

VERIFICADO PELO CQP - FASE OBRA
CONTROLE DE QUALIDADE DE PROJETO | CONSÓRCIO EXECUTOR

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ESTRUTURA METÁLICA
MUSEU DO AMANHÃ**

***STEEL STRUCTURE TECHNICAL SPECIFICATIONS
MUSEUM OF TOMORROW***

1) OBJETO DO TRABALHO

Apresentar as premissas para análise das estruturas metálicas que comporão a cobertura do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, RJ, assim como fornecer o conceito estrutural, apoios, condições de contorno.

2) METODOLOGIA ADOTADA

A análise estrutural será dividida em duas fases, a primeira integrando a estrutura de cobertura com as premissas existentes para a estrutura suporte de concreto armado, calibrando a modulação das colunas, altura construtiva, etc.

A segunda fase dos trabalhos tem por objetivo o cálculo estrutural com o dimensionamento de todas as peças e ligações, proporcionando assim a composição dos desenhos de projeto, especificação dos materiais, apoios, ligações, etc.

Para tanto neste relatório abordaremos os seguintes tópicos preferencialmente:

- Conceituação da estrutura junto a arquitetura para determinação do conjunto mais equilibrado e econômico.
- Especificação sobre as Linhas, Sistemas e Perfis a serem considerados;
- Parâmetros iniciais estabelecendo todas as condições de projeto que serão consideradas para definir as estruturas do edifício.
- Comentário Técnico orientando sobre eventuais particularidades da obra;
- Condições específicas a serem atendidas pelas estruturas em conjunto com os caixilhos de cobertura: captação de águas pluviais, ventilações, estanqueidade ao som, filtro de luz, etc.
- Recomendações de pintura de proteção.

- DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

-Projeto de Arquitetura

Séries

- D-00000 - General drawings
- D 01000 – Partial Drawings
- D 01300 – Partial Sections
- D 01400 – Partial Elevations
- D 04000 - Geometry

3) PREMISSAS DE PROJETO – COMPATIBILIZAÇÃO COM ARQUITETURA

3.1) DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA ESTRUTURA

- **TIPOLOGIA :**
 - Estruturas de aço composta tipo PÓRTICO ESPACIAL, formada por perfis tubulares, estabilizadas por estrutura de concreto armado.
- **VÃO LONGITUDINAL ENTRE EIXOS DE COLUNA**
 - L long = Variável de 12 a 44,70 m
- **ALTURA DA ESTRUTURA**
 - H max= 20 metros
- **ALTURA MÁXIMA DO EDIFÍCIO :**
 - H max = 20 metros
- **COBERTURA - TELHADO –**
 - O telhado será dividido em seções triangulares e trapezoidais com recobrimento em chapa de aço, e seções triangulares e trapezoidais com caixilhos de alumínio e vidros
- **TAPAMENTOS FRONTAIS E LATERAIS:**
 - Construção com permeabilidade igual em todas as faces.
- **SISTEMA ESTRUTURAL TRANSVERSAL:**
 - Formado por sistema tipo “PÓRTICOS ” com trecho central horizontal e 2 trechos inclinados, soldados entre si.
 - Cada pórtico terá 4 apoios na estrutura de concreto, 2 superiores com capacidade de suportar reações verticais e transversais, sendo livres no sentido longitudinal, 2 apoios inferiores com liberdade de movimento na longitudinal e vertical do edifício porém com vínculo inclinado junto as abas de concreto armado do edifício.
- **SISTEMA ESTRUTURAL LONGITUDINAL:**
 - Os pórticos transversais serão estabilizados longitudinalmente por diagonais interligando-os entre si possibilitando também vencer os grandes balanços das extremidades.
Haverão ainda 2 apoios articulados fixos junto ao nível da base do Pier.

3.2) NORMAS UTILIZADAS:

As estruturas deverão ser fabricadas utilizando os parâmetros constantes nas seguintes normas técnicas:

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

- NBR 8800/2008 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios
- NBR – 6355 – Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização
- AISC - ASD 13ed/2005 (American Society For Steel Construction)
- AISC - LRFD 2005 (American Society For Steel Construction)
- AISI - 1992 (American Iron and Steel Institute)
- NBR 14762 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis conformados à frio.
- AWS D1.1 /92 (American Welding Society)
- API 2^A

CARREGAMENTOS:

- NBR 6120/80 - Carregamentos em Edificações
- NBR 6123/88 - Efeito do Vento nas Edificações

GERAIS:

- NBR 5419 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas
- NBR – 14 323 – Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento.
- NBR – 14 432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.

4) PROCEDIMENTOS CONSTRUTIVOS

4.1– Descrição dos Serviços a executar

A descrição que se segue não é exaustiva, pretendendo-se com ela apenas esquematizar o desenvolvimento dos trabalhos e alertar para algumas tarefas específicas e/ou de execução obrigatória.

- Análise dos desenhos do projeto e sua confrontação com as implantações e dimensões das estruturas de concreto armado – onde se irão fixar as peças metálicas da cobertura, com vista à eventual introdução de acertos dimensionais na estrutura da cobertura. Antes de iniciar a fabricação da estrutura da cobertura o empreiteiro deverá executar o levantamento topográfico rigoroso das posições das peças de concreto armado nas quais serão fixadas as estruturas da cobertura e fornecer os resultados desse levantamento a Fundação Roberto Marinho.
- Aprovisionamento dos materiais necessários à fabricação das estruturas metálicas, com obtenção dos respectivos certificados de qualidade.
- Fornecimento e posicionamento dos chumbadores que ficarão embebidos nos topos das colunas e dos pórticos.
- Levantamento topográfico das posições exatas dos chumbadores, após a concretagem ou selagem, seguido de eventual correção da geometria das peças metálicas que a eles se fixam.
- Preparação e apresentação para aprovação da Fundação Roberto Marinho do modelo global da estrutura e dos desenhos de preparação das peças individuais.
- Estudo da sequência de fabricação e montagem das estruturas metálicas tendo em conta os condicionamentos existentes no local da obra e nos seus acessos. Neste estudo serão definidas as formas de divisão das estruturas em partes para transporte, a sequência de execução das respectivas ligações ao nível do piso, as ligações a executar com as peças nas suas posições definitivas, os meios de transporte e elevação a utilizar, os montantes para apoio provisório e nivelamento, etc. Toda esta informação constará de um documento a submeter à aprovação da Fundação Roberto Marinho, em conjunto com o programa de fábrica e montagem.
- Elaboração dos projetos dos sistemas de apoio provisório. Estes projetos, que devem respeitar as regras especificadas neste documento, serão submetidos à aprovação da Fundação Roberto Marinho.

- Preparação do programa de fabricação, pré-montagem em oficina, e montagem das estruturas metálicas. Este programa, deverá, igualmente, ser submetido à aprovação da Fundação Roberto Marinho.
- Preparação, e apresentação a Fundação Roberto Marinho, do programa de controle de qualidade para todas as fases da construção.
- Fabricação da estrutura metálica de acordo com o programa aprovado.
- Realização das diversas fases de controle de qualidade durante a fabricação (controle de materiais, de soldas, de geometria, etc).
- Pré-montagem, em oficina, das diversas partes em que serão divididas as seguintes peças e acerto final da geometria das suas ligações:
- Execução das primeiras fases do esquema de proteção anti-corrosiva conforme estabelecido no projeto e nas presentes Especificações.
- Transporte das peças metálicas para o local da obra utilizando meios compatíveis com as vias de acesso e com os equipamentos de movimentação disponíveis e segundo uma sequência coordenada com os programas de montagem de cada parte da obra.
- Posicionamento, em "gabarito" apropriado, ao nível do solo, dos tramos que compõem as tesouras e execução das soldas entre eles.
- Posicionamento, em "gabarito" rígido apropriado, ao nível do solo, dos trechos das peças, afinação rigorosa das suas posições, execução das soldas, controle de qualidade destas e controle geométrico do conjunto.
- Reparação do esquema de pintura nas áreas afetadas pela execução das soldas.
- Montagem dos sistemas para apoio provisório da estrutura da cobertura e, se for caso disso, dos escoramentos necessários para evitar a transmissão de cargas às bases.
- Montagem e nivelamento das tesouras, joists, travamentos e contraventamentos ficando aquelas, apoiadas nos

sistemas de apoio provisório. Aperto e verificação de todas as ligações aparafusadas. As tesouras deverão ser colocadas nas posições especificadas no projeto as quais têm em conta os deslocamentos que a estrutura irá sofrer quando se libertarem os apoios provisórios. Deverá ser feito o controle topográfico das posições das tesouras.

- Inspeção de toda a estrutura montada com verificação aleatória das ligações.
- Descida gradual e controlada dos apoios das tesouras segundo uma sequência a definir, acompanhada pelo controle topográfico das posições das extremidades dos tirantes exteriores e interiores incluindo os que ligam aos topos dos pilares dos cantos.
- Desmontagem dos sistemas de apoio provisório da cobertura.
- Montagem das barras secundárias e travamentos que não puderam ser instaladas por ocuparem as zonas de passagem dos apoios provisórios (eventual).
- Execução das reparações do esquema de pintura nas áreas que ficaram danificadas em consequência das operações de montagem. Estas reparações podem ser efectuadas logo após a montagem de cada uma das parcelas da cobertura.
- Aplicação das demãos finais de pintura em toda a estrutura (se aplicável).
- Ajustagem dos níveis das tesouras nas fronteiras entre as coberturas das bancadas centrais e das bancadas de topo com auxílio dos fusos existentes nas extremidades dos tirantes que as suspendem.
- Levantamento topográfico de toda a cobertura.
- Desmontagem dos dispositivos de apoio provisório da cobertura.

3.2 – Materiais

- As peças metálicas que formam a estrutura da cobertura nas quais se incluem os perfis, chapas e barras laminados, os perfis enformados a frio, os tubos com ou sem costura, os varões, os parafusos, as porcas sextavadas, as arruelas circulares, os eletrodos para as ligações soldadas, os chumbadores e todos os outros componentes, deverão ter as geometrias indicadas nos desenhos do projeto e respeitar as normas que fixam as respectivas tolerâncias dimensionais.-

Os materiais que as constituem são os seguintes:

- a) Chapas , tubos com costura e perfis soldados ABNT AR 350 COR
 - b) Perfis laminadosASTM A 572 Grau 50
 - c) Chapas e perfis laminados resistentes à corrosão atmosférica ASTM A588 Grau 50
 - d) Perfis conformados a frio ABNT AR 350 COR
 - e) Tubos de secção circular sem costura ASTM A501 Grau 50
 - f) Chumbadores e perfis de secção circular F1554 Grau 36
 - g) Parafusos de alta resistência ASTM A325 Tipo 3 Grau A
 - h) Porcas sextavadas pesadas ASTM A563DH
 - i) Arruelas circulares ASTM A563
 - j) Eléctrodos revestidos E7018W ou G
 - k) Eléctrodos para solda MIG/MAG ER8018 S G
 - l) Eléctrodos para solda por arco submerso E7 A0 EW
-
- Todos os materiais empregues na fabricação da estrutura serão objeto de um certificado de qualidade que será

entregue a Fundação Roberto Marinho antes das peças serem expedidas para o local de montagem.

