



CONTRATO 094/15
AS N°072

MUNICÍPIO DE VILA VELHA

**MELHORIA DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DE UNIDADES PRISIONAIS**

**VOLUME IV – PROJETO
ESTRUTURAL**

**MEMORIAL DE CÁLCULO –
ESTRUTURAS DE CONCRETO**

C-050-000-90-4-MC-000 I

Cliente:

CESAN
COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

Codificação ENGESOLO:

SA_PR064_15_MC_11_072_001_A

Codificação CESAN:

C-050-000-90-4-MC-0001

Revisão:

00

Data de Emissão:

DEZEMBRO/18

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE
CONCEPÇÃO E PROJETOS TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**AS 072 – MELHORIA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE
UNIDADES PRISIONAIS**

VOLUME 4 - PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A - COMPLEXO PENITENCIÁRIO XURI

MEMORIAL DE CÁLCULO – ESTRUTURAS DE CONCRETO

Emitido por:

Engesolo Engenharia Ltda.

Local:

Vitória-ES

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº. 094/2015, firmado entre a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento e a Engesolo Engenharia Ltda., referente à prestação de serviços de consultoria para elaboração e/ou estudos de Concepção, Projetos Técnicos, em Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Grande Vitória e no Interior do Estado do Espírito Santo.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a Autorização de Serviço Nº072/094/2015 para Melhoria dos Sistemas de Esgotamento Sanitário empregados nas unidades prisionais no estado do Espírito Santo, nos municípios atendidos pela CESAN: Levantamento das condições atuais de coleta e tratamento de esgoto existentes nas unidades prisionais, com diagnóstico geral e proposta de alternativas para atendimento destas unidades pela CESAN.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

VOLUME I – ESTUDO DE DIAGNÓSTICO

VOLUME II – ESTUDO DE CONCEPÇÃO

VOLUME III – PROJETO HIDRÁULICO

- TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas;
- TOMO B – Estação de Tratamento de Esgoto e Emissário (Desenhos);
- TOMO C – Elevatória de Esgoto Bruto e Recalques (Desenhos);
- TOMO D – Rede Coletora (Desenhos);
- TOMO E – Síntese e Planta Geral;

VOLUME IV – PROJETO ESTRUTURAL

- TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas;
- TOMO B – Estação de Tratamento de Esgoto (Desenhos);
- TOMO C – Elevatória de Esgoto Bruto (Desenhos);
- TOMO D – Recalques (Desenhos);

VOLUME V – PROJETO ELÉTRICO

- TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas;
- TOMO B – Estação de Tratamento de Esgoto (Desenhos);
- TOMO C – Elevatória de Esgoto Bruto (Desenhos);

VOLUME VI – ORÇAMENTO



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
1.1.1. Projeto Hidráulico	7
1.2. NORMAS APLICÁVEIS	7
1.3. ESTRUTURAS DE CONCRETO INTEGRANTES DO PROJETO	7
2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO	8
2.1. CRITÉRIO DE PROJETO	8
2.2. DADOS GERAIS	8
2.2.1. Concreto	8
2.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS.....	8
2.4. CARGAS	9
2.4.1. Cargas Permanentes	9
2.4.2. Cargas Acidentais	9
2.4.3. Peso específico	9
2.4.4. Carregamento nas lajes de fundo.....	9
2.4.5. Carregamento nas paredes lado interno.....	9
2.4.6. Carregamento nas paredes lado externo.....	9
2.5. COMBINAÇÕES.....	10
2.6. SOFTWARES UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO.....	11
3. DIMENSIONAMENTO – TRATAMENTO PRIMARIO.....	12
3.1. MODELAGEM ESTRUTURAL	12
3.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	14
3.3. FUNDAÇÕES.....	23
3.4. ESFORÇOS NAS LAJES E PAREDES.....	41
3.5. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	43
3.6. ARMAÇÃO DAS LAJES SUPERIORES.....	44
3.7. ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	46
4. DIMENSIONAMENTO – CAIXA DE GORDURA	49
4.1. MODELAGEM ESTRUTURAL	49
4.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	50
4.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	56
4.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	65
4.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES.....	66
4.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	68

5.	<i>DIMENSIONAMENTO – EEB E RECIRCULAÇÃO</i>	71
5.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	71
5.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	72
5.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	76
5.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	80
5.5.	ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES	81
5.6.	ARMAÇÃO DAS PAREDES	82
6.	<i>DIMENSIONAMENTO – CDV3</i>	85
6.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	85
6.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	86
6.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	90
6.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	94
6.5.	ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES	96
6.6.	ARMAÇÃO DAS PAREDES	98
7.	<i>DIMENSIONAMENTO – ELEVATÓRIA DE EFLUENTE TRATADO</i>	101
7.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	101
7.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	102
7.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	106
7.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	110
7.5.	ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES	111
7.6.	ARMAÇÃO DAS PAREDES	112
8.	<i>DIMENSIONAMENTO – LEITO DE SECAGEM</i>	115
8.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	115
8.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	116
8.3.	VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO	124
8.4.	ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO	139
8.5.	ARMAÇÃO DAS PAREDES	140
9.	<i>DIMENSIONAMENTO – CASA DE OPERAÇÃO</i>	143
9.1.	MODELAGEM ESTRUTURAL	143
9.2.	RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	144
9.3.	FUNDAÇÕES	150
10.	<i>DIMENSIONAMENTO – CASA DOS SOPRADORES</i>	159

10.1. MODELAGEM ESTRUTURAL	159
10.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL	160
10.3. FUNDAÇÕES	164

1. INTRODUÇÃO

Este relatório trata do Memorial Descritivo, de Cálculo e de Especificação Técnica do Projeto Estrutural para Implantação/Melhoria dos Sistemas de Esgotamento Sanitário empregados nas unidades prisionais no estado do Espírito Santo, localizada no município de Vila Velha – ES.

1.1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

1.1.1. Projeto Hidráulico

- C-050-000-92-5-XX-0003 a C-050-000-92-5-XX-0032.

1.2. NORMAS APLICÁVEIS

- NBR-6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.
- NBR-6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR-6122 – Projeto e Execução de Fundações.
- NBR-6123 – Forças devidas ao vento em edificações
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento

1.3. ESTRUTURAS DE CONCRETO INTEGRANTES DO PROJETO

- Tratamento primário;
- Caixa de gordura;
- Elevatória de esgoto bruto e recirculação;
- CDV3;
- Elevatória de efluente tratado;
- Leito de secagem;
- Tanque de contato;
- Base da ETE;
- Casa de operação;
- Casa do soprador.

2. CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO

2.1. CRITÉRIO DE PROJETO

O dimensionamento das peças estruturais será feito seguindo as recomendações das normas da ABNT. Foram considerados os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS). O modelo estrutural trata-se de caixas prismáticas aérea, enterradas e/ou semienterradas, com ou sem tampa sendo que serão considerados os esforços devido ao peso próprio, sobrecarga e empuxo interno de água, empuxo externo do solo nas paredes enterradas ou semienterradas.

2.2. DADOS GERAIS

2.2.1. Concreto

- Classe de agressividade= III(forte)
- Abertura máxima das fissuras= 0,3mm
- Dimensões do agregado= 19mm
- f_{ck} = 30 MPa
- Cobrimento de 4,0 cm
- Aço Ca-50

2.3. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Não foram realizadas campanhas de sondagem. Por determinação da Cesan foi adotada, para todas as unidades, a tensão admissível de 1,50 kgf/cm². Para determinação dos parâmetros, que são calculados em função no número N_{SPT} , foi considerado o $N_{SPT} = 8$. O coeficiente de recalque foi calculado pela equação a seguir.

$$CRV = N_{SPT} \times 3.000 \text{ (solos argilosos)} [kN/m^3]$$

Os parâmetros comuns adotados para todas as estruturas são peso específico ($\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$) e coeficiente de empuxo determinado pela equação abaixo, considerado o ângulo de atrito $\varphi = 30^\circ$:

$$K = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = tg^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0,333$$

A tabela a seguir apresenta os demais parâmetros adotados no dimensionamento de cada estrutura:

Tabela 1. Parâmetros geotécnicos para todas unidades.

Unidade	Nº SPT	NSPT	Tensão Admissível (kgf/cm ²)	Coefficiente de Recalque Vertical (kN/m ³)
TODAS	01	8	1,50	24.000,00

2.4. CARGAS

2.4.1. Cargas Permanentes

- Peso próprio gerada eletronicamente pelo programa

2.4.2. Cargas Acidentais

- Sobrecarga = 2,00 kN/m²
- Sobrecarga de equipamentos sobre as lajes.

2.4.3. Peso específico

- Concreto = 25,00 kN/m³
- Água = 10,00 kN/m³
- Material de enchimento do leito de secagem = 22,00 kN/m²

2.4.4. Carregamento nas lajes de fundo

- Peso da água considerando o pior cenário com a estrutura 100% cheia.

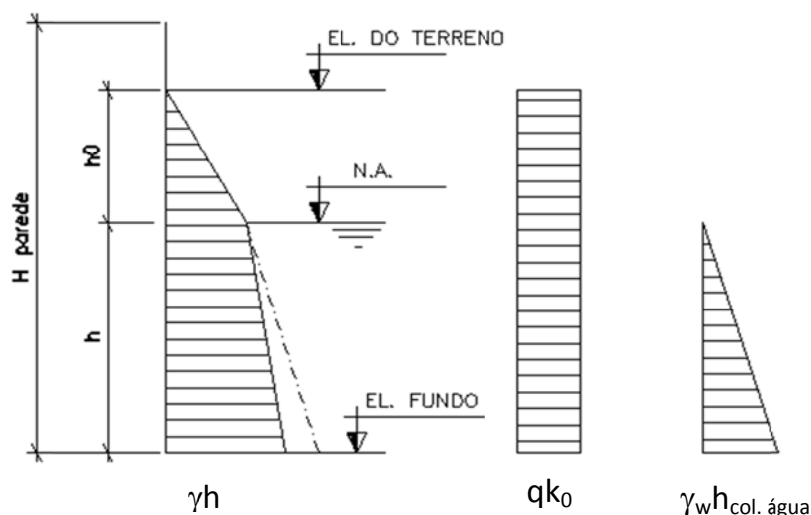
2.4.5. Carregamento nas paredes lado interno

- Considerando a caixa cheia de água temos;

$$P_{agua} = \gamma_{agua} \cdot h_{agua}$$

2.4.6. Carregamento nas paredes lado externo

- Para o trecho aéreo a carga externa será igual a 0.
- Para o trecho enterrado ou semienterrado temos;



A carga q para carga retangular será utilizada nas estruturas sobre efeito de tráfego de veículos, cujo valor será de 25,00 kN/m².

2.5. COMBINAÇÕES

Para o dimensionamento das estruturas foram considerados, de acordo com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os estados limites de utilização (flechas, aberturas de fissuras) e o último (segurança), sempre considerando as questões relativas à durabilidade da estrutura.

As combinações de ações de ações usadas no cálculo foram de acordo com NBR 8691:2003.

Combinações últimas (ELU), que para o edifício em causa são consideradas Normais, "Esgotamento da capacidade resistente para elementos estruturais de concreto armado", sendo o cálculo das solicitações:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q \left[F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \Psi_{Oj} F_{Qj,k} \right]$$

De acordo com a tabela 11.3 da NBR 6118:2014

Os valores dos Coeficientes de ponderação das ações (γ_f) no estado-limite último (ELU), foram os utilizados nas tabelas 11.1 e 11.2 da NBR 6118:2014.

Combinações de serviço (ELS)

a) Combinações quase permanentes (CQP)



$$F_d = \sum F_{gi,k} + \sum \psi_{2j} \cdot F_{gj,k}$$

b) Combinações frequentes (CF)

$$F_d = \sum F_{gi,k} + \psi_{1q1k} + \sum \psi_{2j} \cdot F_{gj,k}$$

c) Combinações raras (CR)

$$F_d = \sum F_{gi,k} + F_{q1k} + \sum \psi_{1j} \cdot F_{gj,k}$$

De acordo com a tabela 11.4 da NBR 6118:2014

Os valores dos Coeficientes de ponderação das ações (γ_f) no estado-limite de serviço (ELS), foram os utilizados na tabela 11.2 da NBR 6118:2014.

A tabela 2 apresenta os coeficientes parciais de segurança utilizados conforme tabela 1 NBR 8681.

Tabela 2 – Coeficientes.

	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente – CP	1,00	1,40	-	-
Sobrecarga – SC	0,00	1,40	1,00	0,80

2.6. SOFTWARES UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO

- Programa SAP 2000
- Strap 12.5
- Planilhas do Excel

3. DIMENSIONAMENTO – TRATAMENTO PRIMARIO

3.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 3.1 a 3.3) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 3.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

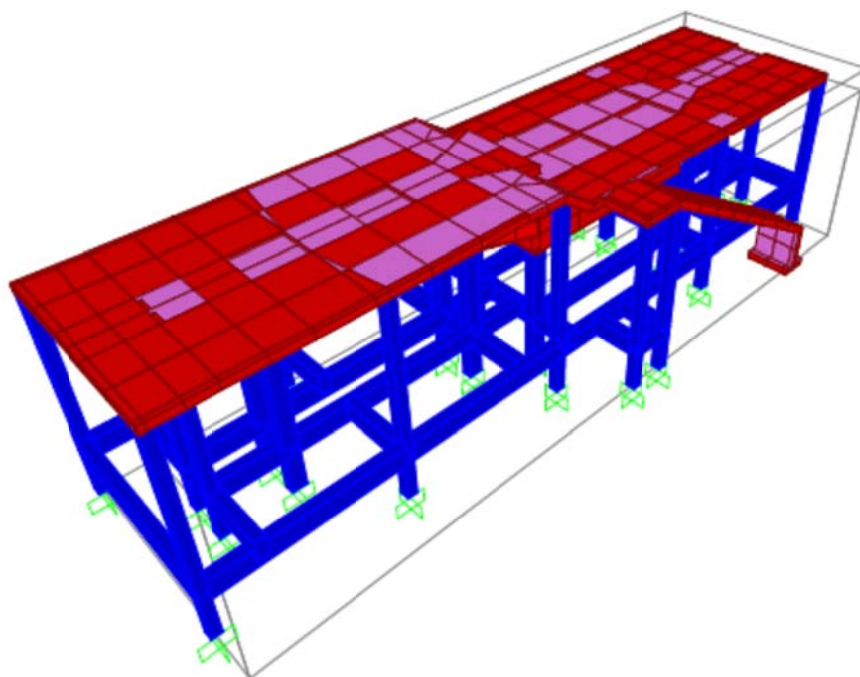


Figura 3.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.

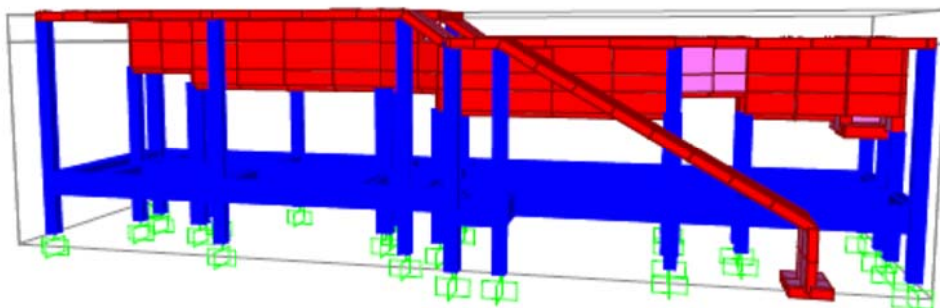
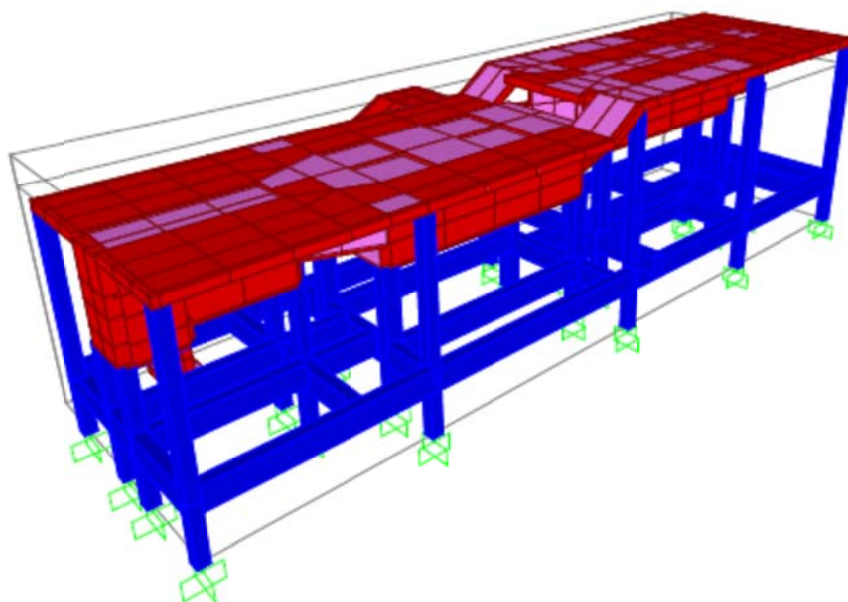


Figura 3.3 – Modelo estrutural 3D vista 3.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

