

CÂMARA MUNICIPAL DE ÁGUEDA

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

PROJECTO DE ESTABILIDADE

EXECUÇÃO
NOVEMBRO DE 2020

ÍNDICE DO PROJECTO DE ESTABILIDADE

Peças Escritas

Termo de Responsabilidade do Autor do Projecto

Habilitações Profissionais do Autor do Projecto

Memória Descritiva e Justificativa

Condições Técnicas de Caderno de Encargos

Peças Desenhadas

Índice das Peças Desenhadas

Peças Desenhadas

PROJECTO DE ESTABILIDADE

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

TERMO DE RESPONSABILIDADE

EXECUÇÃO

NOVEMBRO DE 2020

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO AUTOR DO PROJECTO DE ESTABILIDADE

CRISTOFE CARVALHO VIEGAS, Engenheiro Civil, com domicílio em Largo 4 de Outubro n.º.3, código postal 3840-572, inscrito na Ordem dos Engenheiros, portador da cédula profissional n.º 74529, contribuinte n.º218783540, portador do Cartão de Cidadão n.º 12058796 3ZY2, declara para efeitos do disposto no n.º1 do artigo 10º do Decreto Lei n.º555/99, de 16 de Dezembro, na sua actual redacção, que o **Projecto de Estabilidade** de que é autor, relativo à obra de Alteração e Ampliação de Equipamento Desportivo para Equipamento Cultural – Centro de Interpretação do Rio, sita no Lugar de Alagoa, União de Freguesias de Águeda e Borralha, Concelho de Águeda, requerido por **CÂMARA MUNICIPAL DE ÁGUEDA**, observa as normas técnicas gerais e específicas de construção, bem como as disposições legais e regulamentares aplicáveis, nomeadamente o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (R.E.B.A.P.), o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.) e o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (R.E.A.E.).

Aveiro, 27 de Novembro de 2020
O Técnico Responsável,

Cristofe Carvalho Viegas
Ordem dos Engenheiros n.º74529

PROJECTO DE ESTABILIDADE

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

HABILITAÇÕES PROFISSIONAIS

EXECUÇÃO
NOVEMBRO DE 2020



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO CENTRO

DECLARAÇÃO

O Conselho Diretivo da Região Centro da Ordem dos Engenheiros declara que o Engenheiro Cristofe Carvalho Viegas está inscrito como Membro Efetivo, nesta associação pública profissional, sendo portador da Cédula Profissional n.º 74529, titular do curso de Mestrado em Engenharia Civil pelo(a) Universidade de Aveiro em 22-07-2014, agrupado na(s) Especialidade(s) de Civil desde 31-07-2017, com o título de qualificação de Engenheiro Nível 2, está na efetividade dos seus direitos como Engenheiro.

Ato de Engenharia Elaboração e subscrição de projetos de engenharia relativos a obras de:
- Categorias I e II (estabelecidas no quadro 2 do anexo III da Lei 40/2015);
- Categoria III (estabelecidas no quadro 1 do anexo III da Lei 40/2015);
Coordenação de Projeto, em obras até à classe 4.

Legislação Aplicável Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro, a que se refere o n.º 3, do artigo 10.º, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 66/2019, de 21 de maio;
Lei n.º 31/2009, de 3 de julho, alterada e republicada pela Lei n.º 40/2015, de 1 de junho, a que se referem:
- quadros 1 e 2 do anexo III, conforme estabelecido no n.º 3 do artigo 10.º;
- anexo I, conforme estabelecido no n.º 3 do artigo 4.º;
Portaria 701-H/2008, de 30 de outubro a que se refere o anexo I e II.

Validade A presente declaração destina-se a ser exibida perante as entidades competentes, apenas para efeitos da prática do(s) ato(s) de engenharia nela descritos e é válida pelo prazo de 1 ano.

Assinatura Coimbra, 27 de janeiro de 2020.

ORDEM DOS ENGENHEIROS
Região Centro
Rua Antero de Quental, 107
3000-021 COIMBRA
NIPC.500.839.166

Armando da Silva Afonso
Presidente do Conselho Diretivo

Elementos de validação
Código: NKKVXC35
Ref.º: PCP0002
Declaração n.º: RC16269/2020

Rua Antero de Quental, N.º 107
239855190

www.ordemengenheiros.pt

Para efeitos de validação desta declaração, aceder sigoe.ordemdosengenheiros.pt e introduzir na pesquisa o código de validação acima mencionado, verificando que o documento obtido corresponde a esta declaração.





Data
30 de junho de 2020

Contribuinte n.º
218783540

Apólice n.º
8410179815

Linha Exclusiva
21 794 30 20 | 22 608 11 20
dias úteis,
das 8h30 às 19h00

engenheiros@ageas.pt
www.ageas.pt/engenheiros

Declaração de Seguro de Responsabilidade Civil Profissional Membros da Ordem dos Engenheiros

A Ageas Portugal, Companhia de Seguros, S.A. declara, para os devidos efeitos, que foi realizado o contrato de seguro para os membros da Ordem dos Engenheiros, com as seguintes características:

- Ramo: Responsabilidade Civil Profissional
- Tomador de Seguro: Ordem dos Engenheiros
- N.º Apólice: 8410179815
- Início: 01 de julho de 2018
- Termo: 30 de junho de 2021
- Pessoa Segura: Cristofe Carvalho Viegas
- N.º de Cédula Profissional: 74529
- Âmbito da Cobertura: conforme Condições Particulares e Especiais anexas.
- Capital: 50.000 € por membro, sinistro e anuidade

Informa-se que o seguro identificado regula-se pela Lei do Contrato de Seguro e, segundo o artigo 59.º, a garantia de cobertura de riscos é válida após o recebimento do valor total a pagar pela mesma.

Prevalecerão sempre os termos e condições da apólice 8410179815.

Pela Ageas Portugal,

Orkun Gucuk
Diretor da Técnica e Operações

Gustavo Barreto
Diretor de Marketing e Distribuição

Elementos de validação (Ordem dos Engenheiros)

Código: QADIX7FT | Ref.ª: GM0004B | Declaração n.º: RC19250/2020

Ageas Portugal, Companhia de Seguros, S.A.
Sede: Rua Gonçalo Sampaio, 39, Apart. 4076, 4002-001 Porto. Tel. 22 608 1100.
Matrícula / Pessoa Coletiva N.º 503 454 109. Conservatória de Registo Comercial do Porto. Capital Social 36 970 805 Euros

Ageas Portugal, Companhia de Seguros de Vida, S.A.
Sede: Edifício Ageas, Av. do Mediterrâneo, 1, Parque das Nações, Apart. 8063, 1801-812 Lisboa. Tel. 21 350 6100.
Matrícula / Pessoa Coletiva N.º 502 220 473. Conservatória de Registo Comercial de Lisboa. Capital Social 10 000 000 Euros

Interno

PROJECTO DE ESTABILIDADE

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

EXECUÇÃO
NOVEMBRO DE 2020

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Descrição geral da superestrutura	1
3. Solução estrutural	2
3. Materiais: condições de execução	4
3.1. BETÃO.....	4
3.2. ARMADURAS	5
3.3. ELEMENTOS METÁLICOS	6
3.4. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS MATERIAIS	6
4. Execução.....	7
5. Fundações.....	7
6. Acções consideradas no dimensionamento.....	8
6.1. ACÇÕES PERMANENTES	8
6.2. ACÇÕES VARIÁVEIS	8
6.3. ACÇÃO SÍSMICA	9
7. Determinação de esforços	9
8. Dimensionamento dos elementos das estruturas	9
9. Outras indicações	10
condições técnicas de caderno de encargos	30
1. Prescrições de carácter geral	1
2. Ligantes.....	2
3. Inertes.....	2
4. Armaduras	4
5. Água de amassadura	5
6. Composição dos betões.....	6
7. Fabrico	7
8. Betonagens.....	9
9. Cura do betão	13
10. Betonagem em tempo frio	14
11. Juntas de dilatação, retracção e betonagem	16
12. Acabamento do betão	17

13. Canalizações e elementos diversos a embeter ou a fixar no betão	19
14. Estrutura metálica - generalidades	19
15. Elementos de aço estrutural	20
16. Tratamento anti-corrosivo	21
17. Soldadura.....	24
18. Ligações aparafusadas.....	27
19. Montagem na obra.....	31
20. Tolerâncias de fabricação e montagem de estruturas.....	34
critérios de medição	37

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Requerente: CÂMARA MUNICIPAL DE ÁGUEDA
Localização: Rua Berio Marques, Águeda
Destino: Alteração e Ampliação de Equipamento Desportivo para Equipamento Cultural – Centro de Interpretação do Rio

1. INTRODUÇÃO

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa do projecto de Estabilidade/Reforço Estrutural relativo à obra de Alteração e Ampliação de Equipamento Desportivo para Equipamento Cultural – Centro de Interpretação do Rio, que o requerente, CÂMARA MUNICIPAL DE ÁGUEDA pretende levar a cabo, num terreno, sito Rua Berio Marques, União de Freguesias de Águeda e Borralha, Concelho de Águeda e Distrito de Aveiro.

O presente projecto de estabilidade tem como objectivo estabelecer os critérios e procedimentos a adoptar no reforço estrutural de edifício existente, através a introdução de novos elementos estruturais metálicos ao nível da sua estrutura aérea, na execução de uma rampa metálica exterior de acesso ao primeiro piso do mesmo, e na execução de uma estrutura de suporte ao novo elevador.

2. DESCRIÇÃO GERAL DA SUPERSTRUTURA

O edifício em análise foi construído no final dos anos 90, tendo uma área de implantação de aproximadamente 222 m², desenvolvendo-se verticalmente em rés-do-chão, e 1 piso elevado com carácter de utilização desconhecido, no que diz respeito a sobre cargas regulamentares de utilização.

Depois da intervenção, o edifício servirá de base para instalação do *Centro de Interpretação do Rio*, onde as implicações arquitectónicas, nomeadamente a instalação 3 elementos expositores – Aquários levam à necessidade de reforço estrutural no edifício.

Trata-se de uma construção em estrutura metálica, composta por pórticos ortogonais de vigas (HEB180) e pilares (HEB220), sendo 8 longitudinais e 3 transversais. Como estrutura portante secundária, apresentam-se dispostos troços de tubo RHS90x50, afastados de 0.47m, onde assentam um soalho em madeira, tendo a fundação de laje, que recebe o revestimento do pavimento. Todos os esforços da estrutura são transmitidos ao terreno através de fundações directas, conforme o projecto original.

3. SOLUÇÃO ESTRUTURAL

O presente projecto de reforço tem como base os elementos referentes ao projecto original do edificado e da visita realizada ao local onde, de forma sucinta, se observou:

- Em nenhuma situação foi possível aferir as reais condições de apoio dos vários pilares em perfil metálico existentes;
- Não foi possível aferir o real estado das fundações primitivas;
- O facto de existir um tecto falso no **Piso1**, associado a um desvão de cobertura elevado e à pouca luminosidade nesse local, dificultou bastante e condicionou o trabalho de inspecção, fundamentalmente ao nível da observação do detalhe dos perfis metálicos da cobertura e das respectivas ligações, no entanto, em alguns pontos, verifica-se a coerência entre o projecto original e ao executado (Vigas principais em HEB180 e vigas secundárias em perfil tubular);
- Analogamente ao tecto do **Piso1**, o tecto do R/Chão encontra-se revestido, situação esta que dificultou a observação de todos os elementos estruturais. No entanto, em alguns pontos, verifica-se a coerência entre o projecto original e ao executado (Vigas principais em HEB180 e vigas secundárias em perfil tubular);
- Em várias peças em perfil metálico não foi possível visualizá-las na sua total extensão, uma vez que se encontravam, total ou parcialmente, revestidas com materiais de acabamento existentes;
- Todas as uniões observadas entre elementos estruturais detectadas, sem excepção, encontram-se realizadas através de soldadura, ao contrário do indicado nos desenhos de pormenor do projecto de estabilidade original;
- A malha estrutural do piso 1, no que diz à localização dos elementos primários, não é compatível com a localização das fixações da estrutura de suporte dos expositores;
- A inspecção visual efectuada não evidencia deformações ou mecanismos localizados de rotura, o que leva a entender resulta do elevado grau de hiperstaticidade da estrutura.

Em suma, confrontando a realidade observada no local com os elementos de projecto original das pré-existências, ao nível estrutural, constata-se coerência entre as plantas estruturais, concluindo-se que para as novas solicitações, refere-se o peso novos aquários e sobrecargas regulamentares, é necessário o reforço estrutural através a introdução de novos elementos estruturais, ao nível da sua estrutura aérea (Piso do 1º Andar). Salienta-se que a entidade executante deverá verificar o estado de

conservação das as uniões soldadas existentes, designadamente entre os pilares e as vigas primitivas, bem como se houve a preocupação de um processo de ligação física eficaz entre as peças, como por exemplo, se os cordões de soldaduras são contínuos.

A solução proposta, tendo em vista a reforço estrutural ao nível do 1º piso do edifício, procurou fundamentalmente reforçar, segundo os eixos horizontais, a estrutura interior dos pórticos ortogonais existentes, aplicando uma viga metálica, com secção HEB160 sob as fixações da estrutura de suporte dos aquários. Estas vigas de reforço, apresentam ligações entre as vigas primitivas, de forma a transmitir o mínimo de momento flector, admitindo-se assim um funcionamento das vigas somente a esforços corte, que compatibilizam os deslocamentos da estrutura quando sujeitos às acções verticais e horizontais, mas sem qualquer transmissão de esforços de flexão, conforme estas peças desenhadas. Com este princípio de análise assume-se a redistribuição de esforços imposta à estrutura actual, aquando da imposição do carregamento dos expositores, apresentando-se com capacidade resistente e equilibrada depois da intervenção descrita neste projecto. Assim, a instalação/fixação dos expositores deverá respeitar precisamente a localização definida no projecto.

Na zona Posterior ao edifício existente, prevê-se a execução de uma estrutura de suporte para um ascensor vertical, num sistema reticulado acoplado a uma parede resistente materializado em betão armado, onde serão fixados todos os mecanismos respectivos ao ascensor. No topo da estrutura será executada uma laje maciça com 20cm de espessura.

Esta estrutura será apoiada em fundações com as dimensões apresentadas nas peças desenhadas, a executar parcialmente sobre as sapatas existentes, ou não, dependendo da profundidade a que estas venham a ser constatadas. Está prevista a aplicação de betão ciclópico junto às fundações existente, nos locais onde serão executadas as novas fundações, de modo a reforçar e estabilizar o terreno adjacente às mesmas.

Para a definição da rampa exterior, foi concebida uma estrutura de suporte, constituída genericamente por pórticos bidimensionais simples, materializados por elementos metálicos nos pilares e vigas, sobre os quais actuam as acções verticais principais, tendo também a função de resistir às acções horizontais.

Estas estruturas porticadas serão constituídas por conjuntos de vários pórticos resistentes, posicionados segundo o maior desenvolvimento em planta, sendo o maior vão de aproximadamente 8.61m. O último pórtico, apresentando o desenvolvimento quase perpendicular ao primeiro, deve garantir a transmissão rígida e directa de todos os esforços na ligação ao anterior, permitindo um funcionamento de conjunto

da estrutura, através do incremento de resistência aos esforços horizontais e torsões actuantes. No perfil primário da estrutura principal da rampa, serão soldados perfis IPE200, que irão materializar a fixação do revestimento de pavimento da rampa.

As ligações dos pilares metálicos aos elementos de betão armado serão efectuadas através de chumbadouros com os diâmetros indicados nas peças desenhadas, conforme os pormenores desenhados deste projecto. Estes elementos serão apoiados em 4 plintos de aproximação, que por sua vez apoiam em sapatas de fundação com as dimensões apresentadas nas peças desenhadas em anexo. Dado que não foi realizado estudo geológico e geotécnico considerou-se que as sapatas ficarão apoiadas à cota obtida após a decapagem. Assim, os plintos de aproximação terão no máximo uma altura de 0.50 m, valor que corresponde à situação mais gravosa e valor que deverá ser aferido caso a caso no decorrer da obra.

As ligações entre os pilares e as vigas metálicas serão aparafusadas e serão utilizados parafusos de elevada resistência, da classe de resistência 8.8, do tipo "PECOL" ou equivalente.

O patamar de acesso ao 1º andar, também será executada em estrutura metálica composta por perfis HEA200, HEA180 e IPE180. Este patamar apresenta uma fixação à estrutura existente na extremidade do edifício, no único pilar de betão, através de ancoragens química do tipo HIT-HY200-A+HIT-Z, ou equivalente. Salienta-se que antes de se efectuar esta operação, a entidade executante, através de ensaios destrutivos, deverá garantir que este pilar é um elemento estrutural, apresentando armadura (longitudinal e transversal), confirmar se a secção do pilar é superior a (25x25), que este se encontra vinculado à sapata adjacente, uma vez que o projecto de estabilidade no original do edificado não consta numa informação relativamente ao elemento mencionado.

3. MATERIAIS: CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO

3.1. BETÃO

O betão a utilizar nas superestruturas será da classe **C25/30** (NP EN 206-1: C25/30.XC2.Cl0,4.Dmáx20.S4) para elementos de fundação, e **C25/30** (NP EN 206-1: C25/30.XC1.Cl0,4.Dmáx20.S3) para os restantes elementos, devendo ter as dosagens de cimento Portland Normal, água e inertes por m³ de betão colocado em obra, indicadas na regulamentação em vigor.

Atendendo à classe de resistência do betão proposto, à agressividade do meio, que se considera moderadamente agressivo, e ao facto de este edifício ficar exposto a um ambiente moderadamente

húmido com pequena variação da humidade relativa, considera-se um recobrimento mínimo de 3 cm para pilares, 4 cm para vigas, e de 3 cm para elementos laminares (lajes).

A amassadura será executada em betoneira mecânica, com água sem impurezas, devendo os inertes estar limpos e isentos de argila, matéria orgânica ou qualquer outra que possa afectar a resistência do betão. As propriedades do material deverão ser as constantes no Capítulo IV do R.E.B.A.P. (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado).

Os trabalhos com o fabrico, transporte, colocação, compactação, cura e todas as operações relacionadas com obras em betão ou betão armado serão executados de acordo com os regulamentos e normas portuguesas aplicáveis, em especial com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP) e o Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos (RBLH).

Todos os elementos em betão armado em contacto com o terreno (sapatas, lajes térreas, vigas e lintéis de fundação) serão executados com betão da classe referida aditivado com produto à base de sílica de fumo, do tipo SIKACRETE HD da SIKA, ou equivalente, com o objectivo de aumentar a sua compacidade, diminuindo o seu índice de vazios, tornando assim o betão “hidrófugo”.

Todas as superfícies betonadas que não respeitem as condições técnicas do presente projecto, poderão ser demolidas por ordem expressa da Fiscalização, com registo obrigatório no Livro de Obra, ou, caso a anomalia seja reparável, só poderão ser reparadas com os seguintes materiais e nas condições indicadas:

- SIKA MONOTOP 620, ou equivalente: em reparações da superfície de betão até 5 mm de espessura máxima;
- SIKA MONOTOP 612, ou equivalente: em reparações da superfície de betão de 5 mm até 20 mm de espessura máxima.

3.2. ARMADURAS

O aço a aplicar nas armaduras do betão armado será da classe **A500 NR**, nervurado, sendo nas redes electrossoldadas de aço da classe **A500**, limpo de ferrugem solta ou de quaisquer outras matérias que possam afectar a sua aderência ou durabilidade.

As armaduras serão colocadas conforme as disposições construtivas regulamentares e respeitando o constante no Capítulo IV do R.E.B.A.P.

As secções, comprimentos e formas são as determinadas pelo cálculo, indicando-se nas peças desenhadas anexas e nos anexos de cálculo complementares a este projecto de especialidade.

3.3. ELEMENTOS METÁLICOS

A estrutura será constituída pelos perfis metálicos indicados nas peças desenhadas, com os seguintes tipos de aço:

- Aço S275 (Fe 430; $F_{yd} = 275$ MPa) em perfis laminados e chapas de ligação;
- Aço S355 (Fe 510; $F_{yd} = 355$ MPa) em material de soldadura e chumbadouros;

Os perfis de aço serão decapados a gralha de aço ao grau SA 2 1/2, preparados com metalização a frio em epoxy rico em zinco a 80 microns e tinta anticorrosiva e intumescente, nos elementos metálicos exteriores e interiores, respectivamente, com a espessura necessária para garantir resistência ao fogo, de acordo com o projecto de SCIE, caso necessário, e acabamento acrílico ignífugo à cor a definir no projecto de arquitectura.

Todos os trabalhos relacionados com o fabrico, transporte e montagem da estrutura metálica serão executados de acordo com os regulamentos e normas portuguesas aplicáveis, designadamente o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (R.E.A.E.) e o Eurocódigo 3.

3.4. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS MATERIAIS

• Betão:

Superestrutura:	C25/30
Módulo de elasticidade:	$E_c = 30.5$ GPa
Tensão de rotura de cálculo à compressão:	$f_{cd} = 16.7$ MPa
Tensão de rotura de cálculo à tracção:	$f_{ctd} = 1.73$ MPa
Recobrimento de Armaduras:	3.0cm em elementos não laminares 3.0 cm em elementos laminares

• Armaduras:

Armaduras para betão armado:	A500NR
Módulo de elasticidade:	$E_s = 200$ GPa
Tensão de cedência característica:	$f_{yk} = 500$ MPa
Tensão de rotura característica:	$f_{uk} = 550$ MPa

Tensão de cedência de cálculo:

$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

4. EXECUÇÃO

A execução dos trabalhos de betão armado terão em conta todas as disposições contidas no R.E.B.A.P., devendo observar-se particularmente o disposto nos Artigos 152º a 158º, na realização dos moldes e armaduras.

Os moldes e cimbres, assim como os respectivos contraventamentos e escoramentos, deverão satisfazer o preceituado no Art. 152º do R.E.B.A.P. As operações de desmoldagem e descimbramento deverão ser executadas sem provocar grandes esforços, choques ou vibrações na estrutura, de acordo com o estipulado no Art. 153º do R.E.B.A.P.

Os moldes e cimbres deverão ser executados de forma a suportarem com segurança as acções a que vão estar sujeitos e serão estanques. Para tal, deverão utilizar-se materiais em boas condições e perfeitamente desempenados, usando-se todos os cuidados na sua concepção.