- Os certificados de qualidade serão emitidos pelas respectivas usinas produtoras e respeitarão uma normalização previamente aprovada pela Fundação Roberto Marinho
- Os certificados conterão, obrigatoriamente, a indicação das propriedades mecânicas garantidas para o aço – tensão limite de proporcionalidade a 0,2%, tensão de ruptura, alongamento após a ruptura – da sua composição química e a forma como foram obtidos esses valores – critério de amostragem e ensaios realizados nomeadamente.
- Todas as peças metálicas que serão empregues na fabricação da estrutura deverão ser marcadas por um processo adequado que possibilite a sua identificação em todas as fases do processo construtivo. A marcação deverá permitir que, em qualquer altura, se possa conhecer a origem de uma qualquer das peças que constituem a estrutura.
- A obrigação de fornecer os certificados de qualidade é extensível, nas mesmas condições aos eletrodos e aos parafusos, porcas e arruelas.
- No caso dos parafusos e porcas de alta resistência é obrigatória a inclusão no certificado do resultado do ensaio de tracção realizado para o parafusos e a porca, em conjunto.
- O aço a utilizar será de textura compacta e homogénea, de grão fino, isento de fendas, inclusões ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização.
- Os perfis laminados, os tubos e as chapas de aço deverão apresentar-se nas formas prescritas, desempenados, e deverão respeitar as tolerâncias gerais para a fabricação indicadas nas respectivas normas.
- A maior parte das ligações na obra (quando necessárias) serão feitas com parafusos de alta resistência ASTM A325.
- Compete ao empreiteiro assegurar que as matérias-primas empregues na fabricação não apresentam qualquer defeito, nomeadamente poros, folheamento, inclusões, etc. Para tal deverá realizar os controlos de qualidade necessários. A Fundação Roberto Marinho poderá exigir do Empreiteiro a realização de ensaios radiográficos nas chapas espessas com o propósito de detectar eventuais defeitos de folheamento.
- Porcas e arruelas devem seguir as especificações ASTM A563 DH, para porcas, galvanizadas e lubrificadas e

arruelas ASTM A563 galvanizadas.

- Não serão permitidas ligações com parafusos ASTM A307.
- Os parafusos deverão ser fornecidos com 2% a mais das quantidades necessárias para cada tipo (diâmetro, comprimento) e resistência.
- Os chumbadores devem ser fabricados de aço soldável para permitir a execução de correções por solda no campo caso, ocorram erros de posicionamento.
- As dimensões e tolerâncias dos parafusos, porcas e arruelas são as especificadas nas normas
- Os parafusos, porcas, e arruelas serão fabricados por casas da especialidade. O Empreiteiro deverá informar a Fundação Roberto Marinho qual o fabricante escolhido.
- Os parafusos terão na parte roscada o comprimento correspondente à espessura da porca e da arruela acrescido de 3mm. A transição entre a zona roscada e a zona lisa da espiga deve ficar dentro da espessura da anilha.
- O furo da porca será centrado e em esquadria com as bases, que deverão apresentar-se planas.
- As arruelas serão planas, com uma espessura mínima de 3mm e o diâmetro interior superior em 2mm ao dos parafusos.
- Os parafusos serão, obrigatoriamente, munidos de arruelas do lado das porcas. No caso de, excepcionalmente, o aperto da ligação se fazer pela cabeça do parafuso, deverá colocar-se uma arruela desse lado.
- Caso se utilize soldagem por arco elétrico com eletrodo revestido (S.E.R.) só será permitida a soldagem com electrodos com revestimento básico. (AWS/E7018).
- Neste caso os electrodos deverão ser secos antes da sua utilização e só serão retirados da estufa à medida que forem sendo utilizados.
- Não devem ser usados electrodos AWS E70XX com aços patináveis. A especificação correta é o uso de eletrodos

E7018 W ou E7018 G (eletrodo revestido), ER 8018 S G (MIG/MAG), E7 A0 EW (arco submerso).

- De cada lote de consumíveis será entregue a Fundação Roberto Marinho o respectivo certificado do fornecedor.
- As tintas a utilizar nas superfícies metálicas serão de marca e qualidade conhecidas e aprovadas pela Fundação Roberto Marinho e deverão ter as propriedades mais adequadas à especificação da pintura que consta destas Especificações.
- Os componentes galvanizados a fogo deverão obedecer à especificação ASTM A153/A-01a. A espessura média da camada de zinco deverá ser de no mínimo 100 micra correspondente a uma vida útil da estrutura entre 50 e 100 anos.
- Parafusos e arruelas a serem galvanizados, com diâmetro igual ou superior a 3/8" e arruelas com espessuras variando de 3/16" a 1/4", deverão possuir uma camada mínima de zinco igual a 380 g/m2 de superfície. Os métodos a serem usados para verificar a espessura de galvanização devem obedecer à especificação E376-96.
- Reparos a serem feitos em regiões danificadas da galvanização ou não galvanizadas de qualquer elemento da estrutura, devem ser feitos de acordo com a especificação ASTM A780-00. O Empreiteiro é o último responsável pela qualidade do material galvanizado a ser fornecido ao cliente.
- O Empreiteiro deverá propor a Fundação Roberto Marinho qual o material que pretende utilizar para a selagem dos espaços entre as peças metálicas e as superfícies de concreto. Deverá ser um material à base de cimento Portland, com baixa retração e deverá ser fornecido com as instruções de aplicação emitidas pelo seu fabricante.
- Para espessuras acima de 25mm e inferiores a 50mm será empregue um "grout" com argamassa de cimento em que a relação cimento/inertes finos não seja inferior a 1/2.. Acima de 50mm essa relação não deverá ser inferior a 1/2.

3.3 – Fabricação

REGRAS GERAIS

- Traçagem das peças
- A traçagem das peças da estrutura metálica deverá ser feita tendo em vista a obtenção de contornos exatos, de acordo com os desenhos, e que os bordos ou topos se ajustem perfeitamente em todo o comprimento das juntas.
- Na traçagem das peças a soldar, deverão ser tidas em conta as deformações devidas à retração longitudinal e transversal.
- Antes de iniciar a traçagem das peças o empreiteiro deve confirmar, no local, se as dimensões referentes a outras partes da construção que se ligam com a estrutura a fabricar correspondem aos valores previstos nos desenhos do Projeto, procedendo aos acertos de dimensões necessários que submeterá à aprovação da Fundação Roberto Marinho.

Desempeno e Dobragem

- As barras, chapas e perfilados serão desempenados a frio ou, excepcionalmente, a quente respeitando as regras técnicas adequadas ao tipo de aço.
- O desempeno a frio será, na medida do possível, feito à máquina, por pressão e não por choque.
- Só é permitida a dobragem a frio das peças de aço.
- Qualquer peça que, sendo dobrada ou desempenada, evidencie sinais de fissuração, folheamento ou danos na superfície de pintura deverá ser rejeitada.
- A dobragem a frio das peças metálicas deverá ser executada em conformidade com a norma pertinente. Em qualquer caso não deverão ser danificadas as camadas de protecção anti-corrosiva existentes nas peças.
- Na ausência de quaisquer outras especificações, a dobragem de tubos circulares deve respeitar os seguintes critérios:
 - a) A relação entre o diâmetro dos tubos e a espessura da parede não deve exceder 15;
 - b) O raio de dobragem (medido no eixo do tubo) não deve ser inferior, nem a $1,5d$ nem a $d+100\text{mm}$, sendo d o diâmetro do tubo;
 - c) A junta soldada longitudinal deverá ficar junto à linha neutra da dobragem, para minimizar as tensões de flexão na soldagem

Corte

- O corte das peças metálicas deverá ser executado por forma a que sejam respeitadas as tolerâncias e os limites de endurecimento e de rugosidade especificados. As superfícies de corte deverão ser inspeccionadas e, se for necessário, alisadas.
- O processo de corte empregue não deverá danificar a pintura se ela já estiver aplicada na peça.
- O corte das barras, perfis e tubos será, de preferência, feito à serra.
- Nos cortes realizados, à guilhotina ou a oxi-corte, tomar-se-ão cuidados especiais no acabamento dos bordos, em particular quando houver que proceder a soldagem. As saliências, falhas e rebarbas dos bordos das peças serão removidas à mó de esmeril.

Furação

As cláusulas seguintes aplicam-se a furos para parafusos e as tolerâncias nelas mencionadas só serão válidas quando não existirem outras indicações no capítulo desta Especificação referente a tolerâncias de fabricação.

- Os furos relativos ao mesmo parafuso, em peças sobrepostas, deverão permitir a livre inserção do elemento de ligação das peças, sendo permitida, na excentricidade, a tolerância de 1mm;
- A tolerância para irregularidades de furação será no máximo de 1 mm para a distância de um dos furos ao que se lhe seguir, e de 2mm para a distância aos furos extremos de uma mesma linha;
- Os alinhamentos dos furos deverão ser rigorosamente paralelos às secções de corte, admitindo-se a tolerância de 1mm;
- A furação, quando realizada por punçonnemento será realizada com diâmetro inferior ao valor nominal, no mínimo de 2mm, sendo alargada para a do projecto, a mandril, com as peças ligadas na sua posição definitiva;
- Nas peças em que se tenham realizado furos deverão ser eliminadas as rebarbas das duas faces em contato, para que se ajustem perfeitamente uma sobre a outra.
- Os diâmetros dos furos serão 1mm superiores aos dos parafusos para parafusos com diâmetros iguais ou inferiores a 14mm, 2mm superiores no caso de parafusos com diâmetros situados entre 14mm e 25mm e 3mm superiores para os parafusos de maior diâmetro.
- Os furos de peças que ficarão em contato deverão ser punçoados no mesmo sentido.

Soldagem

- Todas as soldas deverão ser executadas em conformidade com o estabelecido nas normas AWS.