3.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 3.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	8,67	0,68	-0,04	0,14	-0,05
1	Gmax	Combination	-1,27	-1,31	0,00	0,18	-0,06
1	Gmax	Combination	-0,80	1,05	-3,34	-0,52	-0,01
1	Gmax	Combination	9,14	3,04	-3,19	-0,28	0,00
2	Gmax	Combination	-0,39	3,10	0,00	0,19	-0,06
2	Gmax	Combination	-1,51	2,88	0,00	-0,05	-0,09
2	Gmax	Combination	-1,80	1,43	-3,81	-0,68	-0,04
2	Gmax	Combination	-0,68	1,65	-3,34	-0,52	-0,01
3	Gmax	Combination	-1,67	2,07	0,01	0,00	-0,06
3	Gmax	Combination	2,49	2,90	-0,01	0,29	0,04
3	Gmax	Combination	2,22	1,56	-3,64	-0,64	0,02
3	Gmax	Combination	-1,94	0,72	-3,85	-0,87	-0,07
4	Gmax	Combination	-6,41	-0,07	-0,65	0,23	-0,03
4	Gmax	Combination	1,29	1,47	-0,57	0,04	0,01
4	Gmax	Combination	0,98	-0,08	-0,01	0,04	-0,02
4	Gmax	Combination	-6,72	-1,62	0,03	-0,11	-0,06
5	Gmax	Combination	1,41	2,07	-0,57	0,04	0,02
5	Gmax	Combination	1,17	2,03	-0,70	-0,06	0,07
5	Gmax	Combination	0,12	-3,24	-0,01	0,03	0,08
5	Gmax	Combination	0,35	-3,19	0,00	0,06	0,04
6	Gmax	Combination	1,03	1,32	-0,74	-0,25	0,02
6	Gmax	Combination	-0,75	0,96	-1,04	-0,12	-0,02
6	Gmax	Combination	-1,43	-2,42	0,01	0,05	0,02
6	Gmax	Combination	0,35	-2,06	0,00	0,09	0,07
7	Gmax	Combination	17,11	1,18	-1,96	-0,57	-0,31
7	Gmax	Combination	0,74	-2,10	-2,33	-1,41	-0,23
7	Gmax	Combination	4,63	17,36	0,31	-3,02	-0,13
7	Gmax	Combination	21,00	20,63	1,32	1,62	-0,20
8	Gmax	Combination	6,13	-1,02	2,46	0,67	-0,27
8	Gmax	Combination	7,04	-0,84	2,06	1,36	-0,19
8	Gmax	Combination	2,77	-22,19	-2,22	-2,52	-0,32
8	Gmax	Combination	1,86	-22,38	-2,21	2,02	-0,41
9	Gmax	Combination	29,83	18,15	1,90	2,80	-0,30
9	Gmax	Combination	25,13	-5,39	-1,80	-0,58	-0,14

9	Gmax	Combination	15,95	-7,22	-1,04	-1,23	-0,09
9	Gmax	Combination	20,66	16,31	-0,09	-4,21	-0,26
10	Gmax	Combination	0,75	-2,06	-2,33	-1,41	0,23
10	Gmax	Combination	17,16	1,22	-1,96	-0,56	0,31
10	Gmax	Combination	21,05	20,70	1,32	1,56	0,21
10	Gmax	Combination	4,64	17,42	0,31	-3,03	0,13
11	Gmax	Combination	7,05	-0,80	2,06	1,36	0,19
11	Gmax	Combination	6,14	-0,98	2,46	0,66	0,27
11	Gmax	Combination	1,82	-22,60	-2,21	2,01	0,41
11	Gmax	Combination	2,73	-22,42	-2,22	-2,54	0,32
12	Gmax	Combination	20,72	16,63	-0,09	-4,21	0,27
12	Gmax	Combination	15,92	-7,36	-1,04	-1,23	0,10
12	Gmax	Combination	25,31	-5,49	-1,81	-0,57	0,15
12	Gmax	Combination	30,11	18,51	1,88	2,69	0,32
13	Gmax	Combination	47,01	-1,01	-1,03	-0,42	0,22
13	Gmax	Combination	47,24	0,13	0,42	0,51	0,06
13	Gmax	Combination	49,85	0,65	-0,45	-2,43	0,01
13	Gmax	Combination	49,63	-0,49	-1,22	-1,27	0,17
14	Gmax	Combination	49,60	-0,63	-1,22	-1,27	-0,16
14	Gmax	Combination	49,85	0,62	-0,45	-2,42	0,01
14	Gmax	Combination	47,63	0,18	0,41	0,44	-0,05
14	Gmax	Combination	47,38	-1,07	-1,03	-0,42	-0,22
15	Gmax	Combination	51,47	0,97	0,12	0,45	-0,09
15	Gmax	Combination	52,70	7,14	-1,76	-0,83	-0,08
15	Gmax	Combination	34,62	3,53	-1,91	-1,55	-0,05
15	Gmax	Combination	33,39	-2,64	-0,42	-2,42	-0,07
16	Gmax	Combination	33,38	-2,68	-0,42	-2,42	0,08
16	Gmax	Combination	34,53	3,10	-1,92	-1,56	0,06
16	Gmax	Combination	53,96	6,99	-1,79	-0,85	0,09
16	Gmax	Combination	52,80	1,21	0,11	0,38	0,11
17	Gmax	Combination	-11,03	-5,60	-1,95	-0,87	0,03
17	Gmax	Combination	-11,88	-9,81	3,67	2,26	0,24
17	Gmax	Combination	1,07	-7,22	2,91	-2,77	0,23
17	Gmax	Combination	1,92	-3,01	-1,94	-1,56	0,02
18	Gmax	Combination	1,83	-3,44	-1,94	-1,56	-0,02
18	Gmax	Combination	1,16	-6,77	2,91	-2,76	-0,22
18	Gmax	Combination	-9,50	-8,91	3,68	2,15	-0,24
18	Gmax	Combination	-8,83	-5,57	-1,97	-0,88	-0,04
19	Gmax	Combination	-40,83	-5,12	-3,37	0,45	0,82
19	Gmax	Combination	-17,76	-0,51	0,34	-1,66	-0,05
19	Gmax	Combination	-19,31	-10,72	1,57	-2,63	-0,25
19	Gmax	Combination	-50,72	-17,00	6,01	3,00	-0,75

20	Gmax	Combination	10,80	-5,96	-1,13	0,65	1,07
20	Gmax	Combination	-36,52	-15,42	-1,16	-3,35	0,38
20	Gmax	Combination	-39,94	-5,37	-0,87	-2,22	0,25
20	Gmax	Combination	2,87	3,19	-0,63	0,82	0,85
21	Gmax	Combination	8,82	-5,50	0,98	-0,85	-1,03
21	Gmax	Combination	-36,36	-14,54	1,14	3,26	-0,37
21	Gmax	Combination	-40,07	-5,51	0,88	2,25	-0,26
21	Gmax	Combination	0,35	2,57	0,57	-1,00	-0,84
22	Gmax	Combination	-39,85	-5,10	3,38	-0,63	-0,81
22	Gmax	Combination	-17,91	-0,71	-0,33	1,69	0,04
22	Gmax	Combination	-19,17	-10,34	-1,57	2,62	0,24
22	Gmax	Combination	-49,94	-16,49	-6,00	-2,91	0,81
23	Gmax	Combination	-16,92	-57,21	3,08	2,94	0,27
23	Gmax	Combination	-17,88	-57,40	-1,32	-4,34	0,22
23	Gmax	Combination	-7,82	-10,44	-1,51	-3,49	0,64
23	Gmax	Combination	-4,25	-9,73	-0,18	0,83	0,98
24	Gmax	Combination	-20,10	-62,00	-2,95	-3,31	-0,36
24	Gmax	Combination	-17,46	-61,47	1,42	4,83	-0,09
24	Gmax	Combination	-7,39	-9,65	1,49	3,41	-0,52
24	Gmax	Combination	-5,87	-9,35	0,07	-1,04	-0,99
25	Gmax	Combination	52,98	31,06	-1,73	-0,74	-0,38
25	Gmax	Combination	-4,15	19,63	-1,01	-3,14	-0,91
25	Gmax	Combination	6,35	72,15	-0,53	-5,19	-0,77
25	Gmax	Combination	63,49	83,58	4,49	3,48	-0,24
26	Gmax	Combination	15,82	23,63	-1,59	-0,72	-0,71
26	Gmax	Combination	8,83	-11,35	-0,67	1,28	-0,45
26	Gmax	Combination	45,40	-4,03	-0,98	-2,85	0,05
26	Gmax	Combination	52,40	30,94	-1,15	-3,17	-0,21
27	Gmax	Combination	58,48	0,13	-0,09	0,91	0,00
27	Gmax	Combination	56,62	-0,24	-0,78	-2,39	-0,02
27	Gmax	Combination	56,30	-1,85	-0,90	-2,83	-0,06
27	Gmax	Combination	58,16	-1,48	-0,27	1,36	-0,05
28	Gmax	Combination	57,76	-2,23	-0,82	1,06	-0,02
28	Gmax	Combination	58,08	-2,16	-1,08	-2,57	0,01
28	Gmax	Combination	58,54	0,15	-0,99	-2,43	-0,03
28	Gmax	Combination	58,22	0,08	-0,03	0,92	-0,06
29	Gmax	Combination	19,95	-9,79	-1,67	0,89	0,45
29	Gmax	Combination	34,01	60,53	2,30	2,40	0,48
29	Gmax	Combination	36,95	61,12	-0,52	-4,43	0,26
29	Gmax	Combination	22,89	-9,20	-0,78	-2,51	0,23
30	Gmax	Combination	-4,16	19,61	-1,01	-3,16	0,87
30	Gmax	Combination	56,99	31,84	-1,72	-0,69	0,54

30	Gmax	Combination	68,25	88,13	4,54	3,15	0,39
30	Gmax	Combination	7,10	75,90	-0,52	-5,12	0,72
31	Gmax	Combination	52,39	30,92	-1,15	-3,19	0,30
31	Gmax	Combination	45,20	-5,06	-1,00	-2,96	0,02
31	Gmax	Combination	9,80	-12,14	-0,82	1,11	0,46
31	Gmax	Combination	16,99	23,84	-1,58	-0,66	0,74
32	Gmax	Combination	56,30	-1,82	-0,76	-2,27	0,05
32	Gmax	Combination	63,85	-0,31	-0,24	0,34	0,01
32	Gmax	Combination	63,63	-1,38	-0,28	1,22	0,06
32	Gmax	Combination	56,09	-2,88	-0,92	-2,95	0,10
33	Gmax	Combination	57,80	-3,52	-1,08	-2,57	-0,07
33	Gmax	Combination	62,77	-2,52	-0,88	0,91	0,01
33	Gmax	Combination	63,18	-0,44	-0,23	0,35	0,09
33	Gmax	Combination	58,22	-1,44	-0,97	-2,31	0,00
34	Gmax	Combination	22,62	-10,55	-0,78	-2,51	-0,28
34	Gmax	Combination	37,38	63,25	-0,51	-4,37	-0,29
34	Gmax	Combination	36,00	62,98	2,38	2,07	-0,54
34	Gmax	Combination	21,24	-10,83	-1,81	0,73	-0,52
35	Gmax	Combination	18,73	2,93	-0,65	0,31	-1,04
35	Gmax	Combination	4,94	0,17	-1,53	-2,38	-0,69
35	Gmax	Combination	-5,16	-52,91	-1,54	-4,26	-0,15
35	Gmax	Combination	5,28	-50,82	2,12	2,99	-0,41
36	Gmax	Combination	19,33	5,95	2,08	-0,32	-1,34
36	Gmax	Combination	-9,21	0,24	1,28	2,23	-0,53
36	Gmax	Combination	-19,76	-24,54	-2,61	-2,67	-0,57
36	Gmax	Combination	2,85	-20,02	-2,49	1,59	-0,08
37	Gmax	Combination	-19,26	-24,28	2,63	2,76	0,50
37	Gmax	Combination	1,56	-20,12	2,70	-1,14	0,07
37	Gmax	Combination	17,36	5,99	-2,18	0,50	1,34
37	Gmax	Combination	-9,37	0,64	-1,27	-2,19	0,47
38	Gmax	Combination	17,05	2,82	-0,63	0,52	1,07
38	Gmax	Combination	3,39	-52,72	2,26	3,26	0,41
38	Gmax	Combination	-4,99	-54,40	-1,58	-4,44	0,09
38	Gmax	Combination	4,75	0,36	-1,53	-2,37	0,65
39	Gmax	Combination	20,44	0,01	-1,42	-1,18	0,06
39	Gmax	Combination	11,37	-1,81	-1,14	-1,63	0,00
39	Gmax	Combination	14,89	15,79	0,02	-4,33	-0,42
39	Gmax	Combination	23,97	17,61	0,87	2,82	-0,36
40	Gmax	Combination	11,12	-3,08	-1,14	-1,62	-0,06
40	Gmax	Combination	20,41	-1,22	-1,47	-0,87	-0,02
40	Gmax	Combination	24,34	18,42	0,75	2,16	0,45
40	Gmax	Combination	15,05	16,57	0,01	-4,37	0,41

41	Gmax	Combination	16,31	-15,29	-1,80	-1,68	0,27
41	Gmax	Combination	34,57	-11,64	-0,63	-0,53	0,29
41	Gmax	Combination	37,33	2,16	-0,80	-0,73	-0,15
41	Gmax	Combination	19,07	-1,49	-1,03	-1,59	-0,17
42	Gmax	Combination	35,61	-15,64	-0,91	-0,09	-0,25
42	Gmax	Combination	15,43	-19,68	-1,79	-1,63	-0,15
42	Gmax	Combination	19,33	-0,22	-1,03	-1,60	0,17
42	Gmax	Combination	39,50	3,82	-0,79	-1,06	0,06
43	Gmax	Combination	8,23	22,62	-0,90	-4,64	-0,24
43	Gmax	Combination	2,78	21,54	3,62	1,08	-0,63
43	Gmax	Combination	-1,57	-0,24	-1,82	-0,32	-0,98
43	Gmax	Combination	3,87	0,85	0,84	0,00	-0,59
44	Gmax	Combination	-1,99	16,04	2,16	3,00	0,19
44	Gmax	Combination	7,28	17,89	-0,87	-4,49	0,07
44	Gmax	Combination	4,85	5,76	0,83	-0,05	0,36
44	Gmax	Combination	-4,41	3,91	-0,10	-0,31	0,49
45	Gmax	Combination	9,36	40,25	-0,15	-0,44	0,10
45	Gmax	Combination	-0,59	-9,52	0,13	-0,08	0,10
45	Gmax	Combination	46,91	-0,02	-0,05	-0,11	0,12
45	Gmax	Combination	56,86	49,75	0,11	0,00	0,12
46	Gmax	Combination	-36,68	-96,36	0,10	-0,43	-0,03
46	Gmax	Combination	-12,22	25,98	0,02	-0,06	-0,12
46	Gmax	Combination	7,29	29,88	0,17	0,10	-0,03
46	Gmax	Combination	-17,18	-92,46	-0,28	-1,12	0,07
47	Gmax	Combination	-34,18	-37,34	-0,46	0,10	-0,27
47	Gmax	Combination	-24,51	10,97	0,15	0,02	-0,05
47	Gmax	Combination	-14,83	12,91	0,02	-0,05	-0,03
47	Gmax	Combination	-24,49	-35,41	0,10	-0,44	-0,25
48	Gmax	Combination	24,95	-4,42	0,06	-0,10	0,00
48	Gmax	Combination	28,24	12,06	0,03	0,11	-0,04
48	Gmax	Combination	89,88	24,39	0,00	0,10	-0,01
48	Gmax	Combination	86,58	7,91	0,02	-0,10	0,03
49	Gmax	Combination	-6,93	27,04	0,06	-0,05	-0,04
49	Gmax	Combination	-13,01	-3,37	0,07	0,15	-0,05
49	Gmax	Combination	26,75	4,58	0,02	0,05	-0,04
49	Gmax	Combination	32,83	34,99	0,10	0,09	-0,03
50	Gmax	Combination	-122,07	-8,54	0,34	0,06	-0,13
50	Gmax	Combination	-122,13	-8,84	-0,17	0,24	-0,13
50	Gmax	Combination	-9,61	13,66	0,07	0,14	-0,08
50	Gmax	Combination	-9,55	13,97	0,06	-0,04	-0,08
51	Gmax	Combination	31,28	12,67	0,06	0,12	-0,04
51	Gmax	Combination	27,61	-5,66	0,02	0,01	-0,03

51	Gmax	Combination	89,09	6,64	0,08	0,01	-0,05
51	Gmax	Combination	92,75	24,96	0,02	0,10	-0,06
52	Gmax	Combination	-20,15	-4,80	-0,02	0,13	-0,03
52	Gmax	Combination	-14,40	23,93	0,11	0,08	-0,03
52	Gmax	Combination	35,53	33,91	0,04	0,11	-0,03
52	Gmax	Combination	29,78	5,19	0,04	0,05	-0,03
53	Gmax	Combination	-56,03	4,38	0,04	0,28	-0,02
53	Gmax	Combination	-56,80	0,52	-0,04	0,14	0,03
53	Gmax	Combination	-17,51	8,38	0,11	0,08	0,01
53	Gmax	Combination	-16,74	12,24	-0,02	0,13	-0,04
54	Gmax	Combination	14,57	-8,27	0,10	0,03	-0,08
54	Gmax	Combination	25,31	45,46	-0,09	0,01	-0,08
54	Gmax	Combination	47,05	49,81	0,08	0,12	-0,07
54	Gmax	Combination	36,31	-3,92	-0,06	-0,01	-0,07
55	Gmax	Combination	13,70	29,55	-0,01	0,05	0,00
55	Gmax	Combination	-9,71	-87,48	0,07	-0,08	-0,05
55	Gmax	Combination	-0,92	-85,73	-0,16	-0,32	-0,08
55	Gmax	Combination	22,48	31,30	0,12	0,12	-0,04
56	Gmax	Combination	-33,76	5,13	0,27	0,20	0,02
56	Gmax	Combination	-41,35	-32,84	-0,20	-0,02	0,04
56	Gmax	Combination	3,00	-23,96	0,07	-0,08	0,01
56	Gmax	Combination	10,59	14,00	-0,01	0,06	-0,01
57	Gmax	Combination	-54,87	-160,61	0,50	1,60	0,55
57	Gmax	Combination	-18,49	-153,34	-0,41	0,00	0,30
57	Gmax	Combination	21,50	46,61	1,02	0,90	0,12
57	Gmax	Combination	-14,88	39,34	0,06	2,41	0,38
58	Gmax	Combination	-15,10	39,29	0,06	2,41	-0,38
58	Gmax	Combination	21,82	46,68	1,05	0,91	-0,13
58	Gmax	Combination	-18,31	-153,99	-0,39	0,04	-0,31
58	Gmax	Combination	-55,24	-161,38	0,51	1,59	-0,56
59	Gmax	Combination	-47,27	17,48	0,37	1,41	0,05
59	Gmax	Combination	63,71	39,67	-0,39	-0,80	0,15
59	Gmax	Combination	26,79	-144,93	0,49	-0,08	0,19
59	Gmax	Combination	-84,19	-167,13	0,25	-0,20	0,10
60	Gmax	Combination	-81,76	-161,66	0,21	-0,25	-0,06
60	Gmax	Combination	25,69	-140,17	0,43	-0,13	-0,16
60	Gmax	Combination	61,57	39,25	-0,33	-0,79	-0,14
60	Gmax	Combination	-45,87	17,76	0,35	1,40	-0,04
61	Gmax	Combination	-53,48	14,89	-0,09	-0,33	-0,08
61	Gmax	Combination	82,92	42,17	0,94	1,09	-0,32
61	Gmax	Combination	45,37	-145,56	-1,09	2,07	-0,19
61	Gmax	Combination	-91,02	-172,84	-0,34	0,77	0,04

