



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde

ENTRE RIOS DE MINAS – MG

TOMO IV

PROJETO EXECUTIVO

VOLUME 1

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS

SETEMBRO / 2018

CONTRATO Nº 09/2012

Elaboração de Diagnósticos, Estudos de Concepção e Viabilidade, Projetos Básicos e Executivos de Engenharia e Estudos Ambientais para Sistemas de Esgotamento Sanitário para o Estado de Minas Gerais





APRESENTAÇÃO

A sede do município de Entre Rios de Minas está contemplada pelo Contrato nº. 09/2012, Elaboração de Diagnósticos, Estudos de Concepção e Viabilidade, Projetos Básicos e Executivos de Engenharia e Estudos Ambientais para Sistemas de Esgotamento Sanitário para o Estado de Minas Gerais, firmado entre a Fundação Nacional da Saúde – FUNASA – e a ESSE Engenharia e Consultoria Ltda.

Os estudos e projetos da referida localidade estão estruturados da seguinte forma:

- TOMO I – Relatório Técnico Preliminar;
- TOMO II – Serviços de Campo;
- TOMO III – Projeto Básico;
- **TOMO IV – Projeto Executivo:**
 - **Volume 1 – Memorial Descritivo e de Cálculos;**
 - Volume 2 - Desenhos Elétricos e de Automação e Controle;
 - Volumes 3 e 4 - Desenhos Estruturais e de Fundações;
 - Volume 5 – Orçamento Executivo.



**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO DA CIDADE DE ENTRE RIOS DE MINAS- MG
MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

2. DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

2.1 Descrição e Resumo do Projeto Básico

2.2 Descrição do Escopo do Projeto Executivo

3. PROJETO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE

3.1 Escopo do Projeto

3.2 Suprimento de Energia

3.3 Normas Adotadas

3.4 Descrição do Sistema

4. PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES

4.1 Escopo do Projeto

4.2 Critérios e Parâmetros de Projeto

ANEXO 1 - MEMÓRIAS DE CÁLCULO

- 1.1 Memórias de Cálculo dos Projetos Elétricos
- 1.2 Memórias de Cálculo dos Projetos Estruturais

ANEXO 2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- 2.1 Especificação Técnica do Controlador Lógico Programável
- 2.2 Especificação Técnica dos Quadros de Comando dos Motores (QCMs)
- 2.3 Especificação Técnica do Sistema de Instrumentação

ANEXO 3 - RELATÓRIO DOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS



1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se a seguir o Memorial Descritivo e de Cálculos, parte integrante do Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário de Entre Rios de Minas- Minas Gerais, de acordo com Contrato nº 09/2012, firmado entre a Fundação Nacional da Saúde – FUNASA – e a ESSE Engenharia e Consultoria Ltda.

O **Projeto Executivo** é constituído pelos seguintes documentos:

- Volume 1 - Memorial Descritivo e de Cálculos;
- Volume 2 - Desenhos Elétricos e de Automação e Controle;
- Volume 3 - Desenhos Estruturais;
- Volume 4 – Orçamento Executivo.

2. DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

2.1 DESCRIÇÃO E RESUMO DO PROJETO BÁSICO

↳ *Descritivo Geral da Concepção Adotada*

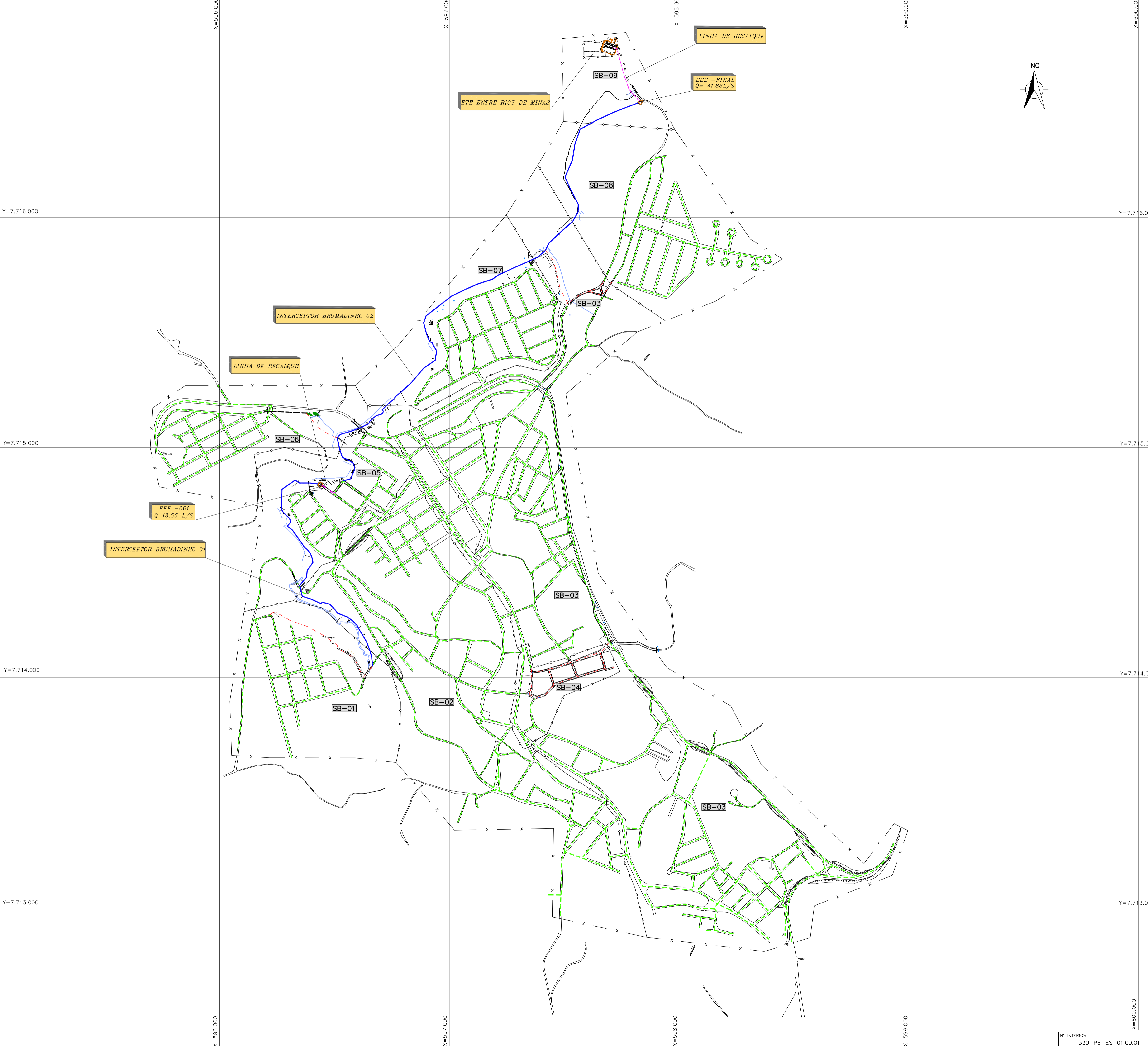
Pelo nível de urbanização em que a sede do município de Entre Rios de Minas se encontra e a considerada densidade populacional verificada, o sistema dinâmico de esgotamento sanitário é o mais indicado como solução.

Deverão ser implantadas redes coletoras, interceptores ao longo do Rio Brumado, estações elevatórias e estação de tratamento de esgotos.

A estação de tratamento será constituída de reator UASB seguido por decantador secundário, filtro biológico percolador e tratamento terciário por ultra violeta. O efluente tratado será lançado, através do emissário final, no Rio Brumado.

Conforme apresentado no desenho nº 330-PB-ES-01.00.01, o presente projeto irá contemplar:

- Rede coletora;
- Interceptores;
- Estação elevatória;
- Estação de tratamento de esgotos.



REDE COLETORA - RESUMO

REDE	DIÂMETRO	EXTENSÃO (m)
EXISTENTE	150	59.209,35
PROJETADA	150	2.112,75
PROJETADA	200	446,65
TOTAL		61.768,75

INTERCEPTOR BRUMADINHO

INTERCEPTOR	MATERIAL	DIÂMETRO	EXTENSÃO (m)
PROJETADO	PVC	150	521,50
PROJETADO	PVC	200	679,85
PROJETADO	PVC	250	1.591,30
PROJETADO	Fº Fº	250	32,90
PROJETADO	PVC	300	858,00
PROJETADO	Fº Fº	300	33,80

LEGENDA:

- INTERCEPTOR
- - - REDE COLETORA PROJETADA
- - - REDE COLETORA DE ESGOTO EXISTENTE
- - - LINHA DE RECALQUE
- SB-XXX** SUB-BACIA DE CONTRIBUIÇÃO
- x - LIMITE DE PROJETO
- ○ ○ LIMITE DE SUB-BACIAS

<p>CONTRATADA</p> <p>ESSE Engenharia e Consultoria</p>	<p>CONTRATO Nº 09/2012</p> <p>RESP. TEC. Cláudio von Sperling</p> <p>REG. CREA nº 11.845/D</p>
<p>CONTRATANTE</p> <p>FUNASA – Fundação Nacional de Saúde</p>	<p>Ministério da Saúde Fundação Nacional de Saúde</p> <p>SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS Divisão de Engenharia de Saúde Pública</p>
<p>PROGRAMA</p> <p>Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 2</p>	
<p>MUNICÍPIO/ÁREA</p> <p>ENTRE RIOS DE MINAS – MINAS GERAIS Sede</p>	
<p>TÍTULO</p> <p>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROJETO BÁSICO REDE COLETORA PLANTA GERAL</p>	
<p>DATA 10/2017</p> <p>ARQUIVO DE-2012.009-MG.ERM-SES-SES.001=0</p>	<p>ESCALA 1: 8.000</p> <p>PRANCHA 01.00.01</p>

↳ *População de Projeto*

A partir dos parâmetros estudados e apresentados no Relatório Técnico Preliminar e no Projeto Básico, apresenta-se na tabela a seguir a população anual de projeto.

Tabela 2.1 – População anual de projeto

Ano	População	Ano	População
2018	10.388	2029	11.587
2019	10.506	2030	11.685
2020	10.623	2031	11.780
2021	10.738	2032	11.873
2022	10.851	2033	11.965
2023	10.962	2034	12.054
2024	11.071	2035	12.141
2025	11.178	2036	12.227
2026	11.283	2037	12.310
2027	11.387	2038	12.391
2028	11.488	Final de Plano	

Em consonância com os parâmetros projeto, a tabela a seguir apresenta as vazões anuais de contribuição de esgotos.

Tabela 2.2 – Vazões anuais totais de contribuição de esgotos

Ano	População	% de atend.	Pop. Atendida	Vazão Doméstica (L/s)			Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Total (L/s)		
				mínima	média	máxima		mínima	média	máxima
2018	10,388	90.0	9,349	6.23	12.47	22.44	12.47	18.70	24.94	34.91
2019	10,506	90.5	9,561	6.37	12.75	22.95	12.47	18.84	25.22	35.42
2020	10,623	91.0	9,667	6.44	12.89	23.20	12.47	18.91	25.36	35.67
2021	10,738	91.5	9,879	6.59	13.17	23.71	12.47	19.06	25.64	36.18
2022	10,851	92.0	9,983	6.66	13.31	23.96	12.47	19.12	25.78	36.43
2023	10,962	92.5	10,194	6.80	13.59	24.47	12.47	19.27	26.06	36.94
2024	11,071	93.0	10,296	6.86	13.73	24.71	12.47	19.33	26.20	37.18
2025	11,178	93.5	10,507	7.00	14.01	25.22	12.47	19.47	26.48	37.69
2026	11,283	94.0	10,606	7.07	14.14	25.46	12.47	19.54	26.61	37.92
2027	11,387	94.5	10,817	7.21	14.42	25.96	12.47	19.68	26.89	38.43
2028	11,488	95.0	10,914	7.28	14.55	26.19	12.47	19.75	27.02	38.66
2029	11,587	95.5	11,124	7.42	14.83	26.70	12.47	19.89	27.30	39.17
2030	11,685	96.0	11,217	7.48	14.96	26.92	12.47	19.95	27.43	39.39
2031	11,780	96.5	11,427	7.62	15.24	27.42	12.47	20.09	27.71	39.89
2032	11,873	97.0	11,517	7.68	15.36	27.64	12.47	20.15	27.83	40.11
2033	11,965	97.5	11,725	7.82	15.63	28.14	12.47	20.29	28.10	40.61
2034	12,054	98.0	11,813	7.88	15.75	28.35	12.47	20.34	28.22	40.82
2035	12,141	98.5	12,020	8.01	16.03	28.85	12.47	20.48	28.50	41.32
2036	12,227	99.0	12,104	8.07	16.14	29.05	12.47	20.54	28.61	41.52
2037	12,310	99.5	12,310	8.21	16.41	29.54	12.47	20.68	28.88	42.01
2038	12,391	100.0	12,391	8.26	16.52	29.74	12.47	20.73	28.99	42.21

↳ Rede Coletora

A extensão total da rede coletora projetada foi de 2.559,40m, conforme discriminado na tabela a seguir. Quanto às ligações prediais, estimou-se a implantação de 256 ligações.

Tabela 2.3 – Principais características da rede coletora a ser implantada

Sub-bacia	Diâmetro (mm)	Material	Extensão da rede existente (m)	Extensão da rede projetada (m)
SB-01	150	PVC	3.482,90	590,70
SB-02	150	PVC	13.502,78	0,00
SB-03	150	PVC	22.344,32	622,50
SB-04	150	PVC	872,98	1.100,00
SB-05	150	PVC	4.672,63	59,55
SB-06	150	PVC	4.184,78	186,65
SB-07	150	PVC	4.844,68	0,00
SB-08	150	PVC	5.304,28	0,00
SB-09	150	PVC	0,00	0,00
TOTAL	---	---	59.209,35	2.559,40

↳ Interceptores

Quanto aos interceptores, foram projetados 3.717,35 metros, assim como discriminados na tabela a seguir.

Tabela 2.4 – Principais características dos interceptores

Interceptor	Diâmetro (mm)	Material	Extensão (m)
Brumadinho MD1	150	PVC	521,50
	200	PVC	679,85
Brumadinho MD2	250	PVC	1.591,30
	300	PVC	858,00
	250	Fº	32,90
	300	Fº	33,80



↳ Estação Elevatória

As características da estação elevatória projetada são apresentadas a seguir:

- Tipo de bombasubmersível
- FabricanteXylem
- Modelo NP 3085 SH 3
- Potência no ponto de operação.....2,57 kW
- Rotação.....3415 rpm
- Vazão por conjunto 7,58 L/s
- Vazão total recalçada 15,16 L/s
- Altura manométrica 14,67 m.c.a.
- Rendimento do conjunto.....38 %
- Submergência mínima.....270mm
- Tensão de trabalho 220 V
- Número de conjuntos02 + 01
- Linha de recalque:
 - extensão..... 78,07 m
 - diâmetro 100 mm
 - materialPVC

↳ Estação de Tratamento de Esgotos

Por fim, o esgoto coletado em toda a cidade será encaminhado a uma estação de tratamento, sendo composta por tratamento preliminar (gradeamento, desarenadores e medidor de vazão do tipo Parshall), reator UASB, filtro biológico percolador e decantador secundário, desinfecção UV e o efluente tratado sendo lançado no Rio Brumado.

2.2 ELEMENTOS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

Assim como discorrido anteriormente, a concepção proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Entre Rios de Minas é composta por rede coletora, interceptores, estação elevatória e estação de tratamento de esgotos.

A elaboração dos Projetos Executivos compreende o detalhamento e a complementação dos projetos básicos, contendo os elementos indispensáveis e perfeitamente definidos, acompanhados de memória de cálculos com descrição detalhada, possibilitando a perfeita execução das obras e o funcionamento do sistema.

Os projetos executivos, portanto, compreendem a elaboração dos seguintes projetos:

↳ *Projeto Elétrico e de Automação e Controle*

O projeto elétrico e de automação e controle abrange o projeto das instalações prediais de luz e força, extensões de rede elétrica, transformadores, geradores de emergência, quadros de controle, proteção, comando, alimentação dos motores elétricos, automação dos equipamentos das estações elevatórias de esgotos e onde se fizerem necessários, iluminação das áreas externas e urbanizadas, instrumentação, em atenção às normas da ABNT e das concessionárias de energia.

Desta forma, para o sistema de esgotamento sanitário de Entre Rios de Minas, são apresentados os projetos elétricos e de automação e controle para as seguintes unidades:

- ✓ Estação elevatória 01;
- ✓ Estação elevatória final;
- ✓ Estação de tratamento de esgotos.

No Item 3 do presente documento é apresentado o descritivo dos projetos. No Anexo 1 são apresentadas as memórias de cálculo e no Anexo 2 as especificações técnicas do Controlador Lógico Programável, dos Quadros de Comando dos Motores e do Sistema de Instrumentação.

↳ *Projeto Estrutural e de Fundações*

O projeto estrutural e de fundações é responsável pela apresentação dos desenhos, memórias, detalhes e quantidades das formas e armaduras das unidades propostas, bem como das fundações das respectivas estruturas.

Assim como no projeto elétrico, o projeto estrutural e de fundações do sistema de esgotamento sanitário de Entre Rios de Minas contempla as seguintes unidades.

- ✓ Estação elevatória 01;
- ✓ Estação elevatória final;
- ✓ Estação de tratamento de esgotos.

No Item 4 do presente documento é apresentado o descritivo do projeto e no Anexo 3 o Relatório dos Serviços Geotécnicos realizados nas unidades.

3. PROJETO ELÉTRICO E DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE

3.1 ESCOPO DO PROJETO

O escopo do projeto ora contratado consistirá em:

↳ *EEEEB01 – ENTRE RIOS DE MINAS*

- a) Dimensionamento da carga e do cabo alimentador da EEEB01;
- b) Dimensionamento da carga e do cabo alimentador dos motores de 3,0 kW;
- c) Padrão de Entrada de Energia da EEEB01;
- d) Instalações elétricas para alimentação dos motores de 3,0 kW;
- e) Rede de alimentação subterrânea externa da EEEB01;
- f) Relação de materiais das instalações elétricas da EEEB01.

↳ *EEEEB02 (Final) – ENTRE RIOS DE MINAS*

- a) Dimensionamento da carga e do cabo alimentador da EEEB02 (Final);
- b) Dimensionamento da carga e do cabo alimentador dos motores de 17,2 kW;
- c) Padrão de Entrada de Energia da EEEB02 (Final);
- d) Instalações elétricas para alimentação dos motores de 17,2 kW;
- e) Rede de alimentação subterrânea externa da EEEB02 (Final);
- f) Relação de materiais das instalações elétricas da EEEB02 (Final).

↳ *ETE – ENTRE RIOS DE MINAS*

- a) Dimensionamento da carga e do cabo alimentador da ETE;
- b) Padrão de Entrada de Energia da ETE;
- c) Instalações elétricas da Casa de Operação;
- d) Rede de alimentação subterrânea e iluminação externa da ETE;
- e) Relação de materiais das instalações elétricas da ETE.

3.2 SUPRIMENTO DE ENERGIA

↳ *EEEB01 – ENTRE RIOS DE MINAS*

O suprimento de energia para atender esta unidade será feita por Padrão de Entrada tipo C1– CEMIG, que alimentará o QGBT (Quadro Geral de Baixa tensão), que alimenta as cargas de iluminação e tomadas do Abrigo de Painéis Elétricos. As cargas de motores, iluminação e tomadas da EEEB serão alimentadas a partir do QGBT da EEEB01.

↳ *EEEB02 (Final) – ENTRE RIOS DE MINAS*

O suprimento de energia para atender esta unidade será feita por Padrão de Entrada tipo C6– CEMIG, que alimentará o QGBT (Quadro Geral de Baixa tensão), que alimenta as cargas de iluminação e tomadas do Abrigo de Painéis Elétricos. As cargas de motores, iluminação e tomadas da EEEB serão alimentadas a partir do QGBT da EEEB02 (Final).

↳ *ETE – ENTRE RIOS DE MINAS*

O suprimento de energia para atender esta unidade será feita por Padrão de Entrada tipo C1 – CEMIG, que alimentará o QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos da Casa de Operação), que alimenta as cargas de iluminação, tomadas e chuveiro da própria Casa de Operação e a iluminação externa e tomadas trifásicas externas da área da ETE-ENTRE RIOS DE MINAS.

3.3 NORMAS ADOTADAS

O projeto será executado de acordo com as recomendações das normas de baixa tensão da ABNT (NBR 5410), normas da COPASA-MG e normas ND.5.3 e ND. 5.1 da CEMIG.

3.4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

↳ *EEEB01*

A EEEB01 é nova e será implantada em terreno de propriedade da Prefeitura, será constituído, para fins do Projeto de Instalações Elétricas, dos seguintes projetos:

- a) Padrão de entrada de energia;
- b) Abrigo para Painéis Elétricos;
- c) Iluminação da área externa da EEEB01;
- d) Rede Subterrânea na área externa da EEEB01;
- e) Projeto do QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão – da EEEB01;
- f) Projeto dos QCM's – 3 x 3,0 kW (2 + R) – da EEEB01;
- g) Projeto do Quadro de Interface de Comando e Automação (QICA);

h) SPDA e aterramento do Abrigo para Painéis Elétricos.

↳ *EEEEB02 (Final)*

A EEEB02 é nova e será implantada em terreno de propriedade da Prefeitura, será constituído, para fins do Projeto de Instalações Elétricas, dos seguintes projetos:

- i) Padrão de entrada de energia;
- j) Abrigo para Painéis Elétricos;
- k) Iluminação da área externa da EEEB02;
- l) Rede Subterrânea na área externa da EEEB02;
- m) Projeto do QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão – da EEEB02;
- n) Projeto dos QCM's – 3 x 17,2 kW (2 + R) – da EEEB02;
- o) Projeto do Quadro de Interface de Comando e Automação (QICA);
- p) SPDA e aterramento do Abrigo para Painéis Elétricos.

A EEEB01 será constituída por 3 conjuntos elevatórios de 3,0 kW (2 + R), acionados por inversores de frequência, cada um instalado em um QCM (QCM's 1, 2 e 3). Os QCM's serão alimentados pelo QGBT, que será alimentado pelo padrão de entrada de energia, instalado ao lado do portão de entrada da EEEB01.

Os QCM's da EEEB01 alimentam os motores de 3,0 kW (2 + R),. Os QCM's, QGBT e QICA estão instalados em abrigo próprio, na área da EEEB01, conforme indicado no projeto. O controle de acionamento será feito por chave de nível tipo ultrassônico, instalada no poço de sucção da EEEB01. A parametrização dos níveis e atuação da chave de nível será feita no PLC, instalado no QICA da EEEB01.

A proteção da sucção será, também, através da chave de nível instalada no poço de sucção, que desliga ou impede a partida do conjunto selecionado quando o nível estiver próximo da sucção das bombas.

Para evitar mau cheiro, será programada, também no PLC, temporização para ligação da bomba selecionada, quando o sistema não atuar, por não haver chegado na altura em que a bomba é ligada automaticamente (nível séptico).

A iluminação externa da EEEB01 será comandada por relé fotoelétrico instalado no poste de iluminação da área da EEEB01.

A EEEB02 (Final) será constituída por 3 conjuntos elevatórios d17,2 kW (2 + R), acionados por inversores de frequência, cada um instalado em um QCM (QCM's 1, 2 e 3). Os QCM's serão alimentados pelo QGBT, que será alimentado pelo padrão de entrada de energia, instalado ao lado do portão de entrada da EEEB02 (Final).

Os QCM's da EEEB02 (Final) alimentam os motores de 17,2 kW (2 + R),. Os QCM's, QGBT e QICA estão instalados em abrigo próprio, na área da EEEB02, conforme indicado no projeto. O controle de acionamento será feito por chave de nível tipo ultrassônico, instalada no poço de sucção da EEEB02. A parametrização dos níveis e atuação da chave de nível será feita no PLC, instalado no QICA da EEEB02 (Final).

A proteção da sucção será, também, através da chave de nível instalada no poço de sucção, que desliga ou impede a partida do conjunto selecionado quando o nível estiver próximo da sucção das bombas.

Para evitar mau cheiro, será programada, também no PLC, temporização para ligação da bomba selecionada, quando o sistema não atuar, por não haver chegado na altura em que a bomba é ligada automaticamente (nível séptico).

A iluminação externa da EEEB02 será comandada por relé fotoelétrico instalado no poste de iluminação da área da EEEB02 (Final).

↳ ETE

A ETE é nova e será implantada em terreno a ser adquirido pela Prefeitura, será constituído, para fins do Projeto de Instalações Elétricas, dos seguintes projetos:

- a) Padrão de entrada de energia;
- b) Projeto de iluminação, tomadas e chuveiro da Casa de Operação;
- c) Iluminação e tomadas trifásicas da área externa da ETE;
- d) Rede Subterrânea na área externa da ETE;
- e) SPDA e aterramento da Casa de Operação.

A ETE será implantada próxima da EEEB2 (Final) e será alimentada pelo padrão de entrada de energia, instalado ao lado do portão de entrada da ETE.

O QDC (Quadro de Distribuição de Circuitos) será alimentado pelo Padrão de Entrada de Energia e alimentará as cargas de iluminação, tomadas e chuveiro da própria Casa de Operação e a iluminação externa e tomadas trifásicas da área externa da ETE.

4. PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES

4.1 ESCOPO DO PROJETO

Assim como discorrido anteriormente, o escopo do projeto estrutural e de fundações é o apresentado abaixo, com destaque para as diversas unidades componentes da estação de tratamento de esgotos:

- ✓ Estação elevatória 01;
- ✓ Estação elevatória 02 (Final);
- ✓ Estação de tratamento de esgotos:
 - Tratamento preliminar
 - Reatores UASB + Filtros biológicos percoladores + Decantadores secundários
 - Leitões de secagem
 - Elevatória de recirculação
 - Desinfecção UV
 - Casa de operação

4.2 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

São apresentados abaixo os principais parâmetros utilizados na elaboração dos projetos estruturais:

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de majoração das cargas para o dimensionamento: $\gamma=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 5,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014



As descrições de cada unidade, bem como o modelo adotado pelo projeto, os carregamentos, esforços e dimensionamento são apresentados nas respectivas memórias de cálculo.



ANEXO 1 - MEMÓRIAS DE CÁLCULO

1.1 Memórias de Cálculo dos PROJETOS ELÉTRICOS

MEMÓRIA DE CÁLCULO										
LOCAL: ENTRE RIOS -MG ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EEE-01				PROJETO: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ALIMENTADOR DO MOTOR 7,5 KW						
CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO										
TIPO DE CARGA:	MOTOR				SOBRE CARGA	V (V)	I _{circ.} (A)	Condutores/fase		
	FASES	P (kW)	η	Cos φ		220	10.5	0.51		
	3	3.0	0.805	0.93		1	POTÊNCIA (VA) =		4007	
1 - CRITÉRIO DA CORRENTE										
Fator de Agrupamento (FA)	0.91	Fator de Temperatura (FT)	0.870		I _{circ.} (A)	10.5	I _{corrig.} (A)	13.3		
Condutor selecionado:					2.5	mm ²	I _{condutor} (A)	26.0		
2 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO (MÁXIMA = 5%)										
SEÇÃO:	K	L (m)	I (A)	V (V)	ΔV (%)					
2.5	0.00550	10	10.5	220	0.58					
Condutor selecionado:					1 x 2,5 mm ²					
3 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA (MÁX. = 10%)										
SEÇÃO:	K	L (m)	I (A)	I _p /I _n	V (V)	ΔV (%)				
2.5	0.00550	10	10.5	2.5	220	1.45				
Condutor selecionado:					1 x 2,5 mm ²					
4 - CRITÉRIO DA COORDENAÇÃO COM A PROTEÇÃO										
TIPO DE PROTEÇÃO	Inom. (A)	Iajuste (A)	Fator de Atuação	Iatuaç. (A)	Nº de Condu.	Seção (mm ²)	I _{corrigida} (A)	Condição do condutor em relação à proteção		
Disjuntor	16	12.0	1.10	13.2	1.0	2.5	20.6	Protegido		
Condutor selecionado:					1 x 2,5 mm ²					
5 - CRITÉRIO DO CURTO-CIRCUITO										
Ptrafo (KVA)	Ztrafo (%)	V (V)	I _{cc} sim. (A)	Tempo de atuação da proteção (s)	Tipo Cond.	Isolação	Fator K	Seção mínima (mm ²) = $\{\sqrt{[I(A)^2 \times t(s)]} / K$		
45	4	220	1412.0	0.060	Cobre	PVC	147	2.35		
Condutor selecionado:					1 x 2,5 mm ²					
CONDUTOR ADOTADO PARA O ALIMENTADOR DO CIRCUITO:										
1 x 4/C #2,5 mm ² - EPR - PVC - 0,6/1,0 kV - 90° C.										
DIMENSIONAMENTO DOS COMPONENTES DE PROTEÇÃO E MANOBRA DO MOTOR										
		Nº. DE FASES	I (A)							
DISJUNTOR-MOTOR		3	16							
CONTATOR		3	16	(CAPACIDADE MÍNIMA DO CONTATOR)						
RELÉ DE SOBRECARGA				FUNÇÃO DE SOBRECARGA DO INVERSOR DE						
FREQÜÊNCIA - AJUSTE = 12A										

MEMÓRIA DE CÁLCULO											
ENTRE RIOS -MG LOCAL: EST. ELEVATÓRIA EEE-FINAL				INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PROJETO: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ALIMENTADOR DO MOTOR 17,2 KW							
CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO											
TIPO DE CARGA:	MOTOR				SOBRE CARGA	V (V)	I _{circ.} (A)		Condutores/fase		
	FASES	P (kW)	η	Cos ϕ					220	54.2	0.74
	3	17.2	0.905	0.92					1	POTÊNCIA (VA) = 20,658	
1 - CRITÉRIO DA CORRENTE											
Fator de Agrupa- mento (FA)		1	Fator de Tempe- ratura (FT)		0.870	I _{circ.} (A)		54.2	I _{corrig.} (A)	62.3	
Condutor selecionado:						16.0	mm ²	I _{condutor} (A)	84.0		
2 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO (MÁXIMA = 5%)											
SEÇÃO:	K		L (m)		I (A)		V (V)		ΔV (%)		
16.0	0.00091		25		54.2		220		1.23		
Condutor selecionado:						16 mm ²					
3 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA (MÁX. = 10%)											
SEÇÃO:	K		L (m)		I (A)		I _p /I _n		V (V)	ΔV (%)	
16.0	0.00091		25		54.2		2.5		220	3.08	
Condutor selecionado:						16 mm ²					
4 - CRITÉRIO DA COORDENAÇÃO COM A PROTEÇÃO											
TIPO DE PROTEÇÃO	Inom. (A)	Iajuste (A)	Fator de Atuação	Iatuaç. (A)	Nº de Condut.	Seção (mm ²)	I _{corrigida} (A)	Condição do condutor em relação à proteção			
Disjuntor	70	60.0	1.10	66.0	1.0	16.0	73.1	Protegido			
Condutor selecionado:						16 mm ²					
5 - CRITÉRIO DO CURTO-CIRCUITO											
Ptrafo (KVA)	Ztrafo (%)	V (V)	I _{cc} sim. (A)	Tempo de atuação da proteção (s)	Tipo Cond.	Isolação	Fator K	Seção mínima (mm ²) = $\{\sqrt{[I(A)^2 \times t(s)]} / K$			
75	4	220	2353.4	0.060	Cobre	PVC	147	3.92			
Condutor selecionado:						16,0mm ²					
CONDUTOR ADOTADO PARA O ALIMENTADOR DO CIRCUITO:											
1 x 4/C #16,0 mm ² - EPR - PVC - 0,6/1,0 kV - 90° C.											
DIMENSIONAMENTO DOS COMPONENTES DE PROTEÇÃO E MANOBRA DO MOTOR											
			Nº. DE FASES	I (A)							
DISJUNTOR-MOTOR			3	70							
CONTATOR			3	70	(CAPACIDADE MÍNIMA DO CONTATOR)						
RELÉ DE SOBRECARGA					FUNÇÃO DE SOBRECARGA DO INVERSOR DE						
FREQÜÊNCIA - AJUSTE = 60A											

MEMÓRIA DE CÁLCULO									
LOCAL: FUNASA - SES ENTRE RIOS DE MINAS -MG				PROJETO: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS SES - TAPIRA -MG ALIMENTADOR DO QGBT-ETE					
CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO									
TIPO DE CARGA:	QCM				SOBRE CARGA	V (V) 220	Icirc. (A) 38.9	Condutores/fase	
	FASES	P (kW)	η	Cos ϕ				0.71	
	3	12.69	0.92	0.93	1	PTOTAL (VA)		14,831	
1 - CRITÉRIO DA CORRENTE									
Fator de Agrupa- mento (FA)		1	Fator de Tempe- ratura (FT)		0.870	Icirc. (A)	38.9	Icorrig. (A)	44.7
Condutor selecionado:						10.0	mm ²	Icondutor (A)	63.0
2 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO (MÁXIMA = 5%)									
SEÇÃO:	K		L (m)		I (A)		V (V)	ΔV (%)	
10.0	0.00140		90		38.9		220	4.9	
Condutor selecionado:						1 x 10,0 mm ²			
3 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA (MÁX. = 10%)									
SEÇÃO:	K		L (m)		I (A)		V (V)	ΔV (%)	
10.0	0.00140		90		38.9		220	12.26	
Condutor selecionado:						1 x 10,0 mm ²			
4 - CRITÉRIO DA COORDENAÇÃO COM A PROTEÇÃO									
TIPO DE PROTEÇÃO	Inom. (A)	Iajuste (A)	Fator de Atuação	Iatuaç. (A)	Nº de Condut.	Seção (mm ²)	Icorrigida (A)	Condição do condutor em relação à proteção	
Disjuntor	60	60.0	1.10	66.0	1.0	10.0	54.8	Protegido	
Condutor selecionado:						1 x 10,0 mm ²			
5 - CRITÉRIO DO CURTO-CIRCUITO									
Ptrafo (KVA)	Ztrafo (%)	V (V)	Icc sim. (A)	Tempo de atuação da proteção (s)	Tipo Cond.	Isolação	Fator K	Seção mínima (mm ²) = $\{\sqrt{[I(A)^2 \times t(s)]}\} / K$	
45	4	220	1412.0	0.100	Cobre	PVC	147	3.04	
Condutor selecionado:						1 x 10,0 mm ²			
CONDUTOR ADOTADO PARA O ALIMENTADOR DO CIRCUITO:									
4 x 1/C # 10,0 mm ² - PVC - PVC - 0,6/1,0 kV - 90° C.									
OBS.: Disjuntor no Padrão de Entrada de Energia TIPO C1: 3P - 40 A									

MEMÓRIA DE CÁLCULO										
LOCAL: FUNASA - SES ENTRE RIOS DE MINAS -MG			PROJETO: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS SES -TAPIRA -MG ALIMENTADOR DO MOTOR 1,1KV							
CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO										
TIPO DE CARGA:	QCM				SOBRE CARGA	V (V)	Icirc. (A)		Condutores/fase	
	FASES	P (kW)	η	Cos ϕ					220	4.3
	3	1.1	0.84	0.8	1		PTOTAL (VA)		1,637	
1 - CRITÉRIO DA CORRENTE										
Fator de Agrupa- mento (FA)		1	Fator de Tempe- ratura (FT)		0.870		Icirc. (A)	4.3	Icorrig. (A)	4.9
Condutor selecionado:							2.5	mm ²	Icondutor (A)	26.0
2 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO (MÁXIMA = 5%)										
SEÇÃO:	K		L (m)		I (A)		V (V)		ΔV (%)	
2.5	0.00550		30		4.3		220		0.71	
Condutor selecionado:							1 x 2,5 mm ²			
3 - CRITÉRIO DA QUEDA DE TENSÃO NA PARTIDA (MÁX. = 10%)										
SEÇÃO:	K		L (m)		I (A)		Ip/In		V (V)	ΔV (%)
2.5	0.00550		30		4.3		2.5		220	1.77
Condutor selecionado:							1 x 2,5 mm ²			
4 - CRITÉRIO DA COORDENAÇÃO COM A PROTEÇÃO										
TIPO DE PROTEÇÃO	Inom. (A)	Iajuste (A)	Fator de Atuação	Iatuaç. (A)	Nº de Condut.	Seção (mm ²)	Icorrigida (A)	Condição do condutor em relação à proteção		
Disjuntor	10	10.0	1.10	11.0	1.0	2.5	22.6	Protegido		
Condutor selecionado:							1 x 2,5 mm ²			
5 - CRITÉRIO DO CURTO-CIRCUITO										
Ptrafo (KVA)	Ztrafo (%)	V (V)	Icc sim. (A)	Tempo de atuação da proteção (s)	Tipo Cond.	Isolação	Fator K	Seção mínima (mm ²) = $\{\sqrt{[I(A)^2 \times t(s)]} / K$		
45	4	220	1412.0	0.100	Cobre	PVC	147	3.04		
Condutor selecionado:							1 x4 mm ²			
CONDUTOR ADOTADO PARA O ALIMENTADOR DO CIRCUITO:										
1 x 4/C #2,5,0 mm ² - EPR - PVC - 0,6/1,0 kV - 90° C.										

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
QGBT - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EEE-01- ENTRE RIOS DE MINAS

Imotor = 10.52 A

					CARGAS										POTÊNCIAS		DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS/FASE (VA)			ITENS DE CARGA		
QUADRO	CIRC. Nº.	DISJ.	INTER. DR.	ALIM. (mm²)	LÂMPADA FLUOR. 32W	LÂMPADA FLUOR. COMPACTA 19W	LÂMPADA VS 150W	TOMADA MONOF. 300W	MEDIDOR DE NÍVEL 100W	MEDIDOR DE VAZÃO 100W	TOMADA TRIFÁSICA 1.200W	QICA 1200W 220V	MOTOR 3Ø 3,0kW	η	COS φ	P (W)	P (VA)	A	B	C		
QGBT-EEE-01	M1	3P-16A		2.5	32	19	150	300	100				1	0.81	0.93	3,727	4,007	1,336	1,336	1,336	MOTOR M1 3,0 KW	
	M2	3P-16A		2.5									1	0.81	0.93	3,727	4,007	1,336	1,336	1,336	MOTOR M2 3,0 KW	
	M3	3P-16A		2.5									1	0.81	0.93	3,727	4,007	1,336	1,336	1,336	MOTOR M3 3,0 KW	
	1	2P-10A		2.5								1		1.00	0.80	1,200	1,500	750	750		QICA	
	2	2P-06A	30mA	1.5					1	1				1.00	0.80	200	250	125	125		MEDIDORES DE NÍVEL E DE VAZÃO	
	3	2P-10A	30mA											1.00	0.80	0	0					RESERVA BIFÁSICA
	4	2P-10A	30mA	2.5	4			2						1.00	0.80	728	910			910		ILUM. INTERNA E TOMADAS
	5	2P-10A	30mA	2.5			2							1.00	0.80	300	375	188	188			ILUMINAÇÃO EXTERNA
	6	3P-10A	30mA	2.5							1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500		TOMADA TRIFÁSICA
7	3P-10A	30mA								1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500		RESERVA TRIFÁSICA	
8	3P-10A	30mA											1.00	0.80	0	0					RESERVA TRIFÁSICA	
DJG	TOTAL INSTAL.	3P-40A		10	4	0	2	2	1	1	2	1	3			16,008	18,057	6,070	6,070	5,917	CARGA TOTAL INSTALADA	
	TOTAL DEMAN.	3P-40A		10	4	0	2	2	1	1	2	1	2			12,281	14,049	4,734	4,734	4,581	CARGA TOTAL DEMANDADA	

CARGA INSTALADA (kW):

16.01

CARGA DEMANDADA (kW):

12.28

FATOR DE DEMANDA:

PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA:

CARGA INSTALADA (kVA):

18.06

CARGA DEMANDADA (kVA):

14.05

ILUM. E TOMADAS 220 V = 100%

BAIXA TENSÃO EM MURETA

DISJUNTOR NO SECUNDÁRIO: 3P-40A;

CONDUTOR: 4 x 1/C#10mm²

ELETRODUTO: PVC - Ø 40mm

MOTORES = 66%

CONTATOR DO MOTOR = 16A (I mínima)

TOMADAS TRIFÁSICAS (220V) = 100%

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
QGBT - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EEE-FINAL- ENTRE RIOS DE MINAS**

Imotor = 54.22 A

					CARGAS										POTÊNCIAS		DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS/FASE (VA)			ITENS DE CARGA		
QUADRO	CIRC. Nº.	DISJ.	INTER. DR	ALIM. (mm²)	LÂMPADA FLUOR. 32W	LÂMPADA FLUOR. COMPACTA 19W	LÂMPADA VS 150W	TOMADA MONOF. 300W	MEDIDOR DE NÍVEL 100W	MEDIDOR DE VAZÃO 100W	TOMADA TRIFÁSICA 1.200W	QICA 1200W 220V	MOTOR 3Ø 17,2KW	η	COS φ	P (W)	P (VA)	A	B	C		
					32	19	150	300	100	100	1200	1.200	17.200									
	M1	3P-70A		16.0									1	0.91	0.92	19,006	20,658	6,886	6,886	6,886	MOTOR M1 17,2 KW	
	M2	3P-70A		16.0									1	0.91	0.92	19,006	20,658	6,886	6,886	6,886	MOTOR M2 17,2 KW	
	M3	3P-70A		16.0									1	0.91	0.92	19,006	20,658	6,886	6,886	6,886	MOTOR M3 17,2 KW	
	1	2P-10A		2.5								1		1.00	0.80	1,200	1,500	750	750		QICA	
	2	2P-06A	30mA	1.5					1	1				1.00	0.80	200	250	125	125		MEDIDORES DE NÍVEL E DE VAZÃO	
	3	2P-10A	30mA	2.5										1.00	0.80	0	0				RESERVA BIFÁSICA	
	4	2P-16A	30mA	2.5	4			2						1.00	0.80	728	910			910	ILUM. INTERNA E TOMADAS	
	5	2P-10A	30mA	2.5			2							1.00	0.80	300	375	188	188		ILUMINAÇÃO EXTERNA	
	6	3P-10A	30mA	2.5							1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500	TOMADA TRIFÁSICA INTERNA	
	7	3P-10A	30mA	2.5							1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500	TOMADA TRIFÁSICA EXTERNA	
	8	3P-10A	30mA											1.00	0.80	0	0	0	0	0	RESERVA TRIFÁSICA	
DJG	TOTAL INSTAL.	3P-150A		70	4	0	2	2	1	1	2	1	3			61,845	68,010	22,721	22,721	22,568	CARGA TOTAL INSTALADA	
	TOTAL DEMAN.	3P-150A		70	4	0	2	2	1	1	2	1	2			42,839	47,351	15,835	15,835	15,682	CARGA TOTAL DEMANDADA	

CARGA INSTALADA (kW):

61,845

CARGA DEMANDADA (kW):

42,839

FATOR DE DEMANDA:

PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA: TIPO C6

CARGA INSTALADA (kVA):

68,010

CARGA DEMANDADA (kVA):

47,351

ILUM. E TOMADAS 220 V = 100%

BAIXA TENSÃO EM MURETA

DISJUNTOR NO SECUNDÁRIO: 3P-150A;

CONDUTOR: 4 x 1/C#70mm²

ELETRODUTO: PVC - Ø 60mm

MOTORES = 66%

CONTATOR DO MOTOR = 70A (I minima)

TOMADAS TRIFÁSICAS (220V) = 100%

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
QGBT - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE1 - ENTRE RIOS DE MINAS**

Imotor = 4.30 A

				CARGAS											η	COS ϕ	POTÊNCIAS		DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS/FASE (VA)			ITENS DE CARGA	
QUADRO	CIRC. Nº.	DISJ.	ALIM. (mm²)	INTER. DR	LÂMPADA FLUOR. 16W	LÂMPADA FLUOR. 32W	LÂMPADA VS - 150W	TOMADA MONOF. 200W	TOMADA MONOF. 1200W	CHUVEIRO 5.400W 220V	TOMADA TRIFÁSICA 1.200W	MEDIDOR DE NÍVEL 100W	QICA 600W	MOTOR 3Ø 1.100kW			P (W)	P (VA)	A	B	C		
					16	32	150	200	1200	5.400	1200	100	600	1.100									
QGBT	M1	3P-10A	2.5											1	0.84	0.80	1,310	1,637	546	546	546	MOTOR 1.100W 220V	
	M2	3P-10A	2.5												0.84	0.80	0	0				Reserva trifásica 220V	
	1	2P-10A	2.5										1		1.00	0.80	600	750	375	375		QICA	
	2	2P-06A	2.5	30mA								1			1.00	0.80	100	125	63	63		Medidor de Nível 220V	
	3	2P-10A	2.5	30mA	6	10									1.00	1.00	416	416			416	Iluminação Casa de Operação 127V	
	4	2P-10A	2.5	30mA				3							1.00	0.80	600	750			750	Tomadas Laboratório 200W / 127V	
	5	2P-16A	2.5	30mA				5							1.00	0.80	1,000	1,250	1,250				Tomadas Casa Operação 127V
	6	2P-16A	2.5	30mA					1						1.00	0.80	1,200	1,500	1,500				Tomada Laboratório 1.200 / 127V
	7	2P-40A	6.0	30mA							1				1.00	1.00	5,400	5,400		2,700	2,700	Chuveiro Elétrico 220V	
	8	2P-10A	2.5	30mA			9								1.00	0.80	1,350	1,688		844	844	Iluminação Externa 220V	
	9	2P-10A	2.5	30mA		4		1							1.00	0.80	328	410	410				Ilum./Tomada - Sala Desinfecção 127V
	10	2P-10A	2.5	30mA											1.00	0.80	0	0	0				Reserva 127V
	11	3P-10A	2.5	30mA								1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500	Tomada trifásica - Sala Desinfecção 220V	
	12	3P-10A	2.5	30mA								1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500	Tomada trifásica 220V - Externa	
13	3P-10A		30mA								1			1.00	0.80	1,200	1,500	500	500	500	Tomada trifásica 220V - Externa		
14	3P-10A		30mA											1.00	0.80	0	0	0	0	0		Reserva trifásica 220V - Externa	
DJG	TOTAL INSTAL.		16		6	14	9	9	1	1	3	1	1	1			13,894	15,914	4,660	5,044	6,210	CARGA TOTAL INSTALADA	
	TOTAL DEMAN.	3P-40A	16		6	14	9	9	1	1	3	1	1	1			12,694	14,414	4,160	4,544	5,710	CARGA TOTAL DEMANDADA	

CARGA INSTALADA (kW): 13.89

CARGA DEMANDADA (kW): 12.69

FATOR DE DEMANDA:

PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA: TIPO C1

CARGA INSTALADA (kVA): 15.91

CARGA DEMANDADA (kVA): 14.41

ILUM. E TOMADAS 220 V = 100%

BAIXA TENSÃO EM MURETA

DISJUNTOR NO SECUNDÁRIO: 3P-40A;

CONDUTOR: 4 x 1/C#10mm²

ELETRODUTO: PVC - Ø 32mm

MOTORES = 66%

CONTATOR DO MOTOR = 10A (1 minima)

TOMADAS TRIFÁSICAS (220V) = 100%



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



ANEXO 1 - MEMÓRIAS DE CÁLCULO

1.2 Memórias de Cálculo dos PROJETOS ESTRUTURAIS

MEMÓRIA DE CÁLCULO
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA 01
ENTRE RIOS DE MINAS

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo submerso: $\gamma=2,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de majoração das cargas para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 5,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura enterrada é composta poço de sucção (220x300/780) cm, caixa de chegada (100x100/645) cm e caixa do barrilete (200x300/325) cm delimitados por cortina de estacas pré-moldadas de 20 cm de diâmetro e paredes de 8 cm de espessura e lajes de fundo de 25 cm de espessura e lajes da tampa de 15 cm de espessura. Conta ainda com um pórtico elevado em concreto armado para fixação de uma monovia metálica.

Figura 1.1 – Planta

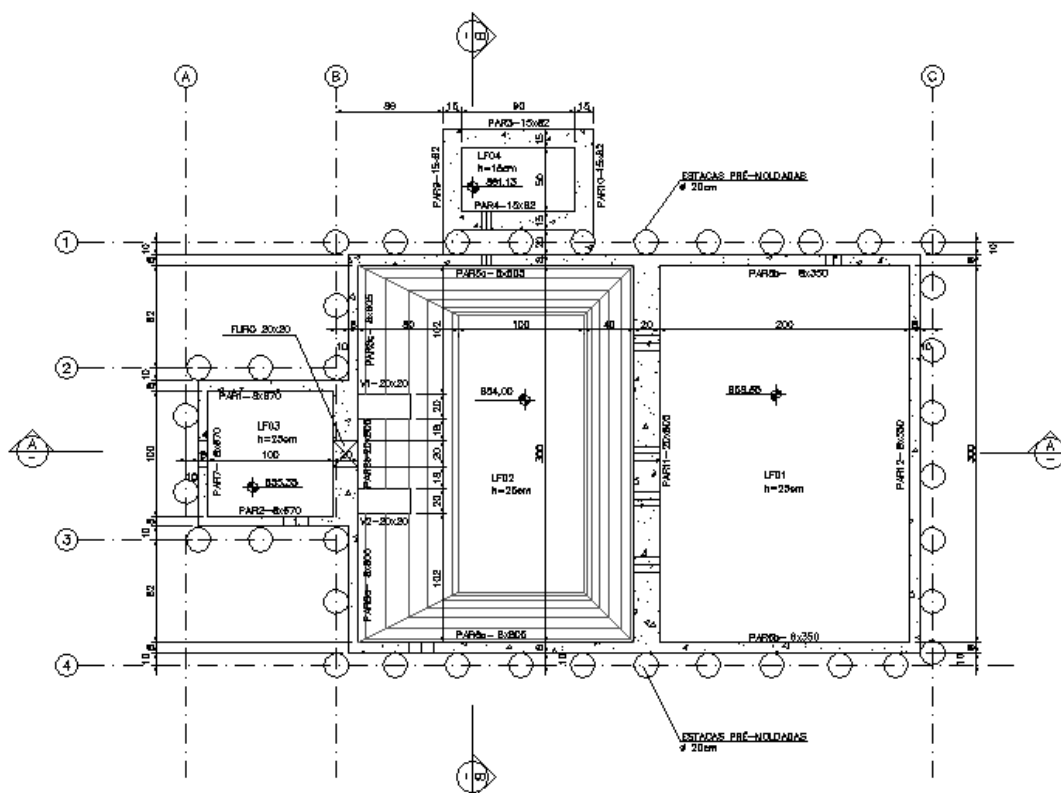
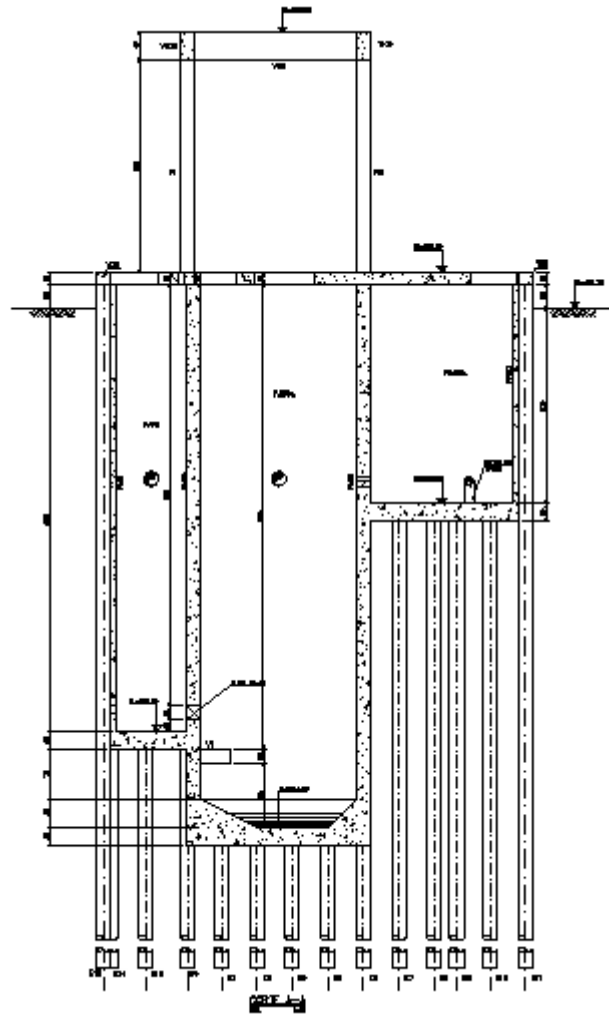


Figura 1.2 – Seção



2. MODELO ADOTADO

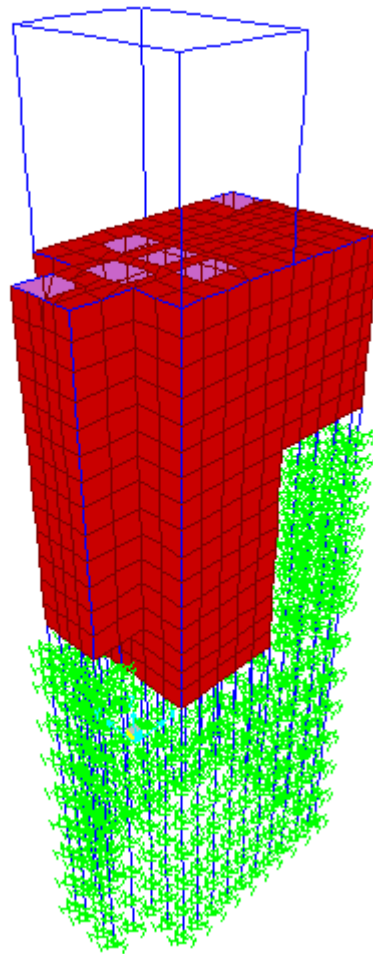
A análise engloba o dimensionamento estrutural da elevatória tendo como base a atuação das cargas de projeto.