- Todos os soldadores e inspetores de qualidade das soldas e operadores serão qualificados de acordo com essas mesmas normas.
- As soldas devem, preferencialmente, ser executadas em fábrica, limitando-se ao mínimo indispensável as que serão executadas no local de montagem.
- O Empreiteiro obriga-se a apresentar a Fundação Roberto Marinho, antes de dar início às operações de soldagem, um programa de trabalhos indicando os consumíveis e os parâmetros de soldagem (intensidade, tensão e velocidade), a preparação dos chanfros, número de passes, etc.
- O programa referido no número anterior, deverá ser preparado tendo em vista garantir que a soldagem fica sem defeitos, com as dimensões e contornos adequados e ainda, precavendo deformações e tensões residuais elevadas.
- Deverá evitar-se a aplicação excessiva de solda num mesmo local, bem como o estabelecimento de variações bruscas de seção, nomeadamente em elementos soldados em toda a periferia.
- A disposição e a ordem de execução devem ser estabelecidas de modo a reduzir-se, tanto quanto possível, os estados de tensão resultantes da própria operação de soldagem, e a garantir que as peças soldadas fiquem na posição pretendida.
- As soldas efetuadas não poderão ser arrefecidas rapidamente, exigindo-se uma descida gradual e lenta de temperatura. Será exigida uma proteção das soldas contra o arrefecimento brusco provocado pela chuva, ou ação do vento.
- O metal depositado tem de ficar bem ligado aos materiais a soldar sem que se tenha queimado o material dos bordos.
- Os cordões executados não deverão apresentar irregularidades, poros, fendas, cavidades ou quaisquer outros defeitos.
- A cada passagem e antes de iniciado o novo cordão, a superfície do cordão realizado deve ser cuidadosamente desembaraçada de escórias, utilizando a picadeira e a escova de aço ou outro método conveniente. Tomar-se-ão os mesmos cuidados quando houver que prosseguir um cordão interrompido ou ligar dois cordões já executados.
- As superfícies destinadas a receber soldagem deverão encontrar-se secas e bem limpas, isentas de corpos estranhos, ferrugem, escórias, pintura e gorduras.
- As soldas e as partes contíguas serão picadas e escovadas até ficarem perfeitamente limpas, a fim de se poder verificar a existência de fissuras, poros ou outros defeitos. Todos os defeitos aparentes na superfície de um cordão, deverão ser removidos. A operação de remoção será executada até completo desaparecimento dos defeitos de compactidade.

- Nos cordões de soldagem topo a topo, e sempre que isso seja construtivamente possível, proceder-se-á à esmerilhagem da raiz e à execução do respectivo cordão.
- Em caso de comprovada necessidade, poderá exigir-se o tratamento térmico de determinadas peças.
- As características dos eléctrodos são as indicadas nestas especificações.

Controle de Soldagem

- O Empreiteiro obriga-se a apresentar a Fundação Roberto Marinho, antes de dar início aos trabalhos de soldagem, e para aprovação prévia, os métodos de controle e a extensão com que os mesmos se devem realizar, para garantia do nível de qualidade dos trabalhos de soldagem.
- Além do exame direto serão feitos exames radiográficos e/ou por ultra-sons, no mínimo a 20% do total das soldas topo a topo efetuadas.
- A aceitação dos defeitos será obtida por comparação com as radiografias dos padrões IIS/IIW.
- Todos os exames de controlo de soldagem serão a cargo do Empreiteiro.
- Se for detectada uma soldagem defeituosa, todas as soldas existentes no elemento em que aquela foi localizada serão submetidas a inspecção radiográfica ou por ultra-sons.
- Por outro lado, proceder-se-á ao controle radiográfico ou por ultra-sons de todas as soldas refeitas, reconhecidas inicialmente como defeituosas.
- A Fundação Roberto Marinho poderá exigir sondagens nos cordões que se lhe afigurem defeituosos, os quais serão refeitos por soldagem.
- O coordenador dos trabalhos de soldas deverá ser um técnico com formação e conhecimentos adequados cuja qualificação deverá ser aprovada pela Fundação Roberto Marinho.
- O critério de aceitação dos defeitos deverá corresponder à importância da estrutura e ao nível de solicitação a que ficam sujeitas as soldas. Será fixado pelo projectista o nível de qualidade exigível.

Marcação das Peças

- Todas as peças devem ser convenientemente marcadas em oficina para que, na montagem, não possam surgir qualquer dúvida quanto à sua posição.

Tolerâncias de Fabricação

- As tolerâncias a respeitar no fabrico e na inspeção das peças metálicas deverão estar conforme NBR 8800/2008

Geometria de Fabricação

- Nas operações de traçagem, pré-montagem, soldagem e montagem serão tomadas as precauções necessárias para que, depois da montagem definitiva, existam as contra-flechas previstas no projeto.

REGRAS ESPECÍFICAS

- Antes de iniciar a fabricação das estruturas metálicas, o empreiteiro deve preparar e submeter à aprovação da Fiscalização o programa de fabricação, pré-montagem e montagem, no qual constará a divisão em partes prevista para as peças de maior dimensão, nomeadamente as tesouras, etc, os tirantes horizontais e os tirantes inclinados compostos, e respectiva sequência de fabricação, pré-montagem e montagem. No estabelecimento da partição das estruturas serão tomadas em consideração todas as restrições existentes nos acessos e no local da montagem. Para melhor compreensão do processo deve acompanhar o programa com as peças escritas e desenhadas necessárias. Toda a documentação será apreciada pela Fundação Roberto Marinho, bem como os desenhos de fabricação de todas as peças, a apresentar posteriormente à aprovação do programa.
- Deve, também, ser submetido à aprovação da Fundação Roberto Marinho o programa de controle de qualidade a implementar na fabricação da estrutura. Deste devem constar o controle das características das matérias-primas, o controle das soldas e os controles geométricos.
- O controle final da geometria das peças referidas, na oficina, deve ser executado após a pré-montagem e antes da sua decomposição em partes para transporte. Esse controle será transcrito para um documento a enviar a Fundação Roberto Marinho.
- As tolerâncias a considerar para a fabricação da estrutura são as especificadas na NBR 8800/2008., caso não existam indicações mais exigentes nos documentos do projeto ou nestas Especificações.
- Os soldadores que trabalham na fabricação das estruturas deverão ser qualificados por organismo oficial, para a execução das soldas que executam.

- Antes do início da fabricação serão entregues a Fundação Roberto Marinho os certificados de qualificação dos soldadores que nele vão trabalhar.
- Serão submetidos a controle radiográfico ou por ultra-sons (consoante a espessura) pelo menos 10% das soldas de topo das peças metálicas executadas em oficina. A localização das soldas a controlar será definida pela Fundação Roberto Marinho ou por um seu representante.
- Serão controladas, por método não destrutivo, a propor pelo empreiteiro e aprovar pela Fundação Roberto Marinho, 10% das soldas de canto. A sua localização será igualmente definida pela Fundação Roberto Marinho ou por um seu representante.
- Nos pontos onde são soldadas outras peças a chapas com espessuras superiores a 40mm será feito o controle não destrutivo, por ultra-sons ou por raios X, da integridade das chapas. Estes ensaios incidirão sobre 20%, no mínimo, das zonas afectadas pela execução daquelas soldas e visam detectar eventuais defeitos de folheamento.
- Será objeto de cuidados especiais a execução das flanges soldadas nas bases dos pilares, nas outras peças a fixar ao concreto e nas ligações de topo aparafusadas entre tramos de peças metálicas. O contato entre as superfícies das duas peças metálicas deverá ser perfeito, não se admitindo folgas nas extremidades, antes de serem apertados os parafusos, superiores a 2mm. Deverá, igualmente, ser garantido o alinhamento perfeito entre os furos de ambas as peças.
- Durante a fabricação das estruturas metálicas deverão ser fixadas as peças para ligação das escadas e passadiços a instalar na cobertura.
- Será feita uma inspecção visual a 100% a todas as soldas nas peças da estrutura da cobertura produzidas em oficina.
- A execução das soldas entre os diversos tramos deverá ser precedida pela afinação rigorosa das suas posições e fixação através de meios que impeçam a ocorrência de deslocamentos durante as soldas.
- Os trabalhos de fabricação serão inspecionados, periodicamente ou em permanência, por fiscais nomeados pela Fundação Roberto Marinho.
- Na execução dos trabalhos de fabrico serão respeitadas as indicações contidas a norma brasileira NBR 8.800 – “Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios” (métodos dos estados limites) – e em particular no seu– Práticas Recomendadas para Execução de Estruturas de Aço de Edifícios.
- São, igualmente, consideradas como normas de referência para a execução de soldas as normas da AWS, Structural Welding Code – Steel D1.1, Structural Welding Code – Sheet Steel D.1.

3.4 – Montagem

REGRAS GERAIS

- A montagem da estrutura metálica deverá ser feita por pessoal especializado e respeitar todas as normas e regulamentos de segurança aplicáveis, em particular ... (Norma Brasileira de Segurança no Trabalho).
- Os eixos principais e as marcas de nivelamento necessárias à montagem serão fixados e materializados claramente, e, referenciados a pontos fixos.
- A colocação dos chumbadores deverá ser feita tomando as necessárias precauções para que o seu posicionamento não seja modificado no decurso da concretagem.
- O Empreiteiro deverá utilizar, de sua conta, todas as ferramentas, equipamentos de elevação, construções auxiliares e contraventamentos provisórios necessários à montagem.
- Deverão ser integralmente respeitadas as indicações do projeto nomeadamente no que respeita à aplicação dos parafusos pré-esforçados.
- A execução das ligações aparafusadas pré-esforçadas será feita de acordo com o estabelecido no ANEXO E destas Especificações.
- Será submetido à aprovação da Fundação Roberto Marinho o plano dos trabalhos de montagem, o qual deve respeitar as indicações do projeto e destas Especificações indicando claramente quais os meios materiais e humanos que o empreiteiro irá utilizar.
- O Empreiteiro deve submeter à aprovação da Fundação Roberto Marinho um documento onde constem os processos de controle de qualidade dos trabalhos de montagem que irá utilizar para garantir o integral cumprimento do Projeto. Será objeto de particular atenção o controle dimensional e a qualidade das ligações soldadas e aparafusadas.
- Antes da colocação dos parafusos um representante da Fundação Roberto Marinho fará a vistoria das furações a fim de verificar a perfeição do trabalho e proceder às correções convenientes.
- Deverão ser respeitadas as tolerâncias de montagem indicadas na NBR 8800/2008

REGRAS ESPECIFICAS

- A escolha do processo de montagem das estruturas metálicas deverá ter em consideração os condicionamentos locais ao acesso e circulação de veículos pesados e à utilização de guias de grande capacidade, nomeadamente a capacidade portante e a deformabilidade dos terrenos onde serão posicionados os equipamentos pesados.