62	Gmax	Combination	-86,15	-168,21	-0,32	0,77	-0,07
62	Gmax	Combination	42,38	-142,51	-1,09	1,88	0,14
62	Gmax	Combination	79,16	41,42	0,94	1,09	0,30
62	Gmax	Combination	-49,36	15,71	0,01	-0,31	0,08
63	Gmax	Combination	-55,34	-147,58	-0,24	1,14	0,46
63	Gmax	Combination	-15,09	-139,53	-0,18	1,90	0,42
63	Gmax	Combination	20,44	38,12	0,79	-0,31	0,18
63	Gmax	Combination	-19,81	30,07	0,37	3,85	0,22
64	Gmax	Combination	-14,84	-141,98	-0,12	1,91	-0,46
64	Gmax	Combination	-55,35	-150,08	-0,07	1,32	-0,47
64	Gmax	Combination	-19,30	30,18	0,34	3,85	-0,24
64	Gmax	Combination	21,21	38,28	0,79	-0,31	-0,23
65	Gmax	Combination	-27,41	-23,24	1,56	1,60	0,23
65	Gmax	Combination	1,29	-17,50	0,08	-0,64	-0,08
65	Gmax	Combination	14,18	46,94	-0,01	0,61	0,02
65	Gmax	Combination	-14,53	41,19	-0,39	1,98	0,34
66	Gmax	Combination	-23,03	-22,37	1,59	1,61	-0,52
66	Gmax	Combination	-11,16	36,96	-0,50	1,38	-0,59
66	Gmax	Combination	8,24	40,84	0,30	1,47	-0,24
66	Gmax	Combination	-3,62	-18,49	0,10	-0,64	-0,16
67	Gmax	Combination	2,75	-2,92	0,73	3,48	-0,02
67	Gmax	Combination	-2,34	-28,37	0,81	3,29	0,05
67	Gmax	Combination	-3,19	-28,54	0,10	1,08	0,01
67	Gmax	Combination	1,90	-3,09	0,79	1,28	-0,06
68	Gmax	Combination	-13,13	-78,25	0,12	1,16	-0,08
68	Gmax	Combination	-9,16	-77,46	-0,42	-1,38	-0,15
68	Gmax	Combination	11,94	28,02	0,06	-0,74	-0,06
68	Gmax	Combination	7,96	27,22	0,77	1,16	0,01
69	Gmax	Combination	-1,29	-47,63	0,67	4,43	-0,32
69	Gmax	Combination	7,86	-1,90	0,83	3,50	-0,33
69	Gmax	Combination	-18,08	-7,09	0,84	1,29	-0,15
69	Gmax	Combination	-27,23	-52,82	-0,94	-1,23	-0,14
70	Gmax	Combination	-12,02	23,23	0,81	1,17	0,22
70	Gmax	Combination	22,92	30,21	-0,12	-0,77	0,10
70	Gmax	Combination	2,83	-70,21	-0,07	1,54	0,16
70	Gmax	Combination	-32,10	-77,20	-0,84	-0,72	0,28
71	Gmax	Combination	-15,88	-31,08	0,50	3,23	0,19
71	Gmax	Combination	-10,38	-3,61	0,09	0,35	0,20
71	Gmax	Combination	5,64	-0,40	0,07	0,72	-0,12
71	Gmax	Combination	0,14	-27,88	0,19	1,09	-0,14
72	Gmax	Combination	8,22	12,49	0,06	0,66	-0,20
72	Gmax	Combination	13,38	13,53	0,20	0,71	-0,03

72	Gmax	Combination	-4,64	-76,55	-0,36	-1,37	-0,06
72	Gmax	Combination	-9,80	-77,59	0,21	1,18	-0,23
73	Gmax	Combination	19,54	44,31	0,16	0,49	0,08
73	Gmax	Combination	35,71	47,54	0,19	-0,28	-0,02
73	Gmax	Combination	-3,88	-150,41	-0,02	2,20	0,11
73	Gmax	Combination	-20,06	-153,65	-0,18	-0,49	0,21
74	Gmax	Combination	-32,88	-8,11	0,15	0,36	-0,11
74	Gmax	Combination	-31,52	-1,27	0,28	1,21	-0,22
74	Gmax	Combination	-14,96	2,04	0,15	1,09	-0,10
74	Gmax	Combination	-16,32	-4,80	0,07	0,72	0,01
75	Gmax	Combination	-14,15	6,06	0,16	1,10	0,08
75	Gmax	Combination	21,91	13,27	0,03	0,40	0,09
75	Gmax	Combination	22,31	15,31	0,29	0,73	0,00
75	Gmax	Combination	-13,74	8,10	0,06	0,66	-0,01
76	Gmax	Combination	17,69	-7,83	0,05	0,47	0,06
76	Gmax	Combination	46,81	-2,00	0,27	0,40	0,11
76	Gmax	Combination	57,60	51,92	-0,08	-0,34	0,05
76	Gmax	Combination	28,47	46,10	0,24	0,51	0,01
77	Gmax	Combination	-39,48	-2,87	0,28	1,21	-0,36
77	Gmax	Combination	-43,13	-21,13	0,34	3,51	-0,11
77	Gmax	Combination	-14,47	-15,40	0,72	1,38	0,14
77	Gmax	Combination	-10,82	2,87	0,03	1,07	-0,11
78	Gmax	Combination	-11,72	-1,66	0,73	1,39	0,05
78	Gmax	Combination	10,68	2,82	0,19	0,37	0,06
78	Gmax	Combination	12,38	11,36	0,04	0,40	0,14
78	Gmax	Combination	-10,01	6,89	0,03	1,07	0,12
79	Gmax	Combination	18,86	43,74	0,17	0,29	-0,08
79	Gmax	Combination	61,74	52,31	-0,57	-0,59	-0,14
79	Gmax	Combination	51,04	-1,16	0,14	0,38	0,16
79	Gmax	Combination	8,17	-9,73	0,06	0,48	0,23
80	Gmax	Combination	-12,03	-14,91	1,00	3,64	0,45
80	Gmax	Combination	-14,64	-27,95	0,15	1,48	0,35
80	Gmax	Combination	3,47	-24,33	-0,44	0,40	0,07
80	Gmax	Combination	6,08	-11,29	0,69	1,37	0,17
81	Gmax	Combination	-7,75	-80,46	-0,43	0,46	-0,02
81	Gmax	Combination	1,67	-78,58	-0,02	0,13	-0,12
81	Gmax	Combination	18,25	4,33	0,14	0,36	-0,17
81	Gmax	Combination	8,83	2,45	0,70	1,38	-0,07
82	Gmax	Combination	-15,27	-163,24	0,05	0,44	-0,05
82	Gmax	Combination	-43,70	-168,93	0,09	0,95	0,06
82	Gmax	Combination	-2,00	39,57	0,37	-0,40	-0,16
82	Gmax	Combination	26,43	45,25	0,13	0,28	-0,26

83	Gmax	Combination	-0,32	-25,09	-0,09	1,78	0,12
83	Gmax	Combination	-0,50	-26,03	0,26	1,41	0,14
83	Gmax	Combination	15,78	-22,78	0,16	0,35	0,09
83	Gmax	Combination	15,97	-21,83	-0,44	0,04	0,06
84	Gmax	Combination	17,08	-16,28	0,14	0,24	-0,02
84	Gmax	Combination	8,54	-17,99	-0,02	1,05	0,16
84	Gmax	Combination	-3,79	-79,67	-0,32	-0,52	0,17
84	Gmax	Combination	4,75	-77,96	-0,25	0,95	0,00
85	Gmax	Combination	18,37	31,13	-0,13	0,50	0,45
85	Gmax	Combination	-33,20	20,81	-0,31	0,61	0,32
85	Gmax	Combination	-72,29	-174,65	0,78	1,08	0,14
85	Gmax	Combination	-20,72	-164,33	0,02	1,19	0,27
86	Gmax	Combination	0,11	-25,91	-0,15	1,33	0,49
86	Gmax	Combination	3,45	-9,22	1,22	-1,77	0,26
86	Gmax	Combination	13,34	-7,24	-0,07	0,93	-0,36
86	Gmax	Combination	10,00	-23,93	0,31	0,38	-0,13
87	Gmax	Combination	17,26	12,37	-0,11	0,72	-0,19
87	Gmax	Combination	-36,27	1,66	0,09	0,98	-0,07
87	Gmax	Combination	-42,23	-28,14	-0,15	1,02	0,00
87	Gmax	Combination	11,30	-17,44	0,29	0,27	-0,11
88	Gmax	Combination	-32,27	21,65	0,22	1,63	0,00
88	Gmax	Combination	9,42	29,99	-0,70	1,24	0,25
88	Gmax	Combination	9,29	29,31	-0,14	0,65	0,48
88	Gmax	Combination	-32,41	20,97	-0,26	0,48	0,23
89	Gmax	Combination	22,93	-27,54	0,36	-1,78	-0,08
89	Gmax	Combination	-25,26	-37,18	0,72	1,95	-0,53
89	Gmax	Combination	-16,71	5,57	0,04	0,97	-0,41
89	Gmax	Combination	31,48	15,21	0,35	0,81	0,04
90	Gmax	Combination	-37,74	-99,58	0,39	0,27	-0,50
90	Gmax	Combination	-47,68	-101,56	2,43	5,44	-0,17
90	Gmax	Combination	-22,65	23,57	-1,04	1,17	-0,14
90	Gmax	Combination	-12,72	25,56	0,17	1,62	-0,47
91	Gmax	Combination	-48,23	-160,63	0,66	0,72	-0,49
91	Gmax	Combination	-7,17	44,65	0,14	1,45	-0,32
91	Gmax	Combination	31,38	52,36	0,88	0,80	-0,30
91	Gmax	Combination	-9,67	-152,92	0,18	1,18	-0,47
92	Gmax	Combination	-32,27	-98,48	0,83	1,31	-0,06
92	Gmax	Combination	-8,54	20,17	0,04	1,36	-0,04
92	Gmax	Combination	-12,21	19,44	-0,06	0,42	-0,26
92	Gmax	Combination	-35,94	-99,22	1,39	4,39	-0,28
93	Gmax	Combination	-25,15	-37,15	-0,02	-1,23	-0,39
93	Gmax	Combination	-17,61	0,53	0,12	1,50	-0,27

93	Gmax	Combination	-12,26	1,60	0,02	1,26	0,00
93	Gmax	Combination	-19,79	-36,08	0,89	1,60	-0,12
94	Gmax	Combination	23,09	50,70	0,27	1,48	0,05
94	Gmax	Combination	10,57	-11,86	0,25	0,86	0,01
94	Gmax	Combination	57,98	-2,38	0,21	1,11	-0,01
94	Gmax	Combination	70,49	60,18	0,12	0,64	0,03
95	Gmax	Combination	-15,42	18,80	0,05	1,37	-0,03
95	Gmax	Combination	-19,59	-2,06	0,47	1,17	0,00
95	Gmax	Combination	13,87	4,63	0,35	1,34	0,04
95	Gmax	Combination	18,04	25,49	0,07	0,45	0,01

3.3. FUNDAÇÕES

A figura 3.4 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 3.4 – Quadro de cargas.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	20x20	Gmax	0,34	-0,12	17,40	0,17	0,47	0,00
		gmin	0,24	-0,08	12,42	0,12	0,33	0,00
P02	20x20	Gmax	-0,03	-0,16	29,96	0,24	-0,06	0,00
		gmin	-0,02	-0,12	21,40	0,17	-0,04	0,00
P03	20x20	Gmax	-0,17	-0,13	35,40	0,19	-0,26	0,02
		gmin	-0,12	-0,09	25,28	0,13	-0,19	0,02
P04	20x20	Gmax	0,09	-0,28	26,81	0,37	0,11	0,00
		gmin	0,06	-0,20	19,14	0,27	0,08	0,00
P05	20x20	Gmax	-0,45	-0,14	15,83	0,20	-0,57	0,00
		gmin	-0,32	-0,10	11,30	0,14	-0,41	0,00
P06	20x20	Gmax	0,06	-0,05	42,04	0,06	0,06	0,00
		gmin	0,05	-0,04	30,02	0,04	0,04	0,00
P07	20x30	Gmax	0,33	-0,10	85,12	0,12	0,30	-0,01
		gmin	0,23	-0,07	60,78	0,08	0,21	-0,01
P08	20x30	Gmax	-0,05	-0,13	110,27	0,16	-0,12	-0,01
		gmin	-0,03	-0,10	78,74	0,11	-0,09	-0,01
P09	20x30	Gmax	0,53	-0,48	129,50	0,47	0,41	0,03
		gmin	0,38	-0,34	92,47	0,33	0,30	0,02
P10	20x30	Gmax	-0,75	-0,51	124,62	0,52	-0,78	-0,02
		gmin	-0,54	-0,37	88,98	0,37	-0,56	-0,02
P11	20x20	Gmax	-0,07	-0,19	70,57	0,21	-0,10	-0,01

		gmin	-0,05	-0,14	50,39	0,15	-0,07	0,00
P12	20x20	Gmax	-0,37	-0,27	46,32	0,28	-0,37	0,00
		gmin	-0,27	-0,20	33,07	0,20	-0,26	0,00
P13	20x20	Gmax	0,06	0,03	42,17	-0,03	0,05	0,00
		gmin	0,04	0,02	30,11	-0,02	0,04	0,00
P14	20x30	Gmax	0,32	0,05	85,38	-0,04	0,29	0,00
		gmin	0,23	0,04	60,96	-0,03	0,20	0,00
P15	20x30	Gmax	-0,06	0,02	111,05	0,01	-0,14	0,00
		gmin	-0,04	0,01	79,29	0,01	-0,10	0,00
P16	20x30	Gmax	0,52	0,26	133,22	-0,19	0,38	-0,05
		gmin	0,37	0,19	95,12	-0,14	0,27	-0,03
P17	20x30	Gmax	-0,83	0,17	128,83	-0,09	-0,87	0,01
		gmin	-0,59	0,12	91,98	-0,06	-0,62	0,00
P18	20x20	Gmax	-0,07	-0,04	71,01	0,09	-0,10	0,00
		gmin	-0,05	-0,03	50,70	0,06	-0,07	0,00
P19	20x20	Gmax	-0,35	0,00	43,50	0,07	-0,35	0,00
		gmin	-0,25	0,00	31,06	0,05	-0,25	0,00
P20	20x20	Gmax	0,33	0,11	17,40	-0,16	0,46	0,00
		gmin	0,24	0,08	12,43	-0,12	0,33	0,00
P21	20x20	Gmax	-0,03	0,15	30,01	-0,21	-0,06	0,00
		gmin	-0,02	0,11	21,43	-0,15	-0,05	0,00
P22	20x20	Gmax	-0,19	0,12	32,78	-0,15	-0,29	-0,03
		gmin	-0,13	0,08	23,41	-0,11	-0,21	-0,02
P23	20x20	Gmax	0,05	0,24	27,82	-0,28	0,06	0,00
		gmin	0,04	0,17	19,86	-0,20	0,04	0,00
P24	20x20	Gmax	-0,46	0,08	15,82	-0,07	-0,59	0,00
		gmin	-0,33	0,06	11,29	-0,05	-0,42	0,00
P25	20x20	Gmax	-0,06	0,39	-9,63	-0,50	-0,10	-0,02
		gmin	-0,04	0,28	-6,88	-0,35	-0,07	-0,02
P26	20x20	Gmax	1,31	0,98	53,99	-1,23	1,64	-0,07
		gmin	0,94	0,70	38,55	-0,88	1,17	-0,05

As sapatas serão dimensionas

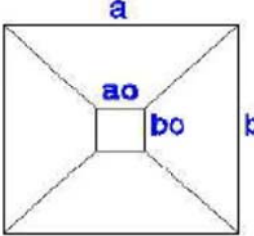
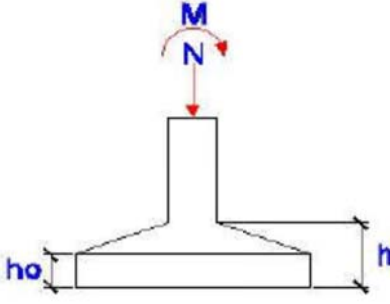
a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao =	20 cm
	bo =	20 cm
Esforços	N =	43,32 kN
	M =	0,37 kN.m
Tensão admissível	σ_{adm} =	1,50 kgf/cm ²
Concreto	fck =	30 MPa
Aço a ser utilizado	CA	50
Cobrimento	c =	4,0 cm

Nota: Editar somente células verdes

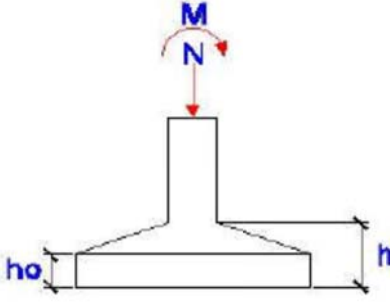



2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \text{3176,8 cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = \text{56 cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = \text{56 cm}$$



Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 60 cm

b = 60 cm

3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$e = \frac{M}{N} = \text{0,01}$

$\frac{a}{6} = \text{10,00}$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$\sigma_{max} = \frac{N}{S} \times \left(1 + \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow \text{1,31 kgf/cm}^2$

$\sigma_{min} = \frac{N}{S} \times \left(1 - \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow \text{1,10 kgf/cm}^2$

$1,3\sigma_{adm} = \text{1,95 kgf/cm}^2$

$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \text{1,20 kgf/cm}^2$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 60 cm

b = 60 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 02/04

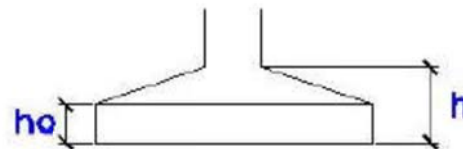
SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-01