Para o cálculo dos esforços foi utilizado o software SAP2000.

Foi criado um modelo tridimensional formado por elementos de placa, sendo que a discretização obedece à disposição da estrutura e considera as diferentes espessuras que a compõe.

A elevatória apoia-se sobre fundação em cortina de estacas pré-moldadas, sendo as mesmas representadas pelos apoios elásticos, como mostra o modelo a seguir.

Figura 2.1 – Modelo em elementos finitos



3. CARREGAMENTOS

PESO PRÓPRIO

Carregamento definido pelo programa SAP 2000 considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

EMPUXO DE SOLO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces externas das paredes. Considerou-se altura da camada de solo seco pelo coeficiente de empuxo ativo do solo ($k_a=0,33$) pelo peso específico do solo do eixo da laje de fundo ao eixo da laje de tampa, variando de $4,66 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

$$0,33 * 1,8 * 7,85 = 4,66 \text{ t/m}^2.$$

EMPUXO DE ÁGUA

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes. Considerou-se altura da camada de água pelo peso específico da água do topo da parede ao eixo da laje de fundo, variando de $7,85 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

$$1,0 * 7,85 = 7,85 \text{ t/m}^2.$$

PESO DA ÁGUA

Considerou-se altura da camada de água pelo peso específico da água do topo da parede ao eixo de cada laje de fundo: carregamento uniformemente distribuído de $h * 1,0 \text{ t/m}^3$

$$\text{Laje de fundo do poço de sucção} = 7,85 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Laje de fundo da caixa de chegada} = 6,50 \text{ t/m}^2$$

SOBRECARGA DO BARRILETE

Carregamento distribuído de $0,30 \text{ t/m}^2$ aplicado na laje de fundo do barrilete.

SOBRECARGA DA TAMPA

Carregamento distribuído de $0,25 \text{ t/m}^2$ aplicado nas lajes da tampa.

SUBPRESSÃO

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo na direção de baixo para cima, considerando o nível d'água no solo na elevação 858,50.

$$\text{Laje de fundo do poço de sucção} = -4,75 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Laje de fundo da caixa de chegada} = -3,35 \text{ t/m}^2.$$

MONOVIA

Carga concentrada de 0,30 tf aplicada nos pontos da viga onde serão fixadas as monovias.

4. COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

VAZIO

Peso próprio + empuxo de solo + monovia + sobrecarga da tampa + sobrecarga do barrilete + subpressão

CHEIO

Peso próprio + empuxo de água + empuxo de solo + monovia + peso de água + sobrecarga da tampa + sobrecarga do barrilete + subpressão

5. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

Apresentaremos a seguir os esforços dos elementos estruturais apenas para os casos de combinações de carregamentos que se apresentarem mais desfavoráveis ao comportamento estrutural, ocasionando um dimensionamento a favor da segurança.

ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

- ✓ Elementos estruturais com $h=15$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 15 = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$
c/10 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,81 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$
c/12,5 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 1,6 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=25$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 25 = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$
c/10,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 2,72 t*m/m.

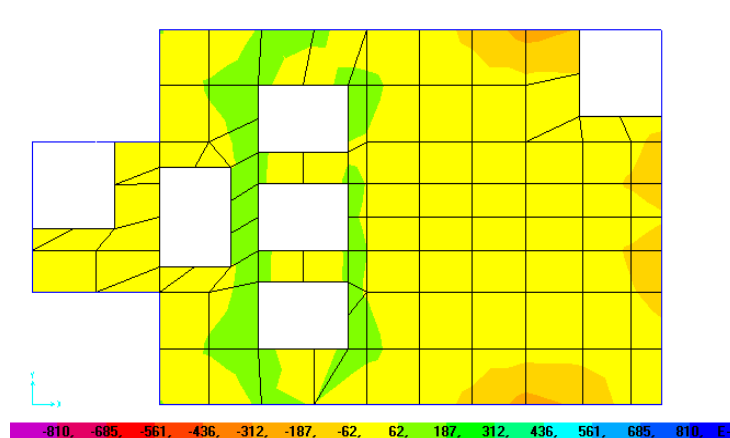
LAJES DA TAMPA (H=15)

Valores positivos: face inferior

Valores negativos: face superior

- ✓ Armação vertical

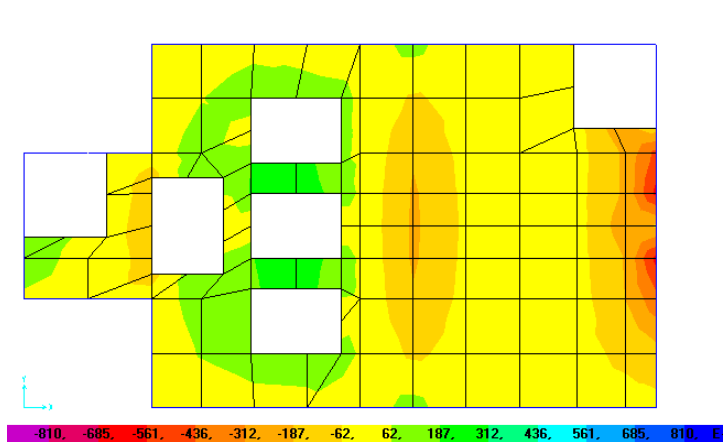
Figura 5.1 – Momento fletor vertical ($\times 10^{-3}$ t*m/m). Combinação de carregamentos: cheio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores verticais superiores a 0,81 tf*m/m, portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior

✓ Armadura Horizontal

Figura 5.2 – Momento fletor horizontal ($\times 10^{-3}$ t*m/m). Combinação de carregamentos: cheio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores horizontais superiores a 0,81 tf*m/m, portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior

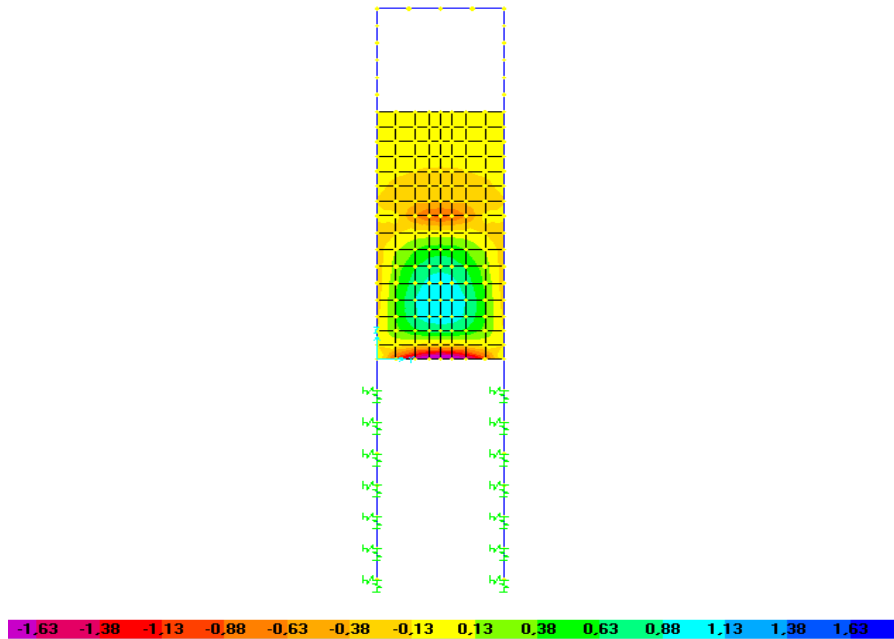
PAREDE 11 (H=20)

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

✓ Armadura vertical

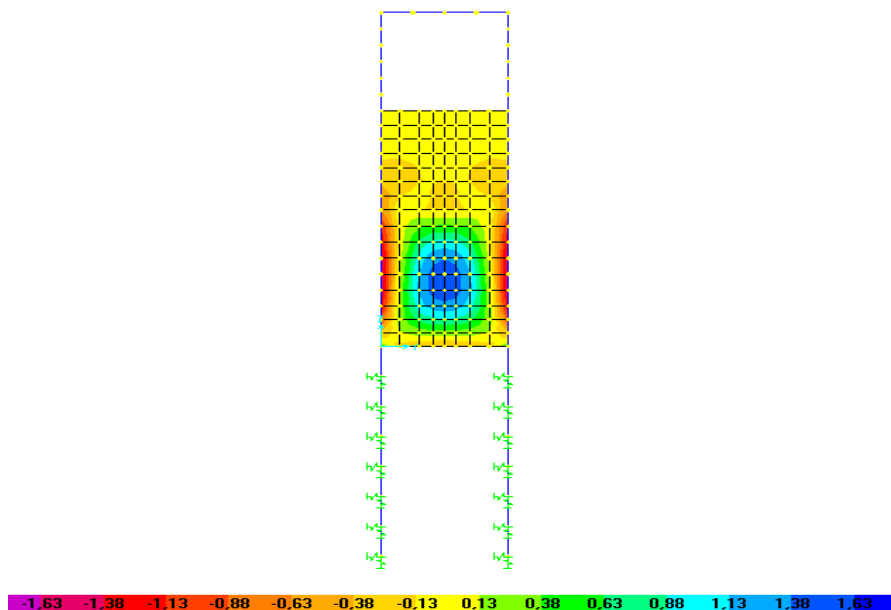
Figura 5.3 – Momento fletor vertical (t^*m/m). Combinação de carregamentos: vazio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores horizontais superiores a 1,63 t^*m/m , portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 3,58 \text{ cm}^2/m - \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$ nas faces interna e externa

✓ Armadura horizontal

Figura 5.4 – Momento fletor horizontal (t^*m/m). Combinação de carregamentos: vazio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores horizontais superiores a 1,63 $\text{tf}^*\text{m}/\text{m}$, portanto será adotada armadura mínima $A_{\text{min}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$ nas faces interna e externa.

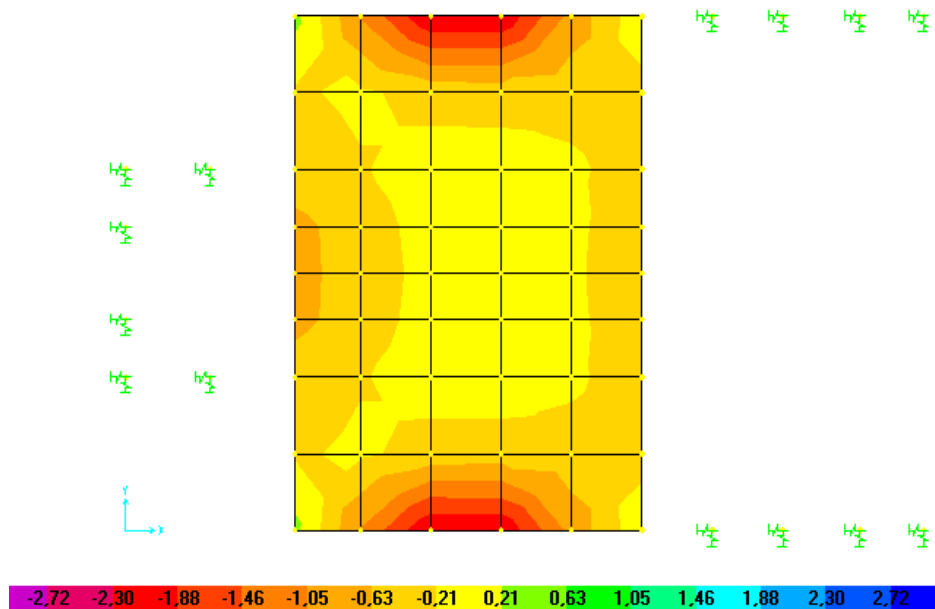
LAJE DO FUNDO DO POÇO DE SUCÇÃO LF2 (H=25)

Valores positivos: face superior

Valores negativos: face inferior

- ✓ Armação vertical

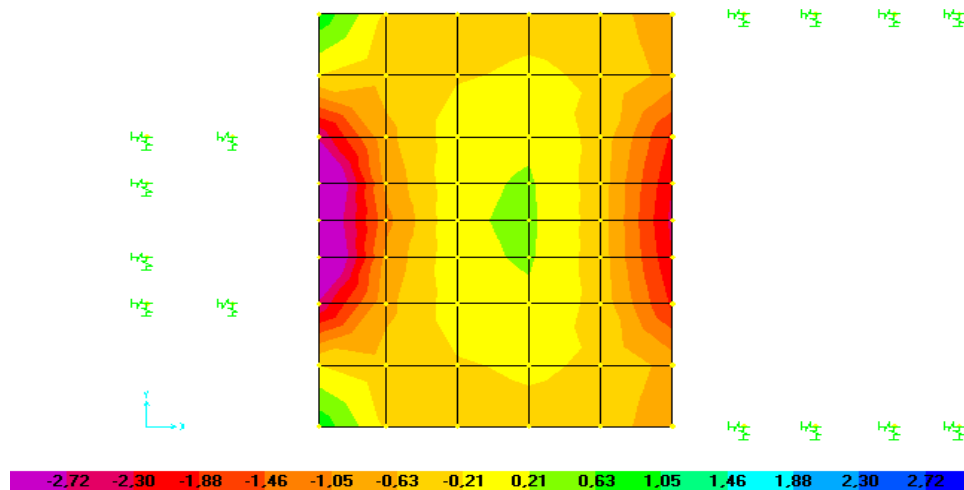
Figura 5.5 – Momento fletor vertical ($\text{t}^*\text{m}/\text{m}$). Combinação de carregamentos: vazio



Os valores absolutos dos momentos fletores horizontais na laje são inferiores a 2,72 $\text{tf}^*\text{m}/\text{m}$, portanto será adotada armadura mínima $A_{\text{min}} = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior

- ✓ Armação horizontal

Figura 5.5 – Momento fletor horizontal (t*m/m). Combinação de carregamentos: vazio



Os valores absolutos dos momentos fletores horizontais na laje são inferiores a 2,72 tf*m/m, portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior

DEMAIS LAJES DE FUNDO LF01 E LF03 (H=25)

Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores superiores a 2,72 tf*m/m, portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas duas direções e nas faces superior e inferior.

VIGAS PÓRTICO (20x40)

$M_{m\acute{a}x} = 0,35 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$ inferior

$d' = 5,0 \text{ cm} - A_s = 0,34 \text{ cm}^2 - A_{smin} = 1,43 \text{ cm}^2 -$ adotaremos $2 \phi 10,0$ superior e inferior e estribos de $\phi 5,0 \text{ c}/15,0 \text{ cm}$.

PILARES PÓRTICO (20X20)

Para cálculo dos pilares foi utilizado o software de cálculo Mudados. E os resultados são apresentados a seguir.

Cobrimento da Armadura = 5 cm $F_{ck} = 40$ MPa Aço CA-50

Diâmetro do Agregado = 19 mm (Brita 1)

Coeficientes de Majoração

=====

Gama F = 1,4

Gama C = 1,4

Gama S = 1,15

Dimensões do Pilar :

=====

Base = 20 cm

Altura = 20 cm

Área Total = 400 cm²

Valor de $L_o = 300$ cm

Alturas : Viga Superior = 40 cm Viga Inferior = 15 cm

Valor de $l_e = 320$ cm

$\lambda_{E(b)} = 55,36$

$\lambda_{E(h)} = 55,36$

Esforços

=====

$N = 1,30$ tf

$M_{Ax} = 0,03$ tfm

$M_{Bx} = 0,01$ tfm

$M_{Ay} = 0,032$ tfm $M_{By} = 0,008$ tfm

$\alpha_B(b) = 1$

$\alpha_B(h) = 1$

Critério do Momento mínimo foi utilizado. $M_{1d,minB} = 0,28392$

Critério do Momento mínimo foi utilizado. $M_{1d,minH} = 0,28392$

Seção A : $\lambda_{1(b)} = 35$ $\lambda_{1(h)} = 35$

Seção B : $\lambda_{1(b)} = 35$ $\lambda_{1(h)} = 35$

ANÁLISE :

=====

$N_d = 1,82$ t

----- Seção A Direção b -----

Flexo-Compressão-Oblíqua

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $e_a = 2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{1} = 35$

Efeito local de 2a ordem!

Exc. Inicial = 2,46 cm

Rig. K Aprox. = 1,0284

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 4,07 cm

Exc. p/ dimensionamento = 4,07 cm

----- Seção A Direção h -----

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a = 2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{d1} = 35$

Efeito local de 2a ordem:

Exc. Inicial = 2,31 cm

Rig. K Aprox. = 1,0038

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 3,88 cm

Exc. p/ dimensionamento = 3,88 cm

----- Seção B Direção b -----

Flexo-Compressão-Oblíqua

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a = 2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{d1} = 35$

Efeito local de 2a ordem!

Exc. Inicial = 0,62 cm

Rig. K Aprox. = 0,9702

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 3,62 cm

Exc. p/ dimensionamento = 3,62 cm

----- Seção B Direção h -----

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a = 2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{d1} = 35$

Efeito local de 2a ordem:

Exc. Inicial = 0,77 cm

Rig. K Aprox. = 0,9702

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 3,62 cm

Exc. p/ dimensionamento = 3,62 cm

==== Dimensionamento =====

Seção Intermediária

1a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=4,07$ cm ($M_b = 0,07$ t.m), $e_h = 3,88$ cm ($M_h = 0,07$ t.m)

=====

Seção A

2a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=4,07$ cm ($M_b = 0,07$ t.m), $e_h=0$ cm

3a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=0$ cm, $e_h = 3,88$ cm ($M_h = 0,07$ t.m)

=====

Seção B

4a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=3,62$ cm ($M_b = 0,07$ t.m), $e_h = 0$ cm

5a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=0$ cm, $e_h = 3,62$ cm ($M_h = 0,07$ t.m)

=====

Ferragem - Resultado

=====

Área de Cálculo (1a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (2a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (3a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (4a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (5a Hip.) = 1,6 cm²

Diâmetro : 10 mm

Ferragem distribuída : 4 ferros nos cantos

Ferros ao longo de b (de cada lado): 0

Ferros ao longo de h (de cada lado): 0

Total de Ferros : 4

Área do Total de Ferros : 3,14 cm² - Percentual = 0,79 %

Estribo - Diâmetro = 5 mm espaçados a cada 12 cm

CORTINA DE ESTACAS (ESTACAS PRÉ-MOLDADAS ϕ 20 CM)

As estacas utilizadas para a cortina de estacas da estrutura são estacas pré-moldadas com ϕ de 20cm e parede de 6cm de espessura. As mesmas suportam as seguintes cargas:

Momento Fletor máximo de 1,40 tm, carga de compressão máxima de 30t e carga de tração máxima de 7t. Analisando o modelo do SAP verificou-se que os esforços solicitantes nas estacas são de momento fletor máximo de 0,40t e carga de compressão de 3,8t, ou seja, valores inferiores aos limites estabelecidos pelo fabricante. Portanto as estacas utilizadas suportam todas as solicitações de esforços da estrutura em questão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta memória de cálculo foi elaborada seguindo a *NBR-6118/2014*, as considerações nela apresentadas devem ser seguidas quando for executada a estrutura.



MEMORIA DE CÁLCULO
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL
ENTRE RIOS DE MINAS

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo submerso: $\gamma=2,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de majoração das cargas para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 5,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura enterrada é composta poço de sucção (220x300/840) cm, caixa de chegada (100x100/650) cm e caixa do barrilete (200x300/395) cm delimitados por cortina de estacas pré-moldadas de 20 cm de diâmetro e paredes de 8 cm de espessura e lajes de fundo de 25 cm de espessura e lajes da tampa de 15 cm de espessura. Conta ainda com um pórtico elevado em concreto armado para fixação de uma monovia metálica.

Figura 1.1 – Planta

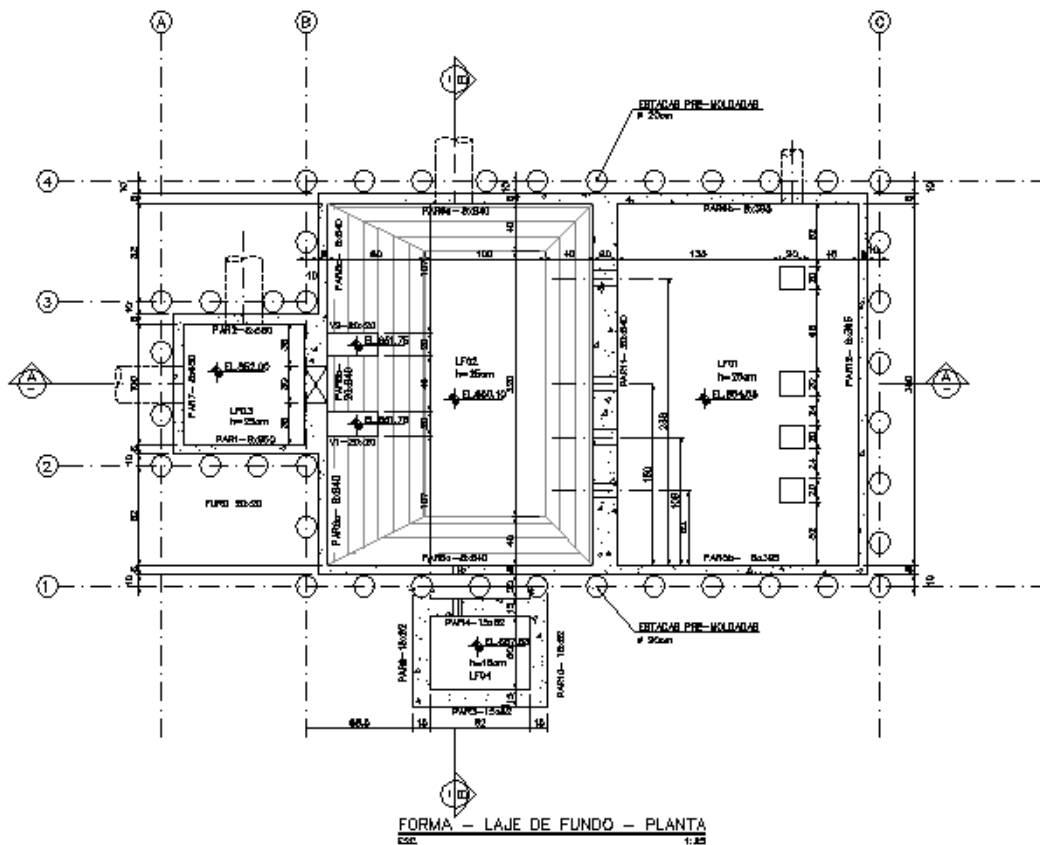
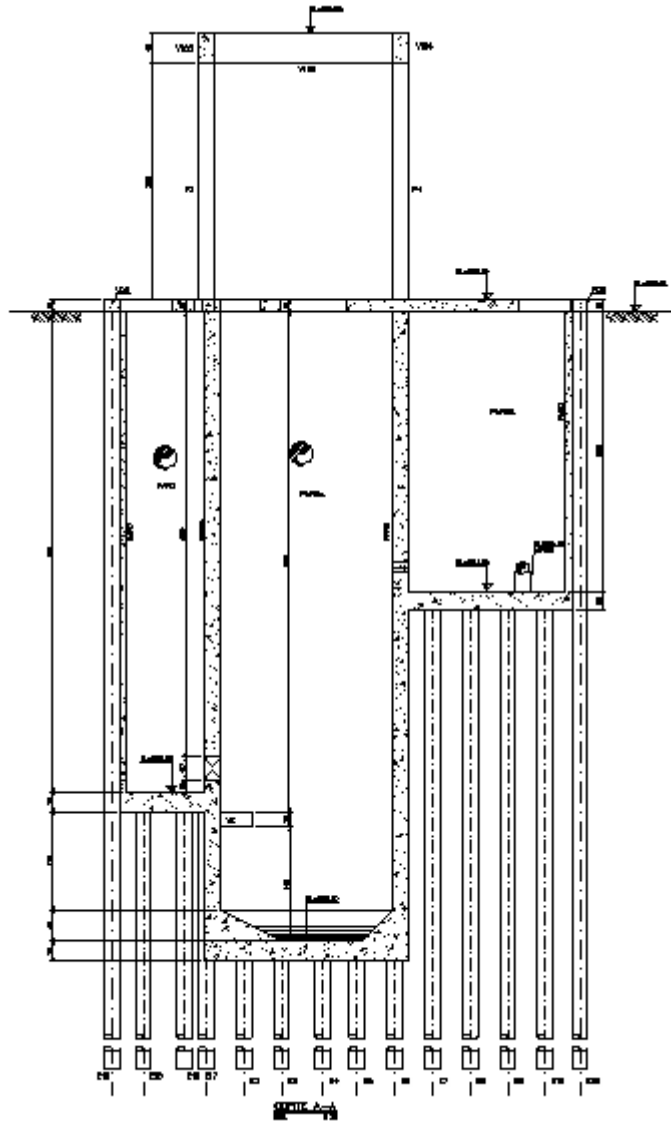


Figura 1.2 – Seção



2. MODELO ADOTADO

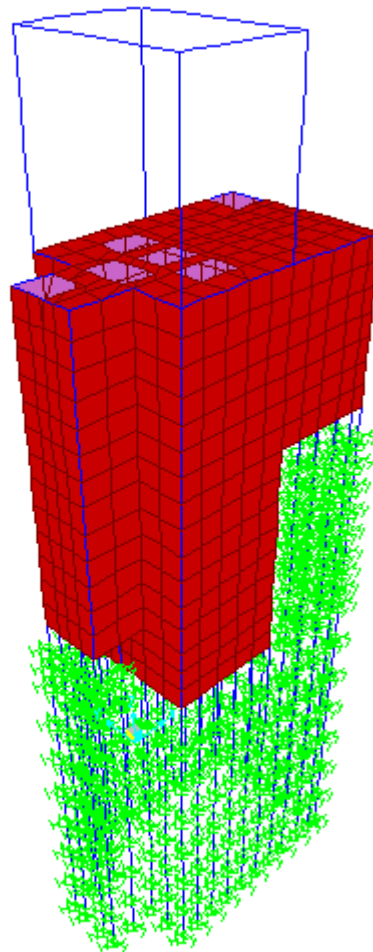
A análise engloba o dimensionamento estrutural da elevatória tendo como base a atuação das cargas de projeto.

Para o cálculo dos esforços foi utilizado o software SAP2000.

Foi criado um modelo tridimensional formado por elementos de placa, sendo que a discretização obedece à disposição da estrutura e considera as diferentes espessuras que a compõe.

A elevatória apoia-se sobre fundação em cortina de estacas pré-moldadas, sendo as mesmas representadas pelos apoios elásticos, como mostra o modelo a seguir.

Figura 2.1 – Modelo em elementos finitos



3. CARREGAMENTOS

PESO PRÓPRIO

Carregamento definido pelo programa SAP 2000 considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

EMPUXO DE SOLO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces externas das paredes. Considerou-se altura da camada de solo seco pelo coeficiente de empuxo ativo do solo ($k_a=0,33$) pelo peso específico do solo do eixo da laje de fundo ao eixo da laje de tampa, variando de $4,99 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

$$0,33 * 1,8 * 8,40 = 4,99 \text{ t/m}^2.$$

EMPUXO DE ÁGUA

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes. Considerou-se altura da camada de água pelo peso específico da água do topo da parede ao eixo da laje de fundo, variando de $8,40 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

$$1,0 * 8,40 = 8,40 \text{ t/m}^2.$$

PESO DA ÁGUA

Considerou-se altura da camada de água pelo peso específico da água do topo da parede ao eixo de cada laje de fundo: carregamento uniformemente distribuído de $h * 1,0 \text{ t/m}^3$

$$\text{Laje de fundo do poço de sucção} = 8,40 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Laje de fundo da caixa de chegada} = 6,50 \text{ t/m}^2.$$

SOBRECARGA DO BARRILETE

Carregamento distribuído de $0,30 \text{ t/m}^2$ aplicado na laje de fundo do barrilete.

SOBRECARGA DA TAMPA

Carregamento distribuído de $0,25 \text{ t/m}^2$ aplicado nas lajes da tampa.

SUBPRESSÃO

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo na direção de baixo para cima, considerando o nível d'água no solo na elevação 854,20.

$$\text{Laje de fundo do poço de sucção} = -4,10 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Laje de fundo da caixa de chegada} = -2,20 \text{ t/m}^2.$$

MONOVIA

Carga concentrada de 0,30 tf aplicada nos pontos da viga onde serão fixadas as monovias.

4. COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

VAZIO

Peso próprio + empuxo de solo + monovia + sobrecarga da tampa + sobrecarga do barrilete + subpressão

CHEIO

Peso próprio + empuxo de água + empuxo de solo + monovia + peso de água + sobrecarga da tampa + sobrecarga do barrilete + subpressão

5. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

Apresentaremos a seguir os esforços dos elementos estruturais apenas para os casos de combinações de carregamentos que se apresentarem mais desfavoráveis ao comportamento estrutural, ocasionando um dimensionamento a favor da segurança.

ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

- ✓ Elementos estruturais com $h=15$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 15 = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$ c/10 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,81 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$ c/12,5 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 1,6 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=25$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 25 = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$ c/10,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 2,72 t*m/m.

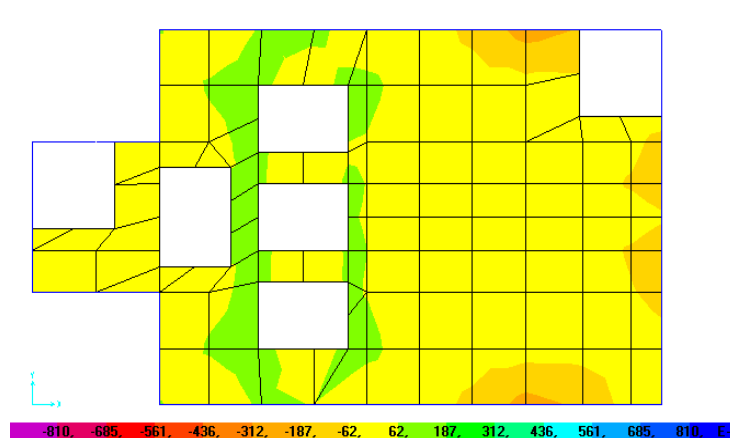
LAJES DA TAMPA (H=15)

Valores positivos: face inferior

Valores negativos: face superior

- ✓ Armação vertical

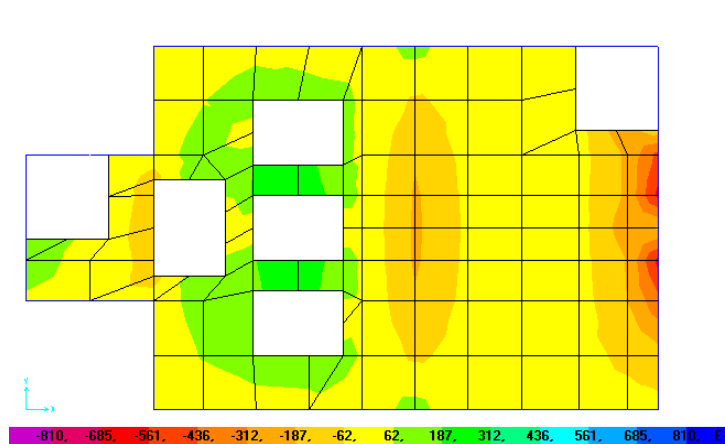
Figura 5.1 – Momento fletor vertical ($\times 10^{-3} \text{ t}\cdot\text{m}/\text{m}$). Combinação de carregamentos: cheio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores verticais superiores a $0,81 \text{ tf}\cdot\text{m}/\text{m}$, portanto será adotada armadura mínima $A_{s\text{min}} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior

✓ Armação Horizontal

Figura 5.2 – Momento fletor horizontal ($\times 10^{-3} \text{ t}\cdot\text{m}/\text{m}$). Combinação de carregamentos: cheio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores horizontais superiores a $0,81 \text{ tf}\cdot\text{m}/\text{m}$, portanto será adotada armadura mínima $A_{s\text{min}} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior

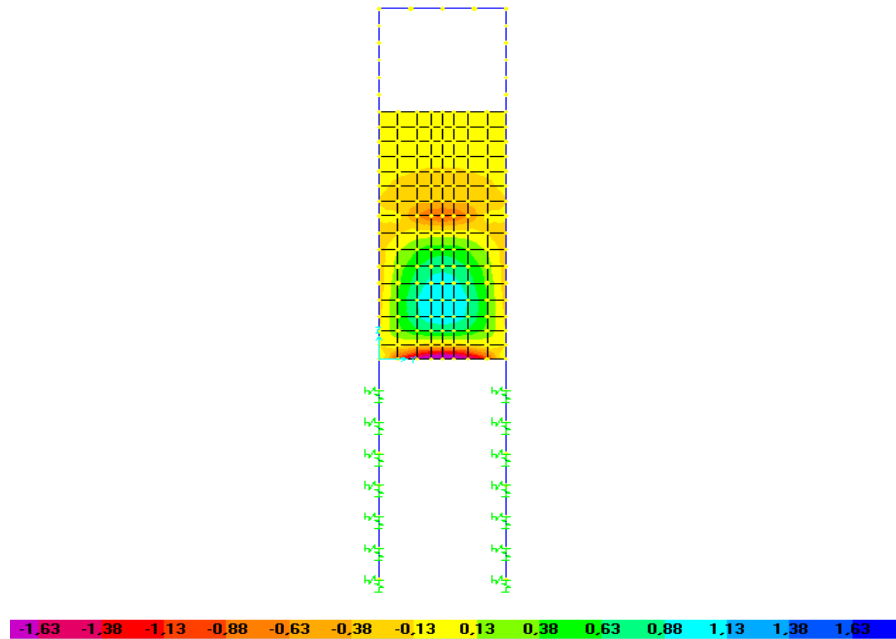
PAREDE 11 (H=20)

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

✓ Armação vertical

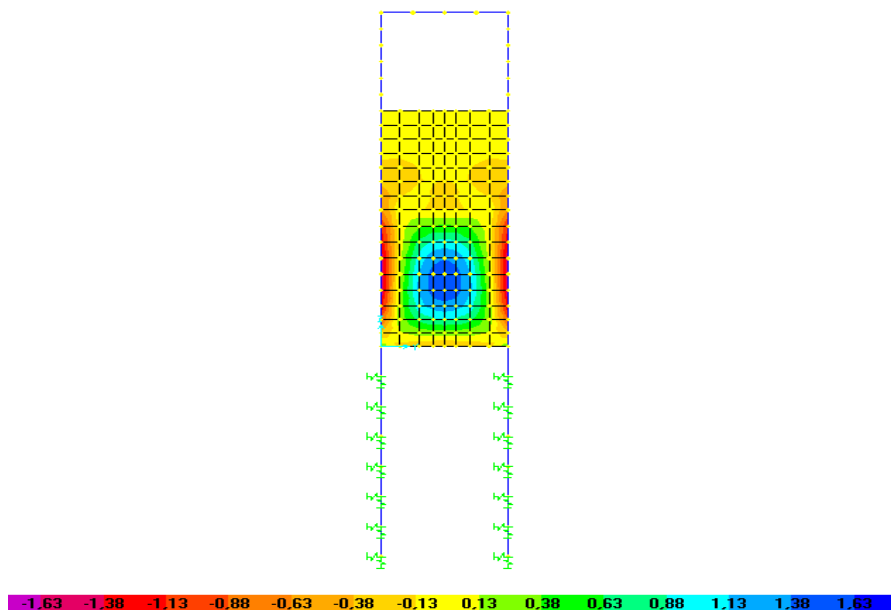
Figura 5.3 – Momento fletor vertical (t^*m/m). Combinação de carregamentos: vazio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores horizontais superiores a 1,63 t^*m/m , portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 3,58 \text{ cm}^2/m - \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$ nas faces interna e externa

✓ Armadura horizontal

Figura 5.4 – Momento fletor horizontal (t^*m/m). Combinação de carregamentos: vazio



Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores horizontais superiores a 1,63 $\text{tf}^*\text{m}/\text{m}$, portanto será adotada armadura mínima $A_{\text{min}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$ nas faces interna e externa.

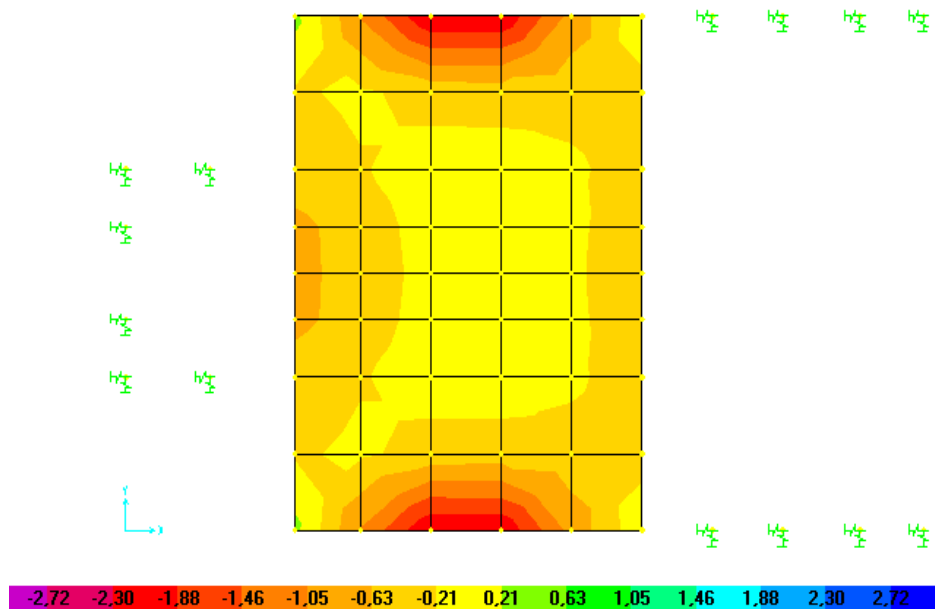
LAJE DO FUNDO DO POÇO DE SUCÇÃO LF2 (H=25)

Valores positivos: face superior

Valores negativos: face inferior

- ✓ Armação vertical

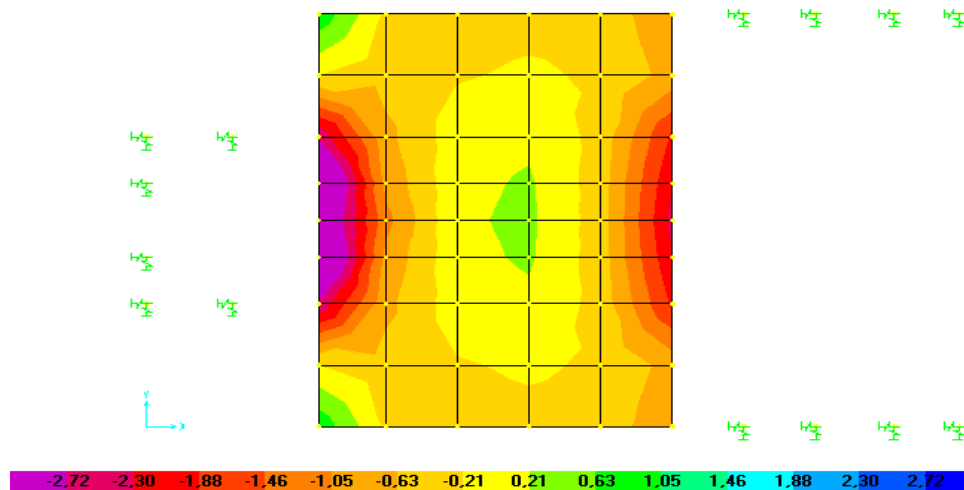
Figura 5.5 – Momento fletor vertical ($\text{t}^*\text{m}/\text{m}$). Combinação de carregamentos: vazio



Os valores absolutos dos momentos fletores horizontais na laje são inferiores a 2,72 $\text{tf}^*\text{m}/\text{m}$, portanto será adotada armadura mínima $A_{\text{min}} = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior.

✓ Armação horizontal

Figura 5.5 – Momento fletor horizontal (t*m/m). Combinação de carregamentos: vazio



Os valores absolutos dos momentos fletores horizontais na laje são inferiores a 2,72 tf*m/m, portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas faces superior e inferior.

DEMAIS LAJES DE FUNDO LF01 E LF03 (H=25)

Não existem ocorrências de valores absolutos de momentos fletores superiores a 2,72 tf*m/m, portanto será adotada armadura mínima $A_{smin} = 4,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$ nas duas direções e nas faces superior e inferior.

VIGAS PÓRTICO (20x40)

$M_{m\acute{a}x} = 0,35 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$ inferior

$d' = 5,0 \text{ cm} - A_s = 0,34 \text{ cm}^2 - A_{smin} = 1,43 \text{ cm}^2$ - adotaremos $2 \phi 10,0$ superior e inferior e estribos de $\phi 5,0 \text{ c}/15,0 \text{ cm}$.

PILARES PÓRTICO (20x20)

Para cálculo dos pilares foi utilizado o software de cálculo Mudados. E os resultados são apresentados a seguir.

Cobrimento da Armadura = 5 cm $F_{ck} = 40 \text{ MPa}$ Aço CA-50

Diâmetro do Agregado = 19 mm (Brita 1)

Coeficientes de Majoração

=====

Gama F = 1,4 Gama C = 1,4 Gama S = 1,15

Dimensões do Pilar :

=====

Base = 20 cm Altura = 20 cm Área Total = 400 cm²

Valor de Lo = 300 cm

Alturas : Viga Superior = 40 cm Viga Inferior = 15 cm

Valor de le = 320 cm

LâmbdaE(b) = 55,36

LâmbdaE(h) = 55,36

Esforços

=====

N = 1,30 tf MAx = 0,03 tfm MBx = 0,01 tfm MAy = 0,032 tfm MBy = 0,008 tfm

AlfaB (b) = 1

AlfaB (h) = 1

Critério do Momento mínimo foi utilizado. M1d,minB=0,28392

Critério do Momento mínimo foi utilizado. M1d,minH=0,28392

Seção A : Lâmbda1(b) = 35 Lâmbda1(h) = 35

Seção B : Lâmbda1(b) = 35 Lâmbda1(h) = 35

A N A L I S E :

=====

Nd = 1,82 t

----- Seção A Direção b -----

Flexo-Compressão-Oblíqua

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.):Ea=2,1 cm

Lâmbdae = 55,36 > Lambda1 = 35

Efeito local de 2a ordem!

Exc. Inicial = 2,46 cm

Rig. K Aprox. = 1,0284

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 4,07 cm

Exc. p/ dimensionamento = 4,07 cm

----- Seção A Direção h -----

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a=2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{d1} = 35$

Efeito local de 2a ordem:

Exc. Inicial $=2,31$ cm

Rig. K Aprox. $= 1,0038$

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) $= 3,88$ cm

Exc. p/ dimensionamento $= 3,88$ cm

----- Seção B Direção b -----

Flexo-Compressão-Oblíqua

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a=2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{d1} = 35$

Efeito local de 2a ordem!

Exc. Inicial $=0,62$ cm

Rig. K Aprox. $= 0,9702$

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) $= 3,62$ cm

Exc. p/ dimensionamento $= 3,62$ cm

----- Seção B Direção h -----

Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a=2,1$ cm

$\lambda_{dae} = 55,36 > \lambda_{d1} = 35$

Efeito local de 2a ordem:

Exc. Inicial $=0,77$ cm

Rig. K Aprox. $= 0,9702$

Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) $= 3,62$ cm

Exc. p/ dimensionamento $= 3,62$ cm

===== Dimensionamento =====

Seção Intermediária

1a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=4,07$ cm ($M_b = 0,07$ t.m), $e_h =3,88$ cm ($M_h = 0,07$ t.m)

=====

Seção A

2a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=4,07$ cm ($M_b = 0,07$ t.m), $e_h=0$ cm

3a) Hip. : $N_d=1,82t$, $e_b=0$ cm, $e_h =3,88$ cm ($M_h = 0,07$ t.m)

=====

Seção B

4a) Hip. : Nd=1,82t, eb=3,62 cm (Mb = 0,07 t.m), eh =0 cm

5a) Hip. : Nd=1,82t, eb=0 cm, eh =3,62 cm (Mh = 0,07 t.m)

=====

Ferragem - Resultado

=====

Área de Cálculo (1a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (2a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (3a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (4a Hip.) = 1,6 cm²

Área de Cálculo (5a Hip.) = 1,6 cm²

Diâmetro : 10 mm

Ferragem distribuída : 4 ferros nos cantos

Ferros ao longo de b (de cada lado): 0

Ferros ao longo de h (de cada lado): 0

Total de Ferros : 4

Área do Total de Ferros : 3,14 cm² - Percentual = 0,79 %

Estribo - Diâmetro = 5 mm espaçados a cada 12 cm

CORTINA DE ESTACAS (ESTACAS PRÉ-MOLDADAS ϕ 20 CM)

As estacas utilizadas para a cortina de estacas da estrutura são estacas pré-moldadas com ϕ de 20cm e parede de 6cm de espessura. As mesmas suportam as seguintes cargas:

Momento Fletor máximo de 1,40 tm, carga de compressão máxima de 30t e carga de tração máxima de 7t. Analisando o modelo do SAP verificou-se que os esforços solicitantes nas estacas são de momento fletor máximo de 0,40tm e carga de compressão de 3,8t, ou seja, valores inferiores aos limites estabelecidos pelo fabricante. Portanto as estacas utilizadas suportam todas as solicitações de esforços da estrutura em questão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta memória de cálculo foi elaborada seguindo a *NBR-6118/2014*, as considerações nela apresentadas devem ser seguidas quando for executada a estrutura.

MEMÓRIA DE CÁLCULO DO TRATAMENTO PRELIMINAR – ETE ENTRE RIOS DE MINAS

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto bruto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de segurança para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 5,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1 TRATAMENTO PRELIMINAR

1.1 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura do tratamento preliminar compreende-se em um canal de chegada, canal para desarenador, e um canal para calha parshall o mesmo encontra-se elevado e apoiado em uma parte sobre pilares e em outras partes apoiado sobre consolos projetados nas paredes dos reatores. O tratamento preliminar é composto de paredes e laje de fundo de 20 cm de espessura, possui 4 caixas laterais, onde as mesmas estão com paredes de 15 cm de espessura. O mesmo está apoiado em vigas principais de 20x70 cm que se apoiam em parte em pilares 44x44 cm ou em consolos. A estrutura ainda conta com uma plataforma de acesso em seu entorno com laje de 10 cm de espessura e vigas de bordo de 15x70 cm. As alturas dos canais deste tratamento preliminar variam de 0,60 m a 1,30 m. Existe também uma estrutura para apoio da caixa de distribuição que é formada por uma laje de 10 cm de espessura apoiada em uma viga central de 15x70 cm e vigas de bordo de 15x60 cm e 15x360 cm. Essa estrutura é independente da estrutura do tratamento preliminar e a mesma está apoiada em consolos projetados nas paredes do reator.

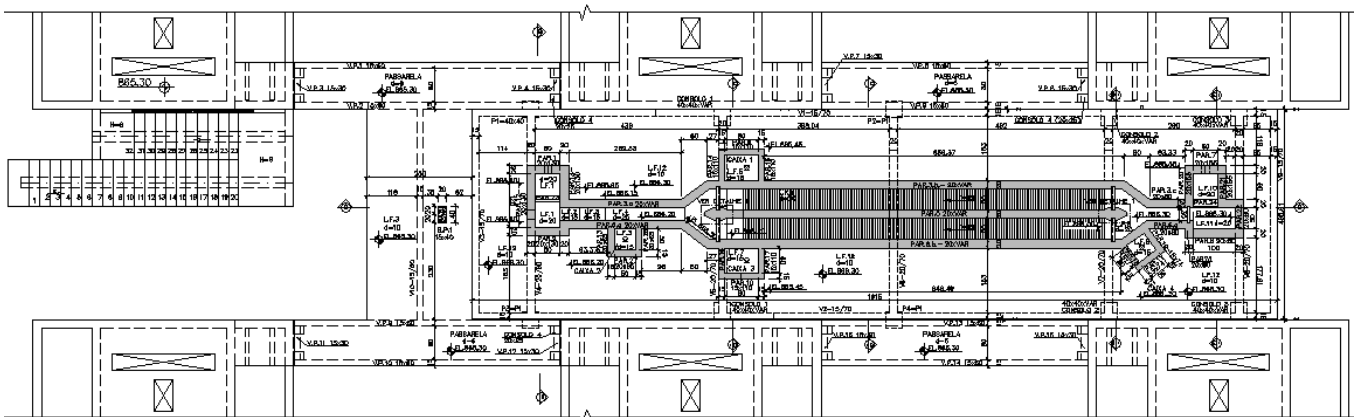


Figura 1.1 – Planta do Tratamento Preliminar

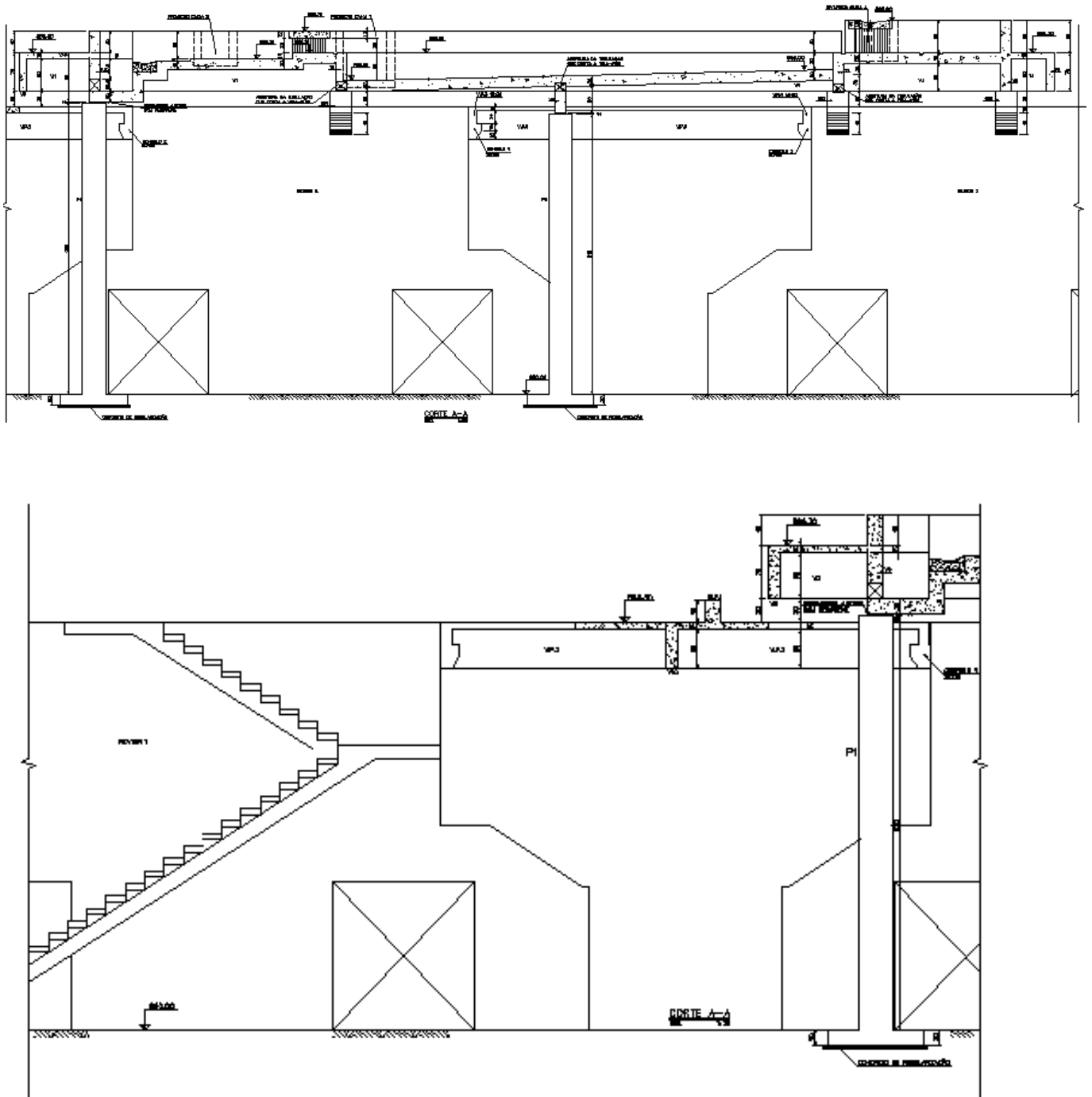


Figura 1.2 – Seção longitudinal do Tratamento Preliminar

1.2 MODELO ADOTADO

A análise do tratamento preliminar engloba o dimensionamento estrutural tendo como base a atuação das cargas de projeto.

Para o cálculo dos esforços foi utilizado o software SAP2000.

Foi criado um modelo tridimensional formado por elementos de placa, sendo que a discretização obedece à disposição da estrutura e considera as diferentes espessuras que a compõe. Como condição de contorno foi considerando que o tratamento preliminar possui fundação profunda quando apoiado sobre pilares e quando apoiado sobre consolo, foi considerado que a carga ali atuante será descarregada sobre os mesmos que serão transferidas para a fundação do reator que por sua vez também possui fundação profunda. A colaboração das estacas nos pilares está representada por apoios elásticos e os consolos estão representados por apoios simples.

