadura e a capacidade de carga não seja reduzida;
- Quando se trate de furação a trado, o enroscamento dos diversos elementos de ligação (trados de 220 mm), deve ser feito para que as roscas não fiquem sobrepostas; têm igualmente que ser colocadas as cavilhas de engate, para que não haja o perigo de, ao rodar para a esquerda - sentido de desaperto - os trados não se desliguem;
- Nos trados com ligação macho/fêmea (diâmetro 110 mm), os pinos têm que se colocar sempre com a lingueta para a esquerda;
- Nas operações de retirada dos trados, e quando do seu desaperto, deve-se colocar sempre o garfo de maneira que este assegure o suporte dos trados, que estão no interior do terreno;

- As características da calda devem ser verificadas permanentemente, devendo-se assegurar que mantém as características desejadas e não é diluída, continuando a injeção após transbordar, pelo menos durante um minuto;
- Quando se faz a injeção de baixo para cima, em retirada, deve-se ter o cuidado de verificar que o extremo está sempre mergulhado na calda durante a injeção;
- No caso de estacas verticais, deve-se garantir a verticalidade da micro-estaca, de forma a evitar momentos flectores; pela mesma razão, se for inclinada, deve-se garantir a sua linearidade e inclinação constante;
- As armaduras devem ser centralizadas, recorrendo-se, para tal, a espaçadores;
- A injeção deve ser contínua, nunca devendo faltar calda no injector, para se evitar a introdução de ar nas tubagens.
- Proceder à elaboração de uma ficha por estaca na qual seja registado:
  - q1 – número da estaca;
  - q2 – data de colocação do tubo;
  - q3 – datas de execução e sequência das selagens;
  - q4 – datas de execução das injeções repetidas;
  - q5 – registo dos volumes de calda e pressão em todas as injeções realizadas;
  - q6 – dados de implantação da estaca comparativamente ao projecto;
  - q7 – cotas de fundo do furo e cabeça da estaca;
  - q8 – referência aos ensaios de caladas realizados;
  - q9 – pormenores relevantes na execução da estaca.

Quanto aos critérios de segurança, será obtida informação pelo Adjudicatário quanto a eventuais canalizações de esgoto situadas na zona da obra. Uma fuga repentina do fluido de perfuração que eventualmente esteja a ser utilizado pode acarretar aluimentos das paredes do furo e mesmo situações graves nas micro-estacas vizinhas já executadas. Além de canalizações a pequena profundidade, existem, por vezes, colectores ou galerias a profundidade apreciável. Em obras em ambiente urbano, a perfuração de infra-estruturas

enterradas, pode trazer prejuízo de elevado montante. Terá o Empreiteiro que implantar previamente estas infra-estruturas e controlar cuidadosamente todas as operações. Será dada a atenção às redes eléctricas, de água e telefones. Corte de rede de água ou telefones são altamente gravosos, porque perturbam gravemente o terreno e o trabalho e por impedirem o funcionamento ou abastecimento normal dos circuitos.

#### **15.06/07/08.15 - ENSECADREIRAS**

As ensecadeiras a realizar, de acordo com a indicação do projecto, quer pela proximidade ou existência de água quer pelo facto de existirem níveis freáticos elevados, poderão ser efectuados com recurso a estacas prancha, paredes moldadas, ou outro tipo de tecnologia considerada a mais adequada ao estudo geotécnico patenteado, e às condições locais observadas pelo Adjudicatário, devendo ser suficientemente resistentes aos impulsos estáticos e dinâmicos de todas as acções a que estejam sujeitos, nomeadamente pelas cargas actuantes com incidência nas paredes da ensecadeira, sendo da conta do Adjudicatário todos os encargos resultante da sua má vedação.

O Adjudicatário deverá apresentar com pelo menos, 30 dias de antecedência à aprovação da Fiscalização, o projecto das ensecadeiras. O projecto deve incluir os cálculos das diversas peças resistentes, e quando executado com recurso a estacas prancha, os comprimentos de cravação das estacas, assim como os desenhos necessários para ajuizar da solução proposta. O projecto deve ter em atenção a facilidade de desmontagem para não complicar a manobra da betonagem, tendo sempre presente a segurança global dos contraventamentos superiores, quando houver lugar a eles no tipo de ensecadeira proposto.

Terá ainda em atenção a estabilidade do fundo das fundações, de modo a não haver levantamento dos fundos de fundação.

