INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

PROJETO BÁSICO DE OBRA DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL

LOCAL: Linhas de Condutos Forçados da PCH REPI

MUNICÍPIO: Wenceslau Braz - MG

Volume 01 – **PROJETO BÁSICO**

ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT:14949457705

Assinado de forma digital por ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT:14949457705
Dados: 2026.01.31 11:14:49 -03'00'

DEZEMBRO / 2025

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

UMA EMPRESA DO GRUPO:
midt | ENGENHARIA

INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

PROJETO BÁSICO DE OBRA DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL

LOCAL: Linhas de Condutos Forçados da PCH REPI

MUNICÍPIO: Wenceslau Braz - MG

Volume 01 – **PROJETO BÁSICO**

Coordenação e Fiscalização: Setor de Engenharia da IMBEL

Elaboração do Projeto: Midt Engenharia Ltda

Ata de registro de preços: 00108/SAL-FI/2025

DEZEMBRO / 2025

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

UMA EMPRESA DO GRUPO:
midt | ENGENHARIA

ÍNDICE

1 – APRESENTAÇÃO

2 – MAPA DE SITUAÇÃO

3 – MEMORIAL DESCRITIVO

4 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 01

5 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 02

6 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 03

7 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 04

8 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

1 – APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

A **MIDT ENGENHARIA LTDA** apresenta o Projeto Básico para recuperação e reforço estrutural dos apoios das linhas de condutos forçados da PCH REPI.

Os Dados principais relativos ao contrato são:
Concorrência eletrônica nº. ..... 92001/2025 (SRP)
Processo nº. 2025PL000001
Ata de registro de preços nº. 00108/SALC-FI/2025

O projeto básico é apresentado conforme citado abaixo.

- Memorial Descritivo;
- Projeto da recuperação 01;
- Projeto da recuperação 02;
- Projeto da recuperação 03;
- Projeto da recuperação 04;
- Orçamento.

2 –MAPA DE SITUAÇÃO

3 – MEMORIAL DESCRITIVO

3 MEMORIAL DESCRITIVO

3.1 INTRODUÇÃO

A PCH REPI (Rede Hidroelétrica Piquete–Itajubá) necessita contratar empresa especializada no âmbito da engenharia civil para promover a execução de obras de recuperação e reforço estrutural em 04 vigas de concreto armado e um bloco de ancoragem em concreto ciclópico.

Essas estruturas servem de apoio às linhas de dutos de ferro fundido com diâmetro de 1000 mm, constituindo parte essencial de cinco dos dez apoios que sustentam as duas linhas de condutos forçados da REPI.

3.2 OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo apresentar o escopo básico, justificativa técnica, procedimentos de recuperação estrutural, metodologia executiva, serviços preliminares e cronograma estimado para as obras de reforço de duas vigas de concreto armado e um bloco de ancoragem suspenso da PCH REPI, garantindo segurança, durabilidade e continuidade operacional dos condutos forçados.

3.3 HISTÓRICO

A história da **Pequena Central Hidrelétrica (PCH) de Wenceslau Braz**, historicamente conhecida como **REPI** (Rede Elétrica Piquete-Itajubá) ou Usina de Bicas do Meio, é um marco fundamental para o desenvolvimento industrial e urbano do Sul de Minas Gerais e do Vale do Paraíba.

A usina, que hoje opera como PCH, teve sua história moldada por necessidades estratégicas de desenvolvimento regional e militar no século XX.

3.4 FASES PRINCIPAIS E NOMENCLATURAS

Inaugurada em 8 de dezembro de 1932, a usina foi originalmente nomeada como **Usina Hidrelétrica de Bicas do Meio**. O projeto, de engenharia alemã, tinha um objetivo estratégico claro: fornecer energia confiável para as indústrias bélicas da região, especificamente a Fábrica de Armas de Itajubá (MG) e a Fábrica de Pólvora de Piquete (SP), ambas sob gestão da Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL).

Em 5 de fevereiro de 1941, a usina teve seu nome alterado para REPI (Rede Elétrica Piquete-Itajubá). Este nome consolidou a identidade da usina como o eixo de abastecimento energético das duas cidades vizinhas, e a nomenclatura permanece viva na memória dos moradores locais até hoje.

3.5 IMPACTO URBANO E EMANCIPAÇÃO DO MUNICÍPIO

A operação da usina e a consequente necessidade de mão de obra especializada impulsionaram o crescimento do povoado de Bicas do Meio.

- **Formação do Distrito:** O fluxo de trabalhadores e o desenvolvimento da infraestrutura levaram à elevação do povoado à categoria de distrito de Itajubá em 1944.
- **Emancipação Política:** O crescimento populacional e econômico culminou na emancipação do município em **1º de março de 1963**, desmembrando-se de Itajubá.
- **Homenagem e Nome Atual (1964):** O nome do município foi oficialmente alterado em **9 de setembro de 1964** para **Wenceslau Braz**, em tributo ao ex-presidente da República Wenceslau Braz Pereira Gomes, que era natural da cidade vizinha, Itajubá.

3.6 SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente, a PCH de Wenceslau Braz mantém-se em operação, funcionando sob o regime de Produção Independente de Energia (PIE). A outorga e a gestão da operação da usina continuam sob a responsabilidade da IMBEL (Indústria de Material Bélico do Brasil), perpetuando sua ligação histórica com o setor militar do país.

Seus condutos forçados foram instalados originalmente sob a supervisão técnica de Wesley Bras, e desde então vêm desempenhando papel essencial na condução da água bruta até a casa de força. Com o passar dos anos, os apoios estruturais apresentaram degradação estrutural decorrente de intempéries, esforços cíclicos e variações térmicas, exigindo Recuperação especializada.

3.7 DESCRIÇÃO DAS PATOLOGIAS

Conforme visita in loco, foram observadas patologias, tais como: fissuração longitudinal e transversal nas vigas, desagregação superficial do concreto, exposição e corrosão de armaduras, recalque, localizado em blocos de concreto ciclópicos e perda parcial da capacidade resistente das estruturas.

A origem dos danos está associada à ação da umidade, ausência de manutenções preventivas, tensões elevadas decorrentes da operação dos condutos e variações térmicas do conjunto.

3.8 VISTORIA E PATOLOGIAS DA RECUPERAÇÃO 01

Após a vistoria no local cuja coordenada UTM é (E: 462380, N: 7507252), foi encontrada uma viga longitudinal, biapoiada, de seção rectangular igual a 23x27cm, e comprimento igual a 5,26m, deteriorada.

A viga de concreto armado (seção 22x25cm), esta engastada nas suas duas extremidades, e revestida por argamassa. A armadura, presente tem quatro barras de aço CA-25 de 16mm, sendo 3 delas dispostas no fundo da viga e 1 barra na parte superior. A armadura transversal (estribos), tem diâmetro de 6mm, dobrado em retângulo de 14x16cm, e distribuído ao longo da peça em intervalos de 50cm.

A viga descrita acima apresentou as patologias descritas a seguir.

3.8.1 Fissuras Diagonais nas Duas Faces Verticais na Região Próxima ao Apoio - Muro

As fissuras em vigas de concreto armado, localizadas próximas aos apoios e orientadas a aproximadamente 45 graus em relação ao eixo longitudinal da viga, são tecnicamente conhecidas como fissuras de cisalhamento ou fissuras de tensão diagonal.

Elas são as principais evidências de que a resistência do concreto ao esforço cortante (ou tensão diagonal de tração) foi superada.





3.8.2 Seção de Concreto Rompida

Sob carregamento, a combinação dos esforços de cisalhamento e de flexão gera tensões principais de tração e compressão na viga. Na região próxima aos apoios, a tensão principal de tração, resultante da combinação de tensões normais (de flexão) e tangenciais (de cisalhamento), atua em um plano inclinado a cerca de 45 graus.

O concreto possui alta resistência à compressão, mas baixa resistência à tração. Quando a tensão diagonal de tração excede a resistência à tração do concreto, ocorre a fissuração nesse plano inclinado.

Inicialmente, podem aparecer como fissuras finas (fissuras de flexão-cisalhamento) na parte inferior e evoluir para fissuras inclinadas bem definidas (fissuras de cisalhamento puro).



3.8.3 Armadura com Corrosão Acentuada

A oxidação (corrosão) das armaduras em concreto armado é um processo eletroquímico que ocorre quando a proteção natural oferecida pelo concreto é comprometida.

Esse fenômeno resulta na formação de produtos expansivos (ferrugem) que danificam a estrutura de concreto circundante.



3.8.4 Espaçamento da Armadura Transversal Insuficiente

A presença dessas fissuras é um indicador crítico de potencial falha por cisalhamento, que é um tipo de ruptura frágil e súbita, ocorrendo com pouca ou nenhuma advertência prévia, diferentemente da falha por flexão, que geralmente apresenta deformações excessivas antes do colapso.

A função da armadura transversal (estribos) é justamente a de resistir a essas forças de tensão diagonal e prevenir a propagação das fissuras. A falta de estribos em quantidade, diâmetro ou espaçamento adequado é uma causa comum para o surgimento dessas patologias.



3.9 VISTORIA E PATOLOGIAS DA RECUPERAÇÃO 02

Após a vistoria no local cuja coordenada UTM é (E: 462409, N: 7507287), foi encontrada uma viga longitudinal, bi-apoiada, de seção retangular igual a 23x27cm, e comprimento aproximado de 5,26m, deteriorada.

A viga de concreto armado (seção 22x25cm), esta engastada nas suas duas extremidades, e revestida por argamassa. A armadura, presente tem quatro barras de aço CA-25 de 16mm, sendo 3 delas dispostas no fundo da viga e 1 barra na parte superior. A armadura transversal (estribos), tem diâmetro de 6mm, dobrado em retângulo de 14x16cm, e distribuído ao longo da peça em intervalos de 50cm.

A viga descrita acima apresentou as patologias descritas a seguir.

3.9.1 Fissura Diagonal nas Duas Faces Verticais na Região Próxima ao Apoio

Ocorrem na região dos apoios (junto a pilares ou paredes), onde o esforço cortante é máximo e o momento fletor é mínimo.

Apresentam uma inclinação característica de aproximadamente 45 graus em relação ao plano horizontal (eixo longitudinal da viga), estendendo-se geralmente da face inferior (zona de tração) em direção à face superior (zona de compressão).

Sob carregamento, a combinação dos esforços de cisalhamento e de flexão gera tensões principais de tração e compressão na viga. Na região próxima aos apoios, a tensão principal de

tração, resultante da combinação de tensões normais (de flexão) e tangenciais (de cisalhamento), atua em um plano inclinado a cerca de 45 graus.

O concreto possui alta resistência à compressão, mas baixa resistência à tração. Quando a tensão diagonal de tração excede a resistência à tração do concreto, ocorre a fissuração nesse plano inclinado.

Inicialmente, podem aparecer como fissuras finas (fissuras de flexão-cisalhamento) na parte inferior e evoluir para fissuras inclinadas bem definidas (fissuras de cisalhamento puro).

A presença dessas fissuras é um indicador crítico de potencial falha por cisalhamento, que é um tipo de ruptura frágil e súbita, ocorrendo com pouca ou nenhuma advertência prévia, diferentemente da falha por flexão, que geralmente apresenta deformações excessivas antes do colapso.

A função da armadura transversal (estribos) é justamente a de resistir a essas forças de tensão diagonal e prevenir a propagação das fissuras. A falta de estribos em quantidade, diâmetro ou espaçamento adequado é uma causa comum para o surgimento dessas patologias.



3.10 VISTORIA E PATOLOGIAS DA RECUPERAÇÃO 03

Após a vistoria no local cuja coordenada UTM é (E: 462154, N: 7507249), foi encontrada uma viga do tipo transversina, bi-apoiada, de seção retangular igual a 18x18cm, e comprimento igual a 1,44m, deteriorada.

A referida viga e parte de uma estrutura em concreto armado do tipo pórtico espacial, que desempenha a função de apoiar, dois tubos de aço carbono, que integra a adutora da PCH.



Esta viga tem a função de combater a flambagem em pilares muito esbeltos. Em síntese a viga de travamento transforma pilares isolados em um sistema estrutural integrado, convertendo mecanismos de instabilidade (flambagem e tombamento) em mecanismos de resistência por flexão e rigidez de nó.

A armadura longitudinal presente, é constituída por quatro barras de aço CA-25 de 6mm. Já a armadura transversal (estribos), tem diâmetro de 6mm, dobrado em retângulo de 14x16cm, e distribuído ao longo da peça em intervalos de 25cm.

A viga descrita acima apresentou as patologias descritas a seguir.

3.10.1 Armadura com Corrosão Acentuada

A oxidação (corrosão) das armaduras em concreto armado é um processo eletroquímico que ocorre quando a proteção natural oferecida pelo concreto é comprometida. Esse fenômeno resulta na formação de produtos expansivos (ferrugem) que danificam a estrutura de concreto circundante.



3.10.2 Perda de Seção

A expansão das armaduras oxidadas causa a desagregação. Assim, pressão interna exercida pela expansão da ferrugem excede a baixa resistência à tração do concreto circundante ocasionando fissuras paralelas à armadura, que se expandem progressivamente.

Com o tempo, as fissuras permitem a entrada de mais agentes agressivos (oxigênio e umidade), acelerando o processo corrosivo.

Finalmente, ocorre o lascamento ou desplacamento (spalling) do cobrimento de concreto, expondo a armadura e comprometendo a integridade estrutural do elemento.



3.11 VISTORIA E PATOLOGIAS DA RECUPERAÇÃO 04

Na recuperação 04, também foi realizada uma vistoria no local popularmente identificado como “cadeinha” (E: 462341, N: 7507203), em um ponto onde as duas linhas dos condutos mudam de direção.



Em hidráulica, um **bloco de ancoragem** (também conhecido como **bloco de reação** ou maciço de ancoragem) é uma estrutura maciça de concreto projetada e construída para absorver e transferir ao solo os esforços (forças) gerados pela pressão interna da água (empuxo hidráulico) em pontos específicos de uma tubulação ou adutora.

Essas forças ocorrem principalmente em:

- **Mudanças de direção:** Curvas horizontais ou verticais (joelhos).
- **Derivações:** Tes (T's) e cruzetas.
- **Reduções:** Mudanças de diâmetro da tubulação.
- **Extremidades:** Válvulas, registros de descarga, e tampões de extremidade.

A função técnica do bloco é garantir a estabilidade da rede, impedindo que as tubulações e conexões se desloquem ou se separem devido à ação da força hidráulica, o que poderia causar vazamentos ou falhas catastróficas no sistema. O dimensionamento do bloco é feito por cálculos de engenharia que consideram a pressão da água, o diâmetro da tubulação, o ângulo da mudança de direção e as características do solo.

O bloco de ancoragem funciona como um contrapeso ou um elemento de transmissão de carga, garantindo a estabilidade da tubulação e prevenindo o movimento ou a ruptura das juntas.

Isto posto, a definida Recuperação 4, refere-se a um bloco de ancoragem suspenso sob dois muros de gravidade.



Na imagem acima, observa-se o início do envelopamento dos dois condutos no bloco de ancoragem suspenso, além das arestas do topo e fundo.

Depreende-se da análise visual, capturada nas imagens seguintes, que essencialmente estamos tratando de um O.A.E, com as seguintes características:

- Laje do berço de sustentação, em concreto armado, com 70cm de altura;
- Duas paredes de concreto ciclópico e com seção do tipo trapézio retângulo, que pode ser definido como muros de gravidade;
- Envelopamento dos tubos em concreto ciclópico;
- Parede de frete e fundos em alvenaria de lajota cerâmica;
- Piso de concreto simples;
- Paredes de piso da cobertura revestida por argamassa.

O elemento citado acima apresentou as patologias descritas a seguir.

3.11.1 Recalque da Parede Direita em Concreto Ciclópico

Este colapso ocorre quando o solo onde a base assenta, não suporta as tensões aplicadas, resultando em deformações verticais excessivas e diferenciadas.

O concreto ciclópico é dimensionado para trabalhar essencialmente à compressão (usando concreto simples ou pedra), o recalque diferencial introduz esforços de tração para os quais o material não tem resistência.

3.11.2 Tombamento por Rotação Vertical

A parede estrutural tenta se moldar à nova geometria do terreno deformado. Como é uma estrutura rígida, ela trinca para aliviar as tensões internas.

3.11.3 Ruptura do Engaste da Laje com Topo da Parede Estrutural

A laje está simplesmente apoiada, sem armadura de ancoragem, portanto, não está apta a absorver os novos esforços provenientes do recalque.

3.11.4 Perda de Monolitismo

Uma vez fissurado, a parede estrutural deixa de agir como um bloco único de gravidade. A massa efetiva de resistência é reduzida, acelerando o colapso por empuxo ativo do solo remanescente.

3.12 METODOLOGIA DA OBRA DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO

A metodologia a ser adotada envolve etapas de escoramento provisório dos condutos, remoção de concreto deteriorado, tratamento de armaduras, recomposição com graute de alta resistência, instalação de reforços metálicos quando necessários e aplicação de revestimentos protetores.

Todos os procedimentos seguirão normas ABNT NBR 6118, NBR 14931, NBR 15270 e diretrizes específicas de estruturas de concreto armado.

3.13 LEVANTAMENTO DOS SERVIÇOS PRELIMINARES E OBRAS PROVISÓRIAS

O levantamento contempla escoramentos provisórios, isolamento da área de trabalho, instalação de sinalizações de segurança, limpeza das superfícies, remoção de materiais soltos, mobilização de equipamentos e execução de ensaios preliminares para avaliação da resistência residual do concreto existente.

3.13.1 Canteiro de Obras

A execução de um canteiro de obras, exige conformidade rigorosa com normas de segurança, saúde ocupacional e sustentabilidade. As premissas técnicas são regidas principalmente pelas Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego, resoluções do CONAMA e legislações municipais.

3.13.2 Planejamento e Áreas de Vivência – NR-18

A NR-18 (Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção) é a espinha dorsal do canteiro.

Como instalações obrigatórias deverão ser previstos sanitários, vestiários, refeitórios, alojamentos (se houver pernoite) e área de lazer.

O número de instalações sanitárias e a capacidade do refeitório devem ser proporcionais ao pico de contingente de trabalhadores previsto no cronograma.

As áreas de vivência devem ter pisos impermeáveis, laváveis e ventilação adequada.

3.13.3 Gestão de Segurança (PGR e PCMAT)

O PGR (Programa de Gerenciamento de Riscos) é o documento obrigatório que substituiu o antigo PCMAT para a maioria das obras. Esse documento deve inventariar riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos, estabelecendo planos de ação.

Durante a obra deverá ser obrigatório a utilização de EPC e EPI, sendo que a priorização de Proteções Coletivas (guarda-corpos, redes de proteção, sinalização) sobre Equipamentos de Proteção Individual (capacetes, botas, cintos).

3.13.4 Logística e Armazenagem

O layout do canteiro de obras deve minimizar a movimentação manual de cargas e evitar obstruções em rotas de fuga.

Os materiais inflamáveis ou perigosos devem ser armazenados em locais isolados, ventilados e sinalizados conforme a NR-20.

As pilhas de materiais não podem exceder alturas que comprometam a estabilidade ou a circulação.

3.13.5 Gestão de Resíduos – Resolução CONAMA nº 307

O canteiro deve possuir áreas delimitadas para a triagem de resíduos por classe (A, B, C e D), conforme o PGRCC (Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil):

É premissa técnica a rastreabilidade dos resíduos através do MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos) para garantir o descarte em aterros licenciados.

3.13.6 Instalações Elétricas Provisórias – NR-10

Toda a rede provisória deve ser executada por profissional habilitado, com quadros blindados, dispositivos DR (Diferencial Residual) e aterramento adequado para evitar choques e incêndios.

3.13.7 Proteção no Entorno e Meio Ambiente

Para execução da obra é obrigatório a instalação de tapumes com altura mínima de 2 metros para isolar a obra da via pública.

Assim como, é necessário medidas para controle de poeira (umectação) e ruído, respeitando os horários de trabalho permitidos pelo Código de Posturas de cada município.

Se faz necessário também, o cumprimento das normas do Corpo de Bombeiros local (instalação de extintores, sinalização de emergência e treinamento de brigada).

3.13.8 Documentação em Canteiro

Para fiscalizações em 2026, é indispensável manter acesso (físico ou digital) a:

- Alvará de Construção.
- ART/RRT de todos os projetos e execuções.
- Livro de Ordem preenchido e atualizado.
- Fichas de entrega de EPIs e certificados de treinamento dos colaboradores.

3.14 RECUPERAÇÃO 01

A recuperação de uma viga de concreto armado rompida por falha da armadura de cisalhamento (estribos) exige **obras de reforço estrutural** para restaurar e aumentar sua capacidade de carga, pois o dano comprometeu a segurança da estrutura. As principais técnicas aplicáveis, após este diagnóstico detalhado, estão descritas a seguir.

a) Escoramento

A execução do escoramento metálico para a demolição de uma viga é um procedimento crítico que visa substituir temporariamente a função estrutural da viga, suportando as cargas e prevenir desabamentos.

Sequência de execução:

- Deverão ser escoradas, as vigas 1 e 2, em todo o trecho limitado pelos apoios;
- Análise do Projeto Estrutural: O engenheiro responsável técnico pela execução, deve realizar uma análise detalhada da estrutura para determinar as cargas que a viga suporta e as que serão transferidas para o escoramento. Um projeto de escoramento é elaborado, especificando o tipo de equipamento (escoras reguláveis, torres, etc.), o espaçamento, o posicionamento das escoras e as bases de apoio.
- Preparação da Área: O local abaixo da viga a ser demolida deve ser isolado e preparado. Se o apoio for no solo, este deve ser compactado, e bases rígidas, como calços de madeira ou sapatas, devem ser utilizadas para distribuir a carga e garantir a estabilidade.
- Posicionamento das Escoras: As escoras metálicas reguláveis são posicionadas conforme o projeto, geralmente com um espaçamento médio que varia entre 60 cm a 80 cm, para garantir a sustentação adequada.
- Uso de Acessórios: Utilizam-se forcados (simples ou duplos) no topo das escoras para apoiar as vigas (metálicas ou de madeira) que ficarão em contato direto com a viga ou estrutura acima da viga a ser demolida.
- Nivelamento e Prumo: Todo o sistema de escoramento deve ser rigorosamente nivelado e aprumado para garantir que as cargas sejam transferidas verticalmente para a base, evitando esforços horizontais indesejados.
- Travamento: Travamentos horizontais e diagonais (em "X", se forem usadas torres) são instalados para garantir a estabilidade lateral do conjunto, prevenindo o tombamento.

- Transferência de Carga e Demolição: Com o escoramento devidamente montado e inspecionado, a carga da estrutura superior é transferida para o sistema temporário. Somente após a confirmação de que o escoramento está suportando a carga com segurança é que a demolição da viga original pode ser iniciada, utilizando métodos e equipamentos apropriados.
- Desmontagem (Pós-Obra): Após a conclusão dos trabalhos (se for uma substituição de viga por exemplo) e quando a nova estrutura ou modificação estiver pronta para suportar suas próprias cargas, a desmontagem do escoramento deve ser feita seguindo um procedimento específico, geralmente do centro para as extremidades (em casos de vigas biapoiadas), para permitir uma distribuição gradual da carga.

b) Segurança e Recomendações

- Supervisão Profissional: A operação deve ser sempre supervisionada por um profissional qualificado (engenheiro ou mestre de obras experiente).
- Equipamentos Certificados: Utilizar apenas equipamentos de escoramento metálico em bom estado e certificados.
- Evitar Improvisos: Soluções improvisadas com materiais inadequados, como madeiras de qualidade duvidosa, devem ser evitadas.
- Cargas: O escoramento metálico deve ser dimensionado para suportar todas as cargas atuantes, incluindo o peso próprio da estrutura acima, sobrecargas de trabalho e o peso dos equipamentos e trabalhadores.

c) Demolição

A demolição de uma viga de concreto armado escorada é um processo de engenharia que exige planejamento detalhado, medidas de segurança rigorosas e a supervisão de um profissional habilitado. O escoramento é fundamental para assumir a função de sustentação da viga e evitar o desabamento da estrutura remanescente.

A seguir é apresentado o planejamento e preparação.

- Avaliação Estrutural: Um engenheiro civil deve avaliar a estrutura, determinar a viabilidade da demolição e elaborar um projeto de demolição.
- Documentação: Obter as autorizações legais e licenças necessárias junto às autoridades competentes.

- Isolamento de Instalações: Desligar e isolar todas as instalações (hidráulica, elétrica, gás) na área de trabalho.
- Escoramento Adequado: Instalar um sistema de escoramento metálico robusto e contraventado para suportar as cargas das estruturas adjacentes. O espaçamento e a capacidade de carga das escoras devem ser calculados e a instalação deve evitar soluções improvisadas.
- Proteção da Área: Delimitar a área de demolição, instalar plataformas de proteção (bandejas salva-vidas) em pavimentos inferiores e garantir que os trabalhadores utilizem EPIs apropriados (capacetes, óculos, máscaras, luvas, etc.).
- Umidificação: Umedecer o local e os materiais a serem demolidos com hidrojato para controle do material particulado (poeira).

A seguir é apresentado a sequência da demolição

- Demolição Top-Down: A demolição deve ocorrer de cima para baixo (piso superior para os inferiores), retirando primeiro elementos não estruturais (revestimento, acabamentos) e, em seguida, os elementos estruturais menores antes da viga principal.
- Método Controlado: Utilizar métodos de demolição controlada, como o uso de marteletes hidráulicos ou equipamentos menores operados manualmente, para desmantelar a viga gradualmente. Evita-se a queda livre de materiais pesados, utilizando dispositivos mecânicos para a remoção.
- Corte da Armadura: Após a remoção do concreto, os vergalhões de aço (armadura) devem ser cortados de forma controlada.
- Monitoramento Contínuo: Inspecionar periodicamente as estruturas vizinhas e o próprio escoramento para garantir a estabilidade e segurança durante todo o processo.

Em conformidade com a legislação segue a recomendação para gerenciamento de resíduos.

- Remoção de Entulho: O entulho gerado deve ser removido através de calhas fechadas ou dispositivos mecânicos, e não por queda livre.
- Destinação Correta: Os resíduos devem ser separados e encaminhados para a destinação apropriada, conforme as normas ambientais.
- A retirada do escoramento após a demolição da viga não é o objetivo, pois a função do escoramento é manter a sustentação da estrutura remanescente, que agora precisará de

um novo arranjo estrutural permanente ou de um reforço, conforme o projeto de demolição/reforma.

d) Limpeza e Tratamento das Esperas

O tratamento das barras de aço remanescentes da viga de concreto armado demolida é uma etapa crítica da recuperação estrutural e envolve a limpeza, avaliação e proteção do aço para garantir a aderência e durabilidade do novo reparo.

Execução:

- Demolição Controlada Adicional: Remova todo o concreto deteriorado, solto ou desagregado ao redor das barras de aço. O corte deve ser feito em ângulos retos (quadrado ou retangular) com uma máquina de corte e disco diamantado para evitar pontos de tensão e garantir uma base firme para o novo material. A remoção deve ser cuidadosa, preferencialmente com ferramentas leves (como marreta e talhadeira), para não danificar a estrutura remanescente.
- Limpeza das Armaduras: As barras de aço devem ser completamente limpas para remover toda a oxidação (ferrugem), gordura, tinta, gesso ou outros resíduos. Isso pode ser feito utilizando métodos como: escovação manual ou mecânica com escovas de aço, jateamento abrasivo (como areia ou granalha) e lavagem com água de alta pressão.
- O objetivo é expor o metal branco ou brilhante, garantindo a máxima aderência dos produtos de tratamento.

Avaliação Estrutural:

- Após a limpeza, um engenheiro qualificado deve inspecionar as barras de aço. Se a perda de seção transversal do aço devido à corrosão for superior a 20%, a barra pode não ser mais adequada para uso e a substituição ou adição de uma nova armadura de reforço pode ser necessária.

Aplicação de Inibidor de Corrosão:

- Aplique imediatamente um inibidor de corrosão ou uma ponte de aderência (primer epóxi ou cimentício polimérico) em toda a superfície do aço limpo. Este produto cria uma camada passivadora que previne a formação de nova ferrugem e melhora a ligação química com a argamassa de reparo.

- Recomposição de Concreto (Grauteamento/Reparo):

Umedecimento:

- A superfície do concreto remanescente deve ser molhada (saturada, mas sem empoçar) antes da aplicação do material de reparo para garantir a adesão e evitar que o concreto existente absorva a água da argamassa nova.

Aplicação:

- Preencha a área demolida com um material de reparo apropriado, como argamassa polimérica de alto desempenho, ou grout (para reparos mais profundos), seguindo as especificações do fabricante. A aplicação deve ser feita em camadas, se necessário, e bem adensada (vibrada, se for grout fluido) para evitar vazios ("bicheiras").

Cura:

- Realize a cura adequada do material de reparo, geralmente com água ou cura química, para prevenir a retração e o aparecimento de trincas.

Normativa:

- Todo o processo deve seguir as normas brasileiras pertinentes, como a NBR-6118, e ser supervisionado por um engenheiro residente.

e) Armação

A execução do corte e dobra de aço para uma viga envolve a transformação de barras ou bobinas de aço em peças com as dimensões e formatos exatos especificados no projeto estrutural, garantindo a solidez e segurança da estrutura.

O processo pode ser realizado manualmente no canteiro de obras ou, de forma mais eficiente e precisa, em uma central de corte e dobra industrializada.

As principais etapas da execução são:

- Planejamento e Projeto: O processo começa com base em um projeto estrutural detalhado, que especifica as dimensões, bitolas (diâmetros), comprimentos, ângulos de dobras e quantidades de cada peça de aço necessárias para a viga. Este planejamento é

crucial para evitar desperdícios e garantir a conformidade com as normas técnicas, como a NBR 6118.

- Seleção e Armazenamento do Material: O aço (vergalhões) é selecionado de acordo com a bitola especificada no projeto. Em centrais industrializadas, o material geralmente chega em bobinas ou barras retas e é armazenado de forma organizada.
- Corte: As barras de aço são cortadas nas medidas exatas usando equipamentos especializados. No método industrial, máquinas de corte automatizadas garantem precisão milimétrica e minimizam as perdas de material. No canteiro de obras, podem ser utilizadas ferramentas manuais ou elétricas, como serras policorte ou alicates de corte.
- Dobra: Após o corte, as peças de aço são dobradas nos ângulos e raios de curvatura especificados no projeto. Isso é feito utilizando máquinas dobradeiras (em centrais industriais) ou bancadas de dobra e ferramentas manuais/hidráulicas (no canteiro). As dobras no final das ferragens, por exemplo, são essenciais para aumentar a ancoragem da viga nos pilares, garantindo maior resistência à estrutura.
- Montagem (Armação): As peças cortadas e dobradas (vergalhões longitudinais e estribos) são então unidas para formar a armadura completa da viga. A união é feita, geralmente, com arame recozido, através de amarrações simples ou alternadas, conforme a necessidade estrutural.
- Identificação e Logística: Em sistemas industrializados, as peças ou feixes de armaduras são etiquetados com detalhes do projeto (tipo de viga, dimensões, etc.), facilitando a organização, transporte e instalação correta no canteiro de obras.
- Inspeção de Qualidade: Em todas as etapas, é fundamental a verificação das medidas, ângulos e qualidade do aço para garantir que a armadura esteja em conformidade com as especificações do projeto e normas vigentes.

f) Confecção da forma

A execução de formas de madeira para uma viga envolve a montagem de uma estrutura provisória que dará forma e sustentação ao concreto até que ele atinja a resistência necessária.

O processo requer atenção ao projeto, materiais e métodos de escoramento e travamento.

Etapas da Execução das Fôrmas de Madeira para Viga:

Planejamento e Preparação:

- Análise do Projeto: Verificar as dimensões (largura, altura, comprimento) da viga e os detalhes estruturais no projeto de fôrmas.
- Seleção de Materiais: Escolher a madeira (pinus, mista, ou compensado resinado, geralmente com 17 mm de espessura) e outros componentes, como pontaletes, sarrafos, pregos, arames recozidos e desmoldante.
- Corte das Peças: Cortar as tábuas e compensados nas medidas especificadas pelo projeto. Os sarrafos, por exemplo, podem ser cortados em comprimentos específicos para servirem de "gravatas" ou travas laterais.

Montagem da Estrutura Inferior (Fundo da Viga):

- Posicionamento do Fundo: Fixar a tábua que formará a base da viga, na largura correta, entre os pilares ou sobre as escoras provisórias.
- Escoramento: Instalar escoras (pontaletes, barrotes, ou sistemas metálicos) de forma robusta e bem distribuída para suportar o peso do concreto fresco, do aço e das cargas de trabalho (pessoas e equipamentos). O escoramento deve ser firme para evitar deformações da estrutura.

Montagem das Laterais:

- Encaixe: Posicionar as tábuas laterais do painel da forma, que definirão a altura da viga. Elas podem ser amarradas ou fixadas às escoras.
- Travamento Lateral (Gravatas): Instalar travas, frequentemente chamadas de "gravatas", que são pedaços de madeira ou barras metálicas que abraçam a fôrma e garantem que as laterais não se abram com a pressão horizontal do concreto.

Fixação e Ajustes Finais:

- Verificação de Nível e Prumo: Utilizar nível e prumo para garantir que a fôrma esteja perfeitamente alinhada e nivelada conforme o projeto.
- Aplicação de Desmoldante: Aplicar um agente desmoldante nas faces internas da madeira que terão contato com o concreto para facilitar a desforma e garantir um bom acabamento.

- Limpeza: Remover quaisquer detritos, serragem ou sujeira de dentro da fôrma antes de receber a armadura de aço.

Cuidados Essenciais:

- As fôrmas devem ser estanques para evitar a perda de nata de cimento (líquido do concreto).
- Toda a estrutura deve ter estabilidade para garantir a segurança dos trabalhadores e a qualidade da estrutura final.
- O dimensionamento do escoramento e travamento é crucial para suportar as cargas atuantes.
- A desforma (retirada da madeira) só deve ocorrer após o concreto atingir a resistência especificada em norma, variando conforme o tipo de cimento e condições climáticas.

g) Concretagem

O lançamento de concreto em formas de madeira para uma viga envolve várias etapas cruciais, desde a preparação até a cura. O processo exige atenção aos detalhes para garantir a integridade estrutural e o acabamento desejado.

Preparação e Verificação das Formas:

- Limpeza: As fôrmas de madeira devem estar limpas, livres de detritos, serragem, óleo velho ou qualquer material solto que possa contaminar o concreto ou impedir uma boa aderência.
- Montagem e Escoramento: A estrutura de madeira deve ser rigidamente montada e escorada para suportar o peso e a pressão lateral do concreto fresco sem deformação ou vazamentos. A verificação do alinhamento, nível e prumo é essencial.
- Aplicação de Desmoldante: Um agente desmoldante (óleo ou produto químico específico) deve ser aplicado nas superfícies internas da madeira para facilitar a remoção das fôrmas após a cura, sem danificar a viga ou a madeira.

Preparação do Concreto:

- Dosagem: O concreto deve ser dosado corretamente, com a proporção adequada de cimento, agregados (areia e brita) e água, conforme especificado no projeto estrutural.

- Mistura: A mistura deve ser homogênea e com a trabalhabilidade (consistência) correta, nem muito seca, o que dificulta o lançamento, nem muito fluida, o que compromete a resistência.

Lançamento e Adensamento:

- Lançamento: O concreto deve ser lançado nas fôrmas de forma contínua e em camadas horizontais, evitando-se a segregação dos materiais (separação dos agregados). A altura de queda livre não deve exceder cerca de 1,5 metro.
- Adensamento: Esta é uma etapa crítica. O adensamento remove o ar aprisionado e garante que o concreto preencha todos os espaços, envolvendo a armadura e alcançando as superfícies da fôrma.
- Uso de Vibrador: O método mais eficiente é o uso de um vibrador de imersão (mangote). O vibrador deve ser inserido verticalmente e retirado lentamente, garantindo a homogeneização sem excesso de vibração, o que pode causar segregação.
- Métodos Manuais: Para pequenos volumes, o adensamento manual pode ser feito com barras de aço (vergalhões), cutucando a massa para liberar o ar.

Acabamento e Cura Inicial:

- Nivelamento: A superfície superior da viga deve ser nivelada e alisada com uma colher de pedreiro ou régua de alumínio logo após o lançamento.
- Proteção: Imediatamente após o acabamento, a superfície deve ser protegida contra a secagem rápida devido ao sol, vento ou chuva.

Cura:

- A cura adequada é fundamental para que o concreto atinja sua resistência total e durabilidade. O processo de hidratação do cimento requer umidade constante.
- A superfície do concreto deve ser mantida úmida por vários dias (geralmente 7 dias ou mais). Isso pode ser feito por meio de irrigação com água, cobertura com sacos de aniagem molhados, ou uso de mantas plásticas ou agentes de cura químicos.

Desforma:

- A remoção das fôrmas (desforma) deve ocorrer somente após o concreto ter atingido resistência suficiente para suportar seu próprio peso e quaisquer cargas adicionais, sem sofrer deformações excessivas ou danos. O tempo varia dependendo do tipo de cimento, temperatura ambiente e especificações do projeto, mas geralmente as laterais das vigas podem ser removidas em 1 a 3 dias, enquanto o escoramento inferior permanece por mais tempo.
- Seguir estas diretrizes assegura que a viga de concreto seja sólida, durável e esteticamente aceitável.

h) Revestimento

A execução da impermeabilização da viga com argamassa de cimento e areia, aditivada com impermeabilizante, na espessura de 1,5 cm, deve seguir um processo rigoroso para garantir a eficácia contra a umidade ascendente.

Materiais necessários:

- Cimento: Cimento Portland comum.
- Areia: Areia média lavada.
- Aditivo Impermeabilizante: Produto específico para argamassas e concretos, como Vedacit, Sika®-1 ou similar.
- Água: Água limpa para a mistura e umedecimento do substrato.
- Ferramentas: Desempenadeira, colher de pedreiro, régua de alumínio, trincha ou brocha, balde/betoneira, EPIs (luvas, óculos, máscara).

Procedimento de Execução

- Preparação da Superfície (Substrato)
- A preparação é crucial para a aderência.
- Limpeza: A superfície da viga deve estar completamente limpa, livre de poeira, graxa, restos de desmoldantes, nata de cimento ou quaisquer partículas soltas. Recomenda-se lavar a viga com água e, se necessário, escová-la.

- Regularização e Reparos: Verifique se há trincas ou irregularidades. A superfície deve estar suficientemente dimensionada e regular. Eventuais falhas maiores devem ser preenchidas previamente.
- Umedecimento: A viga deve ser saturada com água antes da aplicação da argamassa para evitar a absorção rápida da água de amassamento, o que prejudicaria a aderência e a cura. Evite empoçamentos.

Preparo da Argamassa Impermeável:

- O traço da argamassa deve ser feito conforme as especificações do fabricante do aditivo. Um traço comum é 1:3 (cimento:areia).
- Dosagem do Aditivo: O aditivo impermeabilizante deve ser adicionado à água de amassamento, seguindo rigorosamente a proporção indicada pelo fabricante. Por exemplo, a proporção usual é de aproximadamente 2 litros de aditivo para cada saco de 50 kg de cimento.
- Mistura: Misture os componentes (cimento, areia e água aditivada) até obter uma argamassa homogênea e com a trabalhabilidade desejada.

Aplicação da Argamassa

- Espessura e Área: Aplique a argamassa na espessura especificada de 1,5 cm. Em vigas baldrames, a aplicação é feita na face superior e descendo cerca de 15 cm nas laterais para criar uma "capa" impermeável.
- Camadas: A argamassa pode ser aplicada em uma única camada se a espessura permitir e for bem trabalhada, ou em duas camadas, respeitando o tempo de secagem e umedecendo a anterior antes de aplicar a próxima.
- Acabamento: Utilize uma régua de alumínio para regularizar e, em seguida, uma desempenadeira plástica ou metálica para obter uma superfície plana e com bom acabamento.

Cura e Proteção

- Cura: A argamassa deve ser curada (molhada) por pelo menos 3 dias após a aplicação para prevenir o surgimento de trincas e fissuras por retração, que comprometeriam a impermeabilização.

i) Limpeza da Obra

A execução da limpeza pós-obra com foco na destinação final dos entulhos segue as diretrizes estabelecidas pela legislação brasileira, principalmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O processo envolve planejamento, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

As etapas da limpeza e gestão do entulho, são:

- O gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) deve ser planejado antes mesmo do início da obra e envolve as seguintes etapas:
- Caracterização e Planejamento: Identificar os tipos e quantidades de resíduos gerados (cimento, madeira, metais, gesso, plástico, etc.) para definir a melhor estratégia de manejo.
- Segregação (Triagem): Separar os resíduos por tipo na própria obra. Isso é crucial, pois muitos materiais podem ser reciclados ou reutilizados se não forem misturados com outros rejeitos. A Resolução CONAMA 307 classifica os resíduos em classes (A, B, C e D) para orientar a destinação.
- Acondicionamento: Armazenar os resíduos temporariamente em locais apropriados, como sacos de ráfia para pequenas quantidades ou caçambas específicas para cada tipo de material, garantindo a organização e a segurança.
- Transporte: Contratar empresas certificadas e licenciadas para realizar o transporte dos resíduos até os locais de destinação final. O transporte irregular é crime ambiental.
- Destinação Final Ambientalmente Adequada: O destino final depende do tipo de resíduo:
- Reciclagem: Materiais como concreto, tijolos, telhas e cerâmicas (Classe A) podem ser triturados em usinas de reciclagem e transformados em agregados (brita, areia) para reuso em novas obras, pavimentação e subleitos de estradas.
- Reutilização/Doação: Itens em bom estado, como madeiras, tijolos ou peças sanitárias, podem ser doados para ONGs ou outras construções.
- Ecopontos: Pequenos volumes de entulho (geralmente até 1m³ ou 200 kg) podem ser descartados gratuitamente em Ecopontos municipais, que encaminham o material para o destino correto.

- Aterros Licenciados: Resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados (rejeitos) devem ser encaminhados para aterros sanitários ou de resíduos da construção civil licenciados.
- Logística Reversa: Para produtos específicos, como embalagens de tintas vazias (Classe B ou D, dependendo do resíduo interno), a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto pode direcionar a destinação.
- A limpeza em si envolve a remoção de detritos pesados (limpeza bruta) seguida pela limpeza detalhada de poeira, manchas e respingos de produtos químicos, utilizando EPIs e produtos específicos, garantindo um ambiente seguro e habitável.

3.15 RECUPERAÇÃO 02

A recuperação de uma viga de concreto armado rompida por falha da armadura de cisalhamento (estribos) exige **obras de reforço estrutural** para restaurar e aumentar sua capacidade de carga, pois o dano comprometeu a segurança da estrutura.

As principais técnicas aplicáveis, após este diagnóstico detalhado, incluem:

a) Escoramento

A execução do escoramento metálico para a demolição de uma viga é um procedimento crítico que visa substituir temporariamente a função estrutural da viga, suportando as cargas e prevenir desabamentos.

Sequência de execução:

- Análise do Projeto Estrutural: O engenheiro responsável técnico pela execução, deve realizar uma análise detalhada da estrutura para determinar as cargas que a viga suporta e as que serão transferidas para o escoramento. Um projeto de escoramento é elaborado, especificando o tipo de equipamento (escoras reguláveis, torres, etc.), o espaçamento, o posicionamento das escoras e as bases de apoio.
- Preparação da Área: O local abaixo da viga a ser demolida deve ser isolado e preparado. Se o apoio for no solo, este deve ser compactado, e bases rígidas, como calços de madeira ou sapatas, devem ser utilizadas para distribuir a carga e garantir a estabilidade.
- Posicionamento das Escoras: As escoras metálicas reguláveis são posicionadas conforme o projeto, geralmente com um espaçamento médio que varia entre 60 cm a 80 cm, para garantir a sustentação adequada.
- Uso de Acessórios: Utilizam-se forcados (simples ou duplos) no topo das escoras para apoiar as vigas (metálicas ou de madeira) que ficarão em contato direto com a viga ou estrutura acima da viga a ser demolida.
- Nivelamento e Prumo: Todo o sistema de escoramento deve ser rigorosamente nivelado e aprumado para garantir que as cargas sejam transferidas verticalmente para a base, evitando esforços horizontais indesejados.
- Travamento: Travamentos horizontais e diagonais (em "X", se forem usadas torres) são instalados para garantir a estabilidade lateral do conjunto, prevenindo o tombamento.

- Transferência de Carga e Demolição: Com o escoramento devidamente montado e inspecionado, a carga da estrutura superior é transferida para o sistema temporário. Somente após a confirmação de que o escoramento está suportando a carga com segurança é que a demolição da viga original pode ser iniciada, utilizando métodos e equipamentos apropriados.
- Desmontagem (Pós-Obra): Após a conclusão dos trabalhos (se for uma substituição de viga por exemplo) e quando a nova estrutura ou modificação estiver pronta para suportar suas próprias cargas, a desmontagem do escoramento deve ser feita seguindo um procedimento específico, geralmente do centro para as extremidades (em casos de vigas biapoiadas), para permitir uma distribuição gradual da carga.

b) Segurança e Recomendações:

- Supervisão Profissional: A operação deve ser sempre supervisionada por um profissional qualificado (engenheiro ou mestre de obras experiente).
- Equipamentos Certificados: Utilizar apenas equipamentos de escoramento metálico em bom estado e certificados.
- Evitar Improvisos: Soluções improvisadas com materiais inadequados, como madeiras de qualidade duvidosa, devem ser evitadas.
- Cargas: O escoramento metálico deve ser dimensionado para suportar todas as cargas atuantes, incluindo o peso próprio da estrutura acima, sobrecargas de trabalho e o peso dos equipamentos e trabalhadores.

c) Demolição

A demolição de uma viga de concreto armado escorada é um processo de engenharia que exige planejamento detalhado, medidas de segurança rigorosas e a supervisão de um profissional habilitado. O escoramento é fundamental para assumir a função de sustentação da viga e evitar o desabamento da estrutura remanescente.

Planejamento e Preparação:

- Avaliação Estrutural: Um engenheiro civil deve avaliar a estrutura, determinar a viabilidade da demolição e elaborar um projeto de demolição.
- Documentação: Obter as autorizações legais e licenças necessárias junto às autoridades competentes.

- Isolamento de Instalações: Desligar e isolar todas as instalações (hidráulica, elétrica, gás) na área de trabalho.
- Escoramento Adequado: Instalar um sistema de escoramento metálico robusto e contraventado para suportar as cargas das estruturas adjacentes. O espaçamento e a capacidade de carga das escoras devem ser calculados e a instalação deve evitar soluções improvisadas.
- Proteção da Área: Delimitar a área de demolição, instalar plataformas de proteção (bandejas salva-vidas) em pavimentos inferiores e garantir que os trabalhadores utilizem EPIs apropriados (capacetes, óculos, máscaras, luvas, etc.).
- Umidificação: Umedecer o local e os materiais a serem demolidos com hidrojato para controle do material particulado (poeira).

Execução da Demolição:

- Demolição Top-Down: A demolição deve ocorrer de cima para baixo (piso superior para os inferiores), retirando primeiro elementos não estruturais (revestimento, acabamentos) e, em seguida, os elementos estruturais menores antes da viga principal.
- Método Controlado: Utilizar métodos de demolição controlada, como o uso de marteletes hidráulicos ou equipamentos menores operados manualmente, para desmantelar a viga gradualmente. Evita-se a queda livre de materiais pesados, utilizando dispositivos mecânicos para a remoção.
- Corte da Armadura: Após a remoção do concreto, os vergalhões de aço (armadura) devem ser cortados de forma controlada.
- Monitoramento Contínuo: Inspecionar periodicamente as estruturas vizinhas e o próprio escoramento para garantir a estabilidade e segurança durante todo o processo.

Gerenciamento de Resíduos:

- Remoção de Entulho: O entulho gerado deve ser removido através de calhas fechadas ou dispositivos mecânicos, e não por queda livre.
- Destinação Correta: Os resíduos devem ser separados e encaminhados para a destinação apropriada, conforme as normas ambientais.
- A retirada do escoramento após a demolição da viga não é o objetivo, pois a função do escoramento é manter a sustentação da estrutura remanescente, que agora precisará de

um novo arranjo estrutural permanente ou de um reforço, conforme o projeto de demolição/reforma.

d) Limpeza e Tratamento das Esperas

O tratamento das barras de aço remanescentes da viga de concreto armado demolida é uma etapa crítica da recuperação estrutural e envolve a limpeza, avaliação e proteção do aço para garantir a aderência e durabilidade do novo reparo.