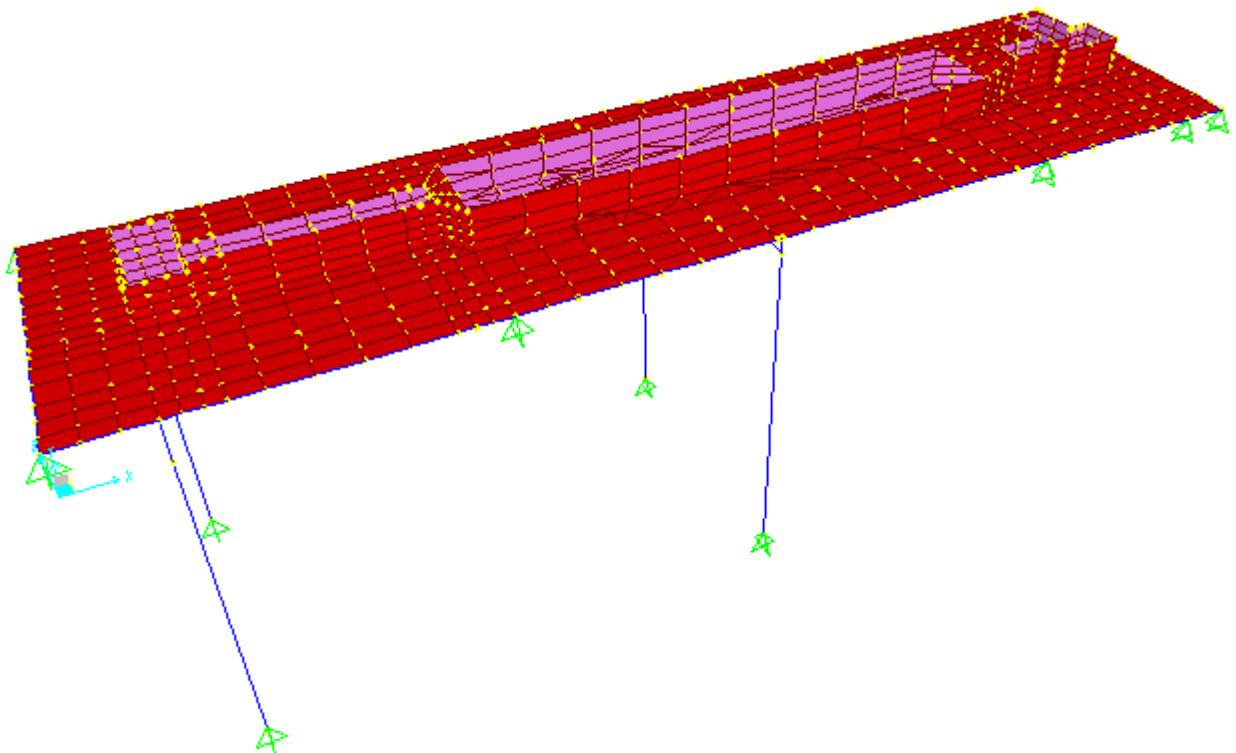


Figura 1.3 – Modelo do Tratamento Preliminar em elementos finitos

1.3 CARREGAMENTOS

1.3.1 PESO PRÓPRIO

Carregamento definido pelo programa SAP 2000 considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

1.3.2 PESO DO ESGOTO

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo. Considerou-se altura da lâmina de esgoto do topo da parede ao eixo da laje de fundo pelo peso específico do esgoto: variando de $0,70 \text{ t/m}^2$ no ponto mais alto do canal á $1,40 \text{ t/m}^2$ no ponto mais baixo.

1.3.3 EMPUXO DE ESGOTO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes. Considerou-se altura da lâmina de esgoto pelo peso específico do esgoto do topo da parede ao eixo da laje de fundo: variando de $0,0 \text{ t/m}^2$ no topo da parede a $1,40 \text{ t/m}^2$ no ponto mais baixo do canal do tratamento preliminar.

1.3.4 REAÇÃO CDV-1

Considerou-se uma carga distribuída de $0,60 \text{ t/m}^2$ na laje da estrutura para apoio da caixa de distribuição no ponto onde encontra-se apoiada a cdv1.

1.3.5 SOBRECARGA

Considerou-se uma sobrecarga de $0,20 \text{ t/m}^2$ nas lajes da plataforma do tratamento preliminar e na laje da estrutura para apoio da caixa de distribuição.

1.4 COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

1.4.1 COMB1: TRATAMENTO PRELIMINAR CHEIO

Peso próprio + empuxo de esgoto + peso de esgoto + reação cdv-1 + sobrecarga.

1.4.2 COMB1: TRATAMENTO PRELIMINAR VAZIO

Peso próprio + sobrecarga.

1.5 ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

Apresentaremos a seguir os esforços dos elementos estruturais apenas para os casos de combinações de carregamentos que se apresentarem mais desfavoráveis ao comportamento estrutural, ocasionando um dimensionamento a favor da segurança.

1.5.1 ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

- ✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$
c/12,5 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 1,6 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=15$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 15 = 2,685 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$
c/10,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,81 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=10$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 10 = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$
c/15,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,26 t*m/m.

1.5.2 ESTRUTURA DO TRATAMENTO PRELIMINAR

Após a análise dos esforços do tratamento preliminar, conclui-se que o mesmo enquadra-se na armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014. Apresentaremos a seguir o diagrama de momentos da estrutura e a armação mínima utilizada.

- ✓ Armação Vertical ($h=20$ paredes e lajes de fundo)

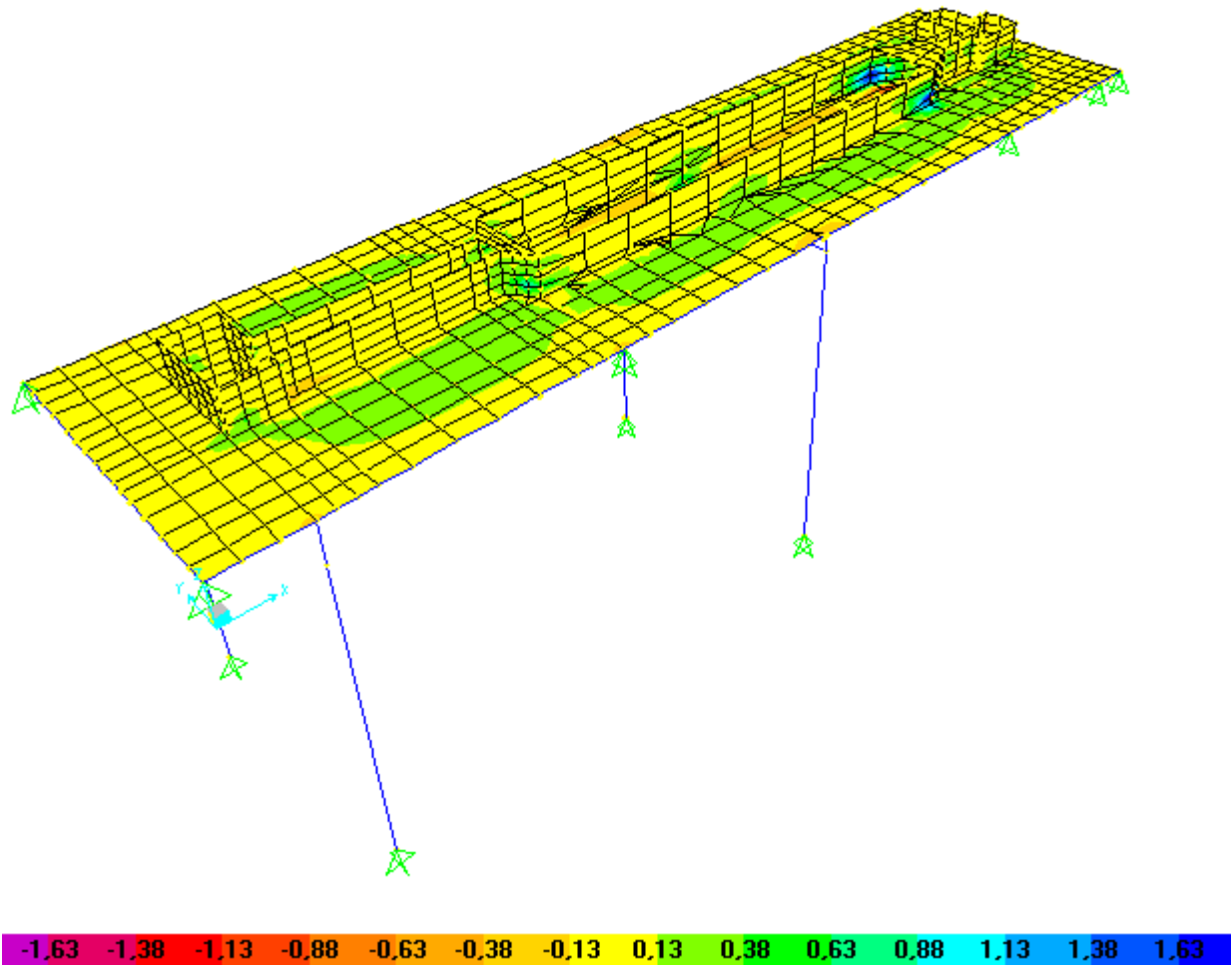


Figura 1.4 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face externa

Valores negativos: face interna

Face externa

$0,70 \text{ t*m/m} \leq M_{\text{máx}} \leq 1,63 \text{ t*m/m}$

$A_{\text{smín}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos armadura mínima $\phi 8,0 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$

Face interna

$-0,90 \text{ t*m/m} \leq M_{\text{máx}} \leq 1,63 \text{ t*m/m}$

$A_{\text{smín}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos armadura mínima $\phi 8,0 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$

- ✓ Armação Horizontal (h=20 paredes e lajes de fundo)

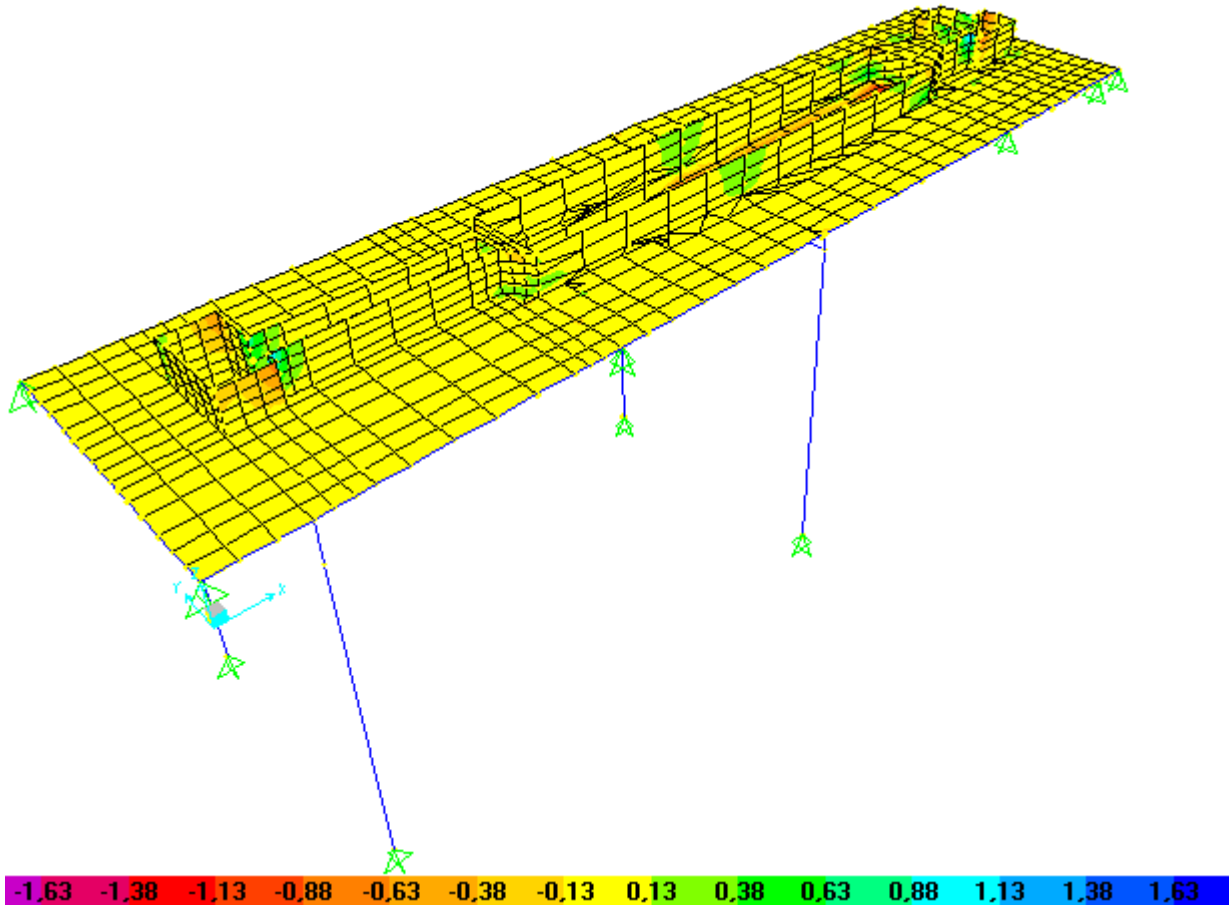


Figura 1.5 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face externa

Valores negativos: face interna

Face externa

$4,0 \text{ t}^*\text{m}/\text{m} \geq M_{\text{máx}} \leq 1,63 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$

$A_s = 9,08 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos armadura mínima $\phi 8,0 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$ + armadura complementar de $\phi 8,0 \text{ c}/10,0$ nos encontros das paredes 9 e 14, 7 e 12, 9 e 26, 2 e 25.

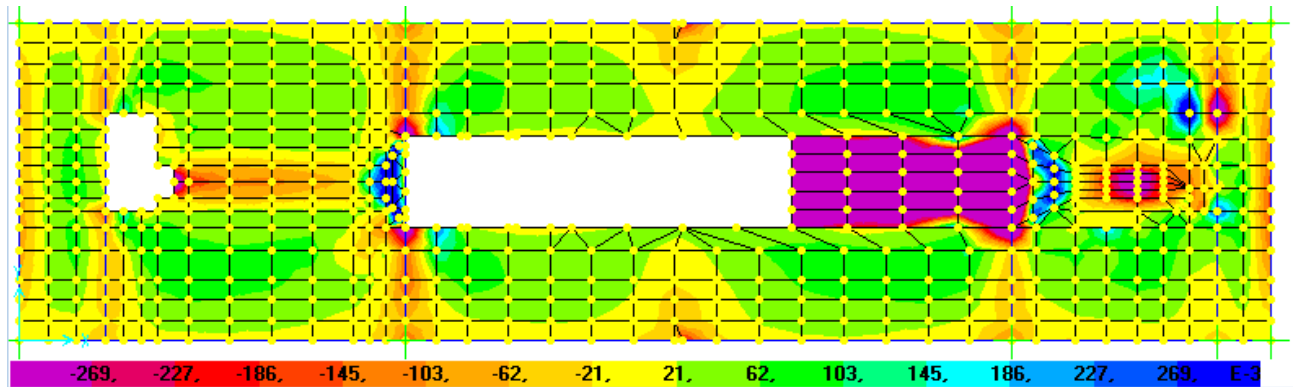
Face interna

$-1,50 \text{ t}^*\text{m}/\text{m} \leq M_{\text{máx}} \leq 1,63 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$

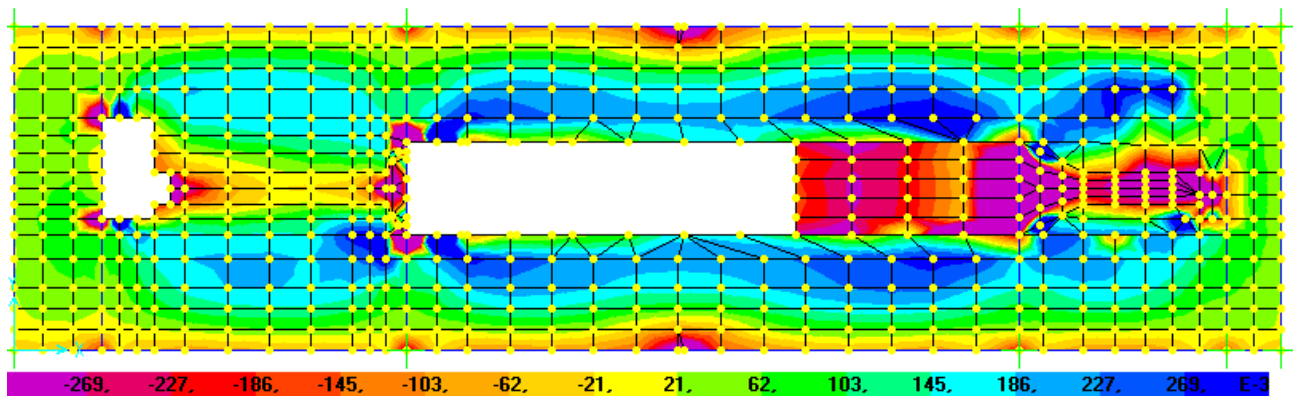
$A_{s\text{min}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos armadura mínima $\phi 8,0 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$

1.5.3 ESTRUTURA DO TRATAMENTO PRELIMINAR (H=10 LAJES DAS PLATAFORMAS)

✓ Armação horizontal



✓ Armação vertical



Valores positivos: face inferior

Face superior

$$M_{\text{máx}} = 0,45 \text{ t}^*\text{m/m} > M_{\text{mín}} = 0,265 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 3,07 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adotaremos armadura ϕ 8,0 c/10,0 cm.

1.5.4 VIGAS V3=V9 (15x70)

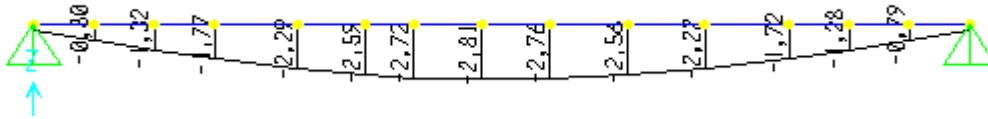


Figura 1.6 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\min} = 3,72 \text{ t*m/m} > M_{\text{cal}} = 2,81 \text{ t*m/m}$$

$$A_{\text{smin}} = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\min} = 3,72 \text{ t*m/m} > M_{\text{cal}} = 0,0 \text{ t*m/m}$$

$$A_{\text{smin}} = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.5.5 VIGAS V4 (20x90)

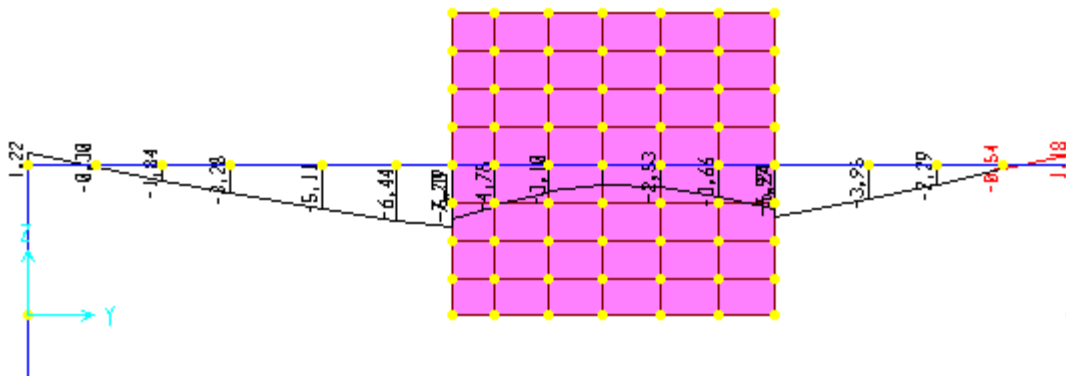


Figura 1.6 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\min} = 8,35 \text{ t*m/m} > M_{\text{cal}} = 7,23 \text{ t*m/m}$$

$$A_{\text{smin}} = 3,22 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\min} = 8,35 \text{ t*m/m} > M_{\text{cal}} = -1,22 \text{ t*m/m}$$

$$A_{\text{smin}} = 3,22 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 12,5$$

1.5.6 VIGA V5 (20x50)

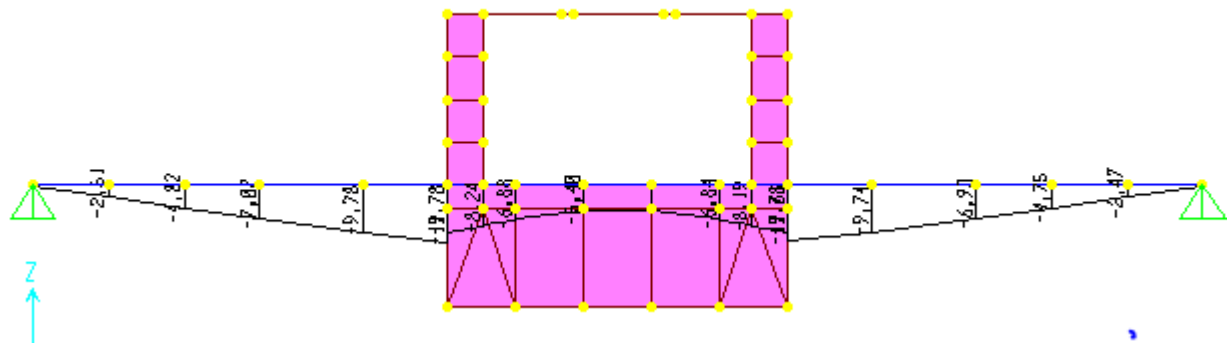


Figura 1.7 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\min} = 4,97 \text{ t}^*\text{m/m} < M_{\max} = 11,73 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_{s\min} = 2,51 < A_{s\max} = 6,06 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 5 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\max} = 0,0 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,0 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5 \text{ como porta estribos}$$

1.5.7 VIGAS V1=V2 (15x70)

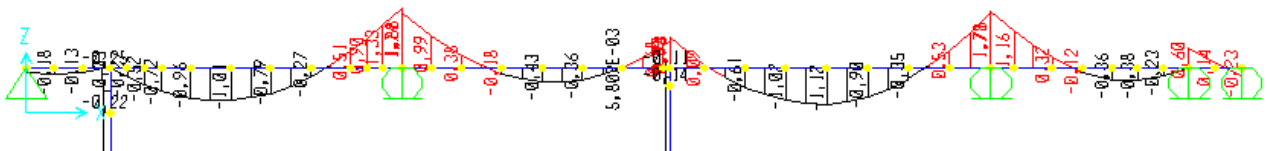


Figura 1.8 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\min} = 3,73 \text{ t}^*\text{m/m} > M_{\text{cal}} = 1,12 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_{s\min} = 1,88 - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\min} = 3,73 \text{ t}^*\text{m/m} > M_{\text{cal}} = 1,88 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_{s\min} = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.5.8 VIGAS V7 (20x70)

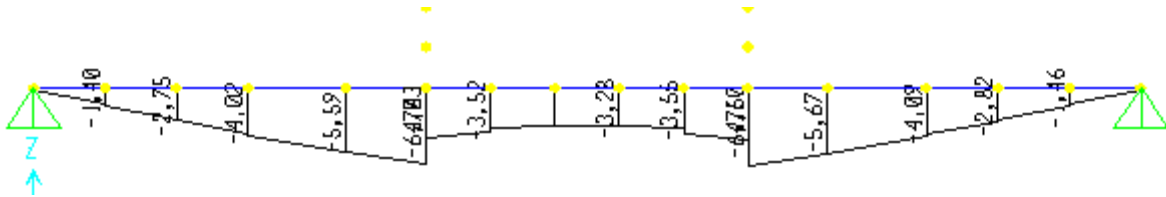


Figura 1.9 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\min} = 4,97 \text{ t*m/m} < M_{\max} = 6,70 \text{ t*m/m}$$

$$A_{s\min} = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\max} = 3,40 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\min} = 4,97 \text{ t*m/m} > M_{\text{cal}} = 0,0 \text{ t*m/m}$$

$$A_{s\min} = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.5.9 VIGAS V8 (20x70)

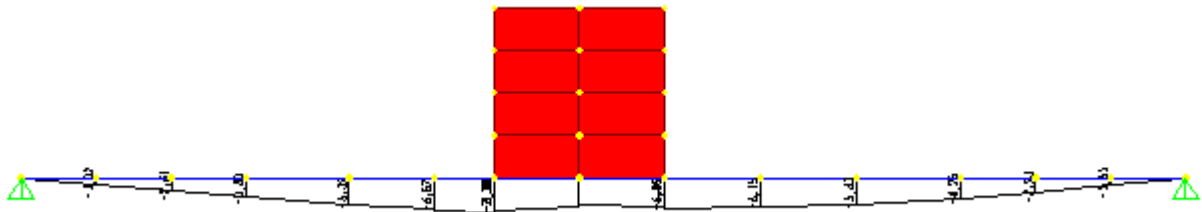


Figura 1.9 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\min} = 4,97 \text{ t*m/m} < M_{\max} = 7,35 \text{ t*m/m}$$

$$A_{s\min} = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\max} = 3,74 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\min} = 4,97 \text{ t*m/m} > M_{\text{cal}} = 0,0 \text{ t*m/m}$$

$$A_{s\min} = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.5.10 PILARES (40x40)

Resumo das cargas dos pilares

RESUMO DE CARGA							
Pilar	Normal (t)	mx_s (t*m)	mx_i (t*m)	my_s (t*m)	my_i (t*m)	Dimensões (cm)	Altura (cm)
1	9,86	0,22	0,0003	-2,50	-0,0036	(45x45)	573
2	15,42	0,15	0,00	2,50	0,00	(45x45)	551
3	9,22	0,21	0,0	-2,50	-0,00	(45x45)	573
4	15,41	0,14	0,00	2,50	0,00	(45x45)	551

Para o cálculo da armação dos pilares foi considerado o pilar mais esbelto e o resultado foi replicado para os demais pilares, ocasionando assim um dimensionamento a favor da segurança. O software utilizado para o cálculo dos pilares foi o software Mudados. Neste caso o pilar escolhido foi o P1, mas todos foram analisados.

Pilar -		
Cobrimento da Armadura = 5 cm Fck = 40 MPa Aço CA-50 Diâmetro do Agregado = 19 mm (Brita 1)		
Coeficientes de Majoração		
Gama F = 1,4	Gama C = 1,4	Gama S = 1,15
Dimensões do Pilar :		
Base =45 cm	Altura =45 cm	Área Total = 2025 cm ²
Pilar em Balanço (Engastado-Livre)		
Valor de Lo = 573 cm		
Valor de le = 1146 cm	LambdaE(b) = 88,11	LambdaE(h) = 88,11
Esforços		
N = 9,86 tf	MAx = 0,22 tfm	MBx = 0 tfm MAy = -2,50 tfm MBy = 0 tfm
AlfaB (b) = 1		AlfaB (h) = 1
Critério do Momento mínimo foi utilizado. M1d,minB=2,256954		
Critério do Momento mínimo foi utilizado. M1d,minH=2,256954		
Seção A :	Lambda1(b) = 35	Lambda1(h) = 35
Seção B :	Lambda1(b) = 35	Lambda1(h) = 35
A N A L I S E :		
Nd = 13,8 t		
----- Seção A Direção b -----		
Flexo-Compressão-Oblíqua		
Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.):Ea=2,85 cm		
Lambdae = 88,11 > Lambda1 = 35		
Efeito local de 2a ordem!		
Exc. Inicial =-25,35 cm		
Rig. K Aprox.= 4,1757		
Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.)= 40,22 cm		
Exc. p/ dimensionamento = 40,22 cm		
----- Seção A Direção h -----		
Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.):Ea=2,85 cm		
Lambdae = 88,11 > Lambda1 = 35		
Efeito local de 2a ordem:		

Exc. Inicial = 2,23 cm
Rig. K Aprox. = 1,9419
Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 13,89 cm
Exc. p/ dimensionamento = 13,89 cm
----- Seção B Direção b -----
Flexo-Compressão-Oblíqua
Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a = 2,85$ cm
 $\lambda_{dae} = 88,11 > \lambda_1 = 35$
Efeito local de 2a ordem!
Exc. Inicial = 0 cm
Rig. K Aprox. = 1,9419
Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 13,89 cm
Exc. p/ dimensionamento = 13,89 cm
----- Seção B Direção h -----
Excentricidade acidental 1a.Ordem (mín.): $E_a = 2,85$ cm
 $\lambda_{dae} = 88,11 > \lambda_1 = 35$
Efeito local de 2a ordem:
Exc. Inicial = 0 cm
Rig. K Aprox. = 1,9419
Exc. 2a ordem (Rig. Aprox.) = 13,89 cm
Exc. p/ dimensionamento = 13,89 cm

===== Dimensionamento =====

Seção Intermediária

1a) Hip. : $N_d = 13,8t$, $e_b = 40,22$ cm ($M_b = 5,55$ t.m), $e_h = 13,89$ cm ($M_h = 1,92$ t.m)

Seção A

2a) Hip. : $N_d = 13,8t$, $e_b = 40,22$ cm ($M_b = 5,55$ t.m), $e_h = 0$ cm

3a) Hip. : $N_d = 13,8t$, $e_b = 0$ cm, $e_h = 13,89$ cm ($M_h = 1,92$ t.m)

Seção B

4a) Hip. : $N_d = 13,8t$, $e_b = 13,89$ cm ($M_b = 1,92$ t.m), $e_h = 0$ cm

5a) Hip. : $N_d = 13,8t$, $e_b = 0$ cm, $e_h = 13,89$ cm ($M_h = 1,92$ t.m)

Ferragem - Resultado

Área de Cálculo (1a Hip.) = 8,1 cm²

Área de Cálculo (2a Hip.) = 8,1 cm²

Área de Cálculo (3a Hip.) = 8,1 cm²

Área de Cálculo (4a Hip.) = 8,1 cm²

Área de Cálculo (5a Hip.) = 8,1 cm²

Diâmetro : 12,5 mm

Ferragem distribuída : 4 ferros nos cantos

Ferros ao longo de b (de cada lado): 1

Ferros ao longo de h (de cada lado): 1

Total de Ferros : 8

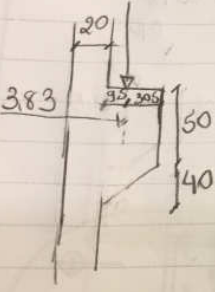
Área do Total de Ferros : 9,82 cm² - Percentual = 0,48 %

Estribo - Diâmetro = 5 mm espaçados a cada 15 cm

1.5.11 CONSOLOS (40x40x90)

Consolos

$\sigma_{wd} \leq 0,95 \sigma_{cd}$ (resistência de cálculo a compressão).



$P = 11,20 \text{ t}$ $H = 3,83 \text{ t} = 3830 \text{ Kg}$

$a = 9,5 \text{ cm}$

$h = 90 \text{ cm}$

$d = 90 - 5 = 85 \text{ cm}$

$\frac{a}{d} = \frac{9,5}{85} = 0,11 \text{ cm} < 1 \rightarrow$ consolo curto

Força na armadura de flexão: $T = \frac{P \times a}{0,80d} + H$

$T_D = \frac{11200 \text{ kg} \times 1,4 \times 9,5 \text{ cm}}{0,80 \times 85 \text{ cm}} + 3830 \times 1,4 = 1553 \text{ kg}$

$A_s = \frac{T_D}{f_y d} = \frac{1553 \text{ kg}}{5000} = 0,3106 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \phi 8$

$\frac{1553 \text{ kg}}{11,15} = 139,27 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 3 \phi 10$

$f_{yd} = 50 \text{ KN/cm}^2 = 5000 \text{ Kg/cm}^2$

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta memória de cálculo foi elaborada seguindo a NBR-6118/2014, as considerações nela apresentada devem ser seguidas quando for executada a estrutura.



MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REATOR - FILTRO - DECANTADOR – ETE ENTRE RIOS DE MINAS

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto bruto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de segurança para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 4,5 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1 REATOR - FILTRO - DECANTADOR

1.1 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura do Reator - Filtro - Decantador compreende-se em um tanque de dimensões internas de (12,66 x 6,60/5,55)m, o mesmo encontra-se apoiado no terreno. O Reator - Filtro - Decantador é composto de paredes e laje de fundo de 20 cm de espessura em sua maioria, a laje de cobertura possui 10 cm de espessura, a estrutura conta com fundação direta. O fundo da estrutura encontra-se na elevação 859,65 e topo na elevação 865,30.

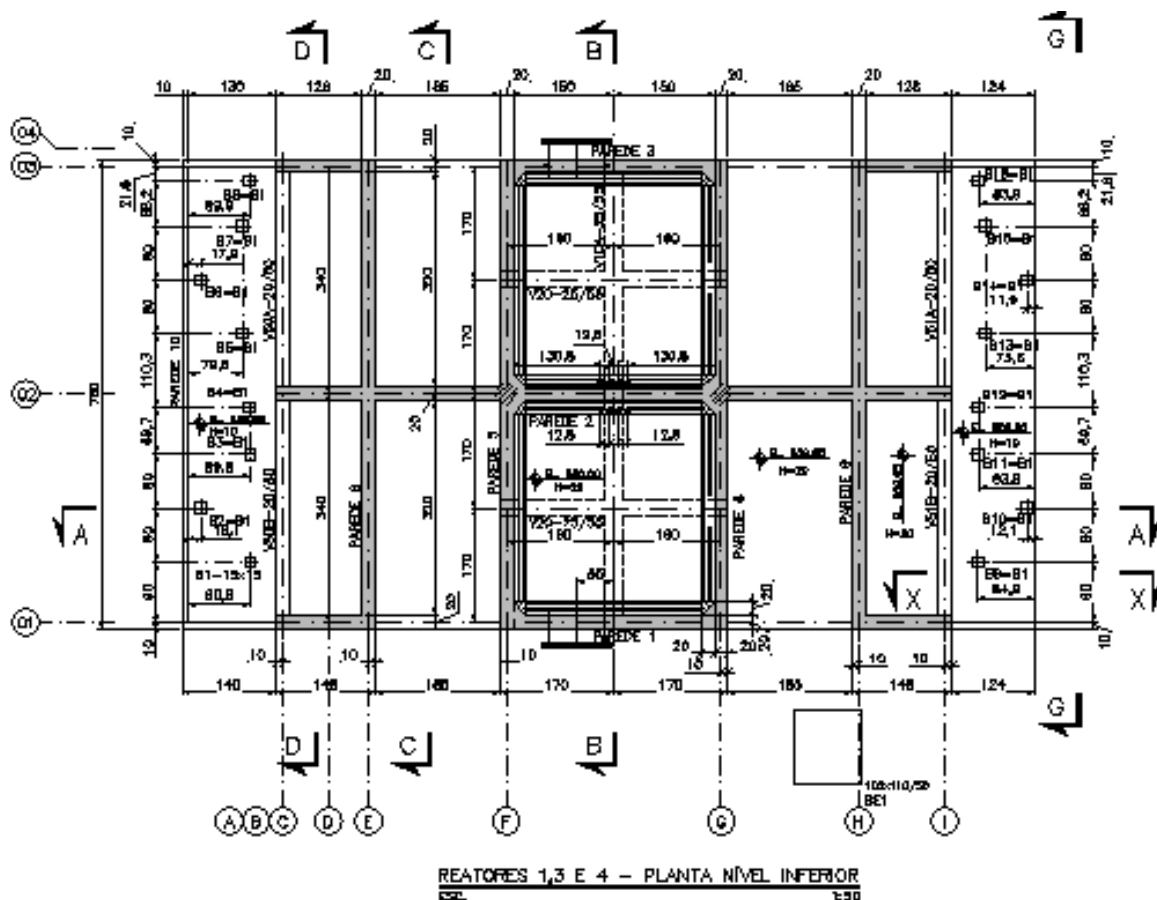


Figura 1.1 – Planta do Reator - Filtro - Decantador

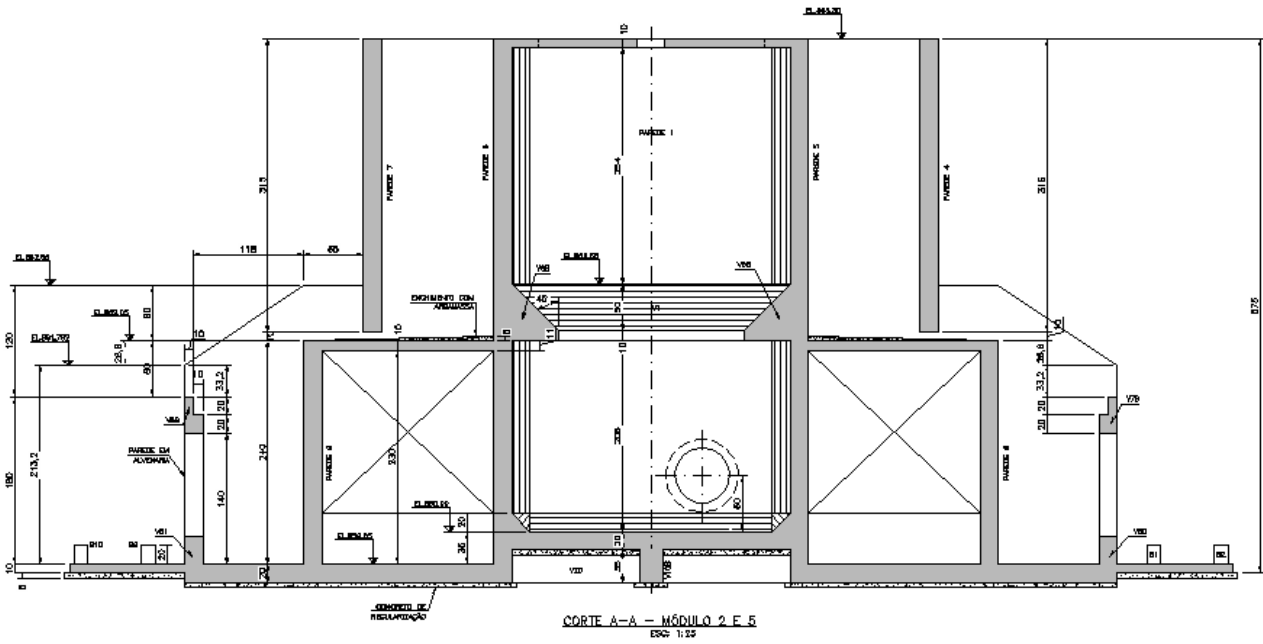


Figura 1.2 – Seção longitudinal do Reator - Filtro – Decantador

MODELO ADOTADO

A análise do tratamento preliminar engloba o dimensionamento estrutural tendo como base a atuação das cargas de projeto.

Para o cálculo dos esforços foi utilizado o software SAP2000.

Foi criado um modelo tridimensional formado por elementos de placa, sendo que a discretização obedece à disposição da estrutura e considera as diferentes espessuras que a compõe. Como condição de contorno foi considerando que o Reator - Filtro - Decantador possui fundação direta.

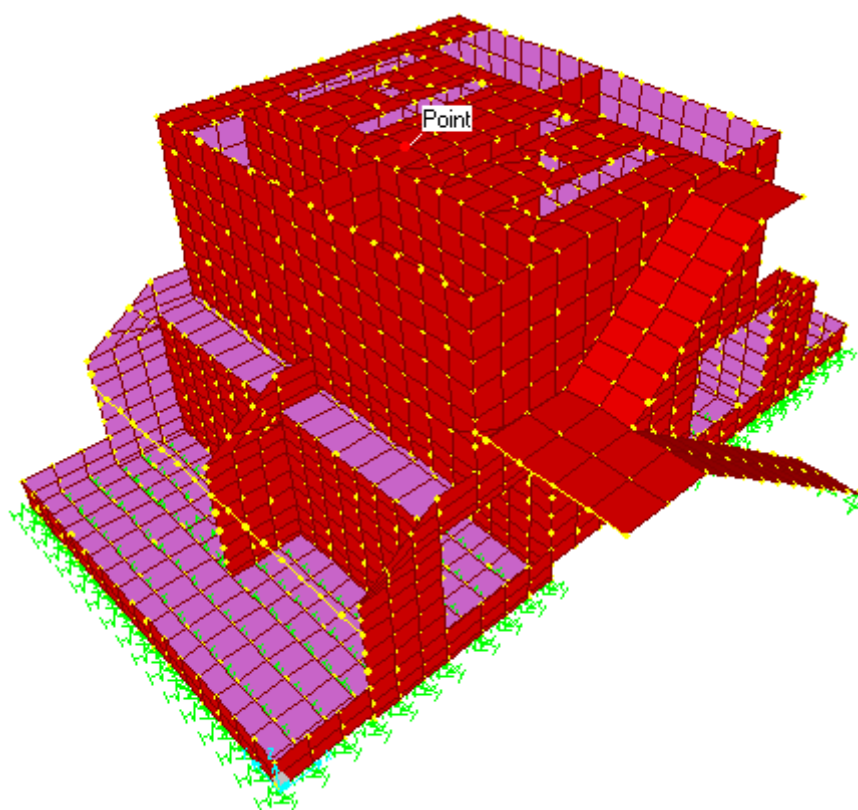


Figura 1.3 – Modelo do Reator – Filtro – Decantador em elementos finitos

1.2 CARREGAMENTOS

1.2.1 PESO PRÓPRIO

Carregamento definido pelo programa SAP 2000 considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

1.2.2 PESO DO ESGOTO

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo. Considerou-se altura da lâmina de esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo pelo peso específico do esgoto:

$$5,35 * 1,00 = 5,35 \text{ t/m}^2$$

1.2.3 EMPUXO DE ESGOTO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes da célula do reator. Considerou-se altura da lâmina de esgoto pelo peso específico do esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo, variando de $5,35 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

1.2.4 PESO DO ESGOTO ELEVAÇÃO 859,65

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo da elevação 859,65. Considerou-se altura da lâmina de esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo da elevação 859,65 pelo peso específico do esgoto:

$$1,90 * 1,00 = 1,90 \text{ t/m}^2$$

1.2.5 EMPUXO ESGOTO ELEVAÇÃO 859,65

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes da célula do decantador. Considerou-se altura da lâmina de esgoto pelo peso específico do esgoto da altura máxima da lamina d'água ao eixo da laje de fundo, variando de $1,90 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

1.2.6 BRITA

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo da elevação 691,65. Considerou-se altura da camada de brita pelo peso específico da mesma:

$$2,20 * 1,60 = 3,52 \text{ t/m}^2$$

1.2.7 SOBRECARGA LAJE DE FUNDO

Considerou-se uma sobrecarga de $0,10 \text{ t/m}^2$ nas lajes de fundo da estrutura onde não existe esgoto.

1.2.8 SOBRECARGA LAJE DE TOPO

Considerou-se uma sobrecarga de $0,25 \text{ t/m}^2$ nas lajes de topo da estrutura.

1.2.9 SOBRECARGA LAJE DE ESCADA

Considerou-se uma sobrecarga de $0,25 \text{ t/m}^2$ nas lajes da escada.

1.3 COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

1.3.1 COMB1: REATOR - FILTRO - DECANTADOR CHEIO

Peso próprio + peso de esgoto + empuxo de esgoto + peso esgoto elevação 859,65 + empuxo esgoto elevação 859,65 + brita + sobrecarga laje de fundo + sobrecarga laje de topo + sobrecarga escada.

1.3.2 COMB2: REATOR – FILTRO – DECANTADOR VAZIO

Peso próprio + brita + sobrecarga laje de fundo + sobrecarga laje de topo + sobrecarga escada.

1.4 ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

Apresentaremos a seguir os esforços dos elementos estruturais apenas para os casos de combinações de carregamentos que se apresentarem mais desfavoráveis ao comportamento estrutural, ocasionando um dimensionamento a favor da segurança.

1.4.1 ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

- ✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$
c/12,5 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 1,686 t*m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=15$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 15 = 2,685 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$
c/10,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,858 t*m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=10$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 10 = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$
c/15,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,297 t*m.

1.4.2 PAR1=PAR3 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

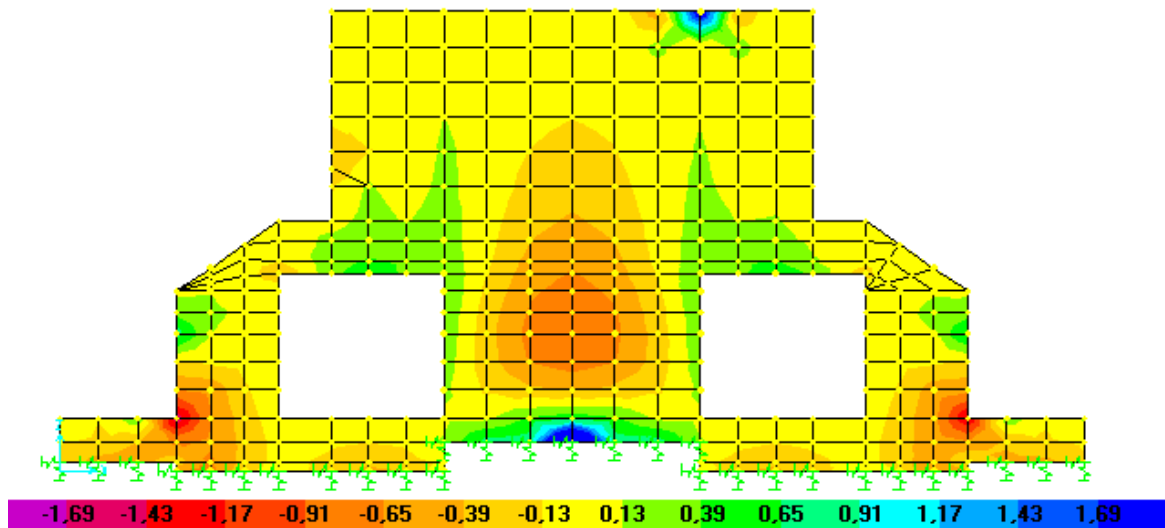


Figura 1.4 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,83 \text{ t*m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t*m}$$

$$A_{\text{smin}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 2,30 \text{ t*m} > M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t*m}$$

$$A_{\text{s}} = 4,92 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

- ✓ Armação Horizontal

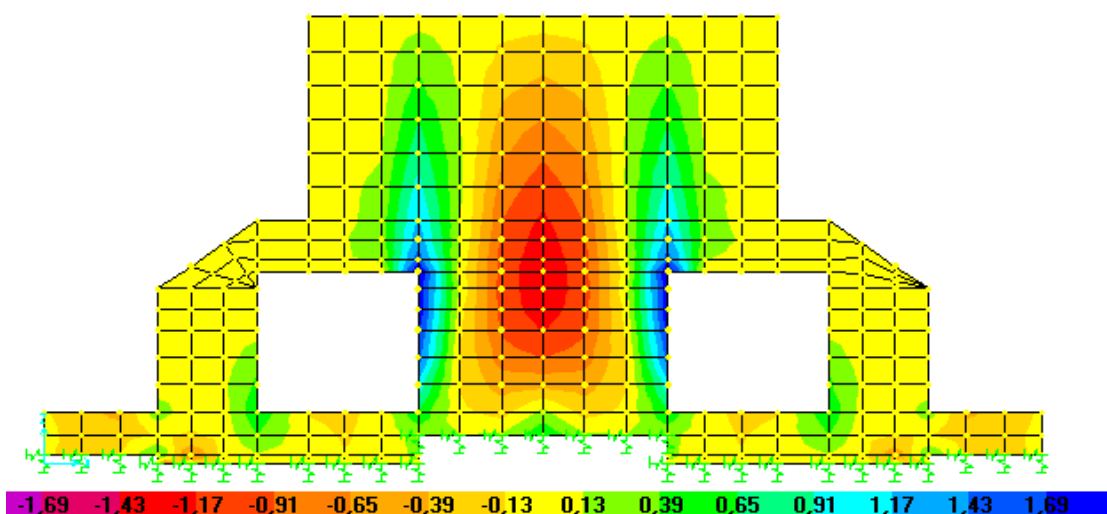


Figura 1.5 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -1,30 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,70 \text{ t}^*\text{m} > M_{\text{mín}} = 1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 3,61 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.3 PAR2 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

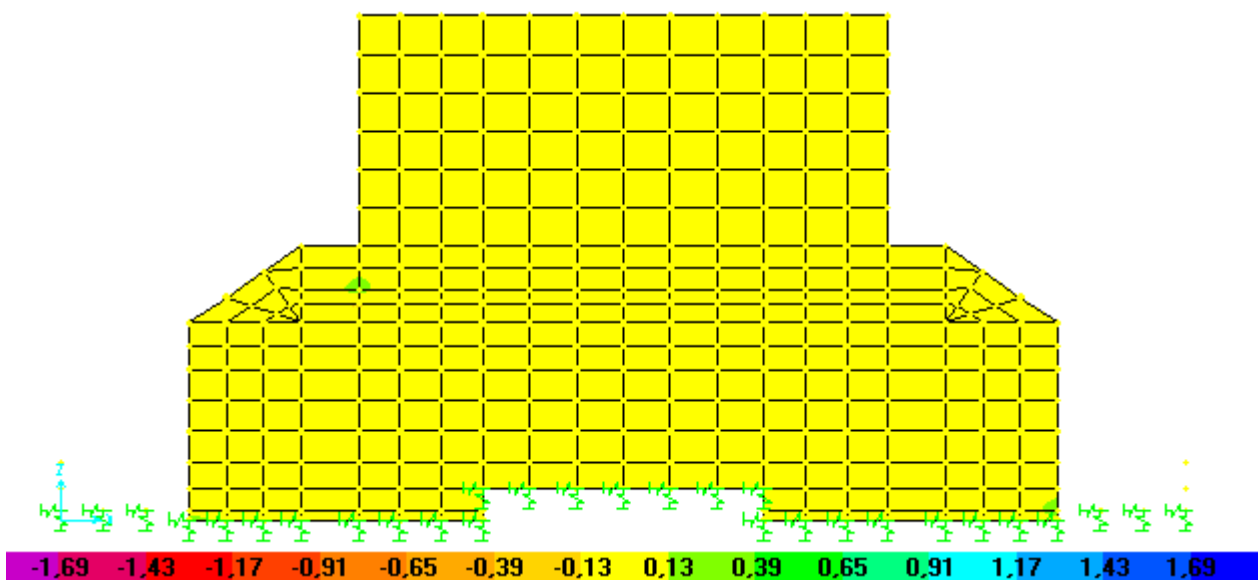


Figura 1.6 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,13 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,13 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

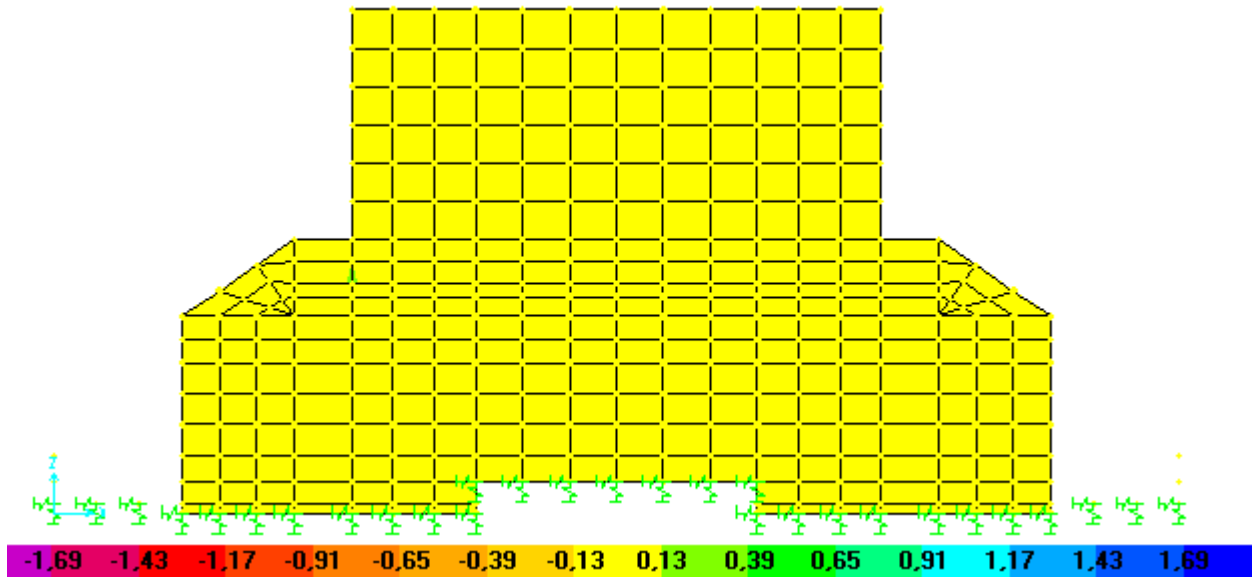


Figura 1.7 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,13 \text{ t*m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t*m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,13 \text{ t*m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t*m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.4 PAR4=PAR7 (H=20)

✓ Armação Vertical

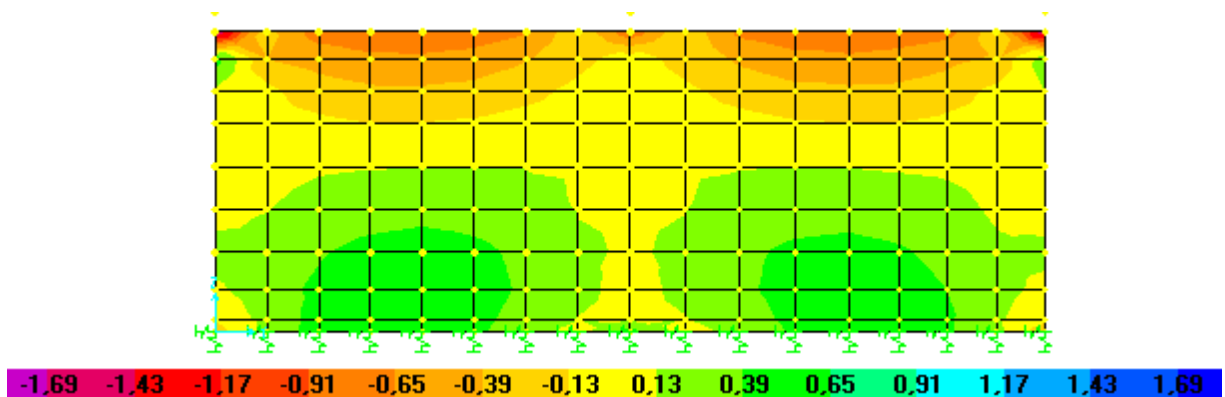


Figura 1.8 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,22 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,49 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