DATA: 29/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 8,31 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 14 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 18,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,23 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,036 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 199,70 \text{ kN/m}^2$$

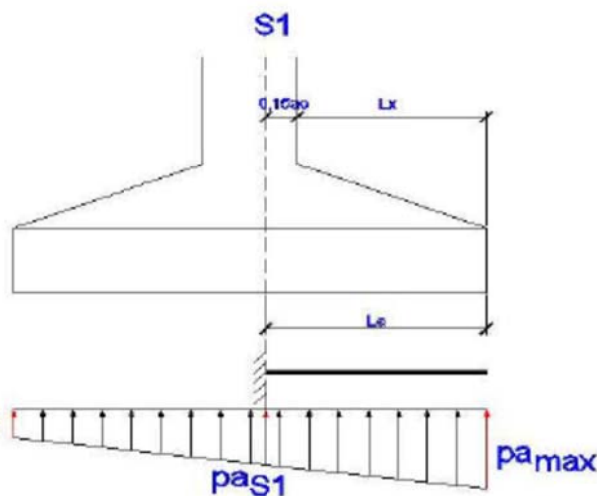
$$\sigma_{min} = 170,92 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 119,82 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 102,55 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 109,17 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 3,08 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,23 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 185,3 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 111,2 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{sdb} = 2,94 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y \cdot d} = 0,88 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 2,25 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	5
10,0	3
12,5	2
16,0	2
20,0	1

 Ø da barra escolhida = 8
 Nº de Barras = 5

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y \cdot d} = 0,69 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

Armadura adotada = 2,25 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	5
10,0	3
12,5	2
16,0	2
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8
Nº de Barras = 5

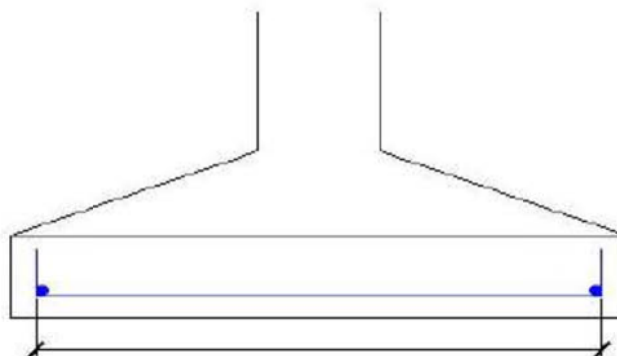
Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valo e comparar com s calculado:

Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro



Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm
Direção b	5	Ø	8	C/	10	cm

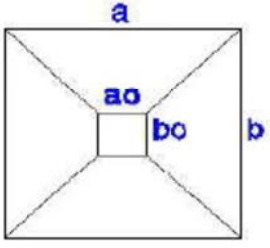
b) Sapatas Grupo II

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI		FOLHA 01/04
SAPATA: S11	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao =	20	cm
	bo =	20	cm
Esforços	N =	71,01	kN
	M =	0,10	kN.m
Tensão admissível	σ_{adm} =	1,50	kgf/cm ²
Concreto	fck =	30	MPa
Aço a ser utilizado	CA	50	
Cobrimento	c =	4,0	cm

Nota: Editar somente células verdes



2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

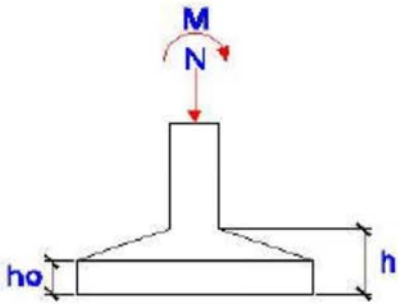
$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \frac{1,10 \times 71,01}{1,50} = 5207,4 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 72 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a} = 72 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

$a = 80 \text{ cm}$
 $b = 80 \text{ cm}$



3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$$e = \frac{M}{N} = \frac{0,10}{71,01} = 0,00$$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 13,33$$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$$

$$\sigma_{max} = 1,12 \text{ kgf/cm}^2 \quad 1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 1,10 \text{ kgf/cm}^2 \quad \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,11 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

$a = 80 \text{ cm}$
 $b = 80 \text{ cm}$

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 02/04

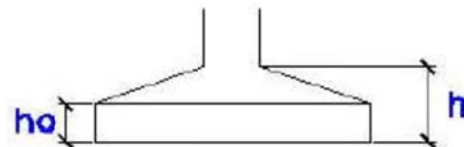
SAPATA: S11

SONDAAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 20,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 20,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 10,64 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 20 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 24,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$Lx = \frac{a - a_0}{2} = 0,30 \text{ m}$$

$$La = Lx + 0,15a_0 = 0,33 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,08533 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 172,51 \text{ kN/m}^2$$

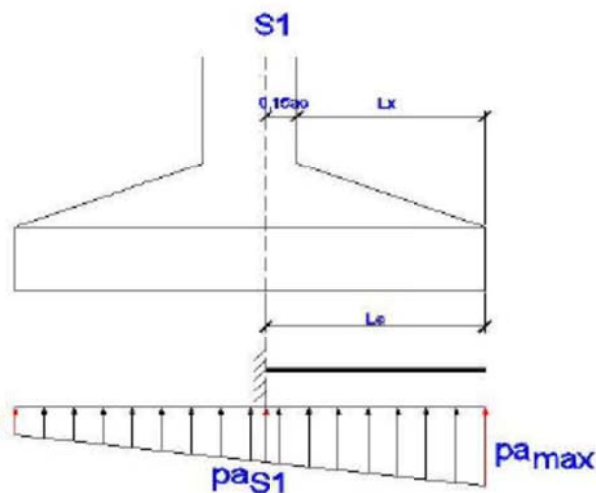
$$\sigma_{min} = 169,23 \text{ kN/m}^2$$

$$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 138,01 \text{ kN/m} \quad pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 135,38 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $pa_{s1} = 136,46 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{s1} \cdot La^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - pa_{s1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2 \quad M_{Sda} = 7,49 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI		FOLHA 03/04												
SAPATA: S11	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018												
5.1.2) Direção Paralela a "b" $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,30 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,33 \text{ m}$ Tensões máximas e mínimas $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 170,9 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 136,7 \text{ kN/m}$ Logo: $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \quad M_{Sdb} = 7,44 \text{ kN.m}$ 5.2) Cálculo da Armadura 5.2.1) Direção Paralela a "a" $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,51 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,00 \text{ cm}^2$ Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$ Armadura adotada = 3,00 cm² Aço a ser utilizado: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>6</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>4</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> Ø da barra escolhida = 8 Nº de Barras = 6 Avaliação do espaçamento $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 14,08 \text{ cm}$ $s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$ Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	6	10,0	4	12,5	3	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	6													
10,0	4													
12,5	3													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S11

SONDAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,22 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,00 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 3 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	6
10,0	4
12,5	3
16,0	2
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

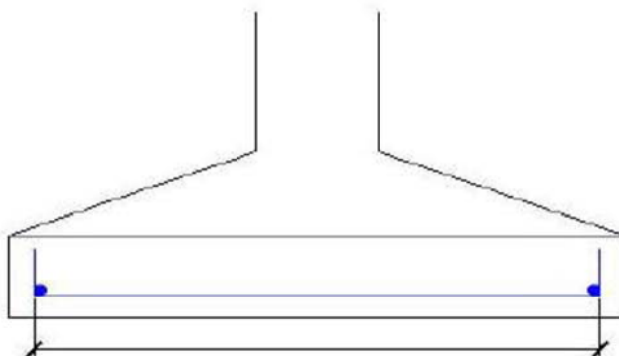
Nº de Barras = 6

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 14,08 \text{ cm}$$

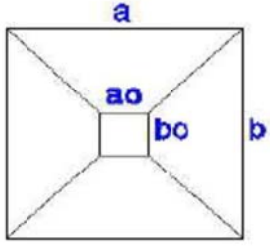
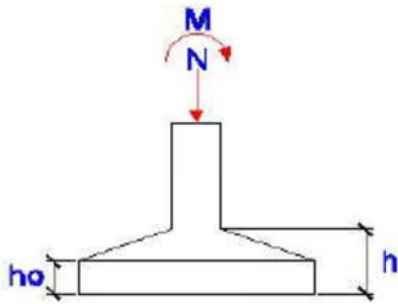
$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	6	Ø	8	C/	12	cm
Direção b	6	Ø	8	C/	11	cm

c) Sapatas Grupo III

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																									
CLIENTE: CESAN																									
OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI		FOLHA 01/04																							
SAPATA: S07	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018																							
1) PARÂMETROS DE ENTRADA Nota: Editar somente células verdes <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dimensões do pilar</td> <td style="width: 30%;">ao = 30 cm</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>bo = 20 cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Esforços</td> <td>N = 85,38 kN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M = 0,29 kN.m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tensão admissível</td> <td>$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>fck = 30 MPa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aço a ser utilizado</td> <td>CA 50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cobrimento</td> <td>c = 4,0 cm</td> <td></td> </tr> </table> 			Dimensões do pilar	ao = 30 cm			bo = 20 cm		Esforços	N = 85,38 kN		M = 0,29 kN.m		Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$		Concreto	fck = 30 MPa		Aço a ser utilizado	CA 50		Cobrimento	c = 4,0 cm	
Dimensões do pilar	ao = 30 cm																								
	bo = 20 cm																								
Esforços	N = 85,38 kN																								
	M = 0,29 kN.m																								
Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$																								
Concreto	fck = 30 MPa																								
Aço a ser utilizado	CA 50																								
Cobrimento	c = 4,0 cm																								
2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 6261,2 \text{ cm}^2$ $a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 84 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a_0} = 74 \text{ cm}$ Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm a = 90 cm b = 80 cm 																									
3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO 3.1) Cálculo da Excentricidade $e = \frac{M}{N} = 0,00$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b $\frac{a}{6} = 15,00$																									
3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas $\sigma_{max} = 1,21 \text{ kgf/cm}^2$ $\sigma_{min} = 1,16 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,19 \text{ kgf/cm}^2$ Condições: Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b Valores finais das dimensões da sapata a = 90 cm b = 80 cm																									

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 02/04

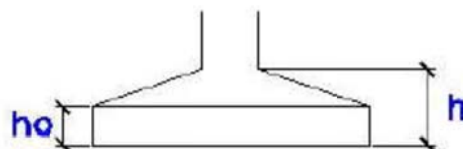
SAPATA: S07

SONDAAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 20,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 20,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 11,67 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 20 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 24,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,30 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,35 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,108 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 186,38 \text{ kN/m}^2$$

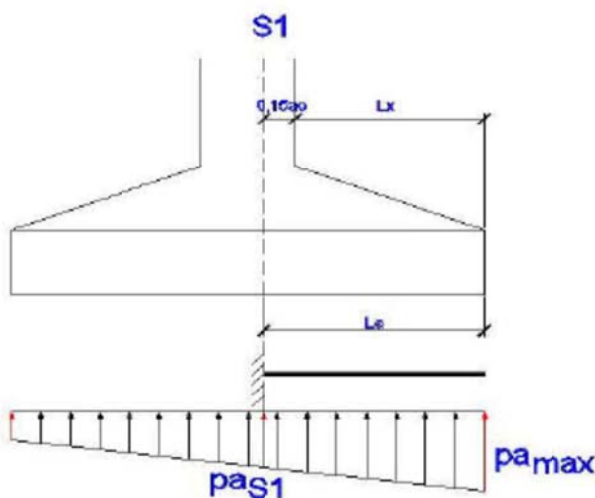
$$\sigma_{min} = 178,86 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 149,10 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 143,09 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 145,39 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 8,80 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI		FOLHA 03/04												
SAPATA: S07	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018												
5.1.2) Direção Paralela a "b" $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,30 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,33 \text{ m}$ Tensões máximas e mínimas $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 182,6 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 164,4 \text{ kN/m}$ Logo: $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 8,95 \text{ kN.m}$ 5.2) Cálculo da Armadura 5.2.1) Direção Paralela a "a" $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,77 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,00 \text{ cm}^2$ Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$ Armadura adotada = 3,00 cm² Aço a ser utilizado: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>6</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>4</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>3</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> Ø da barra escolhida = 8 Nº de Barras = 6 Avaliação do espaçamento $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 14,08 \text{ cm}$ $s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$ Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	6	10,0	4	12,5	3	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	6													
10,0	4													
12,5	3													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S07

SONDAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,47 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,38 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

Armadura adotada = 3,38 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	7
10,0	5
12,5	3
16,0	2
20,0	2

Ø da barra escolhida = 8

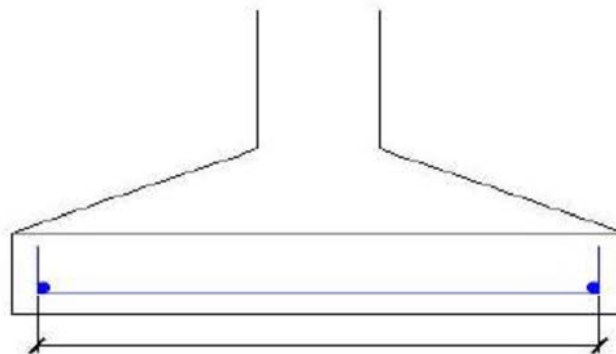
Nº de Barras = 7

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 13,40 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro



Direção a	6	Ø	8	C/	12	cm
Direção b	7	Ø	8	C/	11	cm

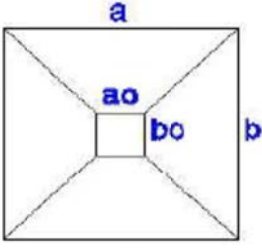
d) Sapatas Grupo IV

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI		FOLHA 01/04
SAPATA: S08	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao =	30	cm
	bo =	20	cm
Esforços	N =	111,05	kN
	M =	0,14	kN.m
Tensão admissível	σ_{adm} =	1,50	kgf/cm ²
Concreto	fck =	30	MPa
Aço a ser utilizado	CA	50	
Cobrimento	c =	4,0	cm

Nota: Editar somente células verdes



2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

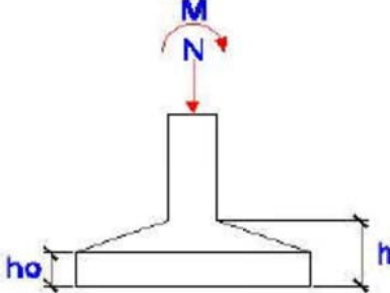
$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \frac{1,10 \times 111,05}{1,50} = 8143,67 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 95 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a} = 85 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 100 cm
b = 90 cm



3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$$e = \frac{M}{N} = 0,00$$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 16,67$$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow \begin{matrix} \sigma_{max} = 1,24 \text{ kgf/cm}^2 \\ \sigma_{min} = 1,22 \text{ kgf/cm}^2 \end{matrix}$$

$$1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,23 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 100 cm
b = 90 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 02/04

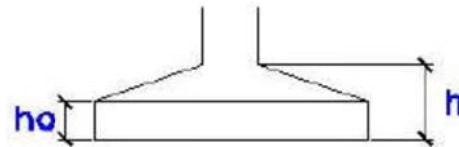
SAPATA: S08

SONDA GEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 23,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 23,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 13,30 \text{ cm} \end{cases}$$



Adotar $d = 24 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 28,00 \text{ cm}$

$h_0 = \frac{h}{3} = 10,00 \text{ cm}$

Adotar $h = 30 \text{ cm}$

Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$

5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$Lx = \frac{a - a_0}{2} = 0,35 \text{ m}$

$La = Lx + 0,15a_0 = 0,40 \text{ m}$

Módulo de resistência a flexão

$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,15 \text{ m}^3$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 191,33 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{min} = 188,71 \text{ kN/m}^2$

$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 172,19 \text{ kN/m}$

$pa_{min} = \sigma_{min} \times b = 169,84 \text{ kN/m}$

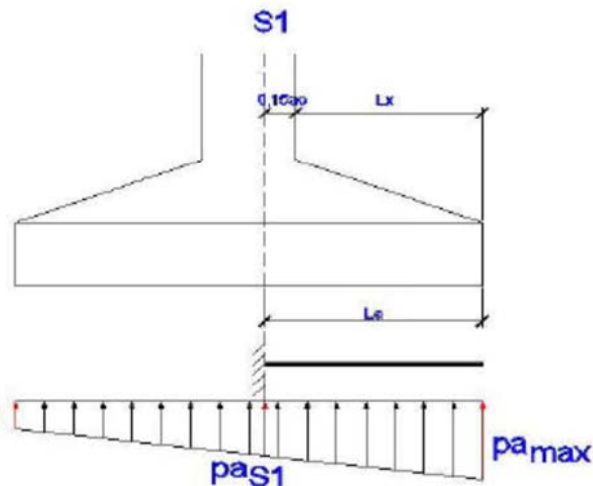
Por semelhança geométrica

$pa_{s1} = 170,77 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{pa_{s1} \cdot La^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - pa_{s1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

$M_{Sda} = 13,40 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 03/04

SAPATA: S08

SONDAAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,35 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,38 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 190,0 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 190,0 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{Sdb} = 13,72 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 4,05 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 4,05 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	9
10,0	6
12,5	4
16,0	3
20,0	2

 Ø da barra escolhida = 10
 Nº de Barras = 6

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 16,00 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 60 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: TRATAMENTO PRIMARIO ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S08

SONDAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y d} = 1,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 4,50 \text{ cm}^2$$

 Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

 Armadura adotada = 4,5 cm²

Aço a ser utilizado:

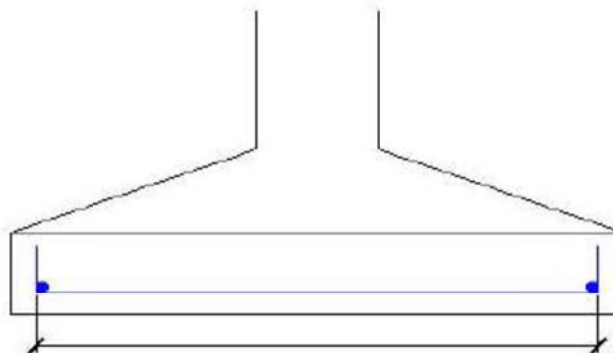
Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	9
10,0	6
12,5	4
16,0	3
20,0	2

 Ø da barra escolhida = 10
 Nº de Barras = 7

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 15,00 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 60 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	6	Ø	10	C/	13	cm
Direção b	7	Ø	10	C/	12	cm

3.4. ESFORÇOS NAS LAJES E PAREDES

As figuras 3.5 a 3.8 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 3.3 – Momento na direção X na laje de fundo.