Execução:

- Demolição Controlada Adicional: Remova todo o concreto deteriorado, solto ou desagregado ao redor das barras de aço. O corte deve ser feito em ângulos retos (quadrado ou retangular) com uma máquina de corte e disco diamantado para evitar pontos de tensão e garantir uma base firme para o novo material. A remoção deve ser cuidadosa, preferencialmente com ferramentas leves (como marreta e talhadeira), para não danificar a estrutura remanescente.
- Limpeza das Armaduras: As barras de aço devem ser completamente limpas para remover toda a oxidação (ferrugem), gordura, tinta, gesso ou outros resíduos. Isso pode ser feito utilizando métodos como: escovação manual ou mecânica com escovas de aço, jateamento abrasivo (como areia ou granalha) e lavagem com água de alta pressão.
- O objetivo é expor o metal branco ou brilhante, garantindo a máxima aderência dos produtos de tratamento.
- Avaliação Estrutural: Após a limpeza, um engenheiro qualificado deve inspecionar as barras de aço. Se a perda de seção transversal do aço devido à corrosão for superior a 20%, a barra pode não ser mais adequada para uso e a substituição ou adição de uma nova armadura de reforço pode ser necessária.
- Aplicação de Inibidor de Corrosão: Aplique imediatamente um inibidor de corrosão ou uma ponte de aderência (primer epóxi ou cimentício polimérico) em toda a superfície do aço limpo. Este produto cria uma camada passivadora que previne a formação de nova ferrugem e melhora a ligação química com a argamassa de reparo.
- Recomposição do Concreto (Grauteamento/Reparo);
- Umedecimento: A superfície do concreto remanescente deve ser molhada (saturada, mas sem empoçar) antes da aplicação do material de reparo para garantir a adesão e evitar que o concreto existente absorva a água da argamassa nova.

- Aplicação: Preencha a área demolida com um material de reparo apropriado, como argamassa polimérica de alto desempenho, ou grout (para reparos mais profundos), seguindo as especificações do fabricante. A aplicação deve ser feita em camadas, se necessário, e bem adensada (vibrada, se for grout fluido) para evitar vazios ("bicheiras").
- Cura: Realize a cura adequada do material de reparo, geralmente com água ou cura química, para prevenir a retração e o aparecimento de trincas.
- Todo o processo deve seguir as normas brasileiras pertinentes, como a NBR-6118, e ser supervisionado por um engenheiro residente.

e) Armação:

A execução do corte e dobra de aço para uma viga envolve a transformação de barras ou bobinas de aço em peças com as dimensões e formatos exatos especificados no projeto estrutural, garantindo a solidez e segurança da estrutura.

O processo pode ser realizado manualmente no canteiro de obras ou, de forma mais eficiente e precisa, em uma central de corte e dobra industrializada.

As principais etapas são:

- Planejamento e Projeto: O processo começa com base em um projeto estrutural detalhado, que especifica as dimensões, bitolas (diâmetros), comprimentos, ângulos de dobras e quantidades de cada peça de aço necessárias para a viga. Este planejamento é crucial para evitar desperdícios e garantir a conformidade com as normas técnicas, como a NBR 6118.
- Seleção e Armazenamento do Material: O aço (vergalhões) é selecionado de acordo com a bitola especificada no projeto. Em centrais industrializadas, o material geralmente chega em bobinas ou barras retas e é armazenado de forma organizada.
- Corte: As barras de aço são cortadas nas medidas exatas usando equipamentos especializados. No método industrial, máquinas de corte automatizadas garantem precisão milimétrica e minimizam as perdas de material. No canteiro de obras, podem ser utilizadas ferramentas manuais ou elétricas, como serras policorte ou alicates de corte.
- Dobra: Após o corte, as peças de aço são dobradas nos ângulos e raios de curvatura especificados no projeto. Isso é feito utilizando máquinas dobradeiras (em centrais

industriais) ou bancadas de dobra e ferramentas manuais/hidráulicas (no canteiro). As dobras no final das ferragens, por exemplo, são essenciais para aumentar a ancoragem da viga nos pilares, garantindo maior resistência à estrutura.

- Montagem (Armação): As peças cortadas e dobradas (vergalhões longitudinais e estribos) são então unidas para formar a armadura completa da viga. A união é feita, geralmente, com arame recozido, através de amarrações simples ou alternadas, conforme a necessidade estrutural.
- Identificação e Logística: Em sistemas industrializados, as peças ou feixes de armaduras são etiquetados com detalhes do projeto (tipo de viga, dimensões, etc.), facilitando a organização, transporte e instalação correta no canteiro de obras.
- Inspeção de Qualidade: Em todas as etapas, é fundamental a verificação das medidas, ângulos e qualidade do aço para garantir que a armadura esteja em conformidade com as especificações do projeto e normas vigentes.

f) Confecção de Formas

A execução de formas de madeira para uma viga envolve a montagem de uma estrutura provisória que dará forma e sustentação ao concreto até que ele atinja a resistência necessária. O processo requer atenção ao projeto, materiais e métodos de escoramento e travamento.

As etapas da execução das formas de madeira para viga, são:

Planejamento e Preparação:

- Análise do Projeto: Verificar as dimensões (largura, altura, comprimento) da viga e os detalhes estruturais no projeto de fôrmas.
- Seleção de Materiais: Escolher a madeira (pinus, mista, ou compensado resinado, geralmente com 17 mm de espessura) e outros componentes, como pontaletes, sarrafos, pregos, arames recozidos e desmoldante.
- Corte das Peças: Cortar as tábuas e compensados nas medidas especificadas pelo projeto. Os sarrafos, por exemplo, podem ser cortados em comprimentos específicos para servirem de "gravatas" ou travas laterais.

Montagem da Estrutura Inferior (Fundo da Viga):

- Posicionamento do Fundo: Fixar a tábua que formará a base da viga, na largura correta, entre os pilares ou sobre as escoras provisórias.
- Escoramento: Instalar escoras (pontaletes, barrotes, ou sistemas metálicos) de forma robusta e bem distribuída para suportar o peso do concreto fresco, do aço e das cargas de trabalho (pessoas e equipamentos). O escoramento deve ser firme para evitar deformações da estrutura.

Montagem das Laterais:

- Encaixe: Posicionar as tábuas laterais do painel da forma, que definirão a altura da viga. Elas podem ser amarradas ou fixadas às escoras.
- Travamento Lateral (Gravatas): Instalar travas, frequentemente chamadas de "gravatas", que são pedaços de madeira ou barras metálicas que abraçam a fôrma e garantem que as laterais não se abram com a pressão horizontal do concreto.

Fixação e Ajustes Finais:

- Verificação de Nível e Prumo: Utilizar nível e prumo para garantir que a fôrma esteja perfeitamente alinhada e nivelada conforme o projeto.
- Aplicação de Desmoldante: Aplicar um agente desmoldante nas faces internas da madeira que terão contato com o concreto para facilitar a desforma e garantir um bom acabamento.
- Limpeza: Remover quaisquer detritos, serragem ou sujeira de dentro da fôrma antes de receber a armadura de aço.

Cuidados Essenciais:

- As fôrmas devem ser estanques para evitar a perda de nata de cimento (líquido do concreto).
- Toda a estrutura deve ter estabilidade para garantir a segurança dos trabalhadores e a qualidade da estrutura final.
- O dimensionamento do escoramento e travamento é crucial para suportar as cargas atuantes.
- A desforma (retirada da madeira) só deve ocorrer após o concreto atingir a resistência especificada em norma, variando conforme o tipo de cimento e condições climáticas.

g) Concretagem

O lançamento de concreto em formas de madeira para uma viga envolve várias etapas cruciais, desde a preparação até a cura. O processo exige atenção aos detalhes para garantir a integridade estrutural e o acabamento desejado.

Preparação e Verificação das Formas:

- Limpeza: As fôrmas de madeira devem estar limpas, livres de detritos, serragem, óleo velho ou qualquer material solto que possa contaminar o concreto ou impedir uma boa aderência.
- Montagem e Escoramento: A estrutura de madeira deve ser rigidamente montada e escorada para suportar o peso e a pressão lateral do concreto fresco sem deformação ou vazamentos. A verificação do alinhamento, nível e prumo é essencial.
- Aplicação de Desmoldante: Um agente desmoldante (óleo ou produto químico específico) deve ser aplicado nas superfícies internas da madeira para facilitar a remoção das fôrmas após a cura, sem danificar a viga ou a madeira.

Preparação do Concreto:

- Dosagem: O concreto deve ser dosado corretamente, com a proporção adequada de cimento, agregados (areia e brita) e água, conforme especificado no projeto estrutural.
- Mistura: A mistura deve ser homogênea e com a trabalhabilidade (consistência) correta, nem muito seca, o que dificulta o lançamento, nem muito fluida, o que compromete a resistência.

Lançamento e Adensamento:

- Lançamento: O concreto deve ser lançado nas fôrmas de forma contínua e em camadas horizontais, evitando-se a segregação dos materiais (separação dos agregados). A altura de queda livre não deve exceder cerca de 1,5 metro.
- Adensamento: Esta é uma etapa crítica. O adensamento remove o ar aprisionado e garante que o concreto preencha todos os espaços, envolvendo a armadura e alcançando as superfícies da fôrma.

- Uso de Vibrador: O método mais eficiente é o uso de um vibrador de imersão (mangote). O vibrador deve ser inserido verticalmente e retirado lentamente, garantindo a homogeneização sem excesso de vibração, o que pode causar segregação.
- Métodos Manuais: Para pequenos volumes, o adensamento manual pode ser feito com barras de aço (vergalhões), cutucando a massa para liberar o ar.

Acabamento e Cura Inicial

- Nivelamento: A superfície superior da viga deve ser nivelada e alisada com uma colher de pedreiro ou régua de alumínio logo após o lançamento.
- Proteção: Imediatamente após o acabamento, a superfície deve ser protegida contra a secagem rápida devido ao sol, vento ou chuva.

Cura:

- A cura adequada é fundamental para que o concreto atinja sua resistência total e durabilidade. O processo de hidratação do cimento requer umidade constante.
- A superfície do concreto deve ser mantida úmida por vários dias (geralmente 7 dias ou mais). Isso pode ser feito por meio de irrigação com água, cobertura com sacos de aniagem molhados, ou uso de mantas plásticas ou agentes de cura químicos.

Desforma:

- A remoção das fôrmas (desforma) deve ocorrer somente após o concreto ter atingido resistência suficiente para suportar seu próprio peso e quaisquer cargas adicionais, sem sofrer deformações excessivas ou danos. O tempo varia dependendo do tipo de cimento, temperatura ambiente e especificações do projeto, mas geralmente as laterais das vigas podem ser removidas em 1 a 3 dias, enquanto o escoramento inferior permanece por mais tempo.
- Seguir estas diretrizes assegura que a viga de concreto seja sólida, durável e esteticamente aceitável.

h) Revestimento

A execução da impermeabilização da viga com argamassa de cimento e areia, aditivada com impermeabilizante, na espessura de 1,5 cm, deve seguir um processo rigoroso para garantir a eficácia contra a umidade ascendente.

Materiais Necessários:

- Cimento: Cimento Portland comum.
- Areia: Areia média lavada.
- Aditivo Impermeabilizante: Produto específico para argamassas e concretos, como Vedacit, Sika®-1 ou similar.
- Água: Água limpa para a mistura e umedecimento do substrato.
- Ferramentas: Desempenadeira, colher de pedreiro, régua de alumínio, trincha ou brocha, balde/betoneira, EPIs (luvas, óculos, máscara).

Procedimento de Execução:

- Preparação da Superfície (Substrato)
- A preparação é crucial para a aderência.
- Limpeza: A superfície da viga deve estar completamente limpa, livre de poeira, graxa, restos de desmoldantes, nata de cimento ou quaisquer partículas soltas. Recomenda-se lavar a viga com água e, se necessário, escová-la.
- Regularização e Reparos: Verifique se há trincas ou irregularidades. A superfície deve estar suficientemente dimensionada e regular. Eventuais falhas maiores devem ser preenchidas previamente.
- Umedecimento: A viga deve ser saturada com água antes da aplicação da argamassa para evitar a absorção rápida da água de amassamento, o que prejudicaria a aderência e a cura. Evite empoçamentos.

Preparo da Argamassa Impermeável:

- O traço da argamassa deve ser feito conforme as especificações do fabricante do aditivo. Um traço comum é 1:3 (cimento:areia).
- Dosagem do Aditivo: O aditivo impermeabilizante deve ser adicionado à água de amassamento, seguindo rigorosamente a proporção indicada pelo fabricante. Por

exemplo, a proporção usual é de aproximadamente 2 litros de aditivo para cada saco de 50 kg de cimento.

- Mistura: Misture os componentes (cimento, areia e água aditivada) até obter uma argamassa homogênea e com a trabalhabilidade desejada.

Aplicação da Argamassa:

- Espessura e Área: Aplique a argamassa na espessura especificada de 1,5 cm. Em vigas baldrames, a aplicação é feita na face superior e descendo cerca de 15 cm nas laterais para criar uma "capa" impermeável.
- Camadas: A argamassa pode ser aplicada em uma única camada se a espessura permitir e for bem trabalhada, ou em duas camadas, respeitando o tempo de secagem e umedecendo a anterior antes de aplicar a próxima.
- Acabamento: Utilize uma régua de alumínio para regularizar e, em seguida, uma desempenadeira plástica ou metálica para obter uma superfície plana e com bom acabamento.

Cura:

- Cura: A argamassa deve ser curada (molhada) por pelo menos 3 dias após a aplicação para prevenir o surgimento de trincas e fissuras por retração, que comprometeriam a impermeabilização.

i) Limpeza da Obra

A execução da limpeza pós-obra com foco na destinação final dos entulhos segue as diretrizes estabelecidas pela legislação brasileira, principalmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O processo envolve planejamento, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

As etapas da limpeza e gestão do entulho, são:

- O gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) deve ser planejado antes mesmo do início da obra e envolve as seguintes etapas:

- Caracterização e Planejamento: Identificar os tipos e quantidades de resíduos gerados (cimento, madeira, metais, gesso, plástico, etc.) para definir a melhor estratégia de manejo.
- Segregação (Triagem): Separar os resíduos por tipo na própria obra. Isso é crucial, pois muitos materiais podem ser reciclados ou reutilizados se não forem misturados com outros rejeitos. A Resolução CONAMA 307 classifica os resíduos em classes (A, B, C e D) para orientar a destinação.
- Acondicionamento: Armazenar os resíduos temporariamente em locais apropriados, como sacos de ráfia para pequenas quantidades ou caçambas específicas para cada tipo de material, garantindo a organização e a segurança.
- Transporte: Contratar empresas certificadas e licenciadas para realizar o transporte dos resíduos até os locais de destinação final. O transporte irregular é crime ambiental.
- Destinação Final Ambientalmente Adequada: O destino final depende do tipo de resíduo:
- Reciclagem: Materiais como concreto, tijolos, telhas e cerâmicas (Classe A) podem ser triturados em usinas de reciclagem e transformados em agregados (brita, areia) para reuso em novas obras, pavimentação e subleitos de estradas.
- Reutilização/Doação: Itens em bom estado, como madeiras, tijolos ou peças sanitárias, podem ser doados para ONGs ou outras construções.
- Ecopontos: Pequenos volumes de entulho (geralmente até 1m³ ou 200 kg) podem ser descartados gratuitamente em Ecopontos municipais, que encaminham o material para o destino correto.
- Aterros Licenciados: Resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados (rejeitos) devem ser encaminhados para aterros sanitários ou de resíduos da construção civil licenciados.
- Logística Reversa: Para produtos específicos, como embalagens de tintas vazias (Classe B ou D, dependendo do resíduo interno), a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto pode direcionar a destinação.
- A limpeza em si envolve a remoção de detritos pesados (limpeza bruta) seguida pela limpeza detalhada de poeira, manchas e respingos de produtos químicos, utilizando EPIs e produtos específicos, garantindo um ambiente seguro e habitável.

j) Execução de Andaime

A execução de andaimes tubulares fachadeiros é um processo técnico e rigoroso que segue normas de segurança, como a NR 18 e a ABNT NBR 6494, e é realizada por profissionais qualificados. O processo envolve planejamento detalhado, montagem sequencial de componentes e verificações de segurança constantes.

Planejamento e Preparação do Local:

- Análise Preliminar de Risco (APR): Uma avaliação detalhada do local é realizada para identificar riscos potenciais, como redes elétricas, condições do solo e acesso, e para definir medidas de mitigação.
- Projeto e Dimensionamento: Um profissional legalmente habilitado (engenheiro, por exemplo) projeta o andaime, determinando a configuração, a capacidade de carga, os pontos de ancoragem e os tipos de componentes necessários.
- Isolamento da Área: A área de trabalho é isolada com barreiras e sinalização para evitar a circulação de pessoas não autorizadas e proteger contra queda de materiais.
- Inspeção de Materiais: Todos os componentes do andaime (tubos, braçadeiras, sapatas, plataformas, guarda-corpos) são inspecionados para garantir sua integridade e conformidade com as normas.

Instalação da Base e Nivelamento:

- Fundação Estável: A montagem começa com a garantia de uma fundação firme e nivelada. Em terrenos irregulares ou solos macios, utilizam-se sapatas ajustáveis ou placas de base (sole plates) para distribuir a carga e nivelar a estrutura.
- Primeiro Nível (Lift): Os primeiros montantes (tubos verticais) são instalados sobre as sapatas e interligados por longarinas e travessas (tubos horizontais e diagonais) para formar o primeiro módulo ou "anél".
- Nivelamento e Esquadro: Utiliza-se um nível (de bolha, mangueira ou a laser) para garantir que o primeiro nível esteja perfeitamente nivelado e aprumado. Este passo é crucial, pois define a base para toda a estrutura subsequente.

Montagem Vertical e Travamento:

- Progressão por Níveis: A estrutura é construída verticalmente, adicionando-se mais montantes, longarinas e travessas. A distância entre os níveis de travamento deve seguir o projeto, geralmente em torno de 1 metro.
- Contraventamento (Diagonal Bracing): Barras diagonais são instaladas em um padrão zigue-zague para fornecer rigidez lateral e evitar a deformação ou oscilação da estrutura.
- Fixação à Fachada (Tie-ins): O andaime deve ser amarrado à estrutura do edifício em intervalos regulares, conforme especificado no projeto, para garantir a estabilidade e prevenir tombamentos.

Instalação das Plataformas e Proteções:

- Plataformas de Trabalho: As plataformas (pisos metálicos ou de madeira certificada) são instaladas em todos os níveis de trabalho, garantindo que estejam firmes, travadas e sem vãos perigosos.
- Proteção Coletiva: Guarda-corpos (a 1 metro de altura), rodapés e, se necessário, telas de proteção são fixados em todas as plataformas abertas para prevenir quedas de pessoas e ferramentas/materiais.
- Acesso Seguro: Acesso seguro aos diferentes níveis é providenciado, geralmente através de escadas incorporadas à estrutura, com corrimãos e degraus antiderrapantes.

Inspeção Final e Liberação para Uso:

- Checklist de Montagem: Após a conclusão da montagem, um profissional qualificado realiza uma inspeção rigorosa usando um checklist para verificar todos os pontos de segurança, travamentos, nivelamento e conformidade com o projeto e normas.
- Etiquetagem (Tagging): Apenas após a aprovação na inspeção, o andaime é liberado para uso, geralmente através da fixação de uma etiqueta (verde) visível que indica que a estrutura é segura para operação.
- Treinamento de Usuários: Os trabalhadores que utilizarão o andaime recebem instruções sobre o uso seguro, limites de carga e procedimentos de emergência.
- A desmontagem segue o processo inverso, de cima para baixo, com os mesmos cuidados e sob a supervisão de um profissional responsável.

3.16 RECUPERAÇÃO 03

A recuperação de uma viga de concreto armado rompida por falha da armadura de cisalhamento (estribos) exige **obras de reforço estrutural** para restaurar e aumentar sua capacidade de carga, pois o dano comprometeu a segurança da estrutura.

As principais técnicas aplicáveis, após este diagnóstico detalhado, incluem:

a) Escoramento

A execução do escoramento metálico para a demolição de uma viga é um procedimento crítico que visa substituir temporariamente a função estrutural da viga, suportando as cargas e prevenir desabamentos.

Sequência de execução:

- Análise do Projeto Estrutural: O engenheiro responsável técnico pela execução, deve realizar uma análise detalhada da estrutura para determinar as cargas que a viga suporta e as que serão transferidas para o escoramento. Um projeto de escoramento é elaborado, especificando o tipo de equipamento (escoras reguláveis, torres, etc.), o espaçamento, o posicionamento das escoras e as bases de apoio.
- Preparação da Área: O local abaixo da viga a ser demolida deve ser isolado e preparado. Se o apoio for no solo, este deve ser compactado, e bases rígidas, como calços de madeira ou sapatas, devem ser utilizadas para distribuir a carga e garantir a estabilidade.
- Posicionamento das Escoras: As escoras metálicas reguláveis são posicionadas conforme o projeto, geralmente com um espaçamento médio que varia entre 60 cm a 80 cm, para garantir a sustentação adequada.
- Uso de Acessórios: Utilizam-se forcados (simples ou duplos) no topo das escoras para apoiar as vigas (metálicas ou de madeira) que ficarão em contato direto com a viga ou estrutura acima da viga a ser demolida.
- Nivelamento e Prumo: Todo o sistema de escoramento deve ser rigorosamente nivelado e aprumado para garantir que as cargas sejam transferidas verticalmente para a base, evitando esforços horizontais indesejados.
- Travamento: Travamentos horizontais e diagonais (em "X", se forem usadas torres) são instalados para garantir a estabilidade lateral do conjunto, prevenindo o tombamento.

- Transferência de Carga e Demolição: Com o escoramento devidamente montado e inspecionado, a carga da estrutura superior é transferida para o sistema temporário. Somente após a confirmação de que o escoramento está suportando a carga com segurança é que a demolição da viga original pode ser iniciada, utilizando métodos e equipamentos apropriados.
- Desmontagem (Pós-Obra): Após a conclusão dos trabalhos (se for uma substituição de viga por exemplo) e quando a nova estrutura ou modificação estiver pronta para suportar suas próprias cargas, a desmontagem do escoramento deve ser feita seguindo um procedimento específico, geralmente do centro para as extremidades (em casos de vigas biapoiadas), para permitir uma distribuição gradual da carga.

b) Segurança e Recomendações:

- Supervisão Profissional: A operação deve ser sempre supervisionada por um profissional qualificado (engenheiro ou mestre de obras experiente).
- Equipamentos Certificados: Utilizar apenas equipamentos de escoramento metálico em bom estado e certificados.
- Evitar Improvisos: Soluções improvisadas com materiais inadequados, como madeiras de qualidade duvidosa, devem ser evitadas.
- Cargas: O escoramento metálico deve ser dimensionado para suportar todas as cargas atuantes, incluindo o peso próprio da estrutura acima, sobrecargas de trabalho e o peso dos equipamentos e trabalhadores.

c) Demolição

A demolição de uma viga de concreto armado escorada é um processo de engenharia que exige planejamento detalhado, medidas de segurança rigorosas e a supervisão de um profissional habilitado. O escoramento é fundamental para assumir a função de sustentação da viga e evitar o desabamento da estrutura remanescente.

Planejamento e Preparação:

- Avaliação Estrutural: Um engenheiro civil deve avaliar a estrutura, determinar a viabilidade da demolição e elaborar um projeto de demolição.
- Documentação: Obter as autorizações legais e licenças necessárias junto às autoridades competentes.

- Isolamento de Instalações: Desligar e isolar todas as instalações (hidráulica, elétrica, gás) na área de trabalho.
- Escoramento Adequado: Instalar um sistema de escoramento metálico robusto e contraventado para suportar as cargas das estruturas adjacentes. O espaçamento e a capacidade de carga das escoras devem ser calculados e a instalação deve evitar soluções improvisadas.
- Proteção da Área: Delimitar a área de demolição, instalar plataformas de proteção (bandejas salva-vidas) em pavimentos inferiores e garantir que os trabalhadores utilizem EPIs apropriados (capacetes, óculos, máscaras, luvas, etc.).
- Umidificação: Umedecer o local e os materiais a serem demolidos com hidrojato para controle do material particulado (poeira).

Execução da Demolição:

- Demolição Top-Down: A demolição deve ocorrer de cima para baixo (piso superior para os inferiores), retirando primeiro elementos não estruturais (revestimento, acabamentos) e, em seguida, os elementos estruturais menores antes da viga principal.
- Método Controlado: Utilizar métodos de demolição controlada, como o uso de marteletes hidráulicos ou equipamentos menores operados manualmente, para desmantelar a viga gradualmente. Evita-se a queda livre de materiais pesados, utilizando dispositivos mecânicos para a remoção.
- Corte da Armadura: Após a remoção do concreto, os vergalhões de aço (armadura) devem ser cortados de forma controlada.
- Monitoramento Contínuo: Inspecionar periodicamente as estruturas vizinhas e o próprio escoramento para garantir a estabilidade e segurança durante todo o processo.

Gerenciamento de Resíduos:

- Remoção de Entulho: O entulho gerado deve ser removido através de calhas fechadas ou dispositivos mecânicos, e não por queda livre.
- Destinação Correta: Os resíduos devem ser separados e encaminhados para a destinação apropriada, conforme as normas ambientais.
- A retirada do escoramento após a demolição da viga não é o objetivo, pois a função do escoramento é manter a sustentação da estrutura remanescente, que agora precisará de

um novo arranjo estrutural permanente ou de um reforço, conforme o projeto de demolição/reforma.

d) Limpeza e Tratamento das Esperas

O tratamento das barras de aço remanescentes da viga de concreto armado demolida é uma etapa crítica da recuperação estrutural e envolve a limpeza, avaliação e proteção do aço para garantir a aderência e durabilidade do novo reparo.

Execução:

- Demolição Controlada Adicional: Remova todo o concreto deteriorado, solto ou desagregado ao redor das barras de aço. O corte deve ser feito em ângulos retos (quadrado ou retangular) com uma máquina de corte e disco diamantado para evitar pontos de tensão e garantir uma base firme para o novo material. A remoção deve ser cuidadosa, preferencialmente com ferramentas leves (como marreta e talhadeira), para não danificar a estrutura remanescente.
- Limpeza das Armaduras: As barras de aço devem ser completamente limpas para remover toda a oxidação (ferrugem), gordura, tinta, gesso ou outros resíduos. Isso pode ser feito utilizando métodos como: escovação manual ou mecânica com escovas de aço, jateamento abrasivo (como areia ou granalha), lavagem com água de alta pressão.
- O objetivo é expor o metal branco ou brilhante, garantindo a máxima aderência dos produtos de tratamento.
- Avaliação Estrutural: Após a limpeza, um engenheiro qualificado deve inspecionar as barras de aço. Se a perda de seção transversal do aço devido à corrosão for superior a 20%, a barra pode não ser mais adequada para uso e a substituição ou adição de uma nova armadura de reforço pode ser necessária.
- Aplicação de Inibidor de Corrosão: Aplique imediatamente um inibidor de corrosão ou uma ponte de aderência (primer epóxi ou cimentício polimérico) em toda a superfície do aço limpo. Este produto cria uma camada passivadora que previne a formação de nova ferrugem e melhora a ligação química com a argamassa de reparo.
- Recomposição do Concreto (Grauteamento/Reparo);
- Umedecimento: A superfície do concreto remanescente deve ser molhada (saturada, mas sem empoçar) antes da aplicação do material de reparo para garantir a adesão e evitar que o concreto existente absorva a água da argamassa nova.

- Aplicação: Preencha a área demolida com um material de reparo apropriado, como argamassa polimérica de alto desempenho, ou grout (para reparos mais profundos), seguindo as especificações do fabricante. A aplicação deve ser feita em camadas, se necessário, e bem adensada (vibrada, se for grout fluido) para evitar vazios ("bicheiras").
- Cura: Realize a cura adequada do material de reparo, geralmente com água ou cura química, para prevenir a retração e o aparecimento de trincas.
- Todo o processo deve seguir as normas brasileiras pertinentes, como a NBR-6118, e ser supervisionado por um engenheiro residente.

e) Armação:

A execução do corte e dobra de aço para uma viga envolve a transformação de barras ou bobinas de aço em peças com as dimensões e formatos exatos especificados no projeto estrutural, garantindo a solidez e segurança da estrutura.

O processo pode ser realizado manualmente no canteiro de obras ou, de forma mais eficiente e precisa, em uma central de corte e dobra industrializada.

As principais etapas são:

- Planejamento e Projeto: O processo começa com base em um projeto estrutural detalhado, que especifica as dimensões, bitolas (diâmetros), comprimentos, ângulos de dobras e quantidades de cada peça de aço necessárias para a viga. Este planejamento é crucial para evitar desperdícios e garantir a conformidade com as normas técnicas, como a NBR 6118.
- Seleção e Armazenamento do Material: O aço (vergalhões) é selecionado de acordo com a bitola especificada no projeto. Em centrais industrializadas, o material geralmente chega em bobinas ou barras retas e é armazenado de forma organizada.
- Corte: As barras de aço são cortadas nas medidas exatas usando equipamentos especializados. No método industrial, máquinas de corte automatizadas garantem precisão milimétrica e minimizam as perdas de material. No canteiro de obras, podem ser utilizadas ferramentas manuais ou elétricas, como serras policorte ou alicates de corte.
- Dobra: Após o corte, as peças de aço são dobradas nos ângulos e raios de curvatura especificados no projeto. Isso é feito utilizando máquinas dobradeiras (em centrais

industriais) ou bancadas de dobra e ferramentas manuais/hidráulicas (no canteiro). As dobras no final das ferragens, por exemplo, são essenciais para aumentar a ancoragem da viga nos pilares, garantindo maior resistência à estrutura.

- Montagem (Armação): As peças cortadas e dobradas (vergalhões longitudinais e estribos) são então unidas para formar a armadura completa da viga. A união é feita, geralmente, com arame recozido, através de amarrações simples ou alternadas, conforme a necessidade estrutural.
- Identificação e Logística: Em sistemas industrializados, as peças ou feixes de armaduras são etiquetados com detalhes do projeto (tipo de viga, dimensões, etc.), facilitando a organização, transporte e instalação correta no canteiro de obras.
- Inspeção de Qualidade: Em todas as etapas, é fundamental a verificação das medidas, ângulos e qualidade do aço para garantir que a armadura esteja em conformidade com as especificações do projeto e normas vigentes.

f) Confecção de Formas

A execução de formas de madeira para uma viga envolve a montagem de uma estrutura provisória que dará forma e sustentação ao concreto até que ele atinja a resistência necessária. O processo requer atenção ao projeto, materiais e métodos de escoramento e travamento.

As etapas da execução das formas de madeira para viga, são:

Planejamento e Preparação:

- Análise do Projeto: Verificar as dimensões (largura, altura, comprimento) da viga e os detalhes estruturais no projeto de fôrmas.
- Seleção de Materiais: Escolher a madeira (pinus, mista, ou compensado resinado, geralmente com 17 mm de espessura) e outros componentes, como pontaletes, sarrafos, pregos, arames recozidos e desmoldante.
- Corte das Peças: Cortar as tábuas e compensados nas medidas especificadas pelo projeto. Os sarrafos, por exemplo, podem ser cortados em comprimentos específicos para servirem de "gravatas" ou travas laterais.

Montagem da Estrutura Inferior (Fundo da Viga):

- Posicionamento do Fundo: Fixar a tábua que formará a base da viga, na largura correta, entre os pilares ou sobre as escoras provisórias.
- Escoramento: Instalar escoras (pontaletes, barrotes, ou sistemas metálicos) de forma robusta e bem distribuída para suportar o peso do concreto fresco, do aço e das cargas de trabalho (pessoas e equipamentos). O escoramento deve ser firme para evitar deformações da estrutura.

Montagem das Laterais:

- Encaixe: Posicionar as tábuas laterais do painel da forma, que definirão a altura da viga. Elas podem ser amarradas ou fixadas às escoras.
- Travamento Lateral (Gravatas): Instalar travas, frequentemente chamadas de "gravatas", que são pedaços de madeira ou barras metálicas que abraçam a fôrma e garantem que as laterais não se abram com a pressão horizontal do concreto.

Fixação e Ajustes Finais:

- Verificação de Nível e Prumo: Utilizar nível e prumo para garantir que a fôrma esteja perfeitamente alinhada e nivelada conforme o projeto.
- Aplicação de Desmoldante: Aplicar um agente desmoldante nas faces internas da madeira que terão contato com o concreto para facilitar a desforma e garantir um bom acabamento.
- Limpeza: Remover quaisquer detritos, serragem ou sujeira de dentro da fôrma antes de receber a armadura de aço.

Cuidados Essenciais:

- As fôrmas devem ser estanques para evitar a perda de nata de cimento (líquido do concreto).
- Toda a estrutura deve ter estabilidade para garantir a segurança dos trabalhadores e a qualidade da estrutura final.
- O dimensionamento do escoramento e travamento é crucial para suportar as cargas atuantes.

- A desforma (retirada da madeira) só deve ocorrer após o concreto atingir a resistência especificada em norma, variando conforme o tipo de cimento e condições climáticas.

g) Concretagem

O lançamento de concreto em formas de madeira para uma viga envolve várias etapas cruciais, desde a preparação até a cura. O processo exige atenção aos detalhes para garantir a integridade estrutural e o acabamento desejado.

Preparação e Verificação das Formas:

- Limpeza: As fôrmas de madeira devem estar limpas, livres de detritos, serragem, óleo velho ou qualquer material solto que possa contaminar o concreto ou impedir uma boa aderência.
- Montagem e Escoramento: A estrutura de madeira deve ser rigidamente montada e escorada para suportar o peso e a pressão lateral do concreto fresco sem deformação ou vazamentos. A verificação do alinhamento, nível e prumo é essencial.
- Aplicação de Desmoldante: Um agente desmoldante (óleo ou produto químico específico) deve ser aplicado nas superfícies internas da madeira para facilitar a remoção das fôrmas após a cura, sem danificar a viga ou a madeira.

Preparação do Concreto:

- Dosagem: O concreto deve ser dosado corretamente, com a proporção adequada de cimento, agregados (areia e brita) e água, conforme especificado no projeto estrutural.
- Mistura: A mistura deve ser homogênea e com a trabalhabilidade (consistência) correta, nem muito seca, o que dificulta o lançamento, nem muito fluida, o que compromete a resistência.

Lançamento e Adensamento:

- Lançamento: O concreto deve ser lançado nas fôrmas de forma contínua e em camadas horizontais, evitando-se a segregação dos materiais (separação dos agregados). A altura de queda livre não deve exceder cerca de 1,5 metro.

- Adensamento: Esta é uma etapa crítica. O adensamento remove o ar aprisionado e garante que o concreto preencha todos os espaços, envolvendo a armadura e alcançando as superfícies da fôrma.
- Uso de Vibrador: O método mais eficiente é o uso de um vibrador de imersão (mangote). O vibrador deve ser inserido verticalmente e retirado lentamente, garantindo a homogeneização sem excesso de vibração, o que pode causar segregação.
- Métodos Manuais: Para pequenos volumes, o adensamento manual pode ser feito com barras de aço (vergalhões), cutucando a massa para liberar o ar.

Acabamento e Cura Inicial

- Nivelamento: A superfície superior da viga deve ser nivelada e alisada com uma colher de pedreiro ou régua de alumínio logo após o lançamento.
- Proteção: Imediatamente após o acabamento, a superfície deve ser protegida contra a secagem rápida devido ao sol, vento ou chuva.

Cura:

- A cura adequada é fundamental para que o concreto atinja sua resistência total e durabilidade. O processo de hidratação do cimento requer umidade constante.
- A superfície do concreto deve ser mantida úmida por vários dias (geralmente 7 dias ou mais). Isso pode ser feito por meio de irrigação com água, cobertura com sacos de aniagem molhados, ou uso de mantas plásticas ou agentes de cura químicos.

Desforma:

- A remoção das fôrmas (desforma) deve ocorrer somente após o concreto ter atingido resistência suficiente para suportar seu próprio peso e quaisquer cargas adicionais, sem sofrer deformações excessivas ou danos. O tempo varia dependendo do tipo de cimento, temperatura ambiente e especificações do projeto, mas geralmente as laterais das vigas podem ser removidas em 1 a 3 dias, enquanto o escoramento inferior permanece por mais tempo.
- Seguir estas diretrizes assegura que a viga de concreto seja sólida, durável e esteticamente aceitável.

h) Revestimento

A execução da impermeabilização da viga com argamassa de cimento e areia, aditivada com impermeabilizante, na espessura de 1,5 cm, deve seguir um processo rigoroso para garantir a eficácia contra a umidade ascendente.

Materiais Necessários:

- Cimento: Cimento Portland comum.
- Areia: Areia média lavada.
- Aditivo Impermeabilizante: Produto específico para argamassas e concretos, como Vedacit, Sika®-1 ou similar.
- Água: Água limpa para a mistura e umedecimento do substrato.
- Ferramentas: Desempenadeira, colher de pedreiro, régua de alumínio, trincha ou brocha, balde/betoneira, EPIs (luvas, óculos, máscara).

Procedimento de Execução:

- Preparação da Superfície (Substrato)
- A preparação é crucial para a aderência.
- Limpeza: A superfície da viga deve estar completamente limpa, livre de poeira, graxa, restos de desmoldantes, nata de cimento ou quaisquer partículas soltas. Recomenda-se lavar a viga com água e, se necessário, escová-la.
- Regularização e Reparos: Verifique se há trincas ou irregularidades. A superfície deve estar suficientemente dimensionada e regular. Eventuais falhas maiores devem ser preenchidas previamente.
- Umedecimento: A viga deve ser saturada com água antes da aplicação da argamassa para evitar a absorção rápida da água de amassamento, o que prejudicaria a aderência e a cura. Evite empoçamentos.

Preparo da Argamassa Impermeável:

- O traço da argamassa deve ser feito conforme as especificações do fabricante do aditivo. Um traço comum é 1:3 (cimento:areia).
- Dosagem do Aditivo: O aditivo impermeabilizante deve ser adicionado à água de amassamento, seguindo rigorosamente a proporção indicada pelo fabricante. Por

exemplo, a proporção usual é de aproximadamente 2 litros de aditivo para cada saco de 50 kg de cimento.

- Mistura: Misture os componentes (cimento, areia e água aditivada) até obter uma argamassa homogênea e com a trabalhabilidade desejada.

Aplicação da Argamassa:

- Espessura e Área: Aplique a argamassa na espessura especificada de 1,5 cm. Em vigas baldrames, a aplicação é feita na face superior e descendo cerca de 15 cm nas laterais para criar uma "capa" impermeável.
- Camadas: A argamassa pode ser aplicada em uma única camada se a espessura permitir e for bem trabalhada, ou em duas camadas, respeitando o tempo de secagem e umedecendo a anterior antes de aplicar a próxima.
- Acabamento: Utilize uma régua de alumínio para regularizar e, em seguida, uma desempenadeira plástica ou metálica para obter uma superfície plana e com bom acabamento.

Cura:

- Cura: A argamassa deve ser curada (molhada) por pelo menos 3 dias após a aplicação para prevenir o surgimento de trincas e fissuras por retração, que comprometeriam a impermeabilização.

i) Limpeza da Obra

A execução da limpeza pós-obra com foco na destinação final dos entulhos segue as diretrizes estabelecidas pela legislação brasileira, principalmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O processo envolve planejamento, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

As etapas da limpeza e gestão do entulho, são:

- O gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) deve ser planejado antes mesmo do início da obra e envolve as seguintes etapas:

- Caracterização e Planejamento: Identificar os tipos e quantidades de resíduos gerados (cimento, madeira, metais, gesso, plástico, etc.) para definir a melhor estratégia de manejo.
- Segregação (Triagem): Separar os resíduos por tipo na própria obra. Isso é crucial, pois muitos materiais podem ser reciclados ou reutilizados se não forem misturados com outros rejeitos. A Resolução CONAMA 307 classifica os resíduos em classes (A, B, C e D) para orientar a destinação.
- Acondicionamento: Armazenar os resíduos temporariamente em locais apropriados, como sacos de ráfia para pequenas quantidades ou caçambas específicas para cada tipo de material, garantindo a organização e a segurança.
- Transporte: Contratar empresas certificadas e licenciadas para realizar o transporte dos resíduos até os locais de destinação final. O transporte irregular é crime ambiental.
- Destinação Final Ambientalmente Adequada: O destino final depende do tipo de resíduo:
- Reciclagem: Materiais como concreto, tijolos, telhas e cerâmicas (Classe A) podem ser triturados em usinas de reciclagem e transformados em agregados (brita, areia) para reuso em novas obras, pavimentação e subleitos de estradas.
- Reutilização/Doação: Itens em bom estado, como madeiras, tijolos ou peças sanitárias, podem ser doados para ONGs ou outras construções.
- Ecopontos: Pequenos volumes de entulho (geralmente até 1m³ ou 200 kg) podem ser descartados gratuitamente em Ecopontos municipais, que encaminham o material para o destino correto.
- Aterros Licenciados: Resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados (rejeitos) devem ser encaminhados para aterros sanitários ou de resíduos da construção civil licenciados.
- Logística Reversa: Para produtos específicos, como embalagens de tintas vazias (Classe B ou D, dependendo do resíduo interno), a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto pode direcionar a destinação.
- A limpeza em si envolve a remoção de detritos pesados (limpeza bruta) seguida pela limpeza detalhada de poeira, manchas e respingos de produtos químicos, utilizando EPIs e produtos específicos, garantindo um ambiente seguro e habitável.

3.17 RECUPERAÇÃO 04

Uma das condições para a elaboração desta proposta de intervenção/recuperação, é a **não paralização**, ou a **paralização por tempo mínimo** da produção de eletricidade pela PCH.

Isto posto, propõe-se aqui a construção de nova estrutura de fundação e supraestrutura, com capacidade de suportar as mesmas cargas, sob as mesmas condições de uso, entregando o desempenho requerido.

A solução objetiva, impedir o colapso da estrutura com a instalação de vigas e pilares metálicos.

a) Fundação

Investigação Geotécnica – Sondagem à Percussão – SPT:

- De acordo com os resultados dos 5 boletins de sondagem, o subsolo provavelmente tem, a uma profundidade média de 3 metros uma rocha ou um matacão;
- Existem limitações de espaço, imposto pela geometria da atual estrutura;
- O recalque da estrutura indica baixa capacidade de suporte;

Investigação Geotécnica – Sondagem Rotativa:

- A realização de sondagem rotativa é indispensável para o dimensionamento de fundações.

As principais situações que são indispensáveis a execução de sondagem rotativa estão descritas a seguir.

Presença de Rochas ou Matacões:

- Impenetrável ao SPT: Quando a sondagem à percussão (SPT) atinge o limite de penetração (o "impenetrável") e não se sabe se o obstáculo é rocha sã, um matacão (bloco de rocha isolado) ou uma camada de alteração;
- Investigação de Descontinuidade: A rotativa permite atravessar a rocha e verificar se há camadas de solo mole abaixo dela, o que poderia comprometer a estabilidade se a fundação fosse apoiada apenas na superfície rochosa.

Necessidade de Apoio Direito na Rocha:

- Quando o projeto prevê fundações que devem ser cravadas ou apoiadas em maciços rochosos, a sondagem rotativa é necessária para obter testemunhos (amostras cilíndricas).
- Esses testemunhos permitem avaliar a qualidade da rocha por meio do índice RQD (Rock Quality Designation), essencial para calcular a tensão admissível no maciço.

Obras de Grande Porte e Cargas Elevadas:

- Em edifícios altos, pontes ou infraestruturas pesadas, onde as cargas nas fundações são muito altas, a sondagem rotativa torna-se fundamental (e muitas vezes obrigatória) para garantir a segurança geotécnica.

Perfuração em Solos Muito Resistentes:

- É recomendada para solos extremamente duros ou cimentados, onde outros métodos de investigação não conseguem avançar ou fornecer amostras representativas.
- Frequentemente utiliza-se a sondagem mista, que combina o SPT para as camadas de solo e a rotativa para as camadas rochosas no mesmo furo, otimizando custos e informações técnicas.