A Fiscalização reserva-se o direito de rejeitar o tipo de ensecadeira proposta se o estudo apresentado não conduzir a resultados satisfatórios, devendo neste caso o Adjudicatário apresentar outra solução.

#### **15.06/07/08.16 – ESCAVAÇÕES PARA EXECUÇÃO DE SAPATAS E DE MACIÇOS DE ENCABEÇAMENTO DE ESTACAS**

Sempre que as características dos terrenos o exijam, as escavações serão efectuadas ao abrigo de entivações ou ensecadeiras, conforme as circunstâncias, pelos processos que o Adjudicatário entender utilizar, desde que aceites pela Fiscalização.

As escavações deverão ser devidamente estabilizadas e drenadas, ao abrigo de entivações ou ensecadeiras que deverão salvaguardar a completa segurança dos trabalhadores a desmoronamentos, bem como assegurar a correcta execução das fundações.

Caso a solução adequada seja as entivações, o Adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização o respectivo projecto, sempre que se entenda ser necessário. O projecto deve ter em atenção a facilidade de desmontagem para não complicar a manobra da betonagem.

As escavações só poderão ser iniciadas após aprovação do projecto da entivação ou ensecadeira. Deverão ser executadas até à cota dos desenhos de construção.

As escavações serão executadas com observância da implantação e das características geométricas indicadas nos desenhos de construção.

Antes do início da construção das fundações, durante a abertura dos caboucos, deverão ser confirmados os pressupostos adoptados no Projecto, através duma análise visual, em situações em que não existam dúvidas em relação aos materiais aflorantes e através de ensaios de penetração dinâmica ou estática nos outros casos.

A escavação só se dará por terminada, quando for efectuado um saneamento cuidadoso do fundo, não podendo o Adjudicatário, iniciarem-se as operações de colocação de betão de limpeza sem a autorização expressa da Fiscalização, que deverá efectuar uma verificação das condições de fundação.

A verificação das condições de fundação é um aspecto muito importante a atender de modo a satisfazer as condições de segurança das obras de arte. Assim a alteração proposta considera um critério de verificação das condições de fundação.

Os produtos sobranes da escavação deverão ser encaminhados a vazadouro autorizado, respeitando toda a legislação em matéria ambiente.

Em tudo o que lhes diga respeito, a execução destes trabalhos deverá ainda ser efectuada de acordo com o estipulado no VOLUME III: 01 - TERRAPLENAGEM – Capítulo 15.

### **15.06/07/08.17 – CONDIÇÕES ESPECIAIS PARA EXECUÇÃO DAS SAPATAS E MACIÇOS DE ENCABEÇAMENTO DE ESTACAS**

Os maciços das sapatas, serão executados em princípio, por processos tradicionais, desde que aceites pela Fiscalização.

Deverá ser proposto um plano de betonagem dos maciços prevendo betonagem contínua, tendo em atenção que a temperatura do betão durante a presa e o endurecimento não deverá ultrapassar os 65 graus centígrados.

Em todas as fundações será executada uma camada de betão de regularização, conforme se indica nos desenhos. A escavação a efectuar deverá contar com essa espessura do betão.

O Adjudicatário deverá garantir uma superfície do betão de limpeza isenta de detritos e limpa antes da colocação das armaduras.

Os maciços serão fundidos lateralmente contra a rocha ou contra as cofragens específicas previstas. Deverão ser apresentados os tipos e desenhos de cofragem preconizados.

As operações de betonagem serão conduzidas para que não haja arrastamento da leitada do betão.

Todo o betão será vibrado à massa, tendo-se o cuidado de os não encostar às armaduras, para que a vibração se não transmita ao betão que já iniciou o processo de presa.

O Adjudicatário obriga-se a cumprir o estipulado na NP ENV 13670-1 de 2007, relativo a regras para execução de estruturas de betão.

#### **15.06/07/08.17.1 – Aterro das escavações**

Uma vez betonadas as fundações e executados os paramentos em elevação até uma altura suficiente, os volumes de escavação remanescentes serão aterrados.

As terras de aterro deverão ser expurgadas de pedras com dimensões superiores a 10 cm e de matérias orgânicas.

A espessura máxima das camadas elementares de aterro, obtidas após a compactação, quando esta puder ser realizada, não deverá exceder 20 cm.

Onde tal for possível os aterros serão compactados a uma densidade seca igual a 90% do ensaio Proctor modificado.