Os prazos mínimos a respeitar para a desmoldagem parcial, serão de 7 dias para os elementos que não fiquem imediatamente sujeitos às cargas para que foram dimensionados. Estes últimos deverão ser suportados por cofragem e prumos que apenas serão retirados aos 28 dias.

As dimensões dos pilares, vigas e lajes, são as constantes nas peças desenhadas, devendo satisfazer em obra as seguintes tolerâncias máximas:

- Largura dos Pilares:	1.0 cm
- Largura das Vigas:	1.0 cm
- Altura Total das Lajes:	0.5 cm
- Altura Total das Vigas:	1.0 cm

A tolerância máxima para o recobrimento dos elementos em betão armado será de 0.5 cm para a superestrutura e de 1.0 cm para as fundações.

5. FUNDAÇÕES

A profundidade de assentamento das sapatas será a necessária para uma implantação segura das mesmas e de modo a que a abertura dos caboucos para a sua execução não comprometa a segurança das paredes que lhes são adjacentes.

Analogamente aos pressupostos considerados no projecto de estabilidade que serviu de base ao edificado existente, no dimensionamento das novas fundações, e na verificação das fundações existentes, considerou-se uma tensão de segurança do solo de 100 kN/m², devendo este valor ser posteriormente confirmado em obra.

De modo a estabilizar e reforçar a camada base das fundações previstas neste projecto, serão executados poços de betão ciclópico, sendo a espessura do mesmo a confirmar em obra, confirmando a profundidade dos poços existentes.

6. ACÇÕES CONSIDERADAS NO DIMENSIONAMENTO

Na determinação das acções nas estruturas, bem como nas suas posteriores combinações, visando os efeitos mais desfavoráveis na verificação da estabilidade das diversas partes das estruturas, seguiram-se as previsões do Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.), Regulamento de Estruturas de Aços para Edifícios (R.E.A.E) e o Eurocódigo nº 3 (EC3), tendo sido consideradas as acções permanentes, as acções variáveis, a acção do vento e a acção do sismo.

6.1. ACÇÕES PERMANENTES

As acções permanentes foram quantificadas tendo por base os seguintes pesos volúmicos e características dos materiais:

- Betão Armado:	25 kN/m ³
- Elementos Metálicos:	77 kN/m ³
- Paredes Exteriores:	4.00 kN/m
- Revestimentos de Pavimentos:	1.0 kN/m ²
- Revestimentos de Coberturas:	1.0 kN/m ²
- Paredes Divisórias:	1.0 kN/m ²

6.2. ACÇÕES VARIÁVEIS

As acções variáveis consideradas são as sobrecargas previstas nos Artigos 34º, 35º e 37º do R.S.A. Estas sobrecargas foram fixas atendendo ao tipo de utilização previsto para as diversas partes do edifício em estudo, tendo-se considerado:

- Pavimentos Interiores* (considerado no projecto primário):	3.0 kN/m ²
- Pavimentos Exteriores(art.º 37.1):	5.0 kN/m ²
- Cobertura:	0.3 kN/m ²
- Água:	10.0 kN/m ³

Salienta-se a consideração da alternância e da não simultaneidade das sobrecargas induzidas na movimentação dos aquários de quarentena e a sobrecarga de utilização no pavimento interior do piso1.

6.3. Acção Sísmica

A acção do sismo considerada é a definida no Capítulo VII do R.S.A., a qual foi aplicada na estrutura reticulada em betão armado, com as seguintes características:

Aceleração sísmica de referência:	0.036·g
Nos Açores:	Não
Aceleração sísmica de cálculo:	0.04·g
Grau de sismicidade:	Muito baixa
Coeficiente de comportamento:	q = 4.55
Valor básico do coeficiente de comportamento:	q0 = 4.55
Tipo de espectro:	1

7. DETERMINAÇÃO DE ESFORÇOS

Os esforços considerados no dimensionamento das várias peças que compõem estas estruturas foram obtidos por cálculo automático, através do uso de software especializado que utiliza o “Método dos Deslocamentos”, pontualmente complementada com cálculos manuais, considerando as diversas combinações de acções preconizadas no R.S.A.

8. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DAS ESTRUTURAS

A determinação dos esforços e deslocamentos dos diversos elementos estruturais, foi executado com recurso ao software de cálculo indicado, tendo o dimensionamento dos elementos estruturais sido elaborado de acordo com a legislação em vigor, designadamente o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (R.E.B.A.P.) e o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.), através do uso do mesmo software, tendo-se verificado:

- Nas vigas, a capacidade resistente das secções aos esforços transversos, de flexão, bem como os estados limites últimos de fendilhação e de deformação;
- Nas lajes aligeiradas, os valores máximos dos esforços resistentes dos respectivos documentos de homologação do LNEC, bem como os estados limite últimos e de deformação;
- Nas lajes maciças, a capacidade resistente das secções aos esforços transversos e de flexão, bem como os estados limites últimos de fendilhação e de deformação;

- Nos pilares a capacidade resistente das secções aos esforços transversos, de flexão (pura, composta e desviada) e normal, bem como o estado limite último de encurvadura.

9. OUTRAS INDICAÇÕES

Os trabalhos que constituem a empreitada deverão ser executados com competência e cuidado, buscando sempre, durante a obra e para a mesma, a máxima perfeição, de acordo com as melhores regras da construção civil.

Os materiais de construção a aplicar serão os definidos no presente projecto, devendo, necessária e indispensavelmente, ser sempre de boa qualidade e satisfazer às condições exigidas para os fins a que se destinam, não podendo ser aplicados sem a prévia aprovação da fiscalização, sendo suas características estabelecidas mantidas constantes até ao final da obra.

O empreiteiro obriga-se a apresentar, previamente, à aprovação da fiscalização da obra, sempre que esta julgar necessário, amostras dos materiais a empregar, necessária e indispensavelmente acompanhadas dos documentos de homologação, certificados de origem e garantia, especificação do fabrico, composição e condições de armazenagem a atender.

Todos os materiais a aplicar na empreitada deverão obedecer a:

- a) sendo materiais nacionais, às normas portuguesas, documentos de homologação de laboratórios oficiais, regulamentos em vigor e especificações constantes deste projecto;
- b) sendo materiais estrangeiros, às normas e regulamentos em vigor no país de origem, caso não existam normas nacionais que lhes sejam aplicáveis.

Os materiais deterioráveis pela acção de agentes atmosféricos serão obrigatoriamente depositados em armazéns fechados que ofereçam segurança e protecção contra a humidade do solo, do ambiente no local da obra e de todo o tipo de intempéries.

O empreiteiro assegurará a guarda e conservação dos materiais durante o seu armazenamento e depósito. Rejeita-se qualquer responsabilidade por prejuízos que possam ocorrer nos materiais da empreitada, antes da recepção provisória, sejam quais forem as circunstâncias que tenham originado tais prejuízos.

Todos os materiais que se deterioreem e/ou não satisfaçam as condições estabelecidas serão rejeitados e considerados como não fornecidos, devendo de imediato o empreiteiro removê-los, por sua conta, para fora do local da obra. Se tal não acontecer, mandará a fiscalização efectuar a remoção, por conta do empreiteiro, que não terá direito a qualquer indemnização pelo extravio ou outra aplicação que seja dada aos materiais removidos. Todos os encargos, quer com cargas, descargas, seguros, etc., serão unicamente da conta do empreiteiro, não sendo motivo para qualquer reclamação o facto de os materiais, já onerados com os preços de transporte, virem a ser rejeitados.

Nenhum trabalho especificado neste projecto poderá vir a ser executado sem que o empreiteiro tenha esclarecido previamente qualquer dúvida que haja sobre o mesmo, para o que consultará a fiscalização. Um trabalho realizado com base em elementos deficientes ou errados, quando se prove que essas deficiências ou erros deveriam ser do conhecimento do empreiteiro, será imediatamente por este refeito e à sua responsabilidade.

Antes de iniciar os trabalhos, o empreiteiro deverá dar conhecimento imediato à fiscalização de quaisquer anomalias nas cotas ou dimensões que porventura tenha encontrado, cabendo ao empreiteiro todas as responsabilidades por diferenças em relação ao previsto que posteriormente vierem a ser encontradas, caso a fiscalização delas não tenha tido conhecimento.

Compete ao empreiteiro a realização de todos os trabalhos necessários à execução da empreitada, competindo à fiscalização a verificação dos mesmos, ficando no entanto bem expresso que, em caso algum, o empreiteiro se poderá eximir a refazer o trabalho mal implantado por ausência desta verificação.

Serão imediatamente demolidos e depois reconstruídos, por conta do empreiteiro, todo e qualquer trabalho que a fiscalização venha a considerar inaceitável, por não obedecer às condições estabelecidas neste projecto. Se o empreiteiro não der cumprimento ao que assim se determinar, serão os trabalhos mandados a demolir e a reconstruir, por conta do empreiteiro.

O empreiteiro obriga-se a ter, atempadamente, no local da obra, em quantidade e em bom estado, os materiais e as máquinas, ferramentas e outros utensílios necessários à boa execução da empreitada e para que esta seja realizada no prazo fixado.

A particularidade das tarefas especificadas neste projecto, que obrigam a execução de trabalhos em uma construção existente, e a importância do mais rigoroso atendimento dos pormenores executivos estabelecidos, obrigam a que o empreiteiro trabalhe sempre com o directo apoio do projectista/fiscalização.

10. OUTRAS INDICAÇÕES

Em caso de dúvida, erro detectado ou omissão de qualquer natureza, verificado em fase de construção, o executante deverá comunicar o facto ao projectista por escrito, não sendo imputável a este qualquer responsabilidade caso esta disposição não seja respeitada.

Em tudo o omissos serão respeitadas as disposições regulamentares aplicáveis.

Aveiro, 27 de Novembro de 2020
O Técnico Responsável,

Cristofe Carvalho Viegas
Ordem dos Engenheiros n.º74529

PROJECTO DE ESTABILIDADE

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

PEÇAS DESENHADAS

EXECUÇÃO

NOVEMBRO DE 2020

ÍNDICE DE PEÇAS DESENHADAS

Desenho N.º	Descrição	Escala
00720.01.01	Planta de Implantação/Localização	1/250
00720.01.02	Planta de Fundações e Pormenores Tipo	1/50 1/25
00720.01.03	Planta do Piso0 e Cobertura- Estrutura do Elevador e Rampa Metálica	1/50 1/25
00720.01.04	Planta do Piso 1 - Reforço Estrutural Interior e Rampa Metálica	1/50
00720.01.05	Planta do Piso1 e Ligações Aparafusadas	1/50 1/10
00720.01.06	Cortes Tipo	1/50

PROJECTO DE ESTABILIDADE

EXECUÇÃO

NOVEMBRO DE 2020

LISTA DE LAYERS

S.. Name	O.	F..	V.	L.	P.	Color	VP C...	Linetype	VP Linet...	Lineweig...	VP Linew...	Transp...	VP Tra...	N. Descript
000_XREF						252	252	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00 Limite do Terreno						10	10	OVR-X-...	OVR-X-...	0.35...	0.35...	0	0	
00_EST_0						wh...	wh...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_005						9	9	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_010						8	8	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_10						10	10	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_018						40	40	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_025						yel...	yel...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_035						red	red	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_41						41	41	Continu...	Continu...	0.18...	0.18...	0	0	
00_EST_050						ma...	ma...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_070						blue	blue	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_250						250	250	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_251						251	251	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_253						253	253	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_254						254	254	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_255						255	255	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Alinhamen...						8	8	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Arranque d...						41	41	Continu...	Continu...	0.20...	0.20...	0	0	
00_EST_Contra Bal...						40	40	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Cotas						140	140	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Fundações						red	red	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Fundações...						wh...	wh...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Fundações...						253	253	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Lajes						wh...	wh...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Lajes_Texto						wh...	wh...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Lajes_Trama						253	253	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_50x1.5						36	36	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_100x1.5						98	98	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_150x1.5						160	160	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_200x1.5						31	31	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_250x2						212	212	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_250x2.5						30	30	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Max_250x2...						133	133	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Muros						10	10	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Muros_Texto						wh...	wh...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Outros						cyan	cyan	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Pilar estrut...						182	182	Continu...	Continu...	0.20...	0.20...	0	0	
00_EST_Pilares						red	red	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Pilares Exis...						8	8	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Pilares_Texto						40	40	Continua	Continua	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Pilares_Tra...						251	251	Continua	Continua	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Quadros e...						wh...	wh...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Vigas						wh...	wh...	Continua	Continua	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Vigas exist...						8	8	Continua	Continua	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Vigas_LCen...						40	40	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	
00_EST_Vigas_Texto						40	40	Continua	Continua	Defa...	Defa...	0	0	
00_Vport						ma...	ma...	Continu...	Continu...	Defa...	Defa...	0	0	

PROJECTO DE ESTABILIDADE

EXECUÇÃO

NOVEMBRO DE 2020

PROJECTO DE ESTABILIDADE

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

ANEXOS DE CÁLCULO

EXECUÇÃO
NOVEMBRO DE 2020

FUNDAÇÕES

1 Sapata distribuída: Fundação211

1.1 Dados básicos

1.1.1 Suposições

- Cálculos geotécnicos de acordo com : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Cálculos de concreto de acordo com : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seleção do formato : sapata quadrada

1.1.2 Geometria:

A	= 2.80 (m)	a	= 0.50 (m)
B	= 2.80 (m)	b	= 0.50 (m)
h1	= 0.50 (m)	e _x	= 0.00 (m)
h2	= 0.50 (m)	e _y	= 0.00 (m)
h4	= 0.05 (m)		

a' = 50.0 (cm)

b' = 50.0 (cm)

c_{nom1} = 6.0 (cm)

c_{nom2} = 6.0 (cm)

Desvios de cobertura: C_{dev} = 1.0(cm), C_{dur} = 0.0(cm)

1.1.3 Materiais

- Concreto : C25/30; Resistência característica = 25.00 MPa
Peso unitário = 2501.36 (kg/m³)
Distribuição de tensões retangulares [3.1.7(3)]
- Armadura longitudinal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
Classe de ductilidade: C
Ramificação horizontal do diagrama de tensão-esforço
- Armadura transversal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
- Armadura adicional: : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa

1.2 Projeto geotécnico

1.2.1 Suposições

- Coeficiente de redução de coesão:: 0.00
- Fundação pré-moldada suave 6.5.3 (10)
- Deslizamento com pressão do solo considerada: para as direções X e Y
- Condições sem drenagem
- Abordagem de projeto: 1
A1 + M1 + R1
g_f = 1.00

$g_{c'} = 1.00$
 $g_{cu} = 1.00$
 $g_{qu} = 1.00$
 $g_g = 1.00$
 $g_{R,v} = 1.00$
 $g_{R,h} = 1.00$
 $A2 + M2 + R1$
 $g_{f'} = 1.25$
 $g_{c'} = 1.25$
 $g_{cu} = 1.40$
 $g_{qu} = 1.40$
 $g_g = 1.00$
 $g_{R,v} = 1.00$
 $g_{R,h} = 1.00$

1.2.2 Solo:

Nível do solo:	N_1	= 0.00 (m)
Nível do pilar da coluna:	N_a	= 0.00 (m)
Nível mínimo de referência:	N_f	= -0.50 (m)

Silty gravel

- Nível do solo: 0.00 (m)
- Peso unitário: 2192.39 (kG/m³)
- Peso da unidade de sólido: 2712.45 (kG/m³)
- Ângulo de atrito interno: 16.0 (Deg)
- Coesão: 0.02 (MPa)

1.2.3 Estados limite

Cálculos de tensão

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas
 Combinação do projeto **ULS : ULS/29=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50** **N=115.94 Mx=-1.23 My=-2.03 Fx=-0.57 Fy=0.35**
 Fatores de carga: **1.35 * Peso da fundação**
1.35 * Peso do solo
 Resultados do cálculo: No nível da fundação
 Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 244.10$ (kN)
 Carga de projeto:
 $N_r = 360.04$ (kN) $M_x = -1.58$ (kN*m) $M_y = -2.61$ (kN*m)

Método de cálculo da tensão tolerável: Semi-empírico - limite de tensão

Excentricidade da carga:
 $|e_B| = 0.01$ (m) $|e_L| = 0.00$ (m)
 Dimensões da fundação equivalente:
 $B' = B - 2|e_B| = 2.79$ (m)
 $L' = L - 2|e_L| = 2.79$ (m)

$$q_u = 0.10 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0.04 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1.00 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1.29$$

$$q'_{o} = 0.02 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_{o} = 0.08 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Tensão no solo: } q_{ref} = 0.05 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Fator de segurança: } q_{lim} / q_{ref} = 1.649 > 1$$

Levantamento

Levantamento em ELU

$$\text{Combinação do projeto} \quad \text{ULS : } ULS/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90 \quad N=115.94 \quad M_x=-1.23 \quad M_y=-2.03 \quad F_x=-0.57 \quad F_y=0.35$$

$$\text{Fatores de carga: } 1.00 * \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 * \text{Peso do solo}$$

$$\text{Área de contato: } s = 0.01$$

$$s_{lim} = 0.17$$

Deslizamento

$$\text{Combinação do projeto} \quad \text{ULS : } ULS/43 = 1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90 \quad N=23.04 \quad M_x=-0.68 \quad M_y=-1.13 \quad F_x=-0.32 \quad F_y=0.19$$

$$\text{Fatores de carga: } 1.00 * \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 * \text{Peso do solo}$$

$$\text{Peso da fundação e do solo sobre ela: } G_r = 180.82 \text{ (kN)}$$

$$\text{Carga de projeto:}$$

$$N_r = 203.86 \text{ (kN)} \quad M_x = -0.87 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -1.45 \text{ (kN*m)}$$

$$\text{Dimensões da fundação equivalente: } A_{-} = 2.80 \text{ (m)} \quad B_{-} = 2.80 \text{ (m)}$$

$$\text{Área de deslizamento: } 7.84 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Coeficiente de atrito do solo/fundação: } \tan(\delta) = 0.19$$

$$\text{Coesão: } c_u = 0.03 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Pressão do solo considerada:}$$

$$H_x = -0.32 \text{ (kN)} \quad H_y = 0.19 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = 19.88 \text{ (kN)} \quad P_{py} = -19.88 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = -6.41 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = 6.41 \text{ (kN)}$$

$$\text{Valor da força de deslizamento} \quad H_d = 0.00 \text{ (kN)}$$

$$\text{Valor da força que impede o deslizamento da fundação:}$$

$$\text{- No nível da fundação: } R_d = 81.54 \text{ (kN)}$$

$$\text{Estabilidade para deslizamento: } \infty$$

Assentamento médio

$$\text{Tipo de solo sob a fundação: sem camadas}$$

$$\text{Combinação do projeto} \quad \text{SLS : } SLS/CHR/1 = 1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 + 7*0.60 \quad N=79.61 \quad M_x=-0.84 \quad M_y=-1.38 \quad F_x=-0.34 \quad F_y=0.21$$

$$\text{Fatores de carga: } 1.00 * \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 * \text{Peso do solo}$$

$$\text{Peso da fundação e do solo sobre ela: } G_r = 180.82 \text{ (kN)}$$

$$\text{Tensão média causada pela carga de projeto: } q = 0.03 \text{ (MPa)}$$

Espessura do solo com assentamento ativo: $z = 1.40$ (m)

Tensão no nível z :

- Adicional: $s_{zd} = 0.01$ (MPa)

- Causado pelo peso do solo: $s_{zg} = 0.05$ (MPa)

Assentamento:

- Original $s' = 0.0$ (cm)

- Secundário $s'' = 0.0$ (cm)

- TOTAL $S = 0.0$ (cm) < $S_{adm} = 5.0$ (cm)

Fator de segurança: $167.5 > 1$

Diferença de assentamento

Combinação do projeto **SLS : $SLS:FRE/48 = 1*1.00 + 4*1.00 + 2*0.50 + 3*0.50 + 5*0.50 + 6*0.50$** $N=51.32$ $M_x=-0.55$ $M_y=-0.91$ $F_x=-0.26$ $F_y=0.16$

Fatores de carga: **1.00** * Peso da fundação

1.00 * Peso do solo

Diferença de assentamento: $S = 0.0$ (cm) < $S_{adm} = 5.0$ (cm)

Fator de segurança: $494 > 1$

Rotação

Em torno do eixo OX

Combinação do projeto **ULS : $ULS/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$** $N=115.94$ $M_x=-1.23$ $M_y=-2.03$ $F_x=-0.57$ $F_y=0.35$

Fatores de carga: **1.00** * Peso da fundação

1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: $Gr = 180.82$ (kN)

Carga de projeto:

$N_r = 296.75$ (kN) $M_x = -1.58$ (kN*m) $M_y = -2.61$ (kN*m)

Momento de estabilidade: $M_{stab} = 415.46$ (kN*m)

Momento de rotação: $M_{renv} = 1.58$ (kN*m)

Estabilidade para rotação: $263.3 > 1$

Em torno do eixo OY

Combinação do projeto: **ULS : $ULS/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$** $N=115.94$ $M_x=-1.23$ $M_y=-2.03$ $F_x=-0.57$ $F_y=0.35$

Fatores de carga: **1.00** * Peso da fundação

1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: $Gr = 180.82$ (kN)

Carga de projeto:

$N_r = 296.75$ (kN) $M_x = -1.58$ (kN*m) $M_y = -2.61$ (kN*m)

Momento de estabilidade: $M_{stab} = 415.46$ (kN*m)

Momento de rotação: $M_{renv} = 2.61$ (kN*m)

Estabilidade para rotação: $159.4 > 1$

1.3 Projeto de CA

1.3.1 Suposições

- Exposição : X0
- Classe de estrutura : S1

1.3.2 Análise da punção e do cisalhamento

Perfuração

Combinação do projeto	ULS : $ULS/29=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50$
N=115.94 Mx=-1.23 My=-2.03 Fx=-0.57 Fy=0.35	
Fatores de carga:	1.35 * Peso da fundação 1.35 * Peso do solo
Carga de projeto:	
Nr = 360.04 (kN) Mx = -1.58 (kN*m)	My = -2.61 (kN*m)
Comprimento da circunferência crítica:	4.70 (m)
Força de punção:	91.03 (kN)
Altura de seção efetiva	heff = 0.43 (m)
Taxa de armadura:	r = 0.14 %
Tensão de cisalhamento:	0.05 (MPa)
Tensão de cisalhamento tolerável:	0.76 (MPa)
Fator de segurança:	16.06 > 1