3.17.1 FUNDAÇÃO E SUPERESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO

3.17.1.1 Resultado dos Blocos

BALDRAME	fck = 300.00 kgf/cm²	E = 268384 kgf/cm²	Peso Espec = 2500.00 kgf/m³
Lance 1		cobr = 4.50 cm	

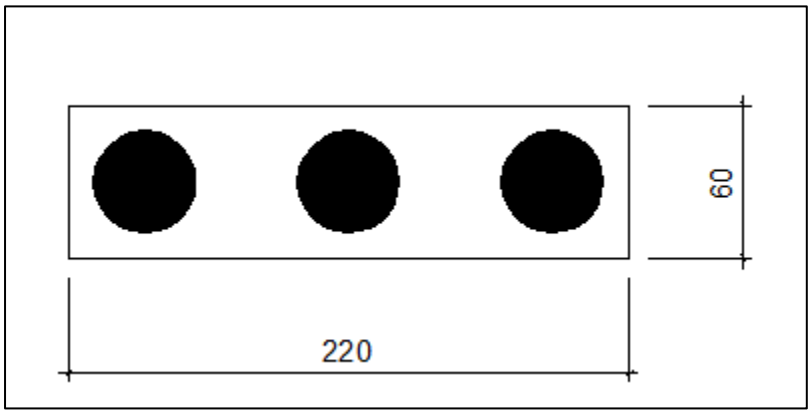
Blocos	ne Estaca	LB LH (cm)	hb (cm)	Principal (cm²)		Estribo (cm²)		Superior (cm²)		As dist. (cm²)
				X	Y	Hor.	Vert.	X	Y	
B1	3 C31	220.00 60.00	95.00	4.91 (4 ø 12.5)	-	6.14 (5 ø 12.5)	22.09 2x(9 ø 12.5)	4.91 (4 ø 12.5)	-	1.01 (ø 8.0 c/5)
B3	3 C31	220.00 60.00	95.00	4.91 (4 ø 12.5)	-	6.14 (5 ø 12.5)	22.09 2x(9 ø 12.5)	4.91 (4 ø 12.5)	-	1.01 (ø 8.0 c/5)
B4	3 C31	149.28 129.28	65.00	6.14 (5 ø 12.5)	-	6.14 (5 ø 12.5)	-	7.36 (6 ø 12.5)	8.59 (7 ø 12.5)	1.09 (ø 8.0 c/20)
B6	3 C31	149.28 129.28	80.00	6.14 (5 ø 12.5)	-	6.14 (5 ø 12.5)	-	7.36 (6 ø 12.5)	8.59 (7 ø 12.5)	1.19 (ø 8.0 c/20)
B7	1 C31	60.00 60.00		-	-	6.14 (5 ø 12.5)	9.82 2x(4 ø 12.5)	-	-	-
B9	3 C31	220.00 60.00	95.00	4.91 (4 ø 12.5)	-	6.14 (5 ø 12.5)	22.09 2x(9 ø 12.5)	4.91 (4 ø 12.5)	-	1.01 (ø 8.0 c/5)

3.17.1.2 Cálculo do Bloco B1

Pavimento BALDRAME - Lance 1

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 3 LIN Cobrimento= 4.50 cm	fck = 300 kgf/cm² Ecs = 268384 kgf/cm² Peso específico = 2500 kgf/m³

Cálculo das dimensões do bloco



Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	circular	**Útil**	80.00	**LB**	220.00
Seção	40.00	**Total**	95.00	**LH**	60.00
Espaçamento entre estacas (e)	80.00	**Cobrimento do bloco na estaca**	15.00	**Cobrimento do bloco (CB)**	10.00

Área de forma	5.32 m²
Volume concreto	1.20 m³

Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (kN)	Nmax (kN)	Carga momento (kN)	Carga total (kN)
29.94	180.96	5.93	216.83

Verificação de tensão em área reduzida

	Interface pilar-fundação
Força solicitante (kN)	253.35
Força resistente (kN)	359.56
Condição	OK

Verificação ao esmagamento da biela – Método de Blévot & Frémy

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm²)	86.53	19.33
Tensão admissível (kgf/cm²)	160.29	135.77
Condição	Ok	Ok

Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (kN)	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
1	1	60x60	70	5.83	186.79	183.43	2362	50.87
2	2	140x60	55	10.61	98.66	92.92	1528	25.43
3 TRI	3	149x129	65	19.86	85.74	28.39	0	16.96
3 LIN	3	220x60	95	29.94	72.28	68.33	401	16.96
Limites					1300.00	-65.00	1000	1000.00

Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
E1-1	72.28	68.99	401	16.96
E1-2	70.30	69.18	401	16.96
E1-3	69.37	68.33	401	16.96

Dimensionamento da armadura de retração

	Tipo de endurecimento	Delta T (°C)	Delta Tcr (°C)	As (cm²)	Armaduras
Estribo horizontal	Lento	13.83	19.00	-	-

Dimensionamento da armadura

Método de cálculo: biela-tirante

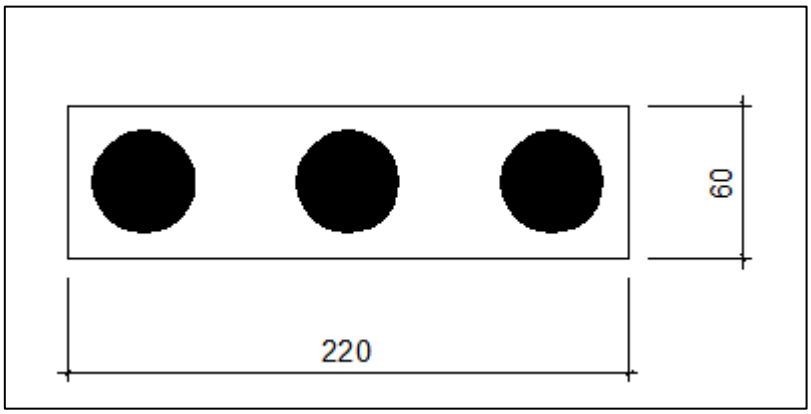
	Tensão (kN)	As (cm²)	Armaduras
Armadura principal na direção X	86.73	3.78	4 ø 12.5
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	10.84	0.47	5 ø 12.5
Estribo vertical	10.84	0.47	18 ø 12.5 (9 estribos)
Armadura superior na direção X	-	0.76	4 ø 12.5
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	17.35	1.01	ø 8.0 c/5

3.17.1.3 Cálculo do Bloco B3

Pavimento BALDRAME - Lance 1

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 3 LIN Cobrimento= 4.50 cm	fck = 300 kgf/cm² Ecs = 268384 kgf/cm² Peso específico = 2500 kgf/m³

Cálculo das dimensões do bloco



Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	circular	**Útil**	80.00	**LB**	220.00
Seção	40.00	**Total**	95.00	**LH**	60.00
Espaçamento entre estacas (e)	80.00	**Cobrimento do bloco na estaca**	15.00	**Cobrimento do bloco (CB)**	10.00

Área de forma	5.32 m²
Volume concreto	1.20 m³

Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (kN)	Nmax (kN)	Carga momento (kN)	Carga total (kN)
29.94	171.66	5.18	206.77

Verificação de tensão em área reduzida

	Interface pilar-fundação
Força solicitante (kN)	240.32
Força resistente (kN)	359.56
Condição	OK

Verificação ao esmagamento da biela - Método de Blévot & Frémy

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm²)	80.82	18.23
Tensão admissível (kgf/cm²)	160.29	135.77
Condição	Ok	Ok

Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (kN)	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
1	1	60x60	70	5.83	177.48	175.15	1342	58.53
2	2	140x60	55	10.61	92.44	87.54	1070	29.26
3 TRI	3	149x129	65	19.86	86.10	48.86	0	19.51
3 LIN	3	220x60	95	29.94	68.16	64.71	201	19.51
Limites					1300.00	-65.00	1000	1000.00

Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
E3-1	68.16	67.13	201	19.51
E3-2	67.20	66.42	201	19.51
E3-3	67.23	64.71	201	19.51

Dimensionamento da armadura de retração

	Tipo de endurecimento	Delta T (°C)	Delta Tcr (°C)	As (cm²)	Armaduras
Estribo horizontal	Lento	13.83	19.00	-	-

Dimensionamento da armadura

Método de cálculo: biela-tirante

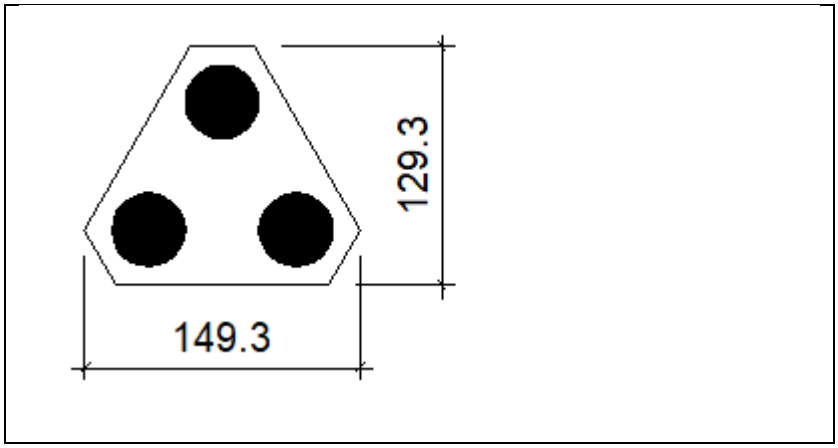
	Tensão (kN)	As (cm²)	Armaduras
Armadura principal na direção X	82.71	3.79	4 ø 12.5
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	10.34	0.47	5 ø 12.5
Estribo vertical	10.34	0.47	18 ø 12.5 (9 estribos)
Armadura superior na direção X	-	0.76	4 ø 12.5
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	16.54	1.01	ø 8.0 c/5

Cálculo do Bloco B4

Pavimento BALDRAME - Lance 1

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 3 TRI Cobrimento= 4.50 cm	fck = 300 kgf/cm² Ecs = 268384 kgf/cm² Peso específico = 2500 kgf/m³

Cálculo das dimensões do bloco



Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	circular	**Útil**	50.00	**LB**	149.28
Seção	40.00	**Total**	65.00	**LH**	129.28
Espaçamento entre estacas (e)	80.00	**Cobrimento do bloco na estaca**	15.00	**Cobrimento do bloco (CB)**	10.00

Área de forma	2.91 m²
Volume concreto	0.79 m³

Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (kN)	Nmax (kN)	Carga momento (kN)	Carga total (kN)
19.86	189.49	121.51	330.86

Verificação de tensão em área reduzida

	Interface pilar-fundação
Força solicitante (kN)	265.28
Força resistente (kN)	635.38
Condição	OK

Verificação ao esmagamento da biela - Método de Blévot & Frémy

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm²)	134.80	27.59
Tensão admissível (kgf/cm²)	160.29	135.77
Condição	Ok	Ok

Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (kN)	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
1	1	60x60	70	5.83	195.32	193.90	2540	77.30
2	2	140x60	55	10.61	101.37	98.05	1829	38.65
3 TRI	3	149x129	65	19.86	91.24	27.27	0	25.77
Limites					1300.00	-65.00	1000	1000.00

Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
E4-1	91.24	88.28	0	25.77
E4-2	31.58	27.27	0	25.77
E4-3	91.10	87.81	0	25.77

Dimensionamento da armadura de retração

	Tipo de endurecimento	Delta T (°C)	Delta Tcr (°C)	As (cm²)	Armaduras
Estribo horizontal	Lento	10.59	19.25	-	-

Dimensionamento da armadura

Método de cálculo: biela-tirante

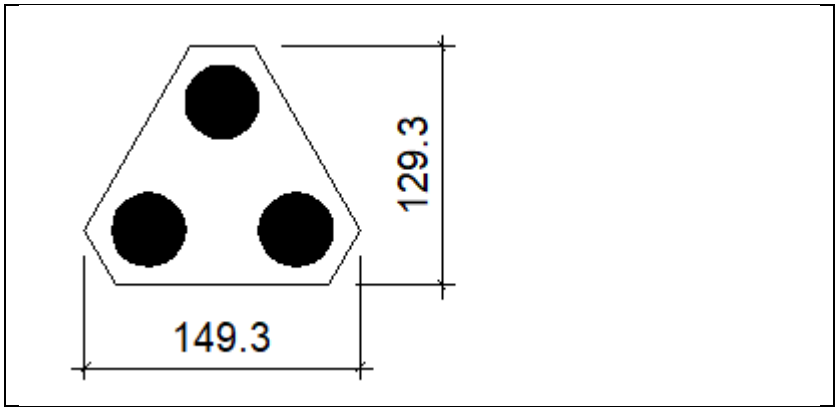
	Tensão (kN)	As (cm²)	Armaduras
Armadura principal na direção X	122.25	5.43	5 ø 12.5
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	15.28	0.68	5 ø 12.5
Estribo vertical	-	-	-
Armadura superior na direção X	-	1.09	6 ø 12.5
Armadura superior na direção Y	-	1.09	7 ø 12.5
Armadura distribuição	48.90	1.09	ø 8.0 c/20

Cálculo do Bloco B6

Pavimento BALDRAME - Lance 1

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 3 TRI Cobrimento= 4.50 cm	fck = 300 kgf/cm² Ecs = 268384 kgf/cm² Peso específico = 2500 kgf/m³

Cálculo das dimensões do bloco



Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	circular	**Útil**	65.00	**LB**	149.28
Seção	40.00	**Total**	80.00	**LH**	129.28
Espaçamento entre estacas (e)	80.00	**Cobrimento do bloco na estaca**	15.00	**Cobrimento do bloco (CB)**	10.00

Área de forma	3.58 m²
Volume concreto	0.99 m³

Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (kN)	Nmax (kN)	Carga momento (kN)	Carga total (kN)
24.76	302.19	111.54	438.50

Verificação de tensão em área reduzida

	Interface pilar-fundação
Força solicitante (kN)	423.07
Força resistente (kN)	596.48
Condição	OK

Verificação ao esmagamento da biela - Método de Blévot & Frémy

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm²)	146.01	29.77
Tensão admissível (kgf/cm²)	160.29	135.77
Condição	Ok	Ok

Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (kN)	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
1	1	60x60	70	5.83	308.02	306.47	3699	99.22
2	2	140x60	55	10.61	158.03	153.98	2571	49.61
3 TRI	3	149x129	80	24.76	129.63	68.98	0	33.07
Limites					1300.00	-65.00	1000	1000.00

Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
E6-1	129.63	125.17	0	33.07
E6-2	74.16	68.98	0	33.07
E6-3	129.17	125.24	0	33.07

Dimensionamento da armadura de retração

	Tipo de endurecimento	Delta T (°C)	Delta Tcr (°C)	As (cm²)	Armaduras
Estribo horizontal	Lento	12.30	19.12	-	-

Dimensionamento da armadura

Método de cálculo: biela-tirante

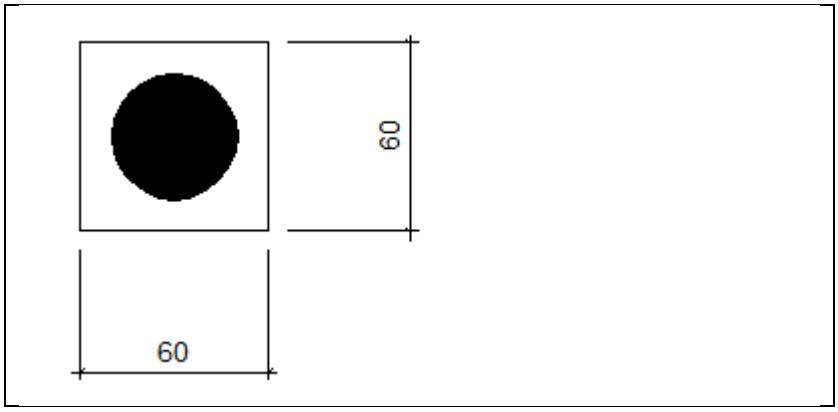
	Tensão (kN)	As (cm²)	Armaduras
Armadura principal na direção X	124.64	5.93	5 ø 12.5
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	15.58	0.74	5 ø 12.5
Estribo vertical	-	-	-
Armadura superior na direção X	-	1.19	6 ø 12.5
Armadura superior na direção Y	-	1.19	7 ø 12.5
Armadura distribuição	49.85	1.19	ø 8.0 c/20

Cálculo do Bloco B7

Pavimento BALDRAME - Lance 1

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 1 Cobrimento= 4.50 cm	fck = 300 kgf/cm² Ecs = 268384 kgf/cm² Peso específico = 2500 kgf/m³

Cálculo das dimensões do bloco



Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	circular	**Útil**	55.00	**LB**	60.00
Seção	40.00	**Total**	70.00	**LH**	60.00
Espaçamento entre estacas (e)	0.00	**Cobrimento do bloco na estaca**	15.00	**Cobrimento do bloco (CB)**	10.00

Área de forma	1.68 m²
Volume concreto	0.23 m³

Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (kN)	Nmax (kN)	Carga momento (kN)	Carga total (kN)
5.83	135.78	0.00	141.61

Verificação de tensão em área reduzida

	Interface pilar-fundação
Força solicitante (kN)	190.09
Força resistente (kN)	359.53
Condição	OK

Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (kN)	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
1	1	60x60	70	5.83	141.61	138.43	713	48.75
Limites					1300.00	-65.00	1000	1000.00

Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
E7-1	141.61	138.43	713	48.75

Dimensionamento da armadura de retração

	Tipo de endurecimento	Delta T (°C)	Delta Tcr (°C)	As (cm²)	Armaduras
Estribo horizontal	Lento	9.39	19.34	-	-

Dimensionamento da armadura

Método de cálculo: biela-tirante

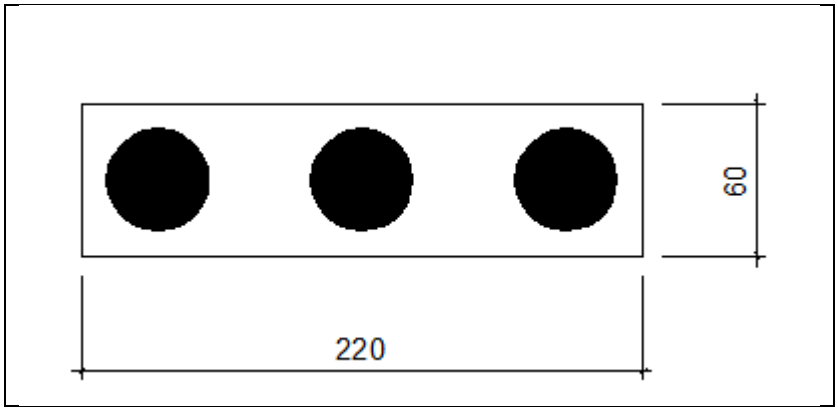
	Tensão (kN)	As (cm²)	Armaduras
Armadura principal na direção X	-	-	-
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	5.79	1.49	5 ø 12.5
Estribo vertical	5.79	0.92	8 ø 12.5 (4 estribos)
Armadura superior na direção X	-	-	-
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	-	-	-

Cálculo do Bloco B9

Pavimento BALDRAME - Lance 1

Dados gerais	Dados do concreto
Tipo do bloco: 3 LIN Cobrimento= 4.50 cm	fck = 300 kgf/cm² Ecs = 268384 kgf/cm² Peso específico = 2500 kgf/m³

Cálculo das dimensões do bloco



Estaca (cm)		Altura do bloco (cm)		Seção do bloco (cm)	
Tipo	circular	**Útil**	80.00	**LB**	220.00
Seção	40.00	**Total**	95.00	**LH**	60.00
Espaçamento entre estacas (e)	80.00	**Cobrimento do bloco na estaca**	15.00	**Cobrimento do bloco (CB)**	10.00

Área de forma	5.32 m²
Volume concreto	1.20 m³

Estimativa da carga solicitante

Peso próprio (kN)	Nmax (kN)	Carga momento (kN)	Carga total (kN)
29.94	138.38	1.05	169.36

Verificação de tensão em área reduzida

	Interface pilar-fundação
Força solicitante (kN)	193.73
Força resistente (kN)	359.51
Condição	OK

Verificação ao esmagamento da biela - Método de Blévot & Frémy

	Junto ao pilar	Junto à estaca
Tensão solicitante (kgf/cm²)	66.53	15.47
Tensão admissível (kgf/cm²)	160.29	135.77
Condição	Ok	Ok

Determinação do número de estacas

Modelo	NE	Dimensões (cm)	Altura (cm)	Peso próprio (kN)	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
1	1	60x60	70	5.83	144.21	139.85	1864	35.86
2	2	140x60	55	10.61	76.80	71.18	1154	17.93
3 TRI	3	149x129	65	19.86	66.83	22.27	0	11.95
3 LIN	3	220x60	95	29.94	57.88	54.26	374	11.95
Limites					1300.00	-65.00	1000	1000.00

Estimativa dos esforços nas estacas

Estaca	Carga máx. (kN)	Carga mín. (kN)	Momento (kgf.m)	Força horiz. (kN)
E9-1	55.08	54.26	374	11.95
E9-2	56.11	54.65	374	11.95
E9-3	57.88	54.30	374	11.95

Dimensionamento da armadura de retração

	Tipo de endurecimento	Delta T (°C)	Delta Tcr (°C)	As (cm²)	Armaduras
Estribo horizontal	Lento	13.83	19.00	-	-

Dimensionamento da armadura

Método de cálculo: biela-tirante

	Tensão (kN)	As (cm²)	Armaduras
Armadura principal na direção X	67.74	2.87	4 ø 12.5
Armadura principal na direção Y	-	-	-
Estribo horizontal	8.47	0.36	5 ø 12.5
Estribo vertical	8.47	0.36	18 ø 12.5 (9 estribos)
Armadura superior na direção X	-	0.57	4 ø 12.5
Armadura superior na direção Y	-	-	-
Armadura distribuição	13.55	1.01	ø 8.0 c/5

Relatório de cálculo dos tubulões

BALDRAME	fck = 250.00 kgf/cm²	E = 241500 kgf/cm²	Peso Espec = 2500.00 kgf/m³
Lance 1		cobr = 4.50 cm	

Dimensionamento da base

Resultados de dimensionamento

Nome	Dados						Resultados			
	Esforços			Solo			Dimensões (cm)		Armadura	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (kN)	Carga Carga total (kN)	Padm	E Solo (kgf/m³) Coesão (kN/m²)	Ângulo atrito (graus)	B H	H0 H1	AsB inf AsB sup	AsH inf AsH sup

Estabilidade

Nome	Esforços			Pressões(kN/m²)		Estabilidade				Dimensionamento	
						Tombamento		Deslizamento	Arranc.	Dir. B	Dir. H
	MB MH (kgf.m)	FB FH (kN)	Carga Carga total (kN)	Padm	Psolo Sig1 Sig2 Sig3 Sig4	Dir. B Msd Mrd Cond. (1.5)	Dir. H Msd Mrd Cond. (1.5)	Fsd Frd Cond. (1.5)	Nt Ns Ns>Nt	Md As (cm²/m) A's (cm²/m)	Md As (cm²/m) A's (cm²/m)

Dimensionamento do fuste

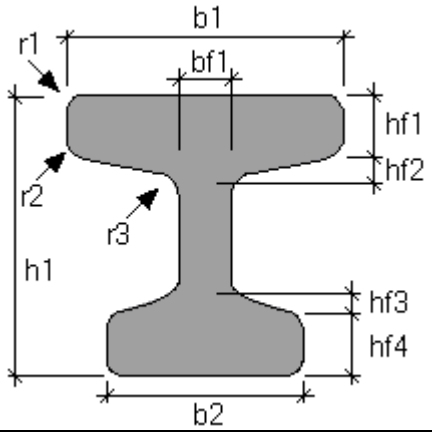
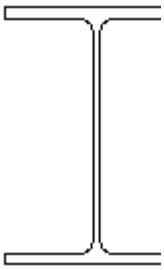
Nome	Seção (cm)	Esforços		Verificação concreto simples				Resultados		
		Nd Vd (kN)	Msd Mtd (kgf.m)	SigCd SigCrd (kN/m²) Cond.	SigTd SigTrd (kN/m²) Cond.	CisWd CisWrd (kN/m²) Cond.	Cota limite (cm)	Msd Mrd (kgf.m) Cond.	As fuste	Estribo Fretagem Cota (cm)

Verificações da viga VM1

MATERIAL

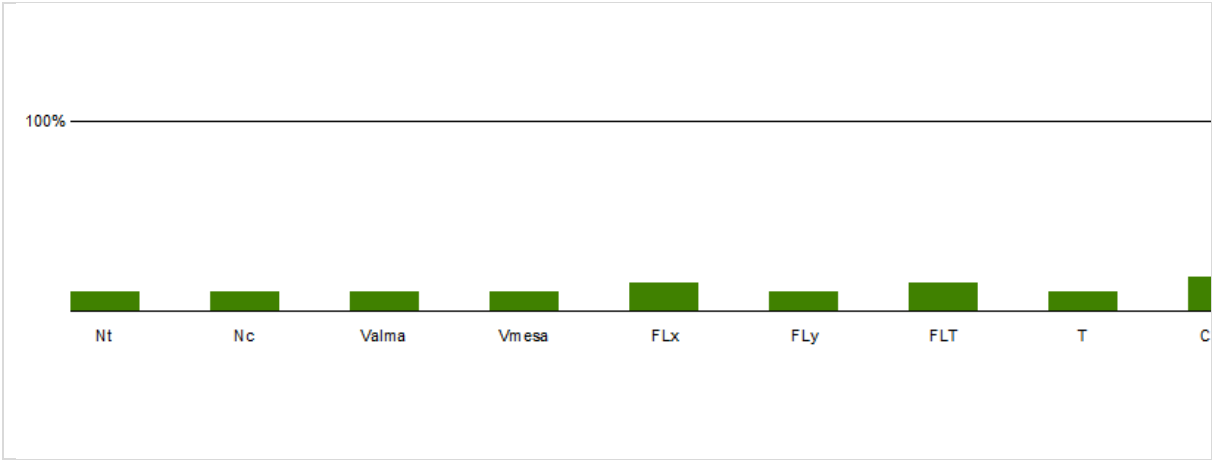
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM1



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	94.48 (lim=200.00)	30.77 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	4.55 (lim=1491.06)
2	94.48 (lim=200.00)	30.77 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	9.05 (lim=1491.06)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm^2)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	338.98 (lim=9869.69)	11251.45 (lim=40345.33)	Perfil Intermediário	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	11251.45 (lim=31208.43)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	339.20 (lim=9869.69)	11601.53 (lim=40345.33)	Perfil Intermediário	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	11601.53 (lim=31208.43)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	4.55	31.37	10964.52	1491.06	2864.80	9869.69	40345.33	0.357
	20.57	4.55	1.49	8923.64					0.288
	41.15	4.55	34.35	6887.00					0.226
	61.72	4.55	67.22	4854.62					0.164
	82.30	4.55	100.08	2826.49					0.102
	102.87	4.55	132.94	802.61					0.041
	123.45	4.55	165.80	1217.03					0.057
	144.02	4.55	198.66	3232.41					0.126
	164.60	4.55	231.52	5243.55					0.193
	185.17	4.55	264.39	7250.43					0.261
	205.75	4.55	297.25	9253.07					0.329
	226.32	4.55	330.11	11251.45					0.396
2	0.00	8.52	339.20	11544.77	1491.06	2864.80	9869.69	40345.33	0.409
	21.00	8.52	305.45	9518.13					0.340
	42.00	8.52	271.70	7487.05					0.271
	62.99	8.52	237.94	5451.56					0.202
	83.99	8.52	204.19	3411.63					0.133
	104.99	8.52	170.44	1367.28					0.064
	125.99	8.52	136.68	681.50					0.039
	146.99	8.52	102.93	2734.70					0.101
	167.99	8.97	65.76	4800.66					0.164
	188.98	8.75	31.85	6880.97					0.228
	209.98	8.75	1.49	8956.71					0.291

	230.98	8.75	28.86	11036.88					0.361

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	99.30 (lim=566.43)	1.64 (lim=1159.35)
2	99.17 (lim=566.43)	1.61 (lim=1159.35)

TORÇÃO

Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	1.56	97.34	0.64 (lim=456.51)
2	1.53	99.00	0.64 (lim=454.56)

Verificações da viga VM2

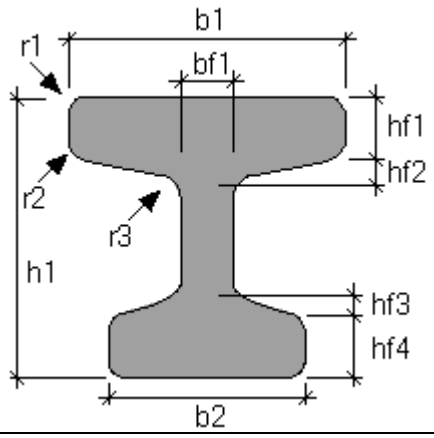
MATERIAL

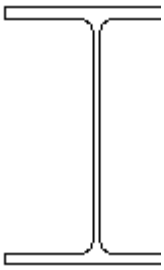
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72

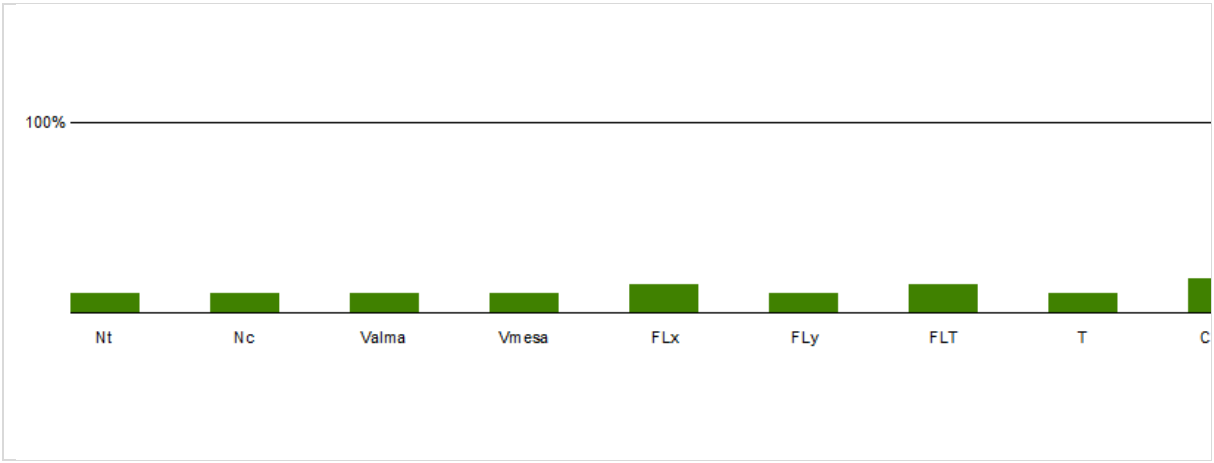
Dimensões	Valor (mm)
b1	204.0
b2	204.0
h1	350.0
bf1	8.6
hf1	15.1
hf2	0.0
hf3	0.0
hf4	15.1
r1	0.0
r2	0.0
r3	16.0





RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM2



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	107.17 (lim=200.00)	34.90 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	15.22 (lim=1236.45)
2	107.17 (lim=200.00)	34.90 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	3.95 (lim=1236.45)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	163.61 (lim=9869.69)	20617.70 (lim=40345.33)	Perfil Intermediário	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	20617.70 (lim=28982.69)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	164.32 (lim=9869.69)	18301.50 (lim=40345.33)	Perfil Intermediário	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	18301.50 (lim=28982.69)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	15.22	13.79	20617.70	1236.45	2864.80	9869.69	40345.33	0.726
	21.38	15.22	1.57	16893.02					0.595
	42.76	15.22	10.64	13172.92					0.466
	64.14	14.97	31.03	9444.80					0.338
	85.51	14.97	47.60	5742.89					0.211
	106.89	14.97	64.18	2045.57					0.084
	128.27	14.97	80.75	1647.16					0.072
	149.65	14.97	97.32	5335.30					0.202
	171.03	14.97	113.90	9018.86					0.332
	192.41	14.97	130.47	12697.82					0.462
	213.79	14.97	147.04	16372.20					0.591
	235.16	14.97	163.61	20042.00					0.721
2	0.00	3.58	164.32	18252.60	1236.45	2864.80	9869.69	40345.33	0.649
	20.25	3.58	151.28	15785.54					0.563
	40.51	3.58	138.25	13314.37					0.476
	60.76	3.58	125.21	10839.08					0.389
	81.02	3.58	112.17	8359.67					0.302
	101.27	3.58	99.14	5876.14					0.215
	121.53	3.58	86.10	3388.49					0.127
	141.78	3.58	73.06	896.73					0.040

	162.04	3.58	60.02	1599.16					0.063
	182.29	3.58	46.99	4099.16					0.148
	202.55	3.58	33.95	6603.28					0.233
	222.80	3.95	15.86	9128.71					0.319
	243.06	3.95	5.95	11647.07					0.405
	263.31	3.95	3.96	14169.56					0.492
	283.57	3.95	13.86	16696.16					0.581

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	174.33 (lim=566.43)	0.78 (lim=1159.35)
2	124.84 (lim=566.43)	0.64 (lim=1159.35)

TORÇÃO

Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.69	173.91	0.94 (lim=365.95)
2	0.58	124.57	0.79 (lim=424.31)

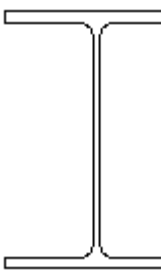
Verificações da viga VM3

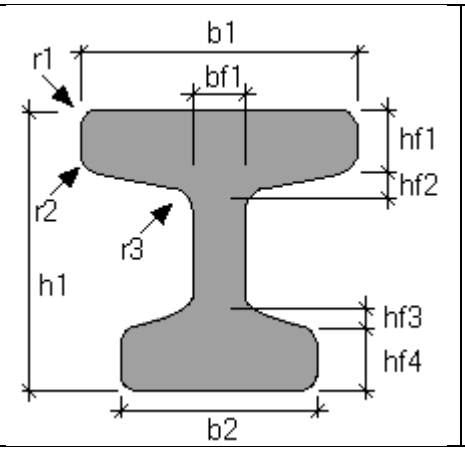
MATERIAL

Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

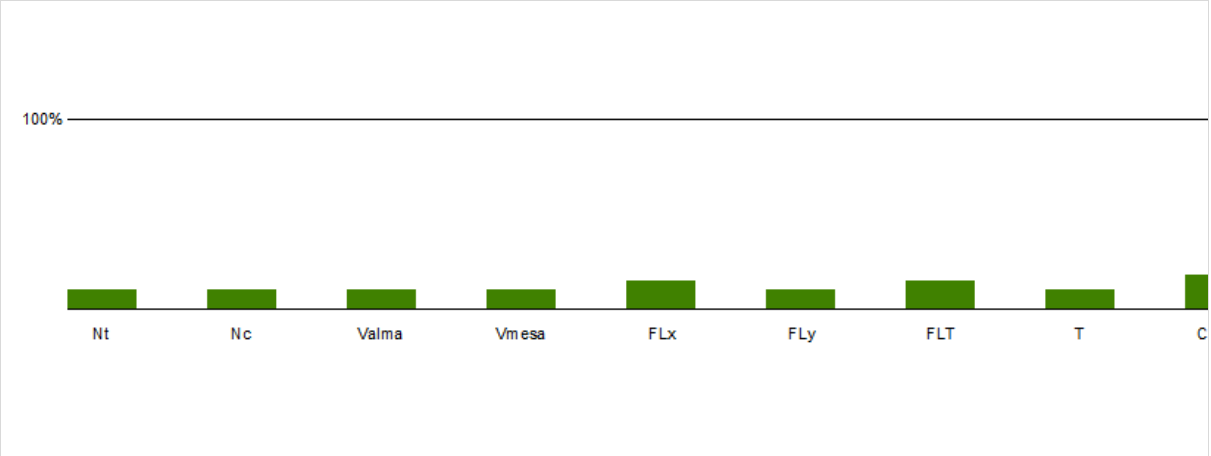
Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		



r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM3



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	95.40 (lim=200.00)	31.07 (lim=200.00)	2.88 (lim=2864.80)	0.36 (lim=1472.24)
2	95.40 (lim=200.00)	31.07 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	10.67 (lim=1472.24)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	514.30 (lim=9869.69)	7801.92 (lim=40345.33)	Perfil Intermediário	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	7801.92 (lim=31048.05)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	514.27 (lim=9869.69)	8627.99 (lim=40345.33)	Perfil Intermediário	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	8627.99 (lim=31048.05)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	-0.06	49.48	7688.87	1472.24	2864.80	9869.69	40345.33	0.253
	20.97	-0.06	1.77	6258.54					0.202
	41.94	-0.06	53.02	4832.63					0.161
	62.92	-0.06	104.28	3411.13					0.120
	83.89	-0.06	155.53	1994.05					0.080
	104.86	-0.06	206.78	581.38					0.040
	125.83	-0.06	258.04	826.88					0.053
	146.80	-0.06	309.29	2230.72					0.103
	167.78	-0.06	360.54	3630.14					0.153
	188.75	-0.06	411.80	5025.15					0.204
	209.72	-0.06	463.05	6415.74					0.254
	230.69	-0.06	514.30	7801.92					0.303
2	0.00	10.53	476.22	8614.62	1472.24	2864.80	9869.69	40345.33	0.331
	21.00	10.53	428.77	7110.97					0.278
	42.01	9.93	395.07	5569.74					0.224
	63.01	9.93	345.90	4064.59					0.170
	84.01	9.93	296.74	2555.00					0.116
	105.02	9.93	247.57	1040.99					0.062
	126.02	7.92	206.82	492.56					0.040
	147.02	9.93	149.24	2000.31					0.083
	168.03	10.53	96.58	3538.57					0.128
	189.03	10.67	47.75	5083.92					0.173
	210.03	10.67	1.63	6629.61					0.218
	231.04	10.67	44.49	8179.72					0.273

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	68.31 (lim=566.43)	2.44 (lim=1159.35)
2	73.91 (lim=566.43)	2.44 (lim=1159.35)

TORÇÃO

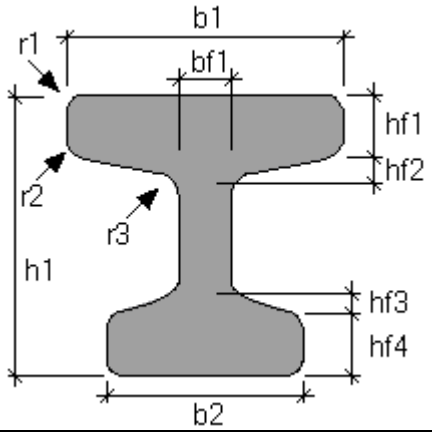
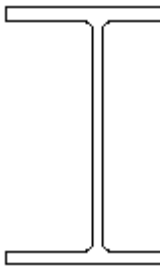
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	2.26	65.82	0.89 (lim=493.81)
2	2.26	73.81	0.90 (lim=484.36)

Verificações do pilar P1 BALDRAME

MATERIAL

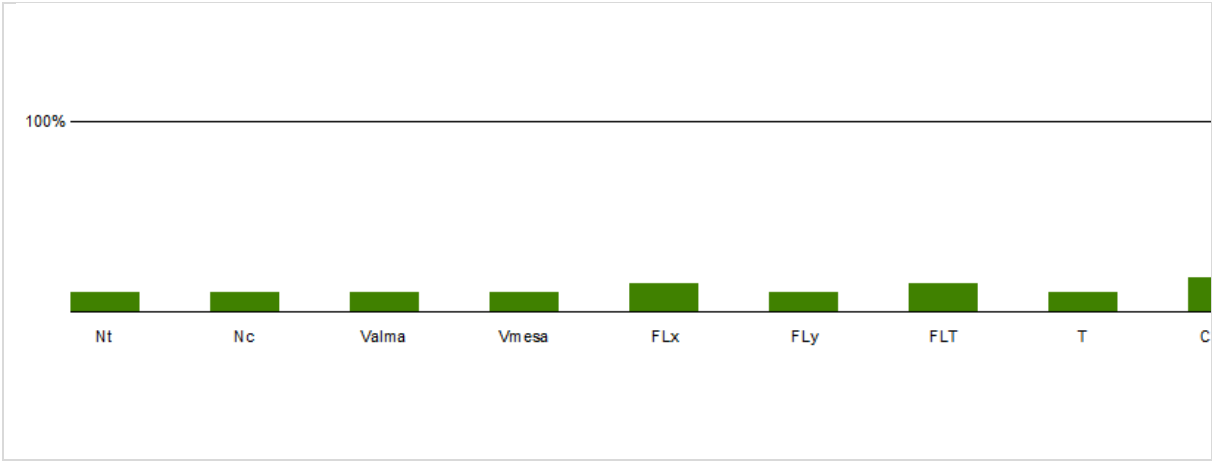
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P1 PAVIMENTO: BALDRAME



ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
0	45.16 (lim=200.00)	0.71 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	253.35 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
0	Compacta	34.09 (lim=243.48)	232.44 (lim=11089.87)	6873.51 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6873.51 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
0	10.62	253.23	200.25	6595.77	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.217
	0.00	253.35	232.44	5840.14					0.202

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
0	71.15 (lim=626.19)	3.03 (lim=1296.20)

TORÇÃO

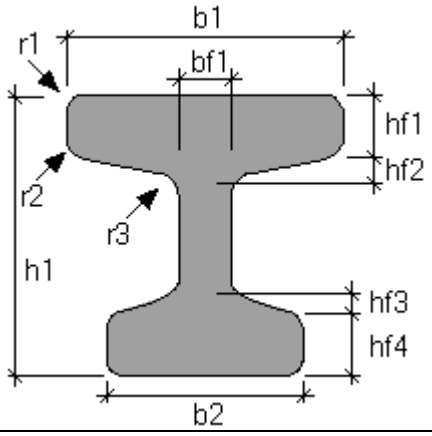
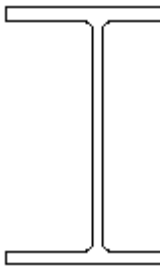
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
0	1.26	66.38	41.86 (lim=634.90)

Verificações do pilar P3 BALDRAME

MATERIAL

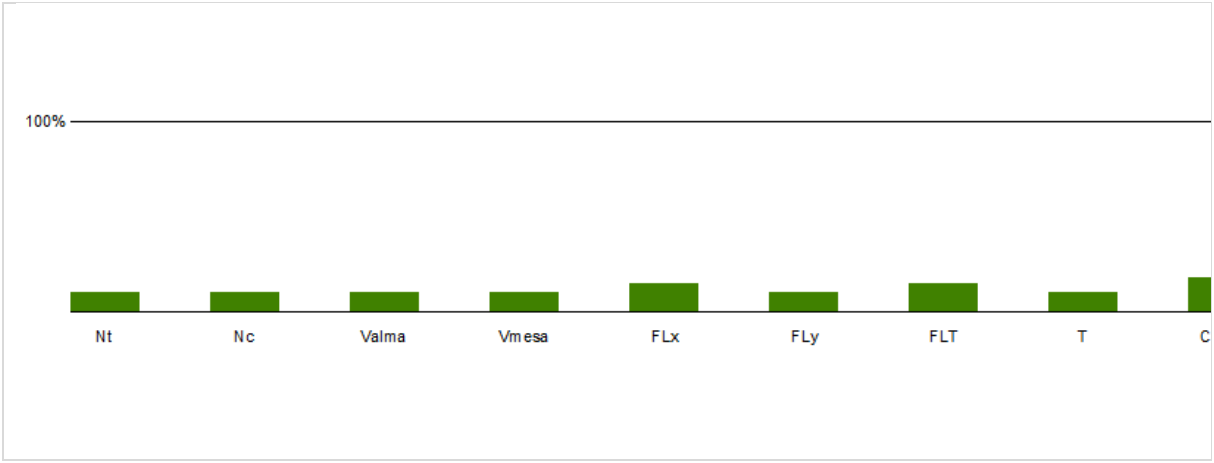
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P3 PAVIMENTO: BALDRAME



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
0	45.16 (lim=200.00)	0.71 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	240.32 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
0	Compacta	34.09 (lim=243.48)	191.98 (lim=11089.87)	6041.67 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6041.67 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
0	10.62	237.01	162.15	6041.67	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.197
	0.00	237.13	191.98	5232.76					0.181

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
0	81.92 (lim=626.19)	2.81 (lim=1296.20)

TORÇÃO

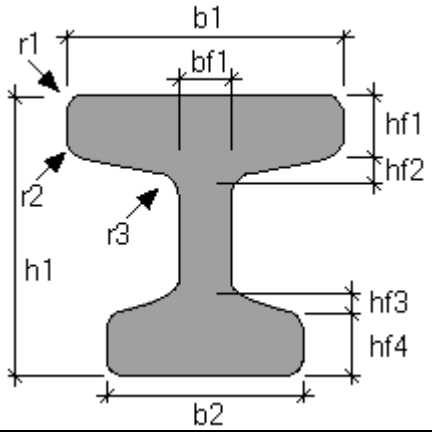
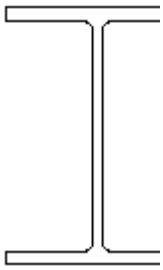
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
0	1.26	80.40	41.58 (lim=616.37)

Verificações do pilar P4 BALDRAME

MATERIAL

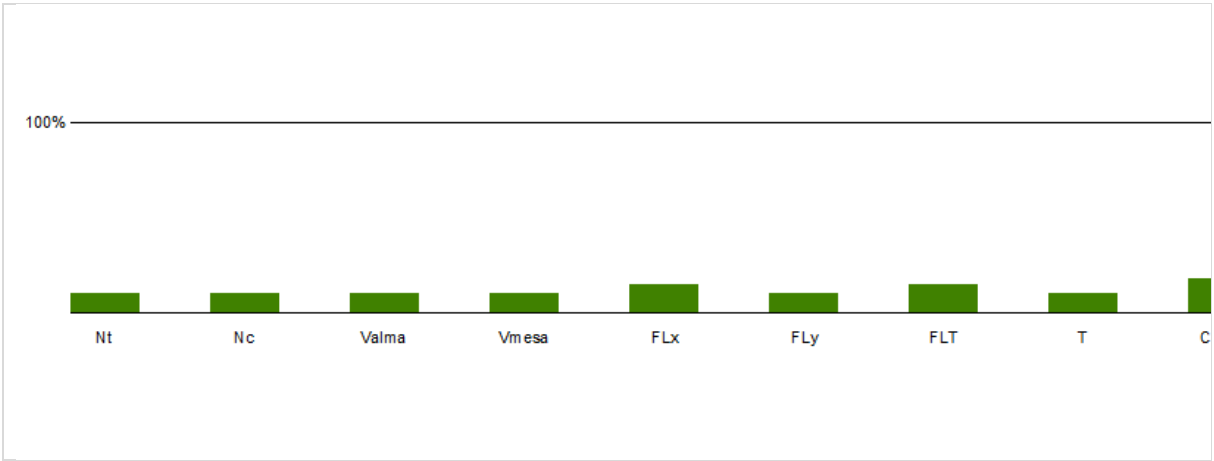
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P4 PAVIMENTO: BALDRAME



ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
0	45.16 (lim=200.00)	0.71 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	265.28 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
0	Compacta	34.09 (lim=243.48)	168.79 (lim=11089.87)	9299.11 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	9299.11 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
0	10.62	264.23	162.60	9201.32	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.276
	0.00	264.35	168.79	8069.65					0.250

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
0	108.21 (lim=626.19)	1.52 (lim=1296.20)

TORÇÃO

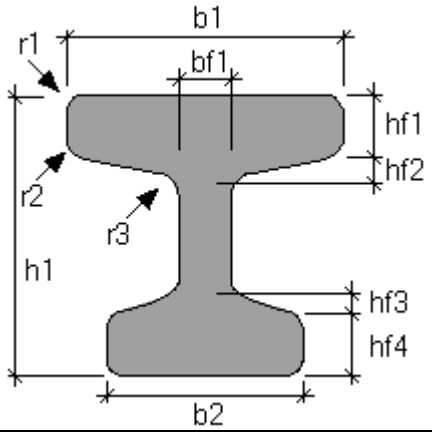
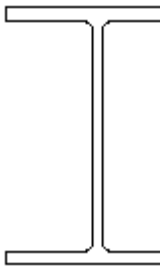
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
0	0.07	106.42	21.71 (lim=581.96)

Verificações do pilar P6 BALDRAME

MATERIAL

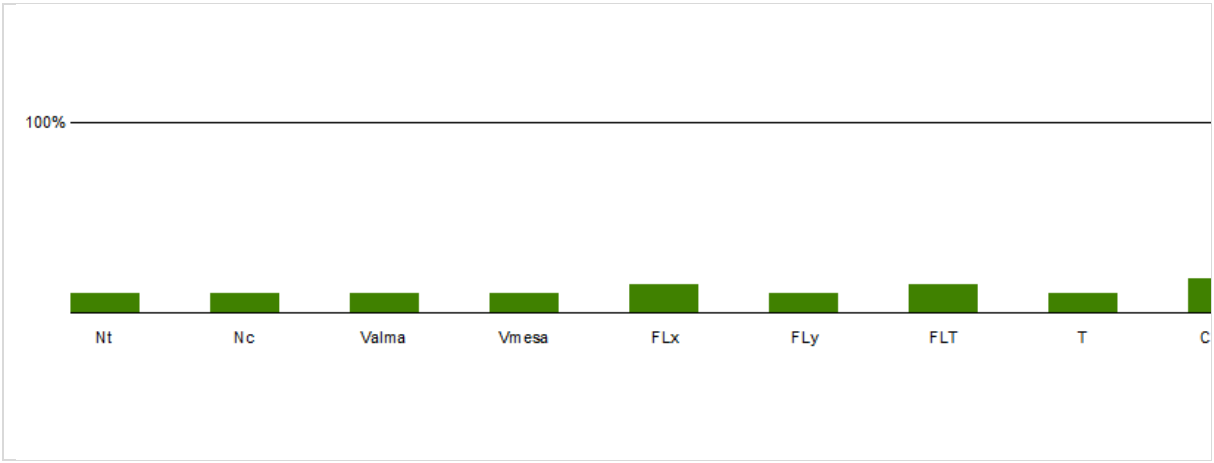
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P6 PAVIMENTO: BALDRAME



ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
0	45.16 (lim=200.00)	0.71 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	423.07 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
0	Compacta	34.09 (lim=243.48)	204.59 (lim=11089.87)	12591.65 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	12591.65 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
0	10.62	421.84	196.43	12511.93	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.389
	0.00	421.96	204.59	11060.92					0.356

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
0	138.91 (lim=626.19)	1.77 (lim=1296.20)

TORÇÃO

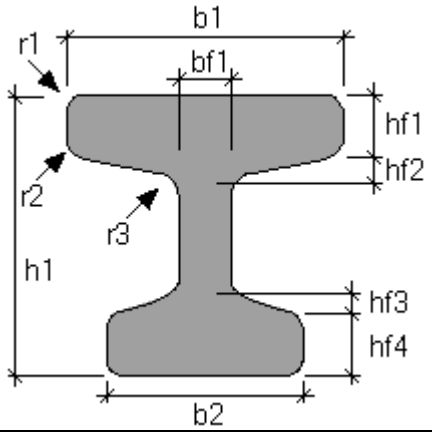
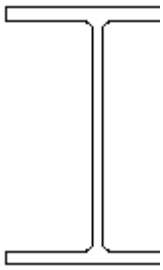
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
0	0.23	136.75	23.17 (lim=541.87)

Verificações do pilar P7 BALDRAME

MATERIAL

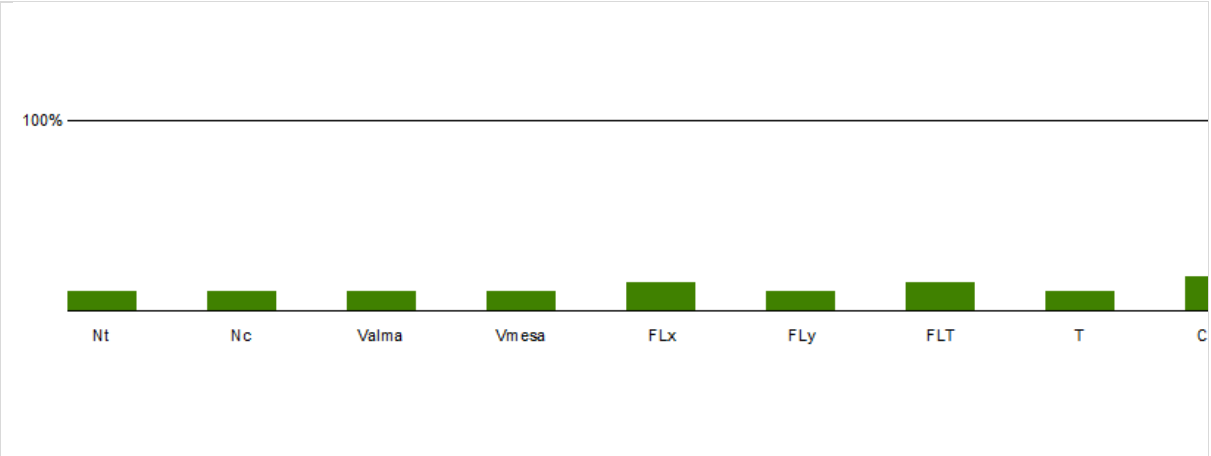
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P7 PAVIMENTO: BALDRAME



ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
0	45.16 (lim=200.00)	0.71 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	190.09 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
0	Compacta	34.09 (lim=243.48)	172.90 (lim=11089.87)	4268.11 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4268.11 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
0	10.62	189.98	172.90	3797.88	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.138
	0.00	185.65	97.43	3629.73					0.126

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
0	68.22 (lim=626.19)	3.84 (lim=1296.20)

TORÇÃO

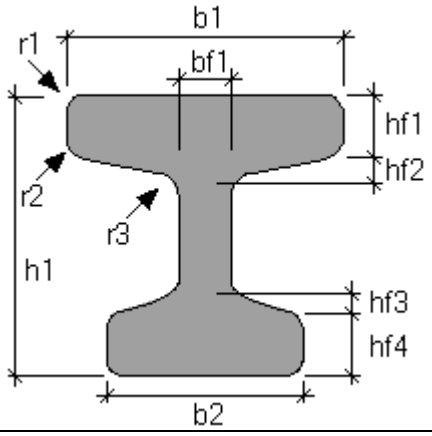
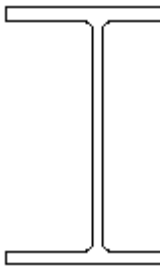
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
0	3.84	60.11	63.78 (lim=643.19)

Verificações do pilar P9 BALDRAME

MATERIAL

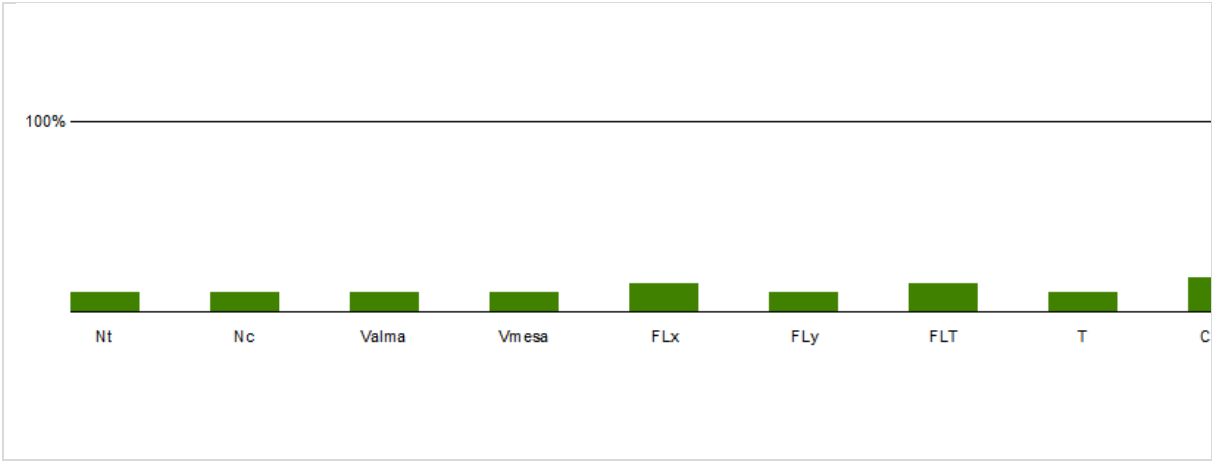
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P9 PAVIMENTO: BALDRAME