- Se for caso disso o Empreiteiro deverá, por sua conta, proceder à melhoria da capacidade portante dos terrenos onde serão aplicadas as maiores cargas. De qualquer forma, compete ao Empreiteiro recolher toda a informação necessária para obter um conhecimento completo das características geomecânicas das zonas onde circulará e será estacionado o equipamento de montagem.
- Todas estas informações e as medidas que delas resultarem serão inscritas no plano de montagem a fornecer pelo Empreiteiro a Fundação Roberto Marinho.
- Todo o equipamento a utilizar na montagem das estruturas será submetido à aprovação da Fundação Roberto Marinho, em conjunto com o programa de montagem.
- O Empreiteiro deverá elaborar e submeter à aprovação da Fundação Roberto Marinho o projeto dos sistemas de escoramento provisório das estruturas das coberturas e dos arcos que prevê montar.
- Os sistemas de escoramento provisório mencionados anteriormente deverão permitir a regulação fina do nível dos apoios e o seu abaixamento lento para possibilitar a transferência gradual das cargas para as estruturas.
- Os escoramentos para suporte provisório das estruturas deverão ter bases com dimensões tais que não sejam excedidas as capacidades resistentes dos materiais onde apoiam. Chama-se a atenção para o limite da capacidade resistente da estrutura da base qual inviabiliza a aplicação das cargas nos elementos pré-fabricados. Admite-se, desde que sejam verificadas e demonstradas as condições de segurança, que as cargas dos escoramentos sejam transferidas para os pórticos principais.
- Para além dos condicionamentos e restrições mencionados nestas especificações e no projecto o Empreiteiro deverá, por sua conta, obter informação completa sobre os condicionamentos locais que irá encontrar no período de montagem de cada uma das estruturas.
- No item "Descrição Sumária dos Trabalhos a Executar" está inscrita uma sequência possível dos trabalhos de montagem a qual contém a descrição das tarefas de preparação, projeto, planeamento e controle de montagem que o Empreiteiro deverá realizar. De qualquer modo, a responsabilidade sobre o processo de montagem da estrutura da cobertura cabe integralmente ao Empreiteiro.
- Ainda no que se refere ao conteúdo do item anterior, chama-se a atenção para as fases do controle de qualidade das soldaduras a executar em obra e para o rigoroso controle da evolução da geometria da estrutura da cobertura, que aí se estipulam.
- O plano de montagem deverá indicar claramente o peso e as dimensões de cada uma das peças que serão movimentadas e os dispositivos que se pretende utilizar para garantir a estabilidade, posicionar rigorosamente e imobilizar as peças que serão soldadas.
- Deverá, também, especificar e caracterizar as potencialidades dos meios de transporte e movimentação previstos para os trabalhos de montagem.

- No plano de montagem deverão constar as posições de estacionamento das guias para a elevação das peças de maior peso e a relação entre os pesos das peças e os raios de operação das guias. Caso se levantem dúvidas deverão ser marcadas nas peças as posições dos respectivos centros de gravidade.
- Serão indicados, no plano, os meios de acesso para o pessoal que executa as operações de montagem e os dispositivos a instalar para garantir a sua segurança em qualquer posição.
- Para cada uma das operações de montagem será estabelecido um plano de contingência.
- Para melhor compreensão da forma como se prevê executar os trabalhos de montagem serão preparados desenhos elucidativos.
- Serão submetidas a controle radiográfico ou por ultra-sons todas as soldas de topo executadas no local da montagem da estrutura.
- Na execução dos trabalhos de montagem serão respeitadas as indicações contidas na norma Brasileira NBR 8.800 – “Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios” (métodos dos estados limites) – e e, particular no seu anexo - Práticas Recomendadas para a Execução de estruturas de Aço de Edifícios.
- São, igualmente, consideradas como normas de referência para a execução de soldaduras as normas da AWS, Structural Welding Code – Steel D1.1, Structural Welding Code – Sheet Steel D.1.
- Durante e com a conclusão dos trabalhos de montagem a estrutura e as suas parcelas serão inspecionadas pelos representantes da Fundação Roberto Marinho, tendo em vista a verificação da sua conformidade com o projeto e com o estabelecido nestas Especificações.
- No que se refere à montagem a aprovação dos trabalhos executados será feita tendo em conta:
 - o respeito das tolerâncias dimensionais especificadas;
 - a comprovação dos momentos de aperto instalados nos parafusos de alta resistência pré-esforçados;
 - a verificação da qualidade das soldaduras executadas, através dos comprovativos do controle de qualidade realizado pelo Empreiteiro e do resultados dos testes complementares que a Fundação Roberto Marinho entender por bem realizar.
- As porcas de uma ligação aparafusada ficarão todas do mesmo lado da ligação.

3.5 – APLICAÇÃO DE PARAFUSOS DE ALTA RESISTÊNCIA PRÉ-ESFORÇADOS

O Empreiteiro deverá obedecer estritamente as normas que especificam os momentos de aperto dos parafusos – NBR 8.800 – ou às do Research Council on Structural Connections (R.C.S.C). Não serão aceites tabelas que relacionam empiricamente o momento de aperto com o pré-esforço.

PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES DAS JUNTAS

- Às superfícies metálicas que ficarão encostadas será aplicada, em oficina, apenas uma decapagem mecânica. Não são pintadas com qualquer demão de tinta, a menos que no projecto seja estipulada outra preparação.
- No estaleiro, as superfícies em contato, anteriormente decapadas, são limpas de poeiras e da flor da ferrugem, com uma escova metálica macia. O emprego de escovas rotativas é proibido. A acção da escova não deve diminuir a rugosidade. 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 susceptíveis de reduzir o coeficiente de atrito.
- Se as superfícies a ligar, decapadas, vierem da fábrica com revestimento de protecção, é interdito o emprego de detergentes ou de produtos derivados do petróleo para a sua remoção ou limpeza.

ARMAZENAMENTO DOS PARAFUSOS

- Os parafusos são armazenados ao abrigo das intempéries.
- Os parafusos necessários às ligações a fazer de momento, são colocados em caixas que possam ser fechadas no caso de chover.

LIGAÇÃO DAS PEÇAS

- Os parafusos devem ser limpos antes de colocados, para eliminar o excesso do lubrificante de proteção.
- As peças são mantidas em posição por parafusos de montagem e parafusos HR ligeiramente apertados, de tal maneira que se obtenha a coincidência dos furos.

COLOCAÇÃO DOS PARAFUSOS EM OBRA

- Depois da verificação do ajustamento das peças a ligar, será colocada a totalidade dos parafusos HR da ligação e apertados a 75% do momento de aperto definitivo (ver quadro com momentos de aperto- norma brasileira) e assim permanecerão durante pelo menos 3 horas.
- O aperto deverá ser dado na porca, mantendo imóvel a cabeça do parafuso.
- O Empreiteiro assegura-se que todos os parafusos estão apertados a 75%, marcando a giz por exemplo.

- O aperto dos parafusos a 75% será efectuado com chave dinamométrica.
- O encosto das superfícies em contacto será verificado visualmente, na periferia e nos furos de ligação.
- Em caso de necessidade, um aperto suplementar será aplicado aos parafusos nas zonas onde o encosto pareça duvidoso.

PROTEÇÃO DAS JUNTAS DURANTE A MONTAGEM

- A fim de evitar a entrada de água nas juntas, as operações de aperto (75%) devem ser efetuadas no mesmo dia, sobretudo a última.
- No caso de intempérie (chuva por exemplo), se todas as operações não puderem ser terminadas no mesmo dia, o local de trabalho deverá ser convenientemente protegido.
- Depois de completado o aperto dos parafusos deverão ser aplicadas novamente as demãos de tinta de acabamento às superfícies situadas na zona da ligação, abrangendo nessa aplicação as juntas pré-esforçadas entre as peças metálicas.

APERTO DEFINITIVO DOS PARAFUSOS

- O aperto definitivo (a 100%) duma união, não será realizado enquanto todos os parafusos da união não estiverem colocados e apertados a 75%. Este aperto definitivo será feito sempre com chave dinamométrica.
- Os parafusos serão apertados sempre pela mesma ordem. O aperto começará pelos parafusos centrais e será executado no sentido rotativo dos ponteiros do relógio. O Empreiteiro assegura-se, por marca a giz, de que todos os parafusos estão apertados a 100%.
- Na medida do possível, as uniões do mesmo tipo serão apertadas pela mesma equipa, com a mesma chave, para um mesmo diâmetro de parafuso.
- Os parafusos de diâmetro diferente serão apertados em seguida com o auxílio de uma outra chave.
- O aperto a ser realizado com chave dinamométrica, progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso.

REGULAÇÃO DAS CHAVES DE APERTO

- A regulação das chaves dinamométricas será feita em laboratório avalizado e reconhecido pela Fundação Roberto Marinho. A margem de erro admissível para o momento de aperto é de $\pm 4\%$.

INSPECÇÃO DOS PARAFUSOS PRÉ-ESFORÇADOS

- A verificação dos momentos de aperto instalados deverá ser feita nas 72 horas seguintes à aplicação do pré-esforço.

PROTEÇÃO ANTI-CORROSIVA

- O esquema de proteção anti-corrosiva a aplicar às superfícies metálicas é o seguinte:
- CLASSIFICAÇÃO – CATEGORIA DE CORROSIVIDADE – C5-M = muito alta marinha

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- decapagem mecânica ao grau SA 2 ½ em conformidade com a norma...SSPC SP 10 |
| <ul style="list-style-type: none">- aplicação de uma demão de primário de epoxy rico em zinco (Zn>90%) com uma espessura mínima de película de tinta seca de 75 micra);- aplicação de uma demão de tinta intermédia epoxidica de alta espessura, com uma espessura mínima da película de tinta seca de 175 micra;- aplicação de uma demão de tinta de acabamento à base de resina de poliuretano acrílico alifático de 2 componentes. A espessura final mínima da película de tinta seca é 50 micra. |

ESPESSURA DA PELÍCULA SECA = 300 micrometro com vida útil estimada de 8 a 15 anos

- Às superfícies que ficarão em contato com o concreto será aplicada apenas a demão de primário de epoxy rico em pó de zinco após a decapagem.
- Os parafusos serão protegidos contra a corrosão por meio de galvanização conforme especificado em – Materiais.
- Em princípio prevê-se que as demãos de poliuretano sejam aplicadas no local da montagem, após a execução das soldaduras e das ligações aparafusadas que permitem formar as joists.
- Nas zonas em que as demãos de primário e de tinta intermédia forem afetadas pela execução das soldaduras ou pelo transporte e manuseamento das peças, elas deverão ser reconstituídas antes da aplicação das duas demãos de acabamento.
- Às superfícies aparentes dos parafusos, porcas e anilhas, serão aplicadas as mesmas demãos de tinta de acabamento que se especificou para as restantes superfícies. Para garantir a aderência destas demãos sobre as superfícies galvanizadas aplicar-se-á previamente um primário de aderência.
- Em qualquer dos casos o Empreiteiro deverá ter em consideração os condicionamentos locais e as suas implicações sobre o processo de execução das demãos de pintura.
- Na escolha da sequência e dos processos de execução das pinturas o Empreiteiro deverá ter em conta que não será

admissível, em qualquer parcela das superfícies, a existência de defeitos ou manchas de tonalidade diferente na pintura, nas zonas mais baixas as superfícies terão, ainda, de ter um aspecto perfeitamente uniforme.