## **15.06/07/08.18 – CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DOS ENCONTROS E DOS PILARES**

A betonagem de cada elemento constitutivo dos encontros e dos pilares só será iniciada quando completamente montada a sua armadura e colocados os seus moldes.

As armaduras serão montadas com a disposição e rigor indicados nos desenhos de construção, sendo convenientemente atadas nos seus lugares e só depois se colocarão os moldes a toda a altura da betonagem, devidamente escorados para que se não desloquem durante a execução dos trabalhos.

Os varões de aço que constituem a armadura longitudinal dos elementos sobrepostos serão suficientemente prolongados para a ligação dessas armaduras com as do troço seguinte, em conformidade com o especificado no REBAP (num mínimo de 0,50m acima da junta de betonagem)

Em casos a aprovar pela Fiscalização, poder-se-ão empregar pontas de ferro para facilidade de execução, mas tais pontas terão o diâmetro e a disposição das armaduras previstas no projecto, e o seu comprimento será, pelo menos, o necessário para se estabelecer a sobreposição regulamentar.

Os pilares serão betonados por troços com comprimentos da ordem dos 3,0 metros devendo a betonagem de cada troço ser executada de forma contínua, não se admitindo interrupções. As juntas de betonagem deverão ficar alinhadas entre pilares contíguos.

A betonagem das vigas de estribo dos encontros será executada preferencialmente de uma só vez, cabendo à Fiscalização a aprovação de um plano de betonagem em que as condições de execução exijam uma betonagem faseada.

Os moldes das paredes dos encontros, montantes das estruturas porticadas e muros de ala, poderão ter janelas a diversas alturas e posições, sempre do lado interior ou nas zonas que irão ficar cobertas pelas terras dos acessos, janelas essas com dimensões que permitam lançar o betão e introduzir os vibradores.

O Adjudicatário obriga-se a propôr um plano de betonagem para os encontros e para os pilares, no qual observará o estipulado neste Caderno de Encargos.

O acabamento dos aterros dos encontros será efectuado em plantação vegetal adequada que estabilize os finos do material de aterro.

O Adjudicatário obriga-se a cumprir o estipulado na NP ENV 13670-1 de 2007, relativo a regras para execução de estruturas de betão.

#### **15.06/07/08.18.1 – Encontros e muros do tipo terra armada**

Prescrições constantes do VOLUME VI: 04 - OBRAS ACESSÓRIAS – Capítulo 15 deste Caderno de Encargos.

#### **15.06/07/08.19 – CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DO TABULEIRO**

A execução do tabuleiro, em fase única ou em várias fases, compreende:

- montagem do cimbres;
- montagem de moldes, fabrico e colocação de armaduras;
- colocação de cabos de pré-esforço;
- nivelamentos e demais operações necessárias;
- betonagem;
- tensionamento dos cabos, incluindo injeções;
- desmontagem de cofragem e cimbres.

O Adjudicatário submeterá à autorização da Fiscalização a sequência construtiva, indicada no Projecto patentado, devidamente adaptada aos meios e equipamentos de que dispõe ou se propõe empregar e no respeito pelo Plano de Trabalhos em vigor.

A betonagem de cada fase será feita de modo contínuo, sem juntas de betonagem, após montagem de toda a armadura.

Deve ter-se especial cuidado na amarração das cofragens interiores, de modo a ficarem indeformáveis, durante a betonagem.

A betonagem da superestrutura só será feita após a confirmação das cotas e após uma verificação cuidada dos cavaletes, bem como após a entrega do Certificado de Conformidade da Montagem com o respectivo projecto, a entregar pela empresa responsável pelo fornecimento do cimbres e do Termo de Responsabilidade do projectista do mesmo.

O Adjudicatário pode propor um processo construtivo alternativo, desde que para tal entregue um termo de responsabilidade do respectivo projectista da alteração.

Em todo o caso, qualquer que seja o processo construtivo, o Adjudicatário terá que submeter à Autorização da Fiscalização com a antecedência mínima de 45 dias, o projecto do processo construtivo que pretende utilizar na execução dos tabuleiros, desde que devidamente acompanhado quer pelos Termos de Responsabilidade, quer pelo Certificado de conformidade de Montagem.

O cimbre no atravessamento das linhas de água não deverá ter prumos no leito deste, respeitando o determinado pela Autoridade competente.