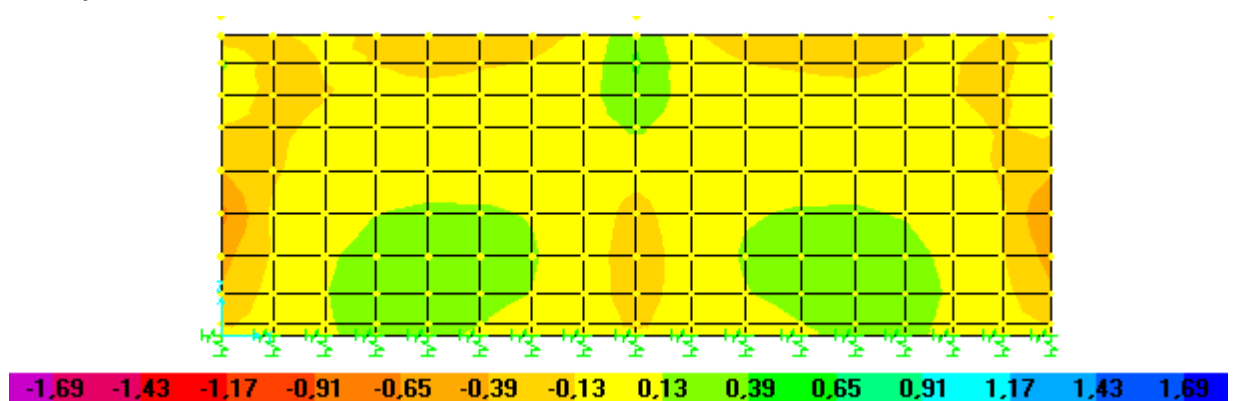


Figura 1.9 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,13 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,15 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.5 PAR8=PAR9 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

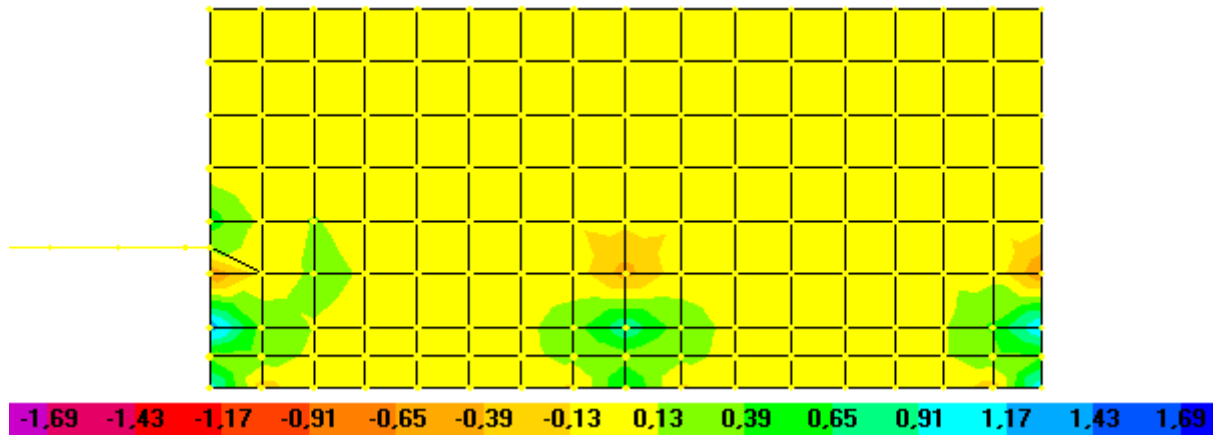


Figura 1.10 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,78 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,39 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,89 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

- ✓ Armação Horizontal

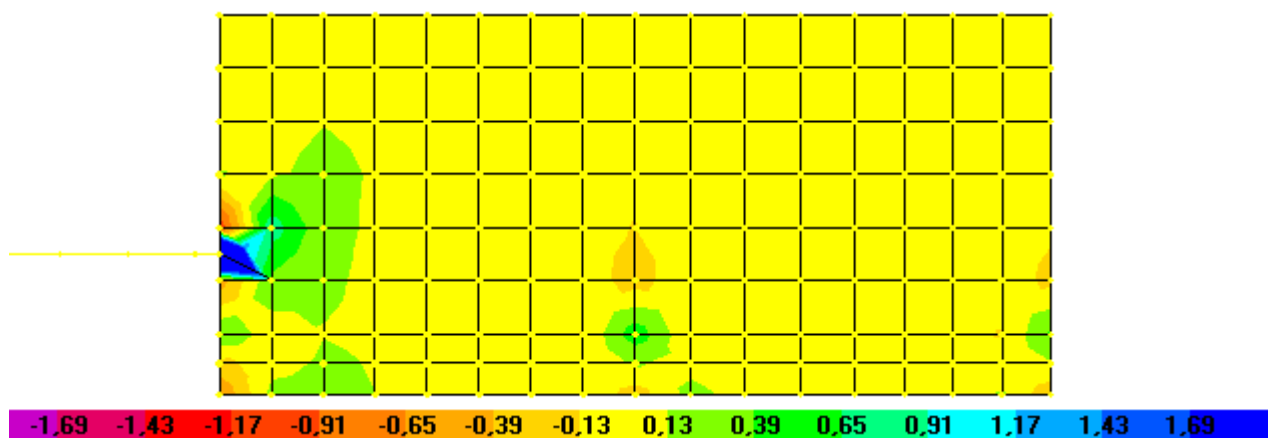


Figura 1.11 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,20 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,43 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,25 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,54 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.6 PAR5=PAR6 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

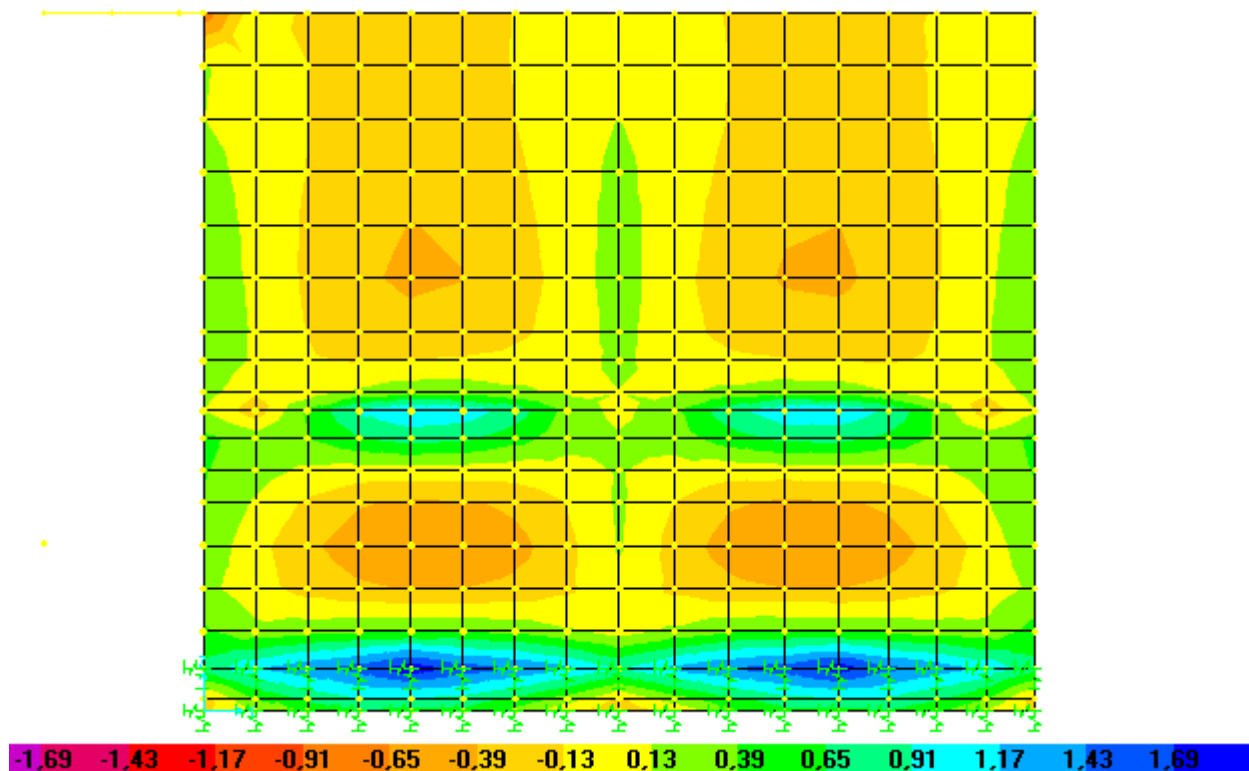


Figura 1.12 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -1,20 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 2,62 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,08 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 2,35 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

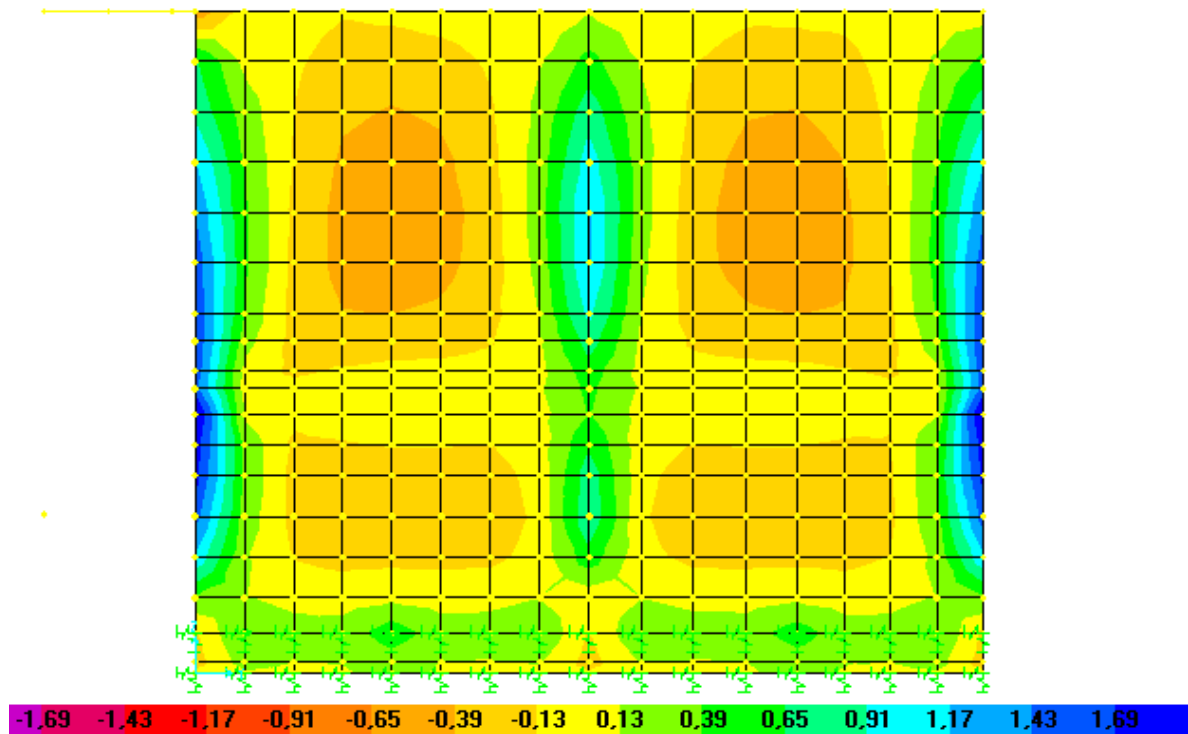


Figura 1.13 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,51 \text{ t*m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t*m}$$

$$A_s = 1,30 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,85 \text{ t*m} < M_{\text{mín}} = -1,686 \text{ t*m}$$

$$A_s = 4,07 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.7 PAR10=PAR11 (H=10)

✓ Armação Vertical

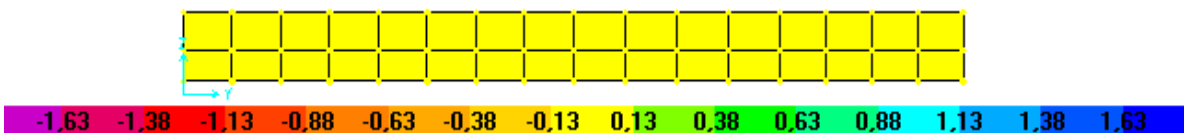


Figura 1.14 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,11 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = 0,858 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,72 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 5 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

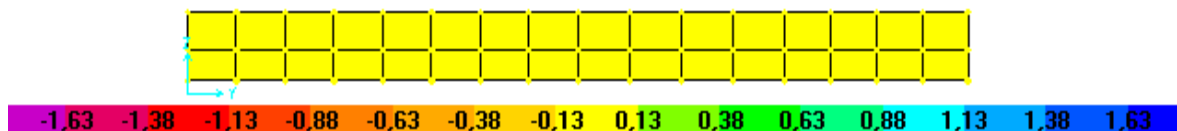


Figura 1.15 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,10 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = 0,858 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,72 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 5 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.8 LAJE DE TOPO (H=10)

✓ Armação Vertical

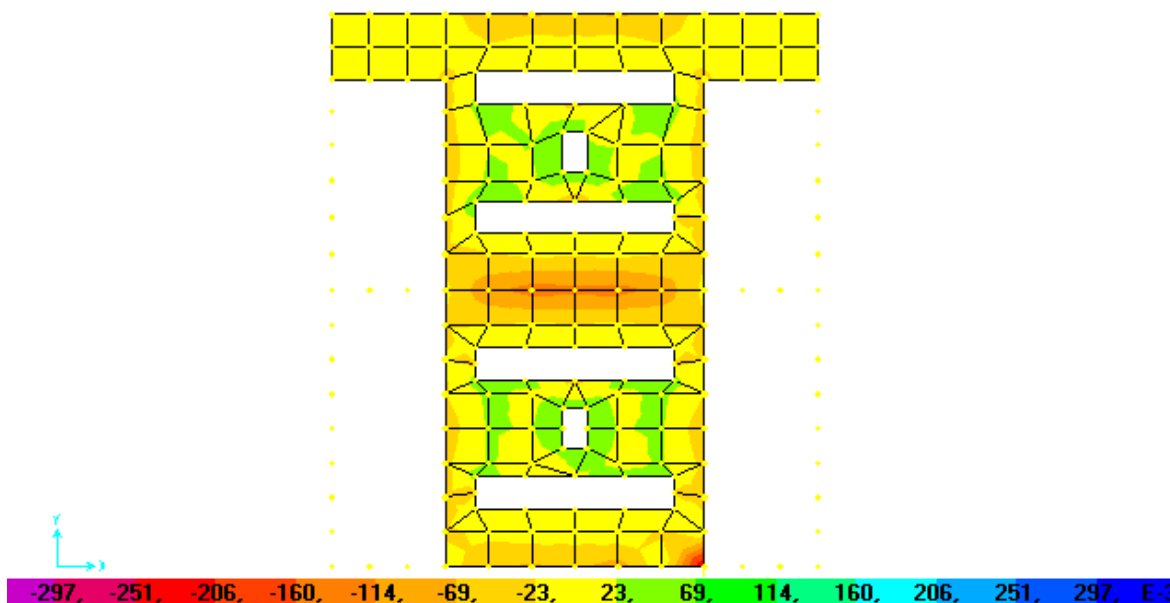


Figura 1.16 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,40 \text{ t}^*\text{m} > M_{\text{mín}} = 0,297 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 2,71 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s\text{MIN}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 6,3 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

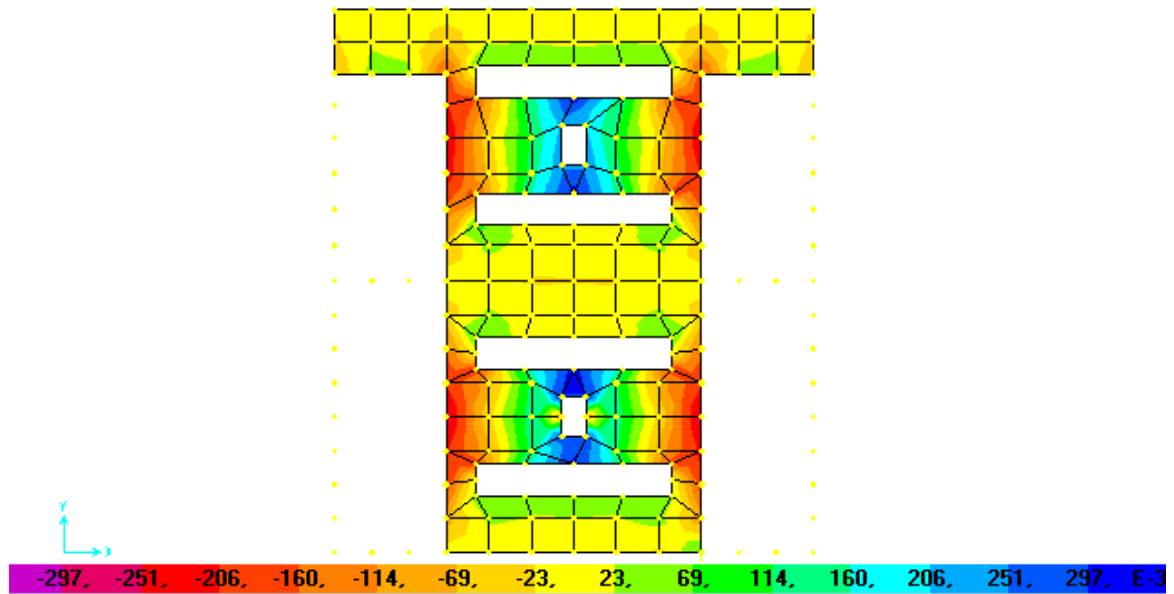


Figura 1.17 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,33 \text{ t} \cdot \text{m} > M_{\text{mín}} = 0,297 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$A_s = 2,21 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s\text{MIN}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi \text{ 6,3 c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.9 LAJE ELEVAÇÃO 862,05 (H=10)

✓ Armação Vertical

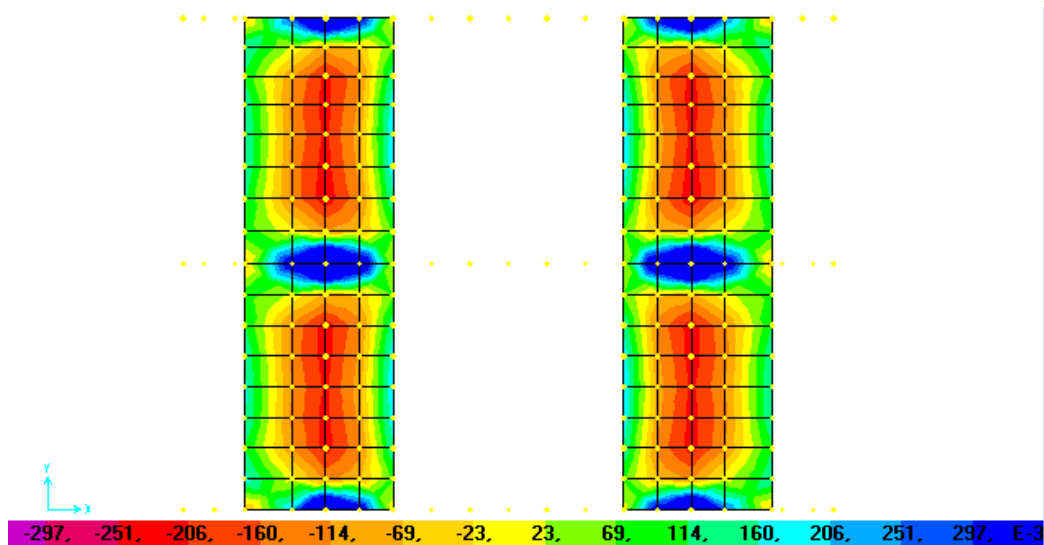


Figura 1.18 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,71 \text{ t}^*\text{m} > M_{\text{mín}} = 0,297 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 5,02 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s\text{MIN}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi \text{ 8,0 c/10,0 cm}$$

✓ Armação Horizontal

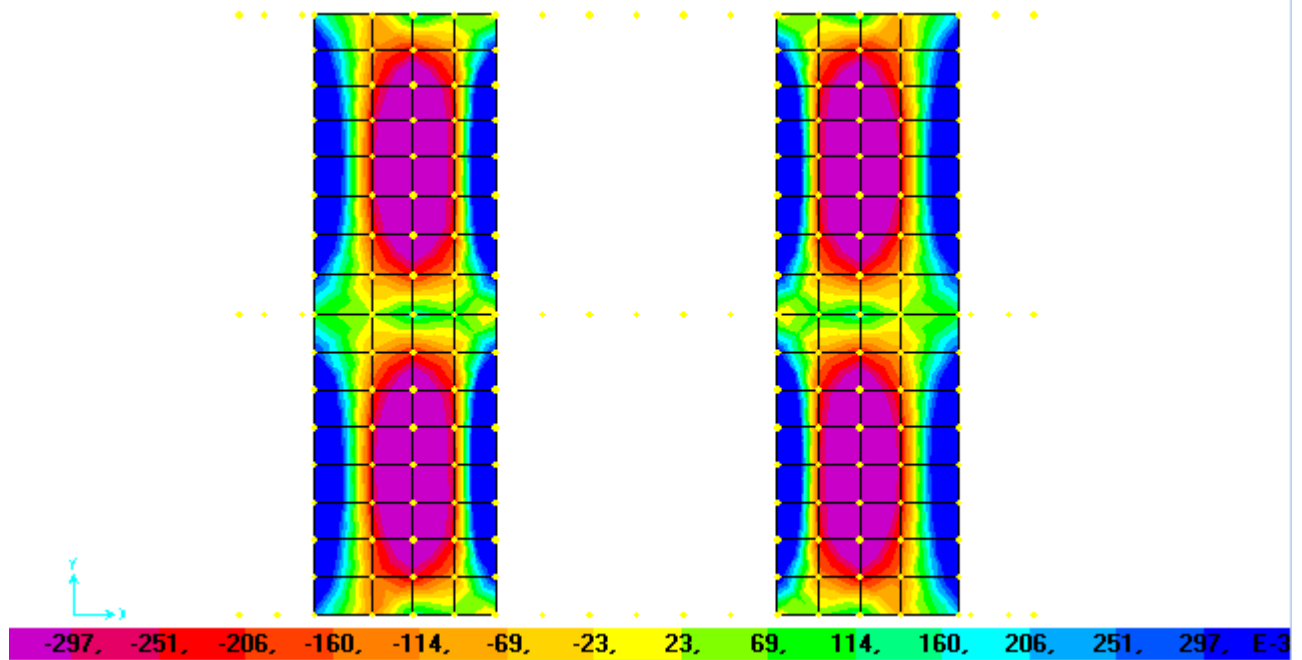


Figura 1.19 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,79 \text{ t}^*\text{m} > M_{\text{mín}} = 0,297 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 5,04 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s\text{MIN}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi \text{ 8,0 c/10,0 cm}$$

1.4.10 LAJE DE FUNDO ELEVÇÃO 860,00 (H=20)

✓ Armação Vertical

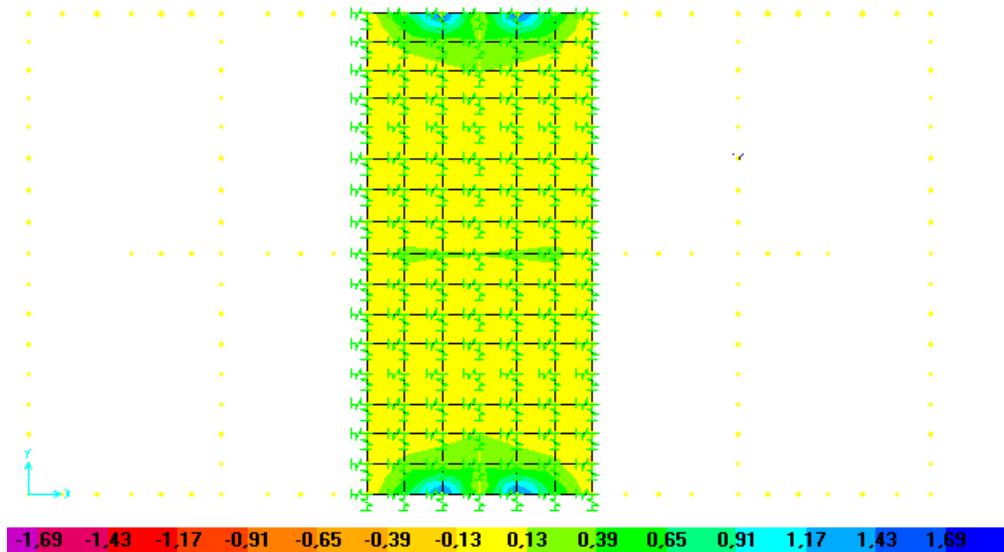


Figura 1.20 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,1 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,21 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,12 \text{ t}^*\text{m}/\text{m} < M_{\text{mín}} = 1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 2,36 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

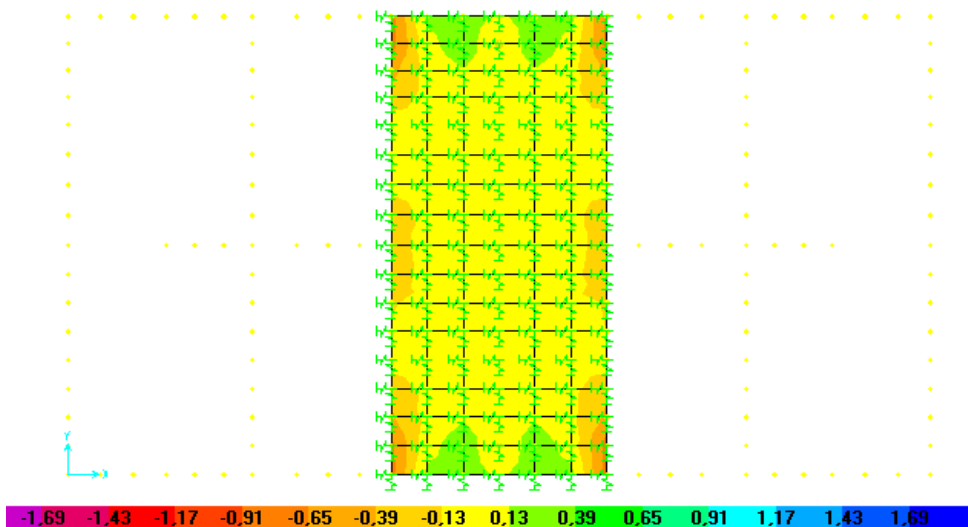


Figura 1.21 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,58 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 1,21 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,20 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = 1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 0,42 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.11 LAJE DE FUNDO ELEVAÇÃO 859,65 (H=20)

✓ Armação Vertical

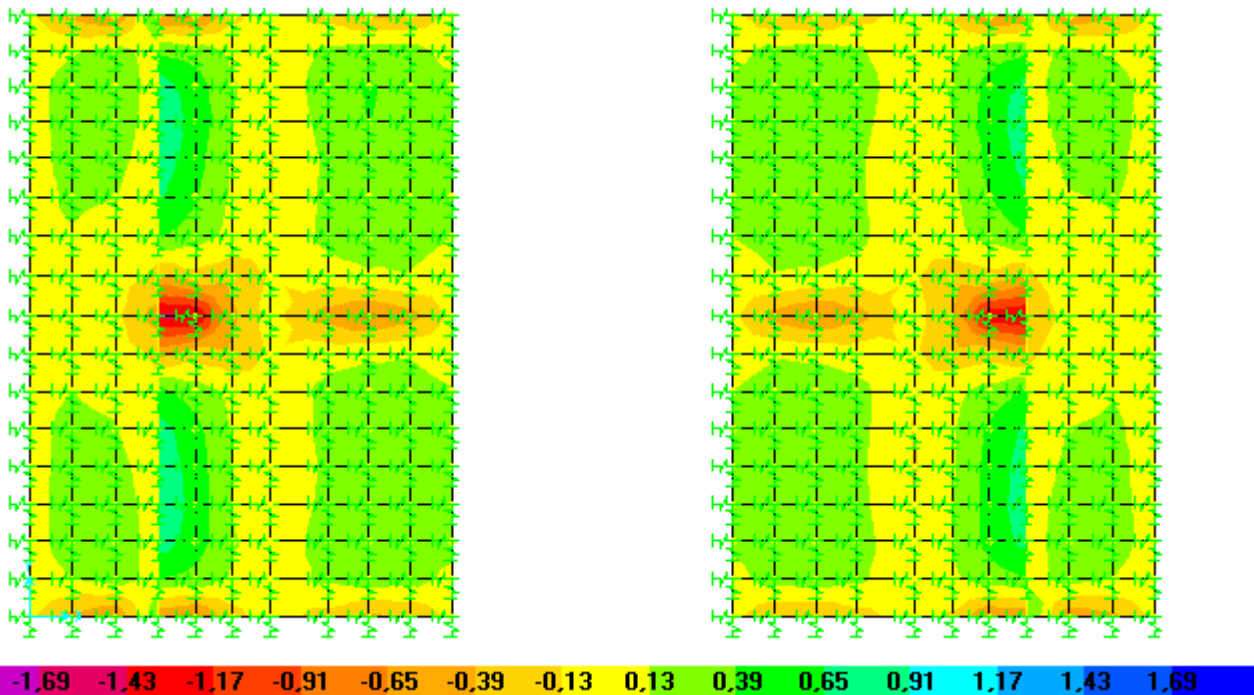


Figura 1.22 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,49 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,15 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = 1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

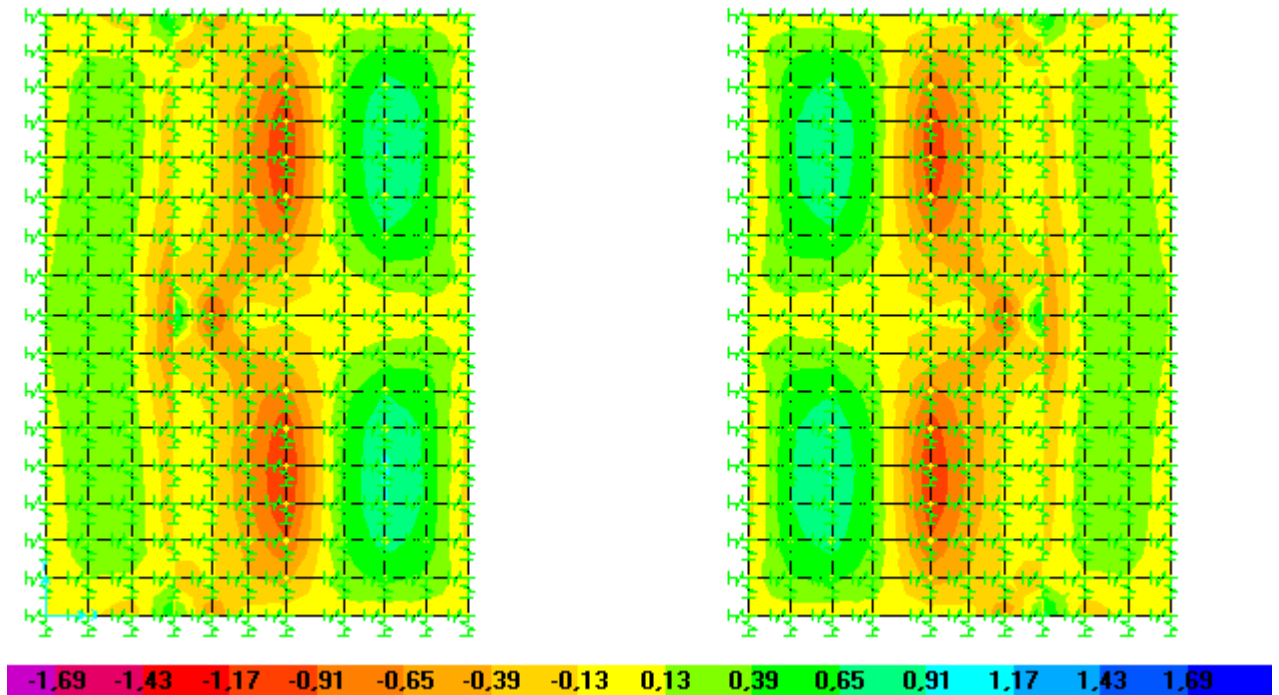


Figura 1.23 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

-Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,68 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = -1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 1,47 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,50 \text{ t}^*\text{m} < M_{\text{mín}} = 1,687 \text{ t}^*\text{m}$$

$$A_s = 1,08 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{MIN}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.4.12 VIGA V10 (25x55)

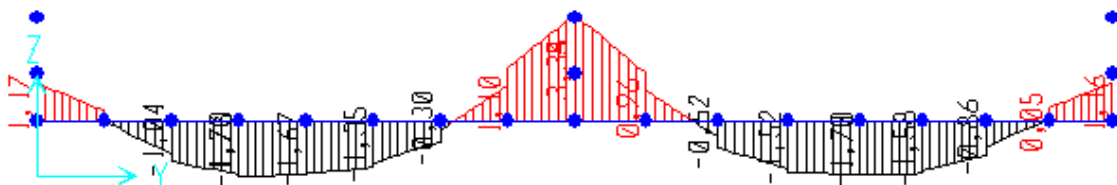


Figura 1.24 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -1,70 \text{ t}^* \text{ m/m}$$

$$A_s = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{ adotaremos } 3 \phi 16,0$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 3,33 \text{ t}^* \text{ m/m}$$

$$A_s = 2,46 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{ adotaremos } 3 \phi 12,5$$

1.4.13 VIGAS V50=V51 (20x50)

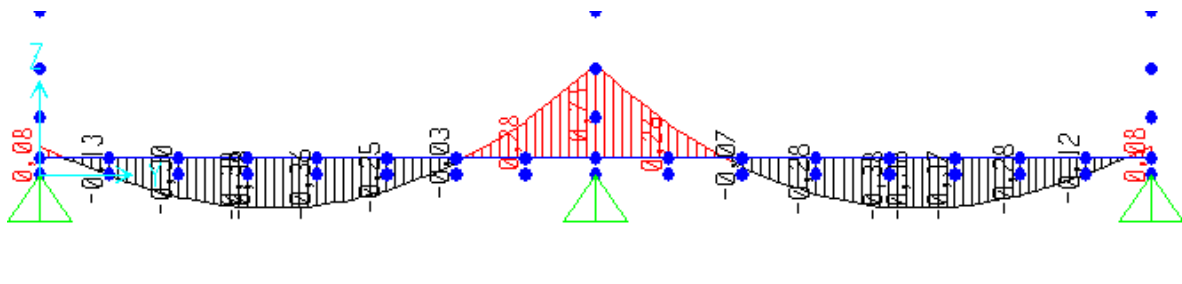


Figura 1.25 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -0,38 \text{ t}^* \text{ m/m}$$

$$A_{s\text{min}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{ adotaremos } 2 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 0,71 \text{ t}^* \text{ m/m}$$

$$A_{s\text{min}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{ adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.4.14 VIGA V20 (25x55)

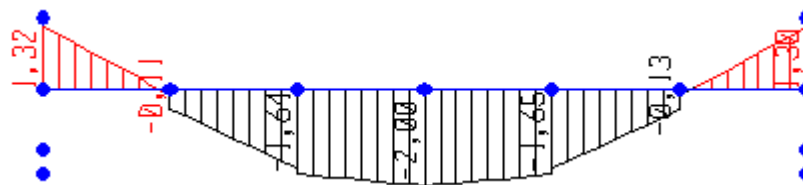


Figura 1.26 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -2,00 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 1,30 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 16,0$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 1,32 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 0,86 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.4.15 VIGA VE1 (25x40)

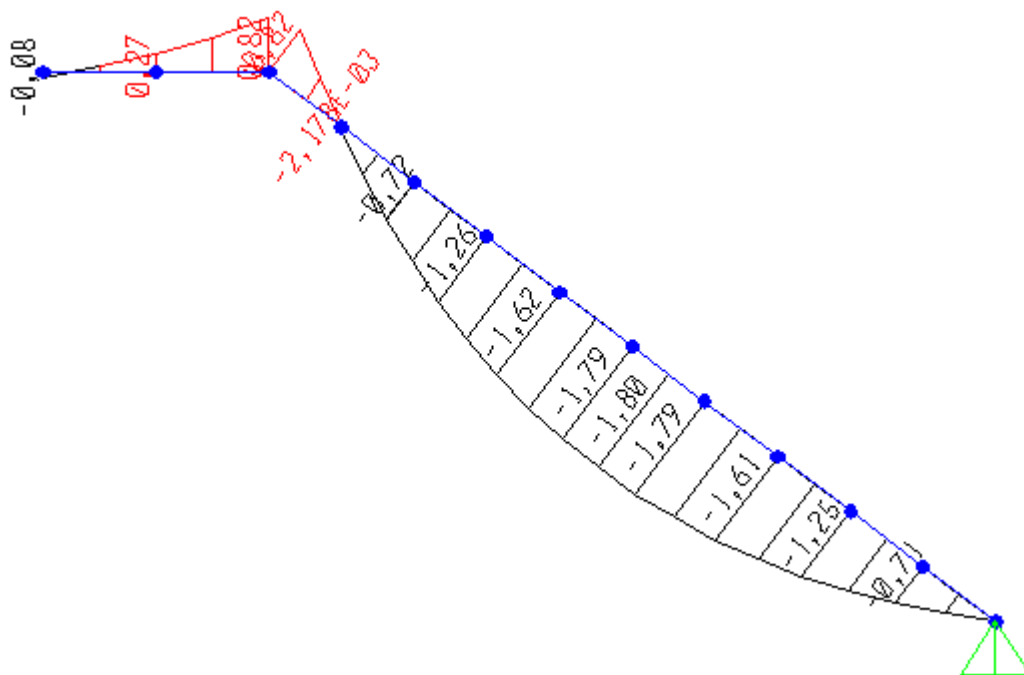


Figura 1.27 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -1,80 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 0,82 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 0,76 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.4.16 VIGA VE2 (25x40)

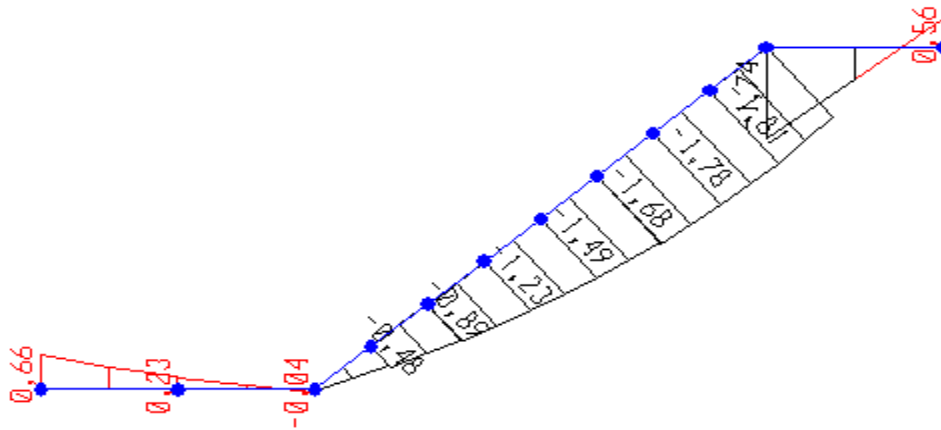


Figura 1.28 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -1,81 \text{ t*m/m}$$

$A_s = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 3 ϕ 10,0

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 0,66 \text{ t*m/m}$$

$A_s = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 10,0

1.4.17 VIGA VE3 (20x60)

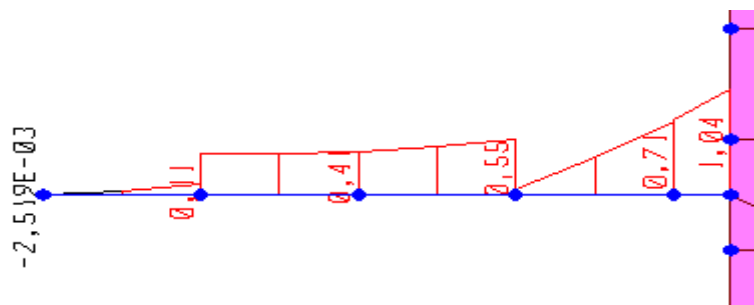


Figura 1.29 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -0,00251 \text{ t*m/m}$$

$A_s = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 6,3 como porta estribos

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 1,04 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_{\text{smin}} = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 16,0$$

1.4.18 VIGA VE4 (20x40)

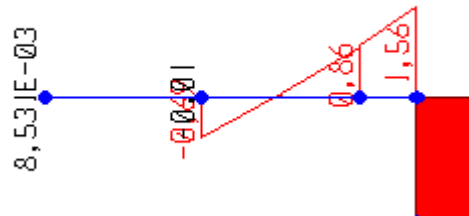


Figura 1.30 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -0,00853 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 6,3 \text{ como porta estribos}$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 1,56 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_{\text{smin}} = 1,46 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 10,0$$

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta memória de cálculo foi elaborada seguindo a NBR-6118/2014, as considerações nela apresentada devem ser seguidas quando for executada a estrutura.



MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REATOR - FILTRO - DECANTADOR – ETE ENTRE RIOS DE MINAS



CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto bruto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de segurança para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 4,5 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1 REATOR - FILTRO - DECANTADOR

1.1 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura do Reator - Filtro - Decantador compreende-se em um tanque de dimensões internas de (12,66 x 6,60/5,55)m, o mesmo encontra-se apoiado no terreno. O Reator - Filtro - Decantador é composto de paredes e laje de fundo de 20 cm de espessura em sua maioria, a laje de cobertura possui 10 cm de espessura, a estrutura conta com fundação profunda em tubulões e blocos de fundação 70x70x60cm. O fundo da estrutura encontra-se na elevação 859,65 e topo na elevação 865,30.

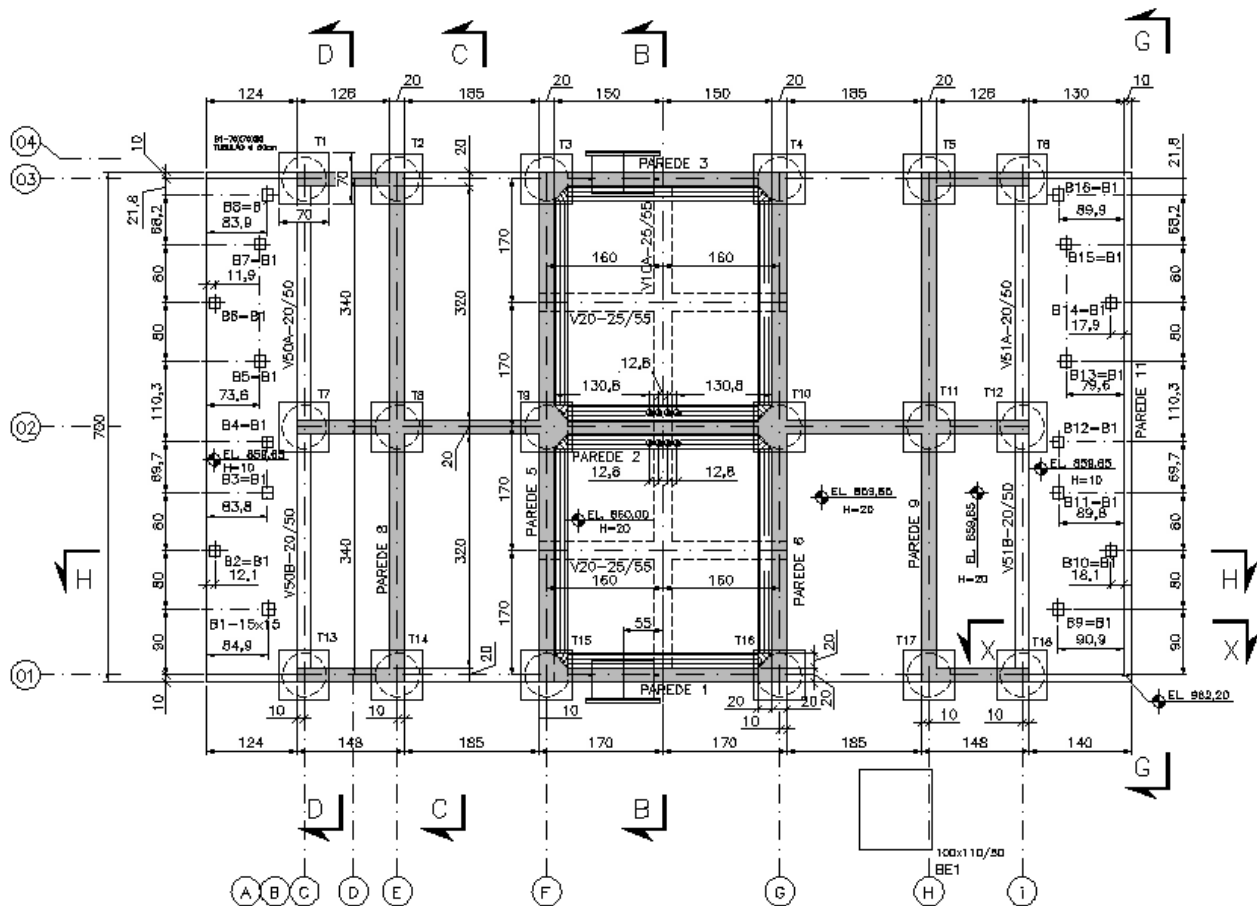


Figura 1.1 – Planta do Reator - Filtro - Decantador

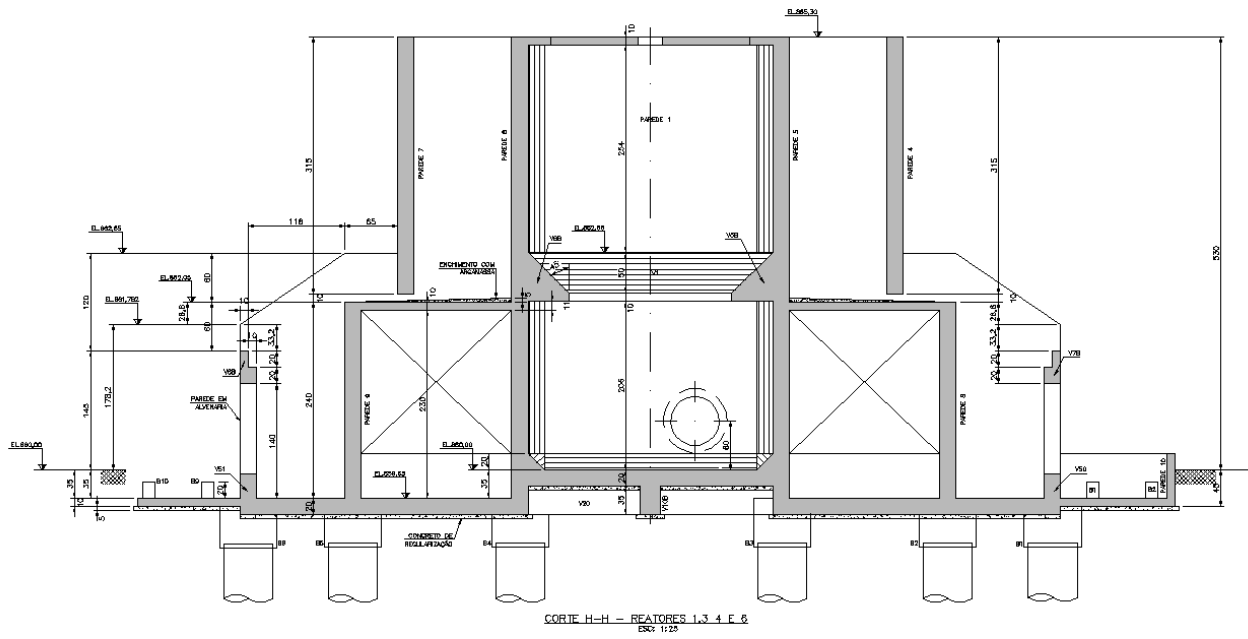


Figura 1.2 – Seção longitudinal do Reator - Filtro - Decantador

1.2 MODELO ADOTADO

A análise do tratamento preliminar engloba o dimensionamento estrutural tendo como base a atuação das cargas de projeto.

Para o cálculo dos esforços foi utilizado o software SAP2000.

Foi criado um modelo tridimensional formado por elementos de placa, sendo que a discretização obedece à disposição da estrutura e considera as diferentes espessuras que a compõe. Como condição de contorno foi considerando que o Reator - Filtro - Decantador possui fundação profunda em tubulões. A colaboração dos tubulões está representada por apoios simples.

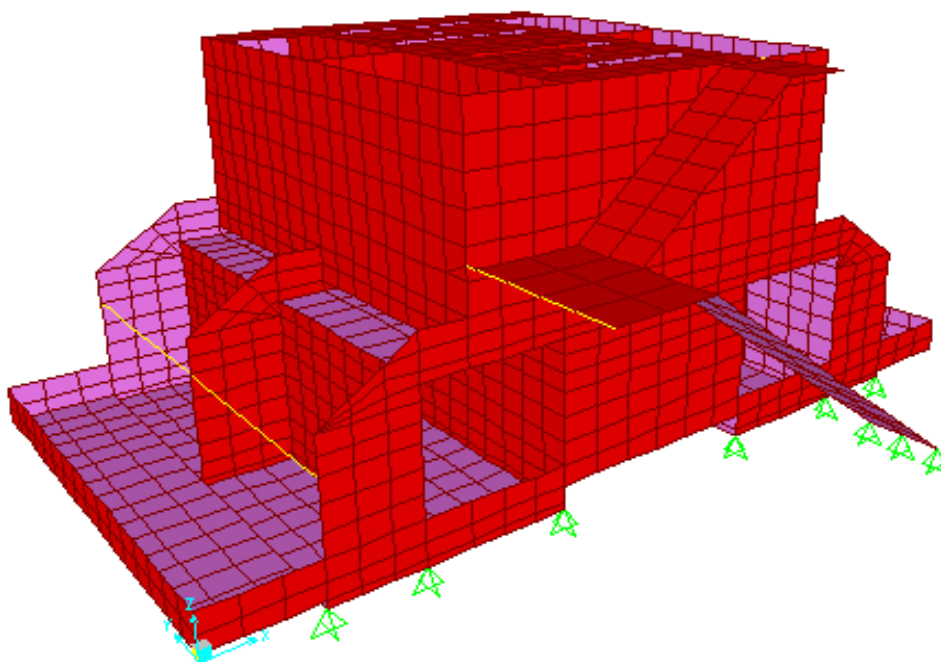


Figura 1.3 – Modelo do Reator – Filtro – Decantador em elementos finitos

1.3 CARREGAMENTOS

1.3.1 PESO PRÓPRIO

Carregamento definido pelo programa SAP 2000 considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

1.3.2 PESO DO ESGOTO

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo. Considerou-se altura da lâmina de esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo pelo peso específico do esgoto:

$$5,35 * 1,00 = 5,35 \text{ t/m}^2$$

1.3.3 EMPUXO DE ESGOTO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes da célula do reator. Considerou-se altura da lâmina de esgoto pelo peso específico do esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo, variando de $5,35 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

1.3.4 PESO DO ESGOTO ELEVAÇÃO 859,65

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo da elevação 859,65. Considerou-se altura da lâmina de esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo da elevação 859,65 pelo peso específico do esgoto:

$$1,90 * 1,00 = 1,90 \text{ t/m}^2$$

1.3.5 EMPUXO ESGOTO ELEVAÇÃO 859,65

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes da célula do decantador. Considerou-se altura da lâmina de esgoto pelo peso específico do esgoto da altura máxima da lamina d'água ao eixo da laje de fundo, variando de $1,90 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.

1.3.6 BRITA

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo da elevação 859,65. Considerou-se altura da camada de brita pelo peso específico da mesma:

$$2,20 * 1,60 = 3,52 \text{ t/m}^2$$

1.3.7 SOBRECARGA LAJE DE FUNDO

Considerou-se uma sobrecarga de $0,10 \text{ t/m}^2$ nas lajes de fundo da estrutura onde não existe esgoto.

1.3.8 SOBRECARGA LAJE DE TOPO

Considerou-se uma sobrecarga de $0,25 \text{ t/m}^2$ nas lajes de topo da estrutura.

1.3.9 SOBRECARGA LAJE DE ESCADA

Considerou-se uma sobrecarga de $0,25 \text{ t/m}^2$ nas lajes da escada.

1.4 COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

1.4.1 COMB1: REATOR - FILTRO - DECANTADOR CHEIO

Peso próprio + peso de esgoto + empuxo de esgoto + peso esgoto elevação 859,65 + empuxo esgoto elevação 859,65 + brita + sobrecarga laje de fundo + sobrecarga laje de topo + sobrecarga escada.

1.4.2 COMB2: REATOR – FILTRO – DECANTADOR VAZIO

Peso próprio + brita + sobrecarga laje de fundo + sobrecarga laje de topo + sobrecarga escada.

1.5 ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

Apresentaremos a seguir os esforços dos elementos estruturais apenas para os casos de combinações de carregamentos que se apresentarem mais desfavoráveis ao comportamento estrutural, ocasionando um dimensionamento a favor da segurança.

1.5.1 ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

- ✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$ c/12,5 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 1,6 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=15$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 15 = 2,685 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$ c/10,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,81 t*m/m.
- ✓ Elementos estruturais com $h=10$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 10 = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 6,3$ c/15,0 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 0,26 t*m/m.