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
0	45.16 (lim=200.00)	0.71 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	193.73 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
0	Compacta	34.09 (lim=243.48)	173.69 (lim=11089.87)	4889.36 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4889.36 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
0	10.62	187.51	173.69	4889.36	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.162
	0.00	187.63	161.17	4448.83					0.151

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
0	50.08 (lim=626.19)	3.45 (lim=1296.20)

TORÇÃO

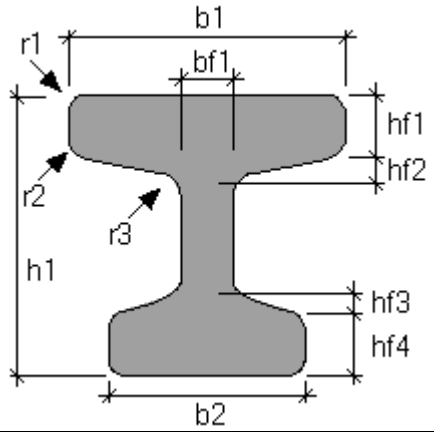
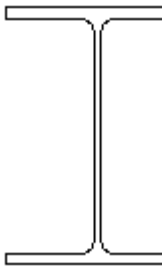
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
0	3.45	50.08	63.79 (lim=656.45)

Verificações da viga VM1

MATERIAL

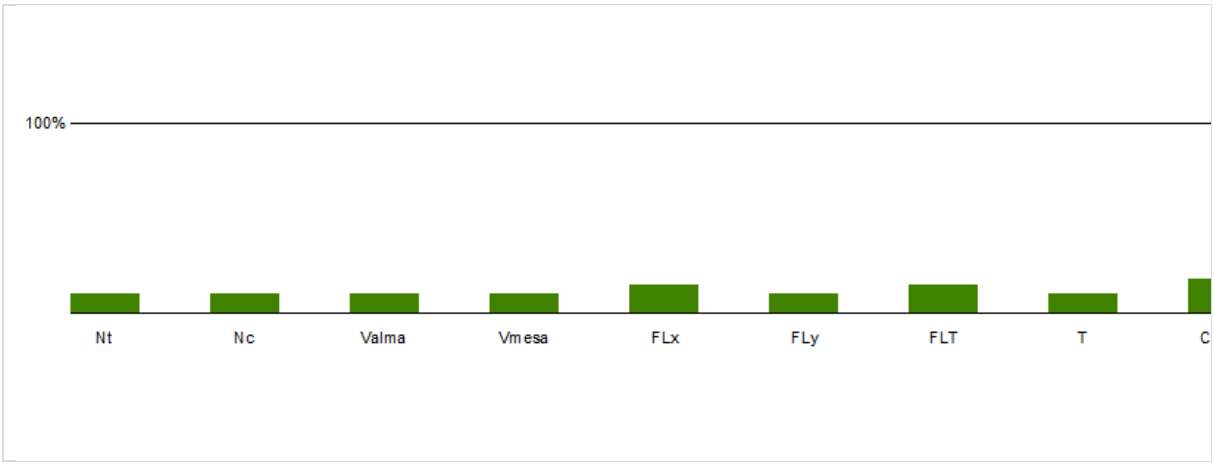
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM1



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	9.27 (lim=200.00)	15.23 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	66.60 (lim=2816.61)
2	42.38 (lim=300.00)	15.23 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	15.23 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	15.54 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
5	42.38 (lim=300.00)	15.54 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
6	9.37 (lim=200.00)	15.54 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	72.82 (lim=2814.62)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	33.84 (lim=9869.69)	7811.47 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	7811.47 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	2864.24 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2864.24 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	6310.44 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6310.44 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	6599.58 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6599.58 (lim=40345.33)
5	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	2841.33 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2841.33 (lim=40345.33)
6	Compacta	37.19 (lim=243.48)	38.01 (lim=9869.69)	8261.29 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	8261.29 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	66.60	2.22	7811.47	2816.61	2864.80	9869.69	40345.33	0.206
	44.85	65.21	28.02	1005.08					0.039
2	0.00	0.00	0.00	1021.14	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.025
	16.98	0.00	0.00	225.71					0.006
	33.96	0.00	0.00	447.44					0.011
	50.94	0.00	0.00	1637.70					0.041
	67.92	0.00	0.00	2864.24					0.071
3	0.00	0.00	0.00	2865.41	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.071
	22.71	0.00	0.00	3642.47					0.090
	45.42	0.00	0.00	4606.40					0.114
	68.13	0.00	0.00	5759.58					0.143
	90.84	0.00	0.00	6310.44					0.156
	113.55	0.00	0.00	5649.18					0.140
4	0.00	0.00	0.00	6105.35	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.151
	22.72	0.00	0.00	6599.58					0.164
	45.44	0.00	0.00	5926.87					0.147
	68.16	0.00	0.00	4722.56					0.117
	90.88	0.00	0.00	3659.47					0.091
	113.60	0.00	0.00	2842.89					0.070
5	0.00	0.00	0.00	2841.33	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.070
	18.01	0.00	0.00	1355.44					0.034
	36.02	0.00	0.00	281.77					0.007
	54.03	0.00	0.00	1069.87					0.027
	72.04	0.00	0.00	1979.62					0.049
6	0.00	72.82	38.01	1982.81	2814.62	2864.80	9869.69	40345.33	0.066
	45.34	72.82	6.81	8261.29					0.219

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	151.60 (lim=566.43)	0.62 (lim=1159.35)
2	85.06 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	109.38 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	99.10 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
5	84.00 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
6	138.70 (lim=566.43)	0.69 (lim=1159.35)

TORÇÃO

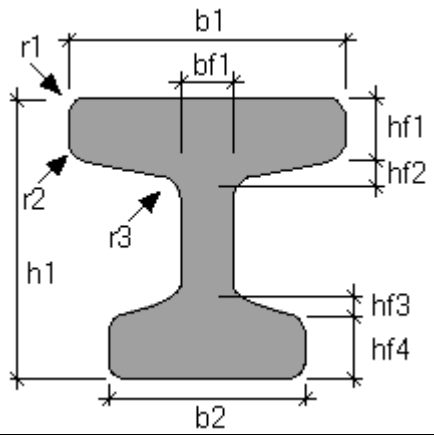
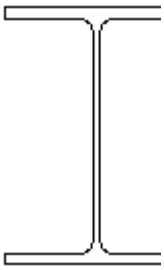
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.01	151.60	16.17 (lim=392.34)
2	0.00	88.14	0.07 (lim=467.40)
3	0.00	109.31	0.27 (lim=442.36)
4	0.00	97.19	0.09 (lim=456.70)
5	0.00	101.88	2.17 (lim=451.15)
6	0.15	136.72	12.32 (lim=409.94)

Verificações da viga VM2

MATERIAL

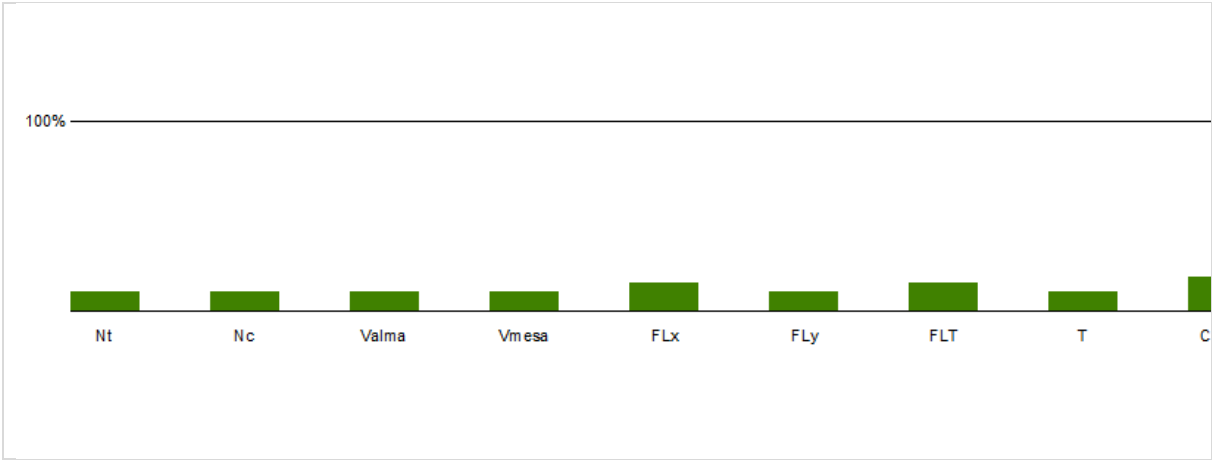
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM2



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	12.82 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	12.82 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	8.20 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	4.89 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3696.02 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3696.02 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	7611.63 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	7611.63 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	8101.26 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	8101.26 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3301.59 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3301.59 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	0.81	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.000
	17.14	0.00	0.00	683.55					0.017
	34.28	0.00	0.00	1405.79					0.035
	51.43	0.00	0.00	2407.13					0.060
	68.57	0.00	0.00	3696.02					0.092
2	0.00	0.00	0.00	3696.42	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.092
	20.34	0.00	0.00	4353.92					0.108
	40.67	0.00	0.00	5428.34					0.135
	61.01	0.00	0.00	6350.29					0.157
	81.35	0.00	0.00	7124.17					0.177
	101.69	0.00	0.00	7611.63					0.189

	122.02	0.00	0.00	6021.83					0.149
3	0.00	0.00	0.00	6020.43	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.149
	20.31	0.00	0.00	8101.26					0.201
	40.61	0.00	0.00	7482.04					0.185
	60.92	0.00	0.00	6726.56					0.167
	81.22	0.00	0.00	5848.49					0.145
	101.53	0.00	0.00	4743.46					0.118
	121.83	0.00	0.00	3301.78					0.082
4	0.00	0.00	0.00	3301.59	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.082
	18.18	0.00	0.00	2922.77					0.072
	36.36	0.00	0.00	2250.08					0.056
	54.54	0.00	0.00	1402.49					0.035
	72.73	0.00	0.00	2.36					0.000

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	78.21 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	112.40 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	148.33 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	95.27 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

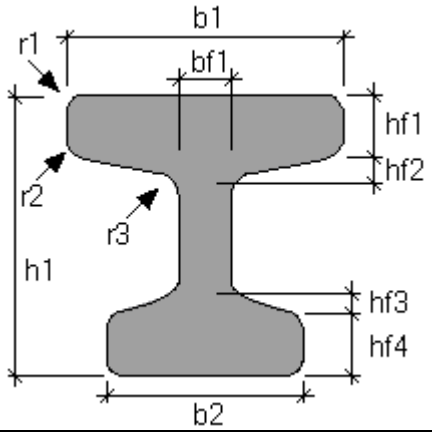
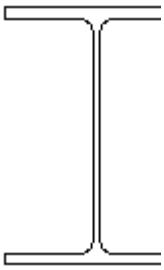
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	78.12	3.32 (lim=479.25)
2	0.00	112.40	0.88 (lim=438.71)
3	0.00	148.32	2.14 (lim=396.21)
4	0.00	95.17	2.31 (lim=459.08)

Verificações da viga VM3

MATERIAL

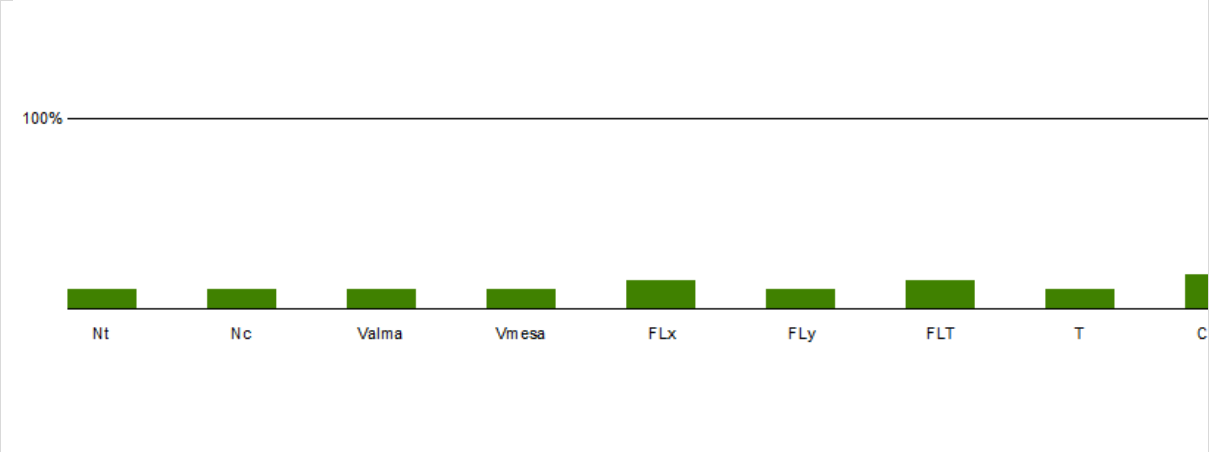
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM3



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	9.87 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	9.87 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	15.45 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	15.45 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	1530.12 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	1530.12 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	1534.32 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	1534.32 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3155.00 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3155.00 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3152.40 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3152.40 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	9.00	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.000
	17.06	0.00	0.00	655.62					0.016
	34.11	0.00	0.00	1121.40					0.028
	51.17	0.00	0.00	1303.34					0.032
	68.23	0.00	0.00	1530.12					0.038
2	0.00	0.00	0.00	1534.32	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.038
	19.62	0.00	0.00	1079.30					0.027
	39.24	0.00	0.00	573.37					0.014
	58.86	0.00	0.00	104.28					0.003

	78.48	0.00	0.00	904.12					0.022
3	0.00	0.00	0.00	905.61	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.022
	23.97	0.00	0.00	144.99					0.004
	47.94	0.00	0.00	842.97					0.021
	71.91	0.00	0.00	1377.66					0.034
	95.88	0.00	0.00	2014.56					0.050
	119.85	0.00	0.00	3155.00					0.078
4	0.00	0.00	0.00	3152.40	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.078
	21.94	0.00	0.00	2144.88					0.053
	43.89	0.00	0.00	1389.65					0.034
	65.83	0.00	0.00	1062.41					0.026
	87.78	0.00	0.00	867.36					0.021
	109.72	0.00	0.00	10.16					0.000

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	38.83 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	43.55 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	55.39 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	54.41 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	38.78	5.31 (lim=525.79)
2	0.00	43.52	2.85 (lim=520.18)
3	0.00	55.36	1.18 (lim=506.18)
4	0.00	54.25	3.19 (lim=507.49)

Verificações da viga VM4

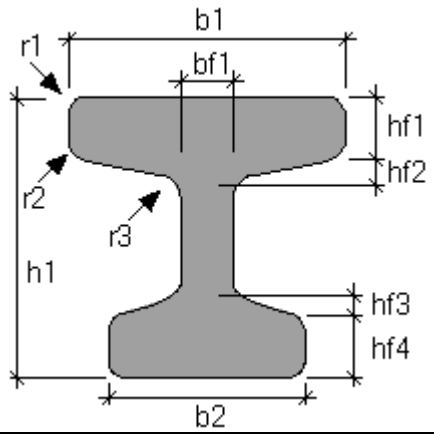
MATERIAL

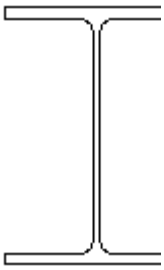
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72

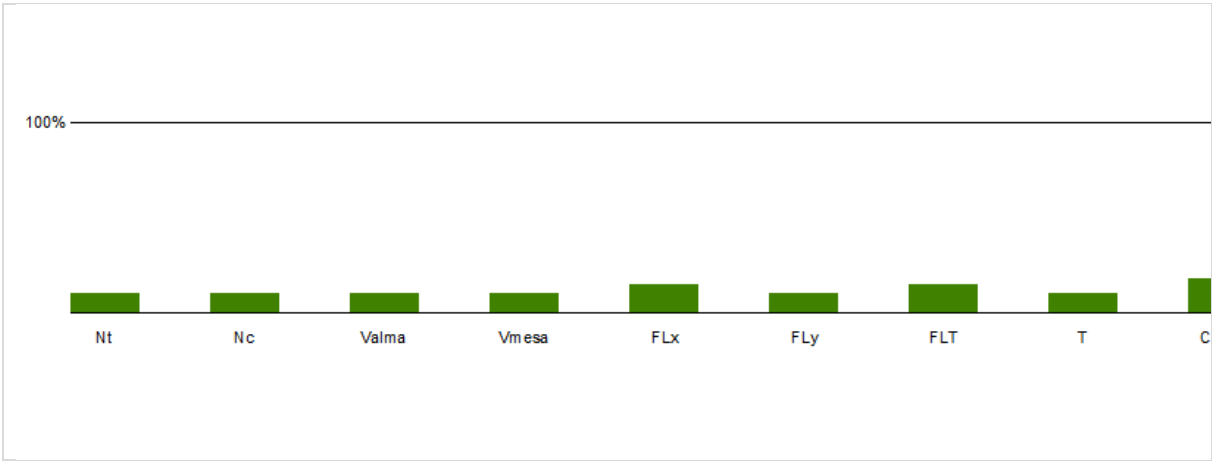
Dimensões	Valor (mm)
b1	204.0
b2	204.0
h1	350.0
bf1	8.6
hf1	15.1
hf2	0.0
hf3	0.0
hf4	15.1
r1	0.0
r2	0.0
r3	16.0





RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM4



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	27.92 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	27.92 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	27.92 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	27.92 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	2679.67 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2679.67 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3876.30 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3876.30 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3893.49 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3893.49 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3130.45 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3130.45 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	2.36	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.000
	19.43	0.00	0.00	558.98					0.014
	38.85	0.00	0.00	980.78					0.024
	58.28	0.00	0.00	1750.69					0.043
	77.70	0.00	0.00	2679.67					0.066
2	0.00	0.00	0.00	2677.68	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.066
	21.93	0.00	0.00	2695.40					0.067
	43.87	0.00	0.00	2839.63					0.070
	65.80	0.00	0.00	3429.55					0.085
	87.74	0.00	0.00	3876.30					0.096
3	0.00	0.00	0.00	3893.49	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.097
	21.63	0.00	0.00	3855.47					0.096
	43.26	0.00	0.00	3409.49					0.085
	64.88	0.00	0.00	2889.03					0.072
	86.51	0.00	0.00	2409.65					0.060
	108.14	0.00	0.00	1955.27					0.048
	129.77	0.00	0.00	3129.99					0.078
4	0.00	0.00	0.00	3130.45	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.078
	23.94	0.00	0.00	2054.97					0.051
	47.88	0.00	0.00	1534.27					0.038
	71.81	0.00	0.00	1136.63					0.028
	95.75	0.00	0.00	700.53					0.017
	119.69	0.00	0.00	2.18					0.000

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	47.81 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	19.32 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	68.75 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	34.02 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

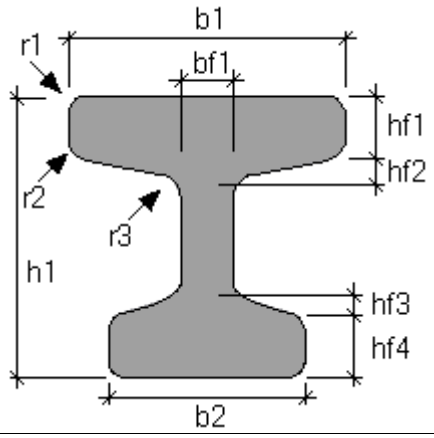
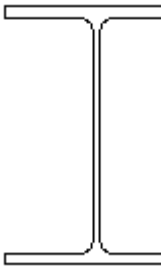
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	47.55	2.82 (lim=515.41)
2	0.00	27.61	2.75 (lim=538.99)
3	0.00	68.48	1.70 (lim=490.65)
4	0.00	54.26	1.56 (lim=507.48)

Verificações da viga VM5

MATERIAL

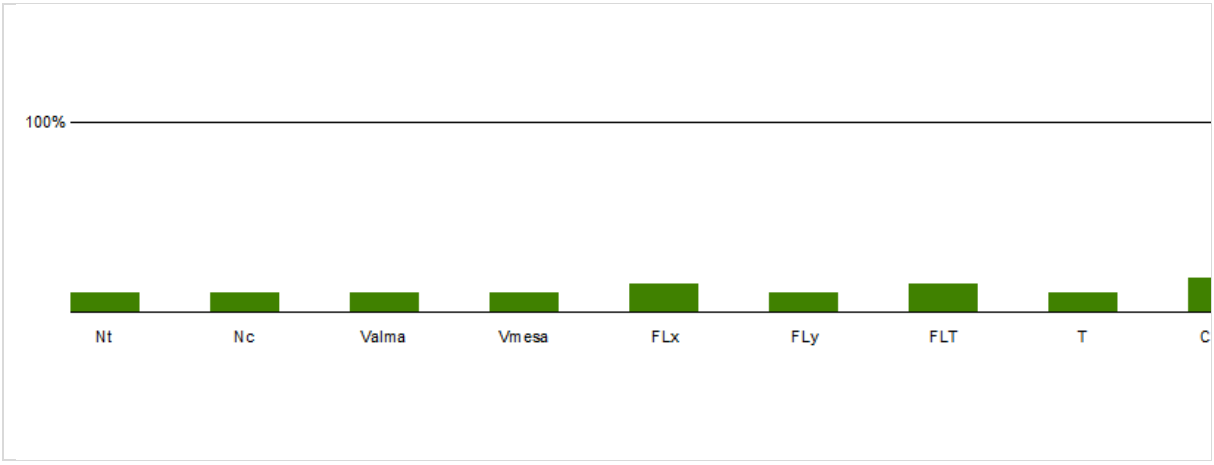
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM5



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	9.63 (lim=200.00)	15.82 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	122.24 (lim=2812.80)
2	42.38 (lim=300.00)	15.82 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	15.82 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	7.95 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
5	42.38 (lim=300.00)	11.13 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
6	18.74 (lim=200.00)	11.13 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	102.80 (lim=2792.12)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	39.01 (lim=9869.69)	14610.97 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	14610.97 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	5095.11 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	5095.11 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	15339.94 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	15339.94 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	9778.96 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	9778.96 (lim=40345.33)
5	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3066.47 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3066.47 (lim=40345.33)
6	Compacta	37.19 (lim=243.48)	47.21 (lim=9869.69)	12316.82 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	12316.82 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	121.86	0.84	14610.97	2812.80	2864.80	9869.69	40345.33	0.385
	46.63	121.74	39.01	3081.50					0.102
2	0.00	0.00	0.00	3618.16	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.090
	17.62	0.00	0.00	1581.22					0.039
	35.23	0.00	0.00	74.95					0.002
	52.85	0.00	0.00	2272.47					0.056
	70.46	0.00	0.00	5095.11					0.126
3	0.00	0.00	0.00	2168.18	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.054
	23.61	0.00	0.00	4447.95					0.110
	47.23	0.00	0.00	8372.51					0.208
	70.84	0.00	0.00	11596.68					0.287
	94.46	0.00	0.00	15339.94					0.380
	118.07	0.00	0.00	15315.70					0.380
4	0.00	0.00	0.00	9657.40	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.239
	23.62	0.00	0.00	9778.96					0.242
	47.25	0.00	0.00	9070.14					0.225
	70.87	0.00	0.00	7462.92					0.185
	94.50	0.00	0.00	5998.38					0.149
	118.12	0.00	0.00	5056.20					0.125
5	0.00	0.00	0.00	3066.47	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.076
	18.68	0.00	0.00	2551.92					0.063
	37.37	0.00	0.00	1728.44					0.043
	56.05	0.00	0.00	784.93					0.019
	74.74	0.00	0.00	321.77					0.008
6	0.00	102.80	47.21	200.34	2792.12	2864.80	9869.69	40345.33	0.028
	22.68	102.80	36.08	2896.50					0.094
	45.36	102.75	12.00	6068.46					0.170
	68.04	102.75	6.47	9190.06					0.247
	90.71	102.75	0.93	12316.82					0.324

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	246.28 (lim=566.43)	0.74 (lim=1159.35)
2	158.85 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	380.10 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	35.57 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
5	50.22 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
6	137.99 (lim=566.43)	0.49 (lim=1159.35)

TORÇÃO

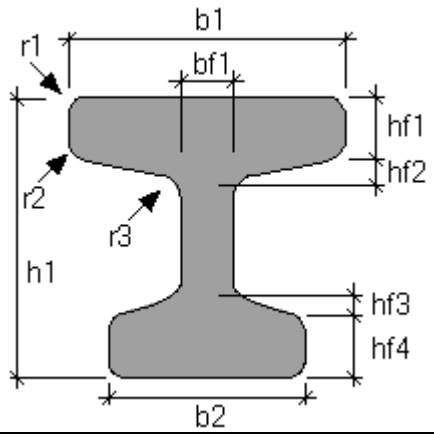
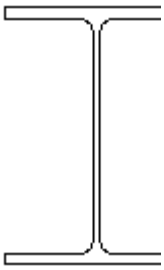
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.63	245.65	4.82 (lim=281.09)
2	0.00	165.96	0.91 (lim=375.35)
3	0.00	379.34	0.74 (lim=122.95)
4	0.00	95.98	0.34 (lim=458.12)
5	0.00	51.68	1.05 (lim=510.52)
6	0.49	137.35	2.57 (lim=409.19)

Verificações da viga VM6

MATERIAL

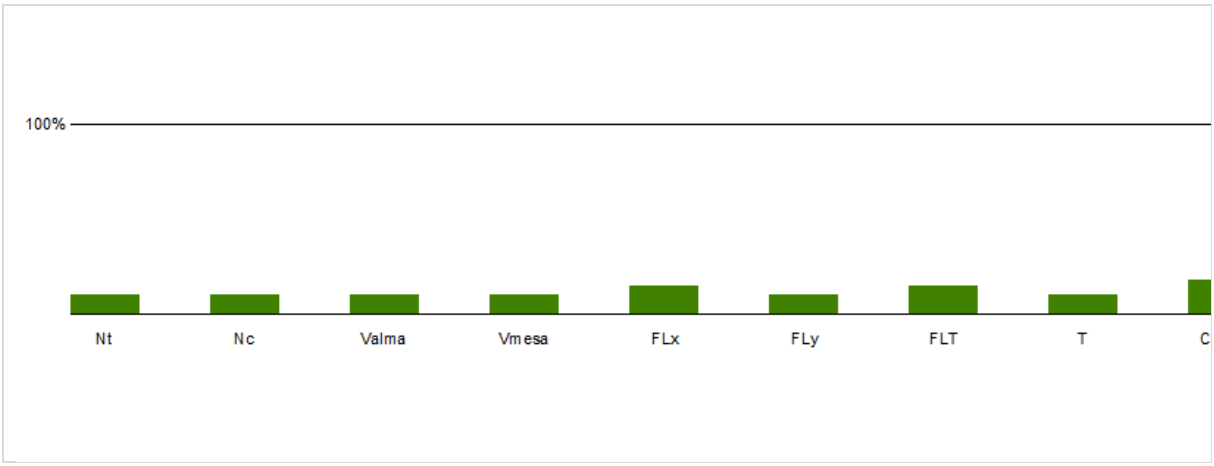
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM6



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	32.27 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	32.27 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	32.27 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	32.27 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	2808.06 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2808.06 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	11300.08 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	11300.08 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	11871.66 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	11871.66 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3420.76 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3420.76 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	588.29	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.015
	23.30	0.00	0.00	938.39					0.023
	46.61	0.00	0.00	975.79					0.024
	69.91	0.00	0.00	1519.90					0.038
	93.22	0.00	0.00	2808.06					0.070
2	0.00	0.00	0.00	2803.32	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.069
	20.74	0.00	0.00	3439.36					0.085
	41.47	0.00	0.00	4877.32					0.121
	62.21	0.00	0.00	6069.78					0.150

	82.94	0.00	0.00	7625.66					0.189
	103.68	0.00	0.00	11300.08					0.280
3	0.00	0.00	0.00	11871.66	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.294
	20.91	0.00	0.00	8968.08					0.222
	41.81	0.00	0.00	7254.23					0.180
	62.72	0.00	0.00	5924.93					0.147
	83.62	0.00	0.00	4724.54					0.117
	104.53	0.00	0.00	3384.13					0.084
	125.43	0.00	0.00	2297.06					0.057
	146.34	0.00	0.00	3417.95					0.085
4	0.00	0.00	0.00	3420.76	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.085
	22.73	0.00	0.00	714.56					0.018
	45.47	0.00	0.00	333.33					0.008
	68.20	0.00	0.00	130.03					0.003
	90.93	0.00	0.00	552.10					0.014
	113.67	0.00	0.00	968.26					0.024
	136.40	0.00	0.00	770.50					0.019

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	45.58 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	165.54 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	139.05 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	183.22 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	45.49	0.70 (lim=517.85)
2	0.00	163.53	0.05 (lim=378.22)
3	0.00	138.39	0.87 (lim=407.96)
4	0.00	183.11	0.24 (lim=355.06)

Verificações da viga VM7

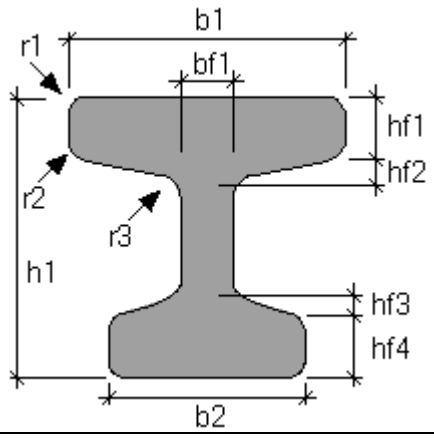
MATERIAL

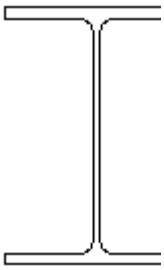
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72

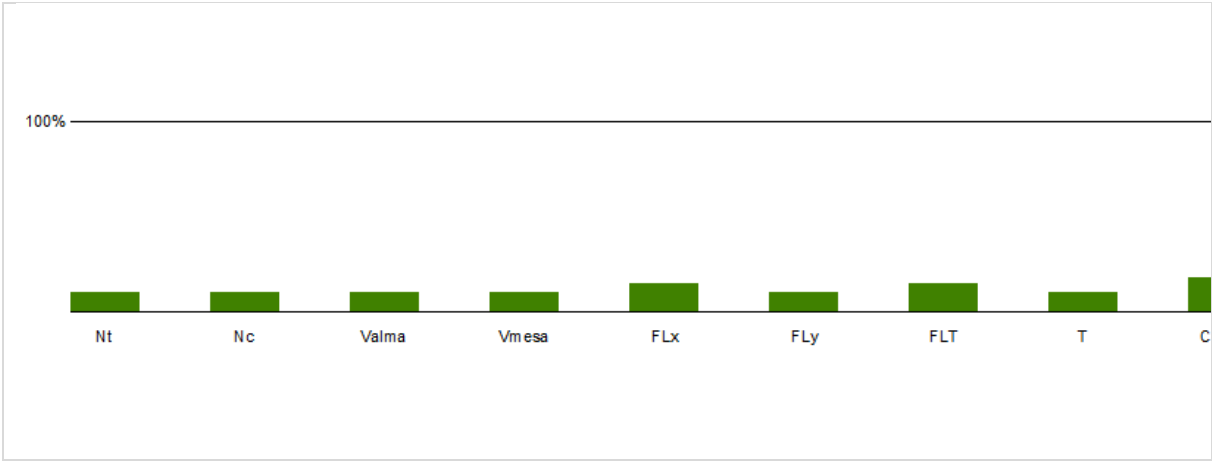
Dimensões	Valor (mm)
b1	204.0
b2	204.0
h1	350.0
bf1	8.6
hf1	15.1
hf2	0.0
hf3	0.0
hf4	15.1
r1	0.0
r2	0.0
r3	16.0





RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM7



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	15.36 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	15.36 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	10.97 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	10.30 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3337.51 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3337.51 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	5659.37 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	5659.37 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	6589.57 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6589.57 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3111.94 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3111.94 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	0.64	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.000
	21.82	0.00	0.00	598.06					0.015
	43.63	0.00	0.00	1401.26					0.035
	65.45	0.00	0.00	2316.29					0.057
	87.26	0.00	0.00	3146.49					0.078
	109.08	0.00	0.00	3337.51					0.083
2	0.00	0.00	0.00	3336.05	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.083
	23.84	0.00	0.00	3804.26					0.094
	47.68	0.00	0.00	4680.61					0.116

	71.53	0.00	0.00	5228.02					0.130
	95.37	0.00	0.00	5590.68					0.139
	119.21	0.00	0.00	5659.37					0.140
3	0.00	0.00	0.00	5683.53	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.141
	20.38	0.00	0.00	6589.57					0.163
	40.76	0.00	0.00	6344.69					0.157
	61.14	0.00	0.00	5774.26					0.143
	81.51	0.00	0.00	5307.38					0.132
	101.89	0.00	0.00	4815.21					0.119
	122.27	0.00	0.00	4287.77					0.106
	142.65	0.00	0.00	3989.38					0.099
	163.03	0.00	0.00	3109.61					0.077
4	0.00	0.00	0.00	3111.94	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.077
	21.88	0.00	0.00	1998.47					0.050
	43.75	0.00	0.00	1720.31					0.043
	65.63	0.00	0.00	1375.70					0.034
	87.50	0.00	0.00	1097.88					0.027
	109.38	0.00	0.00	803.72					0.020
	131.25	0.00	0.00	541.85					0.013
	153.13	0.00	0.00	0.20					0.000

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	27.14 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	13.66 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	106.10 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	53.51 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	48.61	3.69 (lim=514.16)
2	0.00	48.35	2.95 (lim=514.47)
3	0.00	106.08	1.86 (lim=446.18)
4	0.00	53.51	1.17 (lim=508.36)

Verificações da viga VM8

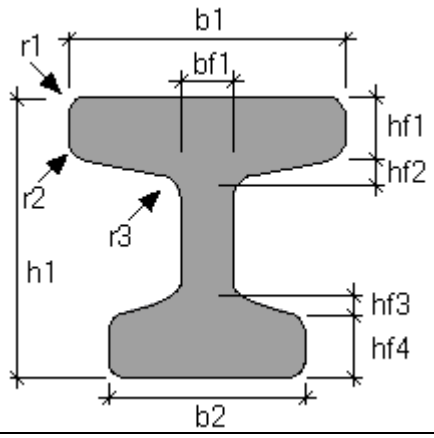
MATERIAL

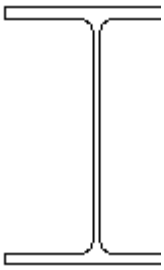
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72

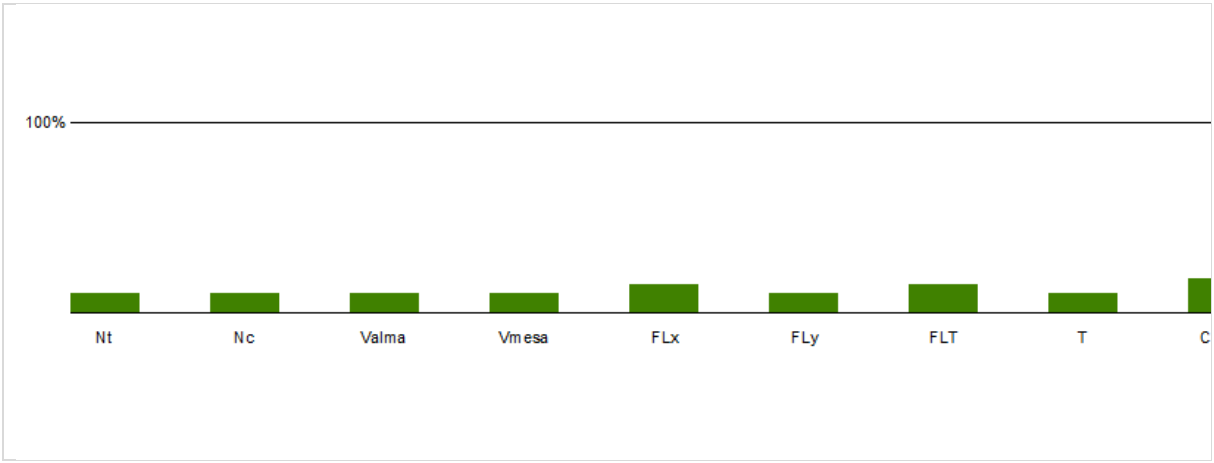
Dimensões	Valor (mm)
b1	204.0
b2	204.0
h1	350.0
bf1	8.6
hf1	15.1
hf2	0.0
hf3	0.0
hf4	15.1
r1	0.0
r2	0.0
r3	16.0





RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM8



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	16.55 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	16.55 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	22.53 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	22.53 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	4025.57 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4025.57 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	4029.42 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4029.42 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	4867.74 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4867.74 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	4864.36 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4864.36 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	8.61	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.000
	23.58	0.00	0.00	1492.59					0.037
	47.17	0.00	0.00	1873.05					0.046
	70.75	0.00	0.00	2478.37					0.061
	94.34	0.00	0.00	3318.45					0.082

	117.92	0.00	0.00	4025.57					0.100
2	0.00	0.00	0.00	4029.42	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.100
	21.34	0.00	0.00	3694.15					0.092
	42.68	0.00	0.00	3175.16					0.079
	64.02	0.00	0.00	2787.18					0.069
	85.36	0.00	0.00	2397.78					0.059
	106.70	0.00	0.00	1673.84					0.041
	128.04	0.00	0.00	936.58					0.023
3	0.00	0.00	0.00	938.63	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.023
	21.55	0.00	0.00	2061.04					0.051
	43.09	0.00	0.00	2432.91					0.060
	64.64	0.00	0.00	2757.19					0.068
	86.19	0.00	0.00	3188.01					0.079
	107.74	0.00	0.00	3635.93					0.090
	129.28	0.00	0.00	4068.76					0.101
	150.83	0.00	0.00	4493.29					0.111
	172.38	0.00	0.00	4867.74					0.121
4	0.00	0.00	0.00	4864.36	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.121
	20.32	0.00	0.00	4372.79					0.108
	40.63	0.00	0.00	3812.16					0.094
	60.95	0.00	0.00	3247.54					0.080
	81.26	0.00	0.00	2651.67					0.066
	101.58	0.00	0.00	2052.08					0.051
	121.90	0.00	0.00	1692.86					0.042
	142.21	0.00	0.00	1329.31					0.033
	162.53	0.00	0.00	16.13					0.000

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	65.91 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	34.72 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	52.25 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	66.09 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

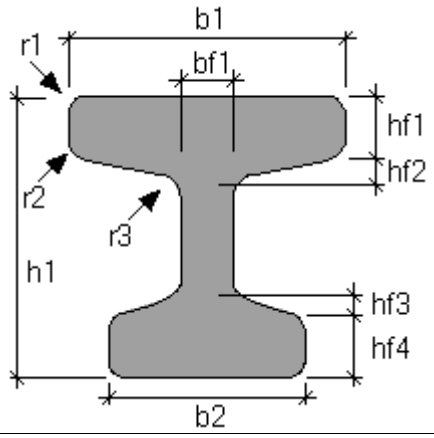
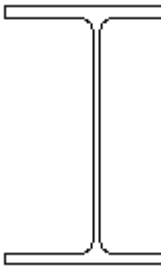
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	65.91	3.37 (lim=493.69)
2	0.00	34.65	2.17 (lim=530.66)
3	0.00	52.20	1.58 (lim=509.91)
4	0.00	66.05	1.25 (lim=493.52)

Verificações da viga VM9

MATERIAL

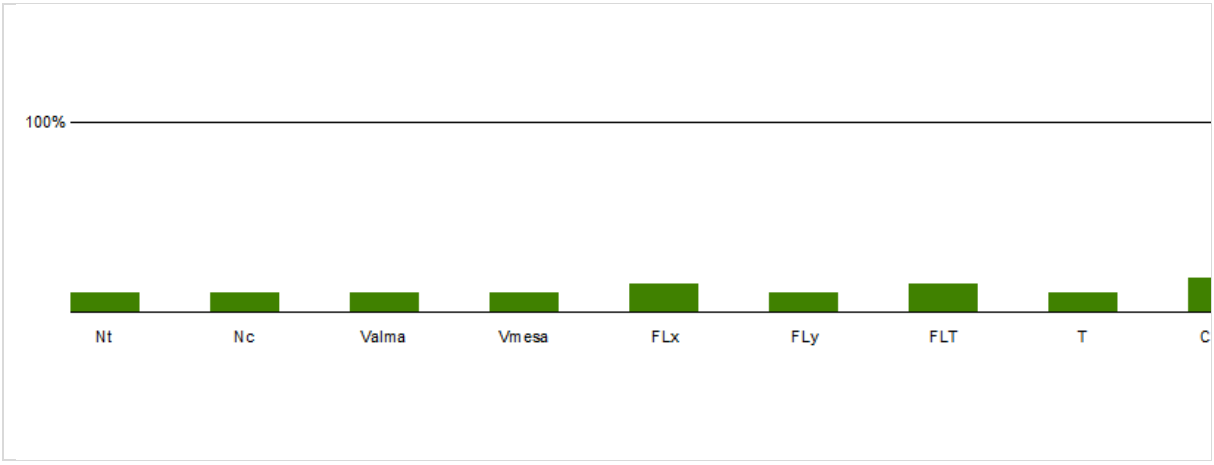
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM9



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	42.38 (lim=300.00)	4.64 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
2	42.38 (lim=300.00)	8.32 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	8.13 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	4.97 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	3980.86 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	3980.86 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	7681.08 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	7681.08 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	6523.88 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6523.88 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	2908.24 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2908.24 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	0.00	0.00	0.77	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.000
	17.23	0.00	0.00	749.25					0.019
	34.46	0.00	0.00	1679.19					0.042
	51.70	0.00	0.00	2609.97					0.065
	68.93	0.00	0.00	3980.86					0.099

2	0.00	0.00	0.00	3979.88	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.099
	20.61	0.00	0.00	5290.14					0.131
	41.22	0.00	0.00	6090.74					0.151
	61.83	0.00	0.00	6991.12					0.173
	82.44	0.00	0.00	7450.05					0.185
	103.06	0.00	0.00	7681.08					0.190
	123.67	0.00	0.00	6525.48					0.162
3	0.00	0.00	0.00	6523.88	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.162
	20.15	0.00	0.00	6480.73					0.161
	40.30	0.00	0.00	6289.46					0.156
	60.44	0.00	0.00	5623.02					0.139
	80.59	0.00	0.00	4925.31					0.122
	100.74	0.00	0.00	3750.03					0.093
	120.89	0.00	0.00	2908.42					0.072
4	0.00	0.00	0.00	2908.24	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.072
	18.48	0.00	0.00	2461.86					0.061
	36.96	0.00	0.00	1633.59					0.040
	55.43	0.00	0.00	878.62					0.022
	73.91	0.00	0.00	2.90					0.000

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	79.47 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
2	89.05 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	67.42 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	34.17 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)

TORÇÃO

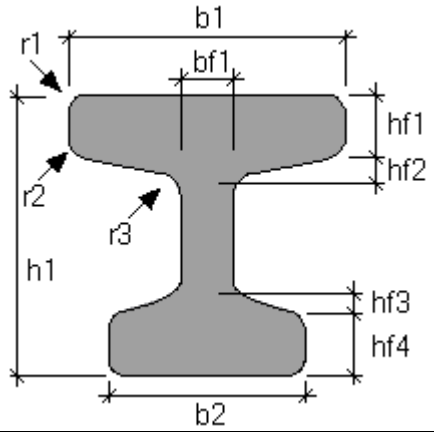
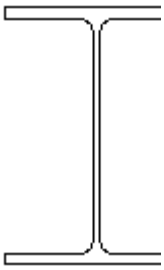
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.00	79.61	3.99 (lim=477.49)
2	0.00	89.05	2.38 (lim=466.32)
3	0.00	67.32	1.76 (lim=492.03)
4	0.00	46.45	3.86 (lim=516.71)

Verificações da viga VM10

MATERIAL

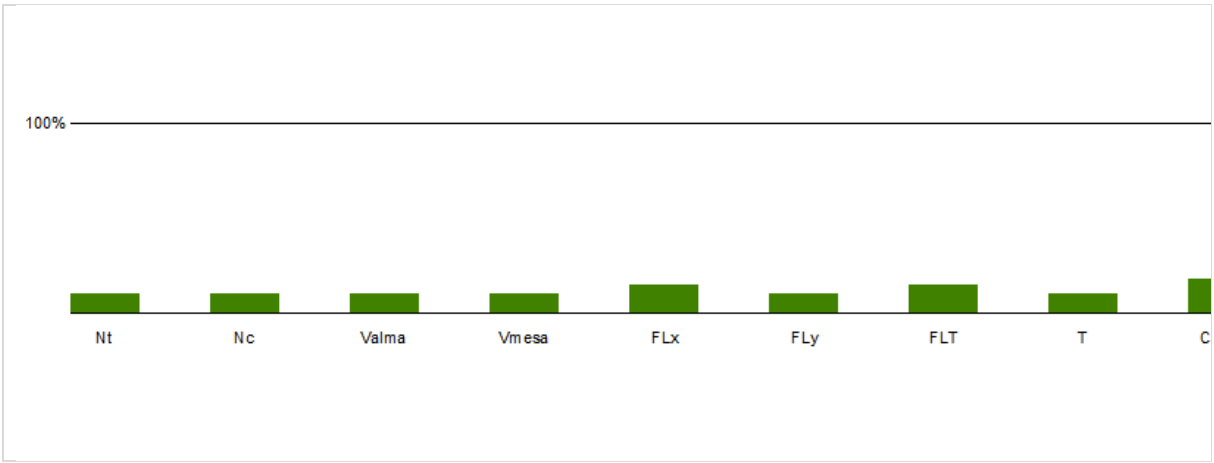
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x72			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	204.0		
b2	204.0		
h1	350.0		
bf1	8.6		
hf1	15.1		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	15.1		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] VIGA: VM10



ESFORÇOS NORMAIS

Trechos	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
1	9.40 (lim=200.00)	31.07 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	49.50 (lim=2669.50)
2	42.38 (lim=300.00)	31.07 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
3	42.38 (lim=300.00)	31.07 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
4	42.38 (lim=300.00)	31.07 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
5	42.38 (lim=300.00)	31.07 (lim=300.00)	0.00 (lim=2864.80)	0.00 (lim=2512.14)
6	9.40 (lim=200.00)	31.07 (lim=200.00)	0.00 (lim=2864.80)	56.92 (lim=2669.50)

FLEXÃO

Trechos	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm^2)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
1	Compacta	37.19 (lim=243.48)	15.16 (lim=9869.69)	5939.59 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	5939.59 (lim=40345.33)
2	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	2797.27 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2797.27 (lim=40345.33)
3	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	4620.52 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	4620.52 (lim=40345.33)
4	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	5240.68 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	5240.68 (lim=40345.33)
5	Compacta	37.19 (lim=243.48)	0.00 (lim=9869.69)	1990.05 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	1990.05 (lim=40345.33)
6	Compacta	37.19 (lim=243.48)	17.72 (lim=9869.69)	6316.87 (lim=40345.33)	Perfil curto	30.80 (lim=60.90)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6316.87 (lim=40345.33)

ESFORÇOS COMBINADOS

Trechos	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
1	0.00	49.50	1.97	5939.59	2669.50	2864.80	9869.69	40345.33	0.157
	45.50	49.50	5.81	355.04					0.019
2	0.00	0.00	0.00	351.66	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.009
	17.13	0.00	0.00	856.05					0.021
	34.25	0.00	0.00	1219.13					0.030
	51.38	0.00	0.00	2021.64					0.050
	68.50	0.00	0.00	2797.27					0.069
3	0.00	0.00	0.00	2800.96	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.069
	23.34	0.00	0.00	3190.74					0.079
	46.68	0.00	0.00	3433.71					0.085
	70.01	0.00	0.00	3736.26					0.093
	93.35	0.00	0.00	4143.47					0.103
	116.69	0.00	0.00	4620.52					0.115
4	0.00	0.00	0.00	5240.68	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.130
	22.28	0.00	0.00	4048.61					0.100
	44.56	0.00	0.00	3833.29					0.095
	66.84	0.00	0.00	3219.39					0.080
	89.12	0.00	0.00	2560.04					0.063
	111.39	0.00	0.00	1992.86					0.049
5	0.00	0.00	0.00	1990.05	2512.14	2864.80	9869.69	40345.33	0.049
	18.53	0.00	0.00	930.26					0.023
	37.07	0.00	0.00	108.34					0.003
	55.60	0.00	0.00	742.47					0.018
	74.13	0.00	0.00	1146.43					0.028
6	0.00	56.92	13.03	1151.78	2669.50	2864.80	9869.69	40345.33	0.041
	45.51	56.92	4.53	6316.87					0.168