1.3.3 Armadura necessária

Sapata distribuída:

inferior:

$$ULS : ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90 \quad N=115.94 \quad Mx=-1.23 \quad My=-2.03$$
$$Fx=-0.57 \quad Fy=0.35$$
$$My = 32.31 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$ULS : ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90 \quad N=115.94 \quad Mx=-1.23 \quad My=-2.03$$
$$Fx=-0.57 \quad Fy=0.35$$
$$Mx = 31.89 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

superior:

$$My = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$Mx = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Pilar da coluna:

Armadura longitudinal	A	= 5.00 (cm ²)	A _{min.}	= 5.00 (cm ²)
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 0.94 (cm ²)	Asy	= 1.56 (cm ²)

1 Sapata distribuída: Fundação212

1.1 Dados básicos

1.1.1 Suposições

- Cálculos geotécnicos de acordo com : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Cálculos de concreto de acordo com : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seleção do formato : sapata quadrada

1.1.2 Geometria:

A	= 2.80 (m)	a	= 0.60 (m)
B	= 2.80 (m)	b	= 0.60 (m)
h1	= 0.50 (m)	e _x	= 0.00 (m)
h2	= 0.50 (m)	e _y	= 0.00 (m)
h4	= 0.05 (m)		

a'	= 50.0 (cm)
b'	= 50.0 (cm)
c _{nom1}	= 6.0 (cm)
c _{nom2}	= 6.0 (cm)
Desvios de cobertura: C _{dev} = 1.0(cm), C _{dur} = 0.0(cm)	

1.1.3 Materiais

- Concreto : C25/30; Resistência característica = 25.00 MPa
Peso unitário = 2501.36 (kg/m³)
Distribuição de tensões retangulares [3.1.7(3)]
- Armadura longitudinal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
Classe de ductilidade: C
Ramificação horizontal do diagrama de tensão-esforço
- Armadura transversal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
- Armadura adicional: : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa

1.2 Projeto geotécnico

1.2.1 Suposições

- Coeficiente de redução de coesão:: 0.00
- Fundação pré-moldada suave 6.5.3 (10)
- Deslizamento com pressão do solo considerada: para as direções X e Y
- Condições sem drenagem
- Abordagem de projeto: 1
A1 + M1 + R1
g_f' = 1.00
g_c' = 1.00
g_{cu} = 1.00
g_{qu} = 1.00
g_g = 1.00
g_{R,v} = 1.00
g_{R,h} = 1.00
A2 + M2 + R1

$$g' = 1.25$$

$$g_{c'} = 1.25$$

$$g_{cu} = 1.40$$

$$g_{qu} = 1.40$$

$$g_g = 1.00$$

$$g_{R,v} = 1.00$$

$$g_{R,h} = 1.00$$

1.2.2 Solo:

$$\text{Nível do solo: } N_1 = 0.00 \text{ (m)}$$

$$\text{Nível do pilar da coluna: } N_a = 0.00 \text{ (m)}$$

$$\text{Nível mínimo de referência: } N_f = -0.50 \text{ (m)}$$

Silty gravel

- Nível do solo: 0.00 (m)
- Peso unitário: 2192.39 (kg/m³)
- Peso da unidade de sólido: 2712.45 (kg/m³)
- Ângulo de atrito interno: 16.0 (Deg)
- Coesão: 0.02 (MPa)

1.2.3 Estados limite

Cálculos de tensão

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas

$$\text{Combinação do projeto ULS: } ULS/2 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50$$

$$N=119.55 \quad M_x=-31.54 \quad M_y=-32.68 \quad F_x=-32.69 \quad F_y=17.64$$

$$\text{Fatores de carga: } 1.35 \cdot \text{Peso da fundação}$$

$$1.35 \cdot \text{Peso do solo}$$

Resultados do cálculo: No nível da fundação

$$\text{Peso da fundação e do solo sobre ela: } Gr = 244.33 \text{ (kN)}$$

Carga de projeto:

$$N_r = 363.87 \text{ (kN)}$$

$$M_x = -49.18 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = -65.36 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Método de cálculo da tensão tolerável: Semi-empírico - limite de tensão

Excentricidade da carga:

$$|e_B| = 0.18 \text{ (m)}$$

$$|e_L| = 0.14 \text{ (m)}$$

Dimensões da fundação equivalente:

$$B' = B - 2|e_B| = 2.44 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 2.53 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0.10 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0.04 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1.00 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1.32$$

$$q'_{o} = 0.02 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p \cdot (p_{le}^*) + q'_{o} = 0.08 \text{ (MPa)}$$

Tensão no solo: $q_{ref} = 0.08$ (MPa)
Fator de segurança: $q_{lim} / q_{ref} = 1.019 > 1$

Levantamento

Levantamento em ELU
Combinação do projeto **ULS : $ULS/2 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50$** **$N=119.55$ $M_x=-31.54$ $M_y=-32.68$ $F_x=-32.69$ $F_y=17.64$**
Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
 1.00 * Peso do solo
Área de contato: **$s = 0.14$**
 $s_{lim} = 0.17$

Deslizamento

Combinação do projeto **ULS : $ULS/2 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50$** **$N=119.55$ $M_x=-31.54$ $M_y=-32.68$ $F_x=-32.69$ $F_y=17.64$**
Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
 1.00 * Peso do solo
Peso da fundação e do solo sobre ela: **$G_r = 180.98$ (kN)**
Carga de projeto:
 $N_r = 300.53$ (kN) $M_x = -49.18$ (kN*m) $M_y = -65.36$ (kN*m)
Dimensões da fundação equivalente: **$A_ = 2.80$ (m) $B_ = 2.80$ (m)**
Área de deslizamento: **7.84 (m²)**
Coeficiente de atrito do solo/fundação: **$\tan(\delta) = 0.19$**
Coesão: **$c_u = 0.03$ (MPa)**
Pressão do solo considerada:
 $H_x = -32.69$ (kN) $H_y = 17.64$ (kN)
 $P_{px} = 19.88$ (kN) $P_{py} = -19.88$ (kN)
 $P_{ax} = -6.41$ (kN) $P_{ay} = 6.41$ (kN)
Valor da força de deslizamento **$H_d = 19.22$ (kN)**
Valor da força que impede o deslizamento da fundação:
- No nível da fundação: **$R_d = 120.21$ (kN)**
Estabilidade para deslizamento: **$6.255 > 1$**

Assentamento médio

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas
Combinação do projeto **SLS :**
SLS:CHR/1=1*1.00+4*1.00+2*1.00+3*1.00+5*1.00+6*1.00+7*0.60 **$N=82.22$ $M_x=-21.58$ $M_y=-22.31$ $F_x=-22.39$ $F_y=12.04$**
Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
 1.00 * Peso do solo
Peso da fundação e do solo sobre ela: **$G_r = 180.98$ (kN)**
Tensão média causada pela carga de projeto: **$q = 0.03$ (MPa)**
Espessura do solo com assentamento ativo: **$z = 1.40$ (m)**
Tensão no nível z :
- Adicional: **$s_{zd} = 0.01$ (MPa)**
- Causado pelo peso do solo: **$s_{zg} = 0.05$ (MPa)**
Assentamento:
- Original: **$s' = 0.0$ (cm)**
- Secundário: **$s'' = 0.0$ (cm)**
- TOTAL: **$S = 0.0$ (cm) $< S_{adm} = 5.0$ (cm)**

Fator de segurança: 162.6 > 1

Diferença de assentamento

Combinação do projeto SLS :
SLS:CHR/1=1*1.00+4*1.00+2*1.00+3*1.00+5*1.00+6*1.00+7*0.60 N=82.22 Mx=-21.58 My=-22.31 Fx=-22.39
Fy=12.04

Fatores de carga: 1.00 * Peso da fundação
1.00 * Peso do solo

Diferença de assentamento: S = 0.1 (cm) < Sadm = 5.0 (cm)

Fator de segurança: 47.07 > 1

Rotação

Em torno do eixo OX

Combinação do projeto ULS : ULS/2=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 +
5*1.50 + 6*1.50 N=119.55 Mx=-31.54 My=-32.68 Fx=-32.69 Fy=17.64

Fatores de carga: 1.00 * Peso da fundação
1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: Gr = 180.98 (kN)

Carga de projeto:
Nr = 300.53 (kN) Mx = -49.18 (kN*m) My = -65.36 (kN*m)

Momento de estabilidade: Mstab = 420.74 (kN*m)

Momento de rotação: Mrenv = 49.18 (kN*m)

Estabilidade para rotação: 8.555 > 1

Em torno do eixo OY

Combinação do projeto: ULS : ULS/2=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 +
5*1.50 + 6*1.50 N=119.55 Mx=-31.54 My=-32.68 Fx=-32.69 Fy=17.64

Fatores de carga: 1.00 * Peso da fundação
1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: Gr = 180.98 (kN)

Carga de projeto:
Nr = 300.53 (kN) Mx = -49.18 (kN*m) My = -65.36 (kN*m)

Momento de estabilidade: Mstab = 420.74 (kN*m)

Momento de rotação: Mrenv = 65.36 (kN*m)

Estabilidade para rotação: 6.437 > 1

1.3 Projeto de CA

1.3.1 Suposições

- Exposição : X0
- Classe de estrutura : S1

1.3.2 Análise da punção e do cisalhamento

Perfuração

Combinação do projeto ULS : ULS/2=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 +
6*1.50 N=119.55 Mx=-31.54 My=-32.68 Fx=-32.69 Fy=17.64

Fatores de carga: 1.35 * Peso da fundação

1.35 * Peso do solo

Carga de projeto:

Nr = 363.87 (kN)	Mx = -49.18 (kN*m)	My = -65.36 (kN*m)
Comprimento da circunferência crítica:	5.10 (m)	
Força de punção:	89.56 (kN)	
Altura de seção efetiva	heff = 0.43 (m)	
Taxa de armadura:	r = 0.14 %	
Tensão de cisalhamento:	0.10 (MPa)	
Tensão de cisalhamento tolerável:	0.76 (MPa)	
Fator de segurança:	7.742 > 1	

1.3.3 Armadura necessária

Sapata distribuída:

inferior:

$$\begin{aligned} \text{ULS : } \text{ULS}/2 &= 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 \text{ N}=119.55 \text{ Mx}=-31.54 \text{ My}=- \\ 32.68 \text{ Fx}=-32.69 \text{ Fy}=17.64 \\ \text{My} &= 55.88 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ULS : } \text{ULS}/2 &= 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 \text{ N}=119.55 \text{ Mx}=-31.54 \text{ My}=- \\ 32.68 \text{ Fx}=-32.69 \text{ Fy}=17.64 \\ \text{Mx} &= 49.59 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)} \end{aligned}$$

$$A_{s \min} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

superior:

$$\begin{aligned} \text{ULS : } \text{ULS}/47 &= 1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90 \text{ N}=31.19 \text{ Mx}=-8.63 \text{ My}=-12.14 \\ \text{Fx}=-9.91 \text{ Fy}=5.77 \\ \text{My} &= -0.41 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)} \end{aligned}$$

$$\text{Mx} = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \min} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Pilar da coluna:

Armadura longitudinal	A	= 7.20 (cm ²)	A _{min.}	= 7.20 (cm ²)
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 1.52 (cm ²)	Asy	= 2.08 (cm ²)

1 Sapata distribuída: Fundação210

1.1 Dados básicos

1.1.1 Suposições

- Cálculos geotécnicos de acordo com : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Cálculos de concreto de acordo com : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seleção do formato : sapata quadrada

1.1.2 Geometria:

A	= 2.80 (m)	a	= 0.50 (m)
B	= 2.80 (m)	b	= 0.50 (m)
h1	= 0.50 (m)	e _x	= 0.00 (m)
h2	= 0.50 (m)	e _y	= 0.00 (m)
h4	= 0.05 (m)		
a'	= 50.0 (cm)		
b'	= 50.0 (cm)		
c _{nom1}	= 6.0 (cm)		
c _{nom2}	= 6.0 (cm)		
Desvios de cobertura: Cdev = 1.0(cm), Cdur = 0.0(cm)			

1.1.3 Materiais

- Concreto : C25/30; Resistência característica = 25.00 MPa
Peso unitário = 2501.36 (kg/m³)
Distribuição de tensões retangulares [3.1.7(3)]
- Armadura longitudinal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
Classe de ductilidade: C
Ramificação horizontal do diagrama de tensão-esforço
- Armadura transversal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
- Armadura adicional: : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa

1.2 Projeto geotécnico

1.2.1 Suposições

- Coeficiente de redução de coesão:: 0.00
- Fundação pré-moldada suave 6.5.3 (10)
- Deslizamento com pressão do solo considerada: para as direções X e Y
- Condições sem drenagem
- Abordagem de projeto: 1
A1 + M1 + R1
g_{f'} = 1.00
g_{c'} = 1.00
g_{cu} = 1.00
g_{qu} = 1.00
g_g = 1.00
g_{R,v} = 1.00
g_{R,h} = 1.00
A2 + M2 + R1
g_{f'} = 1.25
g_{c'} = 1.25
g_{cu} = 1.40
g_{qu} = 1.40
g_g = 1.00

$$g_{R,v} = 1.00$$

$$g_{R,h} = 1.00$$

1.2.2 Solo:

$$\text{Nível do solo: } N_1 = 0.00 \text{ (m)}$$

$$\text{Nível do pilar da coluna: } N_a = 0.00 \text{ (m)}$$

$$\text{Nível mínimo de referência: } N_r = -0.50 \text{ (m)}$$

Silty gravel

- Nível do solo: 0.00 (m)
- Peso unitário: 2192.39 (kG/m³)
- Peso da unidade de sólido: 2712.45 (kG/m³)
- Ângulo de atrito interno: 16.0 (Deg)
- Coesão: 0.02 (MPa)

1.2.3 Estados limite

Cálculos de tensão

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas

Combinação do projeto

$$\text{ULS : } \text{ULS}/31 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 +$$

$$6 \cdot 1.50 \text{ N} = 100.52 \text{ Mx} = -3.86 \text{ My} = -19.90 \text{ Fx} = -8.07 \text{ Fy} = -1.59$$

Fatores de carga:

$$1.35 \cdot \text{Peso da fundação}$$

$$1.35 \cdot \text{Peso do solo}$$

Resultados do cálculo: No nível da fundação

Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 244.10 \text{ (kN)}$

Carga de projeto:

$$N_r = 344.62 \text{ (kN)}$$

$$M_x = -2.27 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = -27.97 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Método de cálculo da tensão tolerável: Semi-empírico - limite de tensão

Excentricidade da carga:

$$|e_B| = 0.08 \text{ (m)}$$

$$|e_L| = 0.01 \text{ (m)}$$

Dimensões da fundação equivalente:

$$B' = B - 2|e_B| = 2.64 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 2.79 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0.10 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0.04 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1.00 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1.30$$

$$q'_{o'} = 0.02 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p \cdot (p_{le}^*) + q'_{o'} = 0.08 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Tensão no solo: } q_{ref} = 0.05 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Fator de segurança: } q_{lim} / q_{ref} = 1.495 > 1$$

Levantamento

Levantamento em ELU

Combinação do projeto
N=64.71 Mx=5.07 My=-15.93 Fx=-11.80 Fy=-8.14

Fatores de carga:

Área de contato:

$$\text{ULS : } \text{ULS}/10 = 1*1.35 + 4*1.35 + 5*1.50 + 7*0.90$$

$$1.00 * \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 * \text{Peso do solo}$$

$$s = 0.06$$

$$s_{\text{lim}} = 0.17$$

Deslizamento

Combinação do projeto
N=21.72 Mx=0.69 My=0.03 Fx=0.09 Fy=-0.75

Fatores de carga:

$$\text{ULS : } \text{ULS}/35 = 1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.50 + 7*0.90$$

$$1.00 * \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 * \text{Peso do solo}$$

Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 180.82 \text{ (kN)}$

Carga de projeto:

$$N_r = 202.54 \text{ (kN)} \quad M_x = 1.44 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 0.12 \text{ (kN*m)}$$

Dimensões da fundação equivalente: $A_{\text{f}} = 2.80 \text{ (m)} \quad B_{\text{f}} = 2.80 \text{ (m)}$

Área de deslizamento: $7.84 \text{ (m}^2\text{)}$

Coeficiente de atrito do solo/fundação: $\tan(\delta) = 0.19$

Coesão: $c_u = 0.03 \text{ (MPa)}$

Pressão do solo considerada:

$$H_x = 0.09 \text{ (kN)}$$

$$H_y = -0.75 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = -19.88 \text{ (kN)}$$

$$P_{py} = 19.88 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = 6.41 \text{ (kN)}$$

$$P_{ay} = -6.41 \text{ (kN)}$$

Valor da força de deslizamento

$$H_d = 0.00 \text{ (kN)}$$

Valor da força que impede o deslizamento da fundação:

- No nível da fundação:

$$R_d = 81.02 \text{ (kN)}$$

Estabilidade para deslizamento:

$$\infty$$

Assentamento médio

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas

Combinação do projeto
5*1.00 + 6*1.00 N=69.25 Mx=-2.59 My=-13.58 Fx=-5.51 Fy=-1.12

Fatores de carga:

$$1.00 * \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 * \text{Peso do solo}$$

Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 180.82 \text{ (kN)}$

Tensão média causada pela carga de projeto: $q = 0.03 \text{ (MPa)}$

Espessura do solo com assentamento ativo: $z = 1.40 \text{ (m)}$

Tensão no nível z:

- Adicional:

$$s_{zd} = 0.01 \text{ (MPa)}$$

- Causado pelo peso do solo:

$$s_{zg} = 0.05 \text{ (MPa)}$$

Assentamento:

- Original

$$s' = 0.0 \text{ (cm)}$$

- Secundário

$$s'' = 0.0 \text{ (cm)}$$

- TOTAL

$$S = 0.0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5.0 \text{ (cm)}$$

Fator de segurança:

$$188.8 > 1$$

Diferença de assentamento

Combinação do projeto
5*1.00 + 6*1.00 N=69.25 Mx=-2.59 My=-13.58 Fx=-5.51 Fy=-1.12

Fatores de carga:

$$\text{SLS : } \text{SLS:CHR}/31 = 1*1.00 + 4*1.00 + 3*1.00 +$$

$$1.00 * \text{Peso da fundação}$$

Diferença de assentamento: $1.00 * \text{Peso do solo}$
 $S = 0.0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5.0 \text{ (cm)}$
 Fator de segurança: $153.8 > 1$

Rotação

Em torno do eixo OX
 Combinação do projeto: $U_{LS} : U_{LS}/53 = 1*1.00 + 4*1.00 + 3*1.50 + 6*1.50 +$
7*0.90 N=58.20 Mx=-9.15 My=-7.08 Fx=2.38 Fy=5.96
 Fatores de carga: $1.00 * \text{Peso da fundação}$
 $1.00 * \text{Peso do solo}$
 Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 180.82 \text{ (kN)}$
 Carga de projeto:
 $N_r = 239.01 \text{ (kN)} \quad M_x = -15.11 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -4.70 \text{ (kN*m)}$
 Momento de estabilidade: $M_{stab} = 334.62 \text{ (kN*m)}$
 Momento de rotação: $M_{renv} = 15.11 \text{ (kN*m)}$
 Estabilidade para rotação: $22.15 > 1$

Em torno do eixo OY
 Combinação do projeto: $U_{LS} : U_{LS}/26 = 1*1.35 + 4*1.35 + 5*1.50 + 6*1.50 +$
7*0.90 N=65.34 Mx=3.31 My=-16.58 Fx=-11.98 Fy=-7.34
 Fatores de carga: $1.00 * \text{Peso da fundação}$
 $1.00 * \text{Peso do solo}$
 Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 180.82 \text{ (kN)}$
 Carga de projeto:
 $N_r = 246.16 \text{ (kN)} \quad M_x = 10.65 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -28.56 \text{ (kN*m)}$
 Momento de estabilidade: $M_{stab} = 344.62 \text{ (kN*m)}$
 Momento de rotação: $M_{renv} = 28.56 \text{ (kN*m)}$
 Estabilidade para rotação: $12.07 > 1$

1.3 Projeto de CA

1.3.1 Suposições

- Exposição : X0
- Classe de estrutura : S1

1.3.2 Análise da punção e do cisalhamento

Perfuração

Combinação do projeto: $U_{LS} : U_{LS}/31 = 1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50$
N=100.52 Mx=-3.86 My=-19.90 Fx=-8.07 Fy=-1.59
 Fatores de carga: $1.35 * \text{Peso da fundação}$
 $1.35 * \text{Peso do solo}$
 Carga de projeto:
 $N_r = 344.62 \text{ (kN)} \quad M_x = -2.27 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -27.97 \text{ (kN*m)}$
 Comprimento da circunferência crítica: 4.70 (m)
 Força de punção: 78.92 (kN)
 Altura de seção efetiva: $h_{eff} = 0.43 \text{ (m)}$
 Taxa de armadura: $r = 0.14 \%$
 Tensão de cisalhamento: 0.06 (MPa)

Tensão de cisalhamento tolerável: 0.76 (MPa)
 Fator de segurança: 13.33 > 1

1.3.3 Armadura necessária

Sapata distribuída:

inferior:

ULS : $ULS/30 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 + 7 \cdot 0.90$ N=100.52 Mx=-3.86 My=-19.90 Fx=-8.07 Fy=-1.59
 $M_y = 38.49$ (kN*m) $A_{sx} = 5.81$ (cm²/m)

ULS : $ULS/30 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 + 7 \cdot 0.90$ N=100.52 Mx=-3.86 My=-19.90 Fx=-8.07 Fy=-1.59
 $M_x = 28.04$ (kN*m) $A_{sy} = 5.81$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 5.81$ (cm²/m)

superior:

$M_y = 0.00$ (kN*m) $A'_{sx} = 5.81$ (cm²/m)

$M_x = 0.00$ (kN*m) $A'_{sy} = 5.81$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 0.00$ (cm²/m)

Pilar da coluna:

Armadura longitudinal	A	= 5.00 (cm ²)	$A_{\min.}$	= 5.00 (cm ²)
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 1.44 (cm ²)	Asy	= 1.06 (cm ²)

1 Sapata distribuída: Fundação2

1.1 Dados básicos

1.1.1 Suposições

- Cálculos geotécnicos de acordo com : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Cálculos de concreto de acordo com : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seleção do formato : sapata quadrada