O atravessamento do caminho-de-ferro deverá ter um projecto de cimbre próprio, contemplando todas as directivas da CP para estruturas provisórias e cimbres que atravessem o caminho-de-ferro.

O atravessamento da via rodoviária deverá dispor de projecto de cimbre próprio, cumprindo as normas da EP que lhe são aplicáveis.

O Adjudicatário obriga-se a cumprir o estipulado na NP ENV 13670-1 de 2007, relativo a regras para execução de estruturas de betão.

#### **15.06/07/08.20 – EXECUÇÃO DOS ATERROS JUNTO AOS ENCONTROS E MUROS**

Prescrições constantes do VOLUME III: 01 - TERRAPLENAGEM – Capítulo 15.01.6: Aterros Técnicos, deste Caderno de Encargos.

#### **15.06/07/08.21 – LAJES DE TRANSIÇÃO**

Só será permitido a execução das lajes de transição após verificação e respectiva aceitação dos resultados da compactação dos solos de aterro.

As lajes de transição serão betonadas sobre uma camada de betão de regularização, estendido sobre os aterros de acesso.

No fim das lajes de transição, deverá ser executado um dreno transversal (Rúbrica 02.6.3.2.1), a toda a largura da plataforma.

## **15.06/07/08.22 – TRABALHOS DIVERSOS**

### **15.06/07/08. 22.1 – Aparelhos de apoio**

Os aparelhos de apoio terão de obedecer às condições constantes no mapa de medições ou nas peças desenhadas, particularmente no que respeita à carga normal, rotação, deslocamento e força transversal admissíveis.

As características dos materiais constituintes serão em princípio as especificadas neste Caderno de Encargos no Cap. 14.

Os aparelhos de apoio deverão ser protegidos contra a corrosão e as superfícies de deslizamento protegidos contra as poeiras, corrosão e danos. As superfícies de deslizamento deverão ser lubrificadas com silicone.

O assentamento dos aparelhos de apoio será feito com argamassa tipo II a fim de garantir um correcto nivelamento.

A espessura da camada de argamassa não deverá ser inferior a 1 cm, nem superior a 5 cm.

Os aparelhos de apoio deverão ser equipados com escala que indique os deslocamentos longitudinais para os móveis nessa direcção.

Todos os ensaios que a Fiscalização entender dever realizar para comprovação das características exigidas e da qualidade dos materiais empregues, serão da conta do Adjudicatário.

### **15.06/07/08. 22.2 – Juntas de dilatação**

As juntas a utilizar deverão suportar as cargas rolantes e constituir uma transição suave entre o tabuleiro e os encontros, serem estanques, resistentes aos agentes abrasivos e corrosivos e de fácil manutenção. Deverão ser dimensionadas para os deslocamentos constantes nos desenhos de construção.

As juntas deverão ser fabricadas por firma especializada com experiência comprovada do tipo de junta proposta e para movimentos pelo menos iguais aos especificados.

O Adjudicatário submeterá à aprovação da Fiscalização as características das juntas acompanhadas dos desenhos necessários incluindo os pormenores de montagem.

Durante todas as fases de assentamento é exigida a presença de um representante qualificado do fornecedor das juntas que dará as instruções necessárias para que o assentamento se faça de forma correcta.

O assentamento das juntas será em princípio feito com argamassas do tipo II a fim de garantir um correcto nivelamento.

Os materiais constituintes das juntas, indicados nas peças desenhadas deverão cumprir os requisitos estipulados no capítulo 14 deste Caderno de Encargos.

### **15.06/07/08. 22.3 – Pré-fabricação de peças estruturais**

Os produtos prefabricados, desde a produção em fábrica e até à recepção no estaleiro, devem satisfazer as Normas Europeias de produto ou Aprovações Técnicas Europeias que forem aplicáveis. No caso de não existirem especificações técnicas europeias, aplicam-se as disposições válidas no local da construção.

No que respeita o manuseamento, armazenagem, e colocação destes produtos, seguir-se-á a NP ENV 13670-1.

### **15.06/07/08.22.4 – Aglomerado de cortiça ou Poliestireno Expandido (esferovite)**

O aglomerado de cortiça/poliestireno expandido a empregar eventualmente, deverá ser fixado, por colagem, de forma eficiente.

Deverão tomar-se precauções particulares para que não seja danificado nem se desloque aquando das operações de betonagem.