CISALHAMENTO

Trechos	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
1	122.97 (lim=566.43)	0.35 (lim=1159.35)
2	56.60 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
3	21.70 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
4	53.40 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
5	74.50 (lim=566.43)	0.00 (lim=1159.35)
6	113.73 (lim=566.43)	0.37 (lim=1159.35)

TORÇÃO

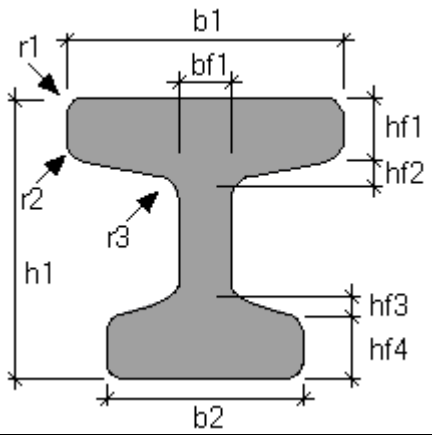
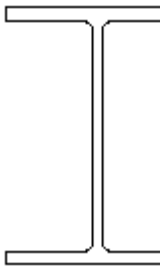
Trechos	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
1	0.17	122.97	11.80 (lim=426.20)
2	0.00	54.98	3.24 (lim=506.62)
3	0.00	18.18	2.68 (lim=550.16)
4	0.00	53.50	1.38 (lim=508.37)
5	0.00	74.50	3.86 (lim=483.54)
6	0.28	110.84	12.76 (lim=440.55)

Verificações do pilar P1 Pavimento

MATERIAL

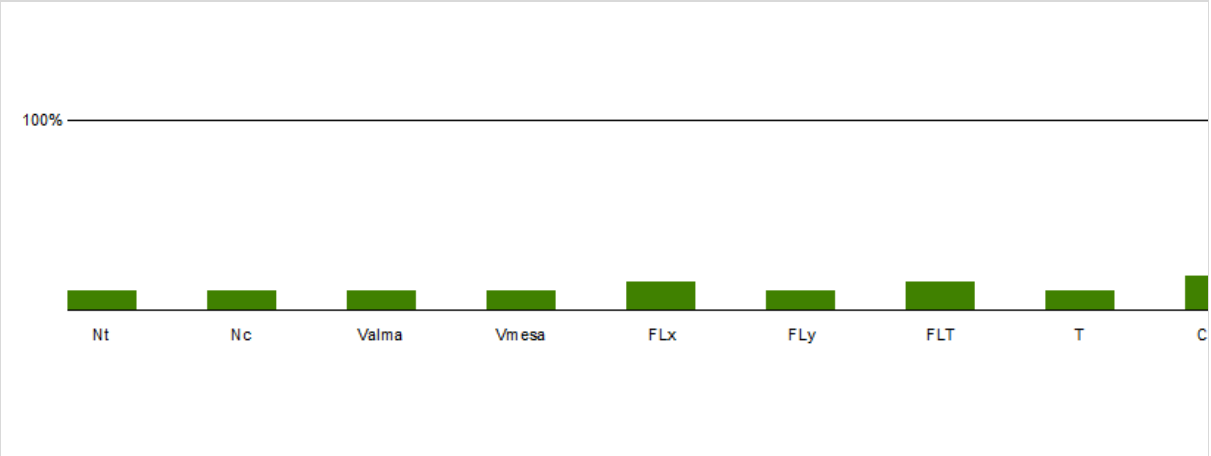
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P1 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	45.16 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	153.93 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	199.97 (lim=11089.87)	8902.97 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	8902.97 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	151.60	16.17	8902.97	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.232
	189.00	151.83	5.44	7504.31					0.199
	168.00	152.07	27.05	6105.64					0.169
	147.00	152.30	48.67	4706.98					0.140
	126.00	152.53	70.28	3308.31					0.110
	105.00	152.77	91.90	1909.64					0.080
	84.00	153.00	113.51	510.98					0.050
	63.00	153.23	135.12	887.69					0.061
	42.00	153.47	156.74	2286.36					0.095
	21.00	153.70	178.35	3685.02					0.128
	0.00	153.93	199.97	5083.69					0.162

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	66.60 (lim=626.19)	0.99 (lim=1296.20)

TORÇÃO

Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	0.99	66.60	2.12 (lim=634.61)

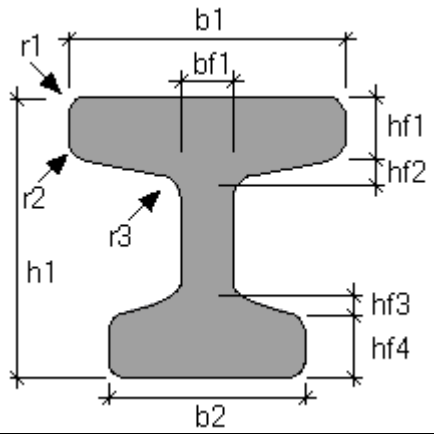
Verificações do pilar P2 Pavimento

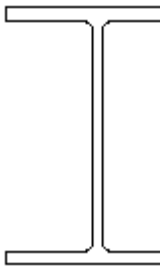
MATERIAL

Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

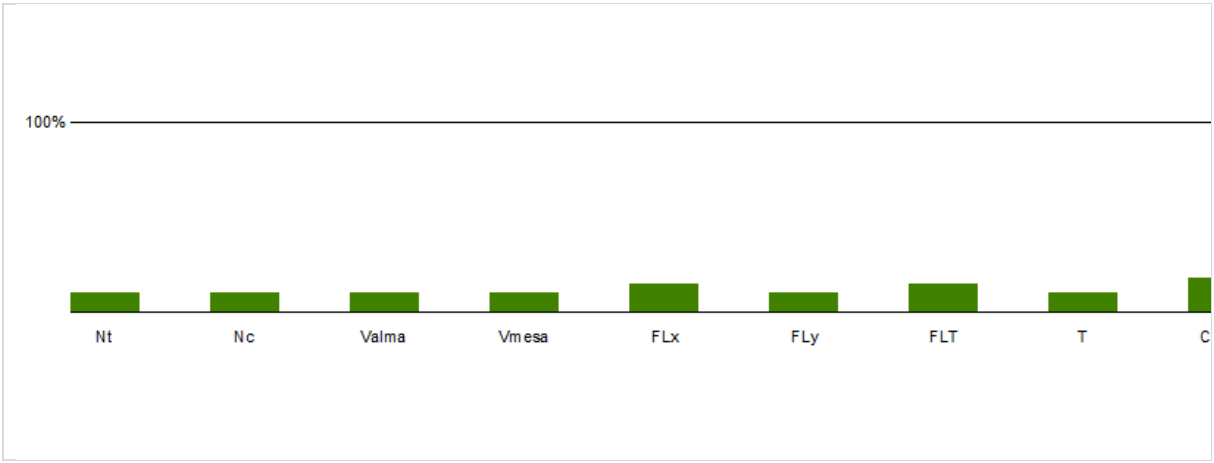
Família I - W - Laminado a quente - W360x79	
Dimensões	**Valor (mm)**
b1	205.0
b2	205.0
h1	354.0
bf1	9.4
hf1	16.8
hf2	0.0
hf3	0.0
hf4	16.8
r1	0.0
r2	0.0
r3	16.0





RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P2 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	42.98 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	192.73 (lim=2773.51)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	770.39 (lim=11089.87)	806.74 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	806.74 (lim=44972.42)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	190.39	770.39	341.34	2773.51	3174.88	11089.87	45084.84	0.113
	189.00	190.62	693.28	288.08					0.105
	168.00	190.86	616.17	234.82					0.096
	147.00	191.09	539.06	181.57					0.088
	126.00	191.32	461.95	128.31					0.080
	105.00	191.56	384.84	75.05					0.072
	84.00	191.79	307.73	21.79					0.063
	63.00	192.03	230.63	31.46					0.057
	42.00	191.68	122.79	311.11					0.053
	21.00	191.92	61.62	447.54					0.050
	0.00	191.81	1.14	608.01					0.048

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	6.73 (lim=626.19)	3.63 (lim=1296.20)

TORÇÃO

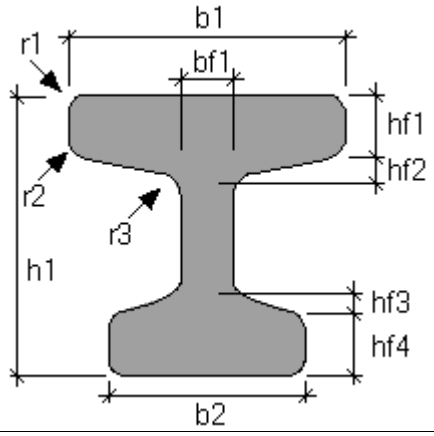
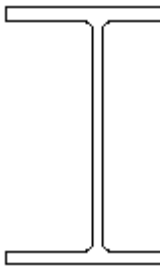
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	3.56	2.37	0.10 (lim=719.53)

Verificações do pilar P3 Pavimento

MATERIAL

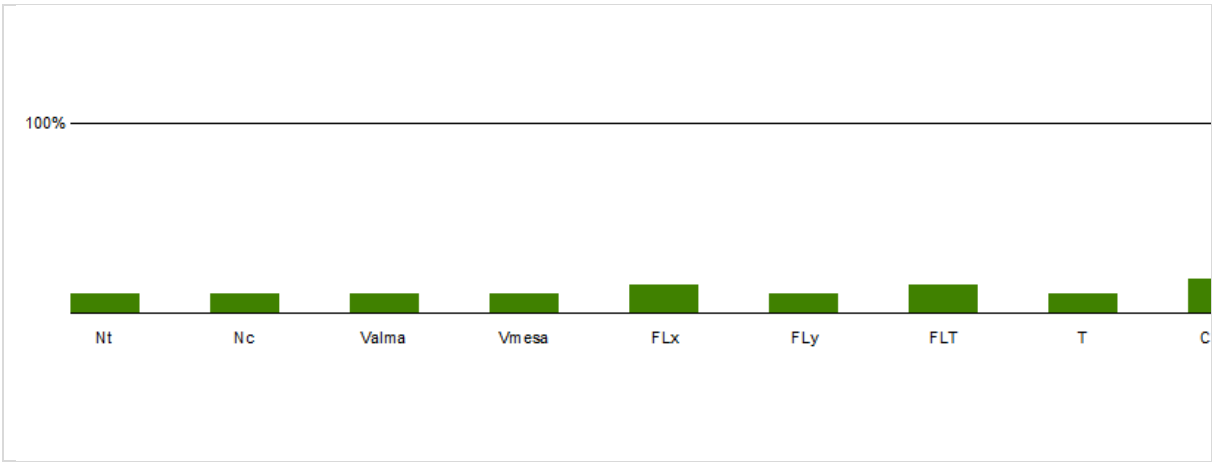
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P3 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	45.16 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	141.04 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	161.87 (lim=11089.87)	9259.95 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	9259.95 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	138.69	9.30	9253.20	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.237
	189.00	138.94	13.70	7730.67					0.203
	168.00	139.17	19.82	6201.39					0.168
	147.00	139.40	25.95	4672.11					0.134
	126.00	137.65	57.35	3139.64					0.102
	105.00	137.89	74.77	1685.47					0.070
	84.00	138.12	92.19	231.31					0.039
	63.00	140.34	50.44	1445.01					0.063
	42.00	140.57	56.57	2974.28					0.099
	21.00	140.81	62.69	4503.56					0.134
	0.00	141.04	68.82	6032.84					0.169

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	72.82 (lim=626.19)	0.80 (lim=1296.20)

TORÇÃO

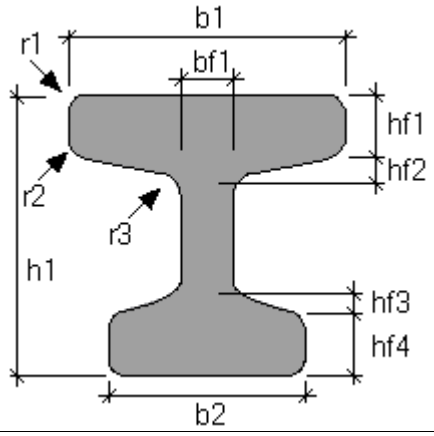
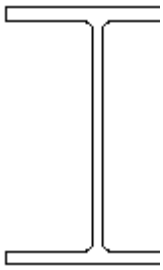
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	0.01	71.88	2.08 (lim=627.63)

Verificações do pilar P4 Pavimento

MATERIAL

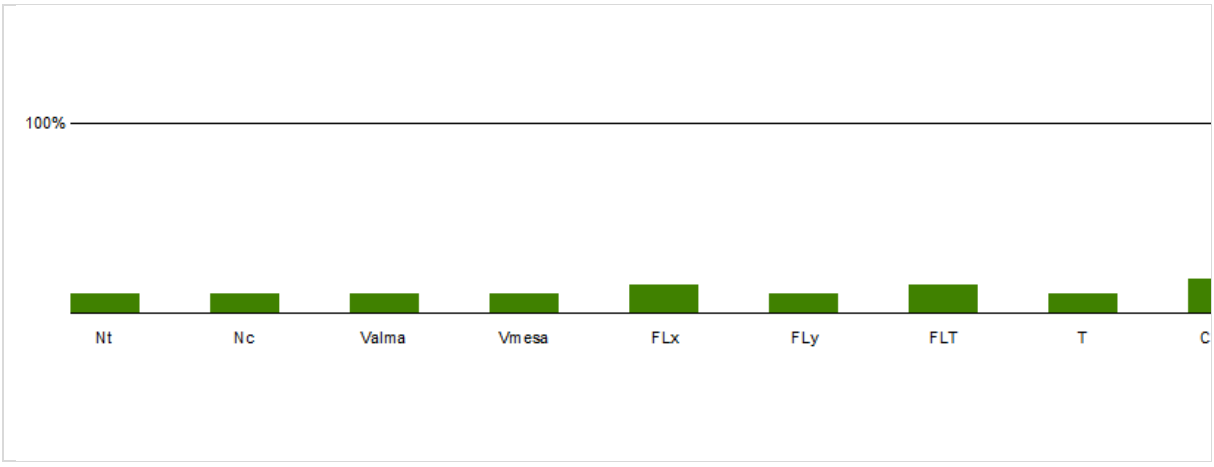
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P4 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	45.16 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	140.32 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	141.87 (lim=11089.87)	13310.08 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	13310.08 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	137.99	16.60	13310.08	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.330
	189.00	138.22	13.28	11131.22					0.280
	168.00	137.79	40.28	8907.41					0.232
	147.00	138.02	52.98	6749.06					0.184
	126.00	138.26	65.67	4590.70					0.136
	105.00	138.49	78.37	2432.35					0.088
	84.00	138.72	91.07	273.99					0.040
	63.00	138.96	103.77	1884.36					0.078
	42.00	139.19	116.47	4042.72					0.128
	21.00	139.43	129.17	6201.07					0.178
	0.00	139.66	141.87	8359.43					0.229

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	103.75 (lim=626.19)	0.58 (lim=1296.20)

TORÇÃO

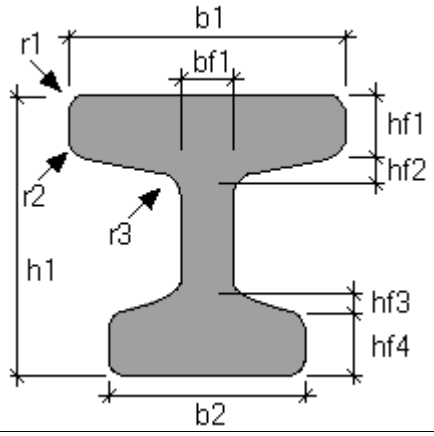
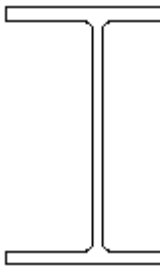
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	0.31	102.73	1.12 (lim=586.84)

Verificações do pilar P5 Pavimento

MATERIAL

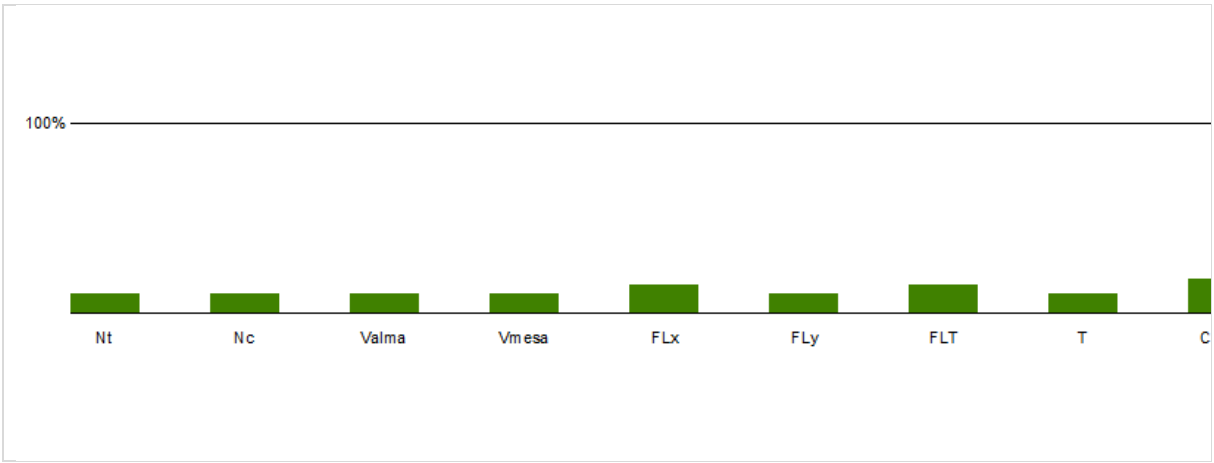
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P5 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	42.98 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	293.29 (lim=2773.51)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	398.24 (lim=11089.87)	2278.07 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	2278.07 (lim=44972.42)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	290.78	398.24	211.38	2773.51	3174.88	11089.87	45084.84	0.094
	189.00	291.02	358.04	26.74					0.086
	168.00	291.25	317.85	264.85					0.088
	147.00	291.48	277.65	502.96					0.090
	126.00	291.72	237.45	741.07					0.092
	105.00	291.95	197.26	979.18					0.093
	84.00	292.18	157.06	1217.29					0.095
	63.00	292.42	116.86	1455.40					0.097
	42.00	292.65	76.67	1693.51					0.099
	21.00	293.04	15.93	2016.80					0.100
	0.00	293.28	2.40	2278.07					0.105

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	12.44 (lim=626.19)	1.84 (lim=1296.20)

TORÇÃO

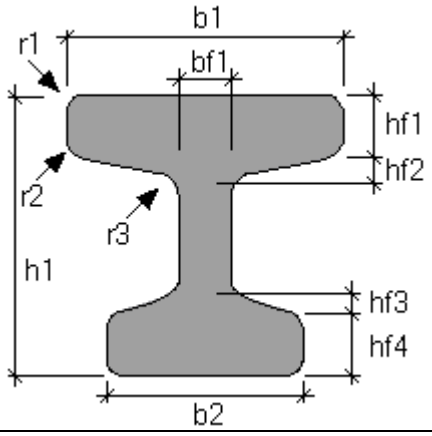
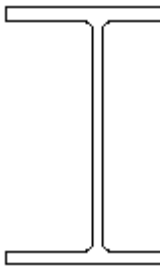
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	1.69	11.34	0.16 (lim=707.67)

Verificações do pilar P6 Pavimento

MATERIAL

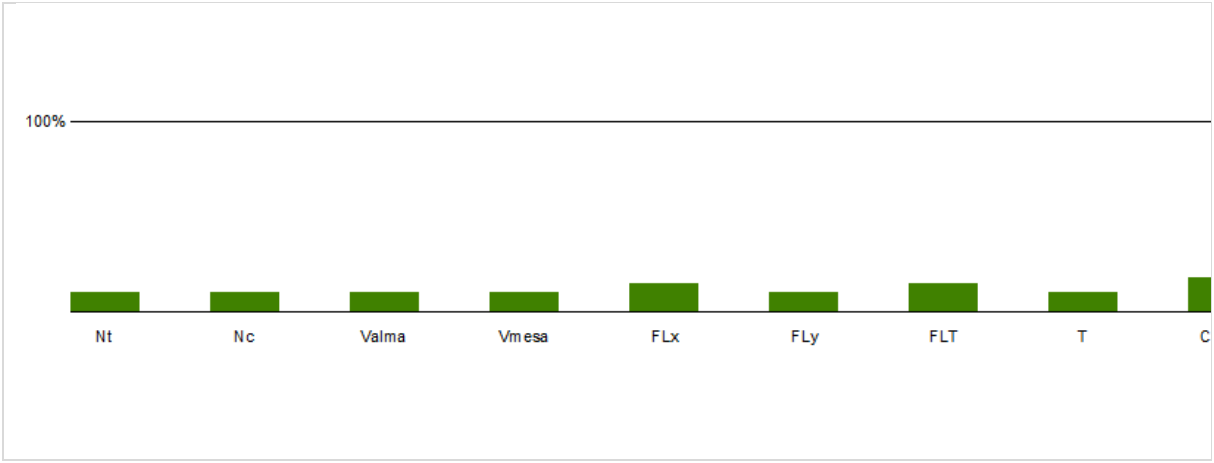
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P6 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	45.16 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	248.62 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	182.24 (lim=11089.87)	16383.76 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	16383.76 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	246.28	11.80	16383.76	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.423
	189.00	246.51	18.15	13798.84					0.364
	168.00	246.07	44.09	11162.13					0.306
	147.00	246.30	61.36	8602.11					0.249
	126.00	246.53	78.63	6042.09					0.191
	105.00	246.77	95.90	3482.06					0.134
	84.00	247.00	113.17	922.04					0.077
	63.00	247.23	130.44	1637.99					0.095
	42.00	247.47	147.71	4198.01					0.156
	21.00	247.70	164.98	6758.04					0.216
	0.00	247.93	182.24	9318.06					0.277

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	123.09 (lim=626.19)	0.76 (lim=1296.20)

TORÇÃO

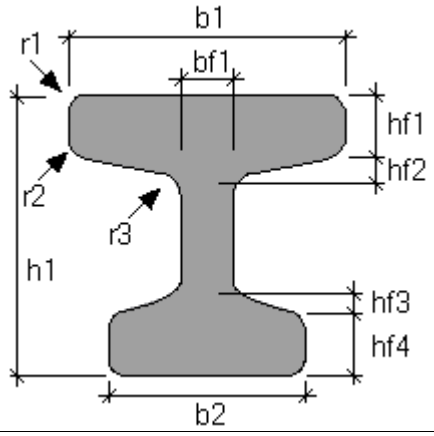
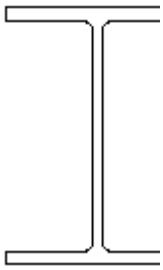
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	0.44	121.94	1.10 (lim=561.45)

Verificações do pilar P7 Pavimento

MATERIAL

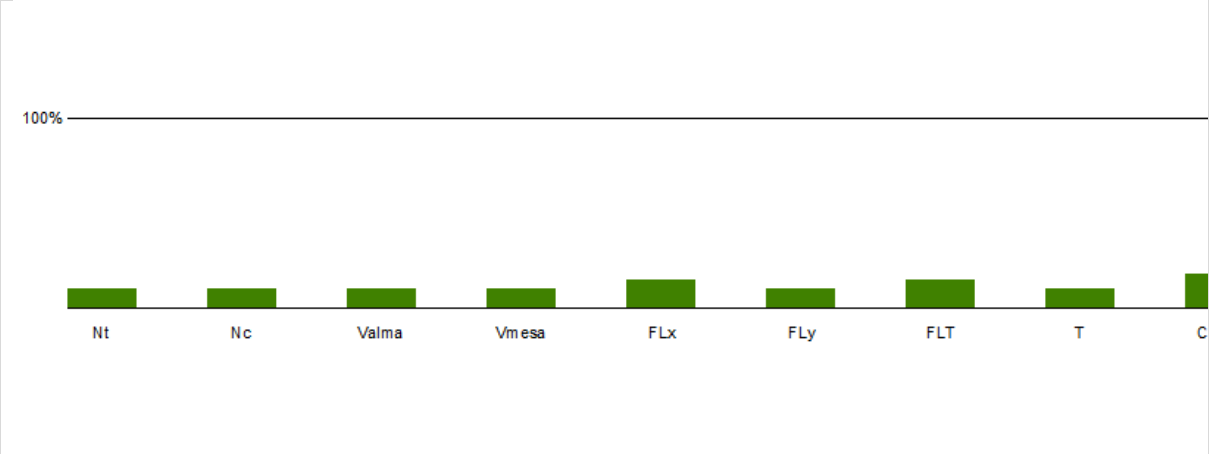
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P7 PAVIMENTO: Pavimento



ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	45.16 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	116.07 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	137.18 (lim=11089.87)	7134.90 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	7134.90 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	113.73	75.35	7134.90	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.190
	189.00	113.96	76.83	5930.08					0.162
	168.00	114.20	78.30	4725.26					0.135
	147.00	114.43	79.78	3520.44					0.108
	126.00	114.67	81.26	2315.62					0.081
	105.00	114.90	82.74	1110.79					0.054
	84.00	115.13	84.21	94.03					0.031
	63.00	115.37	85.69	1298.85					0.058
	42.00	115.60	87.17	2503.67					0.086
	21.00	115.83	88.64	3708.49					0.113
	0.00	116.07	90.12	4913.31					0.141

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	57.37 (lim=626.19)	0.99 (lim=1296.20)

TORÇÃO

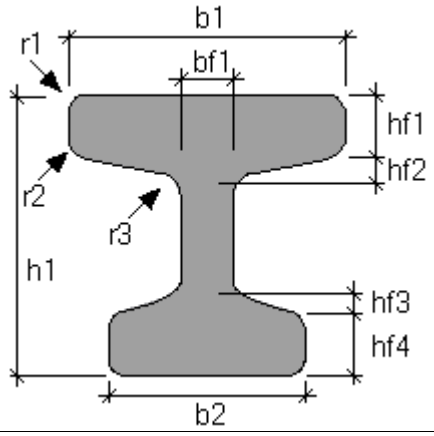
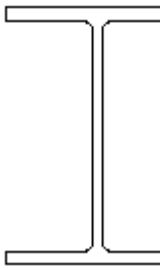
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	0.99	52.41	3.19 (lim=653.37)

Verificações do pilar P8 Pavimento

MATERIAL

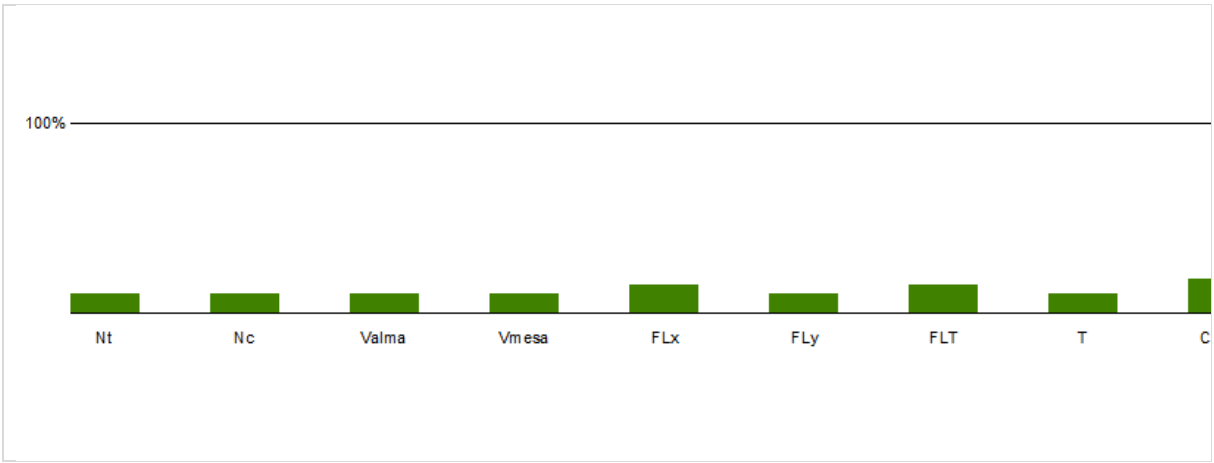
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P8 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	42.98 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	136.09 (lim=2773.51)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	1101.94 (lim=11089.87)	1650.96 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	1650.96 (lim=44972.42)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	133.41	1036.06	1363.64	2773.51	3174.88	11089.87	45084.84	0.149
	189.00	133.64	931.23	1130.34					0.135
	168.00	133.87	826.40	897.04					0.120
	147.00	134.46	768.72	509.97					0.106
	126.00	134.69	657.65	342.76					0.092
	105.00	134.92	546.58	175.55					0.078
	84.00	135.16	435.51	8.34					0.064
	63.00	135.04	302.23	269.47					0.058
	42.00	134.58	166.43	641.96					0.054
	21.00	134.82	76.02	928.57					0.052
	0.00	135.05	14.39	1215.19					0.053

CISALHAMENTO

Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	13.64 (lim=626.19)	5.26 (lim=1296.20)

TORÇÃO

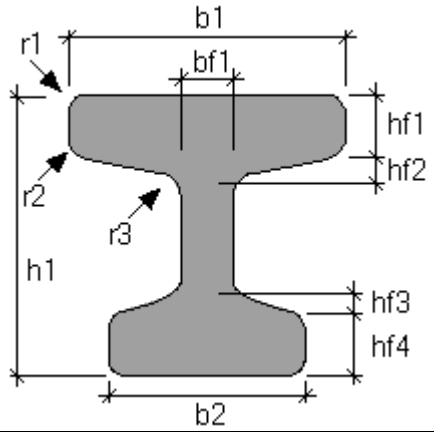
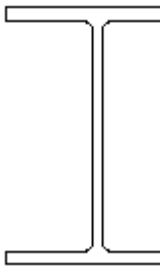
Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	4.33	13.64	0.07 (lim=704.62)

Verificações do pilar P9 Pavimento

MATERIAL

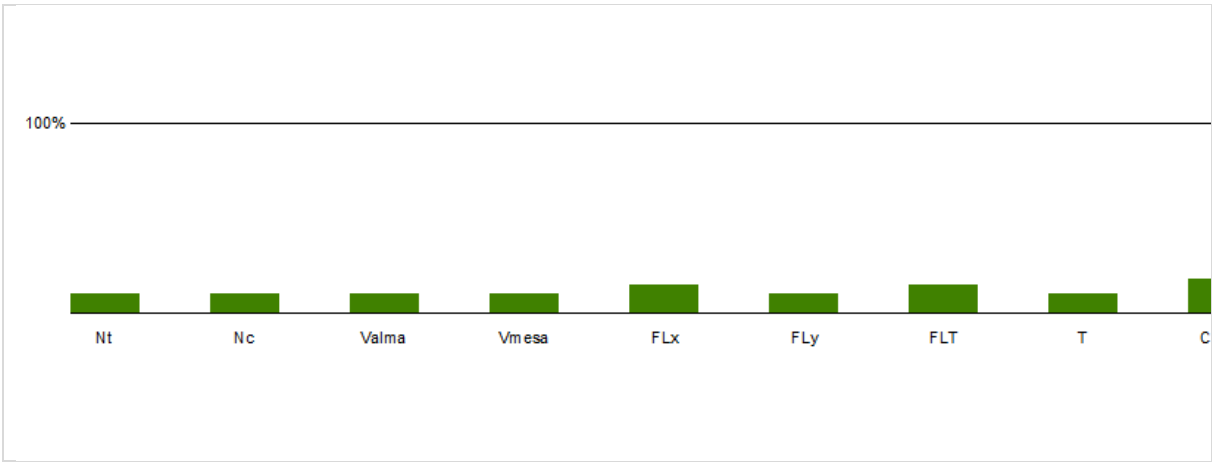
Classes	Tensão de escoamento (kgf/cm²)	Módulo E (kgf/cm²)	Módulo G (kgf/cm²)
ASTM - A572 Grau 50	3450.00	2000000.00	770000.00

PERFIL

Família I - W - Laminado a quente - W360x79			
Dimensões	**Valor (mm)**		
b1	205.0		
b2	205.0		
h1	354.0		
bf1	9.4		
hf1	16.8		
hf2	0.0		
hf3	0.0		
hf4	16.8		
r1	0.0		
r2	0.0		
r3	16.0		

RESUMO DE VERIFICAÇÕES

ATUANTE / RESISTENTE [%] PILAR: P9 PAVIMENTO: Pavimento



INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL

ESFORÇOS NORMAIS

Níveis	Esbeltez		Tração (kN)	Compressão (kN)
	B	H		
210	45.16 (lim=200.00)	14.02 (lim=200.00)	0.00 (lim=3174.88)	125.31 (lim=2734.90)

FLEXÃO

Níveis	Flambagem local				Flambagem lateral			
	Classificação da seção	Esbeltez da alma	Md - dir. B (kgf.m)	Md - dir. H (kgf.m)	Classificação da seção	Relação entre as mesas - Área (cm²)	Relação entre as mesas - Inércia (cm4)	Md (kgf.m)
210	Compacta	34.09 (lim=243.48)	164.30 (lim=11089.87)	6824.49 (lim=45084.84)	Perfil Intermediário	34.44 (lim=67.72)	1.00 (lim=0.11 à 9.0)	6824.49 (lim=44570.38)

ESFORÇOS COMBINADOS

Níveis	Posição (cm)	Esforços solicitantes			Esforços resistentes				Resultado (lim=1.000)
		Nsd (kN)	Msdb (kgf.m)	Msdh (kgf.m)	Ncrd (kN)	Ntrd (kN)	Mrdb (kgf.m)	Mrdh (kgf.m)	
210	210.00	122.97	19.66	6824.49	2734.90	3174.88	11089.87	45084.84	0.179
	189.00	123.21	4.72	5775.30					0.154
	168.00	123.44	10.21	4726.11					0.131
	147.00	123.67	25.14	3676.91					0.108
	126.00	120.33	73.53	2593.96					0.088
	105.00	120.56	88.66	1658.42					0.068
	84.00	120.80	103.78	722.87					0.048
	63.00	124.61	84.86	519.86					0.042
	42.00	124.84	99.80	1569.06					0.068
	21.00	125.07	114.73	2618.25					0.093
	0.00	125.31	129.66	3667.45					0.118

CISALHAMENTO

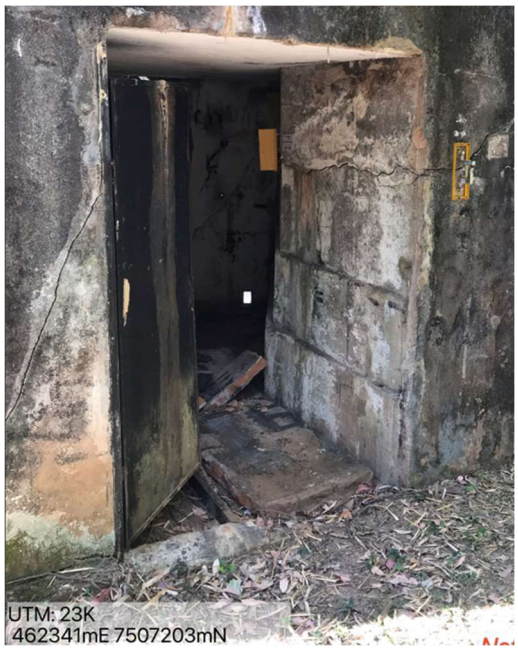
Níveis	Vd - alma (kN)	Vd - mesa (kN)
210	49.96 (lim=626.19)	0.69 (lim=1296.20)

TORÇÃO

Níveis	Vsb (kN)	Vsh (kN)	Td (kgf.m)
210	0.68	49.96	3.28 (lim=656.61)

3.17.2 EXECUÇÃO

a) Remoção de Restos de Alvenaria e Reboco Existente



Classificação e Preparação:

- Identificação do resíduo: Os resíduos Classe A incluem alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos, materiais que são reutilizáveis ou recicláveis como agregados.
- Segregação na origem: O entulho deve ser separado de outros tipos de resíduos (como plásticos, metais, gesso, etc.) no local de geração, garantindo a pureza do material Classe A para reciclagem.

Acondicionamento em Caçamba Estacionária:

- Na base do canteiro, o entulho repousará diretamente em uma caçamba estacionária (ou caixa estacionária) de capacidade adequada (comummente de 3m³ a 30m³).

Gerenciamento da Caçamba:

- A caçamba deve ser de uma empresa transportadora licenciada, que se responsabiliza pelo transporte e destinação final correta. É importante não sobrecarregar a caçamba acima de sua capacidade máxima.

Transporte e Destinação Final:

- Remoção: Quando cheia, a caçamba é recolhida por um caminhão poliguindaste. O transportador deve portar o Manifesto de Carga, um documento que especifica a origem e a destinação do resíduo.
- Reciclagem: O material Classe A é levado para usinas de reciclagem de resíduos da construção civil ou ecopontos licenciados, onde é triturado e transformado em agregado reciclado para reuso em novas obras ou terraplanagem.

b) Escoramento do bloco de ancoragem

- Limpeza da Base: Certifique-se de que o piso onde as escoras serão apoiadas esteja limpo, nivelado e firme. Caso o solo seja instável, utilize pranchas de madeira para distribuir a carga.
- Marcação (Modulação): Marque os pontos de apoio das escoras conforme o projeto de escoramento. O espaçamento deve respeitar o limite de carga de 1000 kgf (10 kN) por escora.
- Posicionamento do Tripé: Coloque o tripé metálico no ponto marcado. O tripé é fundamental para garantir a estabilidade vertical (prumo) da escora durante a montagem e evitar tombamentos acidentais.
- Fixação da Escora: Insira a base da escora metálica no tripé e trave-o firmemente.
- É importante notar que a instalação e o ajuste de escoras metálicas, especialmente em estruturas existentes, exigem conhecimento técnico especializado e devem ser realizados por profissionais qualificados. A capacidade de carga das escoras e a modulação (espaçamento) são calculadas por engenheiros estruturais para garantir a segurança da laje e de toda a edificação.
- O ajuste da altura e a aplicação da carga correta são etapas críticas que, se mal executadas, podem causar danos à estrutura existente ou, em casos extremos, levar ao colapso.
- Portanto, a execução do escoramento deve ser feita sob a supervisão de um responsável técnico, seguindo rigorosamente o projeto de escoramento e as normas de segurança aplicáveis. A utilização do tripé e do forcado são componentes importantes do sistema, mas a montagem e o ajuste final demandam a experiência de um profissional para

garantir que a escora esteja perfeitamente aprumada e suportando a carga de maneira segura.

- Sempre priorize a segurança e contrate mão de obra especializada para este tipo de serviço.

c) Locação da obra

A locação de estacas raiz utilizando um gabarito de madeira é um processo fundamental que transfere a planta baixa do projeto para o terreno, garantindo o posicionamento exato e o alinhamento de cada estaca.

As etapas de execução da locação, são:

- Preparação do Terreno: O terreno deve ser limpo e terraplanado antes de iniciar a locação.
- Montagem do Gabarito:
- Estrutura: Uma estrutura de madeira (gabarito) é construída ao redor da área onde a o reforço será erguido, geralmente a uma distância de pelo menos um metro da face da construção projetada. Utilizam-se pontaletes fixados firmemente no solo e tábuas corridas, que devem ser retas e niveladas para evitar erros de marcação.
- Nivelamento e Esquadro: A estrutura é cuidadosamente nivelada e o esquadro da construção é conferido, muitas vezes usando métodos como o triângulo 3-4-5 (ou trena com lados de 3, 4 e 5 metros) para garantir a precisão geométrica.
- Transferência das Medidas (Marcação):
- Eixos e Alinhamentos: Linhas (arames ou barbantes) são esticadas entre as tábuas do gabarito, marcando os eixos exatos das fundações e das paredes, conforme o projeto estrutural.
- Marcação dos Pontos das Estacas: Os pontos exatos onde cada estaca raiz será perfurada são marcados nas linhas de gabarito ou diretamente nas tábuas, garantindo que a posição de cada elemento estrutural esteja correta em planta.
- Início da Perfuração: Com os pontos de locação claramente definidos, a equipe de perfuração utiliza o gabarito como referência visual e de posicionamento para a máquina perfuratriz, que inicia a perfuração de acordo com as coordenadas e a inclinação especificadas no projeto.

- Controle e Verificação: Durante todo o processo, é crucial o controle rigoroso por parte do encarregado ou engenheiro responsável, que supervisiona se a locação está sendo seguida à risca para evitar erros que possam impactar financeiramente e no cronograma da obra.
- O gabarito de madeira, embora uma estrutura temporária, é essencial para a precisão da locação, funcionando como um guia físico que assegura que as estacas raiz sejam executadas nos locais exatos previstos no projeto.

d) Execução de uma estaca raiz

A execução de uma estaca raiz de 40 cm de diâmetro, engastada em rocha, envolve um processo cuidadoso dividido em fases de perfuração, instalação da armadura e injeção de argamassa. O processo executivo é regido pela NBR 6122 da ABNT e consiste nas seguintes etapas:

Perfuração:

A perfuração é realizada com equipamentos especializados (perfuratrizes rotativas ou roto-percussivas) que utilizam circulação de água, lama bentonítica ou polímero sintético para auxiliar na remoção do material escavado e na estabilidade do furo.

- Trecho em Solo: No solo, a perfuração é executada com o uso de tubos metálicos de revestimento que percorrem todo o comprimento do trecho instável. Esses tubos são cravados progressivamente à medida que a perfuração avança, garantindo que as paredes do furo não desmoronem.
- Trecho em Rocha (Engastamento): Ao atingir a camada de rocha, a metodologia muda. A perfuração é complementada com o uso de um martelo de fundo acionado por ar comprimido. Os golpes do martelo trituram a rocha, permitindo o avanço da perfuração para dentro do maciço rochoso até a profundidade de engastamento especificada no projeto. O material triturado é removido do furo com o auxílio do fluxo de ar ou água.

Limpeza do Furo e Instalação da Armadura:

Após a conclusão da perfuração na cota final de engastamento, o furo é limpo para remover todos os detritos. Em seguida, a armadura pré-montada (geralmente em forma de gaiola de vergalhões de aço com estribos) é introduzida em toda a extensão do furo, da base ao topo. Espaçadores plásticos são utilizados para garantir o cobrimento adequado pela argamassa.

Injeção da Argamassa e Retirada do Revestimento:

Esta é a fase final e crucial para a formação da estaca, conforme descrito a seguir.

- Injeção Inicial: Um tubo de injeção é inserido até o fundo do furo. A argamassa (traço especificado em projeto, geralmente cerca de 600 kg de cimento por metro cúbico) é bombeada sob pressão a partir do fundo, preenchendo o espaço e expulsando a água ou a lama bentonítica presentes.
- Aplicação de Pressão e Retirada do Revestimento: Com o furo completamente cheio de argamassa, a extremidade superior do tubo de injeção é fechada. A tubulação de revestimento metálico começa a ser extraída lentamente com o uso de um macaco hidráulico, em lances curtos. Simultaneamente, aplicam-se golpes de pressão de ar comprimido na argamassa. Essa pressão força a argamassa a se expandir e penetrar nos vazios e fissuras do solo e da rocha circundante, promovendo um "enraizamento" e aumentando o atrito lateral (aderência) do fuste da estaca com o terreno (bulbo de pressão).

Adensamento:

O processo de retirada do revestimento e aplicação de pressão é repetido em etapas até que todo o tubo metálico seja removido e à estaca esteja totalmente preenchido e adensado.

Norma Técnica:

Cabe ressaltar, que, a solução apresentada neste estudo, depende da elaboração do projeto executivo, fase em que será apresentada a sondagem mista, com os resultados dos ensaios dos corpos de prova extraídos da rocha.

Arrasamento de Estaca Raiz:

O arrasamento de uma estaca raiz de 40 cm de diâmetro é o processo de remoção controlada do excesso de argamassa e da parte superior da estaca para garantir que a fundação se conecte corretamente ao bloco de coroamento.

O procedimento de execução do arrasamento está descrito abaixo.

- Preparação da Área: Inicialmente, deve-se escavar cuidadosamente em torno da cabeça da estaca até a cota de arrasamento especificada no projeto estrutural. Isso expõe a porção da estaca a ser removida e a área onde o bloco de coroamento será construído.
- Definição da Cota de Arrasamento: A cota de arrasamento é crucial, pois define a altura exata onde a estaca será cortada para que seu topo fique embutido no máximo 10 cm dentro do bloco de coroamento, conforme a norma.

Remoção do Excesso (Arrasamento):

- Para estacas com diâmetro de 40 cm (área de ~1256 cm²), a norma brasileira NBR 6122 (que rege o projeto e execução de fundações) orienta que o preparo da cabeça da estaca seja feito preferencialmente apenas com ponteiros.
- O uso de marteletes pneumáticos deve ser feito com extremo cuidado, com inclinação mais horizontal e peso leve, para evitar a transmissão de impactos excessivos ao eixo da estaca, o que poderia causar fissuras ou danos no concreto abaixo da cota do arrasamento, comprometendo a capacidade de carga da estaca.
- Ferramentas especializadas, como cortadoras de estacas mecânicas (arrasadores de estacas), também podem ser utilizadas para maior precisão e produtividade, dependendo da disponibilidade e escala da obra.
- Limpeza e Preparação Final: Após a remoção do excesso de argamassa, a cabeça da estaca deve ser limpa e a armadura exposta deve ser endireitada ou preparada para a ligação com a armadura do bloco de coroamento, utilizando espaçadores para garantir o cobrimento adequado.
- Garantia de Qualidade: O objetivo é atingir uma seção de concreto de boa qualidade na cota final de arrasamento, pois a porção superior da estaca geralmente apresenta concreto de qualidade inferior (mais poroso ou misturado com solo).

Cuidados Importantes:

- Não bater o martelete no eixo da estaca para evitar danos estruturais.
- Seguir rigorosamente as cotas e especificações do projeto para evitar problemas futuros na estrutura superior.

- Garantir o embutimento da estaca no bloco (entre 5 a 10 cm, usualmente) para uma correta transferência de esforços.
- Consultar as normas técnicas brasileiras, como a NBR 6122, para procedimentos detalhados.

e) Escavação Manual Para o Bloco de Coroamento:

A execução manual da escavação para um bloco de coroamento é um processo que exige precisão e atenção a detalhes, seguindo o projeto de fundação. O procedimento envolve várias etapas, desde a marcação no terreno até a preparação final para a concretagem.

Locação e Marcação:

- Com base no projeto, a área exata do bloco de coroamento é demarcada no terreno utilizando gabaritos, trenas e linhas de nylon. Isso garante que a escavação esteja precisamente alinhada com as estacas e os pilares superiores.
- As dimensões marcadas devem prever uma folga (geralmente de 30 a 70 cm) além das bordas do bloco para facilitar a instalação das fôrmas e a movimentação dos trabalhadores.

Escavação do Terreno:

- A escavação é realizada manualmente utilizando ferramentas como pás, picaretas e ponteiras.
- O objetivo é atingir a cota de profundidade especificada no projeto, que deve ser cerca de 5 cm abaixo do fundo do bloco acabado.
- O material escavado deve ser disposto a uma distância segura da borda da cava para evitar desmoronamentos e não atrapalhar o trabalho.

Regularização e Lastro de Concreto Magro:

- O fundo da escavação deve ser limpo e apiloado (compactado) manualmente.
- Uma camada de concreto magro (concreto de baixo FCK, ou resistência) com espessura mínima de 5 cm é vertida e nivelada na cota do fundo do bloco. Esse lastro serve para regularizar a base, proteger o solo, e evitar que a água do concreto do bloco seja rapidamente absorvida pela terra, garantindo uma melhor cura.

Ferramentas e Segurança:

- Ferramentas: Pá, picareta, ponteira, martelete (para arrasamento), trena, nível, prumo de centro, soquete manual (apiloador), carrinho de mão (ou gerica) para remoção de solo.
- Segurança: A Norma Regulamentadora (NR) exige medidas de segurança, como uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e, para escavações acima de 1,25m em solos instáveis, o uso de escoramento das laterais para prevenir desmoronamentos. O local deve ser inspecionado diariamente e após chuvas.

Próximas Etapas:

Após a conclusão da escavação e do lastro, as próximas etapas envolvem a montagem da armadura do bloco (conectando-a aos arranques das estacas e pilares), a montagem das fôrmas de madeira, e a concretagem final do bloco de coroamento.

f) Armação, Corte e Dobra de Aço Estrutural para o Bloco de Coroamento:

A execução da armação, corte e dobra do aço para um bloco de coroamento segue as diretrizes do projeto estrutural, que especifica as dimensões, bitolas e espaçamentos necessários. O processo envolve as seguintes etapas:

Leitura e Planejamento do Projeto:

- Interpretação: O profissional responsável deve ler e compreender detalhadamente o projeto que indica a quantidade, diâmetro (bitola) e formato das barras e estribos para cada bloco de coroamento específico (devido a variações no número de estacas e cargas).
- Planejamento do Local: É preparada uma bancada ou área na obra para realizar o corte e a dobra do aço de forma organizada e eficiente, próxima ao local de montagem.

Corte do Aço:

- Medição Precisa: As barras de aço (vergalhões) são medidas de acordo com as especificações do projeto, considerando os comprimentos para dobras, transpasse e recobrimento, para evitar desperdícios.
- Ferramentas: O corte é feito utilizando ferramentas apropriadas, como policortes ou guilhotinas manuais/automáticas, dependendo do diâmetro do aço.