1.5.2 PAR1=PAR3 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

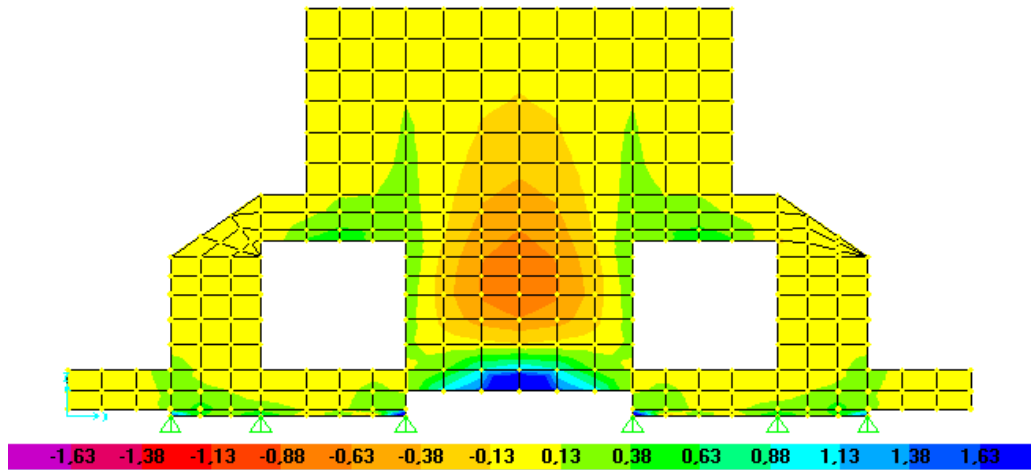


Figura 1.4 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,82 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 1,72 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 3,30 \text{ t}^*\text{m/m} \text{ no encontro com a laje de fundo } h=40\text{cm}$$

$$A_s = 3,06 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

- ✓ Armação Horizontal

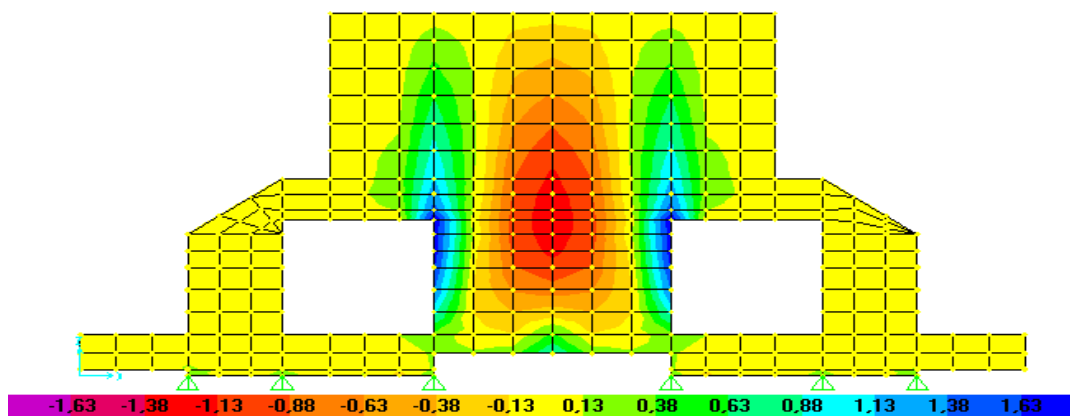


Figura 1.5 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -1,30 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 2,84 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,70 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 3,73 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.3 PAR2 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

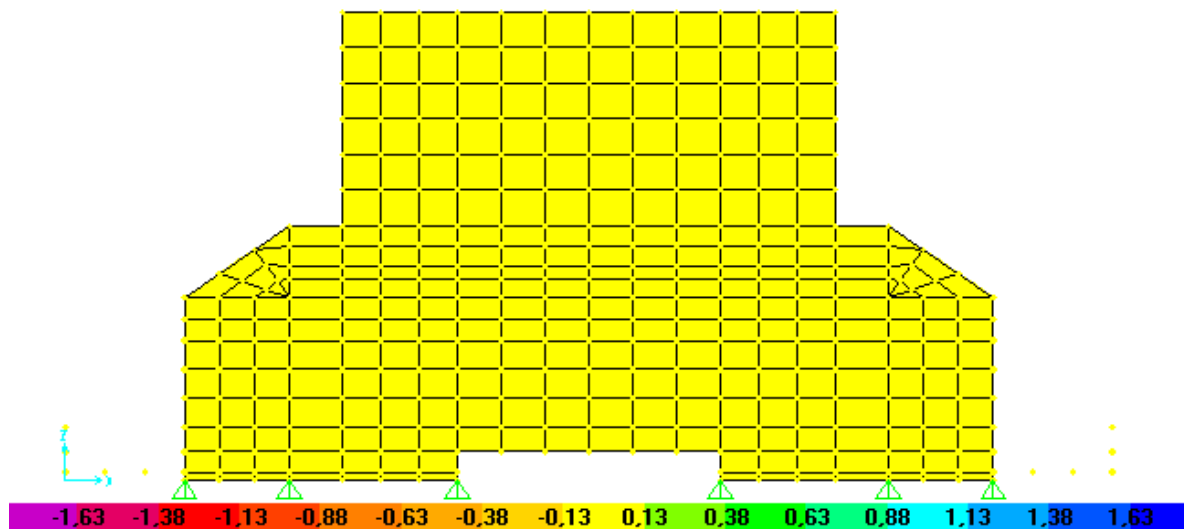


Figura 1.6 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,13 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,13 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

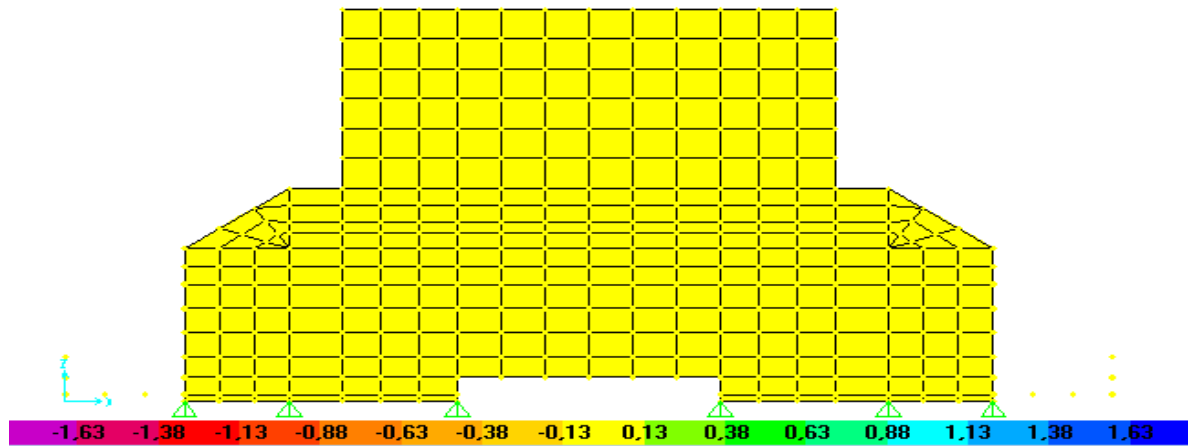


Figura 1.7 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,13 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,13 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.4 PAR4=PAR7 (H=20)

✓ Armação Vertical

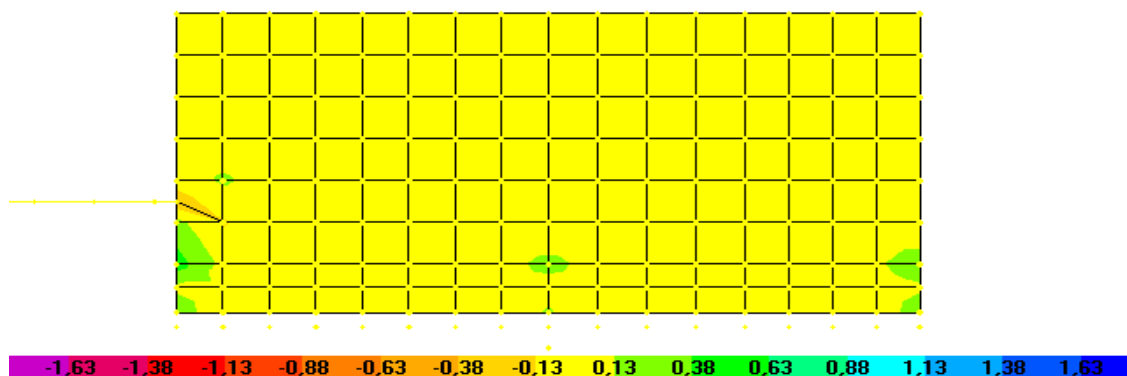


Figura 1.8 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,22 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,49 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

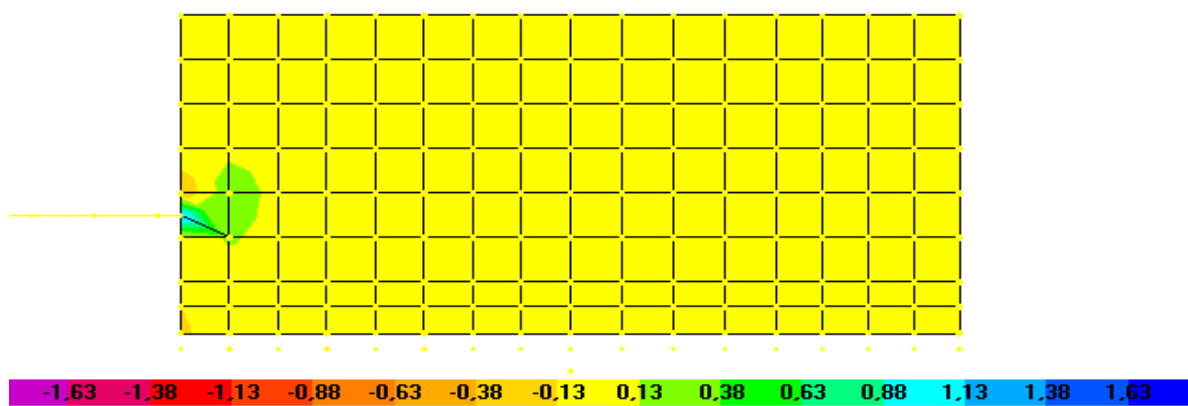


Figura 1.9 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,13 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,15 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.5 PAR8=PAR9 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

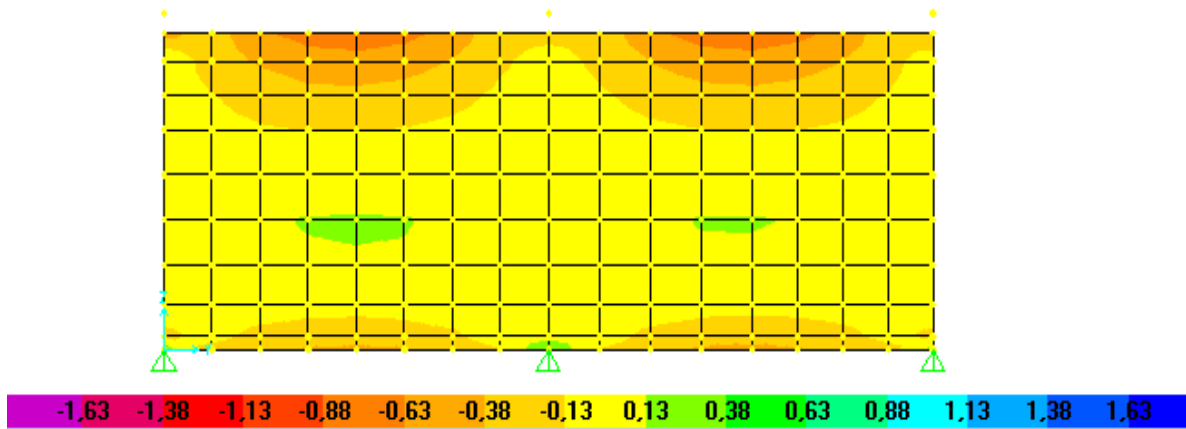


Figura 1.10 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,78 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,39 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 0,89 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

- ✓ Armação Horizontal

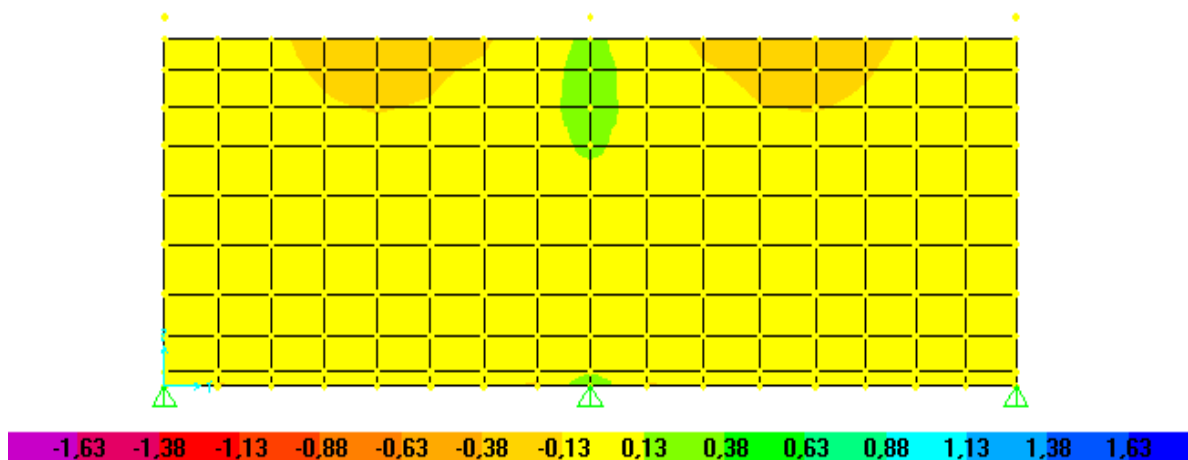


Figura 1.11 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,20 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,43 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,25 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,54 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.6 PAR5=PAR6 (H=20)

- ✓ Armação Vertical

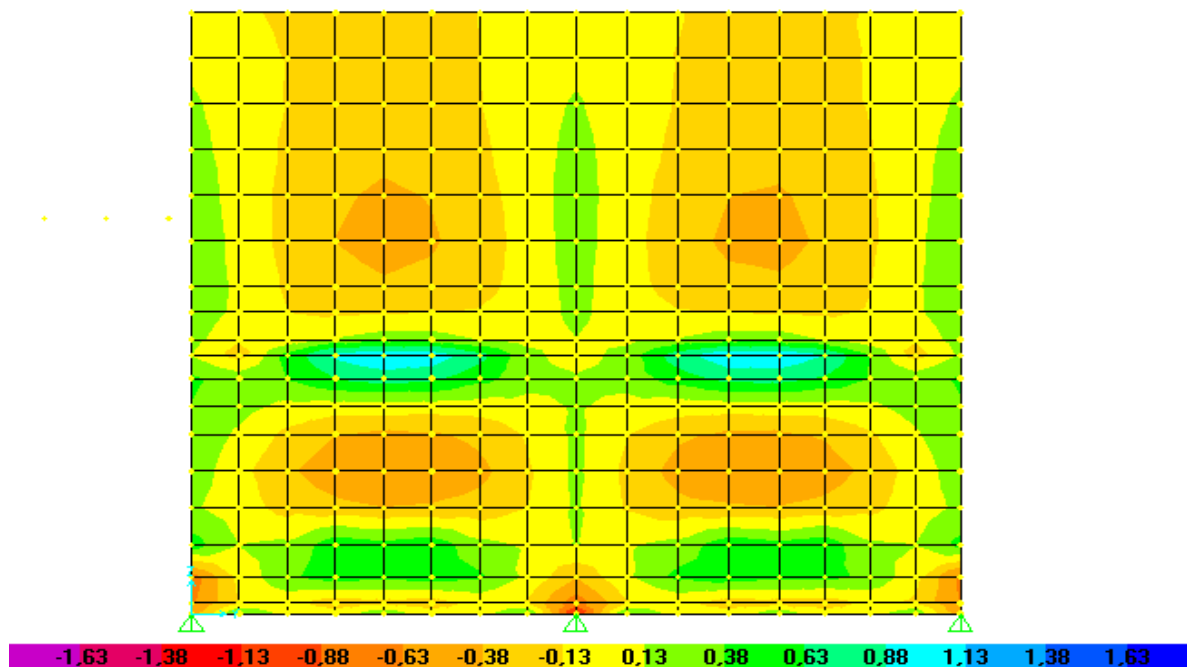


Figura 1.12 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -1,20 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 2,62 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,08 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 2,35 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

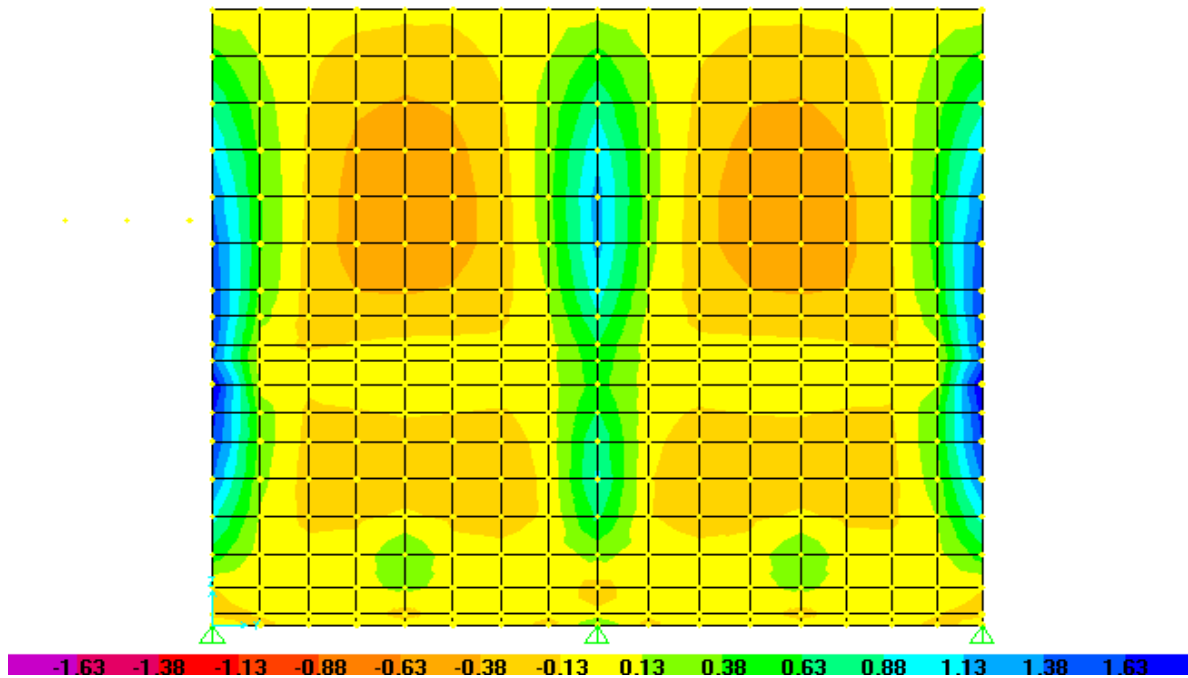


Figura 1.13 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,60 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 1,30 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,85 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 4,07 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.7 PAR10=PAR11 (H=10)

✓ Armação Vertical

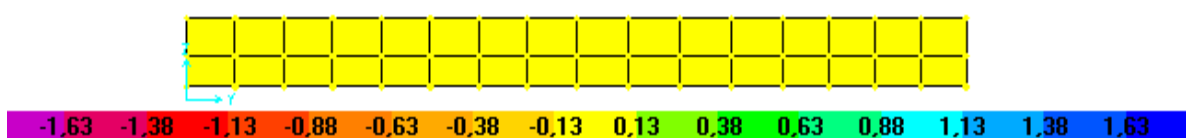


Figura 1.14 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,11 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,72 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 5 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

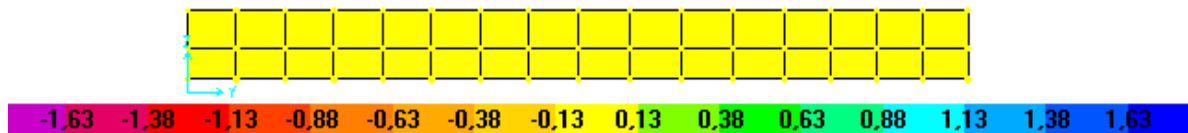


Figura 1.15 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,10 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 0,72 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 5 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.8 LAJE DE TOPO (H=10)

✓ Armação Vertical

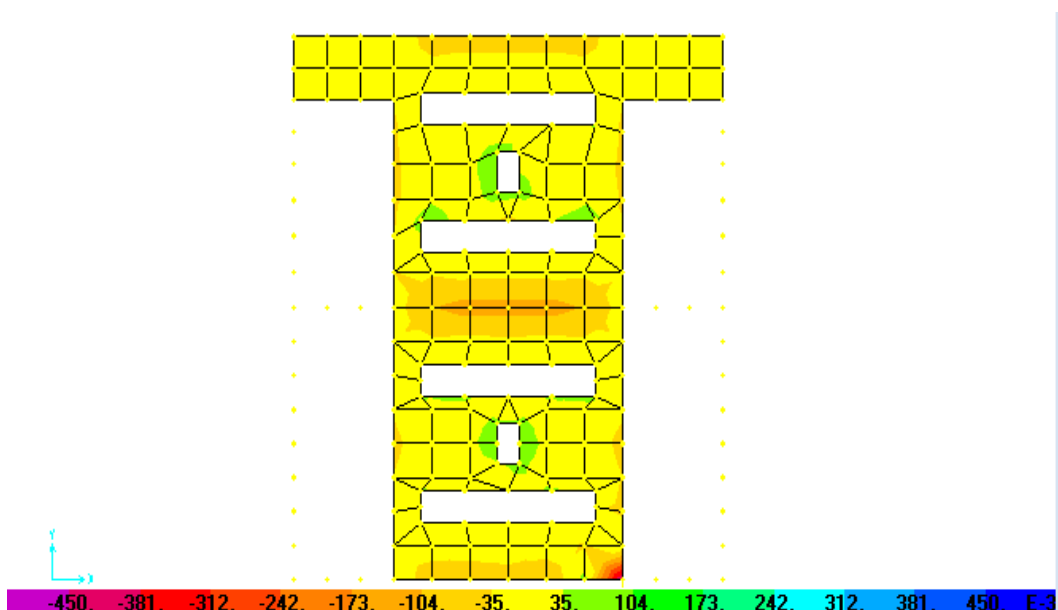


Figura 1.16 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,40 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 2,71 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi \text{ 6,3 c/10,0 cm}$$

✓ Armação Horizontal

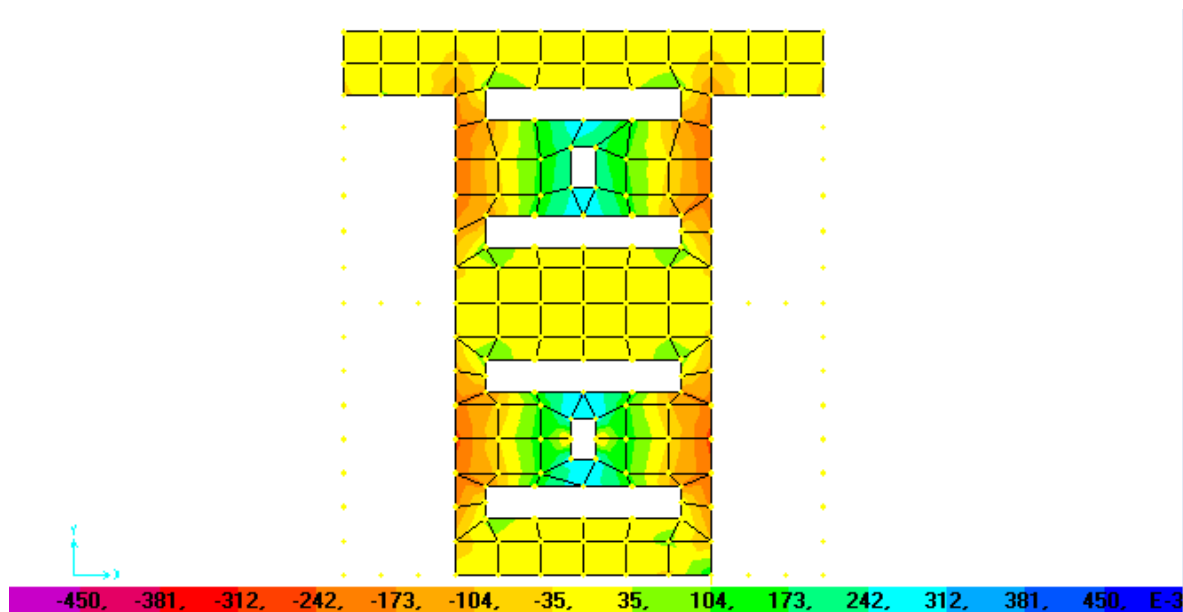


Figura 1.17 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,33 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 2,21 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi \text{ 6,3 c/10,0 cm}$$

1.5.9 LAJE ELEVAÇÃO 862,05 (H=10)

- ✓ Armação Vertical

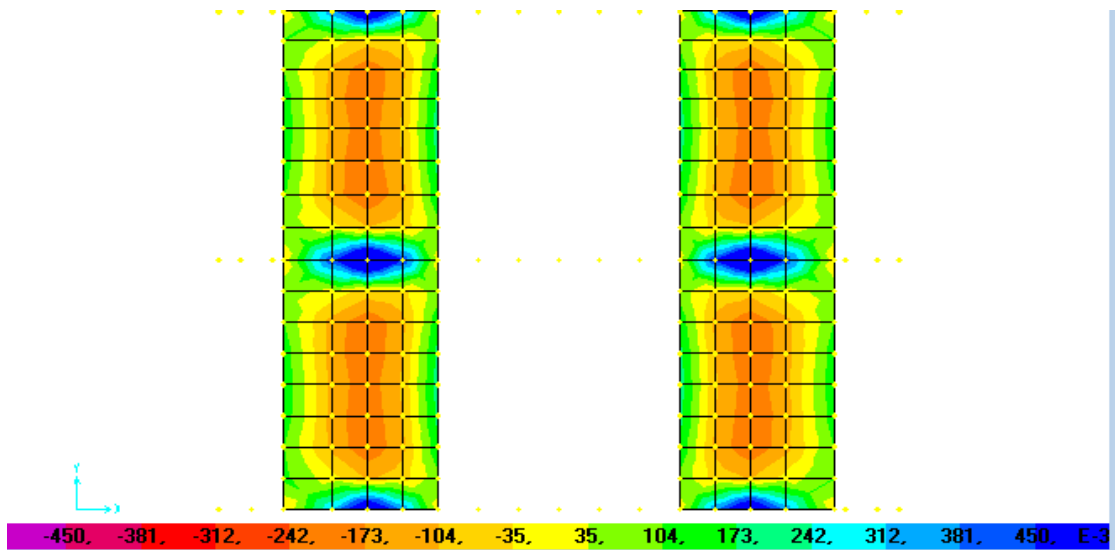


Figura 1.18 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,71 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 5,02 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi \text{ 8,0 c}/10,0 \text{ cm}$$

- ✓ Armação Horizontal

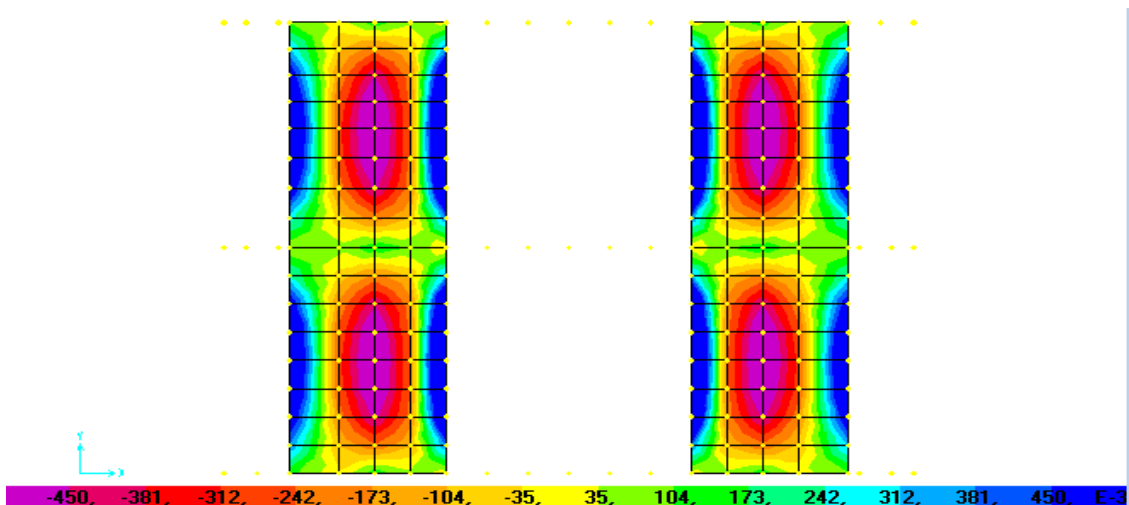


Figura 1.19 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa e interna (armação baricêntrica):

$$M_{\text{máx}} = 0,70 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 4,95 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8,0 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.10 LAJE DE FUNDO ELEVAÇÃO 860,00 (H=20)

✓ Armação Vertical

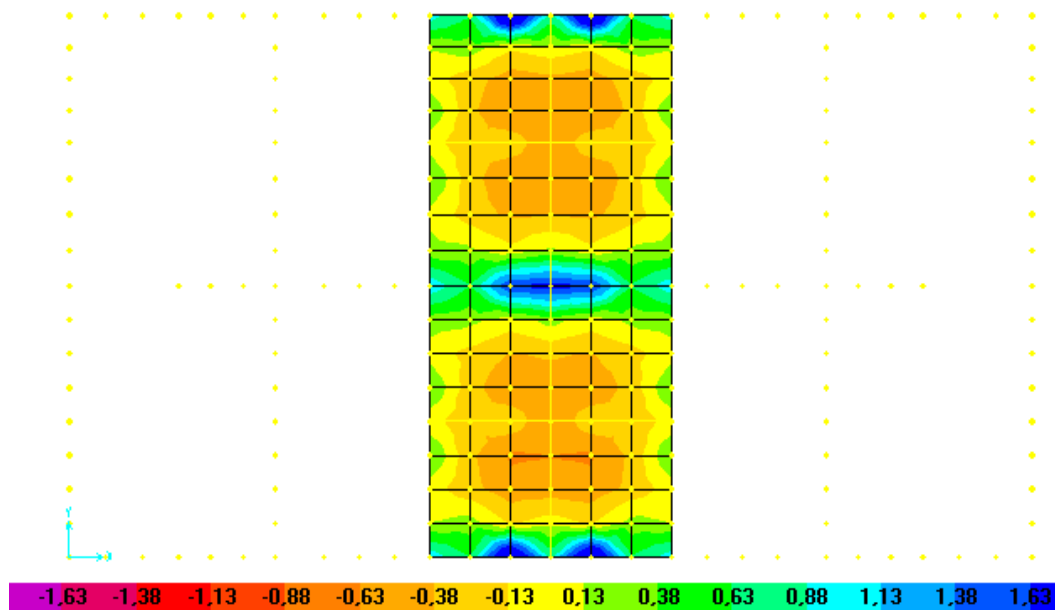


Figura 1.20 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,65 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 1,41 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 2,00 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 4,41 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

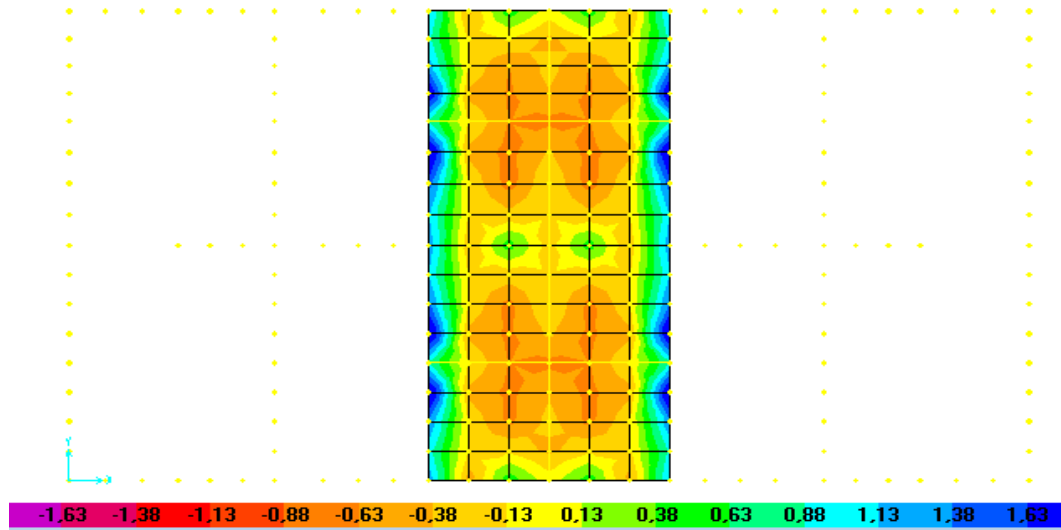


Figura 1.21 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,70 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 1,52 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,90 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 4,18 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.11 LAJE DE FUNDO ELEVAÇÃO 859,65 (H=20)

✓ Armação Vertical

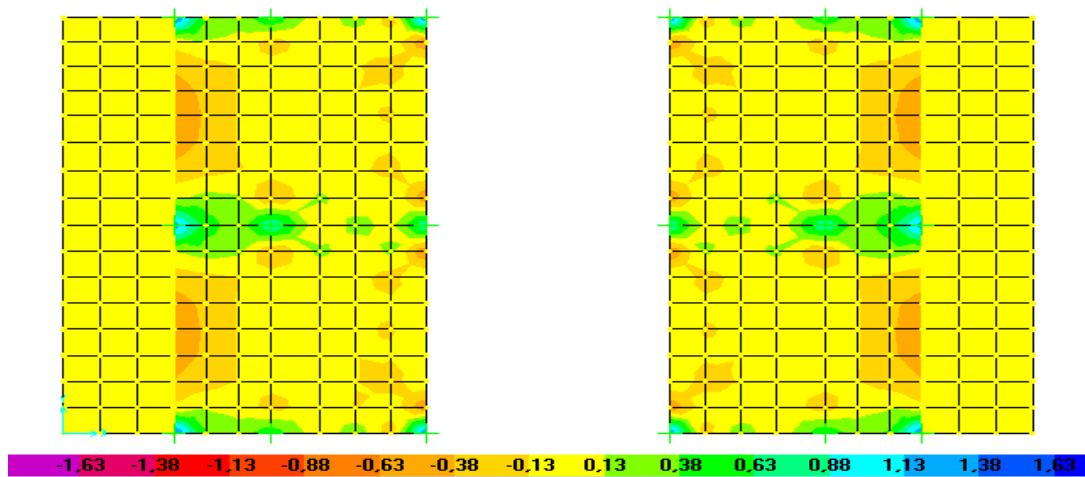


Figura 1.22 – Diagrama de momento fletor vertical para combinação comb1

Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,49 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 1,15 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

✓ Armação Horizontal

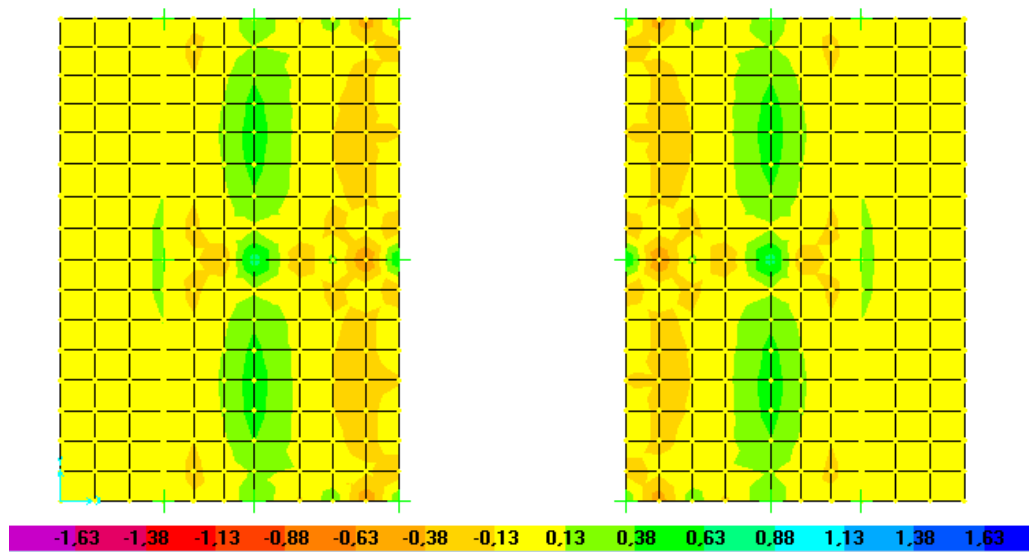


Figura 1.23 – Diagrama de momento fletor horizontal para combinação comb1

-Valores positivos: face interna

Valores negativos: face externa

Face externa:

$$M_{\text{máx}} = -0,68 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 1,47 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

Face interna:

$$M_{\text{máx}} = 0,50 \text{ t}^*\text{m/m}$$

$$A_s = 1,08 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/10,0 \text{ cm}$$

1.5.12 VIGA V10 (25x55)

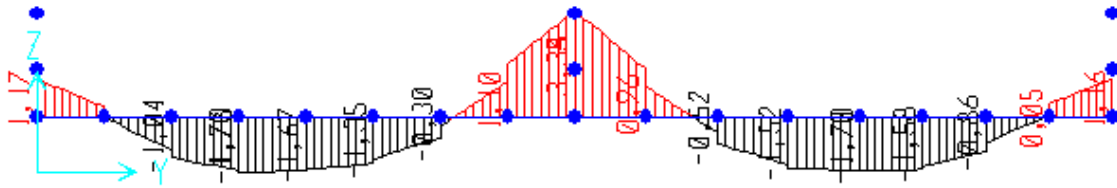


Figura 1.24 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -1,70 \text{ t}^* \text{m/m}$$

$$A_s = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 16,0$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 3,33 \text{ t}^* \text{m/m}$$

$$A_s = 2,46 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 12,5$$

1.5.13 VIGAS V50=V51 (20x50)

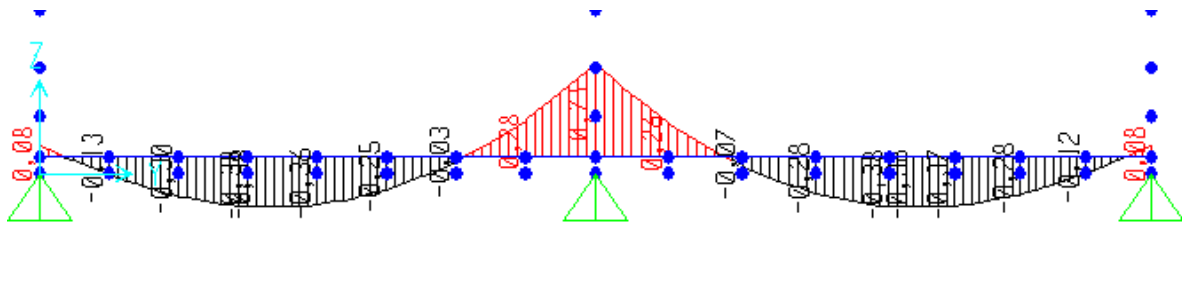


Figura 1.25 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -0,38 \text{ t}^* \text{m/m}$$

$$A_{s\text{min}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 0,71 \text{ t}^* \text{m/m}$$

$$A_{s\text{min}} = 1,79 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.5.14 VIGA V20 (25x55)

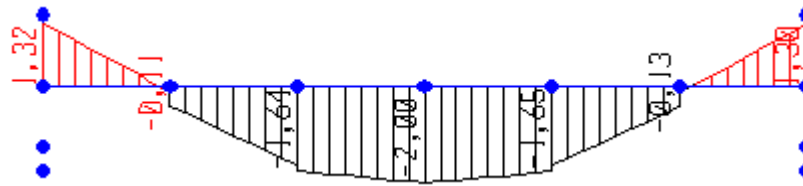


Figura 1.26 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -2,00 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 1,30 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 3 \phi 16,0$$

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 1,32 \text{ t*m/m}$$

$$A_s = 0,86 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } 2 \phi 12,5$$

1.5.15 VIGA VE1 (25x40)

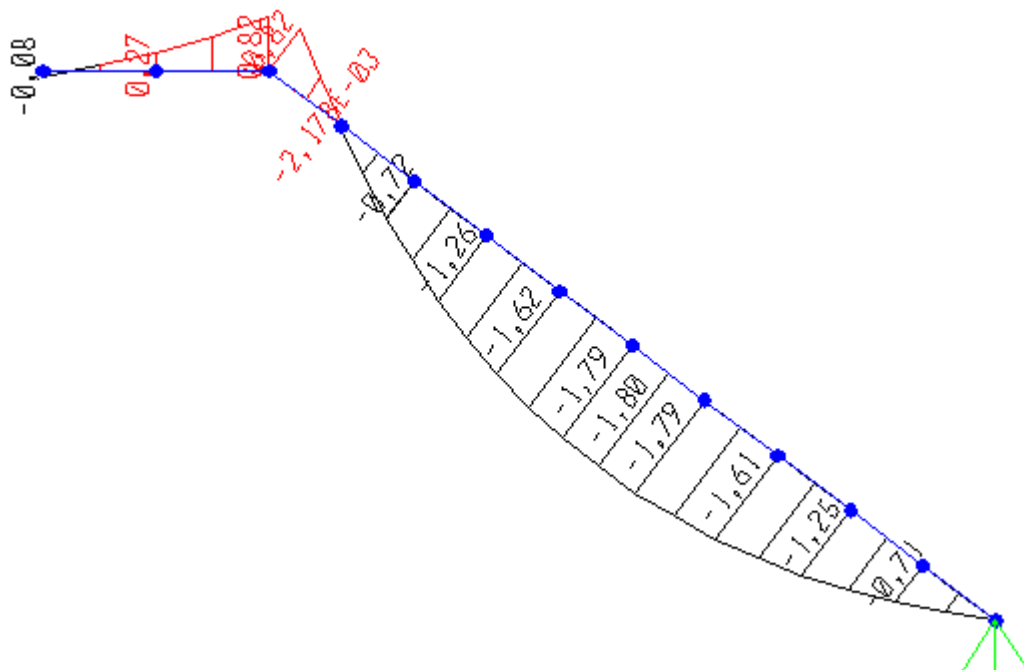


Figura 1.27 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -1,80 \text{ t*m/m}$$

$A_s = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 12,5

Face Superior

$M_{\text{máx}} = 0,82 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$

$A_s = 0,76 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 12,5

1.5.16 VIGA VE2 (25x40)

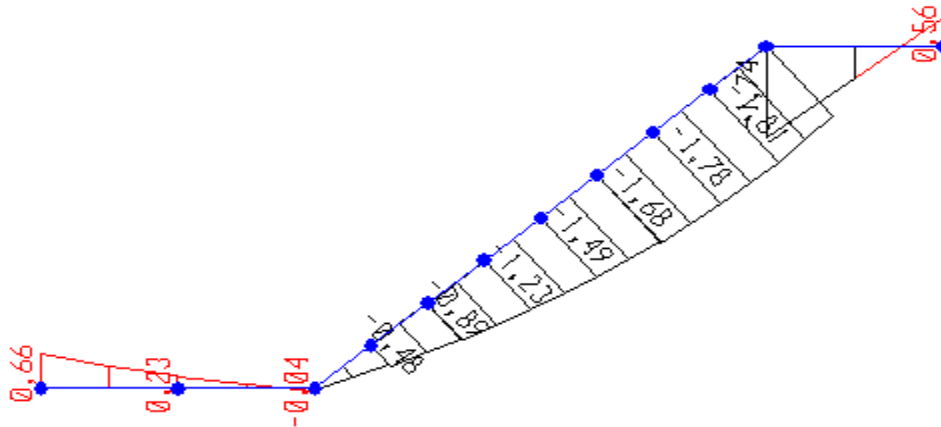


Figura 1.28 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$M_{\text{máx}} = -1,81 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$

$A_s = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 3 ϕ 10,0

Face Superior

$M_{\text{máx}} = 0,66 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$

$A_s = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 10,0

1.5.17 VIGA VE3 (20x60)

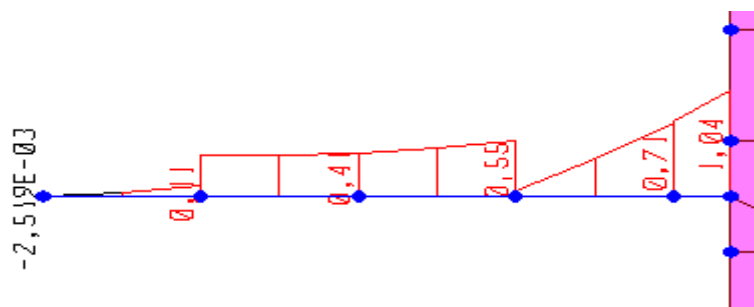


Figura 1.29 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -0,00251 \text{ t*m/m}$$

$A_{\text{s}} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 6,3 como porta estribos

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 1,04 \text{ t*m/m}$$

$A_{\text{smin}} = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 3 ϕ 16,0

1.5.18 VIGA VE4 (20x40)

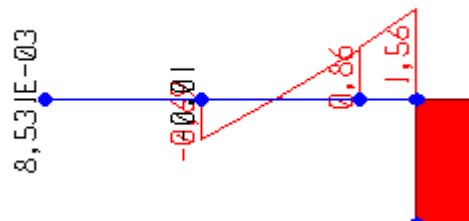


Figura 1.30 – Diagrama de momento fletor para combinação comb1

Face Inferior

$$M_{\text{máx}} = -0,00853 \text{ t*m/m}$$

$A_{\text{s}} = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 2 ϕ 6,3 como porta estribos

Face Superior

$$M_{\text{máx}} = 1,56 \text{ t*m/m}$$

$A_{\text{smin}} = 1,46 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos 3 ϕ 10,0

2 REAÇÃO NOS TUBULÕES

TABELA DOS TUBULÕES		
TUBULÃO	CARGA (tf)	COTA DE ARRASAMENTO
T1	11	EL=859,10
T2	12	EL=859,10
T3	30	EL=859,10
T4	30	EL=859,10
T5	11	EL=859,10
T6	10	EL=859,10
T7	13	EL=859,10
T8	39	EL=859,10
T9	59	EL=859,10
T10	58	EL=859,10
T11	38	EL=859,10
T12	12	EL=859,10
T13	11	EL=859,10
T14	13	EL=859,10
T15	32	EL=859,10
T16	31	EL=859,10
T17	13	EL=859,10
T18	10	EL=859,10

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta memória de cálculo foi elaborada seguindo a NBR-6118/2014, as considerações nela apresentada devem ser seguidas quando for executada a estrutura.



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde

LEITOS DE SECAGEM



CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do enchimento : $\gamma=1,57 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de majoração das cargas para o dimensionamento: $\gamma=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 5,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura é composta de 4 tanques de (4,0x5,0)m associados em dois conjuntos de dois tanques delimitados por paredes de 20 cm de espessura e lajes de fundo de 20 cm de espessura. Cada conjunto descarrega-se sobre seis blocos de única estaca pré-moldada cada de Ø 20 cm, profundidade média prevista = 10m.

Figura 1.1 – Planta

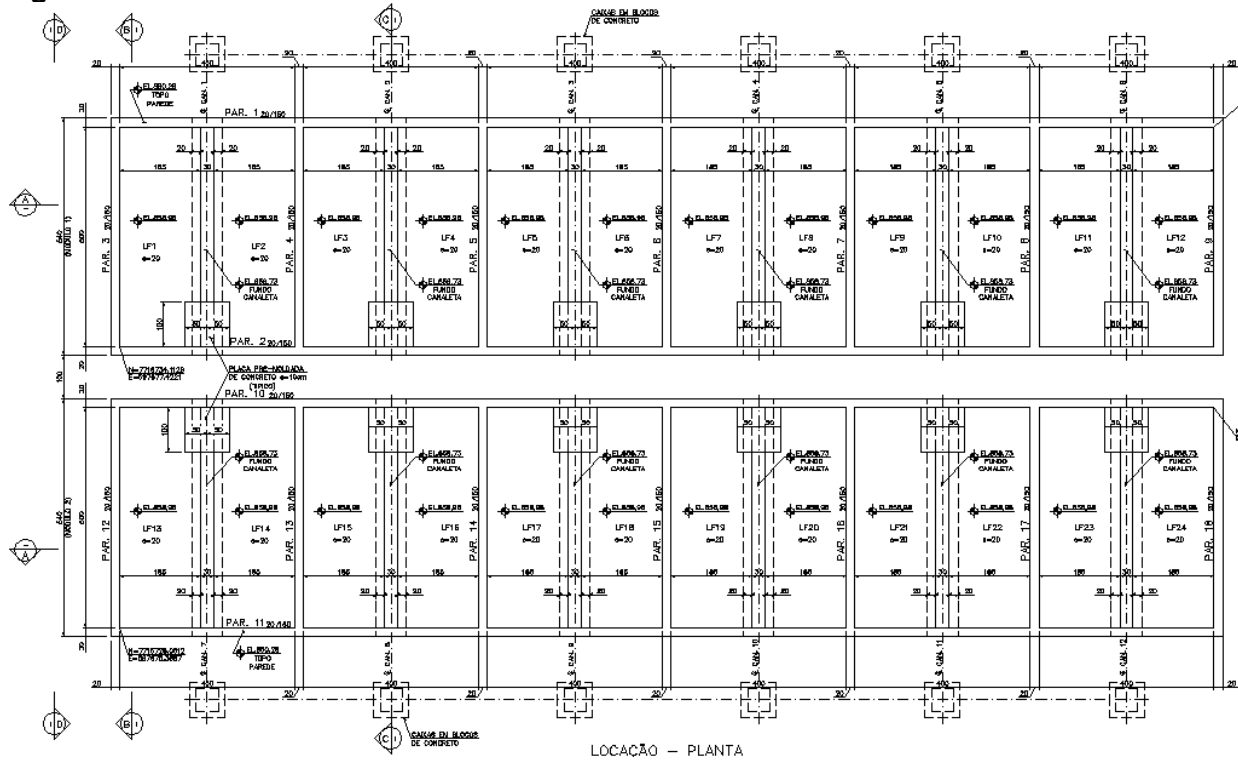
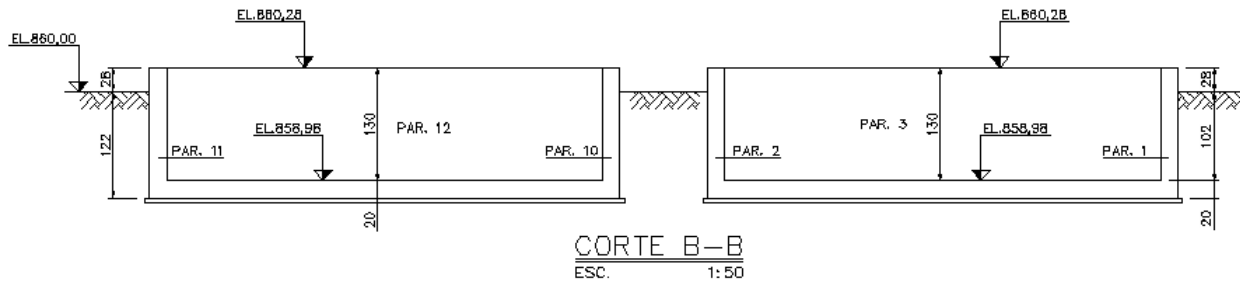


Figura 1.2 – Seção



2. MODELO ADOTADO

A análise dos leitos de secagem engloba duas etapas de projeto. A primeira etapa consiste na determinação do mapa de cargas da fundação da estrutura, indicando a localização e a carga nas estacas. A segunda etapa envolve o dimensionamento estrutural tendo como base a atuação das cargas de projeto.

Para o cálculo dos esforços foi utilizado o software SAP2000.

Foi criado um modelo tridimensional formado por elementos de placa, sendo que a discretização obedece à disposição da estrutura e considera as espessuras que a compõe. Como condição de contorno foi considerado que a estrutura de cada conjunto de 2 leitos de secagem está apoiada em 2 linhas horizontais espaçadas de 5,20 m com 3 estacas cada. As estacas serão representadas por apoios elásticos. Com esse modelo espera-se representar uma situação de transmissão de cargas em que todas as ações atuantes serão transferidas diretamente às estacas, desprezando-se a colaboração do solo de fundação.

A rigidez das estacas foi calculada através da seguinte relação:

$$k_z = \frac{EA}{L}$$

Onde,

k_z = Rigidez simulada da estaca (direção vertical);

E = Módulo de Elasticidade do concreto da estaca ($f_{ck}=21$ MPa);

A = Área da estaca ($\varnothing 26$ cm). Apenas para efeito de dimensionamento utilizaremos $\varnothing 20$ cm ;

L = Comprimento da estaca.