- O Empreiteiro deverá colocar à disposição da Fundação Roberto Marinho os meios necessários para que esta possa comprovar a espessura das demãos de tinta a aplicar em cada fase da Obra.
- Serão seladas com vedante apropriado as juntas entre as tampas das cavilhas.

LIGAÇÃO DA ESTRUTURA METÁLICA À TERRA

- Compete ao Empreiteiro a preparação do projeto da ligação da estrutura metálica da cobertura à terra. Esse projeto será submetido à aprovação da Fundação Roberto Marinho.
- A ligação da estrutura da cobertura à terra será feita à medida que forem avançando os trabalhos de montagem.

OUTRAS OBRIGAÇÕES AO EMPREITEIRO

Serviços sub-contratados.

- O Fabricante/Montador deverá descrever detalhadamente o escopo de cada sub-contrato, incluindo materiais e serviços e que parte da estrutura está sendo sub-contratada, submetendo-os à uma licitação competitiva. A avaliação de propostas de sub-contratantes deverá ser baseada em preço, qualidade, cronograma e condições de trabalho, e principalmente em itens de segurança do trabalho. Essas propostas deverão ser aprovadas pela FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO.
- Estão incluídas nas obrigações do Fabricante manter a versão “as-built” de todos os desenhos de fabricação e montagem e a garantia da qualidade de todos os desenhos.
- Deverão ser claramente indicadas nos desenhos de montagem as ligações que exigem aperto controlado de parafusos.
- Alterações aprovadas que poderão ocorrer na estrutura originárias do proprietário, decorrentes da correção de erros nos desenhos originais, erros de fabricação e montagem deverão ser registradas pelo Fabricante. Após a aceitação final da estrutura todas essas alterações deverão ser fornecidas a FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO sob forma eletrônica.

- O Fabricante/Montador ficará responsável pela coordenação de suas actividades com a FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO e com os demais fornecedores de materiais e serviços tais como fundações, estruturas de concreto, instalações eléctricas e mecânicas, drenagem de águas pluviais, etc.
- Deverão ser evitadas mudanças inesperadas de sequências de montagem da estrutura principal, principalmente quanto a serviços sub-contratados e que possam causar impactos negativos no cronograma e em custos.



Eng Flavio Correia D Alambert
CREA 060106252-3

**TECHNICAL SPECIFICATION STRUCTURES METALLIC
MUSEUM OF THE TOMORROW**

***STELL STRUCTURE TECHNICAL SPECIFICATIONS
MUSEUM OF TOMORROW***

1) OBJECT OF THE WORK

To present the premises for analysis of the metallic structures that they will compose the covering of the Museum of the Tomorrow, in Rio de Janeiro, RJ, as well as supplying the structural concept, supports, contour conditions.

2) ADOPTED METHODOLOGY

The structural analysis will be divided in two phases, the first integrating the covering structure with the existent premises for the structure support of armed concrete, gauging the modulation of the columns, constructive height, etc.

The second phase of the works has for objective the structural calculation with the sizing of all the pieces and connections, providing like this the composition of the project drawings, specification of the materials, supports, connections ,etc.

For so much in this report we will approach the following topics preferentially:

- Conceptualization of the structure close to architecture for determination of the most balanced and economical group.
- Specification on the Lines, Systems and Profiles to be considered;
- Initial parameters, establishing all the project conditions that will be considered to define the structures of the building.
- Technical comment guiding about eventual particularities of the work;
- Specific conditions to be assisted together with the structures with the covering window-sashes: reception of pluvial waters, ventilations, tightness to the sound, light filter, etc.
- Recommendations for the protection painting.

- DOCUMENTS OF REFERENCE:

-Architecture Project

Series

- D-00000 - General drawings
- D 01000– Partial Drawings
- D 01300– Partial Sections
- D 01400– Partial Elevations
- D 04000 - Geometry

3) PREMISES OF PROJECT-COMPATIBILITY WITH ARCHITECTURE

3.1) SUMMARY DESCRIPTION OF THE STRUCTURE

- **TPOLOGY:**
 - Structures of steel composed type SPACE PORCH, formed by tubular profiles, stabilized by structure of armed concrete.
- **LONGITUDINAL INTERSPACE AMONG AXES OF COLUMN**
 - L long = Variable from 12 to 44,70 m
- **HEIGHT OF THE STRUCTURE**
 - H max = 20 meters
- **MAXIMUM HEIGHT OF THE BUILDING:**
 - H max = 20 meters
- **COVERING - ROOF-**
 - The roof will be divided in triangular and trapezoidal sections with a steel plate covering, and triangular and trapezoidal sections with window-sashes of aluminum and glasses
- **FRONTAL AND LATERAL COVERINGS:**
 - Construction with same permeability in all the faces.
- **TRAVERSE STRUCTURAL SYSTEM:**
 - Formed by system type "PORCHES "with horizontal central space and 2 tilted spaces, welded to each other.
 - Each porch will have 4 supports in the concrete structure, 2 superiors with capacity of supporting vertical and traverse reactions, being free in the longitudinal sense, 2 inferior supports with movement freedom in the longitudinal and vertical of the building however with tilted links close to the brims of armed concrete of the building.
- **LONGITUDINAL STRUCTURAL SYSTEM:**
 - The traversal porches will be stabilized longitudinally by diagonals linking them to each other also making possible to win the great swingings of the extremities. There will still be close to 2 fixed supports the level of the base of Pier.

3.2) USED NORMS:

The structures should be manufactured using the constant parameters in the following technical norms:

STRUCTURAL DIMENSIONAMENTO

- NBR 8800/2008 - I Project and Execution of Structures of Steel of Buildings
- NBR-6355-structural Profiles of steel formed to cold - Standardization
- AISC - ASD 13ed/2005 (American Society Goes Steel Construction)
- AISC - LRFD 2005 (American Society Goes Steel Construction)
- AISI - 1992 (AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE)
- NBR 14762 - Dimensionamento of structures of steel constituted by profiles conformed to cold.
- AWS D1.1 /92 (AMERICAN WELDING SOCIETY)
- API 2A

SHIPMENTS:

- NBR 6120/80 - Shipments in Constructions
- NBR 6123/88 - Effect of the Wind in the Constructions

GENERAL:

- NBR 5419 - Protection of Structures against Atmospheric Discharges
- NBR-14 323-Dimensionamento of structures of steel of buildings in fire situation- Procedure.
- NBR-14 432-resistance Demands to the fire of constructive elements of constructions- Procedure.

4) CONSTRUCTIVE PROCEDURES

4.1–description of the Services to execute

The description that she proceed is not exhausting, being intended with her to schematize the development of the works and to alert for some tasks just specifies e/ou of obligatory execution.

- Analysis of the drawings of the project and your confrontation with the implantations and dimensions of the structures of armed concrete–where she will fasten the metallic pieces of the covering, with view to the eventual introduction of dimensional successes in the structure of the covering. Before beginning him/it I manufacture of the structure of the covering the contractor it should execute the rigorous topographical rising of the positions of the pieces of armed concrete in which the structures of the covering will be fastened and to supply the results of that rising the Fundação Roberto Marinho.
- Supply of the necessary materials to the I manufacture of the metallic structures, with obtaining of the respective quality certificates.
- Supply and positioning of the chumbadores that will be soaked in the tops of the columns and of the porches.
- Topographical rising of the exact positions of the chumbadores, after the concretagem or selagem, followed by eventual correction of the geometry of the metallic pieces that to them notice.
- Preparation and presentation for approval of the Foundation Sea Roberto of the global model of the structure and of the drawings of preparation of the individual pieces.
- I study of the sequence of I manufacture and assembly of the metallic structures tends in bill the existent conditionings in the place of the work and in your accesses. In this study they will be defined the forms of division of the structures in parts for transport, the execution sequence of the respective connections at the level of the floor, the connections to execute with the pieces in your definitive positions, the means of transportation and elevation to use, the amounts for temporary support and leveling, etc. All this information will consist from a document to submit to the approval of the Fundação Roberto Marinho, together with the program of I manufacture and assembly.
- Elaboration of the projects of the systems of temporary support. These projects, that should respect the rules specified in this document, they will be submitted to the approval of the Fundação Roberto Marinho.

- Preparation of the program of I manufacture, pré-assembly in workshop, and assembly of the metallic structures. This program, will owe, equally, to be submitted to the approval of the Fundação Roberto Marinho.
- Preparation, and presentation the Fundação Roberto Marinho, of the program of quality control for all the phases of the construction.
- I manufacture of the metallic structure in agreement with the approved program.
- Accomplishment of the several phases of quality control during I manufacture him/it (it controls of materials, of you weld, of geometry, etc).
- Pré-assembly, in workshop, of the several parts in that the following pieces will be divided and I get right final of the geometry of your connections:
- Execution of the first phases of the protection outline anti-corrosive as established in the project and in the presents Specifications.
- Transport of the metallic pieces to the place of the work using compatible means with the access roads and with the available movement equipments and second a sequence coordinated with the programs of assembly of each part of the work.
- Positioning, in “form” appropriate, at the level of the soil, of the tramos that you/they compose the scissors and execution of the you weld among them.
- Positioning, in “form” rigid appropriate, at the level of the soil, of the spaces of the pieces, rigorous tuning of your positions, execution of the you weld, control of quality of these and control geometric of the group.
- Repair of the painting outline in the affected areas for the execution of the you weld.
- Assembly of the systems for temporary support of the structure of the covering and, if it goes case of that, of the necessary escoramentos to avoid the transmission of loads to the bases.
- Assembly and leveling of the scissors, joists, travamentos and contraventamentos being those, leaning in the systems

of temporary support. Squeeze and verification of all the bolted connections. The scissors should be placed in the positions specified in the project which have in bill the displacements that the structure will suffer when if they free the temporary supports. It should be made the topographical control of the positions of the scissors.