Dobra do Aço:

- Conformação: As barras e, principalmente, os estribos são dobrados para adquirir o formato e as dimensões exatas especificadas no projeto.
- Bancada de Dobra: Utiliza-se uma bancada com pinos ou gabaritos para garantir a precisão e uniformidade das dobras, especialmente para os estribos que se repetem em série.
- Tipos de Aço: Aço em bobinas (CA-60, por exemplo) é frequentemente usado para estribos menores, enquanto barras retas (CA-50) são usadas para a armadura principal.

Armação – Montagem da Gaiola:

- Montagem: As barras principais (longitudinais) e os estribos (transversais) são unidos para formar a "gaiola" de armação do bloco de coroamento.
- Fixação: A união é feita com arame recozido, amarrando os pontos de intersecção para garantir que a estrutura se mantenha rígida e nas dimensões corretas durante o transporte e a concretagem.
- Arranques dos Pilares: Os arranques dos pilares, que são as barras de aço que se estenderão para cima a partir do bloco, já são incorporados nesta fase, garantindo seu posicionamento e alinhamento corretos.

g) Instalação e Preparação para Concretagem

- Posicionamento: A armação montada é descida e posicionada dentro da forma do bloco de coroamento, que geralmente já está sobre um lastro de concreto magro para regularização e proteção.
- Recobrimento: Devem ser usados espaçadores ("cocadas" ou "bolachas") para garantir o recobrimento mínimo de concreto (geralmente 3,0 cm ou mais, conforme norma) em todas as faces da armação, protegendo o aço contra corrosão.
- Alinhamento: O alinhamento e o esquadro da armação e das formas são verificados cuidadosamente com o auxílio de linhas esticadas a partir do gabarito da obra antes da concretagem.

h) Fabricação, Montagem e Desmontagem de Formas de Madeira

A fabricação, montagem e desmontagem de formas de madeira para blocos de coroamento envolvem cortar tábuas (compensado ou serrada) nas dimensões do projeto, fixá-las com pregos/parafusos formando um caixote, adicionar travamentos e reforços, e usar desmoldante para desmoldagem fácil, sendo cruciais limpeza, nivelamento e o uso de espaçadores para garantir a qualidade final do concreto.

Fabricação – Corte e Preparo:

- Material: Use tábuas de madeira de boa qualidade (espessura mínima de 17mm) ou chapa compensada.
- Corte: Corte as tábuas nas dimensões exatas do bloco (largura, comprimento e altura), incluindo as peças para o fundo e as laterais, além de peças menores para criar as alças e facilitar o transporte/manuseio.
- Aplainamento/Acabamento: Se necessário, aplaine as tábuas e desbaste as quinas (com disco flap e lixa) para evitar rebarbas e facilitar a desforma.

Montagem:

- Formação do Caixote: Fixe as tábuas laterais e as cabeceiras com pregos ou parafusos, formando um caixote ou "caixa".
- Travamento: Adicione reforços (travas) de madeira nas laterais e no topo para suportar a pressão do concreto fresco, evitando deformações.
- Escoramento: Posicione a forma no local exato, garantindo alinhamento e nivelamento perfeitos, com escoramento adequado, especialmente se a alvenaria não estiver pronta.
- Espaçadores: Use espaçadores (canudos, pedacinhos de madeira) para garantir o cobrimento correto das armaduras de aço.
- Preparação Interna: Umedeça as formas até a saturação (se madeira) e/ou aplique desmoldante (óleo diesel, resina) para facilitar a desmoldagem posterior e garantir um bom acabamento.

Desmontagem – Desforma:

- Cura: Espere o concreto atingir a resistência mínima (geralmente alguns dias, dependendo do projeto) para evitar danos ao bloco.
- Remoção: Com cuidado, remova os travamentos e as tábuas laterais. A madeira deve sair sem deformações, e o bloco deve ficar intacto.
- Limpeza: Limpe bem as formas (tábuas) para uso futuro, removendo restos de concreto e desmoldante, e guarde-as.

Sugestão: A alvenaria pode servir como suporte para a forma, reduzindo o trabalho de escoramento, e formas de compensado resinado permitem mais reutilizações.

i) Preparo, Transporte e Lançamento de Concreto Fck = 30 Mpa

O preparo do concreto Fck = 30 MPa em betoneira, seu transporte por jericas e lançamento em bloco de coroamento exigem atenção rigorosa ao traço, tempo de mistura e adensamento para garantir a resistência e evitar falhas como a segregação.

Preparo na Betoneira:

- O preparo mecânico em betoneira garante uma mistura mais uniforme do que o preparo manual. A base para concretos estruturais é geralmente um saco de cimento de 50 kg, ajustando-se as quantidades de agregados e água.
- Traço (exemplo volumétrico por lata de 18L): Embora o traço ideal dependa da umidade dos agregados, uma referência comum para Fck 30 MPa é de aproximadamente 1 saco de cimento: 4 latas de areia: 5 a 6 latas de brita: cerca de 1,5 latas de água (aproximadamente 20-23 litros).
- A Carta Traço deverá ser providenciada;
- Adicione parte da água e metade da brita na betoneira ligada.
- Acrescente o cimento e, em seguida, a areia e o restante da brita.
- Adicione o restante da água gradualmente, ajustando a quantidade para atingir a trabalhabilidade ideal (consistência pastosa e homogênea), sem excessos, o que comprometeria a resistência final.
- Misture por pelo menos 3 a 5 minutos após a adição de todos os materiais para garantir a homogeneidade.

Transportes por Jericas:

- O transporte deve ser rápido e cuidadoso para evitar a segregação (separação dos materiais) e a perda da nata de cimento.
- Equipamentos: Utilize jericas (carrinhos de mão específicos para concreto) em bom estado, preferencialmente com pneus de borracha para minimizar vibrações.
- Percurso: O trajeto deve ser o mais curto e direto possível, sem rampas acentuadas ou obstáculos que causem solavancos.
- Tempo: O concreto deve ser lançado nas formas o mais rápido possível após a mistura, geralmente dentro do tempo de trabalhabilidade especificado (que pode ser de até 90 minutos se usados aditivos, mas na obra manual é bem menos).

Lançamento nas Formas do Bloco de Coroamento:

- Antes do lançamento, verifique se as formas e armaduras estão limpas, corretamente posicionadas e escoradas.
- Lançamento: Despeje o concreto nas formas de forma contínua, evitando quedas livres superiores a 1,5 metros para prevenir a segregação. Distribua-o uniformemente ao longo do bloco.
- Adensamento (Vibração): Esta é uma etapa crítica. O concreto deve ser adensado imediatamente após o lançamento para eliminar vazios ("bicheiras") e garantir o preenchimento de todos os espaços, especialmente ao redor das armaduras.
- Em blocos de coroamento, o uso de um vibrador de imersão (mangote vibratório) é essencial para um concreto Fck 30 MPa. A vibração manual, embora possível em peças pequenas, não é recomendada para estruturas que exigem alta resistência.
- Acabamento e Cura: Após o lançamento e adensamento, a superfície deve ser acabada. Inicie o processo de cura (molhar ou cobrir o concreto para evitar a perda rápida de água) assim que a superfície permitir, o que é fundamental para o desenvolvimento da resistência final do concreto.
- Acompanhar a moldagem de corpos de prova para posterior rompimento em laboratório é fundamental para atestar se o concreto atingiu a resistência de 30 MPa especificada em projeto.

j) Chumbadores e Placa de Base

A execução concomitante ao lançamento do concreto do engaste das ancoragens e da placa metálica ao bloco de coroamento exige um planejamento meticuloso e o uso de gabaritos para garantir o posicionamento exato dos elementos. Esse método, comum na ligação de estruturas metálicas com a fundação, é caracterizado por fixar os chumbadores de espera (barras roscadas ou vergalhões) e a placa de base antes e durante a concretagem dos blocos, para que fiquem corretamente engastados no concreto endurecido.

Posicionamento da Placa de Base e Ancoragens (Chumbadores):

- As ancoragens (chumbadores) e a placa metálica são montadas conjuntamente, geralmente com o auxílio de um gabarito de posicionamento que reproduz a furação exata da base do pilar metálico a ser instalado posteriormente.
- Este conjunto (placa e chumbadores) é fixado rigidamente nas fôrmas, antes do lançamento do concreto, garantindo que os elementos permaneçam na posição correta e no nível especificado pelo projeto estrutural.
- Assegura-se que os chumbadores estejam na profundidade de ancoragem correta, conforme especificado no projeto, para garantir a resistência necessária aos esforços de tração e cisalhamento.

Lançamento e Adensamento do Concreto:

- O concreto é lançado nas fôrmas, envolvendo completamente as ancoragens e a parte inferior da placa de base.
- Durante o lançamento, é fundamental realizar o adensamento cuidadoso do concreto ao redor das ancoragens e sob a placa para eliminar vazios (bicheiras) e garantir a aderência total entre o aço e o concreto, o que é crucial para a transmissão de cargas. A vibração deve ser feita com atenção para não deslocar o conjunto de ancoragem.
- A superfície do concreto é nivelada e acabada até o nível inferior da placa, garantindo que a placa fique perfeitamente assentada após a cura.

Cura do Concreto:

- Após o lançamento, o concreto deve passar pelo processo de cura, que é a manutenção da umidade e temperatura adequadas para que atinja a resistência projetada. A ligação metálica só deve ser montada após o concreto atingir a resistência característica (fck) especificada em projeto, o que geralmente leva vários dias.

Importância:

- A execução concomitante, ou o uso de chumbadores de espera, é o método padrão para garantir uma ligação rígida e eficiente entre a estrutura de concreto e a metálica. A alternativa seria a ancoragem química ou mecânica em concreto já curado, o que exigiria furações precisas e o uso de produtos específicos, mas a instalação concomitante oferece maior garantia de alinhamento e resistência, desde que o posicionamento inicial seja rigorosamente controlado.

k) Impermeabilização de Superfície dos Blocos com Emulsão Asfáltica

A impermeabilização de blocos de coroamento com emulsão asfáltica é um procedimento crucial para proteger a estrutura contra a umidade do solo, prevenindo a corrosão da armadura e aumentando a vida útil da construção. O processo, que envolve a aplicação de duas demãos, segue as seguintes etapas:

Preparação da Superfície:

- Limpeza: A superfície do bloco de coroamento deve estar limpa, seca, isenta de poeira, graxa, óleo, ou qualquer material que impeça a aderência do produto.
- Regularização: Rebarbas de concreto devem ser removidas, e eventuais falhas ou buracos devem ser preenchidos com argamassa para garantir uma superfície uniforme.

Preparação do Produto:

- A emulsão asfáltica, geralmente um produto pronto para uso à base de água, deve ser homogeneizada (agitada ou misturada) antes e durante a aplicação.

Aplicação da Primeira Demão (Demão de Imprimação/Pintura de Ligação):

- A primeira demão é aplicada com o produto diluído em água (proporção geralmente de 2 partes de produto para 1 parte de água, mas verifique as instruções do fabricante).
- A aplicação pode ser feita utilizando ferramentas como rolo, pincel, trincha ou brocha.
- O objetivo desta camada é garantir a penetração do produto nos poros do concreto e melhorar a aderência para as camadas seguintes.
- É necessário aguardar a secagem ao toque (cura) da primeira demão antes de aplicar a próxima. O tempo de secagem varia conforme as condições climáticas (temperatura e umidade).

Aplicação da Segunda Demão:

- A segunda demão é aplicada com o produto puro (sem diluição).
- Utilizam-se as mesmas ferramentas da primeira demão (rolo, pincel, etc.).
- Em alguns casos, para um reforço extra, pode-se intercalar a aplicação com uma tela estruturante (como a tela de poliéster) entre a primeira e a segunda demão, ou após a segunda demão, para evitar fissuras.

Finalização e Proteção:

- Após a secagem completa da última demão (o tempo total de cura pode levar alguns dias, dependendo do produto e do clima), é fundamental fazer a proteção mecânica da área impermeabilizada.
- A proteção mecânica geralmente consiste em um chapisco e, em seguida, um revestimento com argamassa para proteger a emulsão asfáltica contra danos físicos e a ação direta do sol.
- Somente após a cura total e a proteção mecânica, o reaterro ou a continuidade da obra (como a concretagem do baldrame por cima) deve ser realizada.

l) Fabricação de Estrutura de Pilares e Vigas em Aço ASTM A572 Grau 50

A fabricação de uma estrutura de pilares e vigas em aço ASTM A572 Grau 50 é um processo industrial que segue etapas rigorosas para garantir a resistência e durabilidade do material, que possui limite de escoamento mínimo de 345 MPa (50 ksi) e boa soldabilidade.

Fornecimento de Materiais e Insumos:

- Matéria-prima: A aquisição dos perfis e chapas de aço deve ser feita junto a fornecedores certificados, garantindo que o material atenda rigorosamente à especificação ASTM A572 Grau 50.
- Certificação: Cada lote de material deve vir acompanhado de certificados de análise química e propriedades mecânicas (mil sheets), que atestam a conformidade com a norma.
- Insumos: Incluem consumíveis de soldagem (eletrodos, arames, gases), parafusos de alta resistência (se aplicável), e materiais para tratamento de superfície e pintura (solventes, abrasivos, tintas).

Serviços de Corte e Furação

- Corte: A matéria-prima é cortada nas dimensões especificadas pelo projeto de detalhamento (engenharia). Pode ser realizado por:
- Serra elétrica: Para perfis laminados.
- Oxicorte ou plasma: Para chapas e perfis de maiores espessuras, ou para cortes com geometrias complexas.
- Furação: As furações para conexões parafusadas são feitas com máquinas CNC (controle numérico computadorizado) para garantir a precisão do gabarito, essencial para a montagem em campo.

Solda (Caldeiraria)

- Preparo das peças: As bordas a serem soldadas são preparadas (chanfradas) para garantir a penetração adequada da solda.
- Ponteamento e Montagem: As peças são pré-montadas em gabaritos para assegurar o alinhamento e as dimensões corretas, e então fixadas provisoriamente por ponteamento.
- Soldagem: A soldagem é realizada por processos qualificados (como MIG/MAG, Eletrodo Revestido, Arco Submerso, etc.), seguindo procedimentos de soldagem (WPS - Welding Procedure Specification) e por soldadores qualificados (WPQ - Welder Performance Qualification). O aço A572 Grau 50 possui boa soldabilidade, mas os procedimentos devem ser seguidos para evitar defeitos.

- Controle de Qualidade: Inspeções visuais, testes não destrutivos (líquido penetrante, ultrassom, radiografia) são realizados para verificar a integridade das juntas soldadas.

Preparo de Superfície e Pintura:

- Limpeza: A superfície do aço deve ser limpa para remover carepas de laminação, ferrugem, óleo e outras impurezas. O método mais comum é o jateamento abrasivo (frequentemente com granalha de aço) para criar uma rugosidade que garanta a aderência da tinta.
- Esquema de Pintura: Um esquema de pintura, especificado em projeto, é aplicado. Isso geralmente envolve:
- Tinta de Fundo (Primer): Camada inicial anticorrosiva (ex: zarcão, epóxi rico em zinco).
- Camadas Intermediárias e de Acabamento: Dependendo do ambiente de exposição (atmosférico, industrial, marítimo), camadas adicionais de epóxi ou poliuretano são aplicadas para proteção de longo prazo.

Transporte ao Local da Obra:

- Embalagem e Identificação: As peças prontas são conferidas, identificadas com marcações claras (marcas de peça conforme o projeto de detalhamento) e embaladas para evitar danos durante o transporte.
- Logística: O transporte é planejado considerando as dimensões e pesos das peças, utilizando carretas ou caminhões apropriados para garantir a segurança e a conformidade com as leis de trânsito.

Montagem:

- Fundação e Chumbadores: A etapa inicial na obra é a verificação da fundação e a correta instalação dos chumbadores, que devem estar perfeitamente gabaritados, pois não podem ser reposicionados após a cura do concreto.
- Ereção da Estrutura: Utilizando guindastes e outros equipamentos de elevação, os pilares são fixados aos chumbadores e, em seguida, as vigas são conectadas aos pilares, formando o esqueleto da estrutura.

- Conexões: As conexões (parafusadas ou soldadas em campo) são executadas, com verificação final do torque dos parafusos, garantindo a estabilidade e segurança da estrutura.

Acabamentos Finais:

- Instalação de elementos secundários (terças, contraventamentos) e, se necessário, aplicação de proteção passiva contra fogo.

Inspeção Final:

- Verificação do prumo, nível e alinhamento de toda a estrutura montada.

m) Execução de Rasgo em Concreto Ciclópico

A perfuração de uma parede de concreto ciclópico de 75 cm de espessura com perfuratriz e coroa diamantada (D=100 mm) para um rasgo maior é um processo de alta precisão e controlado, que envolve a execução de múltiplos furos paralelos e sequenciados para, posteriormente, remover o material entre eles.

Planejamento e Segurança:

- Avaliação Estrutural: Verificar a função da parede (como muro de arrimo ou fundação) para garantir que as perfurações não comprometam a estabilidade da estrutura.
- EPIs: O operador deve utilizar equipamentos de proteção individual (EPIs) obrigatórios, como luvas, sapatos de borracha, óculos de proteção, máscara contra poeira e protetor auricular.
- Marcação: Marcar com precisão o contorno do rasgo desejado na parede. Em seguida, marcar os centros dos furos de 100 mm de diâmetro, garantindo um espaçamento mínimo de cerca de 5-10 mm entre as bordas de cada furo para manter a integridade do material durante a perfuração.
- Fixação do Equipamento: A perfuratriz deve ser fixada de forma segura à estrutura, geralmente utilizando um sistema de ancoragem com chumbador mecânico (parabolt) ou, em superfícies lisas, um sistema de vácuo, para garantir a estabilidade e o alinhamento da perfuração. A perfuração em ângulo pode ser ajustada na base da máquina, se necessário.

Execução da Perfuração:

- Configuração: Instalar a coroa diamantada (serra copo) de 100 mm na perfuratriz, certificando-se de que esteja bem acoplada ao eixo.
- Refrigeração a Água: Conectar um sistema de fornecimento de água à perfuratriz. A refrigeração a água é essencial para resfriar a coroa diamantada, prolongar sua vida útil, evitar o superaquecimento dos segmentos de diamante e controlar a poeira gerada.
- Controle de Velocidade: A perfuratriz deve operar em uma velocidade apropriada para concreto (geralmente rotações mais baixas, como 460 rpm ou 900 rpm, dependendo da máquina), selecionada no equipamento.
- Perfuração Sequenciada: Iniciar a perfuração de cada furo, aplicando pressão constante e moderada. A perfuratriz deve ser avançada gradualmente na espessura de 75 cm da parede. O operador controla o avanço usando uma alavanca e um sistema de cremalheira.
- Desafios do Ciclópico: O concreto ciclópico contém pedras de mão ou matacões de grandes dimensões. A coroa diamantada é capaz de cortar tanto o concreto quanto a ferragem e as pedras internas, mas a presença de agregados graúdos pode aumentar o tempo de perfuração e exigir mais atenção e controle da pressão por parte do operador.
- Extração do Carote: Após completar cada furo (atravessar os 75 cm), utilizar um extrator de carotes para remover o núcleo cilíndrico de concreto (carote).

Acabamento:

- Remoção do Material: Com todos os furos sequenciados e paralelos concluídos, o material restante entre os furos (formando o rasgo maior) pode ser removido utilizando ferramentas de demolição controlada, como marteletes ou cinzéis, resultando em um corte limpo e preciso do rasgo.
- Limpeza: Limpar a área de trabalho, removendo detritos e a lama resultante da refrigeração a água.

Remoção e Destinação Final do Entulho Classe A

A remoção e destinação final do entulho Classe A (alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos) são regidas no Brasil pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305/2010

e detalhadas pela Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações (como a Resolução CONAMA nº 448/2012).

O processo envolve as seguintes etapas, que devem ser planejadas no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC):

- Classificação e Segregação na Origem
- Os resíduos Classe A são definidos como reutilizáveis ou recicláveis como agregados. É fundamental a separação correta dos materiais já no canteiro de obras para evitar a contaminação por outros tipos de resíduos (Classes B, C e D).
- Materiais inclusos: Tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento cerâmico, argamassa, concreto e solos provenientes de terraplanagem.

Acondicionamento e Armazenamento Temporário:

- Os resíduos devem ser armazenados temporariamente em locais específicos e identificados no canteiro de obras.
- Para pequenos volumes (até 50 kg por dia/imóvel, dependendo da legislação municipal), o material pode ser acondicionado em sacos resistentes ou pequenos contentores para coleta pública.
- Para grandes volumes, utilizam-se, geralmente, caçambas metálicas padronizadas, fornecidas por empresas de coleta licenciadas.

Transporte:

- O transporte dos resíduos deve ser realizado por transportadores licenciados pelo município e órgãos ambientais. O gerador do resíduo (construtora ou proprietário da obra) e o transportador são corresponsáveis pela destinação correta. O controle desse processo é frequentemente feito através do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR).

Destinação Final (Prioridade para Reciclagem):

- A destinação final deve priorizar, na ordem, a não geração, redução, reutilização e reciclagem, conforme a PNRS. A disposição em aterros deve ser a última opção.

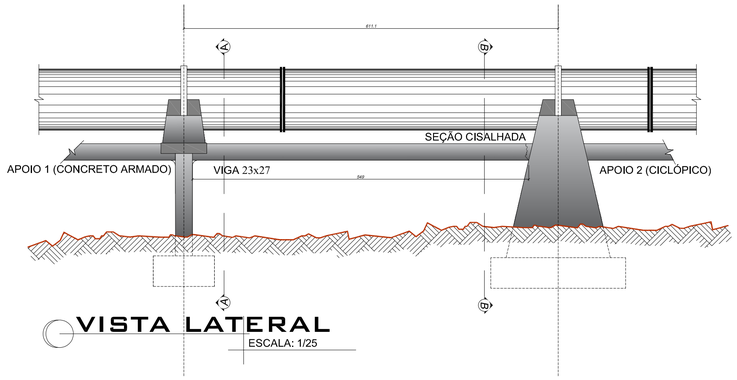
- Reutilização na Obra: É possível triturar o material grosseiramente e reutilizá-lo como base ou sub-base de pavimentação dentro da própria obra, se viável tecnicamente e autorizado pelo projeto.
- Reciclagem em Usinas (Central de Reciclagem de RCC): Esta é a destinação mais comum e recomendada. Os resíduos são levados para usinas de reciclagem, onde são triturados, peneirados e separados de eventuais contaminantes (como plásticos ou metais). O produto final, o agregado reciclado, é utilizado na produção de novos materiais de construção, como contrapisos, argamassas não estruturais, ou em obras de pavimentação e terraplenagem.
- Aterros de Resíduos Inertes (Aterros Classe A): Caso a reciclagem não seja viável economicamente ou tecnologicamente na região, ou para rejeitos do processo de reciclagem, o material pode ser encaminhado para aterros específicos para resíduos de Classe A (aterros de inertes). Os municípios e o Distrito Federal foram obrigados a cessar a disposição desses resíduos em aterros sanitários de lixo domiciliar.

3.18 ORÇAMENTO E CRONOGRAMA DE OBRAS

O orçamento foi elaborado considerando insumos, mão de obra, equipamentos, materiais especiais de reparo e reforço estrutural, bem como serviços preliminares e logística.

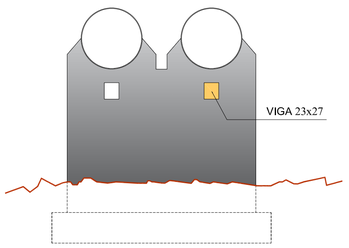
O cronograma físico-financeiro deverá contemplar todas as etapas da obra com prazos compatíveis com a necessidade de continuidade operacional dos condutos forçados.

4 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 01



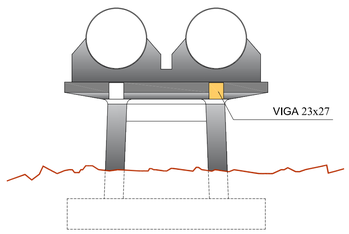
VISTA LATERAL

ESCALA: 1/25



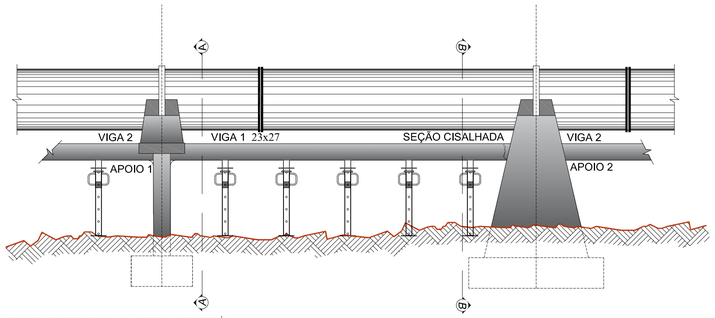
CORTE BB

ESCALA: 1/25



CORTE AA

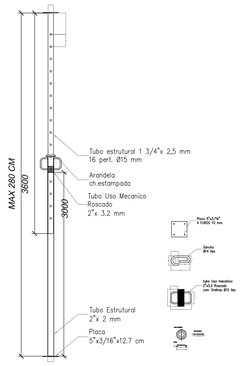
ESCALA: 1/25



ESCORAMENTO

ESCALA: 1/25

OBRAS VIGAS 1 E 2, DEVERÃO SER INTEGRALMENTE ESCORADAS EM TODO O PROCESSO DE DEMOLIÇÃO E RECONSTITUIÇÃO DA VIGA 1.



EXECUÇÃO DOS FUROS PARA ANCORAGEM

1. Planeamento e Preparação:

1.1. Avaliação da área de perfuração e consulta de projetos estruturais para evitar a intersecção com tubulações, cabos elétricos ou elementos estruturais críticos. O uso de equipamentos como radar de penetração no solo (GPR) pode ser necessário para inspeção não destrutiva.

1.2. Marcação precisa do ponto central do furo.

1.3. Garantir uma fonte de energia elétrica compatível com o equipamento e uma fonte de água pressurizada para a refrigeração.

2. Fixação do Equipamento:

2.1. A base da perfuratriz é fixada firmemente à superfície de concreto para garantir o alinhamento e prevenir movimentos indesejados durante a operação.

2.2. Montagem e Configuração:

2.3. A coroa diamantada de 20 mm é acoplada firmemente ao eixo (spindle) da perfuratriz.

2.4. O sistema de água é conectado ao equipamento e a mangueira é posicionada para garantir o fluxo de refrigeração através do interior da coroa.

2.5. Ajuste da perfuratriz para a angulação correta (geralmente 90 graus para furos perpendiculares).

2.6. Seleção da velocidade de rotação (RPM) apropriada para o diâmetro de 20 mm e dureza do concreto.

3. Execução da Perfuração:

3.1. Iniciar o fluxo de água antes de ligar o motor da perfuratriz.

3.2. Aproximar a coroa da superfície em baixa velocidade para criar um sulco guia (guia inicial), assegurando o alinhamento.

3.3. Aumentar gradualmente a velocidade e aplicar pressão manual ou mecânica (através da alavanca do pedestal) de forma constante e controlada. A pressão excessiva pode superaquecer a coroa ou "polir" os diamantes, enquanto a pressão insuficiente reduz a eficiência de corte.

3.4. Manter a pressão e o fluxo de água até atingir a profundidade desejada. A água de refrigeração e os resíduos (slurry) sairão pela abertura da coroa.

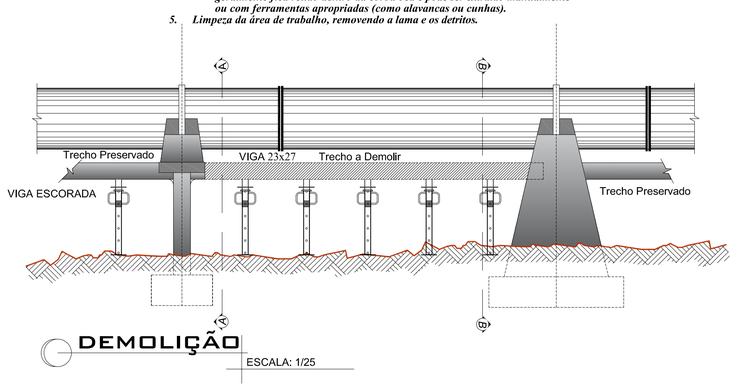
3.5. A consistência da lama de perfuração indica a eficácia do processo; a presença de aparas metálicas na água sugere o corte de vergalhões.

4. Finalização e Extração:

4.1. Ao completar o furo, interromper a aplicação de pressão e, em seguida, desligar o motor. Manter a água a fluir por um breve período para limpar a área.

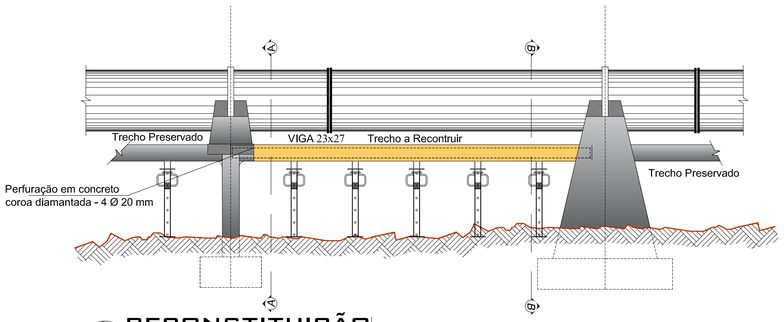
4.2. Retirar a coroa do furo. O núcleo cilíndrico de concreto ("tampão" ou slug) geralmente fica retido dentro da coroa oca e pode ser extraído manualmente ou com ferramentas apropriadas (como alavancas ou cunhas).

5. Limpeza da área de trabalho, removendo a lama e os detritos.



DEMOLIÇÃO

ESCALA: 1/25



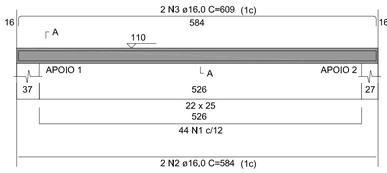
RECONSTITUIÇÃO

ESCALA: 1/25

Pavimento 1

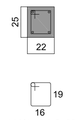
V1

ESC 1:50



SEÇÃO A-A

ESC 1:25



ARMAÇÃO

ESCALA: 1/25

RELAÇÃO DO AÇO

V1

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	44	82	3608
	2	16.0	2	584	1168
	3	16.0	2	609	1218

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	36.1	9.7
	16.0	23.9	41.4
PESO TOTAL (kg)			
CA50	51.1		

Volume de concreto (C-30) = 0.32 m³

Área de forma = 4,24 m²

Recuperação Estrutural

1. Limpeza e Preparação

1.1. Escovamento:

1.1.1. Remoção da ferrugem solta com escovas de aço rotativas ou manuais até atingir o "brilho metálico";

1.1.2. Hidrojateamento ou Jateamento Abrasivo:

1.1.3. Em casos severos, utiliza-se pressão para remover impurezas e cloretos incrustados.

1.2. Exposição da Barra:

1.2.1. Deve-se remover o concreto ao redor da barra (cerca de 2 cm de folga) para garantir que o tratamento envolva toda a circunferência da armadura.

2. Proteção Contra Corrosão:

2.1. Inibidores de Corrosão:

2.1.1. Pinturas à base de zinco ou passivadores de armadura (geralmente produtos bicomponentes à base de cimento e polímeros).

2.2. Ponte de Aderência:

2.2.1. Servem para melhorar a ligação entre o aço antigo e o novo concreto/graute de reparo.

3. Emendas de Armadura Longitudinal

3.1. Conforme a ABNT NBR 6118:2023, as barras longitudinais podem ser emendadas de três formas:

3.1.1. Por Traspasse:

3.1.1.1. As barras são sobrepostas em uma extensão calculada. Não é permitido para barras com diâmetro superior a 32 mm.

3.1.2. Por Luvas Mecânicas:

3.1.2.1. Conectores rosqueados ou prensados que unem as pontas das barras. Ideal para evitar o congestionamento de aço.

3.1.3. Por Solda:

3.1.3.1. Exige aço soldável (tipo de aço específico) e controle de temperatura para não alterar as propriedades mecânicas.

4. Ancoragem e Cobrimento:

4.1. Cobrimento Nominal:

4.1.1. É a camada de concreto entre a barra e a face externa. Deve seguir a classe de agressividade ambiental (CAA). Em ambientes urbanos (CAA II), o comum é 2,5 cm a 3,0 cm para vigas e pilares.

4.2. Ganchos:

4.2.1. As extremidades das armaduras longitudinais devem possuir ganchos ou comprimentos de ancoragem suficientes para transferir os esforços para o concreto.

5. Substituição de Seção:

5.1. Se a armadura perdeu mais de 15% a 20% da sua seção transversal devido à corrosão, o tratamento de limpeza não é suficiente. É necessário:

5.2. Corte do trecho degradado.

5.2.1. Adição de uma nova barra suplementar com o mesmo diâmetro, respeitando o comprimento de traspasse necessário.

CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DE VIGA EM CONCRETO ARMADO
(RECUPERAÇÃO 01-UTM E: 462380, N: 7507252N

CONTEÚDO |

Projeto de Recuperação Estrutural

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

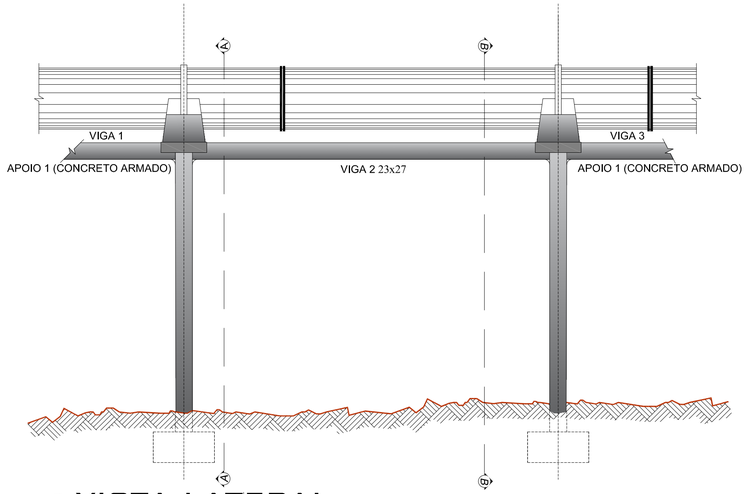
ESCALA |	ÁREA |	PRANCHA |
IND.	-m²	01 / 01

UMA EMPRESA DO GRUPO: midt | ENGENHARIA

CONJ. 04

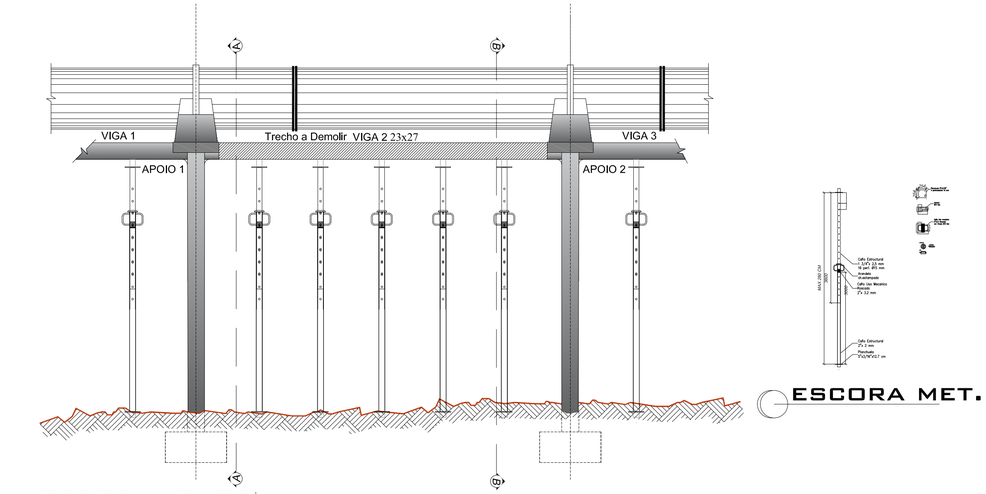
PROJETO ESTRUTURAL

5 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 02



VISTA LATERAL

ESCALA: 1/25

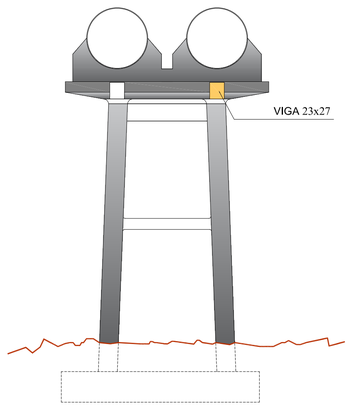


ESCORAMENTO

ESCALA: 1/25

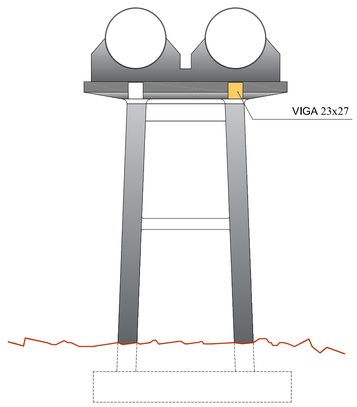
OBS:AS VIGAS 1, 2 E 3 DEVERÃO SER INTEGRALMENTE ESCORADAS EM TODO O PROCESSO DE DEMOLIÇÃO E RECONSTITUIÇÃO DA VIGA 1.

ESCORA MET.



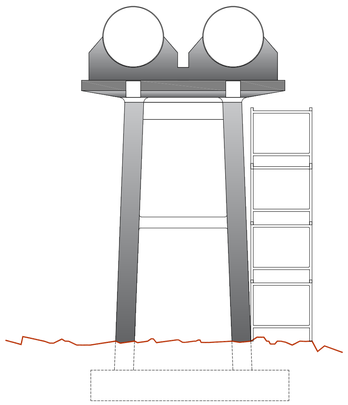
CORTE AA

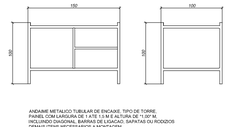
ESCALA: 1/25



CORTE BB

ESCALA: 1/25





ANDAIME METALICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, PAINEL COM LARGURA DE 1 A 75 1,5 M E ALTURA DE 1,50 M INCLUINDO DIAGONAL, BARRAS DE LIGACAO, SAPATAS OU RODIZIOS DEMAIS ITENS NECESSARIOS A MONTAGEM

ANDAIME

CORTE BB

ESCALA: 1/25

Recuperação Estrutural

1. Limpeza e Preparação

1.1. Escovamento:
1.1.1. Remoção da ferrugem solta com escovas de aço rotativas ou manuais até atingir o "brilho metálico";
1.1.2. Hidrojateamento ou Jateamento Abrasivo:
1.1.3. Em casos severos, utiliza-se pressão para remover impurezas e cloretos incrustados.

1.2. Exposição da Barra:
1.2.1. Deve-se remover o concreto ao redor da barra (cerca de 2 cm de folga) para garantir que o tratamento envolva toda a circunferência da armadura.

2. Proteção Contra Corrosão:

2.1. Inibidores de Corrosão:
2.1.1. Pinturas à base de zinco ou passivadores de armadura (geralmente produtos bicomponentes à base de cimento e polímeros).

2.2. Ponte de Aderência:
2.2.1. Servem para melhorar a ligação entre o aço antigo e o novo concreto/graute de reparo.

3. Emendas de Armadura Longitudinal

3.1. Conforme a ABNT NBR 6118:2023, as barras longitudinais podem ser emendadas de três formas:
3.1.1. Por Traspasse:
3.1.1.1. As barras são sobrepostas em uma extensão calculada. Não é permitido para barras com diâmetro superior a 32 mm.
3.1.2. Por Luvas Mecânicas:
3.1.2.1. Conectores rosqueados ou prensados que unem as pontas das barras. Ideal para evitar o congestionamento de aço.
3.1.3. Por Solda:
3.1.3.1. Exige aço soldável (tipo de aço específico) e controle de temperatura para não alterar as propriedades mecânicas.

4. Ancoragem e Cobrimento:

4.1. Cobrimento Nominal:
4.1.1. É a camada de concreto entre a barra e a face externa. Deve seguir a classe de agressividade ambiental (CAA). Em ambientes urbanos (CAA II), o comum é 2,5 cm a 3,0 cm para vigas e pilares.

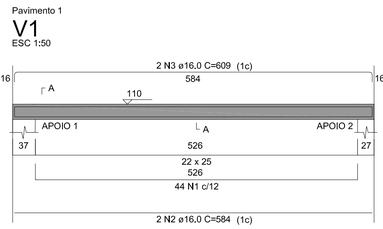
4.2. Ganchos:
4.2.1. As extremidades das armaduras longitudinais devem possuir ganchos ou comprimentos de ancoragem suficientes para transferir os esforços para o concreto.

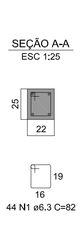
5. Substituição de Seção:

5.1. Se a armadura perdeu mais de 15% a 20% da sua seção transversal devido à corrosão, o tratamento de limpeza não é suficiente. É necessário:
5.2. Corte do trecho degradado.
5.2.1. Adição de uma nova barra suplementar com o mesmo diâmetro, respeitando o comprimento de traspasse necessário.

EXECUÇÃO DOS FUROS PARA ANCORAGEM

1. Planeamento e Preparação:
1.1. Avaliação da área de perfuração e consulta de projetos estruturais para evitar a intersecção com tubulações, cabos elétricos ou elementos estruturais críticos. O uso de equipamentos como radar de penetração no solo (GPR) pode ser necessário para inspeção não destrutiva.
1.2. Marcação precisa do ponto central do furo.
1.3. Garantir uma fonte de energia elétrica compatível com o equipamento e uma fonte de água pressurizada para a refrigeração.
2. Fixação do Equipamento:
2.1. A base da perfuratriz é fixada firmemente à superfície de concreto para garantir o alinhamento e prevenir movimentos indesejados durante a operação.
2.2. Montagem e Configuração:
2.3. A coroa diamantada de 20 mm é acoplada firmemente ao eixo (spindle) da perfuratriz.
2.4. O sistema de água é conectado ao equipamento e a mangueira é posicionada para garantir o fluxo de refrigeração através do interior da coroa.
2.5. Ajuste da perfuratriz para a angulação correta (geralmente 90 graus para furos perpendiculares).
2.6. Seleção da velocidade de rotação (RPM) apropriada para o diâmetro de 20 mm e dureza do concreto.
3. Execução da Perfuração:
3.1. Iniciar o fluxo de água antes de ligar o motor da perfuratriz.
3.2. Aproximar a coroa da superfície em baixa velocidade para criar um sulco guia (guia inicial), assegurando o alinhamento.
3.3. Aumentar gradualmente a velocidade e aplicar pressão manual ou mecânica (através da alavanca do pedestal) de forma constante e controlada. A pressão excessiva pode superaquecer a coroa ou "polir" os diamantes, enquanto a pressão insuficiente reduz a eficiência de corte.
3.4. Manter a pressão e o fluxo de água até atingir a profundidade desejada. A água de refrigeração e os resíduos (slurry) sairão pela abertura da coroa.
3.5. A consistência da lama de perfuração indica a eficácia do processo; a presença de aparas metálicas na água sugere o corte de vergalhões.
4. Finalização e Extração:
4.1. Ao completar o furo, interromper a aplicação de pressão e, em seguida, desligar o motor. Manter a água a fluir por um breve período para limpar a área.
4.2. Retirar a coroa do furo. O núcleo cilíndrico de concreto ("tampão" ou slug) geralmente fica retido dentro da coroa oca e pode ser extraído manualmente ou com ferramentas apropriadas (como alavancas ou cunhas).
5. Limpeza da área de trabalho, removendo a lama e os detritos.





ARMAÇÃO

ESCALA: 1/25

RELAÇÃO DO AÇO

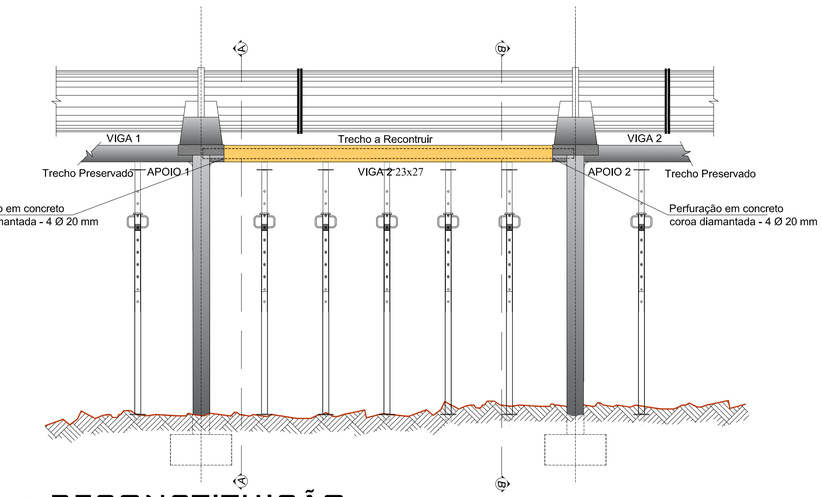
V1

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	44	82	3608
	2	16.0	2	584	1168
	3	16.0	2	609	1218

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	36.1	9.7
	16.0	23.9	41.4
PESO TOTAL (kg)			
CA50	51.1		

Volume de concreto (C-30) = 0.29 m³
Área de forma = 3.79 m²



RECONSTITUIÇÃO

ESCALA: 1/25

OBS:AS VIGAS 1, 2 E 3 DEVERÃO SER INTEGRALMENTE ESCORADAS EM TODO O PROCESSO DE DEMOLIÇÃO E RECONSTITUIÇÃO DA VIGA 1.

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSAVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DE VIGA EM CONCRETO ARMADO
(RECUPERAÇÃO 02-UTM E: 462409, N: 7507287)

CONTEÚDO |

Projeto de Recuperação Estrutural

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

ESCALA |	ÁREA |	PRANCHA |	CONJ.
IND.	-m²	01 / 01	05

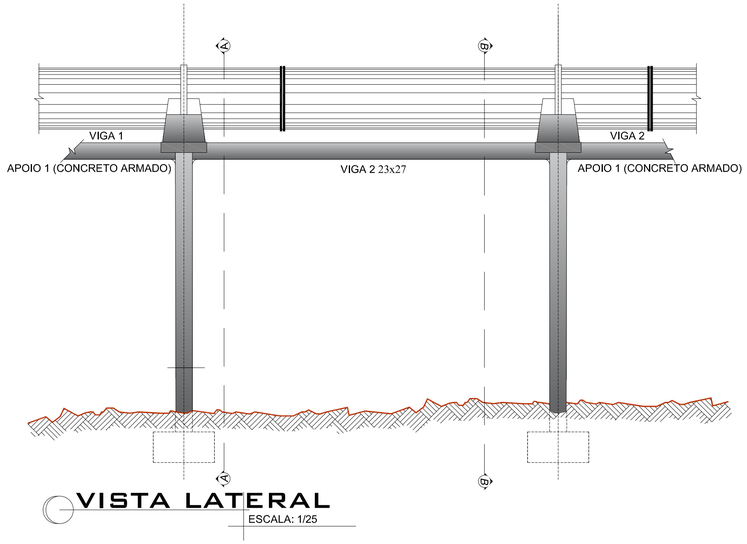
UMA EMPRESA DO GRUPO: midt | ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS. Uma empresa do grupo MIDT ENGENHARIA LTDA, CNPJ nº 40.301.626/0001-52
Rua Daniel Lourenço da Silva, nº 342, Sala 01, Bairro Vila Nova, Pancas/ES, CEP:29.750-000, Contato: (27) 99841-1029 – E-mail: schimidt.ci@gmail.com

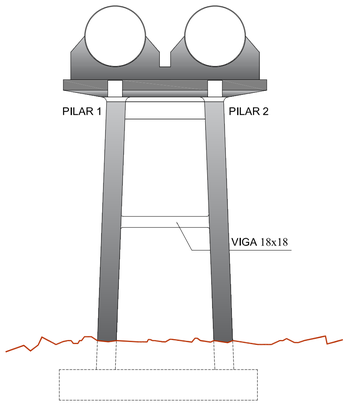
A1

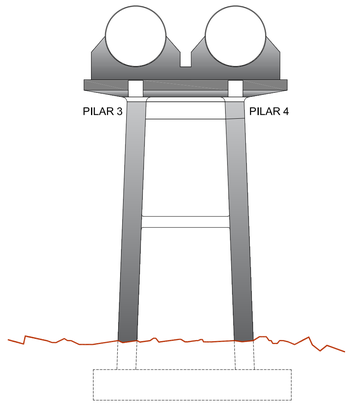
6 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 03



VISTA LATERAL

ESCALA: 1/25



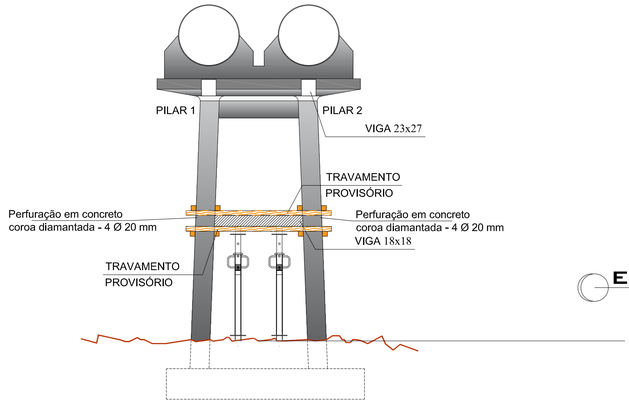


CORTE AA

ESCALA: 1/25

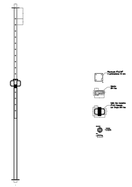
CORTE BB

ESCALA: 1/25

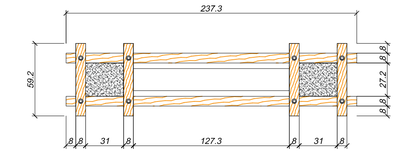


ESCORAMENTO

ESCALA: 1/25



ESCORA MET.