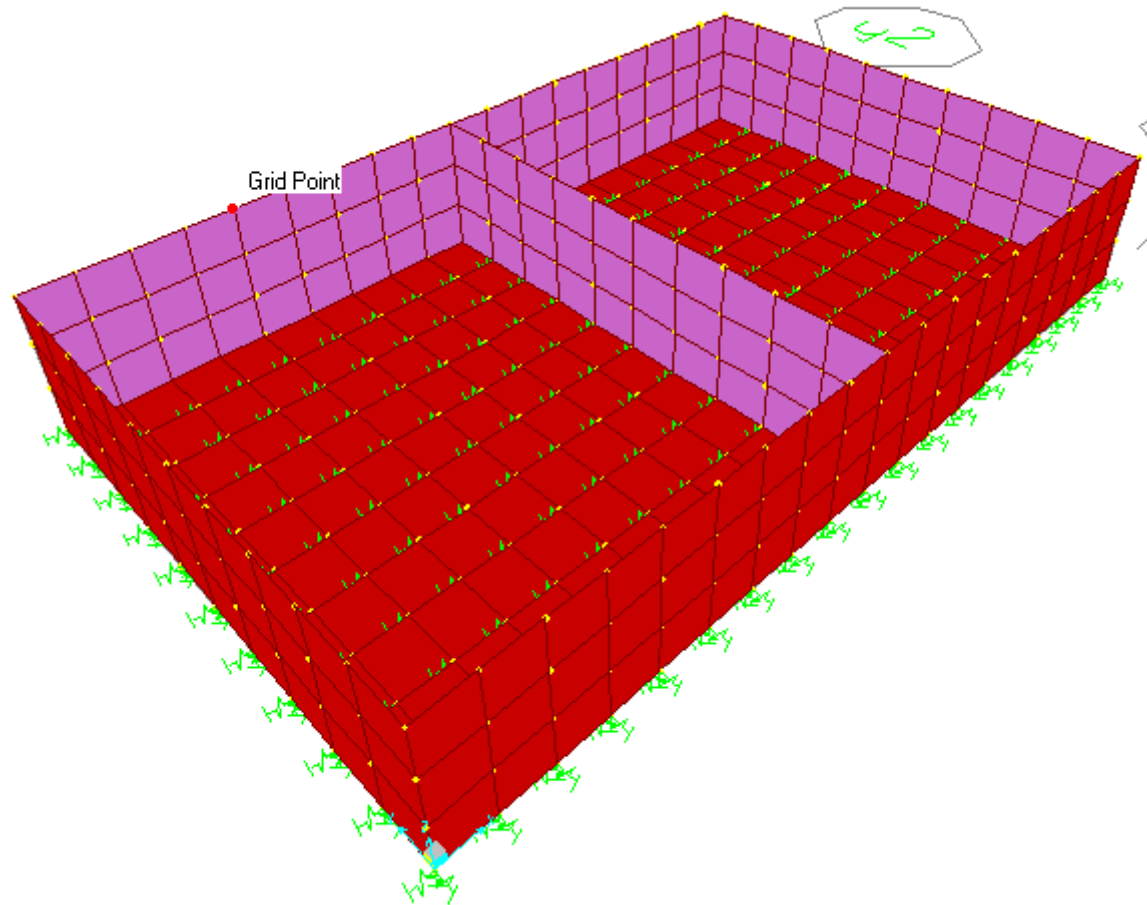
Dessa forma:

$$k_z = \frac{2100000 \times 0,0314}{10} = 6600 \text{ tf/m}$$

Foram considerados apoios elásticos nas direções ortogonais à direção principal, ou seja, nas direções x e y, considerou-se uma rigidez equivalente a 10% do valor da rigidez principal. Assim:

$$k_x = k_y = 0,10 \times 6600 = 660 \text{ tf/m}$$

Figura 2.1 – Modelo dos leitos de secagem em elementos finitos



3. CARREGAMENTOS

PESO PRÓPRIO

Carregamento definido pelo programa SAP 2000 considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

EMPUXO DE SOLO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces externas das paredes. Considerou-se altura da camada de solo pelo coeficiente de empuxo ativo do solo ($k_a=0,33$) pelo peso específico do solo do topo da parede ao eixo da laje de fundo, variando de $0,77 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.
 $0,33 \cdot 1,8 \cdot 1,30 = 0,77 \text{ t/m}^2$.

EMPUXO DE ÁGUA

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces internas das paredes. Considerou-se altura da camada de água pelo peso específico do solo do topo da parede ao eixo da laje de fundo, variando de $1,40 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo.
 $1,0 \cdot 1,40 = 1,40 \text{ t/m}^2$.

PESO DA ÁGUA

Carregamento distribuído de $0,73 \text{ t/m}^2$ aplicado na laje de fundo.

PESO DO ENCHIMENTO

Carregamento distribuído de $0,90 \text{ t/m}^2$ aplicado na laje de fundo.

4. COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS

CHEIO



Peso próprio + empuxo de água + empuxo de solo + enchimento + peso da água

VAZIO

Peso próprio + empuxo de solo

5. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

Apresentaremos a seguir os esforços dos elementos estruturais apenas para os casos de combinações de carregamentos que se apresentarem mais desfavoráveis ao comportamento estrutural, ocasionando um dimensionamento a favor da segurança.

ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{min} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$ para momentos fletores obtidos menores ou iguais a $1,6 \text{ t}^*\text{m}/\text{m}$.

ARMAÇÃO VERTICAL: PAREDES E LAJES DE FUNDO (H=20)

Figura 5.1 – Momento fletor horizontal ($\text{t}^*\text{m}/\text{m}$). Combinação de carregamentos: cheio

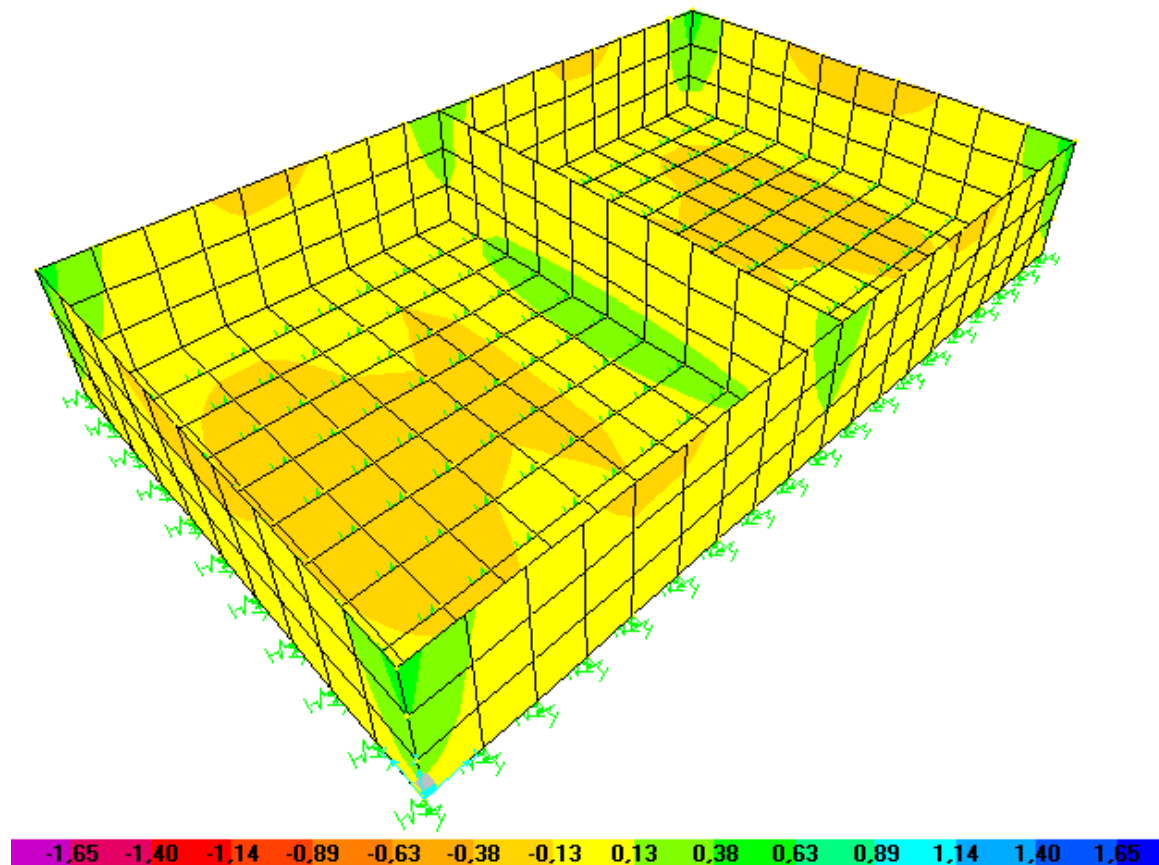
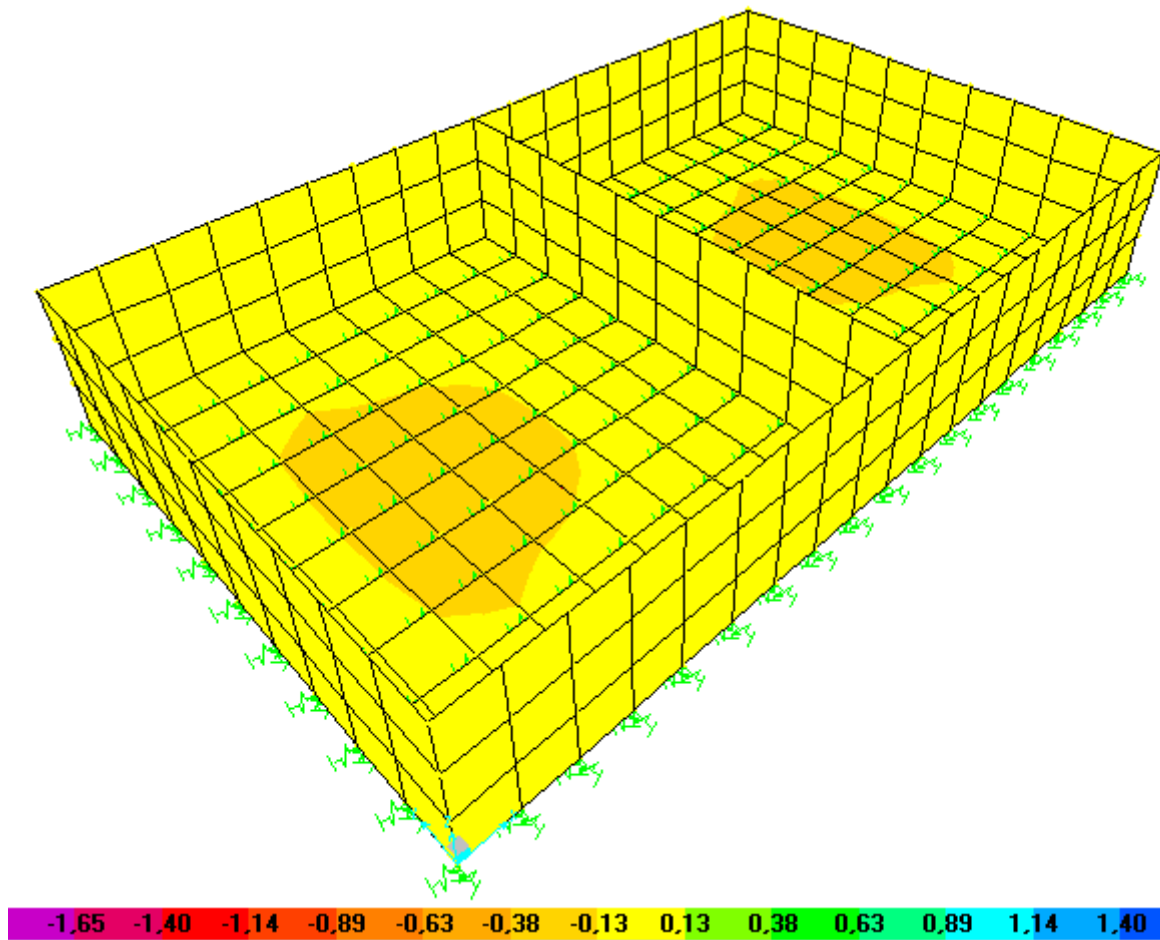


Figura 5.2 – Momento fletor vertical (t*m/m). Combinação de carregamentos: cheio



Os gráficos nas figuras 5.1 e 5.2 não apresentam momentos fletores verticais com valores acima de 1,6 t*m/m, portanto será adotada $A_{min} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$.



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



reações nas estacas

Reações de Apoio

Nó	Caso de carregamento	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	cheio	0,0466	0,0136	18,7955	0	0	0
4	cheio	0,0466	-0,0136	18,7955	0	0	0
7	cheio	-4,794E-13	0,0292	22,6082	0	0	0
8	cheio	-1,248E-12	-0,0292	22,6082	0	0	0
13	cheio	-0,0466	0,0136	18,7955	0	0	0
14	cheio	-0,0466	-0,0136	18,7955	0	0	0



EE DE RECIRCULAÇÃO

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do solo: $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do esgoto: $\gamma=1,0 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico do enchimento : $\gamma=1,57 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 28688,18 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de majoração das cargas para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 5,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura da Estação Elevatória de Recirculação é composta de paredes de 20 cm de espessura que delimitam as áreas de (2,80x1,80) m² do barrilhete e (0,80x1,80) m² do poço de sucção da bomba. As lajes de fundo de 20 cm de espessura encontram-se a 60 cm abaixo do nível do terreno natural na região do barrilhete e a 285 cm abaixo do nível do terreno natural na região do poço de sucção.

Figura 1.1 – Planta

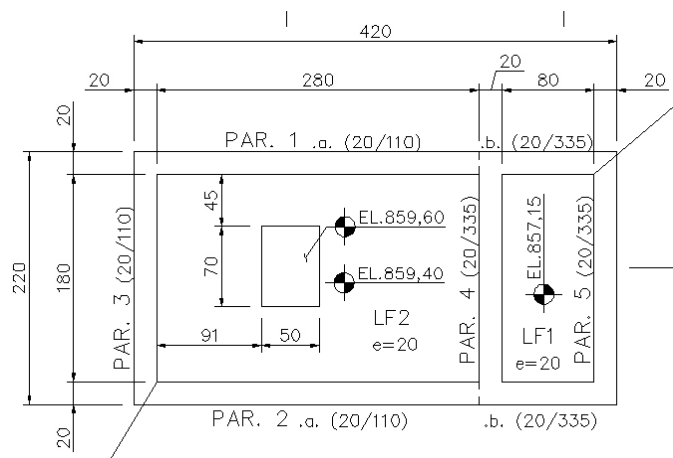
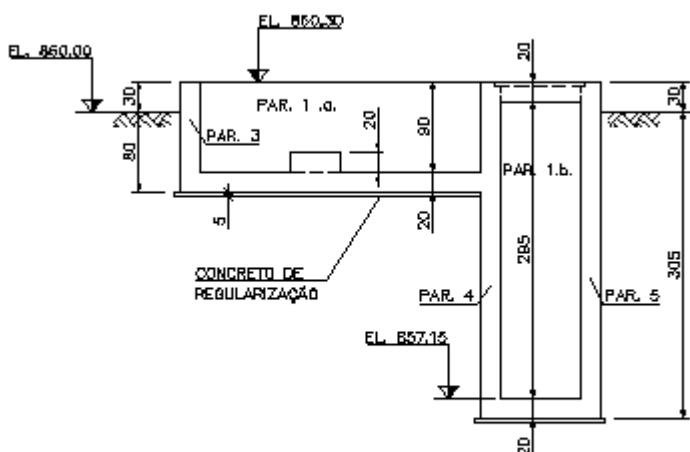


Figura 1.2 – Seção



2. MODELO ADOTADO

Para paredes 4 e 5 adotou-se a similaridade com uma laje plana engastada no fundo e laterais e bordo livre superior, paredes 1a, 2a e 3 como balanço engastado no fundo e paredes 1b e 2b como bi-engastada na direção da menor dimensão

A laje de fundo do barrilhete foi considerada como laje plana com todos os bordos engastados, a laje de fundo do poço de sucção foi considerada como bi-engastada na direção da menor dimensão e a laje superior como bi-apoiada na direção da menor dimensão.

Considerou-se a situação onde o poço de sucção estará vazio como a combinação de carregamento que nos fornecerá os esforços para um dimensionamento a favor da segurança.

3. CARREGAMENTOS

PESO PRÓPRIO

Considerou-se as dimensões dos elementos estruturais pelo peso específico do concreto, no caso em questão utilizamos espessura de 20 cm para lajes de fundo e paredes:

$$0,2 * 2,50 = 0,50 \text{ t/m}^2.$$

EMPUXO DE SOLO

Carregamento triangular distribuído aplicado nas faces externas das paredes. Considerou-se altura da camada de solo pelo coeficiente de empuxo ativo do solo ($k_a=0,33$) pelo peso específico do solo do topo da parede ao eixo da laje de fundo.

$$E_a = K_a \gamma h$$

Onde: $K_a=0,33$, $\gamma=1,8 \text{ t/m}^3$ e h = profundidade do terreno

PESO DO ESGOTO

Carregamento distribuído aplicado nas lajes de fundo. Considerou-se altura da lâmina de esgoto do eixo da laje de tampa ao eixo da laje de fundo pelo peso específico do esgoto:

$$2,90 * 1,00 = 2,90 \text{ t/m}^2.$$

SOBRECARGA DA LAJE DE TAMPA

Considerou-se uma sobrecarga de $0,20 \text{ t/m}^2$ na laje superior.

SOBRECARGA NO BARRILHETE

Considerou-se uma sobrecarga de $0,40 \text{ t/m}^2$ na laje de fundo.

4. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

ARMADURA MÍNIMA

Utilizaremos a armadura mínima estabelecida pela NBR 6118/2014:

- ✓ Elementos estruturais com $h=20$: $A_{smin} = 0,179\% * b_w * h = 0,179 * 20 = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 8$ c/12,5 cm para momentos fletores obtidos menores ou iguais a 1,6 t*m/m.

PAR3 = PAR1A=PAR2A

Dados da laje:

$h=20$ cm, vão vertical = 100 cm.

Esta laje receberá carregamento triangular distribuído devido ao empuxo de solo na sua altura:

$$E = 0,33 * \frac{1}{2} * 1,8 * 1,10^2 = 0,36 \text{ t/m.}$$

Armação vertical na face externa da parede

$$M^{(-) máx} = E * \frac{l}{3} = 0,36 * 0,33 = 0,12 \text{ t} * \text{m} / \text{m}$$

$M_{máx} = 0,12 \text{ t} * \text{m} / \text{m} < 1,60 \text{ t} * \text{m} / \text{m}$.

$A_{smin} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m} - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$.

PAR4 = PAR5

Dados da laje:

$h=20$ cm, vão vertical = 318 cm e vão horizontal = 200 cm.

Esta laje receberá carregamento triangular distribuído devido ao empuxo de solo na sua altura variando de $1,752 \text{ t/m}^2$ no fundo a 0 t/m^2 no topo. Transformou-se este carregamento em um carregamento uniformemente distribuído de $0,67 * 1,752 = 1,17 \text{ t/m}^2$.

Utilizando o programa Mudados obteve-se os resultados abaixo:

PAR1B = PAR2B

Dados da laje:

$h=20$ cm, vão vertical = 318 cm e vão horizontal (principal)= 100 cm.

Esta laje receberá carregamento triangular distribuído devido ao empuxo de solo na sua altura variando de $1,752$ t/m² no fundo a 0 t/m² no topo. Transformou-se este carregamento em um carregamento uniformemente distribuído de $0,67*1,752= 1,17$ t/m².

Armação horizontal na face interna da parede

$$M^{(+)}_{m\acute{a}x} = \frac{ql^2}{8} = \frac{1,19*1^2}{8} = 0,15t * m / m$$

$$M_{m\acute{a}x} = 0,15 t*m/m < 1,60 t*m/m.$$

$$A_{smin} = 3,58 \text{ cm}^2/m - \text{adotaremos } \phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm.}$$

LF2

Dados da laje:

$h=20$ cm, vão vertical = 300 cm e vão horizontal = 200 cm.

Carregamento atuante = peso próprio + sobrecarga

Utilizando o programa Mudados obteve-se os resultados abaixo:



Silvana Gualtieri de Carvalho
Programa Lajes - Mudados - Cálculo Elástico - KALMANOK
<http://www.mudados.com.br/> - E-MAIL : renato.mudados@ig.com.br

```

Laje - LF1 - No de Ordem = 1
Laje de Piso (Espessura Mínima de 7 cm)
Espessura Desejada = 20cm Espessura Calculada = 20cm Fissura admitida = 0,3 mm
Cobrimento da Armadura = 5 cm Fck = 30 MPa Aço CA-50 Densidade do Concreto = 2500 kgf/m3
Carga Permanente = 500 kgf/m2 Carga Acidental = 400 kgf/m2
Coeficientes Kalmanok Utilizados :
-----
R=445,8 kgf/m Xx = 203,76 kgf.m p/ Mx = 358 My = 169 Xx = 750 Yy = 566
As = 4,47 cm2/m p/ Rxl = 2477 Rx2 = 2477 Ry1 = 5013 Ry2 = 5033
Cizalhamento: Sem Estribos
+++++
+ My = 61 kgf.m + VSD = 845,6 VRD1 = 7164,4
+ As = 4,47 cm2/m + Dados para o cálculo das Flechas
-----
R=601,6 kgf/m + R=604 kgf/m
+ +
Ly = 3 m + Espessura = 20cm + Módulo de Elasticidade = 2607159 kgf/cm2
+ + Alfa E = 8,05 Alfa' E = 7,05
+ + Mr = 2896,47 kgf.m Mdserv = 88,87 kgf.m
+ + X11 = 2,95 cm I11 = 6083,66 cm4
Xy=269,88 kgf.m + Xy=269,88 kgf.m Ic = 66666,67 cm4 H1eq=173810624915kgf.cm2
As = 4,47 cm2/m + As = 4,47 cm2/m KfiInfinito = 2,46
+ Mx = 129 kgf.m + Armadura e Fissuração :
+ As = 4,47 cm2/m + -----
+ + Mx My Xx Yy
+ + Momentos (tm) = 0,13 0,06 0,2 0,27
+ + As (cm2/m) = 4,47 4,47 4,47 4,47
+++++
Lx = 2 m
-----
Diâmetro = 5,0 mm 5,0 mm 5,0 mm 5,0 mm
Abert.Fiss. (mm) = 0,083 mm 0,083 mm 0,083 mm 0,083 mm
Multiplicador = 1 1 1 1
As Total (cm2/m) = 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m
Qta/Espaçamento = 68@4,39 46@4,39 68@4,39 46@4,39
-----
Diâmetro = 6,3 mm 6,3 mm 6,3 mm 6,3 mm
Abert.Fiss. (mm) = 0,097 mm 0,097 mm 0,097 mm 0,097 mm
Multiplicador = 1 1 1 1
As Total (cm2/m) = 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m
Qta/Espaçamento = 43@6,97 29@6,97 43@6,97 29@6,97
-----
Diâmetro = 8,0 mm 8,0 mm 8,0 mm 8,0 mm
Abert.Fiss. (mm) = 0,132 mm 0,132 mm 0,132 mm 0,132 mm
Multiplicador = 1 1 1 1
As Total (cm2/m) = 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m 4,47 cm2/m
Qta/Espaçamento = 30@10 20@10 30@10 20@10

```

$M_{\max} < 1,60 \text{ t} \cdot \text{m/m}$ em todas as direções.

$A_{\min} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$ – adotaremos $\phi 8 \text{ c}/12,5 \text{ cm}$.

LF1

Dados da laje:

$h=20$ cm e vão principal = 100 cm.

Carregamento atuante = peso próprio + peso do esgoto = $0,50 + 1,90 = 2,40$ t/m²

Armação horizontal na face inferior

$$M^{(+)}_{m\acute{a}x} = \frac{ql^2}{8} = \frac{2,4 * 1^2}{8} = 0,3t * m / m$$

$M_{m\acute{a}x} = 0,30$ t*m/m < 1,60 t*m/m.

$A_{smin} = 3,58$ cm²/m – adotaremos ϕ 8 c/12,5 cm.

LT01

Dados da laje:

$h=20$ cm e vão principal= 100 cm.

Carregamento atuante = peso próprio + sobrecarga = $0,50 + 0,20 = 0,700$ t/m²

Armação horizontal na face inferior

$$M^{(+)}_{m\acute{a}x} = \frac{qt^2}{8} = \frac{0,7 * 1^2}{8} = 0,0875 t * m$$

$M_{m\acute{a}x} = 0,09$ t*m/m < 1,60 t*m/m.

$A_{smin} = 3,58$ cm²/m – adotaremos ϕ 8 c/12,5 cm.

• Elevação 363,30

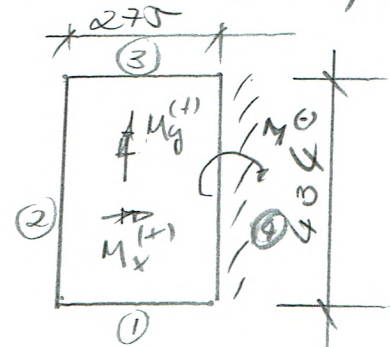
$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$ $d' = 5,0 \text{ cm}$

→ LT1 = LT2 ($h = 15$)

p.p = 375 kg/m^2

telhados = 150 kg/m^2

s.c = 50 kg/m^2



$A_{smin} = 0,179\% \times 15 \times 100 = 2,685 \text{ cm}^2 - \phi 6,3 \text{ c/10}$

para $M < 0,8 t \times m/m$

$M^{(x)} = 0,344 t \times m/m$

$M_x^{(+)} = 0,165 t \times m/m$ $M_y^{(+)} = 0,068 t \times m/m$

adotar $A_{smin} \phi 6,3 \text{ c/10}$ nas duas direções e nas duas faces

$R_1 = 0,184 t/m$ $R_3 = 0,184 t/m$

$R_2 = 0,316 t/m$ $R_4 = 0,551 t/m$

→ V1 = V2 (20/45)

p.p = $0,225 t/m$

RL = $0,184 t/m$

$0,409 t/m$

Apoiar-se sobre alvenaria estrutural

($20 \times 2,70$) → $1,4 \times 0,2 \times 2,70 = 0,756 t/m$

e descarga nas paredes

com carga $q = (0,405 + 0,756) = 1,165 t/m$

Armação de $\phi 8$ inferior e superior.

$$\rightarrow \underline{V3 = V5 (20/45)}$$

Apoia-se sobre alvarão estrutural (0,756 t/m) e descarrega nas paredes com carga $q = (0,1541 + 0,756) = 1,297 \text{ t/m} \approx 1,3 \text{ t/m}$

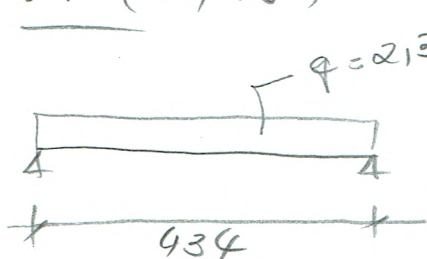
Armação de $2\phi 8$ inferior e superior.

$$p.p. = 0,225 \text{ t/m}$$

$$R.L. = 0,316 \text{ t/m}$$

$$\underline{0,1541 \text{ t/m}}$$

$\rightarrow \underline{V4 (20/45)}$ - viga invertida



$$p.p. = 0,225 \text{ t/m}$$

$$R.L. = 1,102 \text{ t/m}$$

$$\underline{2,327 \text{ t/m}}$$

$$M^{(+)} = \frac{q l^2}{8} = \frac{2,327 \times 4,34^2}{8} = 5,48 \text{ t}\cdot\text{m}$$

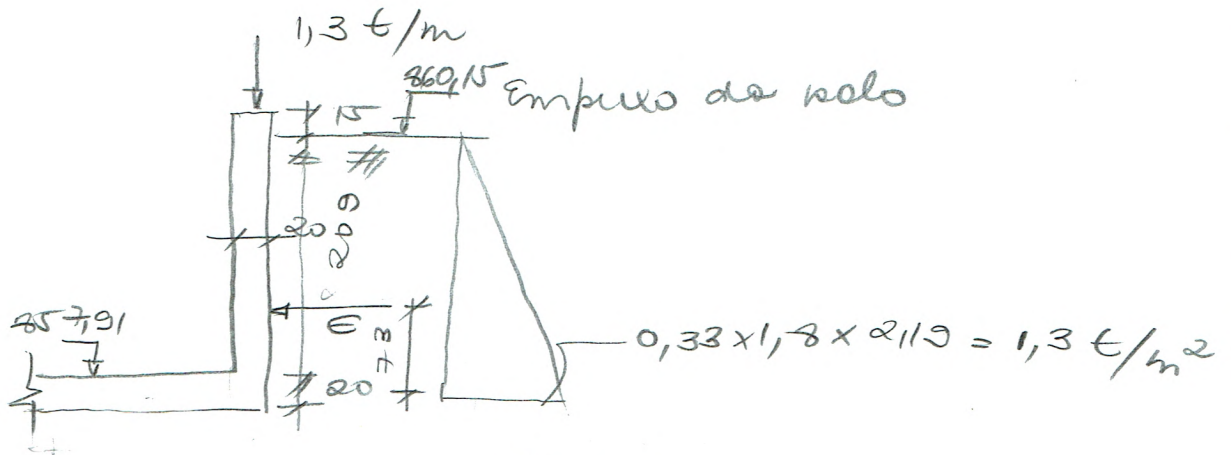
$$A_s = 4,65 \text{ cm}^2 - 4\phi 12,5 \text{ inferior } 1\phi \text{ na } 2^{\text{a}} \text{ camada}$$

$$f_l = \frac{5 p l^4}{384 EI} = \frac{5 \times 23,27 \times 434^4}{384 \times 286882 \times 151875} = 0,25 \text{ cm}$$

$$L < \frac{l}{250} = 1,74 \text{ cm } \text{OK}$$

• Paredes

→ PAR 1 = PAR 4a = PAR 6 = PAR 11a (20/294)



$$E = \frac{1,3 \times 2,19}{2} = 1,42 \text{ t/m}$$

$$M^{(r)} = 1,42 \times 0,73 = 1,04 \text{ t} \times \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$A_s = 2,26 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{min}} = 3,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

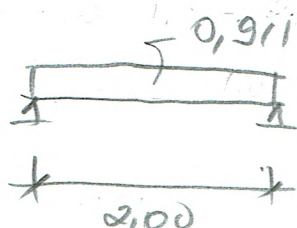
adotar mos $\phi 8 \text{ c}/12,5$

$$P = 1,3 + 0,20 \times 2,94 \times 2,5 = 2,52 \text{ t/m}$$

→ PAR 5 = PAR 7 = PAR 11b (20/254)

$$q = 0,67 \times 0,33 \times 1,8 \times 2,29 = 0,911 \text{ t/m}^2$$

Ameaça principal na direção horizontal



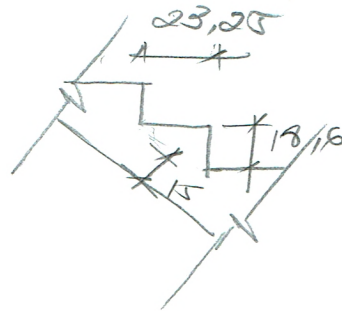
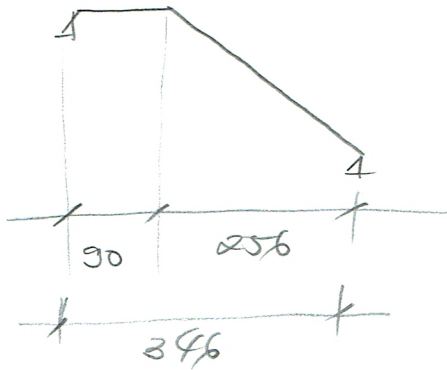
$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0,911 \times 4}{8} = 0,455 \text{ t} \times \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$A_s = 0,98 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s\text{min}}$$

adotar $\phi 8 \text{ c}/12,5$

• Escada

$h = 15$



$$\begin{aligned}
 p.f. &= 600 \text{ kg/m}^2 \\
 s.c. &= 400 \text{ kg/m}^2 \\
 \hline
 &= 1,0 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$M = \frac{1,0 \times 3,96^2}{8} = 1,9 \text{ t} \times \text{m/m}$$

$$A_s = 5,06 \text{ cm}^2/\text{m} - \phi 10 \text{ c/15}$$



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



CASA DE OPERAÇÃO

CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

- ✓ Peso específico do concreto: $\gamma=2,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ Peso específico da alvenaria de bloco de concreto vazado: $\gamma=1,5 \text{ t/m}^3$
- ✓ $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
- ✓ $f_y = 500 \text{ MPa}$
- ✓ Módulo de elasticidade do concreto: $E_{cs} = 25.044 \text{ MPa}$
- ✓ Coeficiente de majoração das cargas para o dimensionamento: $\gamma_f=1,4$
- ✓ Recobrimento da armação = 3,0 cm
- ✓ Projeto elaborado conforme NBR 6118/2014

1. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura é composta de lajes de cobertura maciças de espessura igual a 8,0 cm, delimitadas externamente por cinta corrida. As lajes da cobertura descarregam sobre as paredes em alvenaria estrutural de bloco de concreto vazado. A fundação é composta de cintas que descarregam em 5 estacas pré-moldadas \varnothing 20 cm, profundidade média prevista = 10m, baseada nas informações do furo sondagem SP-02.

Figura 1.1 – Planta da cobertura

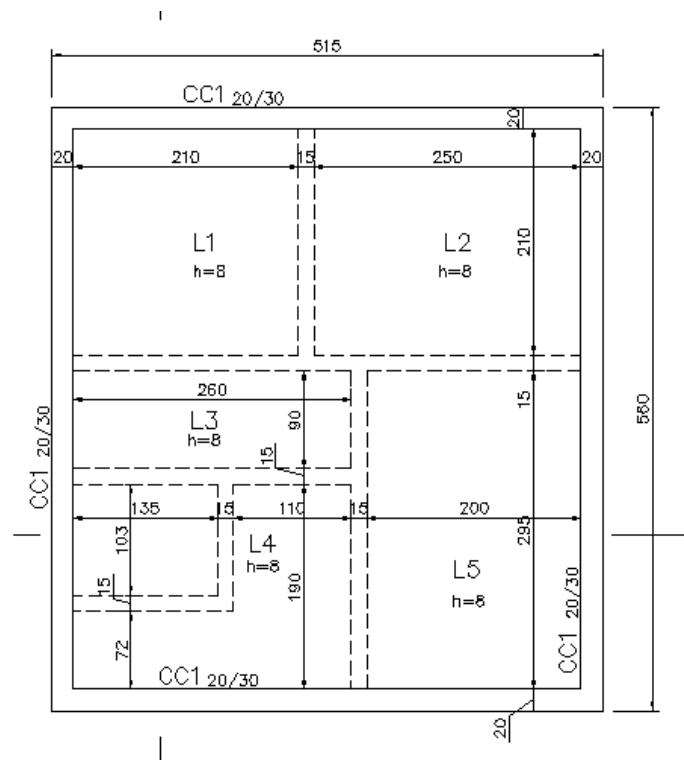


Figura 1.2 – Planta da fundação

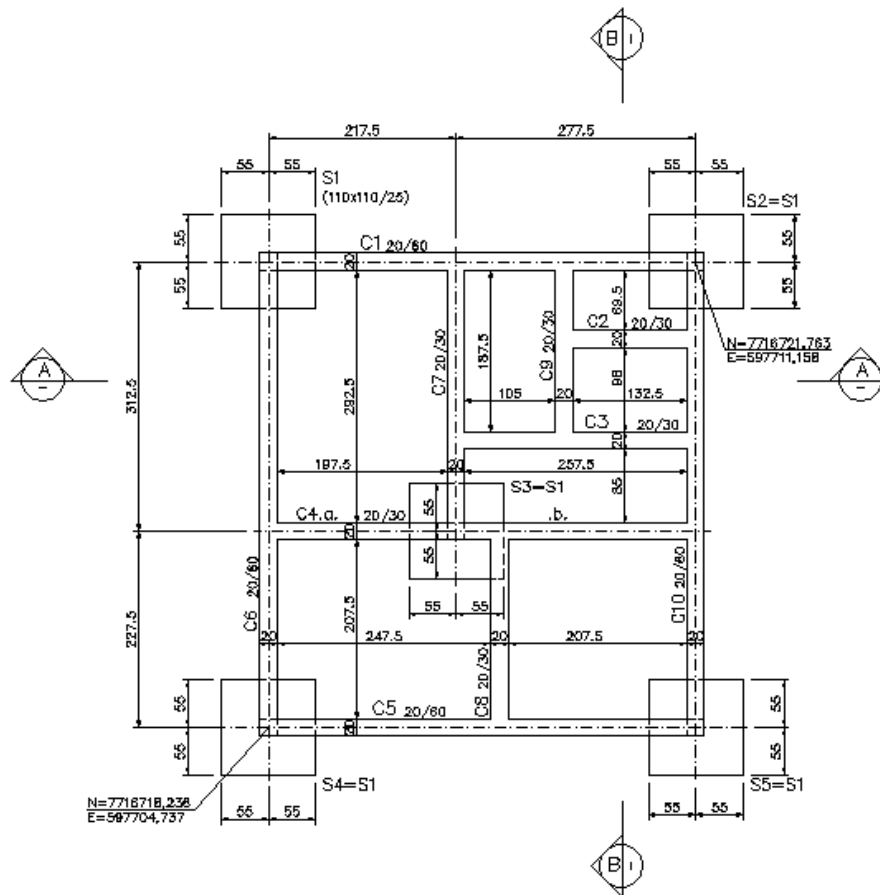
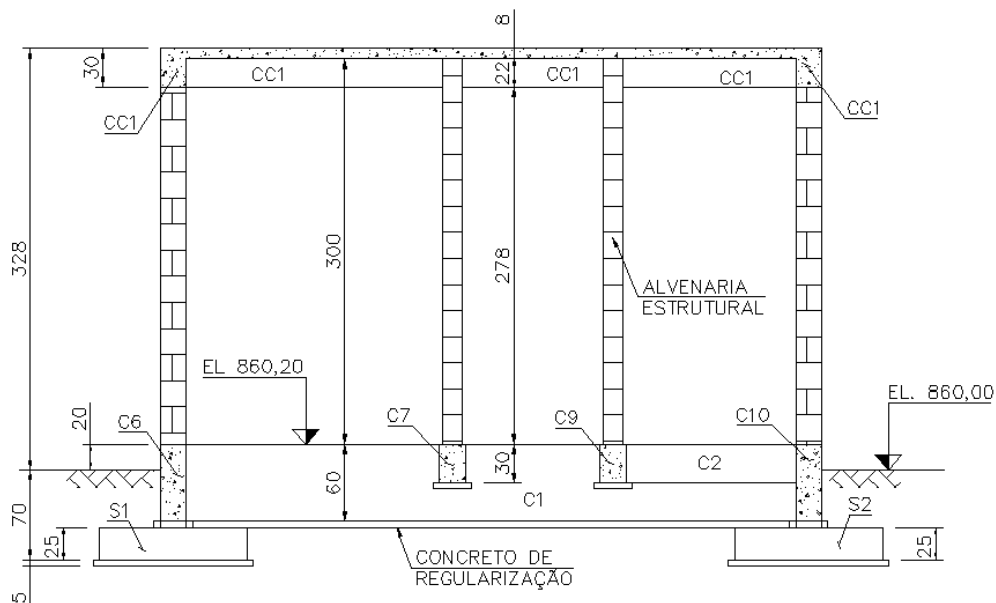


Figura 1.3 – Seção



MODELO ADOTADO

Por se tratar de edificação de um único pavimento térreo o modelo adotado consiste na determinação do mapa de cargas da fundação da estrutura, indicando a localização e a carga nas sapatas e no dimensionamento estrutural com base na atuação das cargas de projeto utilizando-se o software TQS.

As sapatas foram dimensionadas da seguinte forma:

$$a = \sqrt{\frac{P}{\sigma_s}}$$

a = comprimento do lado

P = Carga;

σ_s = Tensão admissível do solo = 1,5Kg/cm²

2. CARREGAMENTOS

1.1.1 PESO PRÓPRIO DAS PEÇAS DE CONCRETO ARMADO

Carregamento definido pelo programa TQS considerando a modelagem da estrutura e o peso específico do concreto.

1.1.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

Peso específico da alvenaria de bloco de concreto vazado = $1,5 \text{ t/m}^3$

1.1.3 SOBRECARGA E TELHADO

Carregamento considerado sobre as lajes da cobertura = $0,2 \text{ t/m}^2$

Figura 3.1 – Distribuição das cargas nas lajes de cobertura

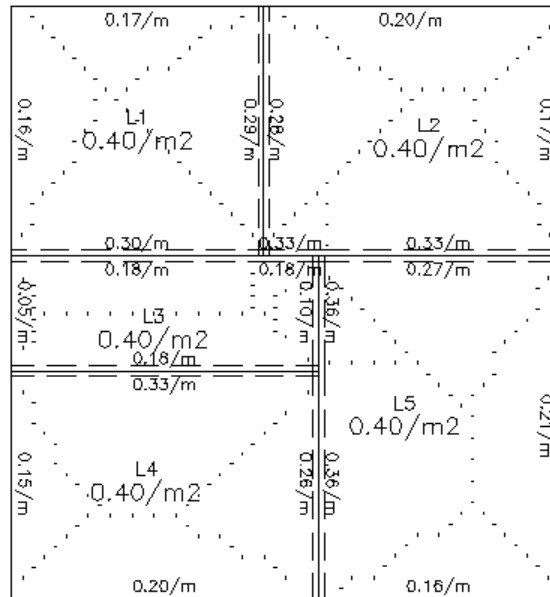
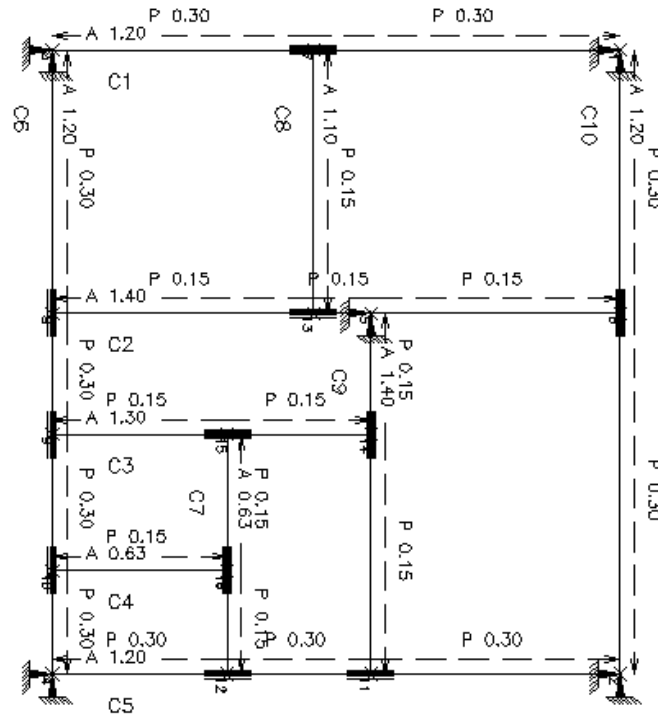


Figura 3.2 – Distribuição das cargas nas vigas de fundação



3. ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

1.1.4 LAJES DA COBERTURA

Detalhamento

Laje 1 LX= 227.5 LY= 267.5 H= 8.

Armad	Momen	AS	N.Fer	Bit	Compr	Espac
	tfc/m	cm2		mm	cm	cm
X	9.4	1.20	17	5.0	238	15.0
Y	6.4	1.20	14	5.0	278	15.0
AP 1	-15.1	1.20		6.3		20.0
AP 2	-16.4	1.20		6.3		20.0
AP 3	.0	.00		6.3		20.0
AP 4	.0	.00		6.3		20.0

Laje 2 LX= 312.5 LY= 217.5 H= 8.

Armad	Momen	AS	N.Fer	Bit	Compr	Espac
	tfc/m	cm2		mm	cm	cm
X	4.9	1.20	13	5.0	323	15.0
Y	10.7	1.20	20	5.0	228	15.0
AP 1	-16.4	1.20		6.3		20.0
AP 2	.0	.00		6.3		20.0
AP 3	.0	.00		6.3		20.0
AP 4	-16.4	1.20		6.3		20.0

Laje 3 LX= 227.5 LY= 227.5 H= 8.

Armad	Momen	AS	N.Fer	Bit	Compr	Espac
	tfc/m	cm2		mm	cm	cm
X	7.4	1.20	14	5.0	238	15.0
Y	6.0	1.20	14	5.0	238	15.0
AP 1	.0	.00		6.3		20.0
AP 2	-11.6	1.20		6.3		20.0
AP 3	-15.1	1.20		6.3		20.0

AP 4 .0 .00 6.3 20.0

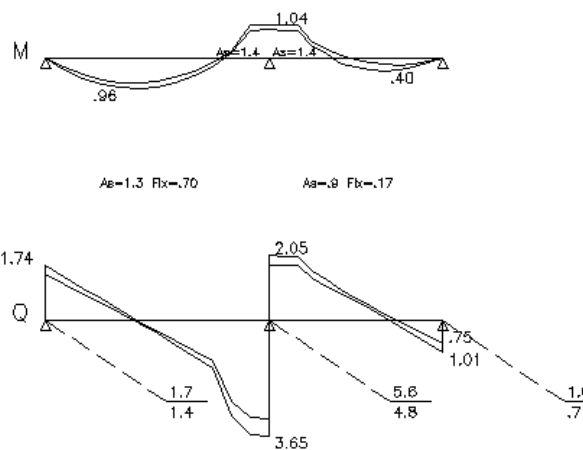
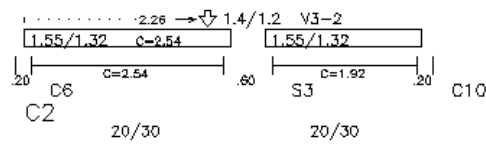
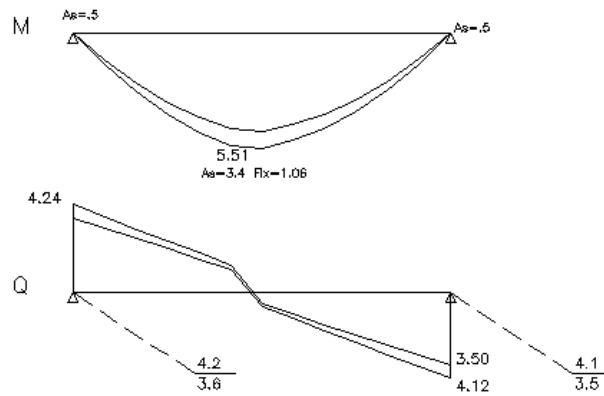
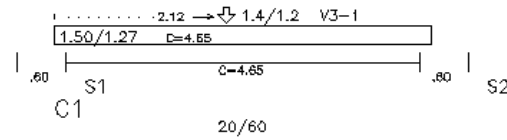
Laje 4 LX= 105.0 LY= 277.5 H= 8.

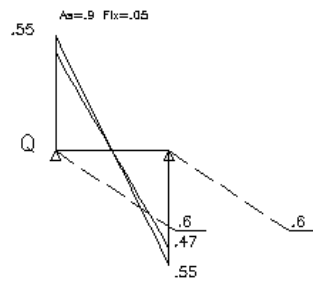
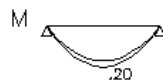
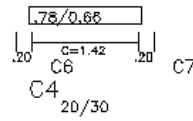
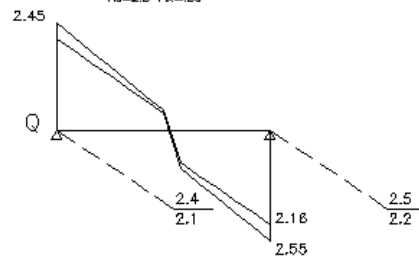
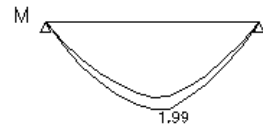
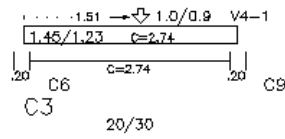
Armad	Momen	AS	N.Fer	Bit	Compr	Espac
	t fcm/m	cm2		mm	cm	cm
X	1.8	1.20	17	5.0	114	15.0
Y	.8	1.20	6	5.0	288	15.0
AP 1	.0	.00		6.3		20.0
AP 2	-13.2	1.20		6.3		20.0
AP 3	-15.4	1.20		6.3		20.0
AP 4	-14.1	1.20		6.3		20.0

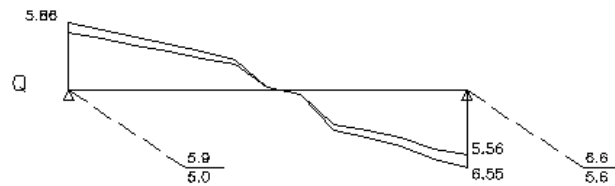
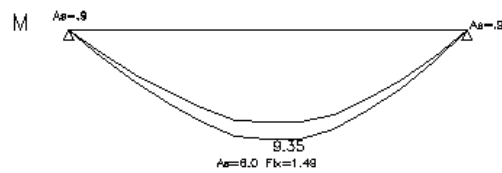
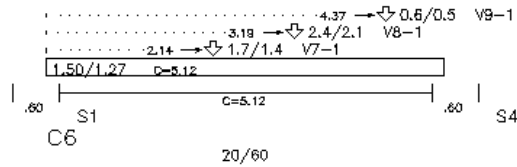
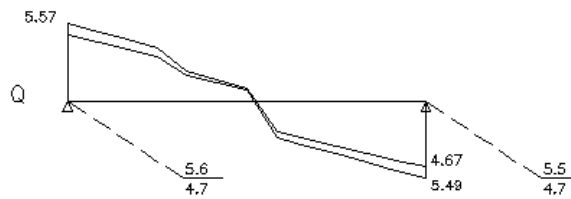
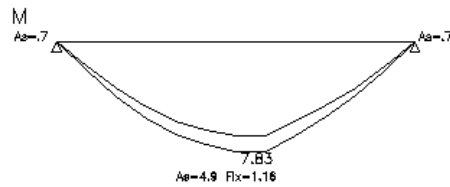
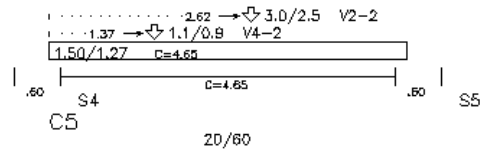
Laje 5 LX= 207.5 LY= 277.5 H= 8.

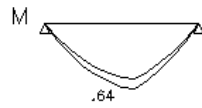
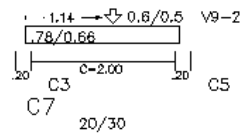
Armad	Momen	AS	N.Fer	Bit	Compr	Espac
	t fcm/m	cm2		mm	cm	cm
X	9.1	1.20	17	5.0	218	15.0
Y	4.8	1.20	13	5.0	288	15.0
AP 1	.0	.00		6.3		20.0
AP 2	.0	.00		6.3		20.0
AP 3	-16.4	1.20		6.3		20.0
AP 4	-13.2	1.20		6.3		20.0

4. VIGAS DE FUNDAÇÃO

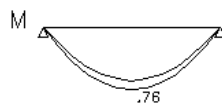
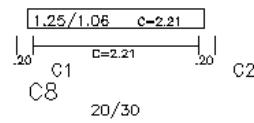
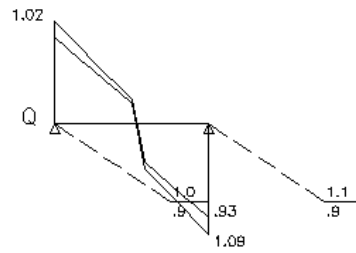




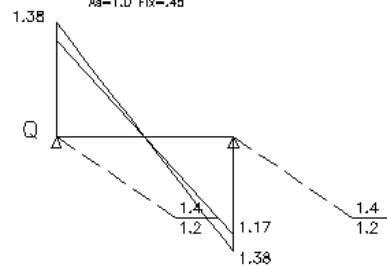


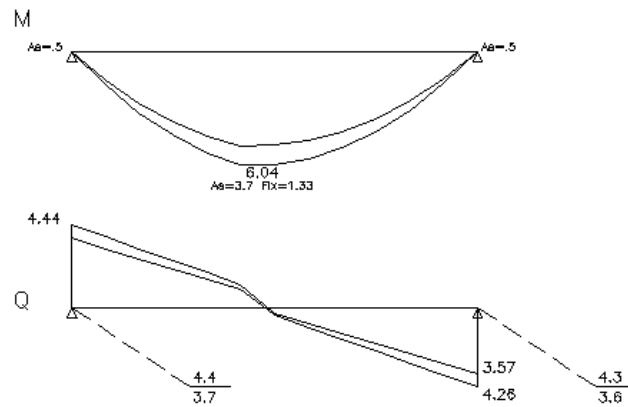
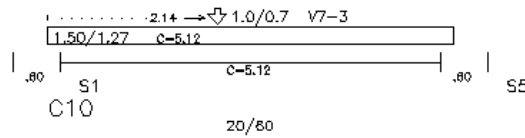
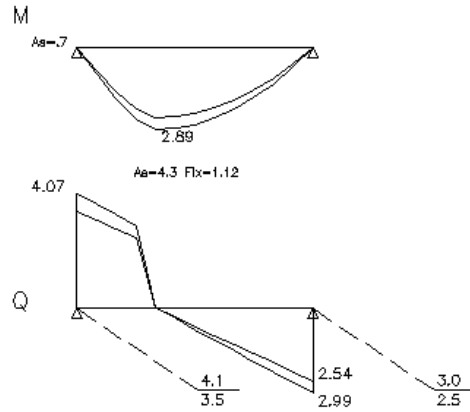
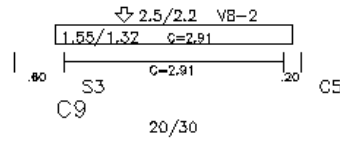


$A_0 = .8$ Fix = $-.32$



$A_0 = 1.0$ Fix = $-.45$





5. REAÇÕES DE APOIO

Quadro 6.1 – Reações de apoio

SAPATA	CARGA (tf)
S1	10
S2	9
S3	10
S4	12
S5	10



ANEXO 2 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

2.1 Especificação Técnica do Controlador Lógico Programável

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ET – ESPCLP

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

1. INTRODUÇÃO

O controlador lógico programável será composto basicamente de uma fonte, uma CPU e pontos de entrada/saída, através dos quais os sinais referentes ao comando de equipamentos e ao controle de processo, são enviados ao mesmo via cartões de entrada.