1.1.2 Geometria:

A	= 2.80 (m)	a	= 0.60 (m)
B	= 2.80 (m)	b	= 0.60 (m)
h1	= 0.50 (m)	e_x	= 0.00 (m)
h2	= 0.50 (m)	e_y	= 0.00 (m)
h4	= 0.05 (m)		
a'	= 60.0 (cm)		

$b' = 60.0 \text{ (cm)}$
 $c_{nom1} = 6.0 \text{ (cm)}$
 $c_{nom2} = 6.0 \text{ (cm)}$
 Desvios de cobertura: $C_{dev} = 1.0 \text{ (cm)}$, $C_{dur} = 0.0 \text{ (cm)}$

1.1.3 Materiais

- Concreto : C25/30; Resistência característica = 25.00 MPa
 Peso unitário = 2501.36 (kg/m³)
 Distribuição de tensões retangulares [3.1.7(3)]
- Armadura longitudinal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
 Classe de ductilidade: C
 Ramificação horizontal do diagrama de tensão-esforço
- Armadura transversal : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa
- Armadura adicional: : tipo B500C Resistência característica = 500.00 MPa

1.2 Projeto geotécnico

1.2.1 Suposições

- Coeficiente de redução de coesão:: 0.00
- Fundação pré-moldada suave 6.5.3 (10)
- Deslizamento com pressão do solo considerada: para as direções X e Y
- Condições sem drenagem
- Abordagem de projeto: 1
 A1 + M1 + R1
 $g_f' = 1.00$
 $g_{c'} = 1.00$
 $g_{cu} = 1.00$
 $g_{qu} = 1.00$
 $g_g = 1.00$
 $g_{R,v} = 1.00$
 $g_{R,h} = 1.00$
 A2 + M2 + R1
 $g_f' = 1.25$
 $g_{c'} = 1.25$
 $g_{cu} = 1.40$
 $g_{qu} = 1.40$
 $g_g = 1.00$
 $g_{R,v} = 1.00$
 $g_{R,h} = 1.00$

1.2.2 Solo:

Nível do solo: $N_1 = 0.00 \text{ (m)}$
 Nível do pilar da coluna: $N_a = 0.00 \text{ (m)}$

Nível mínimo de referência: $N_f = -0.50 \text{ (m)}$

Silty gravel

- Nível do solo: 0.00 (m)
- Peso unitário: 2192.39 (kG/m³)
- Peso da unidade de sólido: 2712.45 (kG/m³)
- Ângulo de atrito interno: 16.0 (Deg)
- Coesão: 0.02 (MPa)

1.2.3 Estados limite

Cálculos de tensão

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas

Combinação do projeto

$$\text{ULS : } \text{ULS}/21 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50$$

$$N=43.10 \text{ Mx}=-45.84 \text{ My}=-4.82 \text{ Fx}=1.49 \text{ Fy}=-5.33$$

Fatores de carga:

$$1.35 \cdot \text{Peso da fundação}$$

$$1.35 \cdot \text{Peso do solo}$$

Resultados do cálculo: No nível da fundação

Peso da fundação e do solo sobre ela: $G_r = 244.33 \text{ (kN)}$

Carga de projeto:

$$N_r = 287.43 \text{ (kN)}$$

$$M_x = -40.51 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = -3.33 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Método de cálculo da tensão tolerável: Semi-empírico - limite de tensão

Excentricidade da carga:

$$|e_B| = 0.14 \text{ (m)}$$

$$|e_L| = 0.01 \text{ (m)}$$

Dimensões da fundação equivalente:

$$B' = B - 2|e_B| = 2.52 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 2.78 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0.10 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0.04 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1.00 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1.31$$

$$q'_{o} = 0.02 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p \cdot (p_{le}^*) + q'_{o} = 0.08 \text{ (MPa)}$$

Tensão no solo:

$$q_{ref} = 0.05 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Fator de segurança: } q_{lim} / q_{ref} = 1.613 > 1$$

Levantamento

Levantamento em ELU

Combinação do projeto

$$\text{ULS : } \text{ULS}/20 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 +$$

$$7 \cdot 0.90 \text{ N}=43.10 \text{ Mx}=-45.84 \text{ My}=-4.82 \text{ Fx}=1.49 \text{ Fy}=-5.33$$

Fatores de carga:

$$1.00 \cdot \text{Peso da fundação}$$

$$1.00 \cdot \text{Peso do solo}$$

Área de contato:

$$s = 0.07$$

$$s_{lim} = 0.17$$

Deslizamento

Combinação do projeto	ULS : $ULS/49=1*1.00 + 4*1.00 + 6*1.50 + 7*0.90$
N=9.50 Mx=-8.33 My=-0.83 Fx=0.26 Fy=-1.95	
Fatores de carga:	1.00 * Peso da fundação 1.00 * Peso do solo
Peso da fundação e do solo sobre ela:	Gr = 180.98 (kN)
Carga de projeto:	
Nr = 190.48 (kN)	Mx = -6.38 (kN*m) My = -0.57 (kN*m)
Dimensões da fundação equivalente:	A_ = 2.80 (m) B_ = 2.80 (m)
Área de deslizamento:	7.84 (m ²)
Coeficiente de atrito do solo/fundação:	tan(δ) = 0.19
Coesão:	c _u = 0.03 (MPa)
Pressão do solo considerada:	
Hx = 0.26 (kN)	Hy = -1.95 (kN)
Ppx = -19.88 (kN)	Ppy = 19.88 (kN)
Pax = 6.41 (kN)	Pay = -6.41 (kN)
Valor da força de deslizamento	Hd = 0.00 (kN)
Valor da força que impede o deslizamento da fundação:	
- No nível da fundação:	Rd = 76.19 (kN)
Estabilidade para deslizamento:	∞

Assentamento médio

Tipo de solo sob a fundação:	sem camadas
Combinação do projeto	SLS : $SLS:CHR/17=1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 5*1.00$
N=30.08 Mx=-27.42 My=-3.03 Fx=1.34 Fy=-8.52	
Fatores de carga:	1.00 * Peso da fundação 1.00 * Peso do solo
Peso da fundação e do solo sobre ela:	Gr = 180.98 (kN)
Tensão média causada pela carga de projeto:	q = 0.03 (MPa)
Espessura do solo com assentamento ativo:	z = 0.70 (m)
Tensão no nível z:	
- Adicional:	s _{zd} = 0.00 (MPa)
- Causado pelo peso do solo:	s _{zg} = 0.04 (MPa)
Assentamento:	
- Original	s' = 0.0 (cm)
- Secundário	s'' = 0.0 (cm)
- TOTAL	S = 0.0 (cm) < S _{adm} = 5.0 (cm)
Fator de segurança:	621.4 > 1

Diferença de assentamento

Combinação do projeto	SLS :
SLS:CHR/32=1*1.00+4*1.00+2*0.70+3*0.70+5*0.70+6*0.70+7*1.00 N=23.89 Mx=-21.81 My=-2.38 Fx=1.01 Fy=-6.41	
Fatores de carga:	1.00 * Peso da fundação 1.00 * Peso do solo
Diferença de assentamento:	S = 0.0 (cm) < S _{adm} = 5.0 (cm)
Fator de segurança:	458.5 > 1

Rotação

<u>Em torno do eixo OX</u>	
Combinação do projeto	ULS : $ULS/20=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 6*1.50 +$
7*0.90 N=43.10 Mx=-45.84 My=-4.82 Fx=1.49 Fy=-5.33	
Fatores de carga:	1.00 * Peso da fundação 1.00 * Peso do solo
Peso da fundação e do solo sobre ela:	Gr = 180.98 (kN)
Carga de projeto:	
Nr = 224.08 (kN) Mx = -40.51 (kN*m) My = -3.33 (kN*m)	
Momento de estabilidade:	Mstab = 319.05 (kN*m)
Momento de rotação:	Mrenv = 45.84 (kN*m)
Estabilidade para rotação:	6.96 > 1
<u>Em torno do eixo OY</u>	
Combinação do projeto:	ULS : $ULS/20=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 6*1.50 +$
7*0.90 N=43.10 Mx=-45.84 My=-4.82 Fx=1.49 Fy=-5.33	
Fatores de carga:	1.00 * Peso da fundação 1.00 * Peso do solo
Peso da fundação e do solo sobre ela:	Gr = 180.98 (kN)
Carga de projeto:	
Nr = 224.08 (kN) Mx = -40.51 (kN*m) My = -3.33 (kN*m)	
Momento de estabilidade:	Mstab = 315.21 (kN*m)
Momento de rotação:	Mrenv = 4.82 (kN*m)
Estabilidade para rotação:	65.33 > 1

1.3 Projeto de CA

1.3.1 Suposições

- Exposição : X0
- Classe de estrutura : S1

1.3.2 Análise da punção e do cisalhamento

Perfuração

Combinação do projeto	ULS : $ULS/21=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 6*1.50$
N=43.10 Mx=-45.84 My=-4.82 Fx=1.49 Fy=-5.33	
Fatores de carga:	1.35 * Peso da fundação 1.35 * Peso do solo
Carga de projeto:	
Nr = 287.43 (kN) Mx = -40.51 (kN*m) My = -3.33 (kN*m)	
Comprimento da circunferência crítica:	4.56 (m)
Força de punção:	34.56 (kN)
Altura de seção efetiva	heff = 0.43 (m)
Taxa de armadura:	r = 0.14 %
Tensão de cisalhamento:	0.05 (MPa)
Tensão de cisalhamento tolerável:	0.95 (MPa)
Fator de segurança:	20.72 > 1

1.3.3 Armadura necessária

Sapata distribuída:

inferior:

Fy=-5.33

$$\text{ULS : } \text{ULS}/20 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 + 7 \cdot 0.90 \quad N = 43.10 \quad M_x = -45.84 \quad M_y = -4.82 \quad F_x = 1.49$$

$$M_y = 12.45 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Fy=-5.33

$$\text{ULS : } \text{ULS}/20 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 + 7 \cdot 0.90 \quad N = 43.10 \quad M_x = -45.84 \quad M_y = -4.82 \quad F_x = 1.49$$

$$M_x = 26.89 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

superior:

$$M_y = 0.00 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A'_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Fy=-4.35

$$\text{ULS : } \text{ULS}/51 = 1 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 + 7 \cdot 0.90 \quad N = 39.75 \quad M_x = -43.16 \quad M_y = -4.55 \quad F_x = 1.38$$

$$M_x = -4.76 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A'_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Pilar da coluna:

Armadura longitudinal	A	= 7.20 (cm ²)	A _{min.}	= 7.20 (cm ²)
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 0.19 (cm ²)	Asy	= 3.41 (cm ²)

1 Sapata distribuída: Fundação 207

1.1 Dados básicos

1.1.1 Suposições

- Cálculos geotécnicos de acordo com : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Cálculos de concreto de acordo com : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seleção do formato : sapata quadrada

1.1.2 Geometria:

A	= 3.30 (m)	a	= 0.50 (m)
B	= 3.30 (m)	b	= 0.50 (m)
h1	= 0.50 (m)	e _x	= 0.00 (m)
h2	= 0.50 (m)	e _y	= 0.00 (m)
h4	= 0.05 (m)		

$$a' = 50.0 \text{ (cm)}$$

$$b' = 50.0 \text{ (cm)}$$

$$c_{nom1} = 6.0 \text{ (cm)}$$

$$c_{nom2} = 6.0 \text{ (cm)}$$

$$\text{Desvios de cobertura: } C_{dev} = 1.0 \text{ (cm)}, \quad C_{dur} = 0.0 \text{ (cm)}$$

1.1.3 Materiais

- Concreto : C25/30; Resistência característica = 25.00 MPa
Peso unitário = 2501.36 (kg/m³)
Distribuição de tensões retangulares [3.1.7(3)]
- Armadura longitudinal MPa : tipo B500C Resistência característica = 500.00
Classe de ductilidade: C
Ramificação horizontal do diagrama de tensão-
esforço
- Armadura transversal MPa : tipo B500C Resistência característica = 500.00
- Armadura adicional: MPa : tipo B500C Resistência característica = 500.00

1.2 Projeto geotécnico

1.2.1 Suposições

- Coeficiente de redução de coesão:: 0.00
- Fundação pré-moldada suave 6.5.3 (10)
- Deslizamento com pressão do solo considerada: para as direções X e Y
- Condições sem drenagem
- Abordagem de projeto: 1
A1 + M1 + R1
 $g_f = 1.00$
 $g_{c'} = 1.00$
 $g_{cu} = 1.00$
 $g_{qu} = 1.00$
 $g_g = 1.00$
 $g_{R,v} = 1.00$
 $g_{R,h} = 1.00$
A2 + M2 + R1
 $g_f = 1.25$
 $g_{c'} = 1.25$
 $g_{cu} = 1.40$
 $g_{qu} = 1.40$
 $g_g = 1.00$
 $g_{R,v} = 1.00$
 $g_{R,h} = 1.00$

1.2.2 Solo:

Nível do solo: $N_1 = 0.00$ (m)
Nível do pilar da coluna: $N_a = 0.00$ (m)
Nível mínimo de referência: $N_f = -0.50$ (m)

Silty gravel

- Nível do solo: 0.00 (m)
- Peso unitário: 2192.39 (kg/m³)

- Peso da unidade de sólido: 2712.45 (kg/m³)
- Ângulo de atrito interno: 16.0 (Deg)
- Coesão: 0.02 (MPa)

1.2.3 Estados limite

Cálculos de tensão

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas

Combinação do projeto ULS : $ULS/29 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50$ N=160.07 Mx=-10.12 My=93.36 Fx=81.74 Fy=3.00

Fatores de carga: 1.35 * Peso da fundação
1.35 * Peso do solo

Resultados do cálculo: No nível da fundação

Peso da fundação e do solo sobre ela: Gr = 338.87 (kN)

Carga de projeto:

Nr = 498.93 (kN) Mx = -13.12 (kN*m) My = 175.10 (kN*m)

Método de cálculo da tensão tolerável: Semi-empírico - limite de tensão

Excentricidade da carga:

|eB| = 0.35 (m) |eL| = 0.03 (m)

Dimensões da fundação equivalente:

B' = B - 2|eB| = 2.60 (m)

L' = L - 2|eL| = 3.25 (m)

qu = 0.10 (MPa)

ple* = 0.04 (MPa)

De = Dmin - d = 1.00 (m)

kp = 1.28

q'o = 0.02 (MPa)

qu = kp * (ple*) + q'o = 0.08 (MPa)

Tensão no solo: qref = 0.08 (MPa)

Fator de segurança: qlim / qref = 1.003 > 1

Levantamento

Levantamento em ELU

Combinação do projeto ULS : $ULS/28 = 1 \cdot 1.35 + 4 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 1.50 + 7 \cdot 0.90$ N=160.07 Mx=-10.12 My=93.36 Fx=81.74 Fy=3.00

Fatores de carga: 1.00 * Peso da fundação
1.00 * Peso do solo

Área de contato: s = 0.14
s_{lim} = 0.17

Deslizamento

Combinação do projeto **ULS : ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90 N=160.07 Mx=-10.12 My=93.36 Fx=81.74 Fy=3.00**

Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: Gr = 251.01 (kN)

Carga de projeto:
 Nr = 411.08 (kN) Mx = -13.12 (kN*m) My = 175.10 (kN*m)

Dimensões da fundação equivalente: A_ = 3.30 (m) B_ = 3.30 (m)

Área de deslizamento: 10.89 (m²)

Coeficiente de atrito do solo/fundação: tan(δ) = 0.19

Coesão: cu = 0.03 (MPa)

Pressão do solo considerada:
 Hx = 81.74 (kN) Hy = 3.00 (kN)
 Ppx = -23.43 (kN) Ppy = -23.43 (kN)
 Pax = 7.55 (kN) Pay = 7.55 (kN)

Valor da força de deslizamento Hd = 65.87 (kN)

Valor da força que impede o deslizamento da fundação:
 - No nível da fundação: Rd = 164.43 (kN)

Estabilidade para deslizamento: 2.496 > 1

Assentamento médio

Tipo de solo sob a fundação: sem camadas

Combinação do projeto **SLS : SLS:CHR/29=1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 N=110.19 Mx=-6.92 My=63.96 Fx=56.03 Fy=2.04**

Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: Gr = 251.01 (kN)

Tensão média causada pela carga de projeto: q = 0.03 (MPa)

Espessura do solo com assentamento ativo: z = 1.65 (m)

Tensão no nível z:
 - Adicional: szd = 0.01 (MPa)
 - Causado pelo peso do solo: szg = 0.06 (MPa)

Assentamento:
 - Original s' = 0.0 (cm)
 - Secundário s'' = 0.0 (cm)
 - TOTAL S = 0.0 (cm) < Sadm = 5.0 (cm)

Fator de segurança: 142.7 > 1

Diferença de assentamento

Combinação do projeto **SLS : SLS:CHR/29=1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 6*1.00 N=110.19 Mx=-6.92 My=63.96 Fx=56.03 Fy=2.04**

Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
1.00 * Peso do solo

Diferença de assentamento: S = 0.1 (cm) < Sadm = 5.0 (cm)

Fator de segurança: 38.62 > 1

Rotação

Em torno do eixo OX

Combinação do projeto **ULS : ULS/43=1*1.00 + 4*1.00 + 2*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90 N=125.36 Mx=-17.74 My=57.77 Fx=49.85 Fy=12.02**

Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**
1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: $Gr = 251.01 \text{ (kN)}$

Carga de projeto:

$Nr = 376.37 \text{ (kN)}$ $Mx = -29.77 \text{ (kN*m)}$ $My = 107.62 \text{ (kN*m)}$

Momento de estabilidade: $M_{stab} = 621.02 \text{ (kN*m)}$

Momento de rotação: $M_{renv} = 29.77 \text{ (kN*m)}$

Estabilidade para rotação: $20.86 > 1$

Em torno do eixo OY

Combinação do projeto: **ULS : $ULS/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$** **$N=160.07$ $Mx=-10.12$ $My=93.36$ $Fx=81.74$ $Fy=3.00$**

Fatores de carga: **1.00 * Peso da fundação**

1.00 * Peso do solo

Peso da fundação e do solo sobre ela: $Gr = 251.01 \text{ (kN)}$

Carga de projeto:

$Nr = 411.08 \text{ (kN)}$ $Mx = -13.12 \text{ (kN*m)}$ $My = 175.10 \text{ (kN*m)}$

Momento de estabilidade: $M_{stab} = 678.28 \text{ (kN*m)}$

Momento de rotação: $M_{renv} = 175.10 \text{ (kN*m)}$

Estabilidade para rotação: $3.874 > 1$

1.3 Projeto de CA

1.3.1 Suposições

- Exposição : X0
- Classe de estrutura : S1

1.3.2 Análise da punção e do cisalhamento

Perfuração

Combinação do projeto **ULS : $ULS/29 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50$**
 $N=160.07$ $Mx=-10.12$ $My=93.36$ $Fx=81.74$ $Fy=3.00$

Fatores de carga: **1.35 * Peso da fundação**

1.35 * Peso do solo

Carga de projeto:

$Nr = 498.93 \text{ (kN)}$ $Mx = -13.12 \text{ (kN*m)}$ $My = 175.10 \text{ (kN*m)}$

Comprimento da circunferência crítica: 4.16 (m)

Força de punção: 140.88 (kN)

Altura de seção efetiva $h_{eff} = 0.43 \text{ (m)}$

Taxa de armadura: $r = 0.14 \%$

Tensão de cisalhamento: 0.23 (MPa)

Tensão de cisalhamento tolerável: 0.95 (MPa)

Fator de segurança: $4.173 > 1$

1.3.3 Armadura necessária

Sapata distribuída:

inferior:

ULS : $ULS/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$ **$N=160.07$ $Mx=-10.12$ $My=93.36$ $Fx=81.74$ $Fy=3.00$**

$$M_y = 126.65 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{ULS : } \text{ULS}/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90 \text{ N}=160.07 \text{ Mx}=-10.12$$

$$M_y=93.36 \text{ Fx}=81.74 \text{ Fy}=3.00$$

$$M_x = 58.50 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

superior:

$$\text{ULS : } \text{ULS}/28 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90 \text{ N}=160.07 \text{ Mx}=-10.12$$

$$M_y=93.36 \text{ Fx}=81.74 \text{ Fy}=3.00$$

$$M_y = -20.70 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$M_x = 0.00 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.81 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Pilar da coluna:

$$\begin{aligned} \text{Armadura longitudinal} \quad A &= 10.85 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{\text{min.}} = 5.00 \text{ (cm}^2\text{)} \\ A &= 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\ A_{sx} &= 4.20 \text{ (cm}^2\text{)} \quad A_{sy} = 1.23 \text{ (cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Vigas metálicas Principais da Rampa

Membro	Seção	Material	Lay	Laz	Relação	Caso
4 Viga Principal_4	HE 200 B	S 275	56.09	94.58	0.30	$8 \text{ ULS}/1 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$
5 Viga Principal_5	HE 200 B	S 275	70.10	118.21	0.53	$8 \text{ ULS}/1 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$
6	HE 200 B	S 275	34.52	58.21	0.29	$8 \text{ ULS}/1 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$
7 Viga Principal_7	HE 200 B	S 275	44.81	75.56	0.37	$8 \text{ ULS}/1 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$
8 Viga Principal_8	HE 200 B	S 275	59.48	100.29	0.53	$8 \text{ ULS}/1 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$
9 Viga Principal_9	HE 300 A	S 275	12.62	21.47	0.49	$13 \text{ ULS}/6 = 1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 7*0.90$
10 Viga Principal_10	HE 300 A	S 275	7.53	12.82	0.38	$21 \text{ ULS}/14 = 1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90$
11 Viga Principal_11	HE 300 A	S 275	1.76	3.00	0.21	$15 \text{ ULS}/8 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 7*0.90$
12 Viga Principal_12	HE 300 A	S 275	4.19	7.13	0.25	$21 \text{ ULS}/14 = 1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90$
13 Viga Principal_13	HE 300 A	S 275	11.39	19.38	0.28	$8 \text{ ULS}/1 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90$
14 Viga Principal_14	HE 300 A	S 275	3.45	5.87	0.28	$19 \text{ ULS}/12 = 1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90$