TRAVAMENTO

ESCALA: 1/25

TRAVAMENTO PROVISÓRIO DOS PILARES:

1. Planejamento e Marcação:
1.1. Definir a posição exata das cruzetas para maximizar sua eficiência no contraventamento, conforme projeto.
1.2. Medir e cortar as cruzetas com precisão, garantindo que o comprimento permita uma sobreposição ou um encaixe adequado nos pilares.
1.3. Os cortes devem ser realizados cuidadosamente com serra e finalizados com formão, garantindo um ajuste justo, sem folgas, o que aumenta a resistência da junta.
2. Fixação das Cruzetas:
2.1. Alinhamento e Nivelamento: Posicionar nos pilares e verificar seu prumo (verticalidade) com um nível antes de fixar as cruzetas. Esticar uma linha de nylon para garantir o alinhamento horizontal.
2.2. Fixação: Utilizar parafusos de aço de bitola e comprimento adequados para fixar as cruzetas nos pilares. A escolha do fixador depende dos esforços previstos e do projeto estrutural. Para ligações mais robustas, parafusos com porcas e arruelas são preferíveis.
2.3. As fixações devem ser feitas em múltiplas posições em cada extremidade da cruzeta para distribuir a carga e evitar a rotação da peça.

Recuperação Estrutural

1. Limpeza e Preparação

1.1. Escovamento:
1.1.1. Remoção da ferrugem solta com escovas de aço rotativas ou manuais até atingir o "brilho metálico";
1.1.2. Hidrojateamento ou Jateamento Abrasivo:
1.1.3. Em casos severos, utiliza-se pressão para remover impurezas e cloretos incrustados.

1.2. Exposição da Barra:
1.2.1. Deve-se remover o concreto ao redor da barra (cerca de 2 cm de folga) para garantir que o tratamento envolva toda a circunferência da armadura.

2. Proteção Contra Corrosão:

2.1. Inibidores de Corrosão:
2.1.1. Pinturas à base de zinco ou passivadores de armadura (geralmente produtos bicomponentes à base de cimento e polímeros).

2.2. Ponte de Aderência:
2.2.1. Servem para melhorar a ligação entre o aço antigo e o novo concreto/graute de reparo.

3. Emendas de Armadura Longitudinal

3.1. Conforme a ABNT NBR 6118:2023, as barras longitudinais podem ser emendadas de três formas:
3.1.1. Por Traspasse:
3.1.1.1. As barras são sobrepostas em uma extensão calculada. Não é permitido para barras com diâmetro superior a 32 mm.
3.1.2. Por Luvas Mecânicas:
3.1.2.1. Conectores rosqueados ou prensados que unem as pontas das barras. Ideal para evitar o congestionamento de aço.
3.1.3. Por Solda:
3.1.3.1. Exige aço soldável (tipo de aço específico) e controle de temperatura para não alterar as propriedades mecânicas.

4. Ancoragem e Cobrimento:

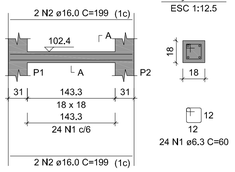
4.1. Cobrimento Nominal:
4.1.1. É a camada de concreto entre a barra e a face externa. Deve seguir a classe de agressividade ambiental (CAA). Em ambientes urbanos (CAA II), o comum é 2,5 cm a 3,0 cm para vigas e pilares.

4.2. Ganchos:
4.2.1. As extremidades das armaduras longitudinais devem possuir ganchos ou comprimentos de ancoragem suficientes para transferir os esforços para o concreto.

5. Substituição de Seção:

5.1. Se a armadura perdeu mais de 15% a 20% da sua seção transversal devido à corrosão, o tratamento de limpeza não é suficiente. É necessário:
5.2. Corte do trecho degradado.
5.2.1. Adição de uma nova barra suplementar com o mesmo diâmetro, respeitando o comprimento de traspasse necessário.

V1
ESC 1:25



SEÇÃO A-A
ESC 1:12.5

RELAÇÃO DO AÇO

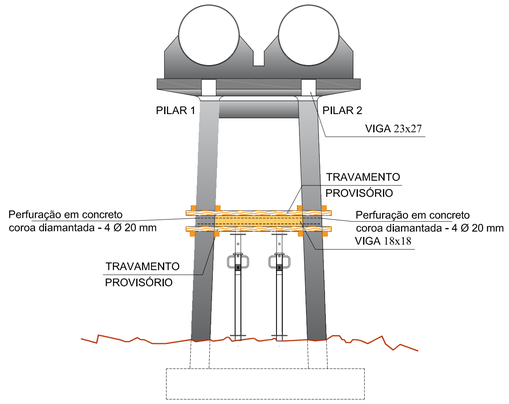
V1

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6,3	24	60	1440
	2	16,0	4	199	796

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6,3	14.4	3,9
	16,0	8	13,8
PESO TOTAL (kg)			
CA50	17.7		

Volume de concreto (C-30) = 0,04 m³
Área de forma = 0,7 m²



ESCORAMENTO

ESCALA: 1/25

EXECUÇÃO DOS FUROS PARA ANCORAGEM

1. Planeamento e Preparação:
1.1. Avaliação da área de perfuração e consulta de projetos estruturais para evitar a intersecção com tubulações, cabos elétricos ou elementos estruturais críticos. O uso de equipamentos como radar de penetração no solo (GPR) pode ser necessário para inspeção não destrutiva.
1.2. Marcação precisa do ponto central do furo.
1.3. Garantir uma fonte de energia elétrica compatível com o equipamento e uma fonte de água pressurizada para a refrigeração.
2. Fixação do Equipamento:
2.1. A base da perfuratriz é fixada firmemente à superfície de concreto para garantir o alinhamento e prevenir movimentos indesejados durante a operação.
2.2. Montagem e Configuração:
2.3. A coroa diamantada de 20 mm é acoplada firmemente ao eixo (spindle) da perfuratriz.
2.4. O sistema de água é conectado ao equipamento e a mangueira é posicionada para garantir o fluxo de refrigeração através do interior da coroa.
2.5. Ajuste da perfuratriz para a angulação correta (geralmente 90 graus para furos perpendiculares).
2.6. Seleção da velocidade de rotação (RPM) apropriada para o diâmetro de 20 mm e dureza do concreto.
3. Execução da Perfuração:
3.1. Iniciar o fluxo de água antes de ligar o motor da perfuratriz.
3.2. Aproximar a coroa da superfície em baixa velocidade para criar um sulco guia (guia inicial), assegurando o alinhamento.
3.3. Aumentar gradualmente a velocidade e aplicar pressão manual ou mecânica (através da alavanca do pedestal) de forma constante e controlada. A pressão excessiva pode superaquecer a coroa ou "polir" os diamantes, enquanto a pressão insuficiente reduz a eficiência de corte.
3.4. Manter a pressão e o fluxo de água até atingir a profundidade desejada. A água de refrigeração e os resíduos (slurry) saírão pela abertura da coroa.
3.5. A consistência da lama de perfuração indica a eficácia do processo; a presença de aparas metálicas na água sugere o corte de vergalhões.
4. Finalização e Extração:
4.1. Ao completar o furo, interromper a aplicação de pressão e, em seguida, desligar o motor. Manter a água a fluir por um breve período para limpar a área.
4.2. Retirar a coroa do furo. O núcleo cilíndrico de concreto ("tampão" ou slug) geralmente fica retido dentro da coroa oca e pode ser extraído manualmente ou com ferramentas apropriadas (como alavancas ou cunhas).
5. Limpeza da área de trabalho, removendo a lama e os detritos.

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DE VIGA EM CONCRETO ARMADO
(RECUPERAÇÃO 03 - UTM E: 462154, N: 7507249)

CONTEÚDO |

Projeto de Recuperação Estrutural

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

ESCALA |	ÁREA |	PRANCHA |	CONJ.
IND.	-m²	01 / 01	06

UMA EMPRESA DO GRUPO: micl | ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

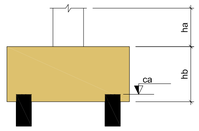
CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS. Uma empresa do grupo MIDT ENGENHARIA LTDA, CNPJ nº 40.301.626/0001-52
Rua Daniel Lourenço da Silva, nº 342, Sala 01, Bairro Vila Nova, Pancas/ES, CEP-29.750-000, Contato: (27) 99841-1029 – E-mail: schmidt.cb@gmail.com

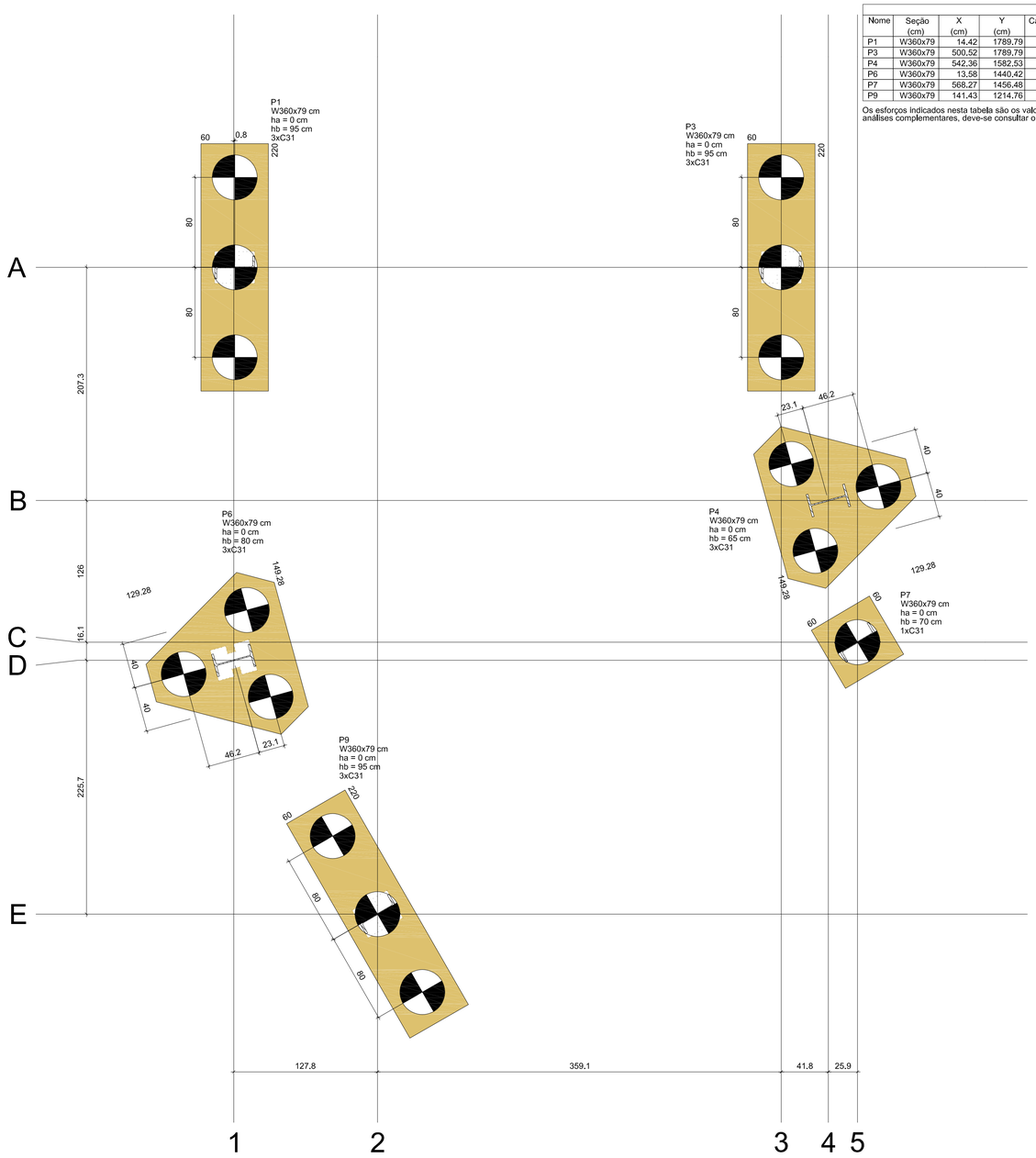
7 – PROJETO ESTRUTURAL DA RECUPERAÇÃO 04

Pilar													Fundação				Bloco			
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (kN)	Carga Mín. (kN)	Mx Máximo (kgf.m) Positivo	Mx Máximo (kgf.m) Negativo	My Máximo (kgf.m) Positivo	My Máximo (kgf.m) Negativo	Fx Máximo (kN) Positivo	Fx Máximo (kN) Negativo	Fy Máximo (kN) Positivo	Fy Máximo (kN) Negativo	Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)	h1 / hb (cm)	ne	Estaca	ca (cm)	Base tub. (cm)
P1	W360x79	14,42	1789,79	181	178	100	-300	4500	0	0	-52	3	0	220	60	0	95	3	C31	-80	-
P3	W360x79	500,52	1789,79	172	170	100	-100	0	-3700	59	0	3	0	220	60	0	95	3	C31	-80	-
P4	W360x79	542,36	1582,53	190	189	1700	0	0	-5800	75	0	21	0	149	129	0	65	3	C31	-50	-
P6	W360x79	13,58	1440,42	303	301	0	-2200	7700	0	0	-97	0	-27	149	129	0	80	3	C31	-65	-
P7	W360x79	568,27	1456,48	136	133	1400	0	0	-2300	43	0	24	0	60	60	0	70	1	C31	-55	-
P9	W360x79	141,43	1214,76	139	135	0	-1800	2700	0	0	-31	0	-21	220	60	0	95	3	C31	-80	-

Os esforços indicados nesta tabela são os valores máximos obtidos pela envoltória de todas as combinações definidas para as fundações. Para análises complementares, deve-se consultar o relatório de esforços na fundação, que apresenta os valores calculados para cada combinação.

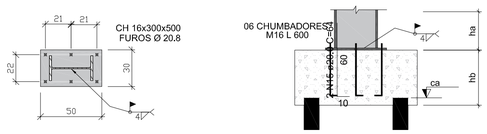
Estacas			
Simbologia	Nome	d (cm)	Quantidade
	C31	40.00	16





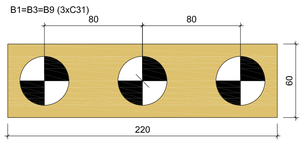
PLANTA DE LOCAÇÃO

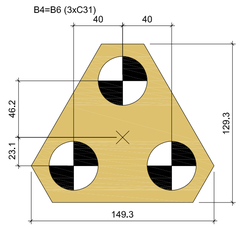
Escala 1:25

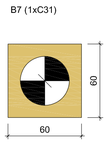


PLACAS DE BASE (6X)

Escala 1:25







LEGENDA DOS BLOCOS

Escala 1:25

Locação no eixo X	
Coordenadas (cm)	Nome
13,58	P6
14,42	P1
141,43	P9
500,52	P3
542,36	P4
568,27	P7

Locação no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome
1789,79	P1, P3
1582,53	P4
1456,48	P7
1440,42	P6
1214,76	P9

Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	10	60	600
	2	6.3	20	126	2520
	3	16.0	4	537	2148

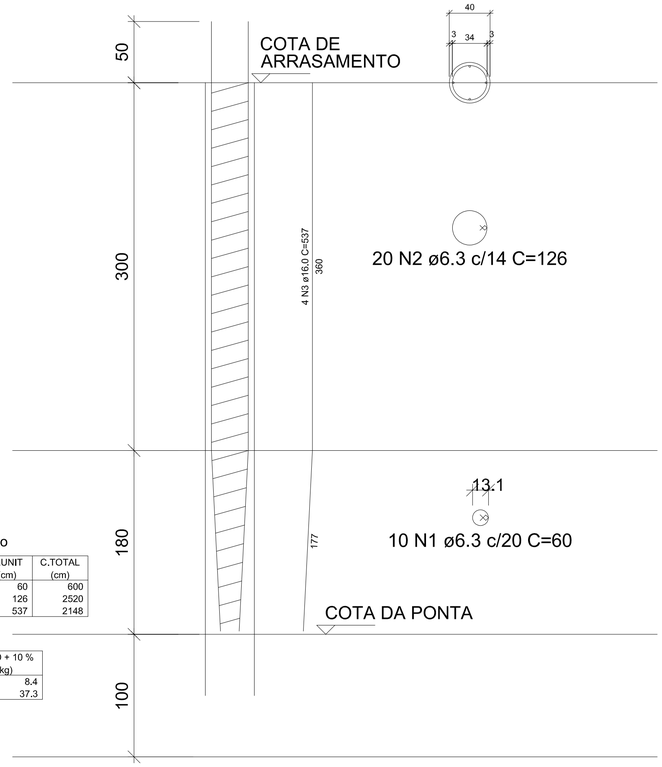
Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	31.2	8.4
	16.0	21.5	37.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50	45.7		

Volume de concreto (C-30) = 0,14 m³
Área de forma = 2,41 m²

C31

ESC 1:25



SONDAGEM MISTA (ROTOPRECUSSIVA)

A realização de sondagem rotativa é indispensável para o dimensionamento de fundações nas seguintes situações:

1. Presença de Rocha ou Matacões
Impenetrável ao SPT: Quando a sondagem à percussão (SPT) atinge o limite de penetração (o "impenetrável") e não se sabe se o obstáculo é rocha sã, um matacão (bloco de rocha isolado) ou uma camada de alteração.
Investigação de Descontinuidade: A rotativa permite atravessar a rocha e verificar se há camadas de solo mole abaixo dela, o que poderia comprometer a estabilidade se a fundação fosse apoiada apenas na superfície rochosa.

2. Necessidade de Apoio Direto na Rocha
Quando o projeto prevê fundações que devem ser cravadas ou apoiadas em maciços rochosos, a sondagem rotativa é necessária para obter testemunhos (amostras cilíndricas).
Esses testemunhos permitem avaliar a qualidade da rocha por meio do índice RQD (Rock Quality Designation), essencial para calcular a tensão admissível no maciço.

3. Obras de Grande Porte e Cargas Elevadas
Em edifícios altos, pontes ou infraestruturas pesadas, onde as cargas nas fundações são muito altas, a sondagem rotativa torna-se fundamental (e muitas vezes obrigatória) para garantir a segurança geotécnica.

4. Perfuração em Solos Muito Resistentes
É recomendada para solos extremamente duros ou cimentados, onde outros métodos de investigação não conseguem avançar ou fornecer amostras representativas.

Diferença Prática (Sondagem Mista)

Frequentemente utiliza-se a sondagem mista, que combina o SPT para as camadas de solo e a rotativa para as camadas rochosas no mesmo furo, otimizando custos e informações técnicas.

Principais Normas de Referência:

ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações.
ABNT NBR 6484: Regula a sondagem SPT e seus critérios de paralisação.
ABGE 104/2023: Especificações para sondagem rotativa e mista.

PROJETO EXECUTIVO

O DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS PROPOSTA NESTE PROJETO DEVERÁ, SUBMETER-SE A UMA REVISÃO, PÓS EXECUÇÃO DA SONDAGEM ROTATIVA. TODOS OS CÁLCULOS DEVERÃO SER REVISADOS A LUZ DOS PARÂMETROS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DA ROCHA, APONTADA NOS BOLETINS DE SONDAGEM SPT;

TODAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTA PRANCHA, PERTENCE AO AUTOR DO PROJETO DE ACORDO COM A LEI FEDERAL Nº 9610 DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, PARA ALTERAÇÕES DE QUALQUER NATUREZA DEVE SE CONSULTA-LO PREVIAMENTE.

CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO ESTRUTURAL

CONTEÚDO |

LOCAÇÃO DOS BLOCOS

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

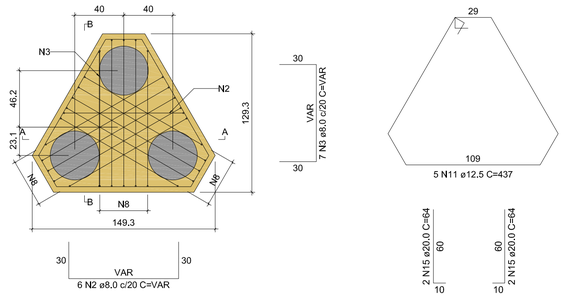
ESCALA | Indicada | ÁREA | -m² | PRANCHA | 1/4 | CONJ. 07

UMA EMPRESA DO GRUPO: midt | ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

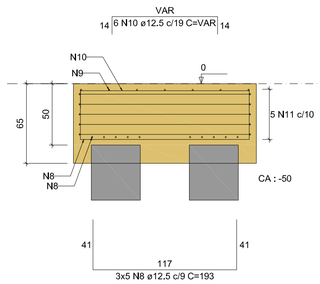
B4
3xC31

PLANTA
ESC 1:25

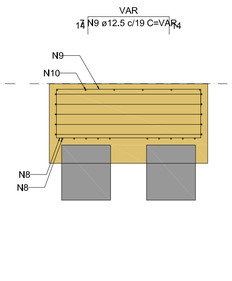


CHUMBADORES

CORTE A-A
ESC 1:25



CORTE B-B
ESC 1:25



ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N2	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	39	95	95
B	1	62	118	118
C	1	84	140	140
D	1	107	163	163
E	1	119	175	175
F	1	130	186	186

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N3	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	2	39	95	190
B	2	83	139	278
C	2	117	173	346

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N10	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	29	53	53
B	1	56	80	80
C	1	82	106	106
D	1	108	132	132
E	1	109	133	133
F	1	135	159	159

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N9	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	6	30	30
B	1	8	32	32
C	1	65	89	89
D	1	66	90	90
E	1	103	127	127
F	1	104	128	128
G	1	117	141	141

Relação do aço

B4 B6 B7
3xB9

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	8.0	6	264	1584
	2	8.0	12	VAR	VAR
	3	8.0	14	VAR	VAR
	4	12.5	12	344	4128
	5	12.5	12	230	2760
	6	12.5	24	544	13056
	7	12.5	27	258	6966
	8	12.5	15	193	2895
	9	12.5	14	VAR	VAR
	10	12.5	12	VAR	VAR
	11	12.5	11	437	4807
	12	12.5	15	223	3345
	13	12.5	4	208	832
	14	12.5	5	224	1120
	15	20.0	48	64	3072

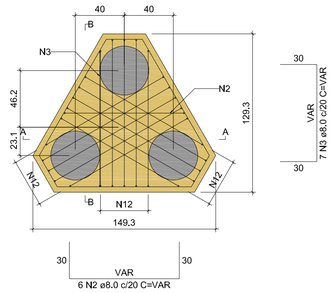
Resumo do aço

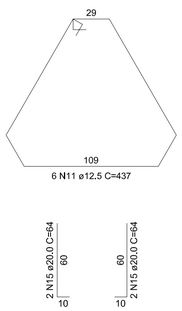
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10 % (kg)
CA50	8.0	52.3	22.7
	12.5	424.4	449.7
	20.0	30.8	83.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50	555.7		

Volume de concreto (C-30) = 5.61 m³
Área de forma = 24.13 m²

B6
3xC31

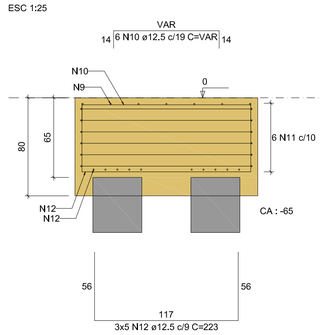
PLANTA
ESC 1:25



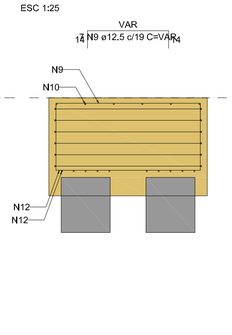


CHUMBADORES

CORTE A-A
ESC 1:25



CORTE B-B
ESC 1:25



ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N2	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	39	95	95
B	1	62	118	118
C	1	84	140	140
D	1	107	163	163
E	1	119	175	175
F	1	130	186	186

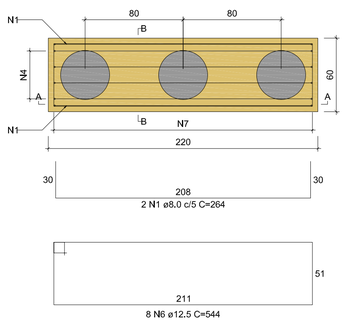
ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N3	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	2	39	95	190
B	2	83	139	278
C	2	117	173	346

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N10	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	29	53	53
B	1	56	80	80
C	1	82	106	106
D	1	108	132	132
E	1	109	133	133
F	1	135	159	159

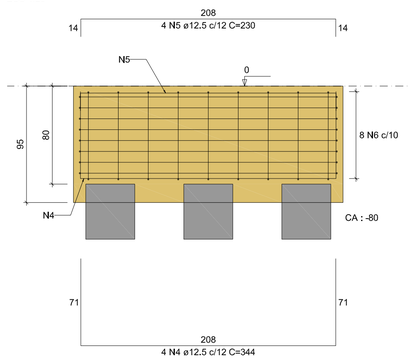
ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N9	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	6	30	30
B	1	8	32	32
C	1	65	89	89
D	1	66	90	90
E	1	103	127	127
F	1	104	128	128
G	1	117	141	141

B1=B3=B9
3xC31

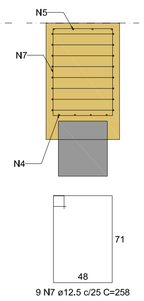
PLANTA
ESC 1:25



CORTE A-A
ESC 1:25



CORTE B-B
ESC 1:25

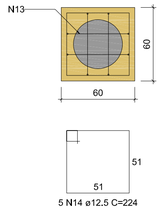




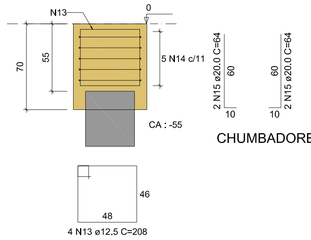
CHUMBADORES

B7
1xC31

PLANTA
ESC 1:25



CORTE
ESC 1:25



CHUMBADORES

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO ESTRUTURAL

CONTEÚDO |

PROJETO ESTRUTURAL DOS BLOCOS

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

ESCALA | Indicada

ÁREA | -m²

PRANCHA | 2/4

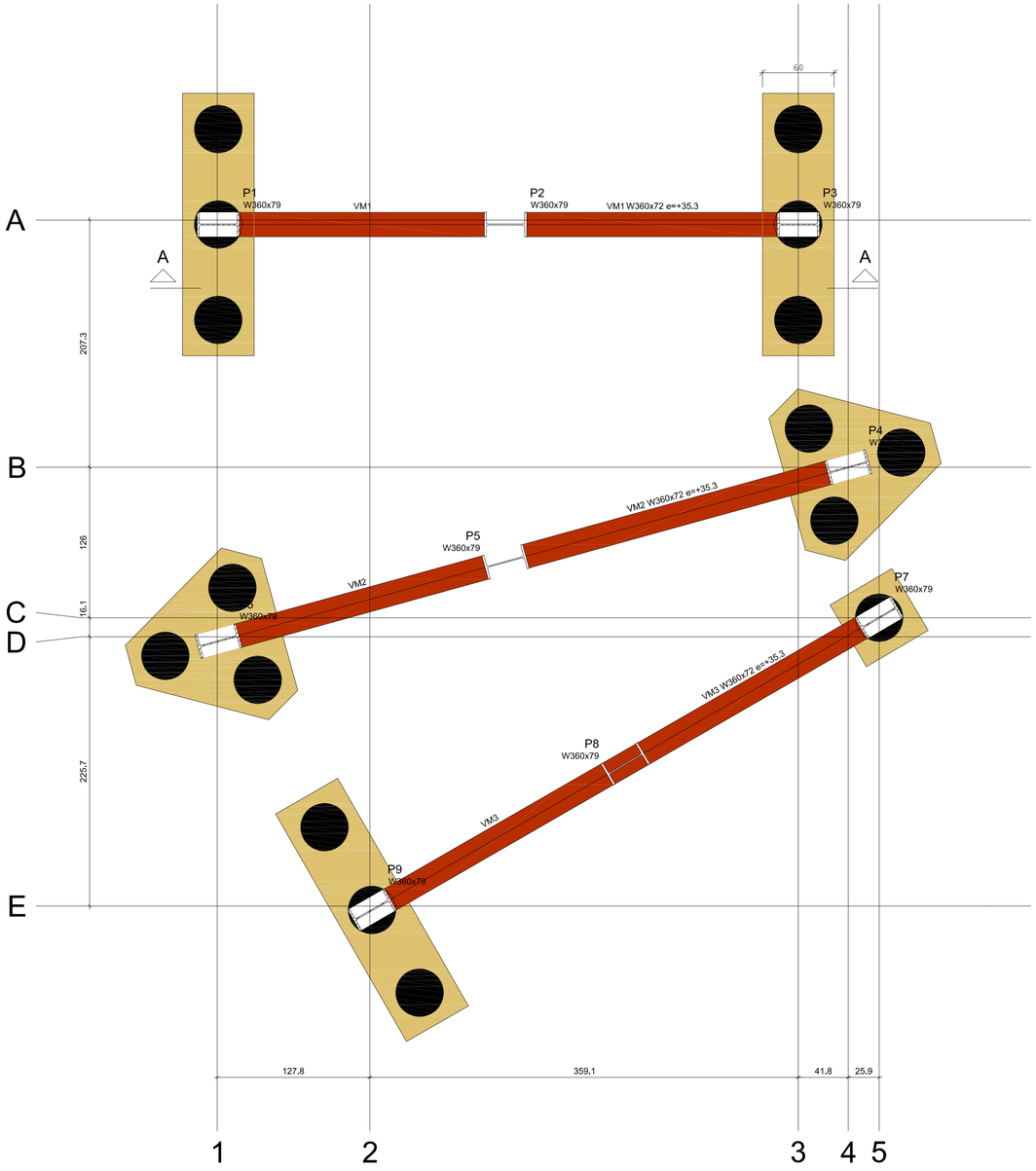
CONJ. 07

UMA EMPRESA DO GRUPO: midt | ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

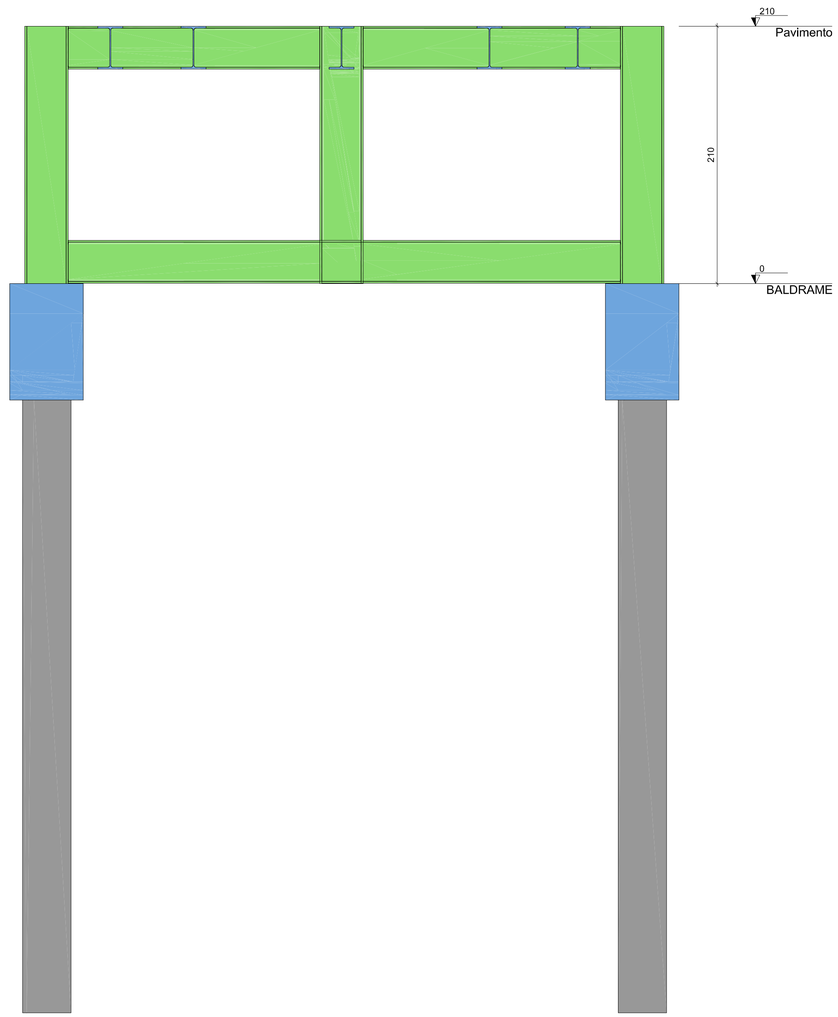
TODAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTA PRANCHA PERTENCE AO AUTOR DO PROJETO DE ACORDO COM A LEI FEDERAL N° 9610 DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. PARA ALTERAÇÕES DE QUALQUER NATUREZA DEVE SE CONSULTA-LO PREVIAMENTE.

TODAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTA PRANCHA PERTENCE AO AUTOR DO PROJETO DE ACORDO COM A LEI FEDERAL N° 9610 DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. PARA ALTERAÇÕES DE QUALQUER NATUREZA DEVE SE CONSULTA-LO PREVIAMENTE.



FORMA DO PAVIMENTO BALDRAME (NÍVEL 0)

Escala 1:25



CORTE A-A

Escala 1:25

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VM1	W360x72	35,3	35,3
VM2	W360x72	35,3	35,3
VM3	W360x72	35,3	35,3

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Abatimento (cm)

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	W360x79	0	0
P2	W360x79	0	0
P3	W360x79	0	0
P4	W360x79	0	0
P5	W360x79	0	0
P6	W360x79	0	0
P7	W360x79	0	0
P8	W360x79	0	0
P9	W360x79	0	0

Legenda dos pilares
Pilar genérico que passa
Pilar genérico que nasce

Legenda das vigas e paredes
Viga genérica

VIGAS METÁLICAS (BALDRAME						
VM1	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 50	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	4,588	71,70	328,98
VM2	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 51	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	5,180	71,70	371,41
VM3	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 52	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	4,610	71,70	330,54
TOTAL				**14,378**		**1.030,92**

CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO ESTRUTURAL

CONTEÚDO |

FORMA DO PAVIMENTO BALDRAME

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

ESCALA | Indicada

ÁREA | -m²

PRANCHA | 3 / 4

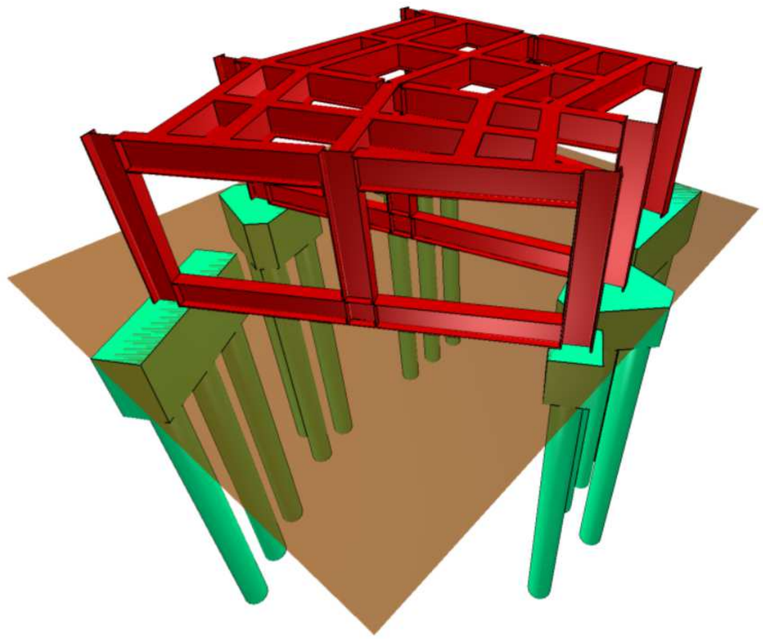
CONJ. 07

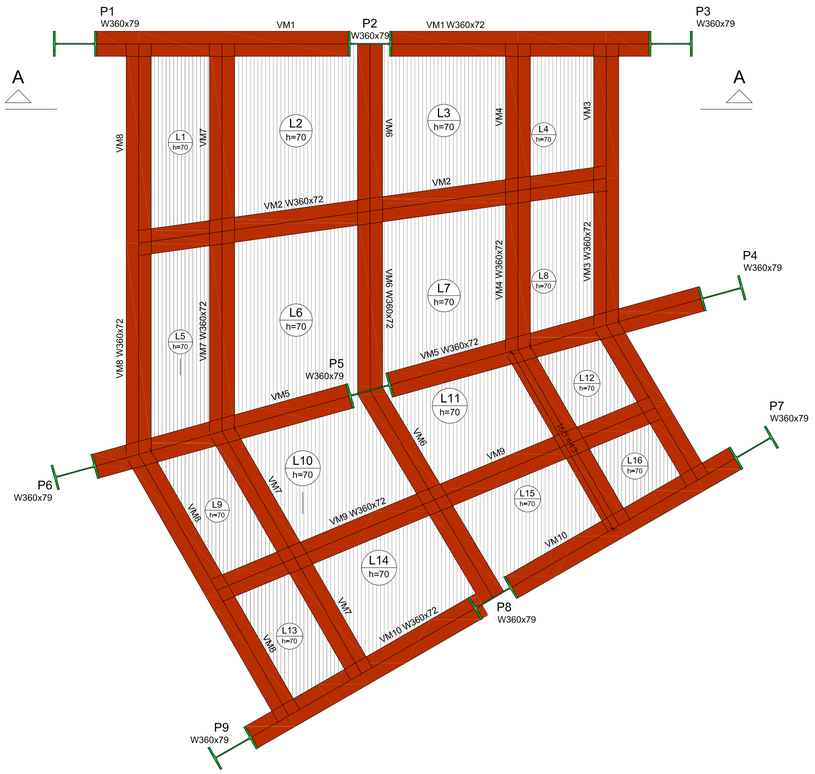
UMA EMPRESA DO GRUPO: midt | ENGENHARIA

PROJETO ESTRUTURAL

CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS. Uma empresa do grupo MIDT ENGENHARIA LTDA, CNPJ n° 40.301.626/0001-52
\pt5316_1.063e+004;Rua Daniel Lourenço da Silva, n° 342, Sala 01, Bairro Vila Nova, Pancas/ES, CEP:29.750-000, Contato: (27) 99841-1029 – E-mail: schimidt.ci@gmail.com

A1





FORMA DO PAVIMENTO PAVIMENTO (NÍVEL 210)

Escala 1:25

VIGAS METÁLICAS (SUPRAESTRUTURA)						
Pavimento	Material Classe	Família Grupo	Seção	Comprimento* (m)	Peso linear (kg/m)	Peso (kg)
VM1	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 50	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	4,537	71,70	325,30
VM2	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 51	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	3,881	71,70	278,30
VM3a	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 52	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	2,326	71,70	166,75
VM3b	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 52	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x72	1,497	71,70	107,34
VM4a	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 53	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x73	2,525	71,70	181,01
VM4b	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 53	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x73	1,654	71,70	118,62
VM5	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 54	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x74	5,151	71,70	369,35
VM6a	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 55	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x75	2,848	71,70	204,19
VM6b	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 55	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x75	1,989	71,70	142,64
VM7a	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 56	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x76	3,192	71,70	228,84
VM7b	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 56	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x76	2,313	71,70	165,83
VM8a	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 57	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x77	3,192	71,70	228,84
VM8b	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 57	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x77	2,490	71,70	178,51
VM9	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 58	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x78	3,884	71,70	278,48
VM10	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 59	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	4,581	71,70	328,48
TOTAL				46,060		3.302,48

Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
VM1	W360x72	0	210
VM2	W360x72	0	210
VM3	W360x72	0	210
VM4	W360x72	0	210
VM5	W360x72	0	210
VM6	W360x72	0	210
VM7	W360x72	0	210
VM8	W360x72	0	210
VM9	W360x72	0	210
VM10	W360x72	0	210

Lajes								
		Dados				Sobrecarga (kN/m²)		
Nome	Tipo	Altura (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kN/m²)	Adicional	Acidental	Localizada
L1	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L2	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L3	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L4	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L5	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L6	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L7	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L8	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L9	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L10	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L11	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L12	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L13	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L14	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L15	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-
L16	Maciça	70	70	280	17,50	40,00	0,00	-

Características dos materiais	
fck (kgf/cm²)	Abatimento (cm)
250	5.00

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (cm)	Nível (cm)
P1	W360x79	0	210
P2	W360x79	0	210
P3	W360x79	0	210
P4	W360x79	0	210
P5	W360x79	0	210
P6	W360x79	0	210
P7	W360x79	0	210
P8	W360x79	0	210
P9	W360x79	0	210

Legenda dos pilares	
	Pilar genérico que morre

Legenda das vigas e paredes	
	Viga genérica

QUADRO DE PILARES						
Pavimento	Material Classe	Família Grupo	Seção	Comprimento* (m)	Peso linear (kg/m)	Peso (kg)
P1	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 50	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P2	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 51	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P3	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 52	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P4	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 53	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P5	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 54	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P6	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 55	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P7	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 56	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P8	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 57	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
P9	Aço estrutural ASTM - A572 Grau 58	Família I W - Laminado a quente (Seção I)	W360x79	2,17	79,46	172,50
TOTAL				19,54		1.552,50

EXECUÇÃO:

1. Seleção de Materiais
   - **Aços Estruturais:** Para estruturas pesadas, é comum o uso de aços de alta resistência e baixa liga, como o **ASTM A572 Grau 50** (resistente à corrosão atmosférica).
   - **Certificação:** Todo material deve possuir certificado de qualidade da usina, garantindo as propriedades mecânicas e a composição química.
2. Conexões e Ligações
   - **Soldagem:** Deve seguir as recomendações da AWS D1.1 e ser executada por soldadores qualificados. Em estruturas pesadas, ensaios não destrutivos (ultrassom e radiografia) são obrigatórios em juntas críticas.
   - **Parafusos de Alta Resistência:** O uso de parafusos ASTM A325 ou A490 é o padrão. A NBR 8800 exige o controle de pretensão em ligações por atrito.
3. Fabricação e Montagem (NBR 14762 e NBR 8800)
   - **Tolerâncias:** Devem ser rigorosamente respeitadas as tolerâncias de fabricação (empenamento, linearidade) e de montagem (prumo e nível).
   - **Plano de Rigging:** Para estruturas pesadas, é indispensável um plano de içamento detalhado para garantir a segurança durante a montagem das peças de grande porte.
4. Proteção contra Corrosão e Fogo
   - **Pintura e Galvanização:** O sistema de proteção deve ser escolhido com base na agressividade do ambiente (classificação ISO 12944).
   - **Fundo/acabamento:** Tinta Epoxída dupla função: EPS: 200mm, espessura seca 200mm
   - **Segurança contra Incêndio:** A estrutura deve ser dimensionada para resistir ao fogo por um tempo determinado (TRRF), seguindo a NBR 14323, podendo exigir revestimentos intumescentes ou argamassas projetadas.
   - **NBR 15980:** Perfis de aço laminados para uso estrutural - Dimensões e tolerâncias

TODAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTA PRANCHA PERTENCE AO AUTOR DO PROJETO DE ACORDO COM A LEI FEDERAL Nº 9610 DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. PARA ALTERAÇÕES DE QUALQUER NATUREZA DEVE SE CONSULTA-LO PREVIAMENTE.

CONPASS CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

midt

08.2025.conpass

ÓRGÃOS PÚBLICOS |

Dezembro de 2025

PROPRIETÁRIO:

INDUSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL
CNPJ: 00.444.232/0007-24

AUTOR DO PROJETO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. CIVIL ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT
CREA - MG: 441652 / D

ASSUNTO |

PROJETO ESTRUTURAL

CONTEÚDO |

PLANTA DE FORMA

ENDEREÇO |

VILA REPI, MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ - MG.