- Inspection of the whole mounted structure with aleatory verification of the connections.
- Gradual and controlled descent of the supports of the scissors second a sequence to define, accompanied by the topographical control of the positions of the extremities of the drawing ones external and interiors including the ones that they link to the tops of the pillars of the songs.
- Desmontagem of the systems of temporary support of the covering.
- Assembly of the secondary bars and travamentos that could not be installed for they occupy the zones of passage of the temporary supports (eventual).
- Execution of the repairs of the painting outline in the areas that were damaged in consequence of the assembly operations. These repairs can be soon efectuadas after the assembly of each one of the portions of the covering.
- Application of the final coatings of painting in the whole structure (if applicable).
- Tuning of the levels of the scissors in the borders among the coverings of the supported central and of the supported of top with I aid of the existent spindles in the extremities of the drawing ones that suspend them.
- Topographical rising of the whole covering.
- Desmontagem of the devices of temporary support of the covering.

3.2–materials

- The metallic pieces that form the structure of the covering in which the profiles, foils and bars are included laminated, the profiles shaped to cold, the tubes with or seamless, the males, the screws, the nuts sextavadas, the circular washers, the eléctrodos for the welded connections, the chumbadores and all the other components, should have the suitable geometries in the drawings of the project and to respect the norms that fasten the respective dimensional tolerances. -

The materials that constitute are them the following ones:

- m) Foils, tubes with seam and welded profiles..... ABNT AIR 350 COLOR
- n) Laminated profiles..... ASTM TO 572 Degree 50
- o) Foils and resistant profiles to the atmospheric erosion ASTM A588 Degree 50
- p) Profiles conformed to cold ABNT AIR 350 COLOR
- q) Tubes of seamless circular secção..... ASTM A501 Degree 50
- r) Chumbadores and profiles of circular secção F1554 Degree 36
- s) Screws of high resistance ASTM A325 Type 3 Degree THE
- t) Nuts heavy sextavadas..... ASTM A563DH
- u) Circular washers ASTM A563
- v) Covered Eléctrodos E7018W or G
- w) Eléctrodos for it welds MIG/MAG ER8018 S G
- x) Eléctrodos for it welds for arch submerged..... E7 A0 EW

- All the materials use in I manufacture him/it of the structure they will be object of a quality certificate that the Fundação

Roberto Marinho will be given before the pieces they be sent to the assembly place.

- The quality certificates will be emitted by the respective producing plants and they will respect a normalization approved préviamente for the Fundação Roberto Marinho
- The certificates will contain, obligatorily, the indication of the guaranteed mechanical properties for the steel–tension proportionality limit to 0,2%, rupture tension, prolongation after the rupture–in your chemical composition and the way how they were obtained those values–sampling criterion and rehearsals accomplished namely.
- All the metallic pieces that will be you use in I manufacture him/it of the structure they should be marked by an appropriate process that makes possible your identification in all the phases of the constructive process. The demarcation should allow that, in any height, one can know the origin of an any of the pieces that you/they constitute the structure.
- The obligation of supplying the quality certificates is expandable, in the same conditions to the elérodos and the screws, nuts and washers.
- In the case of the screws and nuts of high resistance it is obligatory the inclusion in the certificate of the result of the tracção rehearsal accomplished for the screws and the nut, together.
- The steel to use will be of texture it compacts and homogénea, of fine grain, exempt of rifts, inclusions or other harmful defects to your use.
- The laminated profiles, the tubes and the steel plates should come in the prescribed forms, desempenados, and they should respect the general tolerances for I manufacture him/it suitable in the respective norms.
- Most of the connections in the work (necessary ado) they will be done with screws of high resistance ASTM A325.
- It competes to the contractor to assure that the raw materials use in I manufacture they don't introduce him any defect, namely pores, folheamento, inclusions, etc. For such it should accomplish the necessary quality controls. The Fundação Roberto Marinho can demand the accomplishment of rehearsals radiográficos from the Contractor in the thick foils with the purpose of detecting eventual folheamento defects.

- Nuts and washers should follow the specifications ASTM A563 DH, for nuts, galvanized and lubricated and washers ASTM galvanized A563.
- Connections won't be allowed with screws ASTM A307.
- The screws should be supplied more with 2% the of the necessary amounts for each type (diameter, length) and resistance.
- The chumbadores should be manufactured of steel soldável to allow the execution of corrections for it welds in the field case, happen positioning mistakes.
- The dimensions and tolerances of the screws, nuts and washers are them specified in the norms
- The screws, nuts, and washers will be manufactured by houses of the specialty. The Contractor should inform the Fundação Roberto Marinho which the chosen manufacturer.
- The screws will have in the part roscada the length corresponding to the thickness of the nut and of the washer added of 3mm. The transition between the zone roscada and the flat zone of the ear of corn should be inside of the thickness of the anilha.
- The hole of the nut will be centered and in esquadria with the bases, that should come plane.
- The washers will be plane, with a minimum thickness of 3mm and the superior interior diameter in 2mm to the of the screws.
- The screws will be, obligatorily, of washers beside the nuts. In the case of, exceptionally, the squeeze of the connection to do for the head of the screw, a washer of that side should be placed.
- In case soldagem is used by electric arch with covered elétrodo (S.E.R.) the soldagem will only be allowed with eléctrodos with basic coating. (AWS/E7018).
- In this case the eléctrodos should be dry before your use and they will only be retired of the greenhouse as they go being used.

- Eléktodos AWS E70XX should not be used with steels you skated. The specification correctá is the eléctrodos use E7018 W or E7018 G (covered eléctrodo), ER 8018 S G (MIG/MAG), E7 A0 EW (arch submerged).
- Of each lot of consumable the Fundação Roberto Marinho will be given the respective certificate of the supplier.
- The inks to use in the metallic surfaces will be of mark and quality known and approved for the Fundação Roberto Marinho and they should have the most appropriate properties to the specification of the painting that consists of these Specifications.
- The components galvanized to fire they should obey the specification ASTM A153/A-01a. The medium thickness of the layer of zinc should be of in the minimum 100 micra corresponding to an useful life of the structure between 50 and 100 years.
- Screws and washers be galvanized her, with diameter same or superior to 3/8" and washers with thickness varying of 3/16" 1/4", they should possess a minimum layer of zinc same to 380 surface g/m2. The methods be used her/it to verify the galvanização thickness they should obey the specification E376-96.
- Repairs be her fetuses in damaged areas of the galvanização or not galvanized of any element of the structure, they should be done in agreement with the specification ASTM A780-00. The Contractor is the last responsible for the quality of the material galvanized to be supplied the customer.
- The Contractor should propose the Fundação Roberto Marinho which the material that intends to use for the selagem of the spaces between the metallic pieces and the concrete surfaces. It should be a material to the cement base Portland, with low retração and it should be supplied with the application instructions emitted by your manufacturer.
- For thickness above 25mm and inferior to 50mm will be it uses a "grout" with cement mortar in that the relationship fine cimento/inertes is not inferior 1/2.. Above 50mm that relationship should not be inferior 1/2.

3.3–production

GENERAL RULES

- Traçagem of the pieces
- The traçagem of the pieces of the metallic structure should be made tends in view the obtaining of exact contours, in agreement with the drawings, and that the boards or tops are adjusted perfectly in the whole length of the committees.
- In the traçagem of the pieces to weld, they should be had in bill the due deformations to the longitudinal and traverse retração.
- Before beginning the traçagem of the pieces the contractor it should confirm, in the place, if the referring dimensions to other parts of the construction that link with the structure to manufacture correspond to the values foreseen in the drawings of the Project, proceeding to the successes of dimensions necessary that will submit á approval of the Fundação Roberto Marinho.

Desempeno and Dobragem

- The bars, foils and profiled they will be desempenados to cold or, exceptionally, the hot respecting the appropriate technical rules to the type of steel.
- The desempeno to cold will be, insofar as possible, done to the machine, for pressure and not for shock.
- The dobragem is only allowed to cold of the pieces of steel.
- Any piece that, being bent or desempenada, evidence fissuração signs, folheamento or damages in the painting surface it should be rejected.
- The dobragem to cold of the metallic pieces should be executed in conformity with the pertinent norm. In any case they should not be damaged the layers of anti-corrosive protecção existent in the pieces.
- In the absence of any other specifications the dobragem of circular tubes should respect the following criteria:
 - d) The relationship between the diameter of the tubes and the thickness of the wall should not exceed 15;
 - e) The dobragem ray (measured in the axis of the tube) it should not be inferior, nor to 1,5d nor the $d+100\text{mm}$, being d the diameter of the tube;
 - f) The committee welded longitudinal it should be close to the neutral line of the dobragem, to minimize the flexão tensions in the soldagem

Cut

- The cut of the metallic pieces should be executed by form the one that the tolerances and the hardening limits they are respected and of specified rugosidade. The cut surfaces should be inspeccionadas and, if it is necessary, planed.
- The cut process uses it should not damage the painting if she be already applied in the piece.
- The cut of the bars, profiles and tubes will be, preferably, done to the mountain.
- In the accomplished cuts, to the guillotine or the oxi-cut, special carefult will be been in the finish of the boards, in matter when there is to proceed the soldagem. The saliencies, flaws and barb of the boards of the pieces will be removed to the emery millstone.

Furação

The following termses are applied to holes for screws and the tolerances in them mentioned they will only be valid when other indications don't exist in the chapter of this Specification regarding tolerances of I manufacture.

- The relative holes to the same screw, in put upon pieces, they should allow the free insert of the element of connection of the pieces, being allowed, in the idiosyncrasy, the tolerance of 1mm;
- The tolerance for furação irregularities will be at the most of 1 mm for the distance of one of the holes to the that if it follows him/her, and of 2mm for the distance to the extreme holes of a same line;
- The alignments of the holes should be strictly parallel to the cut secções, being admitted the tolerance of 1mm;
- The furação, when accomplished by puncionamento it will be accomplished with inferior diameter to the nominal value, at least of 2mm, being enlarged for the one of the projecto, to broach, with the linked pieces in your definitive position;
- In the pieces in that she have accomplished holes the barb of the two faces they should be eliminated in contact, for they are adjusted perfectly one on the other.
- The diameters of the holes will be 1mm superiors to the of the screws for screws with diameters same or inferior to 14mm, 2mm superiors in the case of screws with located diameters between 14mm and 25mm and 3mm superiors for the screws of larger diameter.
- The holes of pieces that will be in contact should be punctured in the same sense.