As especificações do produto deverão cumprir o definido no Cap. 14 deste CE.

### **15.06/07/08.22.5 – Esgotos das águas pluviais**

Os esgotos das águas pluviais a instalar no tabuleiro deverão respeitar as indicações dos desenhos de construção quanto aos pormenores construtivos e à sua localização.

A montagem destes dispositivos e os remates do pavimento deverão ser feitos de tal forma que evitem ressaltos inconvenientes e também as infiltrações das águas.

### **15.06/07/08.22.6 – Caixas de passagem de cabos nos passeios**

Os materiais deverão obedecer ao especificado neste Caderno de Encargos, bem como a respectiva execução e tratamento anticorrosão. A tampa, em ferro fundido com chave, deverá ser de tipo existente no mercado, e será submetida à aprovação da Fiscalização.

### **15.06/07/08.22.7 – Caleiras prefabricadas em betão**

As caleiras de drenagem a aplicar sobre os taludes dos encontros serão prefabricadas em troços de 1,0 m, em meia cana Ø300 mm ou Ø500 mm de betão simples, conforme indicado no projecto.

Serão colocadas sobre uma betonilha de assentamento de espessura mínima de 0,05 m de 200 kg de cimento/m<sup>3</sup> e as respectivas juntas seladas com argamassa de cimento e areia ao traço 1/4.

### **15.06/07/08.22.8 – Metalização de peças metálicas**

#### **Galvanização a quente**

A espessura do recobrimento medir-se-á em superfícies representativas, em que não surjam imperfeições causadas por furos, soldaduras, etc.

A espessura mínima deste recobrimento será igual a 80 microns com um peso mínimo de 550 g/m<sup>2</sup>.

A superfície de recobrimento ficará lisa e isenta de manchas, bolhas ou outras deficiências. Serão apenas toleradas manchas de cor cinzenta escura dispersas, com superfície não superior a 10 mm<sup>2</sup>, ou outras pequenas deficiências suficientemente dispersas para não prejudicar o fim em vista nem o aspecto de pormenor, não sendo portanto permitidas manchas de ferrugem ou quaisquer irregularidades que se possam desprender com facilidade.

A camada de zinco será livre de poros observáveis à vista e de zonas onde se verifique a formação de sais.

A aderência do zinco será comprovada por dobragem de uma barra em torno de um mandril com diâmetro igual a 5 vezes a espessura da mesma sem deslocamento, ou pela

acção de um martelo de ponta aguçada que deverá imprimir marcas bem definidas na camada de recobrimento sem que a mesma se solte.

Os elementos a tratar em banho de zinco serão previamente limpos por imersão em ácido, que poderá eventualmente ser combinado com outros métodos de limpeza. Utilizar-se-á ácido clorídrico, podendo porém utilizar-se os ácidos sulfúrico ou nítrico. Quando as peças a zincar apresentem ferrugem, escamas metálicas ou escória de soldadura, proceder-se-á à sua limpeza com auxílio de martelo raspador e escova. As peças serão em seguida lavadas com bastante água e sujeitas a galvanização dentro da meia hora imediata, para que se não forme ferrugem novamente.

Entre a lavagem e a submersão no zinco tratar-se-ão as peças com um fundente, em geral constituído por cloreto de zinco e cloreto de amónio em partes iguais.

### **Metalização por projecção**

As peças de grandes dimensões, e quando expressamente autorizado pela Fiscalização, poderão ser metalizadas por projecção, segundo as mais aperfeiçoadas técnicas.

Para tal, em oficina, as peças depois de executadas serão limpas a jacto de areia ou de grenalha, até aparecer o são do metal, e depois metalizadas a zinco com a espessura de 80 microns.

Será substituída toda e qualquer peça que após a limpeza se mostre com cavidades, reentrâncias ou outros defeitos, procedendo-se a nova limpeza após a substituição e assim sucessivamente até as peças se mostrarem impecáveis.

### **Âmbito de aplicação**

O disposto neste item relativamente à galvanização e cuidados de fabrico, tem aplicação a todas as peças metálicas galvanizadas, aplicadas na obra.

## **15.06/07/08.22.9 – Guardas metálicas**

### **Material**

As guardas são de ferro galvanizado de aço de construção do tipo "corrente comercial", e constituídas pelos tubos e perfis laminados indicados nos desenhos de construção.