ESCALA | Indicada

ÁREA | -m²

PRANCHA | 4/4

CONJ. 07

PROJETO ESTRUTURAL

UMA EMPRESA DO GRUPO: midt | ENGENHARIA

8 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20254211927

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **0814902413**
Registro: **441652MG**

Empresa contratada: **MIDT ENGENHARIA LTDA**

Registro Nacional: **0001667165-MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **INDUSTRIA DE MATERIAL BELICO**

CPF/CNPJ: **00.444.232/0007-24**

AVENIDA CORONEL AVENTINO RIBEIRO

Nº: **1099**

Complemento: **FABRICA DA IMBEL ITAJUBA**

Bairro: **IMBEL**

Cidade: **ITAJUBÁ**

UF: **MG**

CEP: **37501345**

Contrato: **0081-5-2025**

Celebrado em: **18/06/2025**

Valor: **R$ 31.908,80**

Tipo de contratante: **Pessoa Juridica de Direito Público**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

AVENIDA CORONEL AVENTINO RIBEIRO

Nº: **1099**

Complemento: **FABRICA DA IMBEL ITAJUBA**

Bairro: **IMBEL**

Cidade: **ITAJUBÁ**

UF: **MG**

CEP: **37501345**

Data de Início: **31/07/2025**

Previsão de término: **03/07/2026**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **INFRAESTRUTURA**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **INDUSTRIA DE MATERIAL BELICO**

CPF/CNPJ: **00.444.232/0007-24**

4. Atividade Técnica

16 - Execução	Quantidade	Unidade
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS DE CONCRETO E ARGAMASSA ARMADA > #2.1.1 - DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	1,00	contratos
80 - Projeto > ESTRUTURAS > ESTRUTURAS METÁLICAS > DE ESTRUTURA METÁLICA > #2.2.1.1 - PARA EDIFICAÇÃO	1,00	contratos
80 - Projeto > ELETROTÉCNICA > INSTALAÇÕES ELÉTRICAS > DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO > #11.10.1.3 - PARA FINS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS	1,00	contratos

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

OS de uma ATA DE REGISTRO DE PREÇOS DA IMBEL

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lgpd/politica-privacidade-dados. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20254211927

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____
Local data

ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT - CPF: 149.494.577-05

INDUSTRIA DE MATERIAL BELICO - CNPJ: 00.444.232/0007-24

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R$ 271,47** Registrada em: **20/08/2025** Valor pago: **R$ 271,47** Nosso Número: **8609049583**

RESUMO DE ORÇAMENTO

OBRA:	REFORÇO ESTRUTURAL		
LOCAL:	IMBEL - MG		
ORÇAMENTISTA:	ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D		DATA BASE:
DATA	**31/01/2026**		NOVEMBRO 2025

ITEM	DESCRIÇÃO	%	VALORES (R$)
1	SERVIÇO PRELIMINARES	11,10%	R$ 69.407,93
2	RECUPERAÇÃO 01 - UTM 462380AE, 7507252N (VIGA 23 X 27)	0,61%	R$ 3.828,71
3	RECUPERAÇÃO 02 UTM 462154E, 7507249N (VIGA 23 X 27)	0,91%	R$ 5.705,07
4	RECUPERAÇÃO 03 462409AE, 7507287N (VIGA 18 X 18)	0,29%	R$ 1.810,96
5	RECUPERAÇÃO DO BLOCO DE ANCORAGEM	87,08%	R$ 544.273,73
	CUSTO (R$)	**100%**	**R$ 625.026,40**

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

UMA EMPRESA DO GRUPO:
midt | ENGENHARIA

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG
ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D
INCC: https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx
BDI: ACORDAO TCU

DATA	31/01/2026	DATA-REF.:	PLANILHA X INCC
BDI:	26,44%	(NOVEMB.) - 2025	SINAPI - MG
		(OUTUBRO)-2025	SICRO MG x INCC (1,0027)
		(JULHO)-2025	SEINFRA x INCC (1,0125)
		DATA BASE DA PLANILHA:	
		NOVEMBRO 2025	

ITEM	CÓDIGO	ORGÃO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
1			SERVIÇO PRELIMINARES				R$ 69.407,93
1.1	103689	SINAPI	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PLACA DE OBRA COM CHAPA GALVANIZADA E ESTRUTURA DE MADEIRA AF_03/2022_PS	m²	8,00	R$ 633,78	R$ 5.070,24
1.2	105115	SINAPI	INSTALAÇÃO E DESINSTALAÇÃO MECANIZADA DE CONTÊINER OU MÓDULO HABITÁVEL DE USOS DIVERSOS. AF_03/2024	UN	8,00	R$ 169,15	R$ 1.353,20
1.3	ED-16348	SEINFRA	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 1, PARA ESCRITÓRIO DE OBRA, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE AR CONDICIONADO E LIGAÇÕES ELÉTRICAS INTERNAS, EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO E LIGAÇÕES PROVISÓRIAS EXTERNAS	mês	4,00	R$ 1.987,96	R$ 7.951,84
1.4	ED-16349	SEINFRA	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 2, PARA ESCRITÓRIO DE OBRA COM SANITÁRIO CONTENDO UM (1) VASO SANITÁRIO E UM (1) LAVATÓRIO, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE AR CONDICIONADO E LIGAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS INTERNAS, EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO E LIGAÇÕES PROVISÓRIAS EXTERNAS	mês	4,00	R$ 2.091,61	R$ 8.366,44
1.5	ED-16351	SEINFRA	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 4, PARA REFEITÓRIO DE OBRA, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6)METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE LIGAÇÕES ELÉTRICAS INTERNAS, EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO E LIGAÇÕES PROVISÓRIAS EXTERNAS	mês	4,00	R$ 1.120,94	R$ 4.483,76
1.6	ED-16354	SEINFRA	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 7, PARA VESTIÁRIO DE OBRA COM QUATRO (4) CHUVEIROS, TRÊS (3) VASOS SANITÁRIOS, UM (1) MICTÓRIO E UM (1) LAVATÓRIO, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE LIGAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS INTERNAS, EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO E LIGAÇÕES PROVISÓRIAS EXTERNAS	mês	4,00	R$ 2.816,60	R$ 11.266,40
1.7	98462	SINAPI	ESTRUTURA DE MADEIRA PROVISÓRIA PARA SUPORTE DE CAIXA DÁGUA ELEVADA DE 3000 LITROS. AF_03/2024	UN	1,00	R$ 12.096,75	R$ 12.096,75
1.8	102610	SINAPI	CAIXA D´ÁGUA EM POLIETILENO, 3000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	UM	1,00	R$ 2.930,91	R$ 2.930,91
1.9	ED-50150	SEINFRA	LIGAÇÃO DE ÁGUA PROVISÓRIA PARA CANTEIRO, INCLUSIVE HIDRÔMETRO E CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM AÇO GALVANIZADO DN 20MM (1/2") - PADRÃO CONCESSIONÁRIA	UN	1,00	R$ 759,18	R$ 759,18
1.10	ED-31745	SEINFRA	LIGAÇÃO DE ESGOTO PARA BARRACÃO DE OBRA EM CANTEIRO, EXCLUSIVE FOSSA SÉPTICA	UN	1,00	R$ 1.105,44	R$ 1.105,44
1.11	ED-50151	SEINFRA	LIGAÇÃO PROVISÓRIA COM ENTRADA DE ENERGIA AÉREA, PADRÃO CEMIG, CARGA INSTALADA DE 15,1KVA ATÉ 30KVA, TRIFÁSICO, COM SAÍDA SUBTERRÂNEA, INCLUSIVE POSTE, CAIXA PARA MEDIDOR, DISJUNTOR, BARRAMENTO, ATERRAMENTO E ACESSÓRIOS	UN	2,00	R$ 1.063,79	R$ 2.127,58
1.12	98052	SINAPI	TANQUE SÉPTICO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,10 M, ALTURA INTERNA = 2,50 M, VOLUME ÚTIL: 2138,2 L (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020	UN	1,00	R$ 2.753,20	R$ 2.753,20
1.13	98062	SINAPI	SUMIDOURO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,88 M, ALTURA INTERNA = 2,00 M, ÁREA DE INFILTRAÇÃO: 13,1 M² (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020	UN	1,00	R$ 4.066,91	R$ 4.066,91
1.14	98058	SINAPI	FILTRO ANAERÓBIO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,10 M, ALTURA INTERNA = 1,50 M, VOLUME ÚTIL: 1140,4 L (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020	UN	1,00	R$ 2.384,97	R$ 2.384,97
1.15	ED-16341	SEINFRA	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E ESGOTO PARA CONTAINER (ESCRITÓRIO DE OBRA)	UN	1,00	R$ 427,53	R$ 427,53
1.16	ED-16343	SEINFRA	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E ESGOTO PARA CONTAINER (VESTIÁRIO DE OBRA), EXCLUSIVE CHUVEIRO ELÉTRICO	UN	1,00	R$ 507,02	R$ 507,02

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG
ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D
INCC: https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx
BDI: ACORDAO TCU

DATA	31/01/2026	DATA-REF.:	PLANILHA X INCC
BDI:	26,44%	(NOVEMB.) - 2025	SINAPI - MG
		(OUTUBRO)-2025	SICRO MG x INCC (1,0027)
		(JULHO)-2025	SEINFRA x INCC (1,0125)
		DATA BASE DA PLANILHA:	
		NOVEMBRO 2025	

ITEM	CÓDIGO	ORGÃO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
1.17	ED-16342	SEINFRA	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA CONTAINER	UN	4,00	R$ 439,14	R$ 1.756,56
2			**RECUPERAÇÃO 01 - UTM 462380AE, 7507252N (VIGA 23 X 27)**				**R$ 3.828,71**
2.1	92452	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	m^2	4,24	R$ 237,58	R$ 1.007,33
2.2	97627	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M³	0,32	R$ 265,63	R$ 85,00
2.3	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	41,40	R$ 10,89	R$ 450,84
2.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	9,70	R$ 16,62	R$ 161,21
2.5	94966	SINAPI	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m³	0,32	R$ 742,03	R$ 237,44
2.6	98562	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	m²	5,54	R$ 68,80	R$ 381,15
2.7	106122	SINAPI	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	m²	2,00	R$ 97,81	R$ 195,62
2.8	2407974	DNIT/SICRO	Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	m²	2,00	R$ 473,12	R$ 946,24
2.9	100728	SINAPI	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020	m²	2,00	R$ 37,78	R$ 75,56
2.10	90285	SINAPI	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	m³	0,18	R$ 996,53	R$ 179,37
2.11	1608024	DNIT/SICRO	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	M	1,24	R$ 87,87	R$ 108,95

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG
ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D
INCC: https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx
BDI: ACORDAO TCU

DATA	31/01/2026	DATA-REF.:	PLANILHA X INCC
BDI:	26,44%	(NOVEMB.) - 2025	SINAPI - MG
		(OUTUBRO)-2025	SICRO MG x INCC (1,0027)
		(JULHO)-2025	SEINFRA x INCC (1,0125)
		DATA BASE DA PLANILHA:	
		NOVEMBRO 2025	

ITEM	CÓDIGO	ORGÃO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
3			**RECUPERAÇÃO 02 UTM 462154E, 7507249N (VIGA 23 X 27)**				**R$ 5.705,07**
3.1	92450	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO DUPLO, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	m^2	4,24	R$ 386,95	R$ 1.640,66
3.2	97627	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M³	0,32	R$ 265,63	R$ 85,00
3.3	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	41,40	R$ 10,89	R$ 450,84
3.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	9,70	R$ 16,62	R$ 161,21
3.5	94966	SINAPI	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m³	0,32	R$ 742,03	R$ 237,44
3.6	98562	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	m²	5,54	R$ 68,80	R$ 381,15
3.7	106122	SINAPI	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	m²	0,32	R$ 97,81	R$ 31,29
3.8	2407974	DNIT/SICRO	Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	m²	2,00	R$ 473,12	R$ 946,24
3.9	100728	SINAPI	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020	m²	2,00	R$ 37,78	R$ 75,56
3.10	90285	SINAPI	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	m³	0,18	R$ 996,53	R$ 179,37
3.11	ED-9076	SEINFRA	FORNECIMENTO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR TIPO TORRE (LOCAÇÃO), INCLUSIVE RODÍZIOS, EXCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM	MXMES	48,00	R$ 27,05	R$ 1.298,40
3.12	1608024	DNIT/SICRO	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	M	2,48	R$ 87,87	R$ 217,91

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG
ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D
INCC: https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx
BDI: ACORDAO TCU

DATA	31/01/2026	DATA-REF.:	PLANILHA X INCC
BDI:	26,44%	(NOVEMB.) - 2025	SINAPI - MG
		(OUTUBRO)-2025	SICRO MG x INCC (1,0027)
		(JULHO)-2025	SEINFRA x INCC (1,0125)
		DATA BASE DA PLANILHA:	
		NOVEMBRO 2025	

ITEM	CÓDIGO	ORGÃO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
4			**RECUPERAÇÃO 03 462409AE, 7507287N (VIGA 18 X 18)**				**R$ 1.810,96**
4.1	92452	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	m^2	0,70	R$ 237,58	R$ 166,30
4.2	97627	SINAPI	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	M³	0,04	R$ 265,63	R$ 10,62
4.3	92764	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	13,80	R$ 10,89	R$ 150,28
4.4	92760	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	kg	3,90	R$ 16,62	R$ 64,81
4.5	94966	SINAPI	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m³	0,04	R$ 742,03	R$ 29,68
4.6	98562	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	m²	0,93	R$ 68,80	R$ 63,98
4.7	106122	SINAPI	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	m²	0,04	R$ 97,81	R$ 3,91
4.8	1608024	DNIT/SICRO	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	M	2,48	R$ 87,87	R$ 217,91
4.9	COMP-01	SINAPI	CAIBRO APARELHADO *7,5 X 7,5* CM FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	M	14,40	R$ 76,63	R$ 1.103,47

CONPASS
CONSULTORES E PROJETISTAS ASSOCIADOS

UMA EMPRESA DO GRUPO:
midt | ENGENHARIA

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG
ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D
INCC: https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx
BDI: ACORDAO TCU

DATA	31/01/2026	DATA-REF.:	PLANILHA X INCC
BDI:	26,44%	(NOVEMB.) - 2025	SINAPI - MG
		(OUTUBRO)-2025	SICRO MG x INCC (1,0027)
		(JULHO)-2025	SEINFRA x INCC (1,0125)
		DATA BASE DA PLANILHA:	
		NOVEMBRO 2025	

ITEM	CÓDIGO	ORGÃO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
5			**RECUPERAÇÃO DO BLOCO DE ANCORAGEM**				**R$ 544.273,73**
5.1	COMP-02	SINAPI	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM	UNXMES	40,00	R$ 32,19	R$ 1.287,60
5.2	*COMP-03*	*SINAPI*	LOCACAO DE CRUZETA, SIMPLES, PARA ESCORA METALICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM	UNXMES	40,00	R$ 22,48	R$ 899,20
5.3	105009	SINAPI	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_03/2024	M²	49,00	R$ 114,28	R$ 5.599,72
5.4	2306066	DNIT/SICRO	Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção	M	48,00	R$ 352,68	R$ 16.928,64
5.5	2306071	DNIT/SICRO	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 40 cm - confecção	M	32,00	R$ 2.902,73	R$ 92.887,36
5.6	2306076	DNIT/SICRO	Armação de estaca escavada ou estaca barrete em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	kg	731,20	R$ 15,30	R$ 11.187,36
5.7	2306248	DNIT/SICRO	Arrasamento de estacas de concreto com seção superior à 900 cm² m³ 614,10	M³	1,00	R$ 778,56	R$ 778,56
5.8	96523	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_01/2024	m³	6,82	R$ 127,59	R$ 870,16
5.9	96534	SINAPI	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_01/2024	m²	25,73	R$ 103,18	R$ 2.654,82
5.10	407819	DNIT/SICRO	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	555,70	R$ 15,65	R$ 8.696,70
5.11	1107900	DNIT/SICRO	Concreto fck = 30 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³	5,61	R$ 653,82	R$ 3.667,93
5.12	98557	SINAPI	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS. AF_09/2023	m²	25,73	R$ 51,78	R$ 1.332,29
5.13	COMP-4	SINAPI /SICRO	ESTRUTURA METALICA EM AÇO ASTM A572 E DEMAIS MATERIAIS, MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UND	1,00	R$ 330.498,48	R$ 330.498,48
5.14	1608148	DNIT/SICRO	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 100 mm	M	108,00	R$ 266,77	R$ 28.811,16
5.15	3806415	DNIT/SICRO	Demolição controlada de concreto com martelete	M³	42,00	R$ 906,57	R$ 38.075,94
5.16	106122	SINAPI	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	m²	1,00	R$ 97,81	R$ 97,81
						TOTAL	**R$ 625.026,40**

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG
ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D
INCC: https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx
BDI: ACORDAO TCU

DATA	31/01/2026	DATA-REF.:	PLANILHA X INCC
BDI:	26,44%	(NOVEMB.) - 2025	SINAPI - MG
		(OUTUBRO)-2025	SICRO MG x INCC (1,0027)
		(JULHO)-2025	SEINFRA x INCC (1,0125)
		DATA BASE DA PLANILHA:	
		NOVEMBRO 2025	

ITEM	CÓDIGO	ORGÃO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO (R$)	PREÇO TOTAL (R$)

SIGRO MG (10.25 -> 11.25)

Índice para correção:	INCC-DI-Todos os itens
Data inicial:	10/2025
Data final:	11/2025
Valor a atualizar:	R$ 0,01
Fator de correção no período:	1,0027
Var. % acumulada no período:	0,27
Valor atualizado:	**R$ 0,01**

SEINFRA (07.25 -> 11.25)

Índice para correção:	INCC-DI-Todos os itens
Data inicial:	07/2025
Data final:	11/2025
Valor a atualizar:	R$ 0,01
Fator de correção no período:	1,0125
Var. % acumulada no período:	1,25
Valor atualizado:	**R$ 0,01**

CURVA ABC

ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D

REFORÇO ESTRUTURAL

DATA BASE DA PLANILHA:
NOVEMBRO 2025

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	PREÇO POR ITEM (R$)	PREÇO TOTAL (R$) TOTAL	%	ACUMULADO TOTAL	CL TOTAL
5.13	COMP-4	ESTRUTURA METALICA EM AÇO ASTM A572 E DEMAIS MATERIAIS, MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	R$ 330.498,48	R$ 330.498,48	52,88%	52,88%	A
5.5	2306071	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 40 cm - confecção	R$ 92.887,36	R$ 92.887,36	14,86%	67,74%	A
5.15	3806415	Demolição controlada de concreto com martelete	R$ 38.075,94	R$ 38.075,94	6,09%	73,83%	A
5.14	1608148	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 100 mm	R$ 28.811,16	R$ 28.811,16	4,61%	78,44%	A
5.4	2306066	Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção	R$ 16.928,64	R$ 16.928,64	2,71%	81,15%	B
1.7	98462	ESTRUTURA DE MADEIRA PROVISÓRIA PARA SUPORTE DE CAIXA DÁGUA ELEVADA DE 3000 LITROS. AF_03/2024	R$ 12.096,75	R$ 12.096,75	1,94%	83,08%	B
1.6	ED-16354	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 7, PARA VESTIÁRIO DE OBRA COM QUATRO (4) CHUVEIROS, TRÊS (3) VASOS SANITÁRIOS, UM (1) MICTÓRIO E UM (1) LAVATÓRIO, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL	R$ 11.266,40	R$ 11.266,40	1,80%	84,89%	B
5.6	2306076	Armação de estaca escavada ou estaca barrete em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação	R$ 11.187,36	R$ 11.187,36	1,79%	86,68%	B
5.10	407819	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	R$ 8.696,70	R$ 8.696,70	1,39%	88,07%	B
1.4	ED-16349	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 2, PARA ESCRITÓRIO DE OBRA COM SANITÁRIO CONTENDO UM (1) VASO SANITÁRIO E UM (1) LAVATÓRIO, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE AR	R$ 8.366,44	R$ 8.366,44	1,34%	89,41%	B
1.3	ED-16348	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 1, PARA ESCRITÓRIO DE OBRA, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE AR CONDICIONADO E LIGAÇÕES ELÉTRICAS INTERNAS, EXCLUSIVE	R$ 7.951,84	R$ 7.951,84	1,27%	90,68%	B
5.3	105009	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_03/2024	R$ 5.599,72	R$ 5.599,72	0,90%	91,57%	B
1.1	103689	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PLACA DE OBRA COM CHAPA GALVANIZADA E ESTRUTURA DE MADEIRA AF_03/2022_PS	R$ 5.070,24	R$ 5.070,24	0,81%	92,39%	B
1.5	ED-16351	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 4, PARA REFEITÓRIO DE OBRA, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6)METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE LIGAÇÕES ELÉTRICAS INTERNAS, EXCLUSIVE	R$ 4.483,76	R$ 4.483,76	0,72%	93,10%	B
1.13	98062	SUMIDOURO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,88 M, ALTURA INTERNA = 2,00 M, ÁREA DE INFILTRAÇÃO: 13,1 M² (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020	R$ 4.066,91	R$ 4.066,91	0,65%	93,75%	B
5.11	1107900	Concreto fck = 30 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	R$ 3.667,93	R$ 3.667,93	0,59%	94,34%	B
1.8	102610	CAIXA D´ÁGUA EM POLIETILENO, 3000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	R$ 2.930,91	R$ 2.930,91	0,47%	94,81%	B
1.12	98052	TANQUE SÉPTICO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,10 M, ALTURA INTERNA = 2,50 M, VOLUME ÚTIL: 2138,2 L (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020	R$ 2.753,20	R$ 2.753,20	0,44%	95,25%	C
5.9	96534	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_01/2024	R$ 2.654,82	R$ 2.654,82	0,42%	95,68%	C
1.14	98058	FILTRO ANAERÓBIO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,10 M, ALTURA INTERNA = 1,50 M, VOLUME ÚTIL: 1140,4 L (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020	R$ 2.384,97	R$ 2.384,97	0,38%	96,06%	C
1.11	ED-50151	LIGAÇÃO PROVISÓRIA COM ENTRADA DE ENERGIA AÉREA, PADRÃO CEMIG, CARGA INSTALADA DE 15,1KVA ATÉ 30KVA, TRIFÁSICO, COM SAÍDA SUBTERRÂNEA, INCLUSIVE POSTE, CAIXA PARA MEDIDOR, DISJUNTOR, BARRAMENTO, ATERRAMENTO E ACESSÓRIOS	R$ 2.127,58	R$ 2.127,58	0,34%	96,40%	C
2.8	2407974	Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	R$ 946,24	1.892,48	0,30%	96,70%	C
3.8	2407974	Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	R$ 946,24				
1.17	ED-16342	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA CONTAINER	R$ 1.756,56	1.756,56	0,28%	96,98%	C
3.1	92450	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO DUPLO, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	R$ 1.640,66	1.640,66	0,26%	97,24%	C
2.4	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	R$ 161,21	1.439,19	0,23%	97,47%	C
3.4	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	R$ 161,21				
4.3	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	R$ 150,28				
4.4	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	R$ 64,81				
2.3	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	R$ 450,84				
3.3	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	R$ 450,84				
1.2	105115	INSTALAÇÃO E DESINSTALAÇÃO MECANIZADA DE CONTÊINER OU MÓDULO HABITÁVEL DE USOS DIVERSOS. AF_03/2024	R$ 1.353,20	1.353,20	0,22%	97,69%	C
5.12	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS. AF_09/2023	R$ 1.332,29	1.332,29	0,21%	97,90%	C
3.11	ED-9076	FORNECIMENTO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR TIPO TORRE (LOCAÇÃO), INCLUSIVE RODÍZIOS, EXCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM	R$ 1.298,40	1.298,40	0,21%	98,11%	C
5.1	COMP-02	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM	R$ 1.287,60	1.287,60	0,21%	98,32%	C

CURVA ABC

ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D

REFORÇO ESTRUTURAL

DATA BASE DA PLANILHA:
NOVEMBRO 2025

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO SERVIÇO	PREÇO POR ITEM (R$)	PREÇO TOTAL (R$) TOTAL	%	ACUMULADO TOTAL	CL TOTAL
2.1	92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	R$ 1.007,33	1.173,63	0,19%	98,50%	A
4.1	92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	R$ 166,30				
1.10	ED-31745	LIGAÇÃO DE ESGOTO PARA BARRACÃO DE OBRA EM CANTEIRO, EXCLUSIVE FOSSA SÉPTICA	R$ 1.105,44	1.105,44	0,18%	98,68%	C
4.9	COMP-01	CAIBRO APARELHADO *7,5 X 7,5* CM FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	R$ 1.103,47	1.103,47	0,18%	98,86%	
5.2	COMP-03	LOCACAO DE CRUZETA, SIMPLES, PARA ESCORA METALICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM	R$ 899,20	899,20	0,14%	99,00%	
5.8	96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_01/2024	R$ 870,16	870,16	0,14%	99,14%	
2.6	98562	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	R$ 381,15	826,28	0,13%	99,27%	C
3.6	98562	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	R$ 381,15				
4.6	98562	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023	R$ 63,98				
5.7	2306248	Arrasamento de estacas de concreto com seção superior à 900 cm² m³ 614,10	R$ 778,56	778,56	0,12%	99,40%	C
1.9	ED-50150	LIGAÇÃO DE ÁGUA PROVISÓRIA PARA CANTEIRO, INCLUSIVE HIDRÔMETRO E CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM AÇO GALVANIZADO DN 20MM (1/2") - PADRÃO CONCESSIONÁRIA	R$ 759,18	759,18	0,12%	99,52%	C
3.12	1608024	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	R$ 217,91	544,77	0,09%	99,61%	C
4.8	1608024	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	R$ 217,91				
2.11	1608024	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm	R$ 108,95				
1.16	ED-16343	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E ESGOTO PARA CONTAINER (VESTIÁRIO DE OBRA), EXCLUSIVE CHUVEIRO ELÉTRICO	R$ 507,02	507,02	0,08%	99,69%	C
2.5	94966	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	R$ 237,44	504,56	0,08%	99,77%	C
3.5	94966	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	R$ 237,44				
4.5	94966	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	R$ 29,68				
1.15	ED-16341	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E ESGOTO PARA CONTAINER (ESCRITÓRIO DE OBRA)	R$ 427,53	427,53	0,07%	99,84%	C
2.10	90285	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	R$ 179,37	358,74	0,06%	99,89%	C
3.10	90285	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	R$ 179,37				
5.16	106122	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	R$ 97,81	328,63	0,05%	99,95%	C
4.7	106122	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	R$ 3,91				
2.7	106122	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	R$ 195,62				
3.7	106122	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025	R$ 31,29				
2.2	97627	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	R$ 85,00	180,62	0,03%	99,98%	C
3.2	97627	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	R$ 85,00				
4.2	97627	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	R$ 10,62				
2.9	100728	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020	R$ 75,56	151,12	0,02%	100,00%	C
3.9	100728	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020	R$ 75,56				
TAL GERAL			**R$ 625.026,40**	**R$ 625.026,40**	**100,00%**		

MEMÓRIA DE CÁLCULO

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL
LOCAL: IMBEL - MG

DATA BASE: NOVEMBRO 2025

ORÇAMENTISTA: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	REFER.	QUANT.	Kg	COMP (m)	LARG (m)	ALTURA (m)	ESPESSURA (m)	L/M	SC	PER.	MÊS	H	ÁREA (m²)	VOLUME (m³)	FATOR OU SUBTOTAL	SUB-TOTAL	UNIDADE	TOTAL
1	**SERVIÇO PRELIMINARES**																		
1.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PLACA DE OBRA COM CHAPA GALVANIZADA E ESTRUTURA DE MADEIRA AF_03/2022_PS																		
			1		4	2								8			8,00	m²	8,00
1.2	INSTALAÇÃO E DESINSTALAÇÃO MECANIZADA DE CONTÊINER OU MÓDULO HABITÁVEL DE USOS DIVERSOS. AF_03/2024																		
	CANTEIRO		4														4,00	UN	4,00
1.3	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 1, PARA ESCRITÓRIO DE OBRA, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS ALTURA ÚTIL INTERNA, INCLUSIVE AR CONDICIONADO E LIGAÇÕES																		
	CANTEIRO	4	1														4,00	mês	4,00
1.4	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 2, PARA ESCRITÓRIO DE OBRA COM SANITÁRIO CONTENDO UM (1) VASO SANITÁRIO E UM (1) LAVATÓRIO, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5)																		
	CANTEIRO	4	1														4,00	mês	4,00
1.5	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 4, PARA REFEITÓRIO DE OBRA, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6)METROS COMPRIMENTO, (2,3) METROS LARGURA E (2,5) METROS																		
	CANTEIRO	4	1														4,00	mês	4,00
1.6	LOCAÇÃO DE CONTAINER COM ISOLAMENTO TÉRMICO, TIPO 7, PARA VESTIÁRIO DE OBRA COM QUATRO (4) CHUVEIROS, TRÊS (3) VASOS SANITÁRIOS, UM (1) MICTÓRIO E UM (1) LAVATÓRIO, COM MEDIDAS REFERENCIAIS DE (6) METROS COMPRIMENTO, (2,3)																		
	CANTEIRO	4	1														4,00	mês	4,00
1.7	ESTRUTURA DE MADEIRA PROVISÓRIA PARA SUPORTE DE CAIXA DÁGUA ELEVADA DE 3000 LITROS. AF_03/2024																		
	CANTEIRO		1											0			1,00	UN	1,00
1.8	CAIXA D´ÁGUA EM POLIETILENO, 3000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021																		
	CANTEIRO		1														1,00	UM	1,00
1.9	LIGAÇÃO DE ÁGUA PROVISÓRIA PARA CANTEIRO, INCLUSIVE HIDRÔMETRO E CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM AÇO GALVANIZADO DN 20MM (1/2") - PADRÃO CONCESSIONÁRIA																		
			1														1,00	UN	1,00
1.10	LIGAÇÃO DE ESGOTO PARA BARRACÃO DE OBRA EM CANTEIRO, EXCLUSIVE FOSSA SÉPTICA																		
	CANTEIRO		1														1,00	UN	1,00
1.11	LIGAÇÃO PROVISÓRIA COM ENTRADA DE ENERGIA AÉREA, PADRÃO CEMIG, CARGA INSTALADA DE 15,1KVA ATÉ 30KVA, TRIFÁSICO, COM SAÍDA SUBTERRÂNEA, INCLUSIVE POSTE, CAIXA PARA MEDIDOR, DISJUNTOR, BARRAMENTO, ATERRAMENTO E ACESSÓRIOS																		
	CANTEIRO		1														1,00	UN	1,00
1.12	TANQUE SÉPTICO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,10 M, ALTURA INTERNA = 2,50 M, VOLUME ÚTIL: 2138,2 L (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020																		
	CANTEIRO		1														1,00	UN	1,00
1.13	SUMIDOURO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,88 M, ALTURA INTERNA = 2,00 M, ÁREA DE INFILTRAÇÃO: 13,1 M² (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020																		
	CANTEIRO		1														1,00	UN	1,00
1.14	FILTRO ANAERÓBIO CIRCULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 1,10 M, ALTURA INTERNA = 1,50 M, VOLUME ÚTIL: 1140,4 L (PARA 5 CONTRIBUINTES). AF_12/2020																		
	CANTEIRO		1														1,00	UN	1,00
1.15	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E ESGOTO PARA CONTAINER (ESCRITÓRIO DE OBRA)																		
	CANTEIRO		1											0			1,00	UN	1,00
1.16	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E ESGOTO PARA CONTAINER (VESTIÁRIO DE OBRA), EXCLUSIVE CHUVEIRO ELÉTRICO																		
	CANTEIRO		1														1,00	UN	1,00
1.17	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA CONTAINER																		
	CANTEIRO		4														4,00	UN	4,00

2	**RECUPERAÇÃO 01 - UTM 462380AE, 7507252N (VIGA 23 X 27)**																		
	#REF!																		
2.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020																	**m²**	**4,24**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							4,248			4,25		
2.2	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023																	**M³**	**0,32**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							1,298	0,32		0,32		
2.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022																	**kg**	**41,40**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)			41,4												1	41,40		
2.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022																	**kg**	**9,70**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)			9,7												1	9,70		
2.5	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021																	**m³**	**0,32**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)			9,7	5,9	0,22	0,25							1,298	0,32		0,32		
2.6	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023																	**m²**	**5,54**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							5,546			5,55		
2.7	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025																	**m³**	**0,32**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							1,298	0,32		0,32		
2.8	Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11																	**m²**	**2,00**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		8		2	0,1256								2,0096	0,00		2,01		
2.9	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020																	**m²**	**2,00**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		8		2	0,1256								2,0096	0,00		2,01		
2.10	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021																	**m²**	**0,18**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		2		1	0,3	0,3								0,18		0,18		
2.11	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm																	**m²**	**1,24**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		4		0,31												1,24		

3	**RECUPERAÇÃO 02 UTM 462154E, 7507249N (VIGA 23 X 27)**																		
3.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO DUPLO, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020																	**m²**	**4,24**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							4,248			4,25		
3.2	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023																	**M³**	**0,32**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							1,298	0,32		0,32		
3.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022																	**kg**	**41,40**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)			41,4												1	41,40		
3.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022																	**kg**	**9,70**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)			9,7												1	9,70		
3.5	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021																	**m³**	**0,32**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)			9,7	5,9	0,22	0,25							1,298	0,32		0,32		
3.6	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023																	**m²**	**5,54**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							5,546			5,55		
3.7	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025																	**m²**	**0,32**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)				5,9	0,22	0,25							1,298	0,32		0,32		
3.8	Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11																	**m²**	**2,00**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		8		2	0,1256								2,0096	0,00		2,01		
3.9	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020																	**m²**	**2,00**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		8		2	0,1256								2,0096	0,00		2,01		
3.10	PINTURA COM TINTA EPOXÍDICA DE FUNDO APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE PERFIL METÁLICO EXECUTADO EM FÁBRICA (POR DEMÃO). AF_01/2020																	**m²**	**0,18**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		2		1	0,3	0,3								0,18		0,18		
3.11	FORNECIMENTO DE ANDAIME METÁLICO TUBULAR TIPO TORRE (LOCAÇÃO), INCLUSIVE RODÍZIOS, EXCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM																	**MXMES**	**48,00**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)	4	12														48,00		
3.12	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm																	**m²**	**2,48**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA 23 X 27)		8		0,31												2,48		

4	**REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025**																**kg**	**0,70**
4.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020																	
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)				1,3	0,18	0,18							0,702			0,70	
4.2	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023																**M³**	**0,04**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)				1,3	0,18	0,18							0,234	0,04		0,04	
4.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022																**m³**	**13,80**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)			13,8												1	13,80	
4.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022																**m²**	**3,90**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)			3,9												1	3,90	
4.5	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021																**kg**	**0,04**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)				1,3	0,18	0,18							0,234	0,04		0,04	
4.6	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E = 1,5CM. AF_09/2023																**m²**	**0,93**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)				1,3	0,18	0,18							0,936			0,94	
4.7	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025																**m²**	**0,04**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)				1,3	0,18	0,18							0,234	0,04		0,04	
4.8	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 20 mm																**KG**	**2,48**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)		8		0,31												2,48	
4.9	CAIBRO APARELHADO *7,5 X 7,5* CM FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO																**UN.**	**14,40**
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)		4		2,4												9,60	
	RECUPERAÇÃO 01 (VIGA18 X 18)		8		0,6												4,80	

5	**RECUPERAÇÃO DO BLOCO DE ANCORAGEM**																
5.1	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM															**UNXMES**	**40,00**
	SUB LAJE		20												2,00	40,00	
5.2	LOCACAO DE CRUZETA, SIMPLES, PARA ESCORA METALICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM															**UNXMES**	**40,00**
	SUB LAJE		20												2,00	40,00	
5.3	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GABARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_03/2024															**M²**	**49,00**
	TRECHO 01				7	7										49,00	
5.4	Estaca raiz perfurada no solo com D = 40 cm - confecção															**M**	**48,00**
	BLOCO 01		3				3								9	48,00	
	BLOCO 03		3				3								9		
	BLOCO 04		3				3								9		
	BLOCO 06		3				3								9		
	BLOCO 07		1				3								3		
	BLOCO 09		3				3								9		
5.5	Estaca raiz perfurada na rocha com D = 40 cm - confecção															**M**	**32,00**
	BLOCO 01		3				2								6	32,00	
	BLOCO 03		3				2								6		
	BLOCO 04		3				2								6		
	BLOCO 06		3				2								6		
	BLOCO 07		1				2								2		
	BLOCO 09		3				2								6		
5.6	Armação de estaca escavada ou estaca barrete em aço CA-50 com apoio de guindaste - fornecimento, preparo e colocação															**kg**	**731,20**
	BLOCO 01		3	45,7											137,10	731,20	
	BLOCO 03		3	45,7											137,10		
	BLOCO 04		3	45,7											137,10		
	BLOCO 06		3	45,7											137,10		
	BLOCO 07		1	45,7											45,70		
	BLOCO 09		3	45,7											137,10		
5.7	Arrasamento de estacas de concreto com seção superior à 900 cm² m³ 614,10															**M³**	**1,00**
	BLOCO 01		3				0,5	0,4						0,1256	0,19	0,19	1,00
	BLOCO 03		3				0,5	0,4						0,1256	0,19	0,19	
	BLOCO 04		3				0,5	0,4						0,1256	0,19	0,19	
	BLOCO 06		3				0,5	0,4						0,1256	0,19	0,19	
	BLOCO 07		1				0,5	0,4						0,1256	0,06	0,06	
	BLOCO 09		3				0,5	0,4						0,1256	0,19	0,19	
5.8	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA															**m³**	**6,82**
	BLOCO 01		1		2,2	0,6	0,95								1,25	6,82	
	BLOCO 03		1		2,2	0,6	0,95								1,25		
	BLOCO 04		1		1,49	1,3	0,65								1,26		
	BLOCO 06		1		1,49	1,3	0,8								1,55		
	BLOCO 07		1		0,6	0,6	0,7								0,25		
	BLOCO 09		1		2,2	0,6	0,95								1,25		
5.9	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_01/2024															**m²**	**25,73**
	BLOCO 01		1		2,2	0,6	0,95								5,32	25,73	
	BLOCO 03		1		2,2	0,6	0,95								5,32		
	BLOCO 04		1		1,49	1,3	0,65								3,63		
	BLOCO 06		1		1,49	1,3	0,8								4,46		
	BLOCO 07		1		0,6	0,6	0,7								1,68		
	BLOCO 09		1		2,2	0,6	0,95								5,32		
5.10	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação															**kg**	**555,70**
	BLOCO 01, 03, 04, 06, 07 e 09		1	555,7											555,70	555,70	
5.11	Concreto fck = 30 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais															**m³**	**5,61**
	BLOCO 01, 03, 04, 06, 07 e 09		1	5,61											5,61	5,61	
5.12	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS. AF_09/2023															**m²**	**25,73**
	BLOCO 01		1		2,2	0,6	0,95								5,32	25,73	
	BLOCO 03		1		2,2	0,6	0,95								5,32		
	BLOCO 04		1		1,49	1,3	0,65								3,627		
	BLOCO 06		1		1,49	1,3	0,8								4,464		
	BLOCO 07		1		0,6	0,6	0,7								1,68		
	BLOCO 09		1		2,2	0,6	0,95								5,32		
5.13	ESTRUTURA METALICA EM AÇO ASTM A572 E DEMAIS MATERIAIS, MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.															**UND**	**1,00**
			1													1,00	
5.14	Perfuração em concreto com coroa diamantada - D = 100 mm															**M**	**108,00**
		10	12		0,9											108,00	
5.15	Demolição controlada de concreto com martelete															**M³**	**1,20**
			12											0,10		1,20	
5.16	REMOÇÃO DE ENTULHO CLASSE A (ALVENARIA, CONCRETO, ARGAMASSAS E CERÂMICOS) POR DUTO DE ENTULHO E ACONDICIONAMENTO FINAL EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA. EXCLUSO FRETE. AF_09/2025															**m²**	**1,20**

3.10			12										0,10		1,20	III	1,20

MEMÓRIA DE CALCULO COMPOSIÇÃO 04

M0970	Chapa de aço ASTM A572 grau 50 cortada e perfurada																KG	131,88
	BLOCO 01	7850	1	21,98	0,5	0,35		0,016								21,98		
	BLOCO 03	7850	1	21,98	0,5	0,35		0,016								21,98		
	BLOCO 04	7850	1	21,98	0,5	0,35		0,016								21,98		
	BLOCO 06	7850	1	21,98	0,5	0,35		0,016								21,98		
	BLOCO 07	7850	1	21,98	0,5	0,35		0,016								21,98		
	BLOCO 09	7850	1	21,98	0,5	0,35		0,016								21,98		
M0946	Aço em perfis ASTM A572 grau 50																KG	5885,90
	VIGAS BALDRAME			1030,92												1030,92		
	VIGAS SUPRAESTRUTURA			3302,48												3302,48		
	PILARES			1552,5												1552,5		
2408058	Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX																KG	25,00
			25															
M0960	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 20 mm e C = 63,50mm																UN.	36,00
			36															
M0968	Porca sextavada pesada em aço ASTM A194 grau 2H para parafuso - D = 20 mm																UN.	36,00
			36															
M0950	Arruela lisa em aço ASTM F436 para parafuso - D = 20,0 mm																UN.	36,00
			36															
91635 / 91634	GUINDAUTO HIDRÁULICO, CAPACIDADE MÁXIMA DE CARGA 6500 KG, MOMENTO MÁXIMO DE CARGA 5,8 TM, ALCANCE MÁXIMO HORIZONTAL 7,60 M, INCLUSIVE CAMINHÃO TOCO PBT 9.700 KG, POTÊNCIA DE 160 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015																CHI	360,00
		6	60															
91635 / 91634	GUINDAUTO HIDRÁULICO, CAPACIDADE MÁXIMA DE CARGA 6500 KG, MOMENTO MÁXIMO DE CARGA 5,8 TM, ALCANCE MÁXIMO HORIZONTAL 7,60 M, INCLUSIVE CAMINHÃO TOCO PBT 9.700 KG, POTÊNCIA DE 160 CV - CHI DIURNO. AF_08/2016																CHP	120,00
		2	60											1789,3				
E9052	Empilhadeira a diesel com capacidade de 10 t - 82 kW																UN.	240,00
		8	30											1789,3				

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

OBRA: REFORÇO ESTRUTURAL

LOCAL: IMBEL - MG

DATA BASE:
NOVEMBRO 2025

ORÇAM.: ANTONIO LEANDRO SCHIMIDT CREA ES-040236/D

ITEM	DESCRIÇÃO		VALORES (R$)	PERÍODO (MESES) 1	2	3	4
1	SERVIÇO PRELIMINARES	Físico (%)	69.407,93	85,00%	5,00%	5,00%	5,00%
		Financeiro (R$)		58.996,74	3.470,40	3.470,40	3.470,40
2	RECUPERAÇÃO 01 - UTM 462380AE, 7507252N (VIGA 23 X 27)	Físico (%)	3.828,71	80,00%	20,00%	0,00%	0,00%
		Financeiro (R$)		3.062,97	765,74	0,00	0,00
3	RECUPERAÇÃO 02 UTM 462154E, 7507249N (VIGA 23 X 27)	Físico (%)	5.705,07	80,00%	20,00%	0,00%	0,00%
		Financeiro (R$)		4.564,06	1.141,01	0,00	0,00
4	RECUPERAÇÃO 03 462409AE, 7507287N (VIGA 18 X 18)	Físico (%)	1.810,96	80,00%	20,00%	0,00%	0,00%
		Financeiro (R$)		1.448,77	362,19	0,00	0,00
5	RECUPERAÇÃO DO BLOCO DE ANCORAGEM	Físico (%)	544.273,73	50,00%	25,00%	20,00%	5,00%
		Financeiro (R$)		272.136,87	136.068,43	108.854,75	27.213,69
Total Parcial (%)			R$ 625.026,40	54,43%	22,69%	17,97%	4,91%
Total Acumulado (%)				54,43%	77,12%	95,09%	100,00%
Total Financeiro (R$)				340.209,40	141.807,78	112.325,14	30.684,08
Total Acumulado (R$)				340.209,40	482.017,17	594.342,32	625.026,40

Cálculo do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas)

IMBEL - MG
REFORÇO ESTRUTURAL

Data-base:
NOVEMBRO
2025

1. METODOLOGIA DE VERIFICAÇÃO

Sem Desoneração

2. DADOS DO EMPREENDIMENTO

2.1. Tipologia

REFORÇO ESTRUTURAL

3. INCIDÊNCIAS SOBRE O CUSTO

	Administração central	5,64 %
x	*Administração Local*	%
	Riscos	1,74 %
	Seguros e Garantias Contratuais	0,75 %
	Encargos financeiros	1,17 %
	Total (A)	**9,30 %**

4. INCIDÊNCIAS SOBRE O PREÇO DE VENDA

	Despesas Tributárias	7,65 %
x	*ISS*	*4,00* %
	COFINS	3,00 %
	PIS	0,65 %
	DESONERAÇÃO	0,00 %
	Lucro	6,74 %
	Total (B)	**22,04 %**

5. DEMONSTRATIVO DE CÁLCULO DO BDI

$$BDI = \frac{(1+(AC+S+R+G))(1+DF)(1+L))}{(1-I)} - 1 = \textbf{26,44\%}$$

Onde:
AC: taxa de administração central;
S: taxa de seguros;
R: taxa de riscos;
G: taxa de garantias;
DF: taxa de despesas financeiras;
L: taxa de lucro/remuneração;
I: taxa de incidência de impostos (PIS, COFINS, ISS).

ACORDAO TCU 2622/2013 + ISS LOCAL + ADM LOCAL NO BDI

COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO - 01

DATA BASE DA PLANILHA: NOVEMBRO 2025

SERVIÇO:	CAIBRO APARELHADO *7,5 X 7,5* CM FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO								
							UNIDADE: m		
CÓD.	ÓRGÃO	EQUIPAMENTO	COND. DE TRAB.	UTILIZAÇÃO			CUSTO OPERACIONAL		
				QUANT	PROD	IMPR	Vl Hr.Prod	Vl Hr. Imp	Custo Horário
									0
								(A) TOTAL	R$ -
CÓD.	ÓRGÃO	MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR	K ou R	QUANTIDADE			SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO
88309	SINAPI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,5000			31,21		R$ 15,61
88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,5000			R$ 22,64		R$ 11,32
								(B) TOTAL	R$ 26,93
								(C) ADICIONAL DE FERRAMENTAS MANUAIS (5%)	R$ 1,35
								(D) PRODUÇÃO DA EQUIPE	100,00%
								CUSTO UNITÁRIO DA EXECUÇÃO (A + B + C) / D = (E)	R$ 28,27
CÓD.	ÓRGÃO	MATERIAIS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
20212	SINAPI	CAIBRO APARELHADO *7,5 X 7,5* CM, EM MACARANDUBA/MASSARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	m	1,000			31,18		31,18
40304	SINAPI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	kg	0,05			23,14		1,16
								(F) TOTAL	R$ 32,34
CÓD.	ÓRGÃO	SERVIÇOS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
									R$ -
								(G) TOTAL	R$ -
CÓD.	ÓRGÃO	TRANSPORTE	UNIDADE	D.M.T. XP	D.M.T. XR	CONSUMO (t)	CUSTO TOTAL FÓRMULA	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
								(H) TOTAL	R$ -
CUSTO DIRETO TOTAL (E) + (F) + (G) + (H)									R$ 60,61
CUSTO UNITÁRIO TOTAL									R$ 60,61

COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO - 02

DATA BASE DA PLANILHA: NOVEMBRO 2025

SERVIÇO:	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM							
							UNIDADE: UNXMES	
CÓD.	ÓRGÃO	EQUIPAMENTO	COND. DE TRAB.	UTILIZAÇÃO QUANT	PROD	IMPR	CUSTO OPERACIONAL Vl Hr.Prod	Vl Hr. Imp	Custo Horário
									0
								(A) TOTAL	R$ -
CÓD.	ÓRGÃO	MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR	K ou R	QUANTIDADE			SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO
88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,2500			R$ 22,64		R$ 5,66
								(B) TOTAL	R$ 5,66
								(C) ADICIONAL DE FERRAMENTAS MANUAIS (5%)	R$ 0,28
								(D) PRODUÇÃO DA EQUIPE	100,00%
								CUSTO UNITÁRIO DA EXECUÇÃO (A + B + C) / D = (E)	R$ 5,94
CÓD.	ÓRGÃO	MATERIAIS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
10749	SINAPI	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	UNXMES	1,000			19,52		19,52
								(F) TOTAL	R$ 19,52
CÓD.	ÓRGÃO	SERVIÇOS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
									R$ -
								(G) TOTAL	R$ -
CÓD.	ÓRGÃO	TRANSPORTE	UNIDADE	D.M.T. XP	D.M.T. XR	CONSUMO (t)	CUSTO TOTAL FÓRMULA	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
								(H) TOTAL	R$ -
CUSTO DIRETO TOTAL (E) + (F) + (G) + (H)									R$ 25,46
CUSTO UNITÁRIO TOTAL									R$ 25,46

COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO - 03

DATA BASE DA PLANILHA: NOVEMBRO 2025

SERVIÇO:	LOCACAO DE CRUZETA, SIMPLES, PARA ESCORA METALICA, INCLUSIVE MONTAGEM E DESMONTAGEM							
							UNIDADE: UNXMES	
CÓD.	ÓRGÃO	EQUIPAMENTO	COND. DE TRAB.	UTILIZAÇÃO QUANT	PROD	IMPR	CUSTO OPERACIONAL Vl Hr.Prod	Vl Hr. Imp	Custo Horário
									0
								(A) TOTAL	R$ -
CÓD.	ÓRGÃO	MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR	K ou R	QUANTIDADE			SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO
88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,5000			R$ 22,64		R$ 11,32
								(B) TOTAL	R$ 11,32
								(C) ADICIONAL DE FERRAMENTAS MANUAIS (5%)	R$ 0,57
								(D) PRODUÇÃO DA EQUIPE	100,00%
								CUSTO UNITÁRIO DA EXECUÇÃO (A + B + C) / D = (E)	R$ 11,89
CÓD.	ÓRGÃO	MATERIAIS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
40339	SINAPI	LOCACAO DE CRUZETA, SIMPLES, PARA ESCORA METALICA, COMPRIMENTO ENTRE 50 A 60 CM, PARA ESCORA DE 1,80 A 3,20 METROS E TUBO EXTERNO ATE 48 MM DE DIAMETRO	UNXMES	1,000			5,90		5,90
								(F) TOTAL	R$ 5,90
CÓD.	ÓRGÃO	SERVIÇOS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
									R$ -
								(G) TOTAL	R$ -
CÓD.	ÓRGÃO	TRANSPORTE	UNIDADE	D.M.T. XP	D.M.T. XR	CONSUMO (t)	CUSTO TOTAL FÓRMULA	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
								(H) TOTAL	R$ -
CUSTO DIRETO TOTAL (E) + (F) + (G) + (H)									R$ 17,79
CUSTO UNITÁRIO TOTAL									R$ 17,79

COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO - 04

DATA BASE DA PLANILHA: NOVEMBRO 2025

SERVIÇO:	ESTRUTURA METALICA EM AÇO ASTM A572 E DEMAIS MATERIAIS, MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.								
							UNIDADE: UND		
CÓD.	ÓRGÃO	EQUIPAMENTO	COND. DE TRAB.	UTILIZAÇÃO			CUSTO OPERACIONAL		
				QUANT	PROD	IMPR	VI Hr.Prod	VI Hr. Imp	Custo Horário
91635 / 91634	SINAPI	GUINDAUTO HIDRÁULICO, CAPACIDADE MÁXIMA DE CARGA 6500 KG, MOMENTO MÁXIMO DE CARGA 5,8 TM, ALCANCE MÁXIMO HORIZONTAL 7,60 M, INCLUSIVE CAMINHÃO TOCO PBT 9.700 KG, POTÊNCIA DE 160 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI/CHP	480	360,00	120,00	R$ 236,88	R$ 70,02	R$ 93.679,20
E9052	SICRO	Empilhadeira a diesel com capacidade de 10 t - 82 kW	CHI/CHP	240	240,00	0	R$ 224,61	R$ 102,90	R$ 53.907,56
								(A) TOTAL	R$ 147.586,76
CÓD.	ÓRGÃO	MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR	K ou R	QUANTIDADE			SALÁRIO HORA		CUSTO HORÁRIO
88315	SINAPI	SERRALHEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	320,0000			R$ 30,97		R$ 9.910,40
88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	320,0000			R$ 22,64		R$ 7.244,80
								(B) TOTAL	R$ 17.155,20
								(C) ADICIONAL DE FERRAMENTAS MANUAIS (5%)	R$ 857,76
								(D) PRODUÇÃO DA EQUIPE	90,00%
								CUSTO UNITÁRIO DA EXECUÇÃO (A + B + C) / D = (E)	R$ 183.999,69
CÓD.	ÓRGÃO	MATERIAIS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
M0970	SICRO	Chapa de aço ASTM A572 grau 50 cortada e perfurada	KG	131,880			16,17		2132,50
M0946	SICRO	Aço em perfis ASTM A572 grau 50	KG	5885,900			12,41		73044,02
M0960	SICRO	Parafuso de cabeça sextavada em aço ASTM A325 de alta resistência com rosca parcial - D = 20 mm e C = 63,50mm	UND	36,000			8,14		293,04
M0968	SICRO	Porca sextavada pesada em aço ASTM A194 grau 2H para parafuso - D = 20 mm	UND	36,000			3,57		128,52
M0950	SICRO	Arruela lisa em aço ASTM F436 para parafuso - D = 20,0 mm	UND	36,000			1,63		58,68
								(F) TOTAL	R$ 75.656,76
CÓD.	ÓRGÃO	SERVIÇOS	UNIDADE	CONSUMO			CUSTO UNITÁRIO		CUSTO
2408058	SICRO	Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX	KG	25,00			69,25		R$ 1.731,16
								(G) TOTAL	R$ 1.731,16
CÓD.	ÓRGÃO	TRANSPORTE	UNIDADE	D.M.T. XP	D.M.T. XR	CONSUMO (t)	CUSTO TOTAL FÓRMULA	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO
								(H) TOTAL	R$ -
CUSTO DIRETO TOTAL (E) + (F) + (G) + (H)									R$ 261.387,60
CUSTO UNITÁRIO TOTAL									R$ 261.387,60