O processador lerá de forma cíclica as instruções e executará as operações nelas contidas, de acordo com a programação lógica previamente estabelecida.

O resultado final da execução das operações será enviado através de cartões de saída aos equipamentos de campo e Casa de Química.

O programa operacional do CLP é parte integrante do fornecimento e deve basear-se na memória descritiva e nos diagramas lógicos deste projeto.

O sistema deve ter condições de aceitar pontos discretos de entradas e saídas em 220 VCA.

Composição básica do controlador lógico programável(CLP):

- 1 Processador;
- 2 Memória de Processador;
- 3 Fonte de Alimentação;
- 4 Estrutura própria para alojamento dos cartões de entradas e saídas;
- 5 Cartões de entrada e saídas (16 E/S digitais e 8 E/S analógicas);
- 6 Outros (cabos e módulos especiais, etc).

1.1 PROCESSADOR

O processador deverá conter uma memória para instalação industrial, em atmosfera normal sem ar condicionado, temperatura ambiente oscilando entre 0 a 60° C e umidade relativa entre 5 e 95% (sem condensação, atmosfera de elevatória de esgotos sanitários).

Todos os circuitos devem ser projetados contra ruídos elétricos, magnéticos e interferência de alta frequência.

Na falta de energia, o controlador deverá manter a programação interna, isto é, o software do fabricante e do usuário, e ter possibilidade de colocar todas as saídas no estado de maior segurança (iniciar o programa conforme posições das chaves bóias), exceto quando alguma proteção tiver atuado, caso em que o controlador deverá manter o sistema afetado em estado de travamento, somente podendo ser restabelecido manualmente.

Quando energizado ou restabelecido novamente, deverá manter o estado de saída de maior segurança e ficar pronto para receber as condições iniciais de controle.

Qualquer defeito interno no processador colocará todas as saídas no estado de maior segurança selecionado, conforme descrito acima.

Todos os cartões do processador devem ser protegidos contra o ambiente externo, e possuir indicação visual para possibilitar diagnóstico do funcionamento de cada cartão.

O processador deverá possuir no mínimo as seguintes indicações luminosas a led:

- 1 Controlador energizado;
- 2 Controlador funcionando;
- 3 Estado de baterias internas do controlador;
- 4 Falha no processador.
- 5 Estado de entradas/saídas

O processador deverá permitir, no mínimo, o seguinte modo de operação via "hardware" e/ou "software":

Processador operando normalmente, mas o operador poderá ter acesso à memória através do dispositivo de programação e executar qualquer alteração no programa, sem que o processador coloque todas as suas saídas na situação de maior segurança;

Nota: Neste caso, a mudança de modo de operação do processador via "hardware", deverá ser protegida por chave de proteção tipo Yale e tambor rotativo, com a chave removível, ou, alternativamente, via senha no software.

O controlador deve ter condição de receber os seguintes equipamentos:

- 1 Impressora de caracteres: serial e/ou paralela;
- 2 Interface de computador de modo que permita leitura de todas as entradas e saídas, todos os registros e todos os programas, incluindo sua atualização;
- 3 Interface para telefones, utilizado por computadores em serviços centralizados;
- 4 Um microcomputador para programação.

Deverá atender os seguintes requisitos mínimos:

- 1 Ter uma linguagem de programação simples e de alto nível, evitando qualquer conhecimento especial em programação de computadores para manipulá-la;
- 2 Permitir programação "on line" sem interrupção de sua operação normal, sendo possível modificar somente a instrução que se deseja com o sistema funcionando;

- 3 Atualizar e possibilitar a exibição no vídeo, do microcomputador de programação, do número de palavras disponíveis para programação existente na memória, bem como estado de entradas/saídas e conteúdos de registros;
- 4 Ter um tempo médio de scan de, no máximo, 5 ms/K palavras de programa.

Possibilitar a programação de:

- 1 Linhas lógicas de relés com arranjos de contatos normalmente aberto e/ou fechado em série e/ou paralelo;
- 2 Temporizadores com base de tempo de 0,01, 0,1 e 1 segundo;
- 3 Contadores de eventos, crescentes e decrescentes;
- 4 Comparações lógicas;
- 5 Modificações dos valores dos registros de memória;
- 6 Transferência de dados de um registro para outro, de um registro para tabela, de uma tabela para um registro e de uma tabela para outra;
- 7 Deslocamento dos dados de uma tabela, para cima e para baixo;
- 8 Operação E, OU e OU- exclusivo de 2 registros;
- 9 Comparação entre dois registros;
- 10 Complemento de um registro;
- 11 Comunicação de Dados

Deverá possibilitar interligações futuras com computadores, partilhando dos mesmos recursos de comunicação de dados.

A comunicação do módulo inteligente da CPU do CLP com o computador de programação deverá ser feita em alta velocidade, selecionável, sem nenhuma restrição quanto à sua eficiência, com velocidade superior a 1 Mbaud, de acordo com a Norma ICS-3-3-4-23 da NEMA.

12 Testes

Deverão ser efetuados os seguintes testes:

- Isolação (tensão aplicada), valor mínimo 1,5 KV;
- Operacionais
 - Tensão máxima para nível lógico "1";
 - Tensão mínima para nível lógico "1";
 - Tensão mínima para nível lógico "0";
 - Carga máxima a tensão nominal;

- Carga mínima a tensão nominal;
 - Corrente de fuga;
- Testes de Burn-In;
- Testes dos circuitos de E/S através de manipulação de bits;
- Testes de processador;
- Fonte de alimentação do processador:
 - Calibrada para tensão;
 - Checar o fator de ripple;
 - Testes de regulação variando a tensão de entrada;
 - Teste de sobrecorrente, subtensão e sobretensão;
- Testes do programa em plataforma e em campo;
- Instrução para examinar ou modificar o estado de bits de um registro;
- Instruções para forçar bits aos estados ON e OFF;
- Deslocamento de bits de um registro para a direita e para esquerda;
- Saltos no programa;
 - Subrotinas;
- Possibilitar o uso de contatos de retenção (latches) para assegurar uma informação após a falta de energia;
- Possibilitar a utilização de qualquer referência interna tantas vezes quantas forem necessárias, sem nenhuma limitação do número de contatos;
- Saltar lógica programada;
 - Sub-rotinas;
- Procurar: Instruções em uma linha;
- Instrução específica e endereço específico;
- Inserir/remover: uma instrução; uma linha;
- Alterar:
 - Dados de uma instrução;
 - Endereço de uma instrução;
- Ajustar dados de transmissão para comunicação com outros equipamentos (velocidade, paridade, etc);
- Forçar seletivamente entradas e saídas - "Force-on" "Force-off";

- Possuir um vigia de tempo da varredura ("watch dog timer") que deverá interromper o processamento, de acordo com um programa pré-estabelecido;
- O conteúdo da memória deverá ser verificado no final de cada varredura ("scan"), por um processo de teste de paridade de bits ou de teste de soma de bits das palavras contidas na mesma. Em caso de erro o processo deverá ser interrompido, de acordo com um programa pré-estabelecido;
- Deverá possuir compatibilidade eletromagnética conforme NORMA IEC 801-3, classe 3 e susceptibilidade eletromagnética conforme NORMA SAMA PMC 33.1.2 - abc sem erros.

1.2 MEMÓRIA DO PROCESSADOR

A memória do controlador deverá atender a configuração do número de entradas e saídas, e ter capacidade suficiente para aceitar as funções exigidas para sua aplicação específica tais como: Manipulação de dados, informações de entradas, níveis lógicos de saídas, tabelas de controle, etc.

O fornecedor deverá descrever detalhadamente todas as possibilidades de capacidade e versatilidade da memória de seu equipamento.

1.3 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte de alimentação deverá ser adequada para receber alimentação na tensão especificada.

A fonte deverá ser capaz de alimentar o processador após ocorrido defeito na alimentação, durante um tempo suficiente para colocar todas as saídas no estado de maior segurança sem perda de programa no processador.

A fonte deverá ter sua saída protegida contra sobretensão (1500 V mín.), sobrecorrente e, caso ocorra qualquer destes eventos, a fonte deverá desligar-se automaticamente e manter-se neste estado até que o defeito seja corrigido.

Todos os cabos necessários para ligação das fontes ao controlador e cartões deverão ser apropriados, com bornes tipo plug-in e sem emendas.

Os bornes para ligação dos cabos deverão ser bem identificados com pinos orientados, de modo a não permitir ligações erradas.

A fonte de alimentação deverá ter os seguintes indicadores:

- 1 Indicador de que a fonte está recebendo tensão de alimentação adequadamente;
- 2 Indicador de que a fonte está fornecendo tensão adequadamente aos cartões de entrada e saída.

1.4 CARTÕES DE ENTRADA E SAÍDA

Cada cartão de entrada/saída deverá ter no mínimo as seguintes características:

- 1 Tensão de alimentação conforme especificado;
- 2 Proteção contra surtos de tensão de, no mínimo, 1500 V e qualquer outra interferência elétrica externa;
- 3 Isolamento por acoplador ótico ou magnético entre os sinais de entrada/saída e os circuitos lógicos internos;
- 4 Capacidade mínima de 2 A (cargas indutivas) para cartões de saída;
- 5 Indicadores a led para sinalização do estado de cada entrada/saída.
- 6 Indicador para sinalização quando houver algum fusível de proteção queimado.

1.5 COMPUTADOR DE PROGRAMAÇÃO

O microcomputador (uma unidade), em conjunto com o software aplicativo a ser fornecido, deverá possibilitar a geração do programa "on-line", elaboração dos comentários, consultas e registros e entradas/saídas, elaboração de referências cruzadas, impressão de diagrama LADDER e listagem do programa do PLC, etc., devendo possuir as seguintes características técnicas:

- 1 MICROCOMPUTADOR
- 2 GABINETE ATX – Com fonte chaveada 110 x 220 V;
- 3 Placa de CPU*, com slots PCI, ISA e um slot AGP, um ultra DMA 66 (com cabo), som on board, conector de teclado e mouse PS2, portas USB, 1 paralela e 2 seriais;
- 4 Processador* de tecnologia Pentium III, Athlon ou equivalente, de velocidade 1000 MHz ou superior e cooler incluso;
- 5 Placa de vídeo* AGP 3D 8MB, não compartilhada;
- 6 Placa de rede* Fast ethernet, conector RJ45, PCI, 10 base T, auto sense e com processamento paralelo;
- 7 Winchester*(Disco Rígido) 20GB ou superior;
- 8 Modulo Memória, formato Dimm, 168 vias, 128MB, velocidade de 133 Mhz, Sdram;
- 9 Monitor * 17 polegadas ou superior;
- 10 Teclado – Lay out ABNT, 104 teclas no mínimo;
- 11 Mouse – de 3 teclas;

- 12 Driver 3 ½;
- 13 Interface serial padrão RS232C
- 14 Cabo de interligação ao CLP
- 15 Softwares – Licenças do Windows, do Windows NT Client, última versão (softwares padronizados) e do programa do CLP adquirido;
- 16 Manuais de operação, ajustes e configuração, bem como as mídias dos drivers de instalação, devem acompanhar o produto;
- 17 Garantia mínima de 1 (um) ano para todos os itens, exceção para a placa de rede que deve ter Life Time (toda vida) e do monitor que deve ser de 3 anos.

*DISCRIMINAR AS MARCAS E MODELOS DOS PRODUTOS OFERECIDOS NA PROPOSTA.

1.6 TREINAMENTO

Deverá ser ofertado treinamento para 5 pessoas destinado a fornecer, ao usuário, conhecimento de hardware dos módulos componentes ou do conjunto e habilidade em programação para elaboração de software aplicativo do Controlador Programável, com despesas de estadia e transportes incluídos no preço de proposta.



ANEXO 2 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

2.2 Especificação Técnica dos Quadros de Comando dos Motores (QCMs)

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – ET QCM

QUADROS DE COMANDO DE MOTORES EM BAIXA TENSÃO (QCM's)

INFORMAÇÕES TÉCNICAS GERAIS

1.1 OBJETIVO

Esta especificação se refere ao projeto, fabricação, testes de fábrica, fornecimento e entrega e comissionamento de Quadros de Comando de Motores em Baixa Tensão (QCMs), com partida por Inversor de Frequência e Quadro de Interface de Comando e Automação (QICA), que serão instalados nas Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEEB01 / EEEB02 (Final)) do Município de Entre Rios de Minas-MG, do Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitários de Entre Rios de Minas.

1.2 NORMAS TÉCNICAS ADOTADAS

Salvo indicação específica em contrário nesta especificação, cada equipamento deve ser projetado e fabricado de acordo com a última revisão antes da data de licitação, de normas emitidas por uma ou mais das seguintes organizações:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ISO – International Organization for Standardization
- IEC – International Electromechanical Commission
- IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ANSI – American National Standards Institute
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- VDE – Verein Deutsches Elektrotechniker
- DIN – Deutsch Industrie Normen
- NEMA – National Electrical Manufacturers Association

Caso a CONTRATADA optar pelo uso de normas de organizações não relacionadas acima, este fato deverá ser claramente indicado na proposta e, baseando-se em exemplares de tais normas em português ou inglês, deverá ser comprovado que os padrões ali indicados têm níveis iguais ou melhores do que os padrões das organizações acima relacionadas.

1.3 INSTALAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE OPERAÇÃO

O local da obra situa-se no Estado de MINAS GERAIS, no município de Entre Rios de Minas.

Os equipamentos deverão ser apropriados para instalação ao tempo, em atmosfera poluída, e deverão operar sob as seguintes condições ambientais:

- Altitude em relação ao nível de mar: < 1000 m
- Temperatura máxima: 45°C
- Temperatura mínima: 05°C
- Temperatura média máxima em 24 horas: 30°C
- Umidade relativa do ar (média mensal): 95 %
- Clima: Tropical úmido

1.4 ACONDICIONAMENTO E MARCAÇÃO

Os QCM's deverão ser adequadamente acondicionados para transporte rodoviário, e armazenamento não abrigado (ao tempo).

A embalagem deverá ser suficientemente robusta para suportar as manobras usuais de transporte e manuseio, sem danificação do conteúdo.

O volume deverá conter em local bem visível e em caracteres de fácil leitura as seguintes indicações:

- Município: Entre Rios de Minas - MG
- Sistema de Esgotos Sanitários – EEEB01/02 (Final) – Entre Rios de Minas
- Identificação do conteúdo
- Número da Ordem de Compra
- Número da fatura de transporte do conteúdo
- Nome do Fabricante
- Indicação da posição e lado(s) da abertura do volume
- Peso bruto do volume
- Peso líquido do conteúdo
- Quaisquer outras informações exigidas pela Ordem de Compra
- Quaisquer outras informações que a CONTRATADA julgar necessárias

O custo da embalagem será por conta da CONTRATADA, bem como seguro contra danos e avarias no transporte.

A CONTRATADA deverá indicar em sua proposta o preço itemizado para embalagem e seguro.

As peças de reserva serão adequadamente identificadas e serão embaladas separadamente em volumes exclusivos marcados com os dizeres:

"PEÇAS DE RESERVA EQUIPAMENTO"

1.5 TRANSPORTE, CARGA E DESCARGA

Todos os encargos, arranjos e providências ao transporte dos equipamentos desde a fábrica até o local de entrega designado pela Prefeitura, serão devidos pela CONTRATADA.

As operações de carga, descarga, transporte e armazenamento de todos os equipamentos e seus acessórios serão realizados sob supervisão direta da CONTRATADA e realizados com métodos e equipamentos que assegurem condições de segurança dos trabalhos e integridade dos equipamentos e materiais.

Os equipamentos devem suportar as condições normais de transporte, inclusive o transporte rodoviário por estradas não pavimentadas.

1.6 INSPEÇÃO E TESTES DURANTE A FABRICAÇÃO

1.6.1 GERAL

A Prefeitura indicará em tempo útil, uma FISCALIZAÇÃO para inspecionar e examinar no local da fábrica, os materiais e a qualidade dos serviços de todos os equipamentos a serem fornecidos sob esta especificação, em todas as fases de fabricação e testes.

Tais inspeções, apreciação ou testes não liberarão a CONTRATADA de suas responsabilidades quanto à exatidão do projeto ou de qualquer outra responsabilidade imposta pela lei ou obrigação prevista pelo contrato para o fornecimento dos equipamentos e serviço.

1.6.2 NOTIFICAÇÃO DOS TESTES

A CONTRATADA deverá confirmar, por fax - símile, à FISCALIZAÇÃO da Prefeitura, com antecedência mínima de 10 (dez) dias, a data e o local onde os equipamentos estarão prontos para serem testados, bem como a duração prevista para a execução dos testes devendo as datas definitivas serem marcadas de comum acordo com a fiscalização da Prefeitura.

No prazo inferior de 10 dias corridos da realização dos testes, A CONTRATADA encaminhará a FISCALIZAÇÃO 5 vias dos certi-ficados dos testes realizados com os resultados obtidos.

Em caso de alteração da data e local marcados para realização dos testes, a CONTRATADA comunicará à FISCALIZAÇÃO da Prefeitura com antecedência mínima de 72 horas a alteração da programação dos testes. Caso contrário ficará a CONTRATADA obrigada a regularizar as despesas efetuadas pela FISCALIZAÇÃO para o acompanhamento dos testes.

1.6.3 OUTROS ENCARGOS DE RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

A CONTRATADA propiciará, para fim de inspeção e testes, à FISCALIZAÇÃO da Prefeitura livre acesso a todos os setores da(s) fábrica(s) que se relaciona(m) com o fornecimento dos equipamentos.

Propiciará também, todas as facilidades e informações para que a FISCALIZAÇÃO possa cumprir suas tarefas a contento.

É também encargo/responsabilidade da CONTRATADA o custo do arranjo e providências relativas a assistência, trabalho, materiais, eletricidade, combustível, armazenamento, aparelhos, máquinas e instrumentos, laboratórios, mão-de-obra especializada, etc., necessários para execução dos testes/inspeções.

A CONTRATADA providenciará às suas custas, amostras de materiais selecionadas a critérios estipulados pela FISCALIZAÇÃO, para a realização de testes/inspeções. Estas amostras serão inspecionadas antes das mesmas serem incorporadas/instaladas nos equipamentos.

Nos casos dos testes não se completarem dentro do prazo previsto, por causas imputáveis à CONTRATADA, será marcada nova data para realização dos mesmos, em comum acordo com a FISCALIZAÇÃO.

Neste caso, também as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da FISCALIZAÇÃO ficarão a cargo da CONTRATADA.

1.6.4 REPETIÇÃO DOS TESTES

Caso haja defeito de fabricação, mão-de-obra inadequada ou outra causa que demonstre imperícia ou ineficácia da CONTRATADA na fabricação/condução dos testes, os equipamentos não passarem nos ensaios a que serão submetidos, os custos para repetição de novos testes, bem como as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da FISCALIZAÇÃO ficarão a cargo da CONTRATADA.

1.6.5 TESTES A SEREM REALIZADOS

Os QCM's objetos desta especificação deverão ser submetidos aos seguintes grupos de ensaios:

- Todos os ensaios de rotina estabelecidos por normas, para cada tipo de equipamento especificado. Estes ensaios serão realizados pela CONTRATADA em sua fábrica, e em todas as unidades a serem fornecidas.
- Os Ensaios de Tipo/Ensaios especiais solicitados serão realizados na unidade fabril da CONTRATADA, ou em laboratórios especializados a cargo da CONTRATADA. Serão especificados em tempo oportuno, pela FISCALIZAÇÃO da Prefeitura, o número de unidades de encomenda sobre as quais devam ser executados os ensaios deste grupo.
- As avaliações dos resultados dos testes serão feitas em conformidade com o prescrito pelas normas, e na ausência destas, segundo critérios e parâmetros estipulados pela FISCALIZAÇÃO da Prefeitura.

- Custo total dos ensaios de rotina estabelecidos por norma, a serem realizados na fábrica, estará obrigatoriamente incluído no preço do(s) equipamento(s). No entanto, a CONTRATADA indicará na planilha de preços os custos unitários para a realização de cada ensaio de Tipo/Ensaio Especial especificado.

A critério da Prefeitura, os certificados de ensaios de tipo/especiais de equipamentos de características semelhantes aos especificados poderão ser aceitos para substituir os referidos ensaios. Em tais casos, a CONTRATADA anexará à sua proposta os relatórios de testes com todos os dados para permitir uma criteriosa avaliação por parte da Prefeitura.

1.7 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

1.7.1 APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS E DOCUMENTOS

Os desenhos deverão ser executados com símbolos da ABNT.

Os desenhos de arranjo e dimensões dos equipamentos, desenhos estruturais e base de fixação, diagramas esquemáticos, unifilares e trifilares, lista de equipamentos, lista de sobressalentes e lista de plaquetas poderão ser apresentados nos formatos A1 (84 x 594) mm ou A3 (420 x 297) mm.

Os demais desenhos deverão ser apresentados no formato A (210 x 297) mm.

Os desenhos e documentos em formatos A3 ou A4 deverão necessariamente possuir capa de apresentação.

A documentação deverá ser apresentada na seguinte seqüência:

1ª parte:

1 - Capa;

2 - Índice;

3 - Índice de revisões;

4 - Simbologia e legenda;

5 - Diagrama unifilar;

6 - Por QCM:

- Trifilar;
- Funcional;
- Borneira;
- Iluminação, aquecimento e tomadas;
- Transdutores (se houver);

- Esquema interno do disjuntor e/ou contator.

7 - Programa de chaves;

8 - Lista de material;

9 - Lista de plaquetas;

2ª parte:

1 – Desenhos dimensionais do QCM;

2 - Desenhos construtivos do QCM;

1.7.2 DESCRIÇÃO E CONTEÚDO DOS DESENHOS E DOCUMENTOS

↳ Diagrama Unifilar

Devera mostra o fluxo de potência desde os pontos de recebimento de energia até os pontos de utilização da mesma e conter no mínimo as seguintes informações:

1 - Material, bitola, classe de tensão e corrente nominal dos barramentos;

2 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção, dispositivos de operação e tensão de controle dos disjuntores;

3 - Tipo, classe de tensão e corrente nominal de chaves seccionadoras ou disjuntores;

4 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção e tensão de controle dos contadores;

5 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal e capacidade de interrupção de fusíveis;

6 - Tipo, classe de tensão, quantidade, relação de transformação e classe de precisão de transformadores de corrente e de potencial;

7 - Tipo, escala, quantidade e classe de precisão dos instrumentos de medição;

8 - Tipo, quantidade, código numérico de função, faixa de ajuste, corrente mínima de atuação e tempo de operação dos relés de proteção;

9 - Indicação de intertravamento e alarmes;

10 - Indicação de demanda de cada alimentador;

11 - Indicação da quantidade e seção nominal de cabos ou barras de entrada e saída;

↳ Diagrama Elementar

- Objetivo e Conteúdo

- a. Terá por objetivo transmitir de maneira simples e mais completa possível a operação do QCM.
- b. Cada diagrama elementar deverá ser subdividido em circuitos de potência, circuitos de controle e circuitos de sinalização.
- c. Os circuitos de sinalização desde que simples, poderão ser agrupados em uma única folha.
 - Forma e Apresentação
- d. As folhas do conjunto deverão ser numeradas de forma seqüencial e conter todas as indicações necessárias ao entendimento da operação e funcionamento do equipamento.
- e. Havendo algum dispositivo complexo cujo diagrama esquemático não seja útil para compreensão do diagrama elementar, tal diagrama, esquemático deverá ser substituído por um retângulo contendo o nome do dispositivo, nesse caso deverá ser emitido um diagrama elementar específico para o dispositivo em questão.
- f. Todos os componentes de uma mesma função deverão ser preferencialmente representados em uma mesma folha.
- g. Relacionar sempre outros desenhos e documentos que possam auxiliar na compreensão do diagrama.
- h. Cada folha deverá ser dividida em colunas para facilitar a localização dos componentes, a numeração das colunas se fará da esquerda para a direita em formato A3.
 - Circuito de Potência
- i. Deverá ser representado por um diagrama trifilar, contendo todos os componentes dos circuitos de força, circuitos de proteção e medição e indicação das características principais destes componentes.
- j. Os contatos dos relés deverão ser mencionados perto de sua bobina, indicando-se a folha e a coluna onde serão utilizados.
- k. Os barramentos principais deverão ser representados na posição horizontal e os barramentos secundários, cabos e outros componentes representados na posição vertical.
- l. Os bornes terminais deverão ser mostrados já devidamente identificados, essa identificação será obrigatoriamente a mesma a ser utilizada nos diagramas de interligação.
 - Circuitos de Controle e Sinalização
- m. Os circuitos de controle e sinalização deverão ser representados na posição vertical, colocados entre duas linhas horizontais que representem o barramento de controle.

- n. A denominação dos componentes deverá ficar ao lado esquerdo do símbolo e a denominação dos bornes ao lado direito do símbolo.
- o. Os barramentos de controle deverão ser interligados e claramente diferenciados dos demais por sua própria designação.
- p. Na parte superior da folha deverá ser deixado um espaço para indicações relativas a diferentes funções e sub-funções apresentadas na folha.
 - Contatos Auxiliares de Relés e Contatores
- q. Na parte inferior da folha, e na mesma coluna de cada bobina de relé ou de contator, deverá ser colocada uma tabela com informações sobre todos os contatos de dispositivo em questão.
- r. A tabela deverá ser identificada pelas letras “NA” (contato normalmente aberto) e “NF” (contato normalmente fechado), a marcação dos contatos terá como propósito definir o endereço de onde serão usados, feito através de dois números: o número da folha e o número da coluna onde se encontra o contato.
- s. Um traço horizontal significará contato não utilizado, para os contatores deverá ser acrescentada uma terceira coluna a esquerda da tabela de contatos, identificado pela letra “P” (contato principal)
- t. Os contatos deverão ser caracterizados pela própria designação do relé ou contator a s que pertencem, abaixo da designação do contato e separados por um traço, aparecerão dois números representando, respectivamente, o número da folha e o número da coluna onde será encontrado o componente ao qual pertence o contato.
- u. Nos casos em que a bobina do relé ou contator e os respectivos contatos encontrarem-se na mesma folha, poderá ser dispensada a indicação da folha.

2. Memórias de Cálculo

3. Para todos os campos onde for necessária a execução de cálculos, (por exemplo, o dimensionamento dos esforços para os valores de curto-circuito), deverão ser fornecidas as respectivas memórias as quais deverão conter:

Dados do projeto básico utilizado para cálculo inicial;

- MÉTODOS DE CÁLCULO;
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

↳ *Desenhos Dimensionais*

Os desenhos dimensionais apresentarão os arranjos físicos e exigências de montagem do equipamento.

Deverão indicar as dimensões principais do equipamento e detalhes de fixação, bem como a disposição física dos barramentos, disjuntores, seccionadoras, fusíveis, relés, régua de bornes, etc.

Os equipamentos instalados no QCM deverão ser identificados de acordo com os esquemáticos e nas listas de equipamentos.

↳ *Lista de Componentes*

Deverá ser emitida uma lista detalhada de componentes e dispositivos usados.

A lista de equipamentos deve conter dados suficientes para a respectiva identificação nos catálogos enviados, precisando as características principais e os acessórios.

Nas primeiras páginas deverão ser citadas todas as características dos componentes utilizados.

Nas páginas seguintes deverá ser apresentada uma listagem dos componentes na ordem em que aparecerem no diagrama elementar contendo as seguintes informações:

- 1 - Designação do componente no diagrama elementar;
- 2 - Função do componente.
- 3 - Localização do componente.

↳ *Lista de Sobressalentes Recomendados*

A lista de sobressalentes deverá incluir:

- 1 - Peças, componentes, dispositivos e acessórios que não serão usados durante a montagem inicial, mas que deverão ser estocados para reposição futura devido a quebra ou desgaste natural.

A quantidade constante na lista deverá ser suficiente para substituição por um período mínimo de doze meses;

O fabricante deverá prever uma tela articulável e removível entre as partes energizadas e as portas traseiras, a fim de que se evite o contato acidental com cabos de força ou barramentos.

↳ *Lista de Plaquetas*

A lista de plaquetas deverá conter as seguintes informações:

- 1 - Inscrição, quantidade, tipo e material de cada plaqueta;

- 2 - Cor de plaqueta e dos caracteres;
- 3 - Dimensões da plaqueta e dos caracteres;
- 4 - Desenho na escala 1.1 de cada tipo de plaqueta.

1.7.3 APROVAÇÃO DE DESENHOS

Os desenhos retornarão ao FABRICANTE no prazo de 30 dias após recebimento com um dos seguintes registros:

- **APROVADO**

O FABRICANTE pode iniciar a construção.

- **APROVADO COM COMENTÁRIOS -**

O FABRICANTE pode iniciar a fabricação desde que atenda aos comentários. O desenho com as devidas alterações deverá ser resubmetido a aprovação.

- **NÃO APROVADO**

O FABRICANTE não pode iniciar a fabricação. Com as devidas alterações o desenho deverá ser resubmetido a aprovação.

Todos os desenhos aprovados, deverão fazer parte do manual de instruções.

Caso o FABRICANTE autorize a fabricação antes da data de aprovação da Prefeitura todos os riscos serão de sua responsabilidade devendo providenciar sem acréscimo de custos e prazo eventuais modificações solicitadas.

No mínimo 20 dias antes do início dos testes o FABRICANTE deverá comunicar e enviar à Prefeitura dois conjuntos de cópias opacas dos documentos finais relativos ao seu fornecimento.

Após ensaio e liberação dos equipamentos deverá ser fornecido um conjunto de desenhos em cópia vegetal de boa qualidade e duas copias do manual de instruções.

É desejável que o manual de instruções seja fornecido em disquete, devendo o proponente informar em sua proposta, qual o editor de texto que será utilizado.

A Prefeitura reserva-se o direito de solicitar além da documentação já mencionada, todas as outras informações que julgar necessário à aprovação, instalação, operação e manutenção dos equipamentos.

A aprovação pela Prefeitura dos documentos finais de projetos não exime o FABRICANTE de responsabilidade sobre o bom desempenho e operação dos equipamentos objeto de seu fornecimento.

1.8 MANUAL DE INSTRUÇÕES

O manual deverá conter todos os desenhos aprovados e ser dividido em cinco seções conforme descrito abaixo.

1.8.1 SEÇÃO 1 – MANUSEIO

Esta seção deve conter informações completas e detalhadas quando ao sistema de marcação adotado durante a fabricação, indicação dos pontos de levantamento e apoio, restrições quanto a posição de movimentação, instruções sobre armazenagem, etc.

1.8.2 SEÇÃO 2 – MONTAGEM

Esta seção deve conter instruções de todos os procedimentos e precauções a serem observados durante a montagem do QCM, com informações detalhadas para orientação tanto do superior de montagem como para a firma montadora conforme descrito abaixo:

- 1 - Preparação;
- 2 - Instalação;
- 3 - Fixação;
- 4 - Conexões de baixa tensão;
- 5 - Conexões dos cabos de força;
- 6 - Conexões dos circuitos de aterramento;
- 7 - Acessórios de proteção pessoal.

1.8.3 SEÇÃO 3 – ENSAIOS DE CAMPO

Esta seção deve incluir as diretrizes a serem seguidas e os métodos a serem adotados para a verificação da exatidão da montagem do QCM.

Deve incluir também uma descrição de todos os instrumentos a serem utilizados e um roteiro de execução de ensaios.

1.8.4 SEÇÃO 4 – OPERAÇÃO

Esta seção deve conter instruções para a efetiva operação do QCM, tais como os procedimentos para operação, inclusive uma lista completa de todas as verificações e suas seqüências, detalhes de todas as medidas rotineiras, de cuidados e de emergência, recomendações quanto a observações a serem registradas periodicamente, etc.

1.8.5 SEÇÃO 5 – MANUTENÇÃO

Esta seção deve conter instruções detalhadas para possibilitar a manutenção do QCM tais como:

- 1 - Informações detalhadas, incluindo diagramas eletrônicos para pesquisa de defeitos, calibração e operação dos circuitos eletrônicos de todos os componentes eletrônicos;
- 2 - Catálogos e publicações pertinentes, elaborados pelos diversos fabricantes dos componentes;
- 3 - Lista de sobressalentes, ferramentas e instrumentos especiais a manutenção;

4 - Roteiro com discriminação e detalhamento para realização de manutenção preventiva e corretiva no QCM e seus componentes;

5 - Documentos de projeto do QCM;

6 - Identificação comercial dos componentes (inclusive dos componentes do QCM / equipamento que possuam circuitos eletrônicos distintos)

7 - Identificação de níveis, sinais e curvas de tensão nos pontos de testes dos circuitos eletrônicos;

8 - No caso de semicondutores o FABRICANTE deverá fornecer a identificação do componente substituído, caso não haja o componente original disponível no mercado nacional;

9 - Manuais de serviços de todos os relés de proteção, medidores e componentes do QCM com instruções pormenorizadas de aferição, calibração, lubrificação e testes,

Os manuais citados acima deverão ter volumes distintos, encadernados em espiral contínuo.

Nota: Todos os documentos pertinentes ao presente fornecimento (projetos, memórias, manuais, relações de materiais, etc.) deverão ser entregues na língua portuguesa e também em meio magnético (CD). Os desenhos em AUTOCAD RELEASE 14 em arquivos DWG e os textos em WORD 97 e EXCEL nos formatos .DOC e .XLS respectivamente e editáveis.

1.9 GARANTIA

A CONTRATADA deverá apresentar juntamente com a proposta, um "Termo de Garantia" que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material e mão-de-obra relativa ao fornecimento.

O fabricante, através do "Termo de Garantia", deverá garantir todo o equipamento, inclusive materiais de terceiros contra defeitos de projeto, mão-de-obra e material, por um prazo de 24 (vinte e quatro) meses após a aceitação do equipamento ou 12 meses de operação.

A data dos referidos testes de campo será informada ao fabricante do Equipamento em tempo hábil.

Na hipótese de parte ou totalidade dos componentes, peças e acessórios dos equipamentos não ser de fabricação da CONTRATADA, em nome do qual será emitida a ordem de compra, fica o mesmo responsável pela garantia no que se refere a componentes, peças e acessórios fornecidos por terceiros.

A proposta deverá confirmar o "Termo de Garantia" acima mencionado e a ausência de confirmação será considerada pela Prefeitura, como indicação de aceitação do mesmo.

O "Termo de Garantia" estará, obviamente, restrito as Condições Normais de Manuseio e Operação dos equipamentos e não poderá ser substituído pelas "Condições Gerais de Venda e Garantia" da CONTRATADA, a menos que tais "Condições Gerais" confirmem e incluam, claramente em seu texto, as exigências acima descritas.

1.10 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A CONTRATADA, caso solicitado, deverá prestar assistência técnica a Prefeitura, durante as fases de instalação, testes e colocação dos equipamentos em operação.

A proposta deverá confirmar a assistência técnica e indicar os respectivos custos, devidamente itemizados e em separado dos demais custos.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1.11 INTRODUÇÃO

O Quadro de Comando de Motores compreende dispositivos de proteção e força, convenientemente dispostos, suportados, interligados e acondicionados em invólucro metálico, doravante denominado, nesta especificação, de QCM.

O Quadro de Interface de Comando e Automação compreende dispositivos de comando, controle e intertravamento convenientemente dispostos, suportados, interligados e acondicionados em invólucro metálico doravante denominado, nesta especificação, de QICA.

O escopo de fornecimento objeto desta especificação, compreende o projeto, fabricação, ensaios, entrega, supervisão de montagem e de comissionamento de QCM's com partida por Inversor de Frequência em 220V e Quadros de Interface de Comando e Automação, para o STES de Entre Rios de Minas, EEEB01 / 02 (Final) de Entre Rios de Minas, a ser implantado pela Prefeitura.

Em complementação a esta Especificação, verificar o diagrama trifilar de força, comando e sinalização no conjunto de desenhos elétricos desta obra.

NOTA: O fornecedor poderá propor uma confirmação para os painéis sem prejuízo da qualidade e funcionamento à época da obra, desde que aprovado pela fiscalização da Prefeitura e em acordo com a área operacional.

1.12 CONDIÇÕES GERAIS PARA O FORNECIMENTO

O proponente deverá atender a todos os itens desta especificação para sua efetiva participação na licitação e fornecimento do QCM em epígrafe.

1.12.1 NORMAS APLICÁVEIS E SISTEMA DE UNIDADES

↳ Normas

Exceto quando indicado em contrário nesta especificação, o equipamento deve ser fabricado e ensaiado, conforme normas aplicáveis de acordo com o indicado pela Prefeitura, ABNT e IEC60439-1(2003). Quando estas normas forem omissas ou incompletas deverão ser seguidas as normas aplicáveis da NEMA em suas últimas revisões. Qualquer desvio das normas ABNT e/ou NEMA ou outras exigidas nesta especificação deve ser claramente indicado na proposta.

↳ Sistema de Unidades

O sistema métrico decimal deverá ser usado em todos os cálculos, desenhos, diagramas e documentos relacionados com o equipamento.

Caso haja necessidade de representação de outro sistema, a notação pode ser feita entre parênteses, ao lado de seu correspondente no sistema métrico. No caso de conflito entre valores de unidade diferentes, prevalecerão aqueles indicados no sistema métrico.

1.12.2 LOCAL DA INSTALAÇÃO

↳ Características da Instalação:

- Instalação: abrigado
- Altitude: <1000 m
- Clima: tropical
- Temperatura máxima: 45°C
- Temperatura média: 30°C
- Temperatura mínima: 5°C
- Umidade relativa: 95%
- Ambiente: Atmosfera de Sistema de Abastecimento de Água (partículas em suspensão)

1.13 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS PARA O FORNECIMENTO

A classificação do QCM deverá ser NEMA classe II, ou seja, os módulos possuem intertravamentos e interligações (podendo incluir comandos remotos) e toda a fiação de controle e força se estende dos blocos terminais de cada módulo até os blocos terminais principais localizados junto a base do QCM, no caso dos circuitos de força, e no QCM de régua de bornes, no caso dos circuitos de comando.

1.14 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DO QCM

1.14.1 TIPO

Os QCMs e QICAs, serão do tipo armário, para fixação em parede, com porta e fechadura, conforme especificado, apropriado para instalação abrigada, grau de proteção IP-54.

1.14.2 ESTRUTURA E CHAPARIA

O QCM deverá ser construído em chapa e estruturado em perfis, ambos em aço, de bitola mínima No. 12 USG ou 2,78 mm. As chapas deverão ser fixadas à estrutura sem utilização de solda.

1.14.3 PARTE FRONTAL

A parte frontal deverá ser tipo armário e a porta deverá ser equipada com dobradiças ou trilhos em número adequado e com fechadura de segurança e provida de chave tipo Yale.

1.14.4 ALÇAS DE LEVANTAMENTO

O QCM deverá ter alças para levantamento, parafusadas, de maneira a permitir fácil transporte e manuseio; deverá ser previsto e fornecido dispositivo para fechamento dos orifícios de fixação das alças, após retirada das mesmas.

1.14.5 BASE DE FIXAÇÃO E CHUMBADORES

O QCM deverá ter base de fixação em perfil "U" de dimensões adequadas e apropriadas para instalação apoiada em mureta de alvenaria. A fixação da base será através de chumbadores tipo "Expansão", os quais deverão fazer parte integrante do fornecimento.

1.14.6 ACESSO DOS CABOS

O acesso dos cabos será feito pela face inferior do cubículo, sendo os cabos de baixa tensão instalados na parte posterior e os cabos de controle instalados em canaletas na parte frontal do QCM.

1.14.7 DIMENSÕES

Os armários deverão ter as seguintes dimensões mínimas:

- Para os QCM's :
 - EEEB01 – 1 x 3,0 kW (3 conjuntos)
 - Altura 1200 mm;
 - Largura 600 mm;
 - Profundidade 400 mm.
 - EEEB02 (Final) – 1 x 17,2 kW (3 conjuntos)
 - Altura 1200 mm;
 - Largura 600 mm;
 - Profundidade 400 mm.

1.14.8 BARRAMENTOS

Os barramentos serão constituídos de cobre eletrolítico em barras retangulares, dimensionadas de acordo com as correntes nominais dos circuitos e fixadas rigidamente à estrutura por meio de suportes isolantes. O conjunto será adequado para suportar os esforços eletrodinâmicos correspondentes à máxima corrente de curto-circuito prevista.

A elevação de temperatura do ponto mais quente do barramento, à corrente nominal, não deverá ultrapassar 65°C, para temperatura ambiente de referência de 40°C e contatos com faces prateadas.

Os barramentos deverão ser identificados utilizando-se as seguintes cores:

- Verde: Fase A
- Amarelo: Fase B
- Violeta: Fase C
- Prateada: Barra de Terra
- Preto: Neutro

1.14.9 PINTURA

↳ Tratamento

Todas as superfícies metálicas não condutoras de corrente elétrica deverão ser pintadas e submetidas, no mínimo, ao tratamento descrito a seguir, o qual deverá proporcionar boa resistência a óleos e graxas, grande durabilidade de cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

↳ Preparação das Superfícies

- Eliminar respingos de soldas e carepas com rebolos ou politrizes;
- Eliminar rebarbas e quebrar cantos;
- Remover óleos e graxas utilizando solvente orgânico, não sendo mais permitido contatos manuais ou de materiais gordurosos com as partes já limpas;
- Jatear com areia ou granalha de aço até grau comercial, especialmente nos cantos, dobras e locais de difícil acesso. (obs.: para peças pequenas utilizar decapagem química);
- Remover poeira, utilizando-se ar comprimido limpo e seco;
- Aplicar tratamento de fosfatização;
- Aplicar sobre a fosfatização 2 (duas) demãos de tinta de base anti-corrosiva (Primer), através de processo eletrostático.

↳ Acabamento Final

As superfícies externas deverão receber, no mínimo 2 (duas) demãos de esmalte sintético na cor padrão cinza RAL 7032, exceto a base de fixação do cubículo que deverá ser na cor preto fosco.

As superfícies internas deverão receber acabamento final com duas ou mais demãos de esmalte reativo, na cor laranja 2,5 YR6/14 Munsell.

Todos os parafusos, porcas e arruelas deverão ser zincados ou bicromatizados por imersão a quente.

Espessura mínima da camada de pintura:

- Pintura externa: 90 micra
- Pintura interna: 60 micra

A aderência mínima deverá ser Gr.3, conforme MB 985.

1.14.10 FIAÇÃO

O fabricante do QCM deverá instalar toda a fiação interna de acordo com os requisitos a seguir:

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexível e de bitola adequada à corrente a ser transportada, porém não menor do que 1,5 mm² de seção. Nos casos de circuitos de transformadores de corrente não deverá ser inferior a 2,5 mm². Os cabos deverão ter isolamento para, no mínimo, 750 V em composto termoplástico não propagante de chamas.

Sempre que possível, a fiação deverá ser instalada em canaletas ou dutos. A fiação exposta deverá ser a mínima possível e sempre agrupada em conjuntos compactos e instaladas nos cantos, horizontal ou verticalmente, com dobras quase retas. Os suportes para fiação deverão ser rígidos e em material à prova de corrosão.

Não serão aceitas emendas nos cabos. Todas as conexões deverão ser feitas através de bornes com LED's indicativos. A fiação deverá ser feita de modo que haja apenas um cabo em qualquer dos bornes das régua e, no máximo, dois nos terminais dos aparelhos.

A fiação dos circuitos de proteção e comando que passar pelo compartimento de média tensão deverá ser instalada dentro da canaleta metálica.

Todos os "jumpers" necessários deverão ser realizados com pontes conectoras nos bornes. Para isto, todos os bornes de mesmo potencial deverão estar agrupados em um único bloco de uma mesma régua.

Nas ligações entre as partes fixas e móveis do QCM, por exemplo, porta, os cabos deverão ter comprimento e flexibilidade suficientes e pelo menos uma das extremidades do cabo deverá ser conectada à régua de bornes.

Todas as extremidades dos cabos deverão receber conectores terminais de compressão tipo "pino", "baioneta" ou "garfo", apropriados para fixação aos terminais dos aparelhos e aos bornes das régua por meio de parafusos.

Todos os cabos para circuito de corrente deverão ter terminais do tipo olhal e serão conectados em bornes apropriados para este tipo de terminal.

As régua deverão ser constituídas de bornes individuais, do tipo moldado, fixados a trilhos metálicos. Não será permitido o uso de bornes em que o parafuso de fixação entre em contato direto com o cabo, ou bornes que prendam o cabo através de pressão de molas.

Todos os parafusos, porcas e arruelas a serem utilizados em pontos de conexão elétrica deverão ser bicromatizados.

Os bornes deverão possuir marcação visível de acordo com os diagramas elementares e de interligação.

As conexões às régua de bornes deverão ser agrupadas tendo em vista o arranjo e as régua deverão ser localizadas de modo a facilitar a fiação externa.

Bornes sobressalentes deverão ser fornecidos e instalados num total de 5% para cada tipo utilizado.

Para facilidade de manutenção, os cabos deverão ser codificados por cores e identificados em ambas as extremidades de acordo com os diagramas aprovados. A fiação interna do QCM deverá obedecer ao seguinte código de cores:

- Circuitos de medição de tensão: branco
- Secundário de TC: amarelo
- Aterramento: verde
- Alimentação auxiliar de CA: preto
- Comando: cinza

1.14.11 VENTILAÇÃO

O QCM deverá possuir venezianas para ventilação, equipadas com filtros removíveis que impeçam a entrada de insetos e objetos estranhos.

As aberturas deverão ser suficientes para transferir para o exterior do QCM, por ventilação natural, o calor gerado por condutores e/ou componentes.

1.14.12 RESISTOR DE AQUECIMENTO

Deverá ser previsto, sempre que solicitado em projeto, instalação de resistor de aquecimento, com o respectivo termostato regulável, de potência suficiente para evitar condensação de umidade dos componentes. A tensão para alimentação dos resistores será de 220 V; 60 Hz, proveniente de fonte externa ao QCM. Deverão ser previstos meios de se energizar estes resistores durante o período de armazenagem, sem que para isto seja necessária a retirada total ou parcial da embalagem do equipamento.

1.14.13 ILUMINAÇÃO E TOMADA

O QCM deverá possuir iluminação interna através de lâmpadas do tipo fluorescente compacta, de potência suficiente, em 127V, 60Hz, localizada preferencialmente no teto. O

comando de iluminação far-se-á automaticamente através de interruptor pela abertura da porta.

Deverá também ser instalado uma tomada para manutenção 220V - 30A - trifásica (3 fases + terra).

A tomada deverá ter identificação do seu nível de tensão através de plaqueta acrílica afixada no espelho da mesma.

1.14.14 ATERRAMENTO

Ao longo da parte inferior do QCM e aparafusadas à carcaça dos mesmos deverá ser prevista uma barra de aterramento em cobre eletrolítico de dimensões mínimas 6 x 25 mm.

Em ambas as extremidades desta barra deverão ser instalados conectores para interligação da mesma à malha geral de aterramento. Estes conectores deverão ser apropriados para cabos de seção nominal 35 mm² a 70 mm².

A Barra de Aterramento deverá ser estanhada e possuir pontos de conexão reserva espaçados de 5 (cinco) centímetros.

1.14.15 PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO

O QCM e acessórios nele instalados deverão ser identificados de maneira apropriada. Os dizeres de cada plaqueta deverão ser aprovados pela Prefeitura e obedecer à codificação constante dos desenhos anexos.

As plaquetas serão aparafusadas, não sendo aceito o uso de cola. Deverão ser confeccionadas com lâminas de plástico ou acrílico de aproximadamente 3 mm de espessura, e não podendo ser instaladas em partes removíveis do QCM.

As inscrições deverão ser gravadas em branco com fundo preto, de material durável e facilmente legível à no mínimo 2 metros de distância. Todas as peças componentes e acessórios internos ao QCM deverão ser identificadas por crachás afixados através de braçadeiras plásticas, com gravações pretas em fundo branco.

A marca ou símbolo do fabricante não deverá aparecer na parte frontal do QCM.

No interior do QCM deverá ser instalada uma placa de identificação de alumínio anodizado com, pelo menos, as seguintes indicações:

- Identificação do QCM;
- Nome do fabricante;
- Ano e local de fabricação;
- Tipo ou série de fabricação;
- Tensão e frequência nominais;

- Tensão máxima de operação;
- Corrente nominal;
- Máxima corrente de curto-circuito;
- Nível básico de isolamento;
- Peso do cubículo.

1.14.16 PORTA DOCUMENTOS

O QCM deverá ter um porta-documentos afixado à porta frontal, apropriado para guarda dos respectivos desenhos.

1.14.17 FLANGE DE PASSAGEM DOS CABOS DE INTERLIGAÇÃO

O QCM deverá ser fornecido com flanges aparafusados destinados à passagem dos cabos de interligação externa, provendo área suficiente para a instalação e passagem dos cabos elétricos através do fornecimento de dispositivos adequados à vedação, isolamento elétrico, segregação e fixação dos cabos de interligação externa na entrada do QCM. Para cabos em baixa tensão, são opções o fornecimento de prensa cabos adequados ou o uso de flanges bipartidos compostos 2 placas individuais, cuja junção entre as placas, afixada sob as mesmas, será composta por chapa de borracha macia e flexível com a função de prover vedação na entrada dos cabos no QCM.

1.15 CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS EXIGIDAS PARA OS COMPONENTES DO QCM

1.15.1 DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

↳ Características Principais:

Todos os disjuntores serão tripolares, bipolares e monopolares, equipados com dispositivo de proteção contra sobrecarga e curto-circuito e curvas características conforme a NBR IEC 947-2.

Serão robustos, resistentes a impactos e completamente vedados para evitar a entrada de poeira e umidade e terão as seguintes características principais:

- Tensão nominal: 240 ou 500 Vca (conforme aplicação)
- Dispositivos magnéticos: adequados às necessidades de proteção e seletividade
- Capacidade de ruptura:
 - Até 75A: 10 kA
 - De 75 à 300A: 30 kA
 - Acima de 300A: 42 kA

↳ Mecanismo de Operação

Os disjuntores serão manipulados manualmente através de um punho, com dispositivo para travamento por cadeado na posição “aberto”, que poderá assumir uma das três posições indicadas a seguir:

- Posição disjuntor aberto
- Posição disjuntor fechado
- Posição disjuntor disparado

1.15.2 CONTADORES MAGNÉTICOS

↳ Características Principais:

Os contadores serão tripolares, tipo seco, e terão as seguintes características principais:

- Tensão nominal da bobina: 220 Vca
- Categoria: AC-3 (conforme Norma IEC)
- Corrente de curta duração: conforme Norma IEC-158-1

As bobinas dos Contadores Magnéticos suportarão uma sobretensão de 10% e fecharão com segurança, com 85% da tensão nominal.

↳ Circuito de Controle

As bobinas e demais componentes de controle serão dimensionados para 220 VCA (+10%, -15%), conforme especificado. As bobinas do tipo "tropicalizada" serão dimensionadas para a condição permanentemente energizada.

Todos os contatos serão facilmente substituíveis sem haver necessidade de ferramentas especiais.

1.15.3 RELÉ DE SOBRECARGA (TÉRMICOS)

Os relés de sobrecarga (térmicos), quando utilizados em separado, serão do tipo de rearme manual, tripolar com corrente de disparo ajustável, providos de compensação para a temperatura ambiente e fornecidos com um contato extra para a sinalização. Suas características serão compatíveis com as características de corrente e tensão dos contadores magnéticos e características de tempo perfeitamente seletivas com as do dispositivo de proteção contra curto-circuito dos disjuntores.

1.15.4 FUSÍVEIS

Devem atender as exigências da Norma VDE 0635/3 (Specification for totally Enclosed Cartridge Fuses and Line Protection 500 and 750 V Up to 200 A) e Norma VDE 0660. Os fusíveis com capacidade até 25A, inclusive, serão Diazed, acima desta corrente deverá ser do tipo NH, e deverão vir providos de todos os acessórios necessários, tais como base, tampa, parafuso de ajuste.

1.15.5 TRANSFORMADORES DE CORRENTE BT

Os transformadores de corrente serão do tipo seco, para instalação interna, com as seguintes características:

- Corrente secundária nominal: 5 A
- Classe de precisão para medição (ANSI): 1,2C
- Classe de precisão para proteção (ANSI): 10B
- Fator de sobrecorrente: 20
- Fator térmico: 1,2

1.15.6 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Deverá ser fornecido multimetror de grandezas elétricas digital contendo, no mínimo, as seguintes funções:

- Amperímetro
- Voltímetro
- Wattímetro

1.15.7 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

a) – Características gerais:

Inversor de Frequência estático destinado à aceleração, desaceleração e proteção de motores de indução trifásicos, interface com teclado de membrana táctil, programação flexível, auto diagnóstico de defeitos e auto-reset, indicação de grandeza específica, IHM destacável.