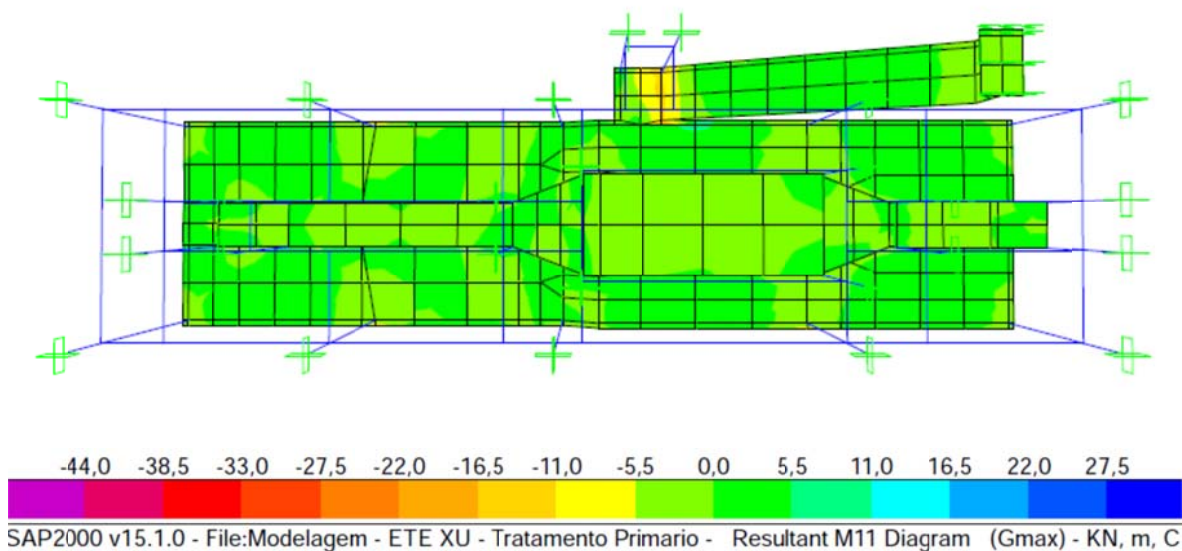


Figura 3.4 – Momento na direção Y na laje de fundo.

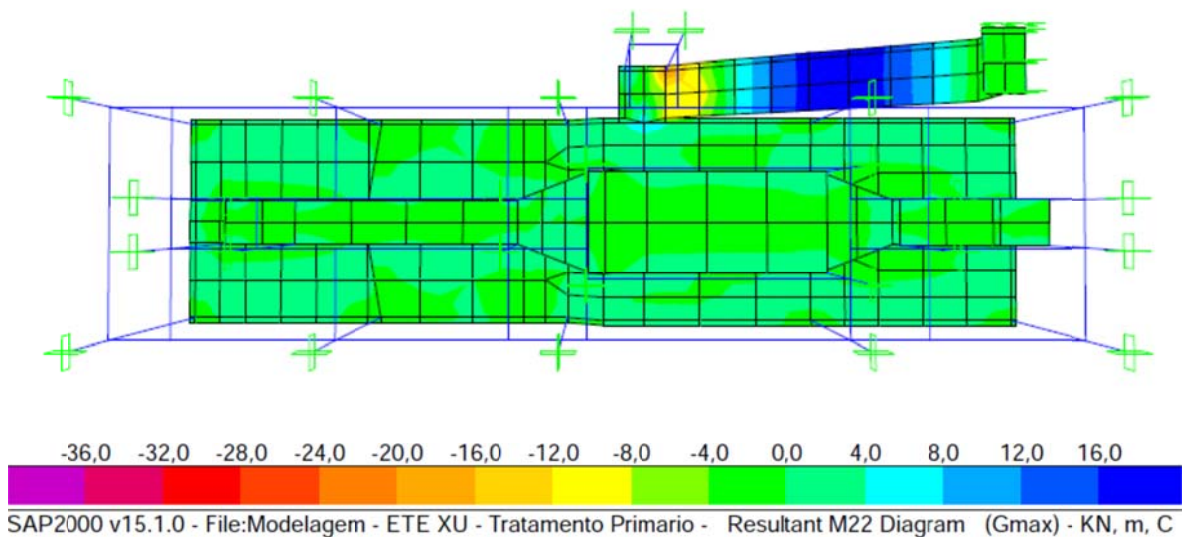


Figura 3.5 – Momento na direção X nas paredes.

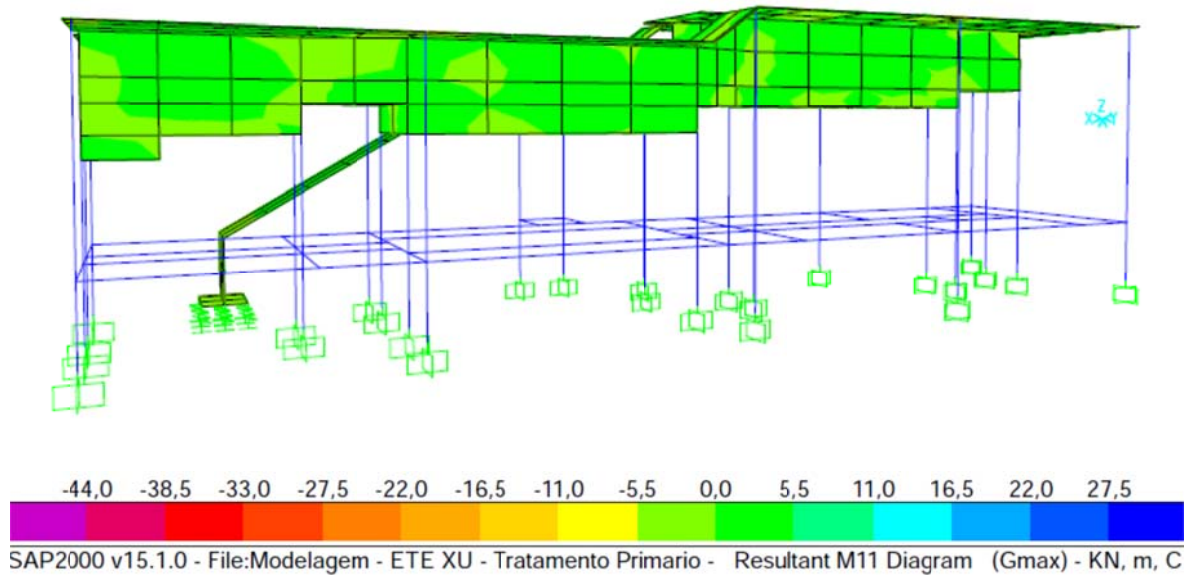
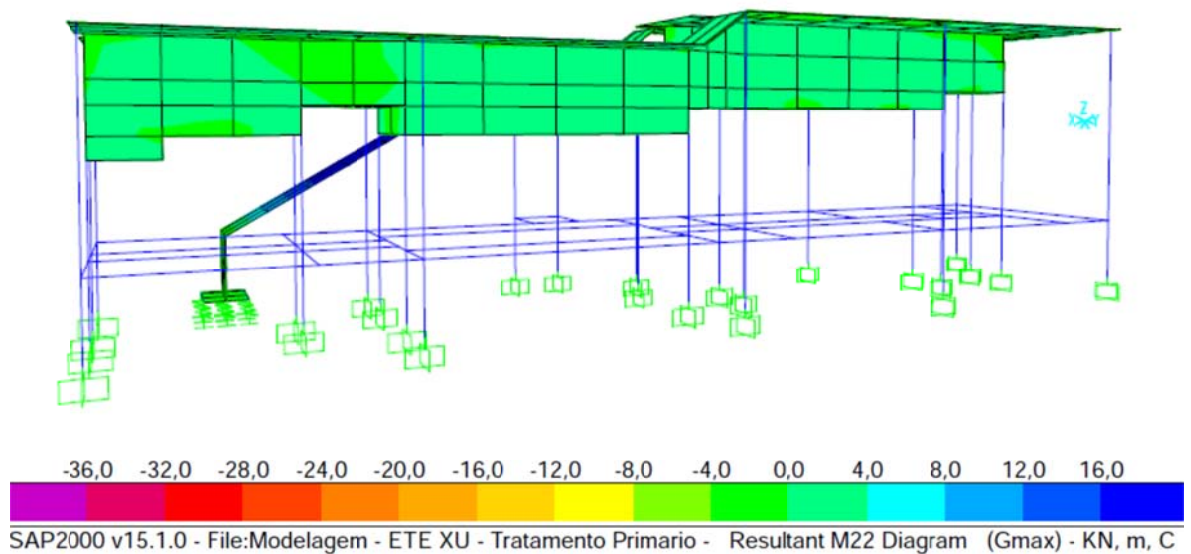


Figura 3.6 – Momento na direção Y nas paredes.



3.5. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 5,58 \text{ kNm} \\ M_y = 4,83 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 5,58 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0186$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0186 \rightarrow K_x = 0,0298 \\ &\rightarrow K_z = 0,9881 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 4,83 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 20$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0161$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0161 \rightarrow K_x = 0,0223$
 $\rightarrow K_z = 0,9911$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

3.6. ARMAÇÃO DAS LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Lajes } h=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 1,95 \text{ kN.m} \\ M_y = 0,68 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\text{Momento Fletor Máximo} = 1,95 \text{ kN.m}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$



$$h = 15 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 9,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 9,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0157$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0157$

$$\rightarrow Kx = 0,0223$$

$$\rightarrow Kz = 0,9911$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 0,68 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 9,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 9,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0055$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0055 \\ \rightarrow K_x &= 0,0074 \\ \rightarrow K_z &= 0,9971 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{y,d}} = 0,24 \text{ cm}^2/\text{m} \\ A_{s,min} &= \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases} \end{aligned}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

3.7. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 7,83 \text{ kN.m} \\ M_y = 8,54 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 7,83 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0261$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0261 \rightarrow Kx = 0,0373 \\ &\rightarrow Kz = 0,9851 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = **8,54** kN.m
 $f_{ck} =$ **30,00** MPa

 $h =$ **20** cm
 $b =$ **100** cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d =$ altura total – cobrimento – $1,5\phi$ armadura

Adotaremos ϕ da armadura = **10,0** mm

Cobrimento da armadura = **4,00** mm

$d =$ **14,50** cm

Adotar $d =$ **14,00** cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \text{0,0285}$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0285 \rightarrow K_x = \text{0,0449}$
 $\rightarrow K_z = \text{0,9820}$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \text{2,00} \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = \text{3,00} \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = \text{4,60} \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \text{3,45} \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

4. DIMENSIONAMENTO – CAIXA DE GORDURA

4.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 4.1 e 4.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 4.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

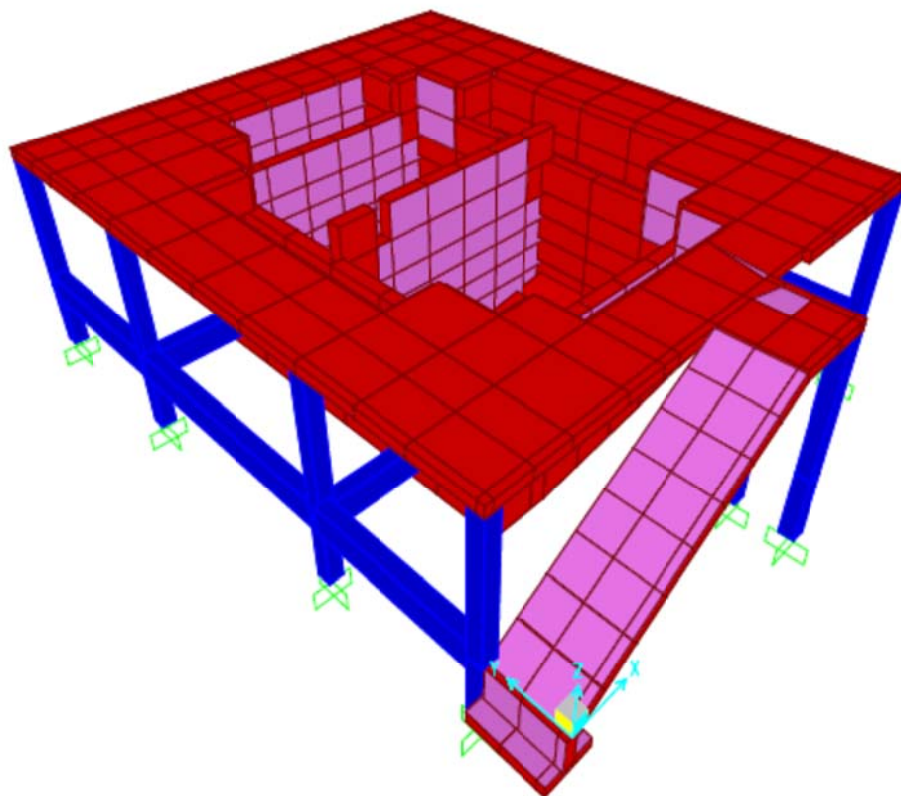
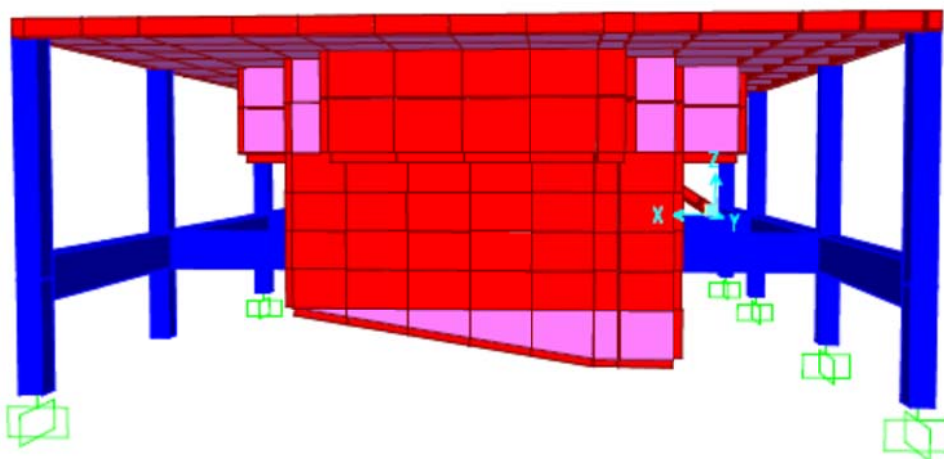


Figura 8.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

4.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 4.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	27,24	-2,98	-2,33	-1,33	-1,67
1	Gmax	Combination	24,56	-16,39	-1,63	-3,10	-1,58
1	Gmax	Combination	15,71	-18,16	0,02	2,94	-1,42
1	Gmax	Combination	18,39	-4,75	-1,81	0,19	-1,51
2	Gmax	Combination	27,64	-14,08	-1,74	-3,59	-0,86
2	Gmax	Combination	10,48	-17,51	2,14	3,55	-0,83
2	Gmax	Combination	10,13	-19,28	2,47	3,27	-1,22
2	Gmax	Combination	27,28	-15,85	-2,86	-3,51	-1,24
3	Gmax	Combination	0,94	-15,62	0,37	0,50	0,67
3	Gmax	Combination	1,47	-12,96	0,66	2,24	0,81
3	Gmax	Combination	-5,82	-14,42	-1,60	-1,29	1,27
3	Gmax	Combination	-6,35	-17,07	2,96	-0,03	1,13
4	Gmax	Combination	-4,60	-10,82	1,55	1,94	0,88

4	Gmax	Combination	6,03	-8,70	-0,36	-2,98	0,77
4	Gmax	Combination	5,33	-12,19	0,05	-2,09	0,85
4	Gmax	Combination	-5,30	-14,32	1,15	1,20	0,96
5	Gmax	Combination	-7,61	-23,37	3,06	0,49	1,11
5	Gmax	Combination	-6,98	-20,24	-1,59	-1,23	0,52
5	Gmax	Combination	25,07	-13,83	-1,64	-3,18	-0,69
5	Gmax	Combination	24,45	-16,96	-2,18	-0,57	-0,10
6	Gmax	Combination	8,80	-25,90	2,14	3,54	-0,63
6	Gmax	Combination	-8,30	-29,32	1,55	1,91	0,09
6	Gmax	Combination	-6,46	-20,14	1,14	1,14	0,16
6	Gmax	Combination	10,64	-16,72	2,49	3,35	-0,57
7	Gmax	Combination	20,08	-16,17	-2,59	-0,51	-0,13
7	Gmax	Combination	21,94	-6,87	-0,57	-1,48	0,28
7	Gmax	Combination	-2,36	-11,73	-0,95	-0,42	-0,11
7	Gmax	Combination	-4,22	-21,03	1,34	-0,20	-0,52
8	Gmax	Combination	-2,65	-13,69	0,70	0,75	0,06
8	Gmax	Combination	12,82	-10,59	0,84	1,44	0,27
8	Gmax	Combination	13,21	-8,62	1,34	1,63	0,24
8	Gmax	Combination	-2,26	-11,71	0,54	0,34	0,03
9	Gmax	Combination	-3,44	-17,16	1,44	0,30	-0,37
9	Gmax	Combination	-1,89	-9,37	-0,99	-0,63	-0,38
9	Gmax	Combination	2,36	-8,52	0,52	1,52	-0,08
9	Gmax	Combination	0,80	-16,31	0,30	0,17	-0,07
10	Gmax	Combination	7,39	-1,86	-0,18	-2,09	0,03
10	Gmax	Combination	-0,61	-3,46	0,71	0,83	-0,26
10	Gmax	Combination	-1,78	-9,35	0,59	0,55	-0,28
10	Gmax	Combination	6,22	-7,75	0,19	-1,38	0,01
11	Gmax	Combination	17,87	-6,13	-1,40	0,34	0,77
11	Gmax	Combination	17,02	-10,36	-0,13	1,21	0,65
11	Gmax	Combination	21,41	-9,49	-0,54	-1,37	0,59
11	Gmax	Combination	22,26	-5,25	-2,68	-1,00	0,71
12	Gmax	Combination	13,13	-9,03	0,84	1,42	0,12
12	Gmax	Combination	25,71	-6,51	-1,07	-1,32	0,21
12	Gmax	Combination	25,27	-8,71	-2,51	-1,74	0,48
12	Gmax	Combination	12,69	-11,23	1,32	1,53	0,39
13	Gmax	Combination	4,25	-8,50	-12,59	-1,25	-1,33
13	Gmax	Combination	8,76	14,03	11,86	2,38	1,22
13	Gmax	Combination	33,02	18,88	13,72	1,24	0,58
13	Gmax	Combination	28,51	-3,65	-0,49	-0,14	-1,97
14	Gmax	Combination	102,46	8,55	-7,56	0,11	-0,23
14	Gmax	Combination	114,12	66,86	10,34	2,01	-0,83
14	Gmax	Combination	15,37	47,11	11,94	2,79	-0,55

14	Gmax	Combination	3,71	-11,20	-13,36	-5,14	0,05
15	Gmax	Combination	-4,78	-11,23	-11,40	-3,83	-0,17
15	Gmax	Combination	6,69	46,13	10,73	2,34	0,32
15	Gmax	Combination	114,28	67,65	10,28	1,75	0,26
15	Gmax	Combination	102,81	10,29	-7,55	0,18	-0,23
16	Gmax	Combination	38,79	4,02	-0,56	-0,23	1,39
16	Gmax	Combination	42,23	21,24	12,34	1,57	-0,78
16	Gmax	Combination	0,03	12,80	10,71	2,22	-1,12
16	Gmax	Combination	-3,41	-4,42	-10,93	-1,48	1,05
17	Gmax	Combination	2,16	15,59	11,37	2,10	-1,12
17	Gmax	Combination	-3,30	-11,68	-12,65	-1,15	1,30
17	Gmax	Combination	20,21	-6,98	-0,41	-0,20	1,91
17	Gmax	Combination	25,67	20,29	12,45	1,35	-0,51
18	Gmax	Combination	140,95	85,12	11,34	1,97	0,93
18	Gmax	Combination	121,98	-9,76	-8,47	-0,12	0,20
18	Gmax	Combination	-8,11	-35,77	-13,48	-5,29	-0,08
18	Gmax	Combination	10,86	59,10	11,51	2,79	0,64
19	Gmax	Combination	1,55	61,32	9,85	2,21	-0,48
19	Gmax	Combination	-17,83	-35,57	-11,42	-3,80	0,21
19	Gmax	Combination	122,42	-7,52	-8,44	0,00	0,31
19	Gmax	Combination	141,80	89,37	11,30	1,79	-0,38
20	Gmax	Combination	34,32	38,08	10,08	1,44	0,73
20	Gmax	Combination	26,29	-2,07	-0,30	-0,34	-1,24
20	Gmax	Combination	-12,69	-9,87	-10,95	-1,49	-1,01
20	Gmax	Combination	-4,66	30,28	9,80	1,97	0,97
21	Gmax	Combination	-5,59	0,00	-2,28	-2,61	0,43
21	Gmax	Combination	24,66	6,05	3,09	5,35	-0,27
21	Gmax	Combination	13,70	-48,75	2,56	5,11	-0,67
21	Gmax	Combination	-16,55	-54,80	-0,21	-0,87	0,03
22	Gmax	Combination	24,93	6,11	0,98	-1,96	-0,01
22	Gmax	Combination	23,40	-1,53	-0,94	-3,43	-0,61
22	Gmax	Combination	-3,23	-6,85	0,07	5,20	-0,75
22	Gmax	Combination	-1,70	0,78	-0,13	4,71	-0,15
23	Gmax	Combination	51,79	4,15	-1,66	-3,58	-0,49
23	Gmax	Combination	50,07	-4,48	-2,44	-4,13	0,33
23	Gmax	Combination	-13,66	-17,23	2,10	5,86	0,30
23	Gmax	Combination	-11,93	-8,59	1,96	5,58	-0,52
24	Gmax	Combination	45,43	-5,41	-1,02	-3,85	0,60
24	Gmax	Combination	49,47	14,78	0,48	-2,77	0,01
24	Gmax	Combination	-10,92	2,70	-0,65	4,58	0,02
24	Gmax	Combination	-14,95	-17,49	0,32	5,50	0,61
25	Gmax	Combination	6,98	6,28	-2,23	-3,31	-0,12

25	Gmax	Combination	-0,95	-33,34	-0,17	-1,03	0,49
25	Gmax	Combination	11,80	-30,79	1,56	4,39	0,77
25	Gmax	Combination	19,73	8,83	2,05	5,12	0,16
26	Gmax	Combination	4,26	3,28	0,57	4,23	-0,93
26	Gmax	Combination	0,56	-15,23	-1,17	2,01	-0,18
26	Gmax	Combination	41,03	-7,13	2,01	-2,02	-0,35
26	Gmax	Combination	44,73	11,37	-1,06	-3,75	-1,10
27	Gmax	Combination	-24,11	-20,16	1,39	2,52	-0,72
27	Gmax	Combination	-16,19	19,44	0,80	-1,80	-2,03
27	Gmax	Combination	45,36	31,75	-0,62	4,66	-1,34
27	Gmax	Combination	37,44	-7,85	-3,92	-3,21	-0,03
28	Gmax	Combination	-40,34	14,61	-1,29	-2,21	-1,88
28	Gmax	Combination	-44,29	-5,12	-2,94	-5,50	-0,49
28	Gmax	Combination	44,54	12,64	5,56	9,77	-0,28
28	Gmax	Combination	48,49	32,38	2,05	5,20	-1,67
29	Gmax	Combination	-7,37	2,26	0,07	-4,89	0,92
29	Gmax	Combination	-2,33	27,46	-0,33	-5,58	-0,14
29	Gmax	Combination	0,61	28,05	-1,27	0,33	-2,13
29	Gmax	Combination	-4,43	2,85	-0,68	8,53	-1,07
30	Gmax	Combination	27,20	7,87	3,46	4,81	0,50
30	Gmax	Combination	4,07	3,24	-4,87	-4,51	-1,94
30	Gmax	Combination	3,03	-1,94	-0,25	-0,04	-1,37
30	Gmax	Combination	26,17	2,69	1,97	5,15	1,07
31	Gmax	Combination	-35,72	-14,30	3,48	0,04	-0,78
31	Gmax	Combination	-9,20	118,34	-3,25	-1,23	-0,79
31	Gmax	Combination	21,32	124,44	-0,76	-5,94	-2,24
31	Gmax	Combination	-5,21	-8,20	1,11	5,43	-2,23
32	Gmax	Combination	-11,49	33,59	5,14	2,03	-0,48
32	Gmax	Combination	-6,51	58,45	-3,71	-1,40	-0,72
32	Gmax	Combination	-21,79	55,39	-3,25	-1,21	-0,78
32	Gmax	Combination	-26,76	30,53	3,24	-1,16	-0,55
33	Gmax	Combination	-1,30	50,66	5,02	0,54	-0,16
33	Gmax	Combination	-5,63	29,00	-3,77	-0,88	-0,16
33	Gmax	Combination	-12,69	27,58	-3,68	-1,28	-0,29
33	Gmax	Combination	-8,35	49,25	5,06	1,62	-0,28
34	Gmax	Combination	-2,08	44,40	4,81	1,64	0,17
34	Gmax	Combination	-7,65	16,55	-3,86	-1,36	0,30
34	Gmax	Combination	-8,14	16,45	-3,81	-1,07	0,00
34	Gmax	Combination	-2,57	44,30	5,19	1,37	-0,12
35	Gmax	Combination	-11,72	39,42	3,30	0,15	0,50
35	Gmax	Combination	-18,18	7,12	-3,47	-1,75	0,71
35	Gmax	Combination	-9,17	8,92	-3,82	-1,16	0,58

35	Gmax	Combination	-2,71	41,23	4,65	0,87	0,37
36	Gmax	Combination	-1,51	119,87	-3,06	-1,19	-0,65
36	Gmax	Combination	-29,76	-21,36	-1,31	-1,78	0,21
36	Gmax	Combination	-36,79	-22,77	-0,01	4,18	1,36
36	Gmax	Combination	-8,54	118,47	-1,63	-6,12	0,50
37	Gmax	Combination	-2,48	59,26	-3,65	-1,39	-0,45
37	Gmax	Combination	-12,81	7,57	-2,77	-1,28	0,18
37	Gmax	Combination	-24,44	5,24	-1,25	-1,49	0,07
37	Gmax	Combination	-14,10	56,93	-3,06	-1,18	-0,56
38	Gmax	Combination	-0,04	30,11	-3,73	-0,87	-0,08
38	Gmax	Combination	-3,83	11,20	-3,22	-1,12	0,11
38	Gmax	Combination	-12,43	9,47	-2,78	-1,33	0,02
38	Gmax	Combination	-8,65	28,39	-3,63	-1,27	-0,17
39	Gmax	Combination	-2,98	17,48	-3,79	-1,35	0,16
39	Gmax	Combination	-5,47	5,01	-2,97	-1,25	0,07
39	Gmax	Combination	-5,05	5,10	-3,21	-1,10	0,04
39	Gmax	Combination	-2,55	17,56	-3,77	-1,06	0,13
40	Gmax	Combination	-26,58	5,44	-3,49	-1,75	0,48
40	Gmax	Combination	-28,51	-4,24	-1,91	-1,60	0,04
40	Gmax	Combination	-6,44	0,17	-3,00	-1,39	-0,04
40	Gmax	Combination	-4,51	9,85	-3,75	-1,14	0,40
41	Gmax	Combination	-4,03	100,33	-1,47	-0,54	-0,01
41	Gmax	Combination	-26,08	-9,91	0,04	-0,44	0,23
41	Gmax	Combination	-8,71	-6,44	0,63	4,08	1,54
41	Gmax	Combination	13,34	103,80	-1,63	-6,48	1,30
42	Gmax	Combination	0,75	50,54	-1,20	-0,42	0,09
42	Gmax	Combination	-3,06	31,48	0,00	0,99	0,11
42	Gmax	Combination	-18,41	28,41	-0,21	-1,67	0,07
42	Gmax	Combination	-14,60	47,47	-1,46	-0,49	0,05
43	Gmax	Combination	-0,33	27,12	-1,01	0,11	0,04
43	Gmax	Combination	3,77	47,59	0,21	-0,16	-0,11
43	Gmax	Combination	0,01	46,84	-0,12	0,36	-0,12
43	Gmax	Combination	-4,08	26,37	-1,16	-0,24	0,02
44	Gmax	Combination	-2,22	18,49	-1,15	-0,15	-0,02
44	Gmax	Combination	2,60	42,59	1,07	1,09	-0,17
44	Gmax	Combination	2,77	42,63	0,28	0,19	-0,06
44	Gmax	Combination	-2,05	18,52	-1,02	0,04	0,09
45	Gmax	Combination	-9,44	11,04	-1,41	-0,61	-0,04
45	Gmax	Combination	-4,09	37,82	1,18	0,04	-0,09
45	Gmax	Combination	1,89	39,02	0,85	-0,01	-0,15
45	Gmax	Combination	-3,47	12,23	-1,09	0,13	-0,11
46	Gmax	Combination	-11,83	-17,77	-1,49	-1,82	1,33

46	Gmax	Combination	-6,80	7,40	2,31	1,08	1,03
46	Gmax	Combination	-28,53	3,05	0,07	-2,09	0,50
46	Gmax	Combination	-33,57	-22,12	0,44	4,27	0,80
47	Gmax	Combination	-3,97	9,33	-2,81	-1,29	0,64
47	Gmax	Combination	-4,62	6,12	3,96	0,73	0,56
47	Gmax	Combination	-7,15	5,62	2,21	0,57	0,86
47	Gmax	Combination	-6,51	8,83	-1,43	-1,53	0,95
48	Gmax	Combination	-3,91	11,18	-3,25	-1,13	0,18
48	Gmax	Combination	-3,51	13,17	4,54	1,01	0,17
48	Gmax	Combination	-3,19	13,23	3,97	0,78	0,37
48	Gmax	Combination	-3,59	11,24	-2,82	-1,34	0,38
49	Gmax	Combination	-8,08	4,49	-3,02	-1,26	-0,14
49	Gmax	Combination	-6,38	12,98	4,28	0,65	-0,16
49	Gmax	Combination	-3,43	13,57	4,55	1,05	-0,01
49	Gmax	Combination	-5,13	5,08	-3,24	-1,10	0,01
50	Gmax	Combination	-10,01	-0,54	-1,95	-1,61	-0,65
50	Gmax	Combination	-8,47	7,18	2,98	0,31	-0,63
50	Gmax	Combination	-7,50	7,38	4,35	1,04	-0,35
50	Gmax	Combination	-9,05	-0,35	-3,05	-1,40	-0,38
51	Gmax	Combination	-7,92	7,17	1,62	0,94	-0,09
51	Gmax	Combination	-11,67	-11,59	-0,59	-1,20	-0,55
51	Gmax	Combination	-26,64	-14,59	-0,44	2,05	-0,23
51	Gmax	Combination	-22,88	4,18	0,16	-2,07	0,24
52	Gmax	Combination	-3,32	6,38	2,84	0,51	0,13
52	Gmax	Combination	-2,40	10,95	-1,01	-0,22	-0,07
52	Gmax	Combination	-7,36	9,96	-0,55	-0,97	-0,21
52	Gmax	Combination	-8,28	5,39	1,52	0,44	-0,01
53	Gmax	Combination	-2,07	13,46	3,20	0,74	0,09
53	Gmax	Combination	-2,37	11,96	-1,07	-0,03	0,03
53	Gmax	Combination	-2,19	12,00	-1,02	-0,29	0,03
53	Gmax	Combination	-1,89	13,49	2,85	0,56	0,09
54	Gmax	Combination	-3,53	13,55	2,96	0,38	-0,03
54	Gmax	Combination	-4,75	7,42	-1,06	-0,12	0,01
54	Gmax	Combination	-3,22	7,73	-1,07	-0,03	0,06
54	Gmax	Combination	-1,99	13,86	3,21	0,79	0,02
55	Gmax	Combination	-1,62	8,55	2,02	0,12	-0,01
55	Gmax	Combination	-2,66	3,38	-0,78	-0,73	0,13
55	Gmax	Combination	-5,68	2,77	-1,09	-0,27	0,06
55	Gmax	Combination	-4,65	7,95	3,03	0,78	-0,08

4.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 4.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
29	Gmax	Combination	8,17	-1,91	39,28	0,80	6,23	0,42
30	Gmax	Combination	65,10	-1,40	245,88	0,62	27,53	0,27
31	Gmax	Combination	60,40	0,33	210,52	0,05	26,24	-0,10
32	Gmax	Combination	7,82	0,73	31,03	-0,08	6,04	-0,56
33	Gmax	Combination	-2,56	3,95	154,46	-3,95	-1,75	-0,04
34	Gmax	Combination	-4,42	-0,38	-8,46	0,58	-3,71	-0,04
35	Gmax	Combination	-3,47	-1,59	37,45	0,63	-0,76	1,24
36	Gmax	Combination	8,87	-1,03	228,71	0,45	11,94	0,33
37	Gmax	Combination	14,42	0,56	194,34	-0,07	13,66	-0,52
38	Gmax	Combination	-1,49	0,74	24,55	-0,13	0,88	-1,09
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,64	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	12,26	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,42	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	-1,49	0,00	13,05	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	-2,85	0,00	25,02	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,21	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,07	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,01	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	-2,77	0,00	24,34	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	-2,67	0,00	23,48	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,55	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	19,62	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	21,09	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,55	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	-2,53	0,00	22,24	0,00	0,00	0,00
56	Gmax	Combination	-2,34	0,00	20,65	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,32	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,20	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	-1,10	0,00	9,68	0,00	0,00	0,00
104	Gmax	Combination	-2,77	0,00	17,18	0,00	0,00	0,00
105	Gmax	Combination	-5,32	0,00	32,98	0,00	0,00	0,00
106	Gmax	Combination	-2,49	0,00	15,45	0,00	0,00	0,00
107	Gmax	Combination	-1,28	0,00	7,94	0,00	0,00	0,00

108	Gmax	Combination	-2,98	0,00	18,47	0,00	0,00	0,00
109	Gmax	Combination	-5,68	0,00	35,24	0,00	0,00	0,00
110	Gmax	Combination	-2,98	0,00	18,47	0,00	0,00	0,00
111	Gmax	Combination	-5,67	0,00	35,17	0,00	0,00	0,00
112	Gmax	Combination	-2,98	0,00	18,46	0,00	0,00	0,00
113	Gmax	Combination	-5,67	0,00	35,18	0,00	0,00	0,00
114	Gmax	Combination	-5,17	0,00	32,04	0,00	0,00	0,00
115	Gmax	Combination	-2,41	0,00	14,96	0,00	0,00	0,00
116	Gmax	Combination	-5,51	0,00	34,15	0,00	0,00	0,00
117	Gmax	Combination	-5,50	0,00	34,07	0,00	0,00	0,00
118	Gmax	Combination	-5,50	0,00	34,11	0,00	0,00	0,00
119	Gmax	Combination	-4,34	0,00	26,90	0,00	0,00	0,00
120	Gmax	Combination	-2,04	0,00	12,62	0,00	0,00	0,00
121	Gmax	Combination	-0,94	0,00	5,83	0,00	0,00	0,00
122	Gmax	Combination	-2,02	0,00	12,52	0,00	0,00	0,00
123	Gmax	Combination	-4,67	0,00	28,95	0,00	0,00	0,00
124	Gmax	Combination	-2,19	0,00	13,59	0,00	0,00	0,00
125	Gmax	Combination	-4,68	0,00	29,02	0,00	0,00	0,00
126	Gmax	Combination	-2,20	0,00	13,62	0,00	0,00	0,00
127	Gmax	Combination	-4,69	0,00	29,05	0,00	0,00	0,00
128	Gmax	Combination	-2,20	0,00	13,63	0,00	0,00	0,00
129	Gmax	Combination	-4,96	0,00	30,74	0,00	0,00	0,00
130	Gmax	Combination	-2,30	0,00	14,23	0,00	0,00	0,00
131	Gmax	Combination	-5,33	0,00	33,03	0,00	0,00	0,00
132	Gmax	Combination	-5,33	0,00	33,06	0,00	0,00	0,00
133	Gmax	Combination	-5,33	0,00	33,07	0,00	0,00	0,00
134	Gmax	Combination	-4,69	0,00	29,06	0,00	0,00	0,00
135	Gmax	Combination	-2,17	0,00	13,48	0,00	0,00	0,00
136	Gmax	Combination	-5,03	0,00	31,21	0,00	0,00	0,00
137	Gmax	Combination	-5,04	0,00	31,26	0,00	0,00	0,00
138	Gmax	Combination	-5,05	0,00	31,28	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 2367,87 kN. A área do apoio no solo é de 21,71 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{2367,87}{21,71} = 109,07 \frac{kN}{m^2} = 1,09 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,50 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

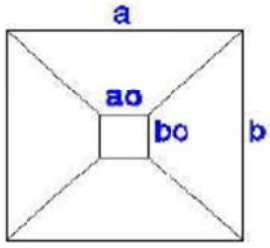
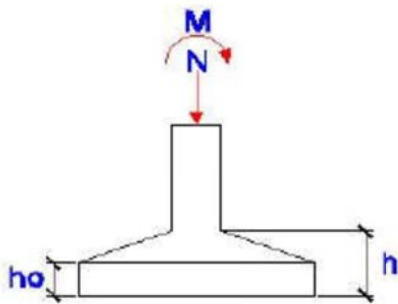
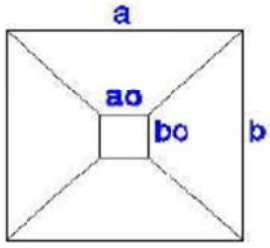
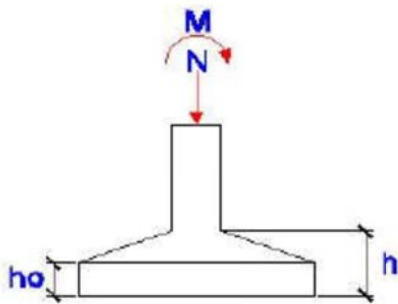
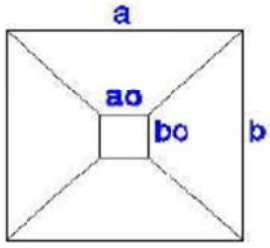
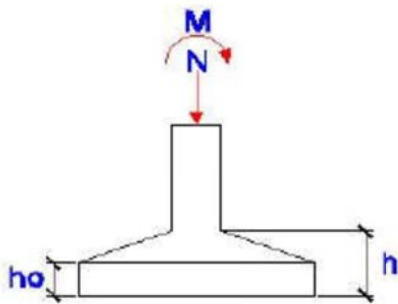
Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

A figura 4.3 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 4.3 – Quadro de cargas.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	20x20	Gmax	8,17	-1,91	39,28	0,80	6,23	0,42
		gmin	5,83	-1,36	28,04	0,57	4,45	0,30
P02	20x20	Gmax	-3,47	-1,59	37,45	0,63	-0,76	1,24
		gmin	-2,48	-1,14	26,74	0,45	-0,54	0,89
P03	20x20	Gmax	65,10	-1,40	245,88	0,62	27,53	0,27
		gmin	46,48	-1,00	175,56	0,45	19,66	0,19
P04	20x20	Gmax	8,87	-1,03	228,71	0,45	11,94	0,33
		gmin	6,33	-0,73	163,30	0,32	8,52	0,24
P05	20x20	Gmax	60,40	0,33	210,52	0,05	26,24	-0,10
		gmin	43,12	0,24	150,31	0,03	18,74	-0,07
P06	20x20	Gmax	14,42	0,56	194,34	-0,07	13,66	-0,52
		gmin	10,29	0,40	138,76	-0,05	9,75	-0,37
P07	20x20	Gmax	7,82	0,73	31,03	-0,08	6,04	-0,56
		gmin	5,59	0,52	22,15	-0,06	4,31	-0,40
P08	20x20	Gmax	-1,49	0,74	24,55	-0,13	0,88	-1,09
		gmin	-1,07	0,53	17,53	-0,09	0,63	-0,78
P09	20x20	Gmax	-2,56	3,95	154,46	-3,95	-1,75	-0,04
		gmin	-1,83	2,82	110,29	-2,82	-1,25	-0,03
P10	20x20	Gmax	-4,42	-0,38	-8,46	0,58	-3,71	-0,04
		gmin	-3,16	-0,27	-6,04	0,41	-2,65	-0,03

a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS																	
CLIENTE: CESAN																	
OBRA: CAIXA DE GORDURA ETE XURI		FOLHA 01/04															
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018															
1) PARÂMETROS DE ENTRADA Nota: Editar somente células verdes <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dimensões do pilar</td> <td style="width: 30%;"> $a_0 = 20 \text{ cm}$ $b_0 = 20 \text{ cm}$ </td> <td rowspan="2" style="width: 40%; text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>Esforços</td> <td> $N = 39,28 \text{ kN}$ $M = 6,23 \text{ kN.m}$ </td> </tr> <tr> <td>Tensão admissível</td> <td>$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$</td> </tr> <tr> <td>Aço a ser utilizado</td> <td>CA 50</td> </tr> <tr> <td>Cobrimento</td> <td>$c = 4,0 \text{ cm}$</td> <td></td> </tr> </table>			Dimensões do pilar	$a_0 = 20 \text{ cm}$ $b_0 = 20 \text{ cm}$		Esforços	$N = 39,28 \text{ kN}$ $M = 6,23 \text{ kN.m}$	Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$		Concreto	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	Aço a ser utilizado	CA 50	Cobrimento	$c = 4,0 \text{ cm}$	
Dimensões do pilar	$a_0 = 20 \text{ cm}$ $b_0 = 20 \text{ cm}$																
Esforços	$N = 39,28 \text{ kN}$ $M = 6,23 \text{ kN.m}$																
Tensão admissível	$\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$																
Concreto	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$																
Aço a ser utilizado	CA 50																
Cobrimento	$c = 4,0 \text{ cm}$																
2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 2880,53 \text{ cm}^2$ $a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 54 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a_0} = 54 \text{ cm}$ Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm $a = 60 \text{ cm}$ $b = 60 \text{ cm}$																	
3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO																	
3.1) Cálculo da Excentricidade $e = \frac{M}{N} = 0,16$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b $\frac{a}{6} = 10,00$																	
3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas $\sigma_{max} = 2,82 \text{ kgf/cm}^2$ $\sigma_{min} = -0,64 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,09 \text{ kgf/cm}^2$																	
Condições: Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b																	
Valores finais das dimensões da sapata $a = 60 \text{ cm}$ $b = 60 \text{ cm}$																	

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CAIXA DE GORDURA ETE XURI

FOLHA 02/04

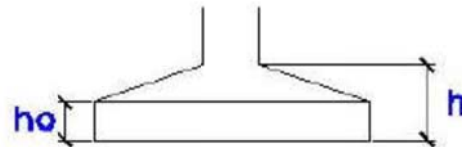
SAPATA: S01

SONDAAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 7,91 \text{ cm} \end{cases}$$



Adotar $d = 14 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 18,00 \text{ cm}$

$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$

Adotar $h = 25 \text{ cm}$

Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$

5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,20 \text{ m}$

$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,23 \text{ m}$

Módulo de resistência a flexão

$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,036 \text{ m}^3$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 410,31 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{min} = -74,25 \text{ kN/m}^2$

$pa_{max} = \sigma_{max} \times b = 246,19 \text{ kN/m}$

$pa_{min} = \sigma_{min} \times b = -44,55 \text{ kN/m}$

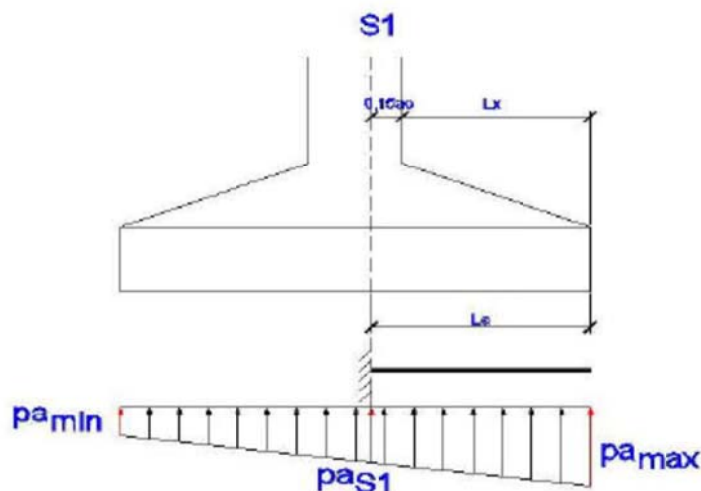
Por semelhança geométrica

$pa_{s1} = 66,90 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{sda} = \frac{pa_{s1} \cdot La^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - pa_{s1}}{2} \right) \times \frac{2}{3} La^2$$

$M_{sda} = 4,93 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: CAIXA DE GORDURA ETE XURI	FOLHA 03/04													
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-01	DATA: 29/06/2018												
5.1.2) Direção Paralela a "b" $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,20 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,23 \text{ m}$ Tensões máximas e mínimas $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 168,0 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 100,8 \text{ kN/m}$ Logo: $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 2,67 \text{ kN.m}$ 5.2) Cálculo da Armadura 5.2.1) Direção Paralela a "a" $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,42 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$ Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$ Armadura adotada = 2,25 cm² Aço a ser utilizado: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>5</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>3</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>2</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>2</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> Ø da barra escolhida = 8 Nº de Barras = 5 Avaliação do espaçamento $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^\circ \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$ $s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$ Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	5	10,0	3	12,5	2	16,0	2	20,0	1
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	5													
10,0	3													
12,5	2													
16,0	2													
20,0	1													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CAIXA DE GORDURA ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-01

DATA: 29/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,62 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,25 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 2,25 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	5
10,0	3
12,5	2
16,0	2
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

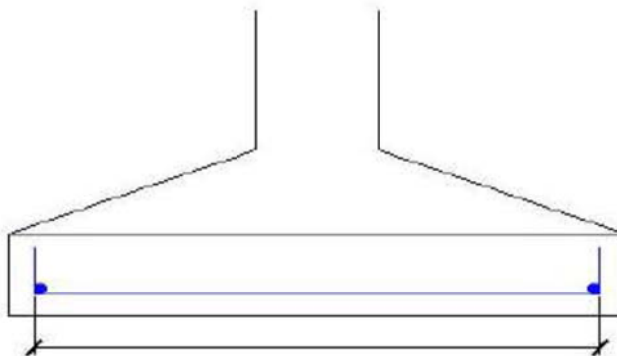
Nº de Barras = 5

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 12,60 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	5	Ø	8	C/	10	cm
Direção b	5	Ø	8	C/	10	cm

As figuras 4.4 a 4.6 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 4.4 – Momento na direção X na laje de fundo.

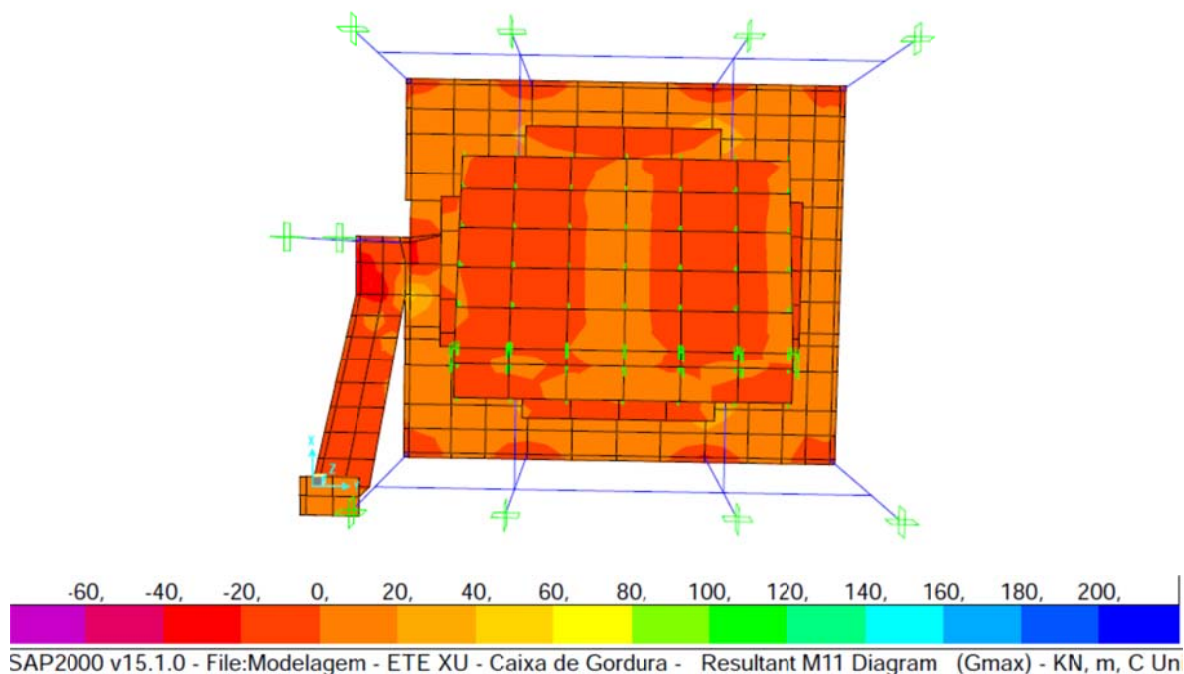


Figura 4.5 – Momento na direção Y na laje de fundo.

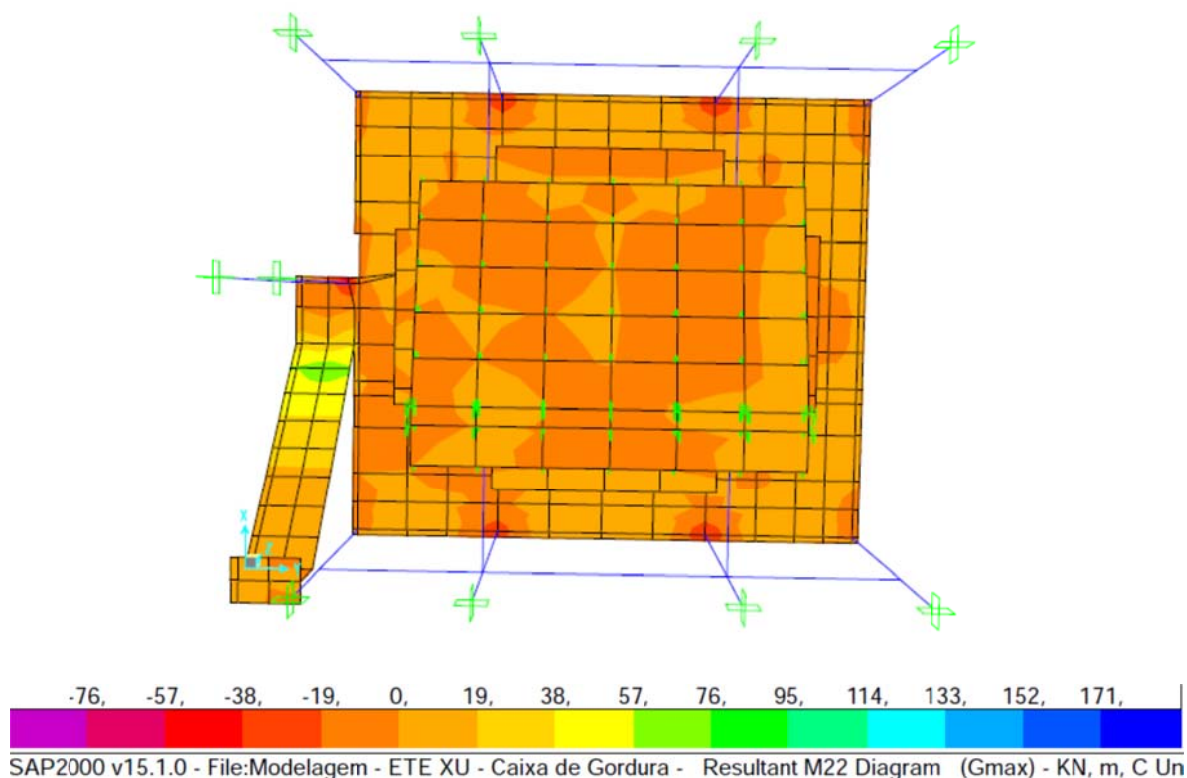


Figura 4.5 – Momento na direção X nas paredes.

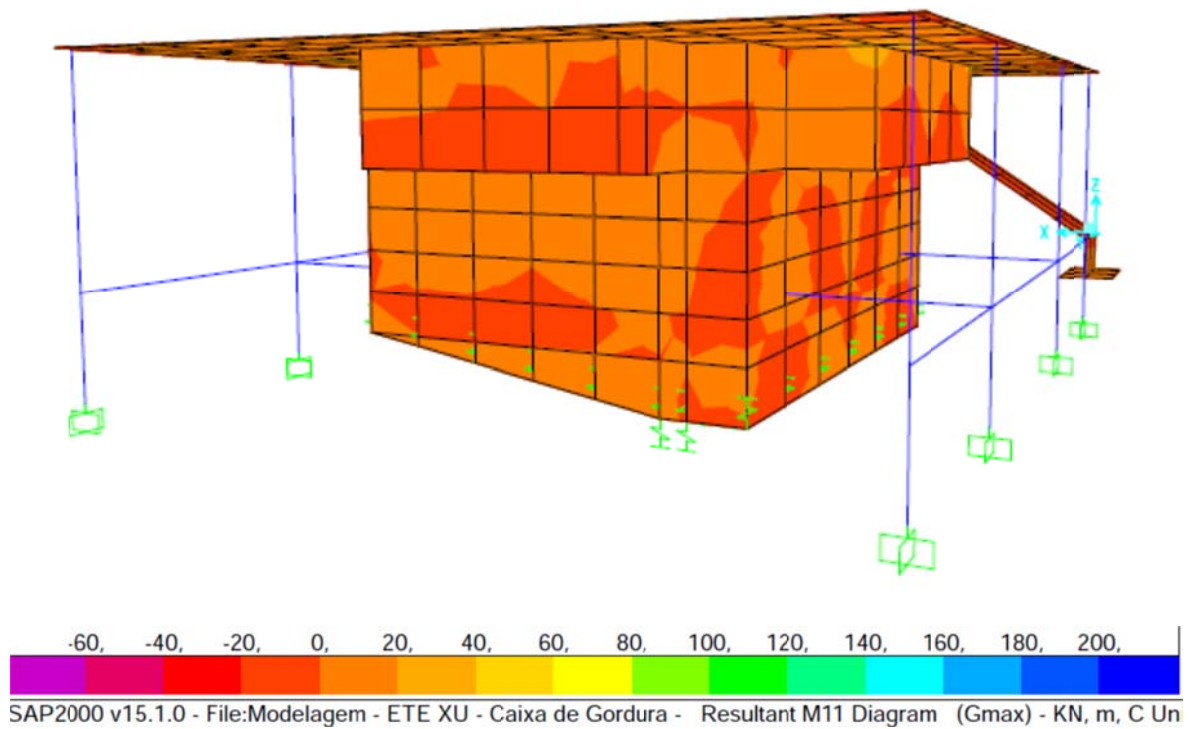
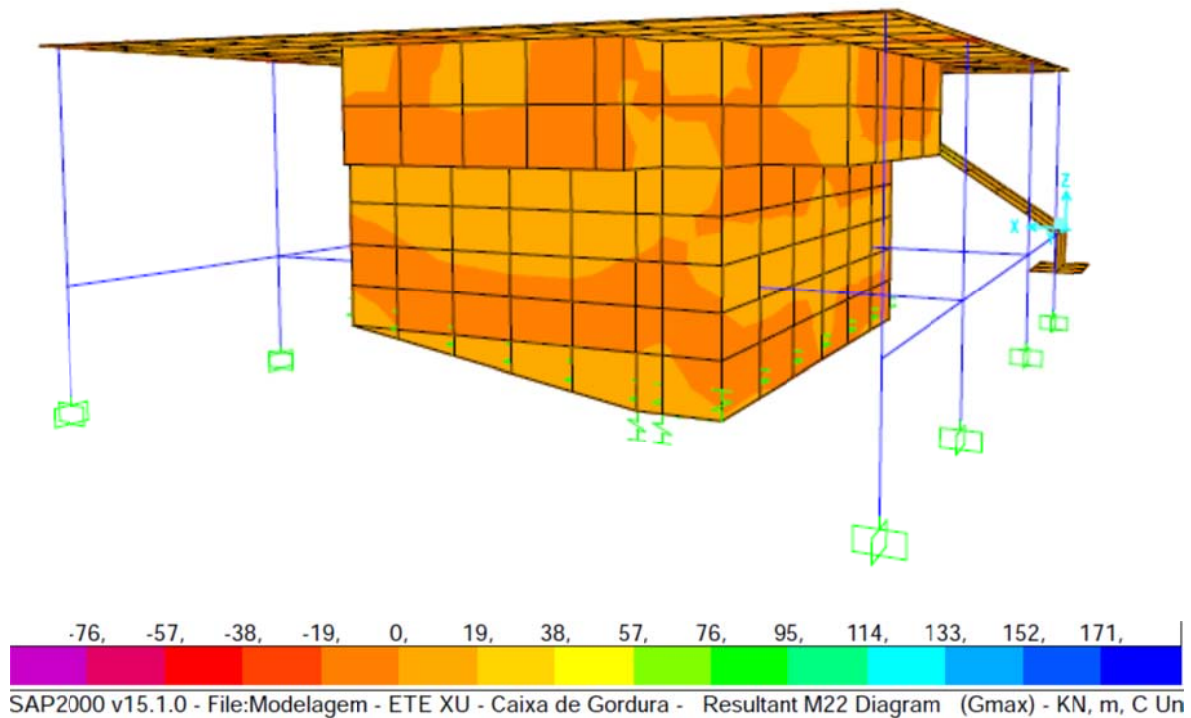


Figura 4.6 – Momento na direção Y nas paredes.



4.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 6,81 \text{ kNm} \\ M_y = 6,37 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam o resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 6,81 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0227$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0227$$

$$\rightarrow K_x = 0,0373$$

$$\rightarrow K_z = 0,9851$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\text{Momento Fletor Máximo} = 6,37 \text{ kN.m}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$



$$h = 20 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0212$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0212 \rightarrow K_x = 0,0298$$

$$\rightarrow K_z = 0,9881$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,48 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

4.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 6,32 \text{ kNm} \\ M_y = 7,71 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam o resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 6,32 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 15 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 9,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 9,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{bf \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0510$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0510 \rightarrow Kx = 0,0758$$

$$\rightarrow Kz = 0,9697$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 7,71 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 9,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 9,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0622$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0622$

$$\rightarrow K_x = 0,0916$$

$$\rightarrow K_z = 0,9634$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0 \text{ c}/15$ que equivale a 10,50 cm²/m.

4.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

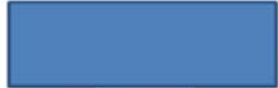
Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 7,52 \text{ kN.m} \\ M_y = 6,63 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 7,52 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0251$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0251$$

$$\rightarrow K_x = 0,0373$$

$$\rightarrow K_z = 0,9851$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{y,d}} = 1,76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{y,d}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 6,63 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

d = altura total – cobrimento – 1,5 ϕ armadura

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

d = 14,50 cm

Adotar d = 14,00 cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0221$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0221$

→ $K_x = 0,0298$

→ $K_z = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

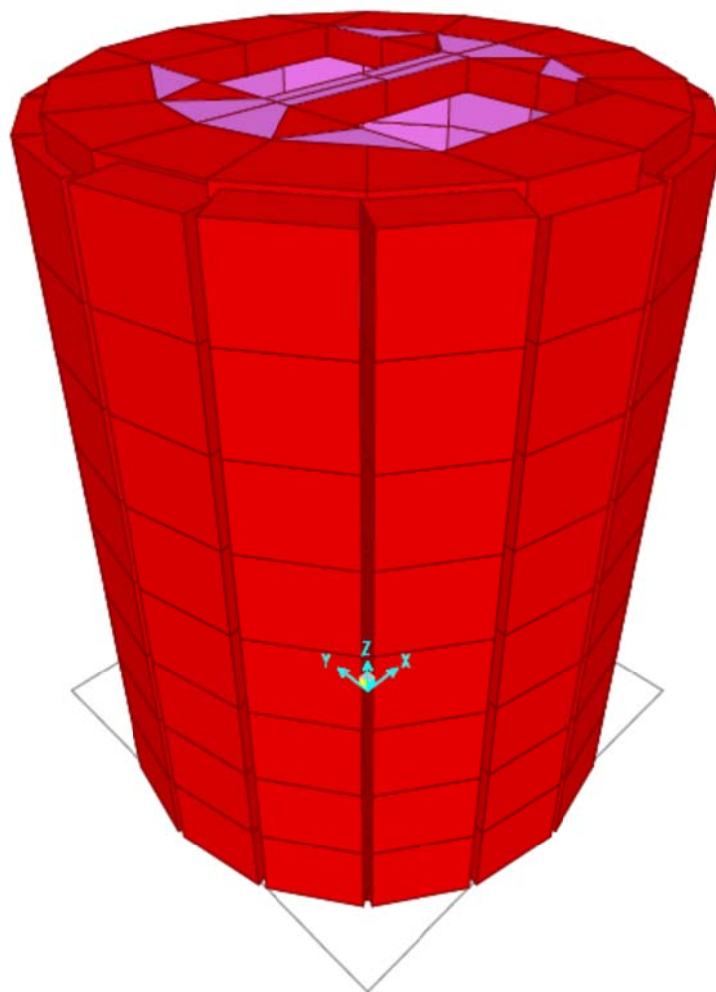
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

5. DIMENSIONAMENTO – EEB E RECIRCULAÇÃO

5.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 5.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 5.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: 1,4CP + 1,4SC

Comb 2: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF

Comb 3: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI

Comb 4: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE

5.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 5.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,57	-11,41	-0,11
1	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,49	-11,50	-0,33
1	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,60	-14,59	0,00
2	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-8,21	-2,98	-0,52
2	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-7,82	-3,38	-1,48
2	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,44	-10,96	-0,49
2	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,57	-10,83	-0,17
3	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-1,37	10,60	-1,19
3	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-0,46	9,69	-3,39
3	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-7,81	-3,06	-1,58
3	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-8,23	-2,64	-0,55
4	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,60	-14,59	0,00
4	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,48	-11,50	0,33
4	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,57	-11,41	0,12
5	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,57	-10,83	0,18
5	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,44	-10,96	0,49
5	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-7,81	-3,38	1,48
5	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-8,21	-2,98	0,52
6	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-8,23	-2,64	0,56
6	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-7,80	-3,06	1,59
6	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-0,45	9,69	3,39
6	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-1,37	10,60	1,19
7	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-14,59	-14,59	0,00
7	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,32	-11,67	-0,49
7	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,11	-11,88	-0,58

8	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,88	-11,53	-0,87
8	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,20	-11,21	-0,74
8	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-7,08	-4,12	-2,22
8	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-6,13	-5,08	-2,61
9	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-6,00	-4,88	-2,80
9	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-7,02	-3,85	-2,37
9	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	1,23	8,01	-5,07
9	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	3,43	5,81	-5,99
10	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,88	-12,11	-0,58
10	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,67	-12,32	-0,49
10	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,59	-14,59	0,00
11	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-5,08	-6,12	-2,61
11	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-4,13	-7,08	-2,22
11	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-11,22	-12,20	-0,74
11	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,53	-11,88	-0,87
12	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	5,81	3,43	-5,99
12	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	8,01	1,23	-5,08
12	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-3,86	-7,02	-2,37
12	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-4,88	-5,99	-2,80
13	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,60	-14,60	0,00
13	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,66	-12,32	0,49
13	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,87	-12,10	0,58
14	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,52	-11,87	0,87
14	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,20	-12,19	0,74
14	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-4,11	-7,07	2,22
14	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-5,07	-6,11	2,62
15	Gmax	Combination	-17,07	-17,04	-4,87	-5,99	2,80
15	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-3,84	-7,01	2,37
15	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	8,01	1,23	5,07
15	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	5,81	3,42	5,98
16	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,10	-11,87	0,58
16	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,32	-11,66	0,49
16	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-14,60	-14,59	0,00
17	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-6,11	-5,07	2,62
17	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-7,08	-4,11	2,22
17	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,19	-11,21	0,74
17	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,87	-11,52	0,87
18	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	3,43	5,81	5,98
18	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	1,23	8,00	5,07
18	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-7,01	-3,85	2,37
18	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-5,98	-4,87	2,80
19	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,41	-12,57	0,12

19	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,50	-12,48	0,33
19	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,60	-14,60	0,00
20	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-2,97	-8,21	0,52
20	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-3,37	-7,81	1,48
20	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-10,96	-12,44	0,49
20	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-10,82	-12,57	0,17
21	Gmax	Combination	-17,06	-17,03	10,60	-1,36	1,19
21	Gmax	Combination	-17,06	-17,03	9,69	-0,45	3,39
21	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-3,06	-7,80	1,58
21	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-2,63	-8,22	0,56
22	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,60	-14,60	0,00
22	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,50	-12,48	-0,33
22	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-11,41	-12,57	-0,11
23	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-10,82	-12,57	-0,17
23	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-10,96	-12,44	-0,49
23	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-3,37	-7,81	-1,48
23	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-2,97	-8,21	-0,52
24	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-2,63	-8,22	-0,56
24	Gmax	Combination	-17,06	-17,04	-3,06	-7,80	-1,58
24	Gmax	Combination	-17,06	-17,03	9,69	-0,46	-3,39
24	Gmax	Combination	-17,06	-17,03	10,60	-1,37	-1,19
25	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-14,59	-14,59	0,00
25	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,67	-12,33	0,49
25	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,89	-12,11	0,58
26	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-11,54	-11,88	0,87
26	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-11,22	-12,20	0,74
26	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-4,13	-7,09	2,22
26	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-5,09	-6,12	2,61
27	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-4,89	-5,99	2,79
27	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-3,86	-7,02	2,37
27	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	8,01	1,23	5,08
27	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	5,81	3,43	5,99
28	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-12,12	-11,88	0,58
28	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-12,33	-11,67	0,49
28	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,59	-14,59	0,00
29	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-6,13	-5,08	2,61
29	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-7,09	-4,12	2,21
29	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,20	-11,21	0,74
29	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-11,88	-11,53	0,87
30	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	3,43	5,81	5,99
30	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	1,23	8,01	5,07
30	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-7,02	-3,85	2,37

30	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-6,00	-4,88	2,79
31	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,42	-12,58	0,11
31	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,51	-12,49	0,33
31	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-14,59	-14,59	0,00
32	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-2,99	-8,22	0,52
32	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-3,39	-7,82	1,48
32	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-10,97	-12,44	0,49
32	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-10,84	-12,58	0,17
33	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	10,61	-1,37	1,19
33	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	9,70	-0,46	3,39
33	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-3,07	-7,81	1,58
33	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-2,65	-8,23	0,56
34	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-14,59	-14,59	0,00
34	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,51	-12,49	-0,33
34	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-11,42	-12,58	-0,12
35	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-10,84	-12,58	-0,17
35	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-10,97	-12,44	-0,49
35	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-3,39	-7,82	-1,48
35	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-2,99	-8,22	-0,52
36	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-2,65	-8,23	-0,56
36	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-3,07	-7,81	-1,58
36	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	9,70	-0,45	-3,39
36	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	10,61	-1,37	-1,19
37	Gmax	Combination	-17,06	-17,06	-12,57	-11,42	-0,12
37	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,48	-11,50	-0,33
37	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,60	-14,59	0,00
38	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-8,22	-2,98	-0,52
38	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-7,81	-3,38	-1,48
38	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-12,44	-10,96	-0,49
38	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-12,57	-10,83	-0,18
39	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-1,37	10,60	-1,19
39	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-0,45	9,69	-3,39
39	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-7,80	-3,06	-1,59
39	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-8,23	-2,64	-0,56
40	Gmax	Combination	-17,06	-17,05	-14,59	-14,59	0,00
40	Gmax	Combination	-17,07	-17,06	-12,49	-11,51	0,33
40	Gmax	Combination	-17,07	-17,05	-12,57	-11,42	0,11

5.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 5.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,00	0,00	26,85	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,37	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,37	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,69	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,70	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,36	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,69	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,38	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,11	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,39	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,35	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,36	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,68	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,68	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,35	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,68	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,36	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,68	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,11	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,11	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,39	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,39	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00

36	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,38	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,11	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,39	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,71	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,37	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,37	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,70	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,69	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	20,36	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	13,69	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 733,54 kN. A área do apoio no solo é de 5,94 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{733,54}{5,94} = 123,49 \frac{kN}{m^2} = 1,24 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,50 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 5.2 a 5.5 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 5.2 – Momento na direção X na laje de fundo.

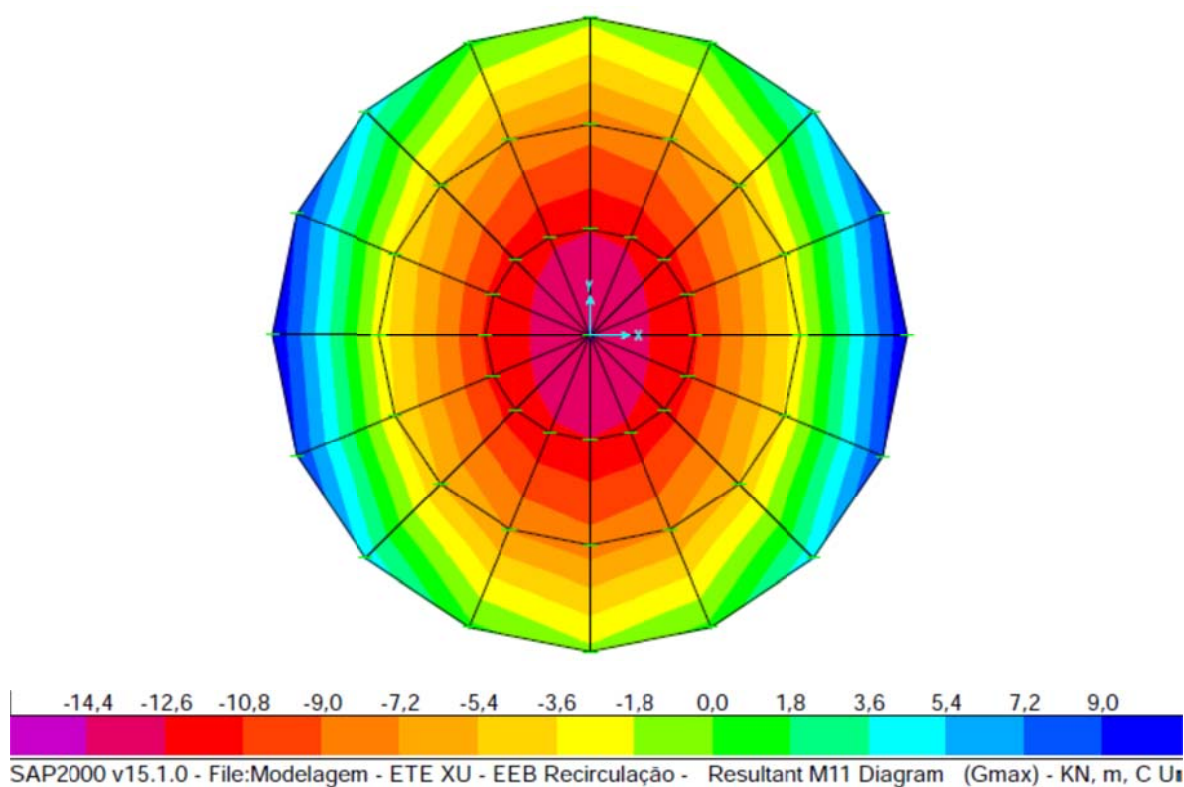


Figura 5.3 – Momento na direção Y na laje de fundo.