### **Fabricação**

As guardas serão fabricadas de acordo com as indicações deste Caderno de Encargos e dos desenhos do projecto.

Os tubos e os perfis a utilizar serão perfeitamente desempenados e sem variações de secção ou outras deficiências.

Os cortes e furos dos perfis e tubos serão limpos e sem rebarbas.

As soldaduras serão executadas por pessoal especializado, devidamente qualificado e aceite pela Fiscalização, cumprindo a legislação em vigor.

O acabamento das soldaduras será feito com o maior cuidado para que estas se apresentem bem limpas e uniformes.

As soldaduras mal executadas serão rejeitadas e totalmente refeitas.

Não poderão executar-se soldaduras com temperatura ambiente inferior a -5 graus centígrados.

As guardas, acessórios e meios de união serão galvanizados a quente com recobrimento de 80 microns de espessura mínima.

Não será permitida a soldadura a peças já galvanizadas.

Os furos e cortes feitos após a galvanização serão galvanizados por processos a aprovar pela Fiscalização.

### **Colocação e fixação das guardas**

As guardas serão depositadas na obra em peças manejáveis e referenciadas de forma conveniente para serem facilmente identificadas.

Na montagem e fixação das guardas deverá conseguir-se um alinhamento perfeito em todo o comprimento das mesmas.

As juntas de dilatação e de montagem serão colocadas como indicado no respectivo desenho de construção e com montagem cuidada para que não haja restrições no seu funcionamento.

### **Rigor na colocação**

Tanto na construção como na colocação das guardas haverá o maior cuidado, de modo que, depois de prontas, se apresentem perfeitamente alinhadas, apumadas e

desempenadas. Os prumos serão sempre verticais independentemente da inclinação longitudinal do tabuleiro.

### **Pintura das guardas**

A cor a empregar será escolhida pela Fiscalização.

Para o efeito, o Adjudicatário obriga-se a respeitar o estipulado neste Caderno de Encargos e obriga-se ainda, a efectuar no local uma pintura amostra de alguns painéis de guarda, para a fixação definitiva da cor e do tom a adoptar.

Na pintura das guardas, observar-se-á o seguinte:

- As superfícies galvanizadas a quente serão cuidadosamente limpas de óleo e de gorduras, preferivelmente com tricloroetileno, mas admitindo-se também o éter de petróleo ou o xilol.
- As guardas serão pintadas com, pelo menos, três demãos de tinta à base de cloroprene, própria para estruturas metalizadas a zinco, sendo uma demão de primário e duas de acabamento. Destas duas, a última será de esmalte.
- O aparelho será uma delgada demão de "Wash-primer".
- A primeira demão de primário poderá ser dada em oficina, mas somente depois da Fiscalização ter inspeccionado e aceite o trabalho de serralharia e o da metalização.
- As demãos de acabamento serão aplicadas à brocha ou à pistola.
- A aplicação da tinta será feita por pintores especializados, seguindo-se cuidadosamente o que for aconselhado pelos técnicos da fábrica da tinta.
- A pintura no local da obra será executada somente depois das guardas estarem perfeitamente assentes e cuidadosamente limpas, não podendo ser realizadas com tempo chuvoso ou com as superfícies húmidas.
- As camadas de tinta deverão cobrir perfeitamente as superfícies e apresentar espessura uniforme, não se permitindo a aplicação de uma camada sobre outra já executada senão depois de se verificar que está completamente seca.
- A espessura total de zinco e de tinta deverá ser igual ou superior a 0,16 mm.

### **Controlo de Qualidade**

A Fiscalização reserva-se o direito de fiscalizar todo o trabalho de oficina, pelo que o Adjudicatário deverá comunicar, antes de qualquer trabalho oficial, a morada da oficina que contratou.

#### **15.06/07/08.22.10 – Portas e tampas metálicas**

A execução destas peças metálicas obedecerá às especificações aplicáveis constantes do Caderno de Encargos, nomeadamente quanto a materiais, protecção anticorrosão e pinturas.

#### **15.06/07/08.22.11 – Escadas metálicas**

São aplicáveis as especificações de materiais, protecção anticorrosão e pinturas descritas neste Caderno de Encargos.

#### **15.06/07/08.22.12 – Resinas de Epoxi para injeções**

A resina e o endurecedor deverão ser fornecidos em recipientes fechados. Estes deverão ser armazenados preferencialmente a uma temperatura situada entre os 15°C e os 30°C.