O inversor deverá possuir um filtro interno em sua entrada que impede problemas na rede elétrica externa causados por Interferência Eletromagnética (EMI) gerado pelo próprio equipamento. Caso seja necessário, o fabricante deverá fornecer junto com o equipamento um filtro de rádio-frequência que deve ser montado próximo à alimentação do inversor, estando tanto o conversor como o filtro mecanicamente sobre uma placa de montagem metálica aterrada, havendo bom contato elétrico entre a chapa e os gabinetes dos equipamentos.

b) – Características técnicas:

Tensão220V
Frequência50/60Hz
Tipo de alimentação fonte chaveada
Regime de Partida pesado.....Ip/In 450% durante 20s.....10 partidas/hora
Entradas digitais2 programáveis fotoacopladas
Entradas analógicas1 programável diferencial 4..20mA
Saídas..... digitais 2NA + 1NA/NF 250V 1A
Comunicação com interface serial.....RS-232 ou RS-485
Comunicação com redes “Field Bus”ProfBus DP, DeviceNet ou ModBus

Função de proteção contra golpe de ariete em bombas, economia de energia, rampa de aceleração e desaceleração programáveis, pulso de tensão na partida programável;

Proteções contrasobretensão e subtensão, sobretemperatura, sobrecorrente na saída, sobrecarga no motor, erro de hardware, defeito externo e erro de comunicação serial, curto-circuito na saída, erro de programação e erro de auto-ajuste

Interface homem-máquina comandosLiga/Desliga, Parametrização, Incrementa/Decrementa parâmetros

Interface homem-máquina supervisãotemperatura do dissipador, corrente de saída do motor, tensão de saída do motor, mensagens de erro/defeito, fator de potência na saída, potência aparente fornecida a carga

Temperatura ambiente.....0..40°C

Umidade ambiente5..90% sem condensação

Altitude0..1000m

Conformidade/NormasEMC diretiva 89 / 336 / EEC – Ambiente industrial, EN 61800-3, LVD 73 / 23 / EEC – Diretiva de Baixa Tensão

b) – Testes / Níveis de Severidade Suportáveis:

- Resistência a vibrações mecânicas;
- Suportabilidade a choques;
- Transitórios elétricos rápidos;
- Compatibilidade eletromagnética (EMC);
- Interferência por descarga eletrostática (8kV)

Os fusíveis ultra-rápidos para proteção do conversor/inversor devem ser dimensionados pelo fabricante e fornecidos junto com o equipamento.

1.15.8 DISPOSITIVOS AUXILIARES

↳ Sinais

Os sinais serão para instalação semi-embutida, furação mínima de 30,5 mm, sinalização através de diodos eletroluminiscentes (Leds), visor saliente com plaqueta de identificação.

O fabricante deverá providenciar os dispositivos necessários para interligá-las ao circuito de 220Vca.

Os sinais deverão obedecer aos seguintes códigos de cores:

VERDE : EQUIPAMENTO DESLIGADO;

VERMELHO: EQUIPAMENTO LIGADO;

AMARELO : PROTEÇÕES.

↳ Botões de Comando Pulsadores

Os botões de comando pulsadores serão para instalação semi-embutida, redondos com guarda total alta, furação 30,5 mm fornecidos com plaqueta de identificação.

Os botões de comando deverão obedecer ao seguinte código de cores:

VERDE: DESLIGA;

VERMELHO: LIGA;

PRETO: TESTE DE LÂMPADA.

Os contatos deverão ser dimensionados para 10A e com capacidade de interrupção mínima igual a 1A indutivo em 125 Vcc.

↳ *Chaves Comutadoras*

As chaves comutadoras deverão ter 04 (quatro) posições, dando uma delas a posição desligada e as 03 (três) demais para a aplicação.

As chaves deverão ter acondicionamento frontal e características nominais coerentes com a tensão e a corrente do circuito ao qual se aplicam. A montagem será semi-embutida na parte frontal dos cubículos. As chaves deverão ter plaquetas indicativas da seleção efetuada.

Os punhos das chaves deverão ser de material isolante com resistência mecânica adequada. As coberturas das chaves deverão ser facilmente removíveis para inspeção dos contatos.

↳ *Horímetro – Totalizador de Horas*

Os horímetros deverão ser para instalação semi-embutida na face frontal do QCM montados, em caixa compacta, a prova de pó, apropriados para clima tropical e ligações na parte traseira.

Deverá ser do tipo digital com números legíveis a pelo menos 3 metros de distância do cubículo.

Caso o instrumento de multimedição já ofereça esta função, será dispensada a aquisição deste componente.

1.15.9 PROTEÇÕES CONTRA SOBRETENSÕES

Todos os dispositivos de proteção, controle e medição, especialmente estáticos, deverão ser protegidos contra sobretensões, tanto induzidas fora dos cubículos pela fiação a ele conectada, quanto no interior dos mesmos pelo seccionamento de circuito indutivos ou capacitivos.

Sempre que o equipamento não puder suportar os testes de tensão exigidos nesta especificação, seus terminais de entrada deverão ser protegidos por circuitos contendo capacitores, varistores, diodos zener, etc conectados de modo a descarregar picos de tensão para a terra.

A fim de prevenir a geração interna de sobretensão nos componentes de CC, as bobinas dos relés, disjuntores, contadores ou outros componentes alimentados com este tipo de

corrente deverão ser providos de circuitos de descarga devidamente dimensionados para tal finalidade.

Nos circuitos de entrada e saídas de controle para uso remoto, provenientes de circuitos eletrônicos, deverão possuir isolação galvânica com isolamento mínimo de 1.000 volts.

1.15.10 PROTEÇÃO CONTRA SURTOS E DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Deverá ser inserida uma proteção contra surtos, transitórios e descargas atmosféricas, para todos os equipamentos eletrônicos, composto, no mínimo, de:

PROTETOR CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS, PLUGÁVEL, PARA MONTAGEM EM TRILHO NS35 E NS32, CIRCUITO DE PROTEÇÃO CASCATA COM 3 NÍVEIS, COMPOSTOS DE CENTELHADORES, VARISTORES E DIODOS SUPRESSORES CONFIGURADOS EM MODO DIFERENCIAL, ACONDICIONADOS NO PLUG, E INDUTORES DE DESACOPLAMENTO LOCALIZADOS NA BASE. DEVERÁ POSSUIR AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS:

- Corrente nominal: 2 A
- Tensão nominal: 156 V
- Tensão máxima: 171 V
- Capacidade de drenagem de corrente de surto: 10 kA (8/20 μ s)
- Tempo de resposta: 1ns
- Tensão residual: 1,8 x Vn

1.16 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO QCM

O Controle de Qualidade do QCM poderá ser feito durante o processo de fabricação, ou após o produto acabado, inclusive os testes de funcionamento após a montagem completa, nas instalações da CONTRATADA ou em local indicado pela Prefeitura com a devida antecedência, a realização das visitas de inspeção e dos testes de funcionamento.

A Prefeitura só iniciará os testes de recebimento do Quadro de Comando de Motores trifásicos de indução em baixa tensão de posse de duas cópias reproduzíveis, em vegetal de boa qualidade do desenho final e de duas cópias sulfite do mesmo desenho aprovado sem comentários.

A Prefeitura somente aceitará o QCM após emissão do laudo de aprovação pela sua unidade de controle de qualidade e/ou preposto.

1.17 REQUISITOS GERAIS

1.17.1 PEÇAS SOBRESSALENTES

O fabricante deverá indicar e cotar à parte (esta cotação não deverá ser parte integrante da proposta) as peças sobressalentes recomendadas para 2 (dois) anos de operação, a serem utilizadas pela manutenção da Prefeitura.

1.17.2 EMBALAGEM E TRANSPORTE

O QCM deverá ser convenientemente embalado com papelão e envolto em engradamento de madeira de modo a suportar os esforços no transporte em estradas não pavimentadas.

O Fabricante deverá cotar a embalagem e transporte considerando que o QCM poderá ser descarregado na obra ou no almoxarifado da Prefeitura. Em qualquer dos casos, o transporte deverá obedecer aos gabaritos das estradas, pontes, túneis, etc., e será de inteira responsabilidade da fabricante.

1.17.3 GARANTIA

O fabricante deverá garantir que o QCM será de qualidade igual ou melhor do que o especificado.

O fabricante deverá garantir todo o equipamento, inclusive materiais de terceiros contra defeitos de projeto, mão-de-obra e material, por um prazo de 24 (vinte e quatro) meses após a aceitação do equipamento ou 12 meses de operação.

Qualquer reparo, projeto e/ou substituição, inclusive mão-de-obra necessária terá sua despesa creditada à CONTRATADA.

1.17.4 ENSAIOS

Os ensaios nos QCMs deverão ser realizados de acordo com a Norma 5410.

Deverá ser testado o funcionamento de cada componente, bem como o funcionamento geral, de acordo com o projeto.



ANEXO 2 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

2.3 Especificação Técnica do Sistema de Instrumentação

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

Emissão: Julho/2018

**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE ENTRE RIOS DE MINAS
-MG
EEEB01/02 (FINAL) – ENTRE RIOS DE MINAS**

**PROJETO ELÉTRICO
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
ET-INSTRUM**

FUNASA

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

ENTRE RIOS DE MINAS – MG

ELEVATÓRIAS DE ESGOTO EEEB01/02 (FINAL) ENTRE RIOS DE MINAS

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ET-INSTRUM

INSTRUMENTAÇÃO

SISTEMA DE INSTRUMENTAÇÃO

1 OBJETO

A presente especificação tem por objetivo, estabelecer as condições básicas para projeto, fabricação, ensaios e fornecimento da Instrumentação a ser utilizada no Sistema de Esgotamento Sanitário de ENTRE RIOS DE MINAS , a ser implantado pela Prefeitura.

2 ESCOPO DO FORNECIMENTO

O escopo do fornecimento, objeto desta especificação, compreende a instrumentação completa, ensaiada e em condições de entrar em operação, com todas as características, peças, componentes e acessórios constantes desta especificação, folhas de dados anexas, inclusive aquelas que, embora não explicitamente aqui mencionadas, sejam indispensáveis ao seu perfeito funcionamento e operação.

3 NORMAS ADOTADAS

Os instrumentos devem ser projetados, fabricados, ensaiados e fornecidos de acordo com os itens subsequentes desta especificação e folhas de dados anexas, últimas revisões aplicáveis das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e do Instituto Brasileiro de Petróleo - IBP.

Somente quando as referidas normas da ABNT e do IBP forem incompletas e/ou omissas, ou quando claramente indicado nesta especificação, devem ser utilizadas normas de outras associações.

A CONTRATADA poderá, no entanto, sugerir normas similares de outras associações, desde que justifique as vantagens de sua utilização, mostrando com clareza as diferenças existentes e anexando cópia das mesmas, ficando a critério da Prefeitura a sua aceitação

4 INSTALAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE OPERAÇÃO

A Instrumentação e equipamentos associados devem ser apropriados para instalação abrigada (a não ser quando especificamente citado nas folhas de dados) e operação sob as seguintes condições ambientais:

- Altitude em relação ao nível do mar: até 1000 m
- Temperatura máxima:..... 45° C
- Temperatura mínima:..... 10° C
- Temperatura média máxima diária: 30° C
- Umidade relativa do ar (média mensal): 75%
- Clima:.....tropical

5 DESCRIÇÃO GERAL

A instrumentação deve ser eletrônica, microprocessada, usando sinais padronizados de 4 - 20 mA e alimentação em 220 Vca, 60 Hz (equipamento a 4 fios), ou 24 Vcc (equipamento a dois fios).

Cada instrumento deve possuir uma plaqueta de identificação de seu "tag", intercambiável para marcação no campo.

Todos os transmissores serão instalados em locais de grande umidade e com presença constante na atmosfera de emanações de sulfeto/ácido sulfúrico (H_2S e H_2SO_4).

O proponente deverá verificar no projeto a distância real do sensor com o propósito de fornecer o cabo sensor com as dimensões adequadas.

6 INSPEÇÃO

À Prefeitura reserva-se o direito de realizar por sua conta ou através de representante credenciado, inspeção do equipamento em qualquer fase de projeto ou fabricação, a fim de certificar-se de que o mesmo está sendo projetado, fabricado, ensaiado e acabado conforme itens desta especificação, normas aplicáveis e condições constantes da proposta final de fornecimento.

A CONTRATADA deve assegurar ao comprador ou seu representante o acesso às suas instalações, informações solicitadas e todas as facilidades inerentes à inspeção do equipamento.

7 ENSAIOS E CALIBRAÇÃO

7.1 ENSAIOS

Todos os ensaios devem estar de acordo com as últimas revisões aplicáveis da ABNT e IBP, e devem ser efetivados na presença do Inspetor da Prefeitura ou de seu preposto. Em cada instrumento devem ser efetuados os seguintes ensaios:

- Ensaios de operação mecânica e elétrica individual dos componentes e do conjunto, quando for o caso;
- Ensaios de resistência mecânica e impacto dos instrumentos de campo;
- Ensaio de isolamento;
- Ensaios de fiação;
- Ensaio de precisão e repetibilidade;
- Ensaio de calibração;
- Ensaio de performance.

Outros ensaios podem ser exigidos pela Prefeitura de acordo com as características e o tipo do instrumento.

A CONTRATADA deve responsabilizar-se também pela execução e envio dos relatórios de ensaios de peças componentes e acessórios fabricados por terceiros e utilizados em seu equipamento.

Toda a aparelhagem de campo e/ou laboratório, bem como materiais, mão-de-obra e tudo o mais necessário à execução dos ensaios solicitados estão a cargo da CONTRATADA.

Os instrumentos somente serão considerados liberados para remessa após verificação, análise e aprovação pela Prefeitura dos ensaios solicitados.

Para tal, devem ser fornecidos todos os relatórios de ensaios solicitados, os quais devem conter no mínimo:

- Identificação dos instrumentos;
- Número da ordem de compra;
- Número da ordem de fabricação;
- Identificação e quantidades de unidades ensaiadas;
- Descrição dos ensaios efetuados com indicação das normas adotadas, aparelhos utilizados, condições ambientais e, obviamente, resultados obtidos;
- Descrição detalhada de todas as inspeções efetuadas.

7.2 CALIBRAGEM

A calibragem de toda a instrumentação deve ser feita pela CONTRATADA antes do embarque da mesma. Devem ser fornecidos ao cliente, meios para futuras calibrações e para o ajuste fino no campo, como o ajuste de zero e de final de escala.

8 SOBRESSALENTES

A CONTRATADA deve enviar, juntamente com sua proposta, uma lista de peças, componentes e acessórios sobressalentes que julgar necessários para o "start up" e para manutenção pelo período de 1 (um) ano, bem como ferramentas especiais para montagem e manutenção, caso necessárias.

A proposta deve indicar o custo unitário e total dos sobressalentes, devidamente itemizados e em separado dos demais preços.

9 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

A CONTRATADA deve enviar à Prefeitura a documentação abaixo relacionada e outros documentos e informações que julgar necessários à apreciação de sua proposta:

- Catálogos e/ou desenhos completos do equipamento, com dimensões, peso, vistas e cortes, detalhes construtivos e detalhes de montagem e fixação;
- Lista de material com características de todos os componentes do sistema;
- Lista detalhada de peças de reserva recomendadas para o período de 01 (um) ano.
- Garantia de fornecimento de peças de reposição.
- Lista de ferramentas especiais e instrumentos necessários para a instalação e manutenção do equipamento fornecido.

No máximo 30 (trinta) dias após a assinatura do contrato de fornecimento, devem ser enviados os documentos finais de projeto em 03 (três) conjuntos de cópias em papel sulfite de boa qualidade para análise e aprovação.

Dentre tais documentos devem constar, obrigatoriamente:

- Todos os documentos citados acima;
- Protocolo de comunicação dos instrumentos, mesmo que no momento a interface de comunicação não esteja sendo utilizada;
- Desenhos de dimensões externas e peso de cada volume para transporte;
- Manual de instruções para montagem, operação e manutenção do equipamento, contendo diagramas eletrônicos dos cartões utilizados, redigidos obrigatoriamente na língua portuguesa.
- Detalhes típicos de montagens dos instrumentos, com a respectiva lista de material.

A Prefeitura irá verificar e analisar tais documentos e emitirá parecer técnico que poderá ter uma das seguintes classificações: "APROVADO", "APROVADO COM COMENTÁRIOS" e "NÃO APROVADO".

Todos os documentos classificados como "APROVADOS COM COMENTÁRIOS" ou "NÃO APROVADOS", devem obrigatoriamente ser modificados pela CONTRATADA, sem ônus adicional à Prefeitura.

No mínimo 20 (vinte) dias antes do início dos ensaios dos instrumentos, a CONTRATADA deve comunicar e enviar à Prefeitura 3 (três) conjuntos de cópias heliográficas dos documentos finais relativos ao fornecimento.

Nota: Na proposta deve ser informada a possibilidade do fornecimento de toda ou parte da documentação exigida, em língua portuguesa, ser apresentada em disquete, devendo, neste último caso, informar o editor de texto utilizado.

Após os ensaios e liberação da instrumentação, deve ser fornecido um conjunto de documentos executados com os símbolos da ABNT, dentro dos formatos A1, A2, A3 ou A4. Deverão ser elaborados em AutoCAD versão 2002, e serem apresentados, para análise, plotados em papel SULFITE. Após a aprovação, os desenhos deverão ser entregues à Prefeitura plotados em papel vegetal e em disquetes de 3 1/2", em arquivos .DWG, editáveis, conforme Norma T-181/0, da Prefeitura.

Os desenhos e documentos em formato A3 e A4 deverão necessariamente possuir “Capa de Apresentação”.

A Prefeitura reserva-se o direito de solicitar, além da documentação já mencionada, todas as informações que julgar necessárias à aprovação, instalação, operação e manutenção da instrumentação.

A aprovação pela Prefeitura dos documentos finais de projeto, não exime a CONTRATADA de responsabilidade sobre o bom desempenho e operação dos instrumentos.

10 ACONDICIONAMENTO E MARCAÇÃO

Os instrumentos devem ser adequadamente acondicionados para transporte rodoviário e armazenamento abrigado.

As embalagens devem ser suficientemente robustas para suportar as manobras usuais de transporte e manuseio, sem danificação do conteúdo.

Cada volume deve conter em local bem visível e em caracteres de fácil leitura, as seguintes indicações:

- ENTRE RIOS DE MINAS - MG – EEEB01/02 (FINAL) – ENTRE RIOS DE MINAS
- Identificação do conteúdo
- Número da ordem de compra
- Número da fatura de transporte do conteúdo
- Nome do fabricante
- Indicação da posição e lado(s) de abertura do volume
- Peso bruto do volume
- Peso líquido do conteúdo
- Quaisquer outras informações exigidas pela ordem de compra
- Quaisquer outras informações que a CONTRATADA julgar necessárias

O custo da embalagem corre por conta da CONTRATADA, bem como os seguros contra danos e avarias no transporte.

A CONTRATADA deve indicar em sua proposta preço itemizado para embalagem e seguro.

11 GARANTIA

A CONTRATADA deve apresentar juntamente com sua proposta um "TERMO DE GARANTIA" que deve cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material e mão-de-obra, relativos à instrumentação.

Este "TERMO DE GARANTIA" deve ter validade mínima de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data da entrega, ou 18 (dezoito) meses a partir da data de entrada em operação da instrumentação, prevalecendo a condição que primeiro ocorrer.

Na hipótese de parte ou totalidade dos componentes, peças e acessórios da instrumentação, não ser de fabricação da CONTRATADA em nome do qual será emitida a ordem de compra, fica o mesmo responsável pela garantia no que se refere a componentes, peças e acessórios fornecidos por terceiros.

A proposta deve confirmar o "TERMO DE GARANTIA" e os prazos solicitados. A ausência de confirmação será considerada pela Prefeitura como indicação de aceitação dos mesmos.

O "termo de garantia" está obviamente restrito às condições normais de manuseio e operação da instrumentação, não podendo ser substituído pelas "condições gerais de vendas e garantias" da CONTRATADA, a menos que tais "condições gerais" confirmem e incluam claramente em seu texto as exigências desta especificação.

12 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS INSTRUMENTOS

12.1 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo, estabelecer os requisitos técnicos mínimos necessários para o fornecimento e fabricação dos instrumentos para a Prefeitura, a serem instalados nas áreas do Sistema de Esgotamento Sanitário de Entre Rios de Minas – MG.

12.2 TRANSMISSOR DE NÍVEL ULTRASSÔNICO

Os medidores de nível usados nas EEEB01/02 (FINAL) ENTRE RIOS DE MINAS , deverão ser do tipo ULTRASSÔNICO (sonda), apresentando medição contínua, grau de proteção IP-68, imune a incrustação de quaisquer detritos, alimentação de 220Vc e sinal de saída de 4 – 20 mA conforme folhas de dados e com manual de operação.

12.3 TRANSMISSOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO

Os medidores de vazão usados nas EEEB01/02 (FINAL) ENTRE RIOS DE MINAS , deverão ser do tipo ELETROMAGNÉTICO, apresentando medição contínua, grau de proteção IP-68, imune a incrustação de quaisquer detritos, alimentação de 220Vc e sinal de saída de 4 – 20 mA conforme folhas de dados e com manual de operação.

FOLHAS DE DADOS

Fazem parte desta especificação as folhas de dados seguintes, apresentadas em detalhe:

- Transmissor de Nível Ultrassônico;
- Transmissor de Vazão Eletromagnético.

LOCAL: ENTRE RIOS DE MINAS		Folha de Dados Medidor de Nível Ultrassônico	
GERAL	Tipo	Ultrassônico	
	Local de Instalação	Estação Elevatória de Esgoto Bruto 01/02 (Final)	
	Quantidade de Medidores de Nível:	02 (um para cada EEEB)	
	Conexão elétrica	Cabo especial ventilado	
	Precisão	+ / - 0,25% do fundo de escala	
	Comprimento cabo	Máximo 15m	
	Faixa de medição	0 a 10m (altura)	
	Repetibilidade + histerese + linearidade	+ / - 0,25 do fundo de escala	
	Material em contato com o fluido	Aço inoxidável AISI 304	
	Tipo do sensor	Piezoresistivo	
	Proteção elétrica	Sobretensão e inversão de polaridade	
	Sinal de saída	4 a 20 mA	
	Alimentação	220Vca	
	Proteção eletromagnética	Sim	
	Efeito da temperatura no zero	FE>0,5bar máximo 0,03%FE / °C	
	Efeito da temperatura no zero	FE<0,5bar máximo 0,06%FE / °C	
Efeito da temperatura no span	Máximo 0,015%FE / °C		
Unidade de Engº	Altura em metros		
ACESSÓRIOS	Caixa de interligação	Alumínio fundido 15x15x10cm	
	Parafusos fixação, abraçadeiras	Em aço inox 316	
CONDIÇÕES OPERAÇÃO	Fluído	Esgoto Sanitário	
	Temperatura	0 a + 70°C	
	Grau de proteção	IP68	
	Altitude relativa nível mar	< 1000m	

	FOLHA DE DADOS
--	-----------------------

NOTAS:

- 1) O uso de qualquer outro material deverá ser submetido à aprovação da Prefeitura.
- 2) No caso de eletrodo fixo, caso seja necessário limpeza do mesmo, esta deverá ser feita com a desmontagem do tubo sensor ou intervenção externa.
- 3) Não serão aceitos medidores cuja distância permissível conversor / sensor seja inferior a 100 metros
- 4) A altura indicada no display deverá desconsiderar a turbulência para obtenção do valor real do volume
- 5) Entradas e saídas isoladas galvânicamente da fonte de alimentação, do sensor entre si e da massa. Os níveis de isolamento deverão atender ao estabelecido na norma NBR-5413, ou seja, os medidores deverão suportar o ensaio de isolamento na frequência industrial, no nível de 1,5kV entre circuitos de alimentação para massa com todos os pontos de entrada e saída de baixo nível aterrados e no nível 0,5kV entre circuitos de baixo nível e massa.
- 6) Os dados parametrizados e armazenados deverão ser preservados na falta de energia.
- 7) O fornecedor do equipamento deverá efetuar a instalação e o comissionamento do mesmo com acompanhamento de técnicos da Prefeitura.
- 8) Os medidores de vazão deverão ser protegidos por isolador ótico e as saídas analógicas dos mesmos devem ser protegidas por fusíveis ultra-rápidos.

LOCAL: ENTRE RIOS DE MINAS		Folha de Dados Medidor de Vazão Eletromagnético	
GERAL	Tipo	Eletromagnético	
	Local de Instalação	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto 01/02/03 (Final)	
	Quantidade de Medidores de Vazão:	02 (um para cada EEEB)	
	Conexão elétrica	Cabo especial ventilado	
	Precisão	+ / - 0,25% do fundo de escala	
	Comprimento cabo	Máximo 15m	
	Faixa de medição	0 a 20 l/s (vazão)	
	Repetibilidade + histerese + linearidade	+ / - 0,25 do fundo de escala	
	Material em contato com o fluido	Aço inoxidável AISI 304	
	Tipo do sensor	Piezoresistivo	
	Proteção elétrica	Sobretensão e inversão de polaridade	
	Sinal de saída	4 a 20 mA	
	Alimentação	220Vca	
	Proteção eletromagnética	Sim	
	Efeito da temperatura no zero	FE>0,5bar máximo 0,03%FE / °C	
	Efeito da temperatura no zero	FE<0,5bar máximo 0,06%FE / °C	
Efeito da temperatura no span	Máximo 0,015%FE / °C		
Unidade de Engº	Vazão em litros/segundo		
ACESSÓRIOS	Caixa de interligação	Alumínio fundido 15x15x10cm	
	Parafusos fixação, abraçadeiras	Em aço inox 316	
CONDIÇÕES OPERAÇÃO	Fluído	Esgoto Sanitário	
	Temperatura	0 a + 70°C	
	Grau de proteção	IP68	
	Altitude relativa nível mar	< 1000m	

	FOLHA DE DADOS
--	-----------------------

NOTAS:

- 1) O uso de qualquer outro material deverá ser submetido à aprovação da Prefeitura.
- 2) No caso de eletrodo fixo, caso seja necessário limpeza do mesmo, esta deverá ser feita com a desmontagem do tubo sensor ou intervenção externa.
- 3) Não serão aceitos medidores cuja distância permissível conversor / sensor seja inferior a 100 metros
- 4) A altura indicada no display deverá desconsiderar a turbulência para obtenção do valor real do volume
- 5) Entradas e saídas isoladas galvanicamente da fonte de alimentação, do sensor entre si e da massa. Os níveis de isolamento deverão atender ao estabelecido na norma NBR-5413, ou seja, os medidores deverão suportar o ensaio de isolamento na frequência industrial, no nível de 1,5kV entre circuitos de alimentação para massa com todos os pontos de entrada e saída de baixo nível aterrados e no nível 0,5kV entre circuitos de baixo nível e massa.
- 6) Os dados parametrizados e armazenados deverão ser preservados na falta de energia.
- 7) O fornecedor do equipamento deverá efetuar a instalação e o comissionamento do mesmo com acompanhamento de técnicos da Prefeitura.
- 8) Os medidores de vazão deverão ser protegidos por isolador ótico e as saídas analógicas dos mesmos devem ser protegidas por fusíveis ultra-rápidos.



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



ANEXO 3 – RELATÓRIO DOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



RELATÓRIO TÉCNICO DE SERVIÇOS GEOTÉCNICOS ENTRE RIOS DE MINAS – MG - SEDE

FEVEREIRO / 2018

CONTRATO Nº 09/2012



Elaboração de Diagnósticos, Estudos de Concepção e Viabilidade, Projetos Básicos e Executivos de Engenharia e Estudos Ambientais para Sistemas de Esgotamento Sanitário para o Estado de Minas Gerais



 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 2/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	OBJETIVO	3
3.0	CÓDIGOS E NORMAS	4
4.0	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	4
4.1	PREMISSAS	4
4.2	SERVIÇOS REALIZADOS	6
4.3	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	6
	ANEXO A - CLASSIFICAÇÃO E PARÂMETROS GEOMECÂNICOS UTILIZADOS	7
	ANEXO B – PERFIS DOS FUROS DAS SONDAGENS	9
	ANEXO C – REGISTRO FOTOGRÁFICO	17

 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 3/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0

1.0 INTRODUÇÃO

Apresentamos a seguir o relatório técnico referente aos serviços de investigação geológico-geotécnica, composto por sondagem à percussão, para estudo do subsolo e suas respectivas características.

Os serviços foram realizados na cidade de Entre Rios de Minas – MG, distante 123 km da capital, Belo Horizonte – MG.

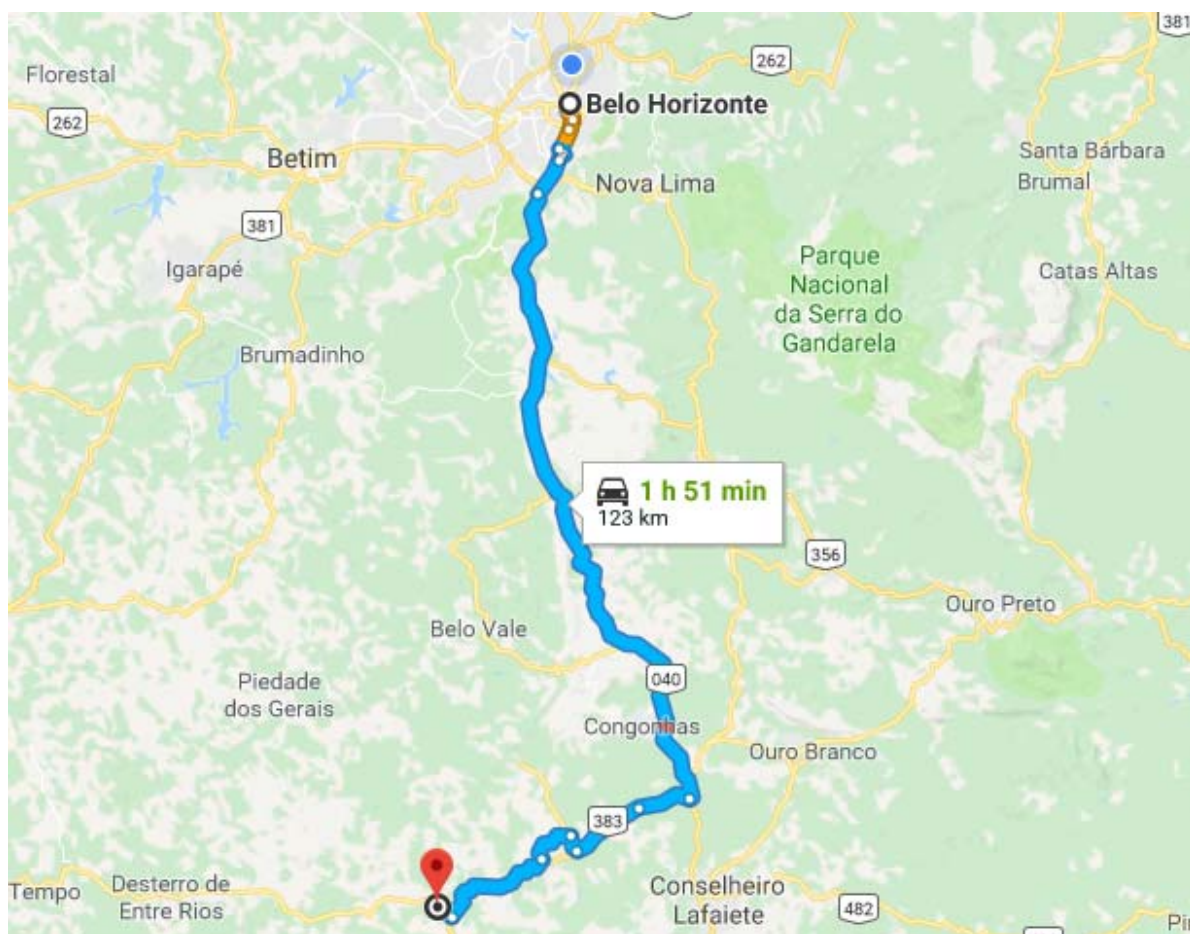




Figura 1 - Localização da área. Fonte: Google Maps 2018.

2.0 OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar os resultados do programa de investigações geológico-geotécnicas, servindo de base para estudo e interpretação do terreno.

 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 4/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0

3.0 CÓDIGOS E NORMAS

Os códigos e/ou normas relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Foram utilizados na sua revisão mais recente.

NBR-6484/01	Norma ABNT – Sondagem de simples reconhecimento do solo;
NBR-6502/95	Norma ABNT – Rochas e solos;
NBR 7250	Identificação e Classificação de Amostras Obtidas em Sondagem de Simples Reconhecimento dos Solos;
Número 3	Boletim ABGE – Boletim de sondagem ABGE

4.0 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

4.1 PREMISSAS

Os serviços realizados estão representados nas figuras 02, 03 e 04.



Figura 2 - Localização da sondagem SPT-01 enviada pelo cliente.



 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0





Figura 3: Localização dos furos SPT-02 enviados pelo cliente



Figura 4: Localização dos furos SPT-03, SPT-04, SPT-05, SPT-06 e SPT07 enviados pelo cliente.

Olavo Souza Liberto

 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 6/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0

4.2 SERVIÇOS REALIZADOS

Foram executados os seguintes quantitativos:

Tabela 1: Cotas e coordenadas

Furo	Coordenadas			NA (m)	Prof. (m)
	E	N	Cota (m)		
SPT-01	596.436,3019	7.714.836,3288	861,30	2,80	17,45
SPT-02	597.826,8457	7.716.503,7754	858,10	3,90	15,45
SPT-03	597.706,3445	7.716.723,5263	860,10	Seco	17,45
SPT-04	597.679,1842	7.716.732,3018	(*)	Seco	17,45
SPT-05	597.696,0763	7.716.737,7717	(*)	6,95	15,45
SPT-06	597.719,0409	7.716.749,6297	(*)	5,60	13,45
SPT-07	597.682,2488	7.716.749,4243	(*)	8,10	14,45
TOTAL					111,15



4.3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentam-se a seguir nos anexos A, B e C os resultados dos serviços realizados:



No Anexo A - Classificação e parâmetros geomecânicos utilizados.

No Anexo B - Perfis dos furos das sondagens.

No Anexo C - Registro Fotográfico

	GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 7/24	
			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	

ANEXO A - CLASSIFICAÇÃO E PARÂMETROS GEOMECÂNICOS UTILIZADOS

 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 8/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0

A classificação do material proveniente da sondagem baseou-se nos conceitos e simbologias sugeridos nas normas técnicas nacionais e internacionais. Para solos residuais e saprolitos são apresentados os aspectos táteis-visuais predominantes e as designações de compacidade/consistência com base na NBR-6484/01.

O horizonte de solo residual é penetrável aos ensaios SPT e apresentam-se completamente alterado, com ou sem presença de estruturas reliquias. Quando possível, indica-se o tipo de rocha da qual se deriva.

Considera-se como o impenetrável quando, no ensaio SPT, obtiver uma das seguintes condições:



- Quando, em 3 m sucessivos, se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais do amostrador-padrão;
- Quando, em 4 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador-padrão;
- Quando, em 5 m sucessivos, se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45 cm do amostrador-padrão (NBR 6484/01).
- Quando se encontra uma camada obstáculo impenetrável para a ferramenta de lavagem. O obstáculo é considerado impenetrável se, durante 10 minutos, 3 vezes consecutivas, o avanço for menor que 5cm.

Para critério de paralização do cliente, finalizará o furo quando a profundidade em que se detecte N_{SPT} (golpes/30 cm) igual ou maior que 20 golpes em 3 metros sucessivos. A tabela a seguir apresenta os parâmetros usados como referência nas descrições.

TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS					
Solo	Índice de Resistência à	Designação ⁽¹⁾	Solo	Índice de Resistência à	Designação
AREIA E SILTES ARENOSOS	≤ 4	Fofa (o)	ARGILAS E SILTES ARGILOSOS	< 2	Muito Mole
	5 a 8	Pouco Compacta (o)		3 a 5	Mole
	9 a 18	Medianamente Compacta (o)		6 a 10	Média (o)
	19 a 40	Compacta (o)		11 a 19	Rija (o)
	> 40	Muito Compacta (o)		> 19	Dura (o)
⁽¹⁾ As expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias (fofa, compacta, etc.), referem-se à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos solos.					

Fonte: NBR-6484/2001

Albino Souza Liberto

	GEOTHRA <small>GEOLOGIA & GEOTECNIA</small>	CLIENTE  <small>Engenharia e Consultoria</small>	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 9/24	
			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	

ANEXO B – PERFIS DOS FUROS DAS SONDAGENS



GEOTHRA
GEOLOGIA
& GEOTECNIA



CLIENTE

CLASSIFICAÇÃO
CONCLUSIVO

ESTUDO GEOTÉCNICO

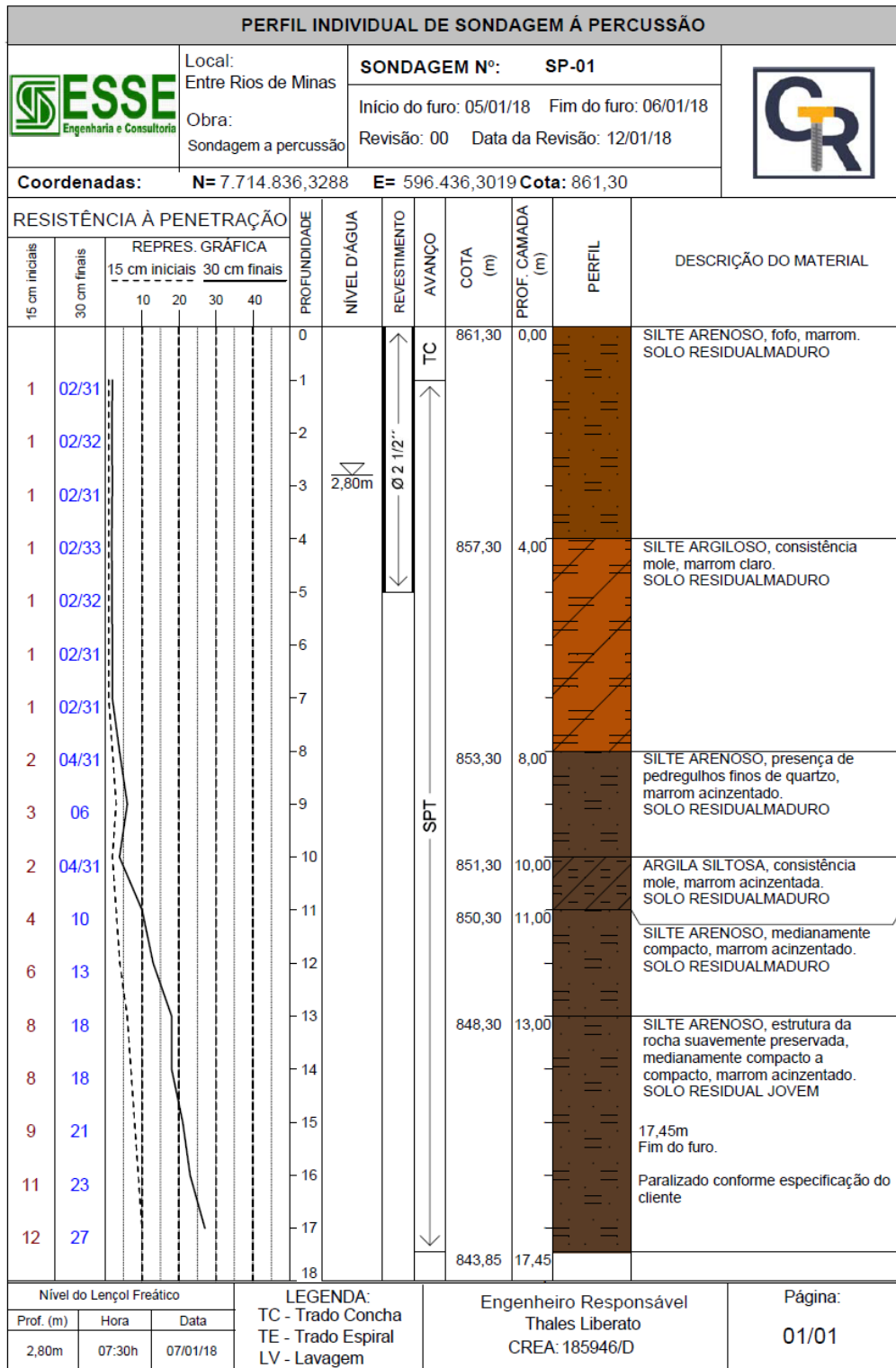
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA
ENTRE RIOS DE MINAS- MG
SONDAGEM A PERCUSSÃO
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº (CONTRATADA)
RT_CC1502_D

PÁGINA
10/24

Nº (CONTRATANTE)

REV.
0



Thales Liberato



GEOTHRA
GEOLOGIA
& GEOTÉCNIA



CLIENTE

CLASSIFICAÇÃO
CONCLUSIVO

ESTUDO GEOTÉCNICO

ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA
ENTRE RIOS DE MINAS- MG
SONDAGEM A PERCUSSÃO
RELATÓRIO TÉCNICO

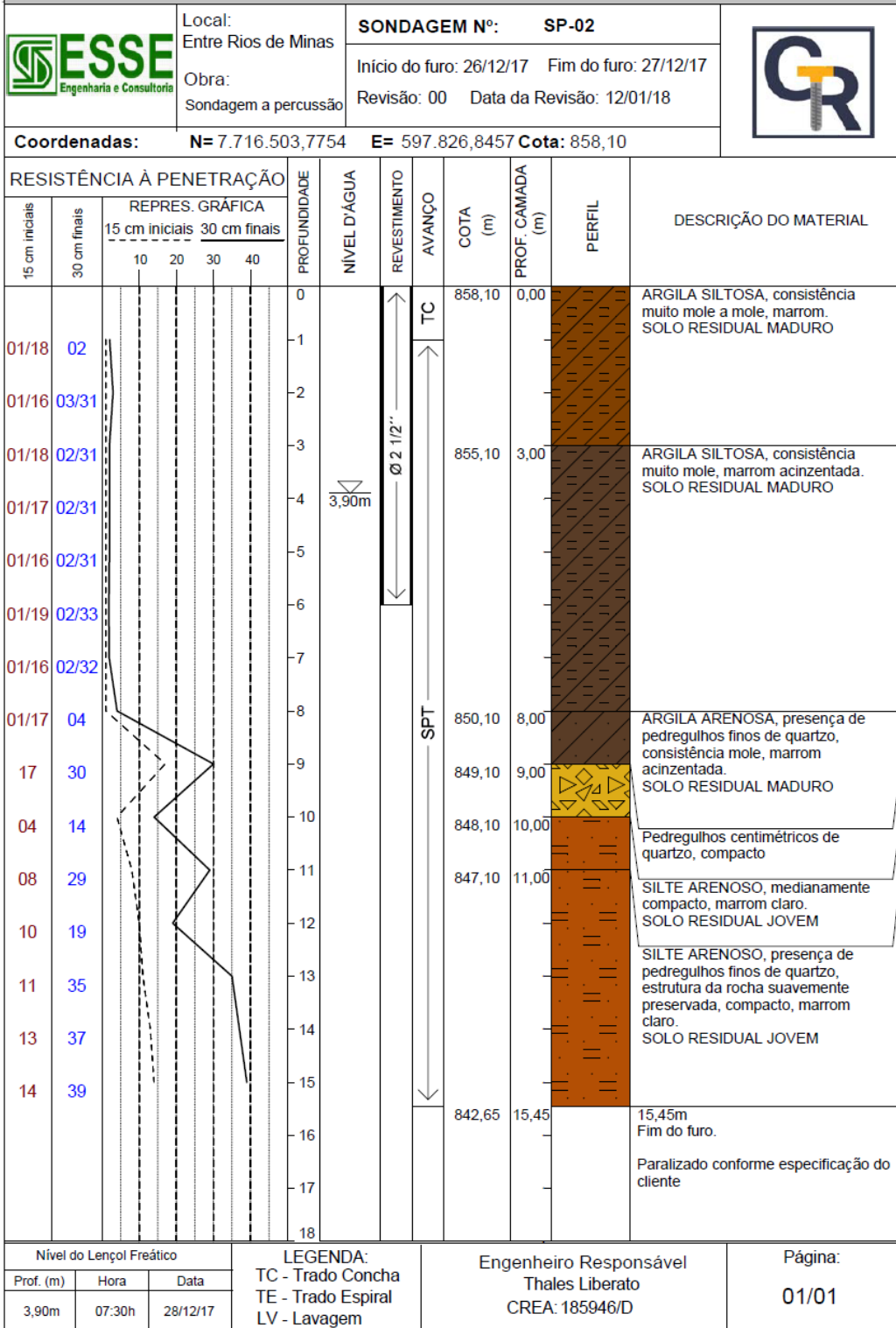
Nº (CONTRATADA)
RT_CC1502_D

PÁGINA
11/24

Nº (CONTRATANTE)

REV.
0

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM À PERCUSSÃO



Thales Liberato



GEOTHRA
GEOLOGIA
& GEOTECNIA



CLIENTE

CLASSIFICAÇÃO
CONCLUSIVO

ESTUDO GEOTÉCNICO

ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA
ENTRE RIOS DE MINAS- MG
SONDAGEM A PERCUSSÃO
RELATÓRIO TÉCNICO

Nº (CONTRATADA)
RT_CC1502_D

PÁGINA
12/24

Nº (CONTRATANTE)

REV.
0

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM Á PERCUSSÃO



Local:
Entre Rios de Minas
Obra:
Sondagem a percussão

SONDAGEM Nº: **SP-03**

Início do furo: 27/12/17 Fim do furo: 28/12/17



Revisão: 00 Data da Revisão: 12/01/18





Coordenadas: **N= 7.716.723,5263 E= 597.706,3445 Cota: 860,10**

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO				PROFUNDIDADE	NÍVEL D'ÁGUA	REVESTIMENTO	AVANÇO	COTA (m)	PROF. CAMADA (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
15 cm iniciais	30 cm finais	REPRES. GRÁFICA									
		15 cm iniciais	30 cm finais	10	20	30	40				
				0	seco	TC	TC	860,10	0,00		ARGILA ARENOSA, consistência mole a media, marrom avermelhada. SOLO RESIDUAL MADURO
02	05			1		Ø 2 1/2"					
02	06			2							
03	07			3							
03	08			4							
03	10			5							
03	08			6				854,10	3,00		ARGILA ARENOSA, consistência media, cinza. SOLO RESIDUAL MADURO
03	08			7							
04	07			8				852,10	8,00		SILTE ARENOSO, presença de pedregulhos finos a centimétricos de quartzo, pouco compacto a medianamente compacto, marrom acinzentado. SOLO RESIDUAL MADURO
08	06			9							
04	09			10							
04	11			11							
06	18			12				848,10	9,00		SILTE ARENOSO, estrutura da rocha suavemente preservada, medianamente compacto a compacto, marrom claro. SOLO RESIDUAL JOVEM
07	19			13							
09	19			14							
11	32			15							
13	34			16							
13	36			17							
				18				842,65	17,45		17,45m Fim do furo. Paralizado conforme especificação do cliente
Nível do Lençol Freático				LEGENDA:				Engenheiro Responsável		Página:	
Prof. (m)	Hora	Data		TC - Trado Concha	Thales Liberato			CREA: 185946/D		01/01	
seco	07:30h	28/12/17		TE - Trado Espiral							
				LV - Lavagem							

Thales Liberato



	GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 17/24	
			Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	

ANEXO C – REGISTRO FOTOGRÁFICO

 GEOETHRA GEOLÓGIA & GEOTÉCNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)		REV. 0



SP-01



 GEOETHRA GEOLÓGIA & GEOTÉCNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 19/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	



SP-02



 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 20/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	



SP-03



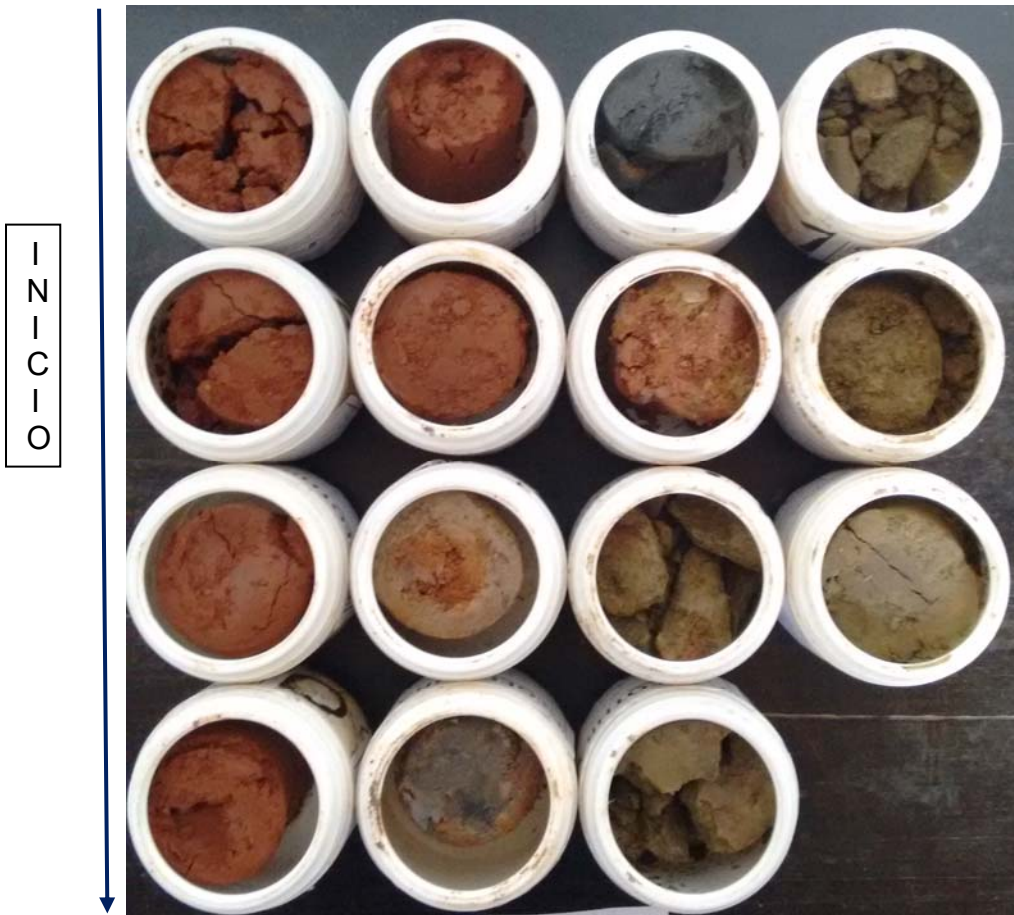
 GEOETHRA GEOLÓGIA & GEOTÉCNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 21/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	



SP-04



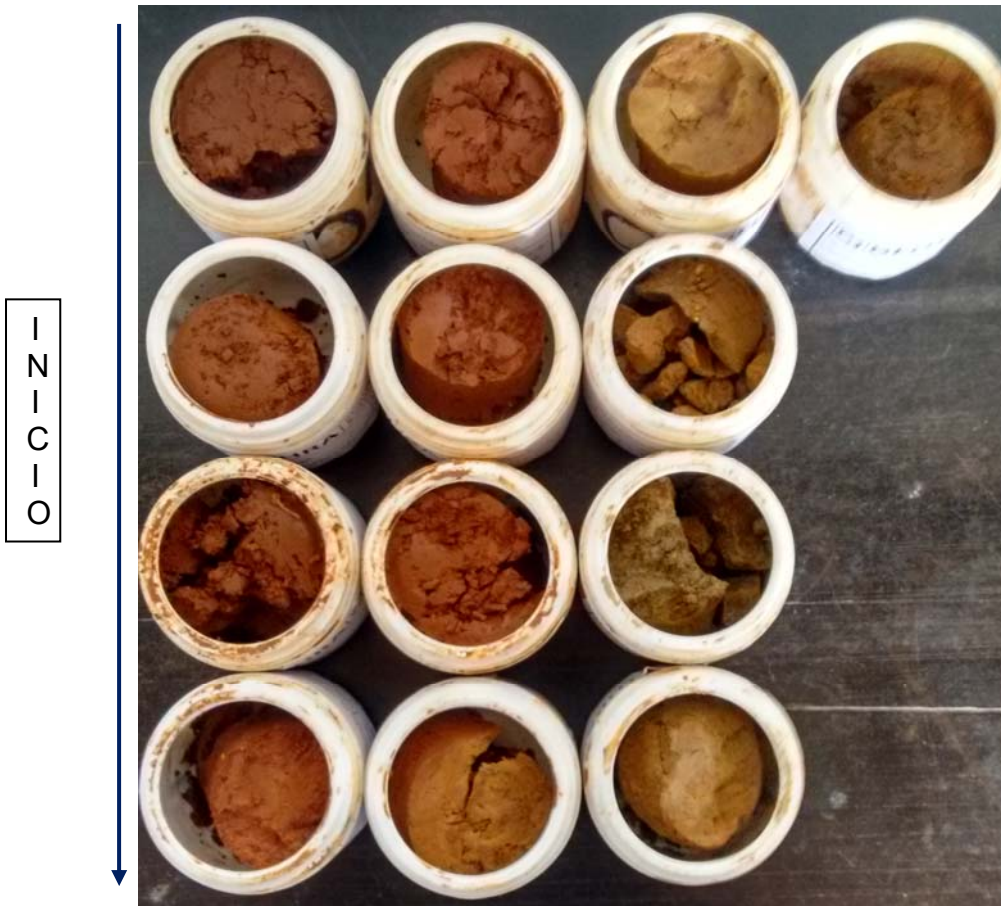
 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 22/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	



SP-05



 GEOETHRA GEOLÓGIA & GEOTÉCNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 23/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	

SP-06



 GEOTHRA GEOLOGIA & GEOTECNIA	CLIENTE  ESSE Engenharia e Consultoria	CLASSIFICAÇÃO CONCLUSIVO	ESTUDO GEOTÉCNICO	
			Nº (CONTRATADA) RT_CC1502_D	PÁGINA 24/24
ESSE ENGENHARIA E CONSULTORIA ENTRE RIOS DE MINAS- MG SONDAGEM A PERCUSSÃO RELATÓRIO TÉCNICO		Nº (CONTRATANTE)	REV. 0	

SP- 07