Membro	Seção	Material	Lay	Laz	Relação	Caso
16 Viga Principal_16	HE 300 A	S 275	40.82	69.44	0.36	15 ULS/8=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 7*0.90
72 Viga Principal_72	HE 300 A	S 275	7.49	12.74	0.54	21 ULS/14=1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90
73 Viga Principal_73	HE 300 B	S 275	16.93	29.03	0.59	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
74 Viga Principal_74	HE 200 B	S 275	15.86	26.74	0.30	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
75 Viga Principal_75	HE 300 B	S 275	16.93	29.03	0.45	21 ULS/14=1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90
77 Viga Principal_77	HE 200 B	S 275	4.48	7.56	0.10	27 ULS/20=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
81 Viga Principal_81	HE 200 B	S 275	33.47	56.44	0.35	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
90 Viga Principal_90	HE 300 A	S 275	33.51	57.01	0.51	31 ULS/24=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
91 Viga Principal_91	HE 300 A	S 275	1.83	3.12	0.51	31 ULS/24=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
92 Viga Principal_92	HE 300 A	S 275	32.08	54.58	0.59	35 ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
114 Viga Principal_114	HE 200 B	S 275	15.43	26.02	0.17	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
115 Viga Principal_115	HE 200 B	S 275	47.78	80.57	0.79	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90

Pilares e diagonais metálicos da Rampa

Membro	Seção	Material	Lay	Laz	Relação	Caso
82 Pilares Dagonais_82	TRO N 273x6,3	S 275	31.53	31.53	0.72	35 ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
2 Pilares Dagonais_2	TRO N 273x6,3	S 275	35.31	35.31	0.45	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
83 Pilares Dagonais_83	TRO N 168x6,3	S 275	33.82	33.82	0.43	35 ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
118 Pilares Dagonais_118	TRO N 168x6,3	S 275	26.76	26.76	0.36	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
1 Pilares Dagonais_1	TRO N 219x4,5	S 275	20.07	20.07	0.27	23 ULS/16=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90
84 Pilares Dagonais_84	TRO N 168x6,3	S 275	34.74	34.74	0.25	35 ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
116	TRO N 273x6,3	S 275	22.52	22.52	0.24	37 ULS/30=1*1.35 + 4*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90

Membro	Seção	Material	Lay	Laz	Relação	Caso
71 RevitColGravity_71	TRO N 168x6,3	S 275	57. 40	57. 40	0.21	35 ULS/28=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 5*1.50 + 6*1.50 + 7*0.90
85 Pilares Dagonais_85	TRO N 168x4,5	S 275	29. 14	29. 14	0.20	15 ULS/8=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 7*0.90
119 Pilares Dagonais_119	TRO N 168x6,3	S 275	21. 44	21. 44	0.20	17 ULS/10=1*1.35 + 4*1.35 + 5*1.50 + 7*0.90
87 Pilares Dagonais_87	TRO N 168x6,3	S 275	24. 34	24. 34	0.18	8 ULS/1=1*1.35+4*1.35+2*1.50+3*1.50+5*1.50+6*1.50+7*0.90
117 Pilares Dagonais_117	TRO N 168x6,3	S 275	28. 09	28. 09	0.12	23 ULS/16=1*1.35 + 4*1.35 + 2*1.50 + 3*1.50 + 5*1.50 + 7*0.90
86 Pilares Dagonais_86	TRO N 168x6,3	S 275	22. 87	22. 87	0.11	17 ULS/10=1*1.35 + 4*1.35 + 5*1.50 + 7*0.90

PROJECTO DE ESTABILIDADE

ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE EQUIPAMENTO DESPORTIVO PARA EQUIPAMENTO
CULTURAL – CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO RIO

Rua Berio Marques, Águeda

CONDIÇÕES TÉCNICAS DE CADERNO DE ENCARGOS

EXECUÇÃO

NOVEMBRO DE 2020

1. PRESCRIÇÕES DE CARÁCTER GERAL

1.1. Prescrições Comuns a Todos os Materiais:

1.1.1. Todos os materiais a empregar devem ser de fabrico nacional e da melhor qualidade. Só quando tal não for de todo possível se aceitará o emprego de materiais estrangeiros, acompanhados de certificados de origem e dos respectivos documentos de controlo de qualidade e obedecendo ainda a:

a) Sendo nacionais, às normas portuguesas, documentos de homologação de laboratórios oficiais, regulamentos em vigor e especificações destas cláusulas técnicas;

b) Sendo estrangeiros, às normas e regulamentos em vigor no país de origem, caso não existam normas nacionais aplicáveis.

1.2. Nenhum material poderá ser aplicado em obra sem prévia autorização da Fiscalização, mesmo que esteja em absoluta conformidade com o disposto neste Caderno de Encargos.

1.3. O Adjudicatário, quando simplesmente autorizado pela Fiscalização, poderá aplicar materiais diferentes dos previstos, sob condição da estabilidade, do aspecto, da duração e da conservação da obra não serem prejudicados e se não houver alteração, para mais, no preço. Esta autorização não isenta o Adjudicatário da sua responsabilidade sobre o comportamento dos materiais aplicados, conforme se especifica neste Caderno de Encargos e deve ser obrigatoriamente consignada no livro de registo da obra.

1.4. A Fiscalização poderá, sempre que o entender necessário, mandar proceder a ensaios de controlo de qualidade dos materiais, desde que sobre eles haja dúvidas. Quando o Adjudicatário não disponha de meios próprios para a realização dos ensaios determinados ou quando a Fiscalização duvide da qualidade do controlo laboratorial efectuado sob responsabilidade daquele, recorrer-se-á a um laboratório oficial, nos moldes definidos nas cláusulas gerais e especiais deste Caderno de Encargos quanto à obrigatoriedade e atribuição de encargos.

1.2. Materiais não Previstos

1.2.1. Todos os restantes materiais que tiverem que ser empregues na obra e não se encontrem referidos no presente Caderno de Encargos, deverão apresentar as características definidas pela legislação que lhes for aplicável ou, na falta desta, as que melhor satisfaçam aos fins em vista, devendo os mesmos ser sempre aprovados previamente pela Fiscalização.

2. LIGANTES

2.1. Exigências a Respeitar

2.1.1. O ligante a utilizar nas diferentes partes da obra será o cimento Portland normal, cujos fornecimentos e recepção deverão respeitar o especificado no Decreto-Lei nº 208/85 de 26 de Junho.

2.1.2. A Fiscalização poderá exigir certificados dos ensaios feitos pelos fabricantes.

2.1.3. O armazenamento dos ligantes deve ser feito de acordo com o perfeito cumprimento do especificado no RBLH.

2.1.4. Todas as selagens, ancoragens e injeções deverão ser realizadas com recurso a argamassa pronta não-retráctil, tipo SIKA GROUT ou equivalente, de acordo com ficha técnica do fabricante.

2.1.5. O Adjudicatário poderá propor a expensas suas a utilização de ligantes especiais, para facilitar a execução dos trabalhos, mas deve obter a aprovação por escrito da Fiscalização antes de os utilizar na obra.

2.2. Rejeição de Ligantes

2.2.1. Qualquer ligante que tenha sido afectado desfavoravelmente por danos ou outras causas ou que se tenha comportado desfavoravelmente nos ensaios, deverá ser imediatamente posto em embalagens marcadas pela Fiscalização e retiradas do local, não podendo ser usado em qualquer trabalho relacionado com esta Empreitada.

3. INERTES

3.1. Origem dos Fornecimentos

3.1.1. Os inertes deverão ser obtidos apenas em origens aprovadas e preparadas para fornecerem materiais com características adequadas ao fabrico dos tipos de betões especificados nestas cláusulas técnicas, definidas no RBLH, e ainda nas quantidades exigidas pelos trabalhos.

3.1.2. As areias deverão ser naturais e retiradas de local limpo e lavado, de forma a serem respeitados os limites de limpeza definidos pelo RBLH.

3.1.3. Os restantes inertes poderão ser de origem natural ou então ser obtidos por britagem de material a aprovar pela Fiscalização. Em qualquer dos casos, eles deverão respeitar os limites de limpeza definidos pelo RBLH.

3.2. Ensaios dos Inertes

3.2.1. Todos os inertes a utilizar no fabrico dos diferentes tipos de betões especificados nestas cláusulas técnicas deverão ser submetidos aos ensaios aqui preconizados, de forma a se verificar se os limites impostos pelo RBLH são respeitados, devendo, para o efeito, o Adjudicatário fornecer ao laboratório de ensaios todas as amostras que este considere necessárias.

3.2.2. Os inertes propostos pelo Adjudicatário poderão ser aceites pela Fiscalização, como o define o RBLH, mediante o confronto da tensão média de rotura por compressão aos 28 dias de um betão fabricado com aqueles inertes, no estado exacto em que se encontram no estaleiro, com a mesma tensão de um betão fabricado com os mesmos inertes, mas após a sua completa lavagem. O resultado deste confronto deve respeitar o especificado no RBLH.

3.2.3. As amostras do material necessário à realização deste confronto, nas quantidades definidas pelo laboratório de ensaios, serão retiradas e embaladas na presença da Fiscalização e em locais por esta indicados, de forma a se obterem representativos dos inertes em estaleiro.

3.2.4. As propriedades físicas dos inertes deverão ser tais que a retracção por secagem de cubos preparados de acordo com a especificação LNEC - E 255 não exceda 0.03%; se assim o entender, a Fiscalização poderá exigir a realização deste ensaio.

3.2.5. Para obras estanques à água, os inertes deverão ter uma absorção, medida segundo a especificação LNEC - E 3, não superior a 2%, a exigência deste ensaio nestas cláusulas técnicas pode ser anulada pela Fiscalização, face às características dos inertes utilizados pelo Adjudicatário.

3.3. Granulometrias

3.3.1. O Adjudicatário deverá fornecer ao laboratório de ensaios as amostras de inertes necessárias à caracterização das granulometrias das diferentes categorias de inertes que se propôs adoptar, definidas pelos respectivos módulos de finura, de forma que a constância daquelas granulometrias possa ser periodicamente controlada pela Fiscalização, através da determinação dos módulos de finura que esta entidade entenda mandar fazer.

3.3.2. Para este efeito, pode o Adjudicatário recorrer à sua própria aparelhagem de ensaio, o que tornará possível uma rápida decisão acerca da conservação ou não da composição estabelecida pelo laboratório e incluída no boletim de fabrico. De facto, como o RBLH estipula, quando o módulo de finura

de qualquer das parcelas de inertes se afastar em mais de 20% dos valores especificados no relatório do laboratório, a Fiscalização deve exigir a correcção da composição do betão inicialmente estabelecida.

3.4. Dimensões Máximas

3.4.1. As dimensões máximas dos inertes serão, em princípio, as seguintes:

- a)** Peças em betão armado, de dimensões correntes, densidade de armadura não elevada e vibração não difícil (em geral, lajes e vigas): $D < 38\text{mm}$;
- b)** Paredes e pilares, de secção reduzida, forte densidade de armadura e, ou, vibração não fácil: $D < 25\text{mm}$;
- c)** Sapatas, vigas e maciços de fundação, com densidade de armaduras que permita a fácil passagem do inerte de máxima dimensão e vibração fácil: $D < 50\text{mm}$.

3.5. Armazenagem e Protecção dos Inertes

3.5.1. De acordo com o RBLH, os inertes de proveniência e categoria diferentes devem ser armazenados separadamente.

3.5.2. Os montes respectivos devem estar sobre betonilhas devidamente drenadas, de forma que se possam criar as condições de armazenamento que possibilitem a uniformização do estado de humidade superficial dos inertes, de acordo com o especificado no RBLH.

3.6. Encargos

3.6.1. Todos os encargos relacionados com os ensaios de recepção e verificação das características dos inertes utilizados ao longo dos trabalhos, incluindo, sem limitação, recolha, embalagem, transporte, encargos laboratoriais, etc., são de conta do Adjudicatário.

4. ARMADURAS

4.1. Lista de Ferros

4.1.1. Compete ao Adjudicatário fazer as listas de ferros, referenciando devidamente cada ferro com a posição por ele ocupada nos desenhos de betão armado do projecto. Os comprimentos dos ferros, feitos a partir destes desenhos, deverão respeitar o especificado no REBAP, acerca de comprimentos de amarração, ganchos, dobras, etc.

4.2. Recobrimento de Armaduras

4.2.1. O Adjudicatário deve utilizar calços aprovados para suportar as armaduras e para as manter em posição de modo a que os recobrimentos das armaduras sejam os especificados. O Adjudicatário deve

assegurar-se de que as armaduras são mantidas na posição correcta durante a betonagem. As pontas salientes das cofragens, dos varões destinados às emendas com outros varões, devem ser mantidas adequadamente nas suas posições correctas, por meio de dispositivos apropriados e a aprovar pela Fiscalização. Antes de iniciar qualquer betonagem, o Adjudicatário avisará a Fiscalização com a antecedência necessária, a fim de que a colocação das armaduras possa ser devidamente fiscalizada.

4.3. Armazenagem dos Varões

4.3.1. Os varões armazenados no local da obra devem ser adequadamente protegidos da corrosão e empilhados em apoios, de modo a estarem suficientemente afastados do solo e não sofrerem deformações permanentes.

4.3.2. As armaduras deverão estar isentas de picadas de corrosão, ferrugem solta, escamas de laminagem, tinta, óleo, gordura, terra ou outros materiais que na opinião da Fiscalização possam diminuir a aderência entre o betão e as armaduras.

4.4. Ligações por Soldadura

4.4.1. As armaduras não poderão ser ligadas por soldadura, a menos que isso seja autorizado pela Fiscalização.

4.4.2. Os varões endurecidos a frio, devem ser sempre dobrados também a frio.

4.5. Alteração de Armaduras

4.5.1. Quaisquer alterações ou substituição de varões ou classes dos aços, indicados nos desenhos deverão ser mencionados no livro de obra e devidamente rubricados pela Fiscalização.

5. ÁGUA DE AMASSADURA

5.1. Quando a água utilizada na amassadura do betão não for água potável, para a utilização da qual o RBLH não põe qualquer reserva, o Adjudicatário deverá proceder à análise da água que se propõe empregar, de forma a garantir-se o estipulado, naquele regulamento, relativamente às impurezas existentes.

5.2. O Adjudicatário deve instalar as tubagens necessárias ao transporte de água a qualquer local dos trabalhos onde a mesma seja necessária, para qualquer operação relacionada com a execução da obra.

6. COMPOSIÇÃO DOS BETÕES

6.1. Estudos de Laboratório

6.1.1. Compete ao Adjudicatário mandar elaborar os estudos das composições dos betões, de acordo com os tipos, classes e qualidades, definidos nestas cláusulas técnicas e no projecto de execução para as diferentes partes da obra, fornecendo todas as amostras necessárias à realização daqueles estudos, que lhe sejam requeridas pelo laboratório.

6.1.2. Na encomenda destes estudos deverão ser incluídas todas as características a determinar, para além das que basicamente caracterizam o tipo e classe dos betões, mencionados nestas cláusulas técnicas, bem como quaisquer limitações impostas.

6.1.3. O Adjudicatário deverá fornecer ao laboratório todos os dados que habilitem este a elaborar as composições dos betões, tais como:

- Tipo, classe e qualidade dos betões;
- Natureza do ligante;
- Amostras das categorias de inertes que pretende utilizar;
- Valores máximos da razão a/c;
- Valores máximos de “slumps”;
- Coeficiente de variação previsto para o fabrico de betão em estaleiro.

6.1.4. O Adjudicatário fornecerá à Fiscalização cópia de todos os pedidos de ensaio feitos ao laboratório, para aprovação dos mesmos e bem assim, dos relatórios elaborados pelo laboratório.

6.1.5. A Fiscalização reserva-se o direito de durante os trabalhos corrigir ou alterar a especificação de um betão ou impor a utilização de composições granulométricas especialmente estudadas, se em sua opinião tal correcção ou imposição for necessária à obtenção de betões com qualidades requeridas.

6.2. Resultados dos Estudos

6.2.1. Os resultados dos estudos das composições feitas em laboratório, devem conter as seguintes indicações:

- Tipo, classe e qualidade de betão;
- Identificação das diferentes categorias de inertes e respectivos módulos de finura; máxima dimensão dos inertes;
- Quantidades a empregar na mistura, por categoria de inertes;

- Razão a/c, referida aos inertes secos;
- Natureza e dosagem dos aditivos;
- Consistência do betão;
- Outras características, pedidas na requisição do estudo.

6.3. Aditivos

6.3.1. Os aditivos, nomeadamente os retardadores ou os aceleradores de presa, inclusores de ar e dispersores, não poderão ser empregues no fabrico de quaisquer betões, sem a necessária autorização da Fiscalização, para cada caso.

6.3.2. Os materiais inclusores de ar a adicionar antes ou durante a amassadura, deverão satisfazer as normas em vigor. Todo o betão aparente deverá incluir um hidrófugo adequado, na percentagem indicada pelo fabricante.

6.4. Betões sem Estudos de Composição

6.4.1. Para betões sem estudo prévio da sua composição ou que não sejam recepcionados com base em ensaios de verificação, a dosagem de cimento é > 300 kg, sendo o betão sempre considerado da classe C25/30.

7. FABRICO

7.1. Coeficiente de Estaleiro

7.1.1. De acordo com RBLH, o controle de uma instalação de betonagem é feito através da determinação do seu coeficiente de variação ou desvio padrão.

7.1.2. Para o efeito, o Adjudicatário deverá indicar à Fiscalização quais os valores que quer respeitar com a sua instalação, tendo presente, evidentemente, os valores máximos admissíveis, impostos pelo RBLH para as qualidades 1 e 2.

7.1.3. É a partir daqueles valores que a tensão média de rotura será definida pelo laboratório e que, de acordo com o anexo A do RBLH, a Fiscalização verificará, ao fim de cada 20 ensaios realizados, se a resistência característica do betão está a ser respeitada.

7.1.4. Pode concluir-se do que na alínea anterior se diz, que o Adjudicatário se deve rodear de todos os cuidados necessários ao compromisso que toma quando indica o grau de qualidade do fabrico que se propõe executar. De facto, a dosagem do ligante depende do valor indicado e daí, também a eventual economia no fabrico do betão.

7.2. Especificações de Fabrico

7.2.1. Face ao que se diz na alínea anterior e referindo o especificado no RBLH, art.º 23º, apenas se especifica mais o seguinte:

- a)** Os dispositivos de medida devem estar adaptados ao grau de qualidade a atingir;
- b)** Cada betoneira deve indicar a capacidade estimada e o número de rotações por minuto a que deve funcionar;
- c)** Terminada uma amassadura, todo o conteúdo do tambor deve ser descarregado, mantendo-se sempre o interior do tambor livre de betão endurecido. Pelo menos uma vez em cada sete dias de trabalho, a precisão dos dispositivos de medida deve ser controlada;
- d)** Quando o cimento é armazenado em sacos, a quantidade de cada amassadura deve corresponder a um número inteiro de sacos.

7.3. Boletim de Fabrico

7.3.1. Por cada fabrico, isto é, pelo conjunto de amassaduras de um mesmo betão, referente a um determinado estudo de composição definida pelo laboratório, deve existir um boletim de fabrico, como estipula o RBLH, que apresenta exemplos de modelos a adoptar para estes boletins.

7.3.2. O preenchimento deste boletim deve proceder sempre o início de um fabrico e ser apresentado à Fiscalização para aprovação.

7.4. Humidade dos Inertes

7.4.1. A composição definida em laboratório refere-se sempre a inertes secos, impondo o RBLH, de forma taxativa para as qualidades de fabrico 1 e 2, a determinação do teor de humidade total dos inertes.

7.4.2. O Adjudicatário deverá, por isso, munir-se da aparelhagem necessária à determinação em estaleiro desta humidade.

7.5. Betão Pronto

7.5.1. O Adjudicatário pode utilizar betão pronto, desde que obtenha a prévia autorização da Fiscalização, submetendo à sua aprovação os respectivos boletins de encomenda, elaborados de acordo com o estipulado no RBLH, art.º 36º.

7.5.2. Por sua vez, toda e qualquer entrega de betão na obra deve ser acompanhada de uma guia de remessa, corresponde a cada veículo, devendo o modelo desta guia ser apresentado à Fiscalização, para aprovação, antes de se proceder a qualquer entrega de betão na obra.

7.5.3. Na guia de remessa devem constar todos os elementos especificados no RBLH, art.º 36, competindo ao Adjudicatário tomar a seu cargo as medidas necessárias ao exacto cumprimento destas especificações.

7.5.4. Igualmente deverá mandar registar no livro de obra as guias de remessa dos betões utilizados nas diferentes partes da obra.

8. BETONAGENS

8.1. Na betonagem incluem-se as seguintes operações: transporte, depósito, colocação e compactação do betão fresco. Qualquer uma destas operações deve ser executada de forma a cumprir todo a este respeito que está especificado no RBLH.

8.2. Transporte do Betão

8.2.1. Os processos a utilizar para o transporte dos diferentes tipos de betões desde a saída das betoneiras até ao local da sua aplicação, deverão ser submetidos pelo Adjudicatário à aprovação da Fiscalização.

8.2.2. Não será permitido qualquer espécie de transporte que provoque na massa de betão transportada, segregação, assentamento dos inertes mais grossos, secura excessiva, exagerada exposição à chuva ou qualquer outro efeito que prejudique a sua boa qualidade, o mesmo se dizendo quanto aos processos de baldeação.

8.2.3. Para efeito deve-se adoptar a consistência mais conveniente, dentro dos limites impostos nestas cláusulas técnicas

8.2.4. Só excepcionalmente é de aceitar o depósito do betão fresco antes de ser colocado, devendo este facto ser sempre comunicado à Fiscalização para que esta possa controlar o disposto a este respeito no RBLH.

8.3. Plano de Betonagem

8.3.1. Antes de iniciar as betonagens deverá o Adjudicatário apresentar à Fiscalização, o programa de trabalhos de betonagem a executar, em que se indiquem claramente as betonagens a executar e as suas datas e a localização das juntas de betonagem que deverão ser dispostas tanto quanto possível normalmente à direcção das compressões máximas e onde seja menos prejudicial o seu efeito.

8.4. Preparação das Betonagens

8.4.1. Todas as superfícies sobre ou contra as quais vier a ser colocado o betão, deverão ser convenientemente preparadas, conforme a natureza delas, para o receber.

8.4.2. No caso de betonagens contra superfície de terra, estas devem ser lisas, sem fragmentos e sem raízes à vista.

8.4.3. Na altura do começo da betonagem o terreno deve estar ligeiramente húmido, mas não demasiado. O Adjudicatário não poderá iniciar qualquer betonagem sem que a Fiscalização considere como convenientemente preparadas as superfícies que vão receber o betão, incluindo as dos moldes e armaduras, para o que o Adjudicatário o deverá avisar com a antecedência necessária.

8.5. Consistência do Betão

8.5.1. Afim de que o betão tenha uma consistência que de certo modo se adapte às condições impostas pelas diversas partes da obra, indicam-se a seguir valores máximos dos abaixamentos (slumps) a respeitar:

- a)** Sapatas e maciços de fundação (colocação e acessos fáceis): 35 mm;
- b)** Lajes e vigas de pavimentos de fácil acesso e percentagem normal de armaduras: 45 mm;
- c)** Vigas de forte percentagem de armaduras, com dificuldade de vibração adequada: 50 mm;
- d)** Pilares de dimensões e percentagem de armadura razoáveis, de altura superior a 2,0m, exigindo a abertura de janelas para a colocação e vibração do betão: 55 mm;
- e)** Pilares de dimensões reduzidas e forte percentagem de armaduras de colocação e vibração difíceis: 60 mm;
- f)** Paredes estreitas, de acesso fácil: 60 mm;
- g)** Lajes assentes sobre aterros: 35 mm.

8.5.2. Estes valores são, como se disse, valores máximos; em todos os casos a consistência do betão será sempre a mais baixa possível, compatível com a trabalhabilidade exigida pelos vários condicionamentos impostos; atender-se-á aos valores que eventualmente sejam especificados nestas cláusulas técnicas.

8.6. Betonagens

8.6.1. Nenhuma betonagem poderá ser iniciada sem a devida autorização da Fiscalização.

8.6.2. Tanto quanto possível as vigas e lajes devem ser betonadas simultaneamente; de modo algum deverá passar mais de 1 hora entre o fim da betonagem de uma viga e o início da betonagem da laje, a menos que se obtenha a aprovação da Fiscalização. Caso seja necessário interromper por qualquer razão uma betonagem de paredes, a junta de construção respectiva deve ficar sensivelmente nivelada; de modo algum será permitido que o betão endureça segundo uma junta com uma inclinação próxima da do talude natural do betão. Em vigas e lajes as juntas de construção são sempre verticais.

8.7. Compactação do Betão

8.7.1. A compactação do betão fresco deve ser feito por camadas, à custa, sempre que possível, de pervibração; a espessura das camadas dependerá das características do equipamento de vibração, sendo normalmente inferior a 0.50 m nas peças de betão armado e a 0.30 m nos betões em massa.

8.7.2. As agulhas dos vibradores deverão, normalmente atravessar toda a espessura da camada, de forma a penetrarem na camada inferior de betão fresco de forma a revibrá-la, misturando intimamente as duas camadas e garantindo assim a necessária homogeneidade.

8.7.3. Os vibradores a utilizar serão de preferência do tipo de alta-frequência, de forma que a sua energia seja transmitida à pasta ligante. Não são de aceitar, em princípio, frequências inferiores a 3600 rotações por minuto.

8.7.4. De qualquer modo, o Adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização as características dos vibradores que se propõe adoptar.

8.7.5. Devem ser respeitadas as indicações incluídas no RBLH, quanto à forma como a penetração e retirada da agulha devem ser feitas, não sendo de admitir que a retirada se faça de forma a deixar marcada qualquer reentrância apreciável na superfície do betão.

8.7.6. Serão de evitar também os contactos da agulha com as armaduras e moldes, recorrendo-se, nas zonas fortemente armadas, à ajuda de meios manuais que facilitem a penetração do betão.

8.7.7. Os afastamentos entre as penetrações do vibrador devem ser inferiores ao seu raio de acção, de forma a se obter uma superfície com aspecto uniforme, criado pelo refluimento da água e particularmente mais finas da argamassa do betão.

8.7.8. Nos casos em que as armaduras das vigas possam prejudicar a colocação do betão dos pilares, estes devem ser betonados até ao nível da face inferior da viga antes de a armadura desta ser montada.

8.7.9. Para além do que o RBLH estipula, o intervalo que decorre entre a adição da água de amassamento e o fim da compactação não deve exceder 30 minutos, para o betão fabricado no local da obra com CPN; para cimento de presa rápida este intervalo deve ser reduzido a 20 minutos.

8.8. Altura de Queda do Betão

8.8.1. Para além do que sobre este assunto esteja eventualmente dito nestas cláusulas técnicas, na colocação do betão em obra não será permitida, em princípio, uma queda vertical livre superior a 1.5 m; só mediante justificação aceitável, que tenha em atenção as condições especiais de determinada betonagem e os cuidados postos no estudo da composição do betão, poderão ser aceites alturas superiores àquelas.

8.9. Temperatura do Betão Fresco

8.9.1. O Adjudicatário deve fornecer aparelhagem apropriada à medição das temperaturas do betão fresco, de forma que possa ser respeitado que o RBLH estipula quanto às temperaturas extremas a que o betão pode ser colocado em obra.

8.9.2. Sempre que as condições do ambiente sejam tais que possam originar temperaturas no betão fresco próximas dos valores perigosos o Adjudicatário deverá adoptar as medidas apropriadas que impeçam o desrespeito do estipulado, dando conhecimento delas à fiscalização.

8.10. Interrupções da Betonagem

8.10.1. Não serão permitidas interrupções de qualquer betonagem por períodos superior a 30 minutos, sendo no entanto permitido reduzir o ritmo de fabrico e colocação de betão durante os períodos correspondentes às refeições do pessoal, tomando-as este por turnos, desde que se tomem as providências necessárias que evitem o início da presa superficial do betão.

8.10.2. No caso de interrupção por período de tempo superior àquele, suspender-se-à a betonagem, só podendo esta ser retomada a partir de 14 horas depois do início da interrupção, considerando-se a retoma do trabalho, para efeitos de tratamento da superfície, da sua lavagem e colocação de argamassa de ligação, como se tratasse de uma nova betonagem.

8.10.3. Com chuva não deverá iniciar-se qualquer betonagem a céu aberto.

8.10.4. Se o começo da chuva se verificar com betonagens em curso, estas poderão continuar desde que não haja o risco de deslavo do betão e este não tenha começado a presa. Caso contrário, o trabalho deverá ser suspenso e retomado depois nas seguintes condições: para períodos de chuva inferiores a 30 minutos, a betonagem prosseguirá extraindo-se a água empoçada por meio de seringas apropriadas; para um período superior àquele valor, a betonagem será interrompida e adoptar-se-ão os indicados no início desta alínea.

8.11. Circulação do Pessoal Sobre a Superfície de Betão

8.11.1. Durante a betonagem e até 12 horas após a sua conclusão não será permitido transitar sobre as armaduras, ou abalá-las por qualquer forma; neste período de 12 horas apenas poderá transitar sobre o betão o pessoal que proceder ao tratamento das superfícies e, mesmo esse, só na medida do indispensável e com o máximo cuidado.

9. CURA DO BETÃO

9.1. A cura do betão é complemento importante do fabrico do betão, pois as condições de humidade existentes nos primeiros dias após a colocação do betão tem grande importância nas propriedades do betão endurecido.

9.2. Assim, todas as medidas a adoptar durante a cura do betão destinam-se a evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, durante as fases de presa e endurecimento inicial.

9.3. O Adjudicatário deverá submeter à apreciação da Fiscalização os meios que se propõe adoptar para proteger o betão durante a primeira fase do seu endurecimento dos efeitos prejudiciais do sol, ventos, chuva fria ou água corrente.

9.4. Estes meios devem ser aplicados logo após a betonagem, e devem satisfazer o especificado no RBLH.

9.5. Em especial, chama-se a atenção para a aplicação, por pulverização, de produtos isolantes, sempre que a aplicação dos mesmos não seja incompatível com a execução do futuro revestimento da superfície protegida.

9.6. Estes meios devem ser aplicados logo após a betonagem e devem satisfazer o especificado no RBLH.

10. BETONAGEM EM TEMPO FRIO

10.1.

Se o Adjudicatário desejar betonar em tempo frio, só o poderá fazer se respeitar os condicionamentos seguintes.

10.2. Registo de Temperaturas

10.2.1. O Adjudicatário deve fornecer termómetros de temperatura máximas e mínimas e dependurá-los permanentemente em posição que tenham o acordo da Fiscalização. As temperaturas deverão ser registadas diariamente e uma cópia deste registo deve ser enviada semanalmente à Fiscalização.

10.2.2. Serão de conta do Adjudicatário as precauções a tomar para que a temperatura do betão fabricado com CPN se mantenha sempre superior a 4°C, durante um período pelo menos de 96 horas após a betonagem. A temperatura mínima e o período para qualquer outro tipo de betão deverão ser decididos pela Fiscalização.

10.3. Temperatura de Betonagem

10.3.1. Nenhum betão deverá ser colocado em obra quando a temperatura do ar for inferior a 1°C no termómetro de subida ou 3°C no termómetro de descida, a não ser que se tomem as seguintes precauções:

- a)** Todos os materiais, cofragens, armaduras e equipamentos utilizados na betonagem devem estar livres de gelo, neve, e geada e ter uma temperatura acima de 0°C na altura de betonagem;
- b)** As temperaturas do betão a colocar e protecção do trabalho executado devem ser tais que em nenhum local a temperatura superficial do betão desça abaixo de 4°C durante as primeiras 96 horas depois da betonagem no caso de um CPN sem aditivos ou por um período a definir, caso se utilize outro cimento ou qualquer aditivo. Todas as superfícies do betão devem ser mantidas cobertas durante este tempo;
- c)** O Adjudicatário deve fornecer aparelhagem para medir a temperatura do betão antes e depois da betonagem;
- d)** Estas precauções, que se aplicam tanto ao betão feito no local da obra como ao betão pronto, serão exclusivamente da conta do Adjudicatário;
- e)** O Adjudicatário deve apresentar por escrito à Fiscalização, as providências que se propõe adoptar para o cumprimento das especificações acima referidas, afim de obter a respectiva aprovação antes de se iniciarem as betonagens. Qualquer aprovação dada pela Fiscalização não isentará o Adjudicatário da responsabilidade de garantir que as especificações sejam respeitadas;

- f)** Se a temperatura em qualquer ponto do betão descer abaixo de 4°C durante o período especificado, a Fiscalização pode exigir que todo o betão atingido seja retirado e substituído por conta do Adjudicatário.
- g)** A Fiscalização pode, contudo, se assim o entender, aceitar esse betão desde que sejam satisfatórios os resultados dos ensaios feitos com o esclerómetro SCHMIDT levados a cabo à custa do Adjudicatário, depois da temperatura na obra ter subido acima dos 0°C.
- h)** Chama-se a atenção do Adjudicatário para o facto de que as precauções realmente necessárias variarem de acordo com a temperatura do ar a que se deseja betonar, com a exposição e dimensões da obra e com as variações da temperatura do ar que se seguem à colocação do betão e as providências a adoptar devem indicar as condições de temperatura em que se propõe operar.

10.4. Aquecimento de Amassadura

10.4.1. Normalmente será necessário aquecer previamente a amassadura, aquecendo a água ou os inertes ou ambos, devendo a proposta do Adjudicatário indicar as temperaturas que se propõe utilizar. A temperatura máxima da água não deve exceder 71°C e a dos inertes não deve exceder 49°C. O cimento não deve ser aquecido directamente e a água e inertes misturar-se-ão de maneira a que a sua temperatura antes das adições de cimento não exceda a temperatura que possa originar um endurecimento prematuro; em caso do CPN ou do cimento de presa rápida, esta temperatura é de 38°C.

10.5. Utilização de Aditivos

10.5.1. O Adjudicatário pode propor a utilização de cimento e, ou aditivos especiais, caso em que as especificações anteriores se aplicarão à excepção de que o período durante o qual a temperatura de betão deve ser mantida superior a 4°C será, no caso do cimento de presa rápida, de 24 horas e para quaisquer outros materiais este período terá de ser fixado de acordo com a Fiscalização.

10.5.2. Todos os aditivos deverão utilizar-se estritamente de acordo com as indicações do fabricante.

10.5.3. Se só se utilizar cloreto de cálcio, a quantidade de aditivos não deve exceder 2% da percentagem em peso de cimento, mas este aditivo não pode ser usado juntamente com cimentos aluminosos ou cimentos resistentes aos sulfitos.

10.5.4. Não se deposita qualquer confiança num aditivo anti-gelo que não acelere a velocidade de endurecimento. Qualquer proposta para a utilização dum aditivo deve apoiar-se em dois ensaios de cubos aos sete dias.

10.6. Cuidados a ter Durante a Cura do Betão

10.6.1. Chama-se a atenção do Adjudicatário para os artigos respeitantes à cura do betão e retirada das cofragens e para o RBLH, 5ª parte, artigo 33º.

11. JUNTAS DE DILATAÇÃO, RETRACÇÃO E BETONAGEM

11.1. Juntas de Dilatação

11.1.1. As juntas de dilatação devem ser executadas de acordo com os desenhos de execução e, ou, com o que nestas cláusulas técnicas se especifica; qualquer alteração proposta pelo Adjudicatário deve ser previamente aprovada pela Fiscalização.

11.1.2. As juntas situadas em zonas não enterradas, serão normalmente preenchidas por duplas placas de esferovite com a espessura de 1cm cada, contrafiadas de forma a se impedirem as fugas do betão fresco e vibrado.

11.1.3. A face destas juntas em contacto com o ambiente exterior serão convenientemente vedadas com mastique de reconhecida qualidade ou perfis especiais em zinco, alumínio ou PVC.

11.1.4. O remate das juntas interiores será feito recorrendo-se normalmente ao emprego de perfis especiais.

11.1.5. Nas juntas, nas zonas enterradas, serão aplicadas normalmente juntas de vedação em perfis de neoprene, colocadas no centro da junta ou na face exterior da mesma, que identificarão também as características de perfis a adoptar.

11.2. Juntas de Retracção

11.2.1. As juntas de retracção são normalmente executadas nas betonilhas dos pavimentos assentes sobre aterros e nas paredes ou muros enterrados ou não. Elas destinam-se a concentrar a fendilhação originada pela retracção de endurecimento do betão, em secções escolhidas e preparadas para as ocultar, e a refazer a perda de estanquidade, resultante daquela fendilhação.

11.2.2. As juntas serão executadas de acordo com os desenhos de construção respectivos, respeitando-se ainda o que for especificado no projecto de estabilidade, em especial o referente ao espaçamento entre juntas.

11.2.3. Nas paredes e muros submetidos a pressão de água exterior, serão aplicadas barras de vedação em neoprene, centradas na espessura da junta.

11.2.4. As juntas de retracção das betonilhas, não submetidas a pressão de água exterior, reduzem-se apenas à abertura de rasgos, abertos segundo uma malha quadrada de dimensões à roda dos 5.0 a 6.0m de lado, por meio da serra circular, no prazo máximo de 48 horas após a colocação do betão.

11.2.5. As dimensões destes rasgos serão normalmente de 10x5mm; o seu preenchimento será o definido no projecto de estabilidade.

11.2.6. Dever-se-á ainda interromper, nestas juntas, a armadura de fendilhação normalmente existente (em geral malhassol).

11.3. Juntas de Betonagem

11.3.1. Sempre que sejam especificadas juntas de retracção em paredes e muros, estas juntas serão simultaneamente, quando necessário, juntas de betonagem; deve-se procurar também fazer corresponder, sempre que possível, estes dois tipos de juntas.

11.3.2. De acordo com o RBLH, as faces de betão formando juntas de betonagem devem ser tomadas rugosas, de modo que os inertes grossos do betão fiquem a descoberto até uma profundidade de 6mm. Esta operação deverá ser feita ainda com o betão não endurecido, aspergindo com água a superfície e removendo a pasta em excesso, por meio de ligeira escovadela.

11.3.3. Antes da colocação de novo betão, a superfície da junta deve ser abundantemente lavada, de forma a se remover todas as partículas soltas e também o excesso de água, pois a superfície deve encontrar-se apenas humedecida, quando da colocação do betão fresco.

11.3.4. Sobre a superfície tratada deve ser aplicada uma camada de 2cm de argamassa ao troço 1/3, com a mesma razão a/c do betão a colocar.

11.3.5. As posições das juntas de construção terão de merecer a prévia autorização escrita da Fiscalização.

12. ACABAMENTO DO BETÃO

12.1. Defeitos Superficiais

12.1.1. Imediatamente após a retirada dos moldes, todas as rebarbas, chochos, bolsas, furos deixados por ligações dos moldes e outros defeitos, devem ser eliminados com argamassa de cimento e areia ao traço 1/2.

12.1.2. O cimento utilizado deverá ser igual ao que foi utilizado na betonagem da peça em questão. Todas as superfícies de betão deverão ser inspeccionadas pela fiscalização antes de se realizar qualquer reparação.

12.1.3. Quaisquer buracos profundos ou chochos extensos devem ser comunicados à fiscalização que deverá inspeccioná-los antes de se realizar a respectiva reparação. Caso se descubra que esta prescrição não foi respeitada, a Fiscalização reserva-se o direito de exigir que o respectivo elemento de betão seja demolido e reconstruído à custa do Adjudicatário.

12.2. Acabamento Monolítico das Betonilhas

12.2.1. As betonilhas sobre aterros, devem ser acabadas de forma monolítica. A superfície do betão deve receber a inclinação especificada no projecto e ser de seguida alisada e calcada com uma régua de modo a trazer as partículas finas de areia e cimento à superfície, deixando esta plana e com inclinação correcta.

12.2.2. Logo que a superfície tenha secado o suficiente, ela deve ser alisada à talocha ou à colher, conforme o tipo de acabamento pretendido; este tratamento superficial pode aliás ser executado à custa de talochas mecânicas, desde que o tipo de máquina proposto possa merecer a aprovação da Fiscalização. Ao longo das paredes e esquinas ou outras obstruções, deverá utilizar-se a colher manual.

12.2.3. O acabamento monolítico das betonilhas sobre o aterro pode também ser obtido à custa de um tratamento de vácuo e compressão, aplicado após a regularização do massame feito por meio das régua e das marcas de nivelamento.

12.2.4. Imediatamente após o tratamento de vácuo, pode ser feita a regularização de superfície da betonilha à custa de talochas mecânicas, sempre que possível, com o acabamento especificado no projecto de estabilidade.

12.2.5. Sempre que o projecto de estabilidade preveja a aplicação de endurecimento de superfície, a incorporar na própria superfície da betonilha, eles serão espalhados, nas quantidades especificadas, sobre a betonilha antes de se proceder à regularização final da superfície, por meios mecânicos e/ou manuais.

13. CANALIZAÇÕES E ELEMENTOS DIVERSOS A EMBEBER OU A FIXAR NO BETÃO

13.1. O Adjudicatário deverá incluir na obra de betão, à medida que ela prossegue e com a precisão requerida nos desenhos, todas as tubagens e canalizações, chumbadouros e quaisquer outros elementos previstos no projecto, não podendo proceder à abertura de quaisquer roços ou aberturas, depois da betonagem, sem que para o efeito obtenha a devida autorização escrita da Fiscalização.

13.2. Se os desenhos o definirem, o Adjudicatário obriga-se a deixar abertos em 1ª fase de betonagem os furos e aberturas do projecto; igualmente se obriga, pelo contrário, a fazer a abertura de furos no betão endurecido, quando tal estiver prescrito no projecto.

13.3. O Adjudicatário deve proteger adequadamente todos estes elementos fixados contra quaisquer danos e impedir que os mesmos sejam deteriorados com argamassa ou outros produtos, antes de serem utilizados para o fim a que se destinam.

13.4. O Adjudicatário deverá evitar que os furos e cavidades deixados nos elementos betonados se encham de elementos estranhos e, bem assim, deve impedir que em tempo frio nelas se acumule água que eventualmente possa congelar e causar destruições locais até que aqueles furos e cavidades tenham a utilização a que se destinam.

13.5. Serão fornecidos ao Adjudicatário desenhos que o habilitem a definir a posição dos diversos elementos que devem ser embebidos ou chumbados ao betão, sendo o Adjudicatário o único responsável pela precisa e correcta localização dos referidos elementos.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO DOS ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO

Por metro cúbico, consoante as classes de resistência do betão e qualidade definidas em projecto, sendo o volume medido de acordo com as dimensões geométricas das peças executadas constantes no mesmo projecto.

14. ESTRUTURA METÁLICA - GENERALIDADES

14.1. Constitui encargo do Adjudicatário todos os equipamentos, materiais, trabalhos e fornecimentos necessários à boa execução e montagem, salientando-se entre eles o fornecimento, cortes, remares, tratamento anti-corrosivo, acabamentos e montagem.

14.2. O transporte de todos os elementos que constituem a estrutura metálica e respectivo revestimento, para a obra será da inteira responsabilidade do Adjudicatário, bem como todos os encargos daí resultantes e licenças necessárias para a sua realização.

14.3. Entre as várias técnicas gerais de execução a que devem obedecer, mencionaram-se como merecendo especial atenção as que abaixo se indicam:

- a)** A estrutura metálica será realizada pelos perfis, chapas metálicas e parafusos, de acordo com o projecto de execução, não sendo permitido ao Adjudicatário modificações das formas e dimensões da estrutura, sem a prévia autorização escrita do Projectista;
- b)** Não são permitidas soldaduras em obra. Só é permitida qualquer união soldada entre os perfis e chapas durante a montagem da cobertura em obra com aprovação, por escrito, da Fiscalização;
- c)** Em elementos estruturais verticais de suporte (pilares) da superestrutura não são admitidos perfis com emendas, devendo estes ser constituídos por uma única peça desde a chapa base para chumbadouros até à chapa de topo da superestrutura;
- d)** Para aplicação das chapas de cobertura incluindo rufos, e chapas laterais, seguem-se as normas técnicas do fornecedor deste material.

14.4. Além do indicado nos pontos anteriores, o Adjudicatário é obrigado:

- a)** À realização dos desenhos de montagem necessários;
- b)** À prestação e levantamento de todos os andaimes e elementos de elevação e auxiliares que sejam necessários, não só para a montagem, mas também para a realização da função inspectora;
- c)** A enviar para o Adjudicatário responsável pela execução das obras de betão, no caso de ser outro diferente, todos aqueles elementos da estrutura que tenham que ficar amarrados ou embutidos na parte não-metálica, incluindo os respectivos pernos de fixação.

15. ELEMENTOS DE AÇO ESTRUTURAL

15.1. Todos os elementos metálicos a utilizar nas várias estruturas a executar nesta obra têm que ter a marcação CE, de acordo com o definido na norma EN1090-1, e tem que ser fornecida a respectiva Declaração de Desempenho aplicável.

15.2. Os perfis e chapas a utilizar nos elementos estruturais devem satisfazer as condições estabelecidas nas correspondentes Normas Portuguesas, e os aços que os constituem devem ser dos tipos indicados no projecto, cujas características são definidas no norma NP-1729 (1981).

15.3. As características químicas do aço, definidas no Quadro 2 da norma NP EN 10.025, serão avaliadas por análises de composição facultadas pelo fornecedor do aço, ou através de análises realizadas de acordo com as normas NP EN 10.025 (anexo A) NP563, NP564, NP559 e NP662.

15.4. A recolha de amostras para a determinação das características mecânicas do aço, obedecerá ao estabelecido na norma NP EN 10.002-1.

15.5. As características mecânicas do aço serão comprovadas através do ensaio de tracção, com base em amostras do produto siderúrgico que sirva de base à fabricação da estrutura. Os valores das características determinadas no ensaio de tracção que devem cumprir os diferentes tipos e graus de aços, no momento da entrega, são os indicados no quadro da norma NP EN10.025.

15.6. Como critério de conformidade definir-se-á que uma unidade de inspecção está de acordo com a norma NP EN 10.025 no caso de:

- a)** A análise da composição;
- b)** A análise do produto;
- c)** Os resultados obtidos no ensaio de tracção respeitarem o indicado no quadro correspondente da norma citada.

16. TRATAMENTO ANTI-CORROSIVO

16.1. Generalidades

16.1.1. A presente especificação estabelece as condições técnicas gerais a que devem satisfazer os materiais e a execução dos trabalhos de protecção anti-corrosiva incluindo o trabalho de preparação das superfícies.

16.1.2. Todas as superfícies visíveis e não visíveis dos elementos metálicos serão protegidas de acordo com o especificado neste capítulo. A protecção será efectuada na fábrica do Adjudicatário, sendo obrigatório realizar na mesma a preparação das superfícies e aplicar a camada de primário.

16.1.3. Deverão ser escolhidos métodos de carregamento e transporte que evitem a aparição de danos no esquema de protecção anti-corrosivo.

16.2. Estaleiro

16.2.1. Decapagem

a) Todas as superfícies metálicas são devidamente preparadas em oficina, antes da aplicação do esquema de tratamento anti-corrosivo. Para tal, deverão ser removidas todas as oleosidades ou gorduras existentes na sua superfície com panos limpos, embebidos em diluente celuloso apropriado.

b) Depois de serem limpas, as superfícies metálicas são decapadas a jacto abrasivo até grau SA 2 ½ de acordo com a Norma Sueca 05 9500, de modo a eliminar completamente o cascão de laminagem, ferrugem, sujidades e outras partículas estranhas. Finalmente, a superfície deverá ser limpa com ar comprimido seco e limpo, com aspirador ou por escovagem com lixa de grão fino.

16.2.2. Metalização a Quente

a) Após a decapagem é aplicada uma metalização a quente com zinco fosco por projecção a quente ou por imersão a quente, com uma espessura mínima de 80 µm. O tempo mínimo de secagem para a sobrepintura é de 24 horas.

b) Após a metalização a quente é aplicado uma demão de primário de espera (promotor de aderência) tipo “Shopprimer Jamanta B.P.” (refª 21-940) da “CIN” ou equivalente, com uma espessura mínima de 15 µm.

c) Após secagem (mínimo 2 horas) é aplicado uma de mão de primário anti-corrosivo tipo “S/32 Val-Chem Epoxi Hi-Build” (refª 78-537) da “CIN” ou equivalente, com uma espessura mínima de 80 µm.

d) Como acabamento serão aplicadas duas demãos de esmalte sintético com 40 µm de espessura cada.

16.2.3. Metalização a Frio

a) Só é permitida a metalização a frio com prévia autorização por escrito do Dono da Obra ou seu representante.

b) Após esquema de decapagem previsto no item 2.3.2.1., a metalização a frio é executada com uma demão de primário tipo “Epoxi Zinco MCE” (refª 80-860) da “CIN” ou equivalente, com uma espessura mínima de 100 µm. O tempo mínimo de secagem para a sobrepintura é de 24 horas.

c) Após metalização a frio é aplicado uma demão de primário anti-corrosivo tipo “S/32 Val-Chem Epoxi Hi-Build” (refª 78-537) da “CIN” ou equivalente, com uma espessura mínima de 80 µm.

16.3. Em Obra

16.3.1. Em obra são eliminadas as zonas danificadas no esquema de protecção executado em estaleiro, procedendo-se a uma limpeza de preferência mecânica até ao grau ST3, de acordo com a Norma Sueca 05 9500 com posterior aplicação de uma demão de tinta de alumínio tipo “Alumapoxy 75-A-1” (refª 78-540) da “CIN” ou equivalente, com uma espessura mínima de 100 µm.

16.3.2. Nas superfícies enterradas dos pilares é aplicado um acabamento a duas demãos de tinta betuminosa de alta espessura de um componente tipo “Intertuf HB betuminoso” (refª 602) da “International Paint de Portugal, Lda” ou equivalente, com uma espessura mínima de 250 µm.

16.3.3. Nas estruturas metálicas utilizadas em aros, tampas e grelhas das caixas de visita, chapas, portas, janelas, grelhas de ventilação, etc., é executada uma limpeza de preferência mecânica ao grau ST3 de acordo com a Norma Sueca 05 9500 com posterior aplicação de uma demão de tinta de alumínio tipo “Alumapoxi 75-A-1” (refª 78-540) da “CIN” ou equivalente, com uma espessura mínima de 100 µm, com um período de secagem mínimo de 24 horas.

16.3.4. No caso do projecto exigir um acabamento final nas superfícies metálicas, são aplicadas duas demão de tinta de esmalte com uma espessura mínima de 35 µm na cor definida no projecto.

16.3.5. Casos Particulares

a) Não será aplicada nenhuma camada de protecção nas superfícies que sejam unidas com parafusos de alta resistência, trabalhando através de atrito; tais superfícies ficarão inequivocamente definidas nos desenhos de execução.

Se, devido a decorrer um prazo suficientemente grande entre a preparação de superfícies e a execução definitiva das uniões, seja de reear a oxidação destas superfícies, a fiscalização poderá autorizar a protecção das mesmas através de vernizes ou outros produtos de fácil remoção, com a condição de não afectarem o coeficiente de atrito que seja necessário alcançar segundo o projecto.

b) Serão adoptadas as medidas adequadas para evitar a corrosão dos elementos que apoiem sobre betão ou que nele encastram. Geralmente, será suficiente aplicar a estes elementos uma camada de aguada de cimento, após o tratamento das superfícies.

c) Caso o Adjudicatário opte por aplicar um esquema de protecção diferente do aqui preconizado, deverá propor à fiscalização a aprovação da tinta que deseje empregar, acompanhando a proposta não só dos certificados de qualidade e de ensaios, como também da composição conjunto - primário e cobertura – que a fábrica fornecedora aconselhar, a fim de habilitar a fiscalização a resolver quanto à aprovação.

16.3.6. A cor da tinta de acabamento será a indicada no projecto, obrigando-se o Adjudicatário a apresentar amostras para escolha, as quais serão constituídas por pintura em chapas metálicas com área mínima de 0.30 m x 0.20 m.

16.3.7. A tinta será do tipo de resinas epoxi, sendo o primário à base de cromato de zinco.

16.3.8. Após 24 horas de secagem da primeira demão dever-se-á aplicar uma segunda demão sem que surjam deslocamentos, alterações de cor ou outros defeitos.

16.3.9. O produto, logo após a abertura da vasilha, não deverá apresentar coágulos, depósitos duros ou outros defeitos.

16.3.10. A tinta deverá ser aplicada em três demãos, sendo uma de primário e duas de acabamento, apresentando a espessura final aproximada de 165 µm.

16.3.11. Os ensaios que a fiscalização entender exigir serão do encargo do Adjudicatário e obedecerão às Normas e Regulamentos nacionais.

17. SOLDADURA

17.1. Introdução

17.1.1. O objectivo da presente especificação é o definir e impor um conjunto de exigências técnicas referentes à soldadura, a serem observadas pelo montador da estrutura metálica.

17.1.2. Todas as soldaduras executadas em estaleiro terão de ser aprovadas com certificado do Instituto de Soldadura e Qualidade ou por instituto similar, com prévia autorização do Dono da Obra ou, seu representante, sendo todos os encargos da inteira responsabilidade do Adjudicatário.

17.1.3. Não são permitidas soldaduras em obra.

17.1.4. O montador obrigar-se-á:

- a)** Facultar acesso e elementos à fiscalização, seja no referente aos trabalhos na área de fabrico e/ou estaleiro, seja no referente aos trabalhos realizados fora das referidas áreas;
- b)** Manter informada a fiscalização do andamento e progresso dos trabalhos, requisitando a presença e/ou os serviços daquela entidade, sempre que necessário, com uma antecedência mínima de 48 horas;
- c)** Garantir à fiscalização todos os meios materiais e humanos necessários à respectiva actuação (nomeadamente no referente à movimentação de pessoas e materiais, à instalação de andaimes, etc.).

17.2. Materiais de Adição

17.2.1. Considerando que o material de base é sempre o aço ao carbono, os materiais de adição depositados, seja por eléctrodos revestidos, seja por outro qualquer processo de soldadura, devem ter as seguintes características:

- a)** Carga de ruptura 44 Kg/mm²;
- b)** Alongamento 22%;
- c)** Índice de pureza S0.04% P0.04%.

17.3. Recepção dos Materiais de Adição

17.3.1. A fiscalização se entender conveniente procederá aos ensaios, análise e verificação, quer dos materiais de adição quer dos eléctrodos e varetas, de acordo com as especificações do “ASME CODE SECTION II – PART C”.

17.4. Processos de Soldadura

17.4.1. Os construtores deverão considerar que, por cada um dos tipos de materiais base, poderão ser utilizados os seguintes processos de soldadura:

a) Aço de carbono

- soldadura por arco eléctrico (com eléctrodos revestidos)
- soldadura por arco TIG
- soldadura oxiacetilénica

b) Aço de carbono para baixas temperaturas

- soldadura por arco TIG

c) Aço ao carbono galvanizado

- soldadura por arco eléctrico (com eléctrodos revestidos)
- “soudobrasage” (que não é propriamente processo de soldadura), com gás decapante - processo “Gasflux”

17.4.2. Os construtores poderão considerar, com prévia autorização da fiscalização, qualquer processo soldadura semi-automática ou automática “MAG”.

17.5. Preparação das Extremidades para Soldar

17.5.1. Não é imposta qualquer especificação no referente à preparação das extremidades das peças a soldar - chanfros - no sentido de possibilitar ao montador a utilização do seu procedimento normal, em situações idênticas (soldadura).

17.5.2. As extremidades poderão ser preparadas quer pela utilização de meios mecânicos, quer por oxi-corte. No caso de se utilizar o oxi-corte deverá sempre rebarbar-se e rectificar a superfície cortada, removendo-se toda e qualquer escória ou carepa da referida superfície.

17.5.3. Em todos os materiais cortados com pré-aquecimento (mesma temperatura que para a soldadura) deverá ser eliminada a zona afectada termicamente, removendo-se para o efeito, um mínimo de 3 mm de material em cada uma das zonas cortadas.

17.5.4. Todas as picadas deverão ser do tipo penetração. A utilização de outro qualquer tipo de picada implica que o montador terá de proceder a um controle qualitativo por ultra-sons, na tubagem da não existência de incrustações.

17.6. Inspeção das Soldaduras

17.6.1. A inspeção das soldaduras executadas em estaleiro será feita pelo dono da obra ou seu representante em datas previamente acordadas com o Adjudicatário, tendo como base o plano de trabalhos apresentado.

17.6.2. Serão entregues ao dono da obra cópias de todos os certificados de controlo de qualidade efectuados pelo Instituto de Soldadura e Qualidade.

17.6.3. Todas as soldaduras devem ser sujeitas a um controle que, conforme referido no “ASME CODE SECTION V e VIII”, passará:

- a)** Pelo exame visual dos chanfros, das folgas, etc;
- b)** Pelo controle da sequência das soldaduras (sequência esta, incluindo a numeração das costuras, a ser convenientemente estabelecida entre o montador e a entidade inspectora);
- c)** Pela verificação dos pré-aquecimentos e, se os houver, da qualidade dos tratamentos térmicos.

17.6.4. Do mesmo modo, e após a soldadura, cada conjunto deverá ser sujeito a um exame visual, à verificação da compacidade.

17.6.5. O exame visual das soldaduras deverá revelar:

- a)** Um reforço soldadura regular, de largura constante, com uma espessura normal entre 1 a 3mm, mas nunca superior a 4 mm;
- b)** A não existência de fendas, fissuras ou poros;
- c)** Que a penetração não apresenta descontinuidades locais excedendo 30 mm e, em profundidade, irregularidades excedendo 3 mm;

d) Que cada uma das descontinuidades não excede 0.5 mm em profundidade, nem o seu comprimento total excede 40 mm num comprimento de soldadura de 300 mm;

e) Que o número de poros superficiais é inferior a 5% (se o número de poros superficiais for superior a esta percentagem, a soldadura deve ser sujeita a um exame radiográfico).

17.6.6. Quando a fiscalização o entender necessário, serão efectuados, às custas do Adjudicatário, exames radiográficos por amostragem das soldaduras.

18. LIGAÇÕES APARAFUSADAS

18.1. Generalidades

18.1.1. Será permitida a utilização dos tipos e qualidades de parafusos para ligação de peças definidos no projecto contidos no anexo II-C do REAE, tendo em consideração também os artigos 10º, 21º, 22º, 58º e 63º do mesmo regulamento.

18.1.2. Serão colocadas anilhas do tipo correspondente, segundo as normas, por baixo do elemento a rodar, durante o aparafusar do parafuso, cabeça ou porca.

18.1.3. Para parafusos ordinários e para os de alta resistência que não trabalhem através de atrito, o diâmetro do furo será 1 mm superior ao nominal do parafuso.

18.1.4. Para parafusos calibrados o diâmetro do berbequim, será igual ao nominal do parafuso.

18.1.5. Para os parafusos de alta resistência que trabalhem através de atrito o diâmetro do furo poderá ir até 2mm superior ao diâmetro do parafuso.

18.1.6. Os parafusos que tenham que ficar com o seu eixo em posição vertical ou inclinada, colocar-se-ão de forma à porca ficar em posição inferior à da cabeça.

18.1.7. As porcas serão integralmente apertadas, de preferência através de meios mecânicos. Será recomendável bloquear as porcas nas estruturas não desmontáveis, utilizando um sistema adequado (anilhas de segurança, contraporcas, picado da rosca ou ponto de soldagem). Este último procedimento não será utilizado em parafusos de alta resistência.

18.1.8. Fica expressamente proibido, encher com solda os furos para parafusos provisórios ou executados na posição errada.

18.2. Ligações Aparafusadas Correntes

18.2.1. Para o dimensionamento das ligações aparafusadas correntes, deve seguir-se o exposto nos artigos 73º e 74º do REAE.

18.2.2. Na execução de ligações aparafusadas correntes, respeitar-se-ão as seguintes condições:

- a)** O roscado dos parafusos deve sobressair pelo menos um filete das respectivas porcas;
- b)** Os diâmetros dos parafusos devem ser 1 mm ou 2 mm inferiores aos diâmetros dos furos, conforme se trate de parafusos “brutos” ou “ajustados”;
- c)** A parte não roscada da espiga dos parafusos deve ter comprimento suficiente para abranger toda a espessura dos elementos a ligar, i.e., a parte roscada deverá iniciar-se na zona correspondente à espessura da anilha;
- d)** O aperto dos parafusos deve ser o suficiente para garantir a eficiência das ligações, tendo-se em atenção que um aperto exagerado produz estados de tensão desfavoráveis nos parafusos;
- e)** Os parafusos serão, em geral, munidos de anilhas, em cuja espessura deve terminar a parte roscada. Só se poderá dispensar o uso de anilhas desde que as ligações sejam pouco importantes se verifique que a zona lisa da arreigada do parafuso é suficiente para transmitir à chapa os esforços a que o parafuso está sujeito;
- f)** No caso de as superfícies sobre as quais se faz o aperto dos parafusos não serem normais ao eixo destes, devem colocar-se anilhas de cunha, de modo que o aperto não introduza esforços secundários nos parafusos;
- g)** Sempre que se verifiquem condições que possam conduzir ao desaperto dos parafusos em serviço, por exemplo vibrações, devem utilizar-se dispositivos que impeçam esse desaperto, tais como anilhas de mola ou contraporcas.

18.3. Ligações Aparafusadas Pré-Esforçadas

18.3.1. Preparação das Superfícies de Atrito

- a)** A preparação das superfícies de atrito é efectuada na fábrica ou no estaleiro, por decapagem a jacto de areia (quartzo cristalino, seco, tamanho de grão 0.7/1.2 mm, projectado a 7 bar) ou a granalha de furo (humatite tratada de arestas vivas com dureza HVI entre 685 e 785 N.mm² e pelo menos 75% dos grãos de tamanho compreendido entre 0.3 e 0.5 mm).
- b)** A verificação do estado de preparação será feita pela fiscalização que deverá verificar também que os furos foram desbastados com a fresa.

- c)** A pedido da fiscalização poderão ser exigidas ao adjudicatário seis amostras destinadas a verificar o coeficiente de deslizamento e que são preparadas simultaneamente com os elementos correspondentes da obra.
- d)** O fiscal assiste ao aperto dos parafusos, o qual será efectuado por duas vezes (a 70% e depois a 100% do momento de aperto) e verifica os momentos aplicados.
- e)** As amostras serão ensaiadas à tracção pelo menos 3 dias depois do aperto.
- f)** No estaleiro, as superfícies em contacto são limpas de poeiras da flor da ferrugem, com uma escova metálica macia.
- g)** O emprego de escovas rotativas é proibido. A acção da escova não deve diminuir a rugosidade.
- h)** Não é necessário fazer desaparecer a cor da ferrugem. Por outro lado, as superfícies devem estar isentas de óleo, de tinta ou de outras substâncias que reduzam o coeficiente de deslizamento.

18.3.2. Ligação das Peças

- a)** As superfícies a ligar são secas à chama.
- b)** Os parafusos devem ser limpos antes de colocados, para eliminar o excesso de lubrificante.
- c)** As peças são mantidas em posição por parafusos de alta resistência ligeiramente apertados, de tal maneira que se obtenha a coincidência dos furos.

18.3.3. Colocação das Parafusos em Obra

- a)** Depois da verificação do ajustamento das peças a ligar, será colocada a totalidade dos parafusos de alta resistência da ligação e apertados a 70% do momento do aperto definitivo.
- b)** O Adjudicatário assegura-se que todos os parafusos estão apertados a 70% marcando-os a giz, por exemplo.
- c)** O aperto dos parafusos será efectuado com chave de choque ou com chave dinamométrica.
- d)** O encosto das superfícies em contacto será verificado visualmente, na periferia e nos furos de ligação.
- e)** Em caso de necessidade, um aperto suplementar será aplicado aos parafusos nas zonas onde o encosto pareça duvidoso.

18.3.4. Estanquidade das Juntas

- a)** A ligação será protegida contra a humidade pela aplicação de uma camada de minio de chumbo consistente em toda a periferia das juntas, das porcas, das anilhas e da cabeça dos parafusos, ou de mastique de minio nas ranhuras onde a água se possa acumular.

18.3.5. Protecção das Juntas durante a Montagem

a) A fim de evitar a entrada de água nas juntas, as operações atrás referidas devem ser efectuadas no mesmo dia, se possível. No caso de intempérie, se todas as operações não poderem ser terminadas no mesmo dia, o local de trabalho deverá ser convenientemente protegido.

18.3.6. Aperto Definitivo dos Parafusos

a) O aperto definitivo (a 100%) de uma união não será realizado, enquanto todos os parafusos da união não estiverem colocados e apertados a 70%.

b) Os apertos a 70% e a 100% são realizados obrigatoriamente com o mesmo tipo de chave, seja a chave de choque ou dinamométrica.

c) Os parafusos serão apertados sempre pela ordem. O aperto começará pelos parafusos centrais e será executado no sentido dos ponteiros do relógio. O Adjudicatário assegura-se, por marca a giz, de que todos os parafusos estão apertados a 100%.

d) Na medida do possível, as uniões do mesmo tipo serão apertadas pela mesma equipa, com a mesma chave, por um mesmo diâmetro de parafuso.

e) Os parafusos de diâmetro diferente serão apertados com o auxílio de uma outra chave.

f) Quando é realizado com uma chave dinamométrica, é efectuado progressivamente, sem pancadas e sem retrocessos.

18.3.7. Regulação das Chaves de Choque

a) A regulação das chaves de choque é efectuada pelo Adjudicatário, com a presença do fiscal, apertando alguns parafusos directamente nas uniões das peças.

b) O Adjudicatário assegura-se do bom funcionamento da chave de choque, efectuando em cada recomeço de serviço (em princípio duas vezes por dia) a verificação da regulação, por ocasião dos primeiros apertos.

c) A regulação é corrigida, se necessário por tentativas, e considera-se em condições se se obtém bom resultado sobre uma série de 30 parafusos.

18.3.8. Processo de Verificação do Aperto

a) Marcação da posição inicial da porca e da cabeça do parafuso (referência em relação a uma aresta da porca).

b) Desaperto da porca de 1/12 de volta, mantendo imóvel a cabeça do parafuso.

c) Aplicação do momento de aperto com chave dinamométrica, correctamente aferida, mantendo a cabeça do parafuso imóvel e fazendo o aperto progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso.

Verificação da não rotação da cabeça do parafuso. Comparação da posição da paragem da porca com a posição inicial.

d) O aperto considera-se correcto quando a aresta da porca se imobiliza numa zona compreendida entre 8 mm antes e 1 mm depois da referência inicial feita na anilha.

e) No entanto, se a porca se imobiliza antes da sua posição inicial, deverá ser levada a esta posição por um aperto suplementar.

18.3.9. Controlo do Aperto

a) O controlo do aperto dos parafusos é efectuado pelo Adjudicatário, aplicando o processo indicado no ponto anterior, menos 3 dias após a sua realização. O controlo é efectuado sobre 5% ou 20% do número de parafusos de cada união, conforme o aperto é efectuado com chave de choque ou chave dinamométrica.

b) Quando uma deficiência de aperto de um parafuso é detectada, verificam-se os parafusos vizinhos. No caso de deficiência sistemática, reapertam-se todos os parafusos da união, mantendo fixas as cabeças. Se o reaperto é realizado com chave de choque, verifica-se previamente a sua aferição.

c) Se o aperto é feito com chave dinamométrica, deverá ser precedido de um pequeno desaperto da porca.

d) Quando se procede ao controlo, no caso da porca se imobilizar antes da posição inicial de referência, será conduzida a esta posição por um aperto suplementar.

Quadro 1

Valores Mínimos dos Momentos de Aperto Segundo o R.E.A.E.

DIÂMETRO (mm)	PARAFUSOS 8.8		PARAFUSOS 10.9	
	Aperto 70% [Kg.m]	Aperto 100% [Kg.m]	Aperto 70% [Kg.m]	Aperto 100% [Kg.m]
12	4.5	6.5	6.5	9.1
16	1.5	16.5	16.5	23.5
20	22	32	32	45
22	31	44	44	63
24	39	56	55	79
27	58	83	82	117
30	79	112	110	157

19. MONTAGEM NA OBRA

19.1. Transporte para a Obra

19.1.1. Procurar-se-á reduzir ao mínimo as uniões efectuadas na obra; com esse objectivo, o Adjudicatário estudará em conjunto com a fiscalização a solução para os problemas de transporte e montagem que a referida redução pudesse trazer.

19.1.2. O Adjudicatário deverá obter das autoridades competentes as autorizações que forem necessárias para transportar até à obra as peças de grandes dimensões.

19.1.3. As manipulações necessárias para a descarga e transporte serão realizadas com o cuidado suficiente de forma a não provocar solicitações excessivas em nenhum elemento da estrutura e não danificar nem as peças nem a pintura . Ter-se-á especial cuidado com as partes sobre as quais vão ser fixadas as correntes, cabos ou ganchos (protegendo-as caso fosse necessário), a utilizar na elevação ou sustentação das peças da estrutura.

19.2. Montagem

19.2.1. O Adjudicatário preparará os desenhos de montagem, onde serão indicadas as marcas dos diferentes elementos que constituem a estrutura assim como todas as indicações necessárias para definir completamente as uniões na obra; esses desenhos serão submetidos à aprovação da fiscalização.

19.2.2. O processo de montagem será previsto no projecto. O Adjudicatário poderá propor alternativas à fiscalização, que as aprovará se, em princípio, não interferirem com o programa de trabalhos da obra e oferecerem segurança, pelo menos igual, à oferecida no processo de montagem indicado no projecto.

19.2.3. A Fiscalização comunicará ao Adjudicatário as mudanças que considere convenientes efectuar ao processo de montagem com a antecedência necessária para que este possa dispor dos meios necessários.

19.2.4. O Adjudicatário estará obrigado a comprovar na obra as cotas fundamentais de construção da estrutura metálica, antes de iniciar o fabrico desta na fábrica, devendo dar a conhecer à fiscalização as diferenças observadas.

19.2.5. Antes de iniciar a montagem na obra, o Adjudicatário comprovará a posição dos pernos de amarração e dos buracos para encaixar elementos metálicos, dando também a conhecer à fiscalização as diferenças observadas, cabendo a esta a determinação da forma de as corrigir.

19.2.6. Serão cuidadosamente inspeccionadas, antes de se proceder à montagem, as peças sujeitas a deformação que tenha ocorrido durante as operações de transporte; no caso do defeito não poder ser corrigido, ou achar-se, na opinião da fiscalização, que após a sua correcção, pode ser afectada a resistência, estabilidade ou o bom aspecto da estrutura, a peça em questão será rejeitada, marcando-a devidamente para deixar constância disso.

19.2.7. A preparação das uniões que tenham de ser efectuadas durante a montagem, especialmente a preparação dos bordos para as soldaduras e a perfuração de furos para parafusos, será sempre realizada na fábrica.

19.2.8. Durante a sua montagem, a estrutura será fixada provisoriamente através de escoramento, cabos, parafusos ou outros meios auxiliares adequados, de forma a garantir a sua resistência e estabilidade até ao momento em que terminem as uniões definitivas.

19.2.9. Ter-se-á especial cuidado com a união das diferentes peças, com o objectivo de que a forma descrita se adapte à prevista no projecto, devendo ser comprovada, todas as vezes que for necessário, a exacta colocação relativa das suas várias partes.

19.2.10. Não será iniciado aparafusamento definitivo ou a soldadura das uniões até se Ter comprovado que a posição das peças que afectam cada união coincide exactamente com a definitiva; ou, no caso de terem sido previstos elementos de correcção, que a sua posição relativa é correcta e que a possível separação da sua forma actual em relação à definitiva, poderá ser anulada com os correspondentes meios de correcção.

19.2.11. As placas de assentamento dos suportes de apoio sobre o betão descansarão provisoriamente sobre cunhas ou porcas de nivelação e serão imobilizadas após conseguir as posições definitivas. Não se procederá à fixação final das porcas enquanto não se encontrarem colocados elementos em número suficiente, de forma a garantir a correcta colocação do conjunto.

19.2.12. O leito de assentamento das placas será efectuado com argamassa não retráctil de alta resistência. Serão adoptadas as necessárias precauções para que a referida argamassa encha correctamente todo o espaço compreendido entre a superfície inferior da placa e a superior do maciço de apoio. O apoio provisório da estrutura, será mantido até se ter atingido o suficiente endurecimento do betão.

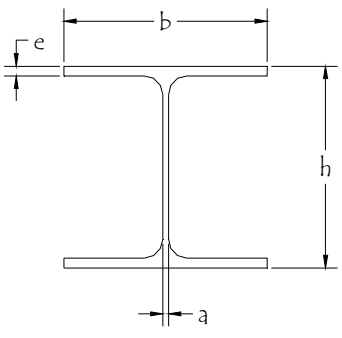
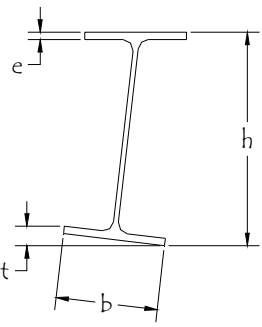
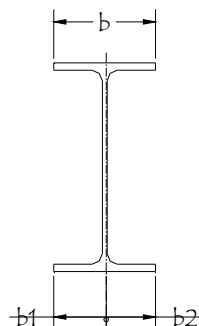
19.2.13. Procurar-se-ão efectuar as uniões de montagem por forma a todos os elementos serem acessíveis a uma inspecção posterior. Quando seja necessário que alguns fiquem ocultos, não se colocarão os elementos que os cobrem até terem sido inspeccionados os primeiros.

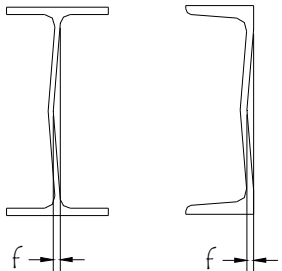
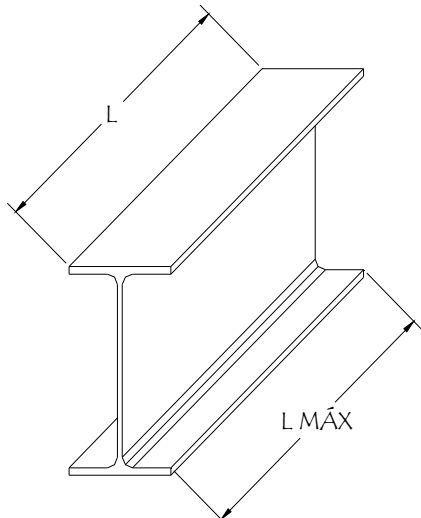
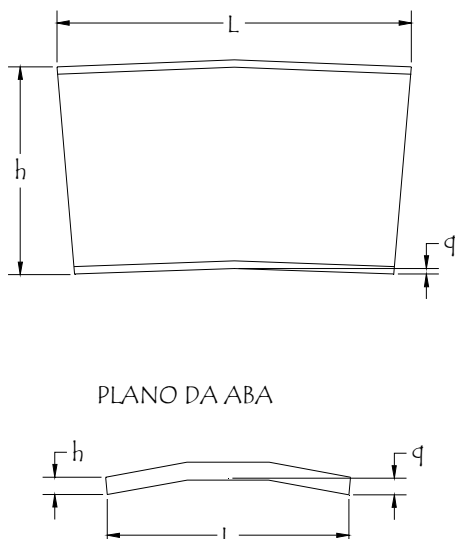
19.2.14. A execução de uniões aparafusadas ou soldadas em montagem seguirá as mesmas prescrições que para as uniões realizadas em fábrica.

20. TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE ESTRUTURAS

20.1. Tolerância de Perfis Laminados

20.1.1. As tolerâncias admitidas estão explicitadas nas duas figuras seguintes.

DESIGNAÇÃO	DIMENSÃO NOMINAL (mm)	TOLERÂNCIA (mm)	FIGURA
Altura h A altura é medida no sentido da alma	80 < h < 120 120 < h < 180 180 < h < 400 400 < h < 500 500 < h < 600	±2 +3 - 2 ±3 ±4 ±5	
Largura b	80 < h < 120 120 < h < 180 180 < h < 360 360 < h < 600	±2 +3 - 2 ±3 ±4	
Espessura da alma	80 < h < 120 120 < h < 270 270 < h < 600	±0.5 ±0.75 ±1	
Espessura das abas e	80 < h < 120 120 < h < 270 270 < h < 600	±1 ±1.15 ±2	
Defeito de esquadria t	80 < h < 120 120 < h < 600	t < 1 t < 1.5% de b	
Defeito de simetria $S = \frac{b1 - b2}{2}$	h < 120 120 < h < 270	s < 1.5 s < 2.5 s < 3.5	

Encurvadura da alma f	$h < 120$ $100 < h < 200$ $200 < h < 400$ $400 < h$	$f < 0.5$ $f < 1$ $f < 1.5$ $f < 2$			
Comprimento L L corresponde ao maior comprimento utilizável do perfil, supondo as extremidades cortadas em esquadria. Nos casos de tolerâncias reduzidas. Os dois comprimentos L e L máximos (ver fig.) devem conter as cotas dentro das tolerâncias fixadas		Correntes ± 50 $+100$ 0 0 -100 Reduzidas ± 25 ± 10 ± 5			
Defeito do empeno q . A flecha q é medida no comprimento L no plano da alma e no plano da aba	<u>Empeno Normal</u> <table><tr><td>$h < 80$ $80 < h < 180$ $180 < h < 360$ $h < 360$</td><td>$q < 0.40\% L$ $q < 0.30\% L$ $q < 0.15\% L$ $q < 0.10\% L$</td></tr></table>		$h < 80$ $80 < h < 180$ $180 < h < 360$ $h < 360$	$q < 0.40\% L$ $q < 0.30\% L$ $q < 0.15\% L$ $q < 0.10\% L$	
$h < 80$ $80 < h < 180$ $180 < h < 360$ $h < 360$	$q < 0.40\% L$ $q < 0.30\% L$ $q < 0.15\% L$ $q < 0.10\% L$				

20.2. Tolerância para Corte

20.2.1. As medições das peças serão efectuadas com fita métrica metálica de exactidão não menor que 0.1 mm em cada metro.

20.2.2. As tolerâncias nos comprimentos das peças serão as definidas na tabela seguinte.

COMPRIMENTO em m/m	TOLERÂNCIA em m/m
Até 1.000	± 2
de 1.001 a 3.000	± 3
de 3.001 a 6.000	± 4
de 6.001 a 10.000	± 5
de 10.001 a 15.000	± 6
de 15.001 a 25.000	± 8
mais de 25.000	± 10

20.3. Tolerância na Verticalidade das Colunas

20.3.1. A tolerância na verticalidade das colunas será o menor dos seguintes valores: $h/1000$ ou 20 m/m.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Movimento de terras

Nota Prévia:

Em cada artigo o Concorrente deverá considerar todos os custos associados à execução do descrito, desde logo incluindo todos os materiais, equipamentos e trabalhos necessários, mas também através da consideração de todas as sobre-quantidades, etc., que decorrem da execução das tarefas necessárias, de acordo com os critérios de medição infra.

Todos os encargos resultantes dos materiais, equipamentos e trabalhos necessários à realização dos trabalhos incluídos neste capítulo serão incorporados pelo Concorrente na sua proposta de preço.

Escavação na abertura de caboucos de fundação

O critério de medição deste trabalho será efectuado por unidade de volume (m^3).

A quantificação dos volumes de escavação é determinada a partir dos perfis transversais de projecto, através da determinação da área da respectiva secção transversal, multiplicando-a pelo comprimento associado.

A quantificação dos volumes de escavação é determinada pela área em projecção horizontal do elemento de fundação acrescido da sobrelargura do betão de limpeza, multiplicada pela profundidade de escavação desde a superfície até ao nível de base do betão de limpeza .

Todos os encargos necessários à realização destes trabalhos serão incorporados pelo Concorrente na proposta de preço unitário deste artigo, assim como quaisquer encargos necessários à realização da escavação do terreno nas cotas de projecto, independentemente da sua natureza geológica e geotécnica, tais como sobrelarguras, acréscimo de profundidade para obtenção de tensões no terreno natural, etc.

Não foi considerado qualquer empolamento nas quantidades calculadas, pelo que o Concorrente deverá incorporar no seu preço eventuais acréscimos de quantidades por esta via.

Trabalhos de aterro

O critério de medição deste trabalho será efectuado por unidade de volume (m³).

Todos os encargos necessários à compactação das plataformas visando a obtenção dos parâmetros geotécnicos definidos no projecto são da responsabilidade do Concorrente, incluindo a utilização de meios e/ou trabalhos não previstos no projecto (substituição de solos, utilização de pedra rachão, solo-cimento, etc.), os quais deverão ser incorporados na sua proposta de preço.

Salienta-se o acréscimo pelo factor de empolamento de mais 15% nas quantidades calculadas, pelo que o Concorrente deverá incorporar no seu preço eventuais acréscimos de quantidades por esta via, incluindo os eventuais resultantes de sobre escavações realizadas por qualquer motivo.

Transporte de materiais escavados a vazadouro

O critério de medição destes trabalhos será efectuado por unidade de volume (m³).

A quantificação dos volumes a transportar a vazadouro licenciado é determinada a partir da diferença numérica entre os solos escavados e os colocados em aterro no interior da obra, afectados de um factor de empolamento de mais 15%.

Na formulação dos preços o Concorrente deverá considerar que o vazadouro se situará a um raio de até 15 Km da obra, devendo considerar todos os encargos associados, incluindo indemnização, se aplicável.

Fundações

Nota Prévia:

Em cada artigo o Concorrente deverá considerar todos os custos associados à execução do descrito, desde logo incluindo todos os materiais, equipamentos e trabalhos necessários, mas também através da

consideração de todas as sobre-quantidades, etc., que decorrem da execução das tarefas necessárias, de acordo com os critérios de medição infra.

Todos os encargos resultantes dos materiais, equipamentos e trabalhos necessários à realização dos trabalhos incluídos neste capítulo serão incorporados pelo Concorrente na sua proposta de preço.

Fornecimento e aplicação de betão de limpeza

O critério de medição destes trabalhos será efectuado por unidade de superfície (m^2), nas espessuras indicadas no projecto, medindo a superfície das zonas onde serão aplicados estes materiais em projecção horizontal directamente sobre o projecto em formato digital (dwg). Quaisquer acréscimos de medição decorrentes da inclinação natural do terreno, sobrelarguras necessárias à definição das plataformas, vigas de fundação ou sapatas indicadas no projecto, ou quaisquer outros, deverão ser incorporados pelo adjudicatário na proposta de preço apresentada, não sendo contabilizados por aplicação do critério enunciado.

Fornecimento e aplicação de betão armado

O critério de medição deste trabalho será efectuado por unidade de volume (m^3). A quantificação dos volumes teóricos de betão, consoante as classes de resistência do mesmo, é determinada multiplicando a área geométrica das peças executadas constantes no projecto em projecção horizontal pela altura das mesmas.

Os encargos necessários à execução dos elementos de betão armado, como o fornecimento e aplicação das armaduras, às classes de resistência pretendidas, cofragem e descofragem, transporte e movimento vertical e horizontal dos materiais em obra, inclusive carga e descarga dos camiões, colocação da armadura, incluindo arranque de pilares, com separadores homologados, colocação de negativos, betonagem e vibração do betão, coroamento e nivelamento da fundação, cura do betão, protecção e sinalização das armaduras salientes de espera, limpeza final da base do pilar. serão incorporados pelo Adjudicatários na proposta de preço unitário deste artigo.

Impermeabilização de todos os elementos de fundação em betão armado

O critério de medição deste trabalho será efectuado por “valor global - v.g.” a que corresponde 1 unidade.

Quaisquer acréscimos de medição decorrentes da inclinação natural do terreno, sobrelarguras necessárias à definição das plataformas, vigas de fundação e sapatas indicadas no projecto, ou

quaisquer outros, deverão ser incorporados pelo adjudicatário na proposta de preço apresentada, não sendo contabilizados por aplicação do critério enunciado.

Todos os encargos resultantes da elaboração e respectiva implementação do que vier a ser aprovado pela Fiscalização serão incorporados pelo Concorrente na sua proposta de preço.

Betão em Elevação

Nota Prévia:

Em cada artigo o Concorrente deverá considerar todos os custos associados à execução do descrito, desde logo incluindo todos os materiais, equipamentos e trabalhos necessários, mas também através da consideração de todas as sobre-quantidades, etc., que decorrem da execução das tarefas necessárias, de acordo com os critérios de medição infra.

Todos os encargos resultantes dos materiais, equipamentos e trabalhos necessários à realização dos trabalhos incluídos neste capítulo serão incorporados pelo Concorrente na sua proposta de preço.

Fornecimento e aplicação de betão armado

O critério de medição deste trabalho será efectuado por unidade de volume (m^3). A quantificação dos volumes de betão, consoante as classes de resistência do mesmo, é determinada de acordo com as dimensões geométricas das peças executadas constantes no projecto.

Os encargos necessários à execução dos elementos de betão armado, como o fornecimento e aplicação das armaduras, às classes de resistência pretendidas, cofragem e descofragem, transporte e movimento vertical e horizontal dos materiais em obra, inclusive carga e descarga dos camiões, colocação da armadura, com separadores homologados, colocação de negativos, betonagem e vibração do betão, coroamento e nivelamento, cura do betão, protecção e sinalização das armaduras salientes de espera, limpeza final serão incorporados pelo Adjudicatários na proposta de preço unitário deste artigo.

Fornecimento e aplicação de betão armado em lajes e pavimento

O critério de medição destes trabalhos será efectuado por unidade de superfície (m^2), nas espessuras e composições indicadas no projecto, medindo a superfície das zonas onde serão aplicados estes materiais em projecção horizontal directamente sobre o projecto em formato digital (dwg).

Quaisquer acréscimos de medição decorrentes da inclinação natural do terreno, sobrelarguras necessárias à definição das plataformas indicadas no projecto, o fornecimento e aplicação das armaduras, às classes de resistência pretendidas, cofragem e descofragem, transporte e movimento vertical e horizontal dos materiais em obra, inclusive carga e descarga dos camiões, colocação da armadura, com separadores homologados, colocação de negativos, betonagem e vibração do betão, Alteração e Ampliação de Equipamento Desportivo para Equipamento Cultural – Centro de Interpretação do Rio

coroamento e nivelamento, cura do betão, protecção e sinalização das armaduras salientes de espera, limpeza finalou quaisquer outros, deverão ser incorporados pelo Adjudicatário na proposta de preço apresentada, não sendo contabilizados por aplicação do critério enunciado.

Todos os encargos necessários à compactação das plataformas visando a obtenção dos parâmetros geotécnicos definidos no projecto são da responsabilidade do Concorrente, incluindo a utilização de meios e/ou trabalhos não previstos no projecto (substituição de solos, utilização de pedra rachão, solo-cimento, etc.), os quais deverão ser incorporados na sua proposta de preço.

Estrutura Metálica

Nota Prévia:

Em cada artigo o Concorrente deverá considerar todos os custos associados à execução do descrito, desde logo incluindo todos os materiais, equipamentos e trabalhos necessários, mas também através da consideração de todas as sobre-quantidades, etc., que decorrem da execução das tarefas necessárias, de acordo com os critérios de medição infra.

Todos os encargos resultantes dos materiais, equipamentos e trabalhos necessários à realização dos trabalhos incluídos neste capítulo serão incorporados pelo Concorrente na sua proposta de preço.

O critério de medição será por peso teórico de acordo com a classe de resistência e com os desenhos de projecto, considerando os pesos unitários, de acordo com as tabelas, e se necessário utilizando para massa específica do aço o valor de 7.85 ton/m³.

O peso resulta da multiplicação do comprimento linear dos perfis comerciais, medido ao eixo das peças, pelo peso tabelado por unidade de comprimento.

A medição referente ao fornecimento e aplicação dos chumbadouros será efectuada à unidade (un), por elemento instalado.

Quaisquer acréscimos decorrentes para montagem dos equipamentos, ou quaisquer outros, deverão ser incorporados pelo Concorrente na proposta de preço apresentada.

O valor dos trabalhos de execução das estruturas metálicas tem que incluir placas de ancoragem na base dos pilares, as chapas de reforço, nervuras, esquadros, soldaduras, furações, uniões aparafusadas, ligações executadas em estaleiro ou em obra, decapagem ao grau SA 1/2, metalização e esquema de pintura anticorrosiva e intumescente, de acordo com o indicado no projecto. Deverão incluir todos os custos de fabrico, transporte e montagem em obra.

A medição referente ao fornecimento e aplicação dos chumbadouros será efectuada à unidade (un), por elemento instalado.

Quaisquer acréscimos decorrentes para montagem dos equipamentos, ou quaisquer outros, deverão ser incorporados pelo Concorrente na proposta de preço apresentada.