A Fiscalização poderá inspeccionar os componentes antes de serem aplicados. Deverão ser sempre utilizados resinas base e endurecedores que não cristalizem abaixo dos 15°C. O manuseamento dos produtos e equipamentos de injeção deverá ser feito por pessoal devidamente equipado e habilitado. Deve-se ter especial cuidado no armazenamento e manuseamento dos diluentes, os quais serão armazenados em zonas ventiladas e longe de possíveis sistemas emissores de fumo ou fogo.

As superfícies das peças a injectar deverão estar completamente secas antes da injeção. Antes de se injectar qualquer fenda ou junta deverá ser aplicada uma selagem superficial em todas as faces da peça a injectar, de forma a vedar todas as fendas por onde possa ocorrer escoamento para fora da resina injectada, enquanto líquida. Deverão ser previstas na selagem superficial aberturas pontuais para a injeção, quer por interrupção da selagem mencionada anteriormente, quer pela colocação de adaptadores apropriados. O material de selagem aplicado deverá ser removido no fim das operações de injeção, depois da respectiva cura, nas zonas previstas no projecto.

A mistura dos dois componentes da resina epoxi deverá ser feita por processo contínuo, utilizando equipamento eléctrico apropriado. A resina deverá ser injectada através de sucessivas aberturas. A pressão de injeção não deverá exceder o valor admissível que a selagem superficial possa suportar, de acordo com as especificações do respectivo fabricante, nem atingir valores que possam deformar ou danificar as peças a injectar. Sempre que possível, a injeção deverá ser feita de baixo para cima, através das sucessivas aberturas de injeção, tomando as precauções necessárias para não se formarem bolhas por aprisionamento de ar. O pessoal encarregado das operações de injeção deverá certificar-se de que as fendas ou juntas são totalmente preenchidas. A injeção deverá, assim, ser prolongada em cada abertura até que a resina surja na abertura seguinte. A primeira abertura deverá assim ser selada, e a injeção recomeçada na abertura seguinte. As aberturas de injeção deverão ser criteriosamente espaçadas, de forma a garantir que o espaço correspondente a cada uma delas se encontre totalmente preenchido quando a resina surgir na abertura seguinte. Normalmente, adoptar-se-á um espaçamento da mesma ordem de grandeza da profundidade a injectar. O posicionamento das aberturas de injeção deverá ser proposto pelo Empreiteiro à Fiscalização antes do início do trabalho.

#### **15.06/07/08.22.13 – Resinas de Poliéster para injeções**

Antes de se injectar qualquer fenda ou junta deverá ser aplicada uma selagem superficial nas faces da alvenaria a injectar, de modo a que a resina injectada, enquanto líquida, não escorra para fora. Caso o aspecto estético da obra seja relevante, nos locais indicados no projecto será removida a selagem das juntas no final dos trabalhos.

Deverão ser previstas na selagem superficial aberturas pontuais para a injeção, quer por interrupção da selagem mencionada, quer pela colocação de adaptadores apropriados, criteriosamente espaçados. Quando este espaçamento não for indicado em projecto adoptar-se-á um espaçamento da mesma ordem de grandeza da profundidade a injectar.

Deverão ser seguidas as instruções do fabricante da resina de poliéster no estabelecimento da proporção de incorporação de agregados. A preparação da resina de reparação deverá ser feita de acordo com a seguinte sequência típica:

- Adição do inicializador à resina base;
- Adição do acelerador;

- Injecção da mistura obtida.

A resina de poliéster deverá ser injectada através das sucessivas aberturas já mencionadas. A pressão de injecção não poderá exceder a que a selagem superficial pode suportar, nem atingir valores que possam deformar ou danificar as alvenarias a injectar. Sempre que seja possível, a injecção deverá ser feita de baixo para cima através das sucessivas aberturas de injecção, tomando as precauções necessárias para não se formarem bolhas por aprisionamento de ar. O pessoal encarregado das operações de injecção deverá certificar-se de que as fendas ou juntas são totalmente preenchidas. A injecção deverá, assim, ser prolongada em cada abertura até que a resina surja na abertura seguinte. A primeira abertura deverá assim ser selada, e a injecção recomeçada na abertura seguinte. As aberturas de injecção deverão ser criteriosamente espaçadas, de forma a garantir que o espaço correspondente a cada uma delas se encontre totalmente preenchido quando a resina surgir na abertura seguinte. Normalmente, adoptar-se-á um espaçamento da mesma ordem de grandeza da profundidade a injectar.

#### **15.06/07/08.22.14 – Demolições e Roços**

Todos os trabalhos de demolição e de desmonte, só poderão ser executados por processos manuais ou com equipamento ligeiro de muito baixa vibração, tal como martelos eléctricos, de forma a não prejudicar a estabilidade estrutural da estrutura.

O Adjudicatário para efeito da demolição a realizar tem que garantir mediante projecto a apresentar a estabilidade das estruturas existentes e bem assim a sua não afectação pelos trabalhos realizados.

As demolições para roços nas paredes para a entrega das lajes, pilares, sapatas ou cintagem, são incluídos nos trabalhos estruturais respectivos em termos de custo por metro cúbico e em conformidade com a sua geometria.

#### **15.06/07/08.22.15 – Peças metálicas a incorporar no betão**

É da responsabilidade e constitui encargo do Adjudicatário a colocação de peças metálicas para fixação posterior da estrutura de revestimento.

As peças serão fixas à cofragem ou às armaduras, de acordo com o plano elaborado pelo Adjudicatário e após aprovação da Fiscalização.

#### **15.06/07/08.22.16 – Aberturas em peças de betão**

Constitui obrigação do Adjudicatário, sem quaisquer encargos para o Dono de Obra a colocação de negativos constituídos por moldes de madeira, prismas de esferovite, ou tubos de plástico, necessários à realização de aberturas, rasgos ou furos para passagem de condutas, canalizações ou tubos.

O posicionamento dos negativos está referenciado nos desenhos de projecto.

É ainda encargo e obrigação do Adjudicatário a colocação de quaisquer outros negativos, não indicados no projecto, desde que o Dono da Obra apresente o respectivo pedido juntamente com o pormenor necessário, até dois dias antes das betonagens.

#### **15.06/07/08.22.17 – Colchões de gabiões**

Prescrições constantes do VOLUME V 04 – OBRAS ACESSÓRIAS – Capítulo 15 deste Caderno de Encargos.

#### **15.06/07/08.22.18 – Muros de gabiões**

Prescrições constantes do VOLUME V 04 – OBRAS ACESSÓRIAS – Capítulo 15 deste Caderno de Encargos.

#### **15.06/07/08.22.19 – Inscrições nos acrotérios**

O Adjudicatário obriga-se a colocar as inscrições e placas nos acrotérios habitualmente utilizadas nas obras da EP.

A Fiscalização fornecerá no decorrer da obra desenhos de pormenor das letras e algarismos, que serão inscritas em baixo relevo, caso não esteja definido nas peças desenhadas do projecto patenteado.

O Adjudicatário deverá ensaiar previamente a disposição a dar às inscrições com a finalidade de ficarem bem alinhadas, desempenadas e com intervalos regulares. A sua execução só será permitida depois de aprovada pela Fiscalização.

#### **15.06/07/08.22.20 – Execução das camadas de regularização e desgaste do tabuleiro**

Prescrições constantes do VOLUME V 03 – PAVIMENTAÇÃO – Capítulo 15, deste Caderno de Encargos.

O pavimento das obras de arte deve ser constituído por duas camadas de misturas betuminosas. A primeira, que terá por função regularizar devidamente o tabuleiro de modo a criar condições adequadas para a execução da camada de desgaste, terá uma espessura mínima de 2 cm e será executada com argamassas betuminosas do tipo das especificadas no Cap. 14 conforme definido no projecto. Em caso de omissão adoptar-se-á o primeiro.

A camada de regularização do tabuleiro só poderá ser executada desde que não existam nas duas direcções ortogonais, irregularidades superiores a 2 cm, quando medidas com a régua de 3 m.

#### **15.06/07/08.22.21 – TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS**

Todos os trabalhos não especificados neste Caderno de Encargos, que forem necessários para o cumprimento da presente empreitada, serão executados com perfeição e solidez, tendo em vista os Regulamentos, Normas e demais legislação em vigor, as indicações do projecto e as instruções da Fiscalização.

#### **15.06/07/08.22.22 – CONTROLO DE QUALIDADE**

Para além das prescrições constantes deste Capítulo, o controlo de qualidade deverá ser realizado de acordo com o tipo e frequência dos ensaios definidos no VOLUME II – CONTROLO DE QUALIDADE, deste Caderno de Encargos.