Soldagem

- All weld they will must them to be executed in conformity with the established in the norms AWS.

- All the welders and quality inspectors of the you weld and operators will be qualified in agreement with those same norms.
- You weld they owe them, preferencialmente, to be executed in factory, being limited to the indispensable minimum the ones that will be executed at the assembly place.
- The Contractor assumes an obligation to present the Fundação Roberto Marinho, before giving I begin to the soldagem operations, a program of works indicating the consumable ones and the soldagem parameters (intensity, tension and speed), the preparation of the chanfros, number of passes, etc.
- The program referred in the previous number, it should be prepared tends in view to guarantee that the soldagem is without defects, with the dimensions and appropriate contours and still, guarding against deformations and high residual tensions.
- The excessive application should be avoided of it welds at a same place, as well as the establishment of abrupt variations of section, namely in elements welded in the whole periphery.
- The disposition and the execution order should be established in way to be reduced, so much as possible, the resulting tension states of the own soldagem operation, and to guarantee that the welded pieces are in the intended position.
- You weld made them they cannot be cooled quickly, being demanded a gradual and slow descent of temperature. A protection will be demanded of the you weld against the abrupt arrefecimento provoked by the rain, or action of the wind.
- The deposited metal has to be very linked to the materials to weld without she have burned the material of the boards.
- The executed strings should not present irregularities, pores, rifts, cavities or any other defects.
- To each passage and before initiate the new string, the surface of the accomplished string should be disentangled carefully of scums, using the picadeira and the brush of steel or other convenient method. The same carefults will be been when there is an interrupted string to continue or to tie two strings already executed.
- The surfaces destined to receive soldagem they should meet you evaporate and very clean, exempt of strange bodies, rust, scums, painting and fats.
- You weld them and the contiguous parts will be pricked and brushed until they be perfectly clean, in order to she to verify the existence of fissures, pores or other defects. All the apparent defects in the surface of a string, they should be removed. The removal operation will be executed to complete disappearance of the defects of compactness.
- In the strings of soldagem top the top, and whenever that is constructively possible, it will be proceeded to the esmerilhagem of the root and the execution of the respective string.
- In case proven need, the treatment certain thermal pieces can be demanded.

- The characteristics of the electrodos are the suitable ones in these specifications.

Control of Soldagem

- The Contractor assumes an obligation to present the Fundação Roberto Marinho, before giving beginning to the soldagem works, and for previous approval, the control methods and the extension with that the same ones she should accomplish, for warranty of the level of quality of the soldagem works.
- Besides the direct exam they will be made exams radiográficos e/ou by supersonic sound waves, in the minimum to 20% of the total of the you weld top the top efectuadas.
- The acceptance of the defects will be obtained by comparison with the x-rays of the patterns IIS/IIW.
- All the exams of I control of soldagem they will be under the responsibility of the Contractor.
- If a defective soldagem be detected, all weld them existent in the element in that that was located the inspecção radiográfica they will be submitted or for supersonic sound waves.
- On the other hand, it will be proceeded to the control radiográfico or for supersonic sound waves of all weld re-done them, recognized initially as defective.
- The Fundação Roberto Marinho can demand surveys in the strings that if they figure him/her defective, which will be re-done by soldagem.
- The coordinator of the works of you weld he/she should be a technician with formation and appropriate knowledge whose qualification should be approved by the Fundação Roberto Marinho.
- The criterion of acceptance of the defects should correspond to the importance of the structure and the solicitation level the one that they are subject you weld them. It will be fastened by the projectista the level of demandable quality.

Demarcation of the Pieces

- All the pieces should be marked conveniently at workshop so that, in the assembly, they cannot appear any doubt with relationship to your position.

Tolerances of I Manufacture

- The tolerances to respect in I manufacture him/it and in the inspection of the metallic pieces they should be according to NBR 8800/2008

Geometry of I Manufacture

- In the traçagem operations, pré-assembly, soldagem and assembly will be taken the necessary precautions so that, after the definitive assembly, exist the against-arrows foreseen in the project.

RULES SPECIFY

- Before beginning him/it I manufacture of the metallic structures, the contractor should prepare and to submit to the approval of the Fiscalization the program of I manufacture, pré-assembly and assembly, in which it will consist the division in parts foreseen for the pieces of larger dimension, namely the scissors, etc, the drawing ones horizontal and the drawing ones tilted composed, and respective sequence of I manufacture, pré-assembly and assembly. In the establishment of the partition of the structures they will be taken in consideration all the existent restrictions in the accesses and in the place of the assembly. For better understanding of the process it should accompany the program with the written pieces and drawn necessary. The whole documentation will be appreciated by the Fundação Roberto Marinho, as well as the drawings of I manufacture of all the pieces, to present later to the approval of the program.
- He/she/you owes, also, to be submitted to the approval of the Fundação Roberto Marinho the program of quality control to implement in I manufacture him/it of the structure. Of this they should consist the control of the characteristics of the raw materials, the control of the you weld and the geometric controls.
- The final control of the geometry of the referred pieces., in the workshop, it should be executed after the pré-assembly and before your decomposition in parts for transport. That control will be transcribed for a document to send the Fundação Roberto Marinho.
- The tolerances to consider for I manufacture him/it of the structure they are them specified in NBR 8800/2008., in case more demanding indications don't exist in the documents of the project or in these Specifications.
- The welders that work in I manufacture him/it of the structures they should be qualified for official organism, for the execution of the you weld that execute.
- Before the beginning of the I manufacture they will be given the Fundação Roberto Marinho the certificates of the welders' qualification that will work in him.
- They will be submitted to control radiográfico or for supersonic sound waves (consonant the thickness) at least 10% of the you weld of top of the metallic pieces executed at workshop. The location of the you weld to control it will be defined by the Fundação Roberto Marinho or for a your representative.

- They will be controlled, for method non destructive, to propose for the contractor and to approve for the Fundação Roberto Marinho, 10% of the you weld of song. Your location will be defined equally by the Fundação Roberto Marinho or for a your representative.
- In the points where other pieces are welded the foils with superior thickness to 40mm it will be made the control non destructive, for supersonic sound waves or for rays X, of the integrity of the foils. These rehearsals will happen on 20%, at least, of the zones afectadas for the execution of those you weld and they seek to detect eventual folheamento defects.
- It will be object of special cares the execution of the flanges welded in the bases of the pillars, in the other pieces to fasten to the concrete and in the top connections bolted among tramos of metallic pieces. The contact among the surfaces of the two metallic pieces should be perfect, if not admitting rests in the extremities, before they be tight the screws, superior to 2mm. He/she/you will owe, equally, the perfect alignment to be guaranteed among the holes of both pieces.
- During I manufacture him/it of the metallic structures the pieces they should be fastened for connection of the stairways and passing to install in the covering.
- It will be made a visual inspecção for 100% to all you weld them in the pieces of the structure of the covering produced at workshop.
- The execution of the you weld among the several tramos it should be preceded by the rigorous tuning of your positions and fixation through means that impede the occurrence of displacements during you weld them.
- The works of I manufacture they will be inspected, periodically or in permanence, for nominated district attorney for the Fundação Roberto Marinho.
- In the execution of the works of I manufacture the contained indications they will be respected the Brazilian norm NBR8.800–“Projecto and Execution of Structures of Steel of Buildings” (methods of the states limits)–and in matter in yours–Practices Recommended for Execution of Structures of Steel of Buildings.
- They are, equally, considered as reference norms for the execution of you weld the norms of AWS, Structural Welding Code–Streel D1.1, Structural Welding Code–Sheet Steel D.1.

3.4–assembly

GENERAL RULES

- The assembly of the metallic structure should be made by specialized personnel and to respect all the norms and regulations of safety applicable, in matter... (Brazilian Norma of Safety in the Work.

- The main axes and the necessary leveling marks to the assembly will be fastened and materialized clearly, and, referenciados to fixed points.
- The placement of the chumbadores should be made taking the necessary precautions so that your positioning is not modified in the continuation of the concretagem.
- The Contractor should use, of your bill, all the tools, elevation equipments, auxiliary constructions and necessary temporary contraventamentos to the assembly.
- They should be respected the indications of the project integrally namely in what it respects to the application of the pré-diligent screws.
- The execution of the connections bolted pré-diligent it will be done in agreement with the established in the ENCLOSURE AND of these Specifications.
- It will be submitted to the approval of the Fundação Roberto Marinho the plan of the assembly works, which should respect the indications of the project and of these Specifications indicating clearly which the material and human means that the contractor will use.
- The Contractor should submit to the approval of the Fundação Roberto Marinho a document where you/they consist the processes of control of quality of the assembly works that it will use to guarantee the integral execution of the Project. It will be objecto of matter attention the dimensional control and the quality of the welded connections and bolted.
- Before the placement of the screws a representative of the Fundação Roberto Marinho will make her you/he/she inspects of the furações in order to verify the perfection of the work and to proceed ace convenient correcções.
- The suitable assembly tolerances should be respected in NBR 8800/2008

RULES SPECIFY

- The choice of the process of assembly of the metallic structures should have in consideration the local conditionings to the access and circulation of heavy vehicles and to the use of cranes of great capacity, namely the capacity portante and the deformabilidade of the lands where the heavy equipments will be positioned.
- If it goes case of that the Contractor it will owe, for your bill, to proceed to the improvement of the capacity portante of the lands where you/they will be applied the largest loads. In any way, it competes to the Contractor to pick up all the

necessary information to obtain a complete knowledge of the characteristics geomecânicas of the zones where will circulate and the assembly equipment will be parked.

- All these information and the measures that of them to result will be enrolled in the assembly plan to supply for the Contractor the Fundação Roberto Marinho.
- The whole equipment to use in the assembly of the structures will be submitted to the approval of the Fundação Roberto Marinho, together with the assembly program.
- The Contractor should elaborate and to submit to the approval of the Fundação Roberto Marinho the project of the systems of temporary escoramento of the structures of the coverings and of the arches that he foresees to set up.
- The systems of temporary escoramento mentioned previously they should allow the fine regulation of the level of the supports and your slow abaixamento to make possible the gradual transfer of the loads for the structures.
- The escoramentos for temporary support of the structures should have bases with such dimensions that the resistant capacities of the materials are not exceeded where support. He/she calls himself the attention for the limit of the resistant capacity of the structure of the base which makes unfeasible the application of the loads in the prefabricated elements. It is admitted, since they are verified and demonstrated safety's conditions, that the loads of the escoramentos are transferred to the main porches.
- For besides the conditionings and restrictions mentioned in these specifications and in the project the Contractor will owe, for your bill, to obtain complete information on the local conditionings that he will find in the assembly period of each one of the structures.
- In the item "Summary Description of the Works to Execute" a possible sequence is enrolled of the assembly works which contains the description of the preparation tasks, project, planeamento and assembly control that the Contractor should accomplish. Anyway, the responsibility on the process of assembly of the structure of the covering falls to the Contractor integrally.
- Still in what he/she refers to the content of the previous item, he/she calls himself the attention for the phases of the control of quality of the weldings to execute in work and for the rigorous control of the evolution of the geometry of the structure of the covering, that there are stipulated.
- The assembly plan should indicate the weight and the dimensions clearly of each one of the pieces that will be busy and the devices that she intend to use to guarantee the stability, to position strictly and to immobilize the pieces that will be welded.
- He/she/you will owe, also, to specify and to characterize the potentialities of the means of transportation and movement foreseen for the assembly works.
- In the assembly plan they should consist the positions of parking of the cranes for the elevation of the pieces of larger weight and the relationship between the weights of the pieces and the rays of operation of the cranes. In case they get up doubts they should be marked in the pieces the positions of the respective centers of gravity.

- They will be suitable, in the plan, the access means for the personnel that executes the assembly operations and the devices to install to guarantee your safety in any position.
- For each one of the assembly operations a contingency plan will be established.
- For better understanding in the way as one foresee to execute the assembly works elucidating drawings they will be prepared.
- They will be submitted to control radiográfico or for supersonic sound waves all weld them of top executed at the place of the assembly of the structure.
- In the execution of the assembly works the indications will be respected contained in the Brazilian norm NBR8.800–“I Project and Execution of Structures of Steel of Buildings” (methods of the states limits)–and and, matter in your enclosure -practices Recommended for the Execution of structures of Steel of Buildings.
- They are, equally, considered as reference norms for the execution of weldings the norms of AWS, Structural Welding Code–Steel D1.1, Structural Welding Code–Sheet Steel D.1.
- During and with the conclusion of the assembly works the structure and your portions will be inspected by the representatives of the Fundação Roberto Marinho, tends in view the verification of your conformity with the project and with the established in these Specifications.
- In what he/she refers to the assembly the approval of the executed works it will be done tends in bill:
 - the respect of the specified dimensional tolerances;
 - the proof of the moments of squeeze installed in the high resistance pré-diligent screws;
 - the verification of the quality of the executed weldings, through the comprovativos of the quality control accomplished by the Contractor and of the results of the complemental tests that the Fundação Roberto Marinho to understand for well to accomplish.
- The nuts of a bolted connection will be all on the same side of the connection.

3.5–APPLICATION OF SCREWS OF HIGH RESISTÊNCIA PRÉ-ESFORÇADOS

The Contractor should obey the norms that specify the moments of squeeze of the screws strictly–NBR 8.800–or to the one of Research Council on Structural Connections (R.C.S.C). They won't be you accept tables that relate empirically the moment of squeeze with the pré-effort.

PREPARATION OF THE SURFACES OF THE COMMITTEES

- To the metallic surfaces that will be leaned it will be applied, in workshop, just a mechanical decapagem. They are not painted with any ink coating, unless in the project other preparation is stipulated.
- In the shipyard, the surfaces in contact, previously decapadas, are clean of dusts and of the flower of the rust, with a soft metallic brush. The employment of rotative brushes is prohibited. The acção of the brush should not reduce the rugosidade. It is not necessary to do the color of the rust to disappear. On the other hand, the surfaces should be exempt of oil, of ink or of other substances susceptíveis of reducing the attrition coefficient.
- If the surfaces to call, decapadas, come from the factory with protecção coating, it is injunction the employment of detergents or of derived products of the petroleum for your removal or cleaning.

STORAGE OF THE SCREWS

- The screws are stored to the shelter of the bad weather.
- The necessary screws to the connections to do of moment, they are placed in boxes that can be closed in the case of raining.

CONNECTION OF THE PIECES

- The screws should be clean before having placed, to eliminate the excess of the protection lubricant.
- The pieces are maintained in position by assembly screws and screws HR lightly tight, in such a way that is obtained the coincidence of the holes.

PLACEMENT OF THE SCREWS IN WORK

- After the verification of the adjustment of the pieces to call, the totality of the screws will be placed HR of the connection and tight to 75% of the moment of definitive squeeze (to see picture with moments of squeeze - Brazilian norm) and they will stay like this during at least 3 hours.
- The squeeze should be given in the nut, maintaining immobile the head of the screw.
- The Contractor checks that all the screws are tight to 75%, marking for instance to chalk.
- The squeeze of the screws to 75% will be efectuado with key dinamométrica.
- The prop of the surfaces in contact will be verified visually, in the periphery and in the connection holes.

- In case of need, a supplemental squeeze will be applied to the screws in the zones where the prop seems doubtful.

PROTECTION OF THE COMMITTEES DURING THE ASSEMBLY

- In order to avoid the entrance of water in the committees, the squeeze operations (75%) they should be made in the same day, above all the last.
- In the case of bad weather (rain for instance), if all the operations could not be finished in the same day, the work place should be protected conveniently.
- After having completed the squeeze of the screws they should be again applied the coatings of ink of finish to the located surfaces in the zone of the connection, embracing in that application the pré-diligent committees among the metallic pieces.

DEFINITIVE SQUEEZE OF THE SCREWS

- The definitive squeeze (to 100%) of an union, it won't be accomplished while all the screws of the union be not placed and tight to 75%. This definitive squeeze will always be made with key dinamométrica.
- The screws will always be tight for the same order. The squeeze will begin for the central screws and it will be executed in the rotative sense of the pointers of the clock. The Contractor checks, for mark to chalk, that all the screws are tight to 100%.
- Insofar as possible, the unions of the same type will be tight for the same it equips, with the same key, for a same screw diameter.
- The screws of different diameter will be soon after tight with the aid of another key.
- The squeeze to accomplished her/it with key dinamométrica, progressively, without blows and without setback

REGULATION OF THE KEYS OF SQUEEZE

- The regulation of the keys dinamométricas will be made at endorsed laboratory and recognized by the Fundação Roberto Marinho. The acceptable margin of error for the moment of squeeze is of $\pm 4\%$.

INSPECÇÃO OF THE PRÉ-DILIGENT SCREWS

- The verification of the moments of squeeze installed it should be done in 72 o'clock to the application of the pré-effort.

ANTI-CORROSIVE PROTECTION

- The outline of anti-corrosive protecção to apply to the metallic surfaces is the following:

- CLASSIFICATION–CATEGORY OF CORROSIVIDADE–C5-M = very sea discharge

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - mechanical decapagem to the degree SA 2 ½ in conformity with the norma...SSPC SP 10 - application of a coating of primary of rich epoxy in zinc (Zn>90%) with a minimum thickness of film of ink drought of 75 micra); - application of a coating of ink intermediate epoxidica of high thickness, with a minimum thickness of the film of ink drought of 175 micra; - application of a coating of ink of finish to the base of resin of poliuretano acrylic alifático of 2 components. The thickness final low of the ink film evaporates it is 50 micra. |
|--|

THICKNESS OF THE FILM EVAPORATES = 300 micrometer with dear useful life from 8 to 15 years

- To the surfaces that will be in contact with the concrete it will just be applied the coating of primary of powdered rich epoxy of zinc after the decapagem.
- The screws will be protected against the erosion through galvanização as specified in–Materials.
- In I begin it is foreseen that the poliuretano coatings are applied in the place of the assembly, after the execution of the weldings and of the connections bolted that allow to form the joists.
- In the zones in that the coatings of primary and of intermediate ink they are affected for the execution of the weldings or for the transport and manuseamento of the pieces, they should be reconstituted before the application of the two coatings of finish.
- To the apparent surfaces of the screws, nuts and anilhas, they will be applied the same coatings of ink of finish that it was specified for the remaining surfaces. To guarantee the adherence of these coatings on the galvanized surfaces préviamente a primary of adherence it will be applied.
- In any of the cases the Contractor should have in consideration the local conditionings and your implications on the process of execution of the painting coatings.
- In the choice of the sequence and of the processes of execution of the paintings the Contractor should have in bill that it won't be acceptable, in any portion of the surfaces, the existence of defects or stains of different tonality in the painting, in the lowest zones the surfaces will have, still, of having an aspect perfectly uniform.

- The Contractor should place to the disposition of the Fundação Roberto Marinho the necessary ways so that this can prove the thickness of the ink coatings to apply in each phase of the Work.
- They will be stamped with appropriate vedante the committees among the covers of the pegs.

CONNECTION OF THE METALLIC STRUCTURE TO THE EARTH

- It competes to the Contractor the preparation of the project of the connection of the metallic structure of the covering to the earth. That project will be submitted to the approval of the Fundação Roberto Marinho.
- The connection of the structure of the covering to the earth will be made as they go advancing the assembly works.

OTHER OBLIGATIONS TO THE CONTRACTOR

Sub-contracted services.

- Fabricante/Montador should describe the mark of each sub-contract in full detail, including materials and services and that leaves of the structure it is being sub-contracted, submitting them to a competitive auction. The evaluation of proposals of sub-contracting parties should be based on price, quality, cronograma and work conditions, and mainly in items of safety of the work. Those proposed should be approved for the FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO.
- They are included in the Manufacturer's obligations to maintain the version "they-built" of all the production drawings and assembly and the warranty of the quality of all the drawings.
- They should be clearly suitable in the assembly drawings the connections that demand controlled squeeze of screws.
- Approved alterations that can happen in the structure original of the proprietor, current of the correction of mistakes in the original drawings, production mistakes and assembly they should be registered by the Manufacturer. After the final acceptance of the structure all those alterations should be supplied the FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO under form electrónica.
- Fabricante/Montador will be responsible for the coordination of your actividades with the FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO and with the other suppliers of materials and such services as foundations, concrete structures, facilities eléctricas and mechanics, drainage of pluvial waters, etc.

- Unexpected changes of sequences of assembly of the main structure should be avoided, mainly with relationship to sub-contracted services and that can cause negative impacts in the cronograma and in costs.



Eng Flávio Correia D Alambert
CREA 060106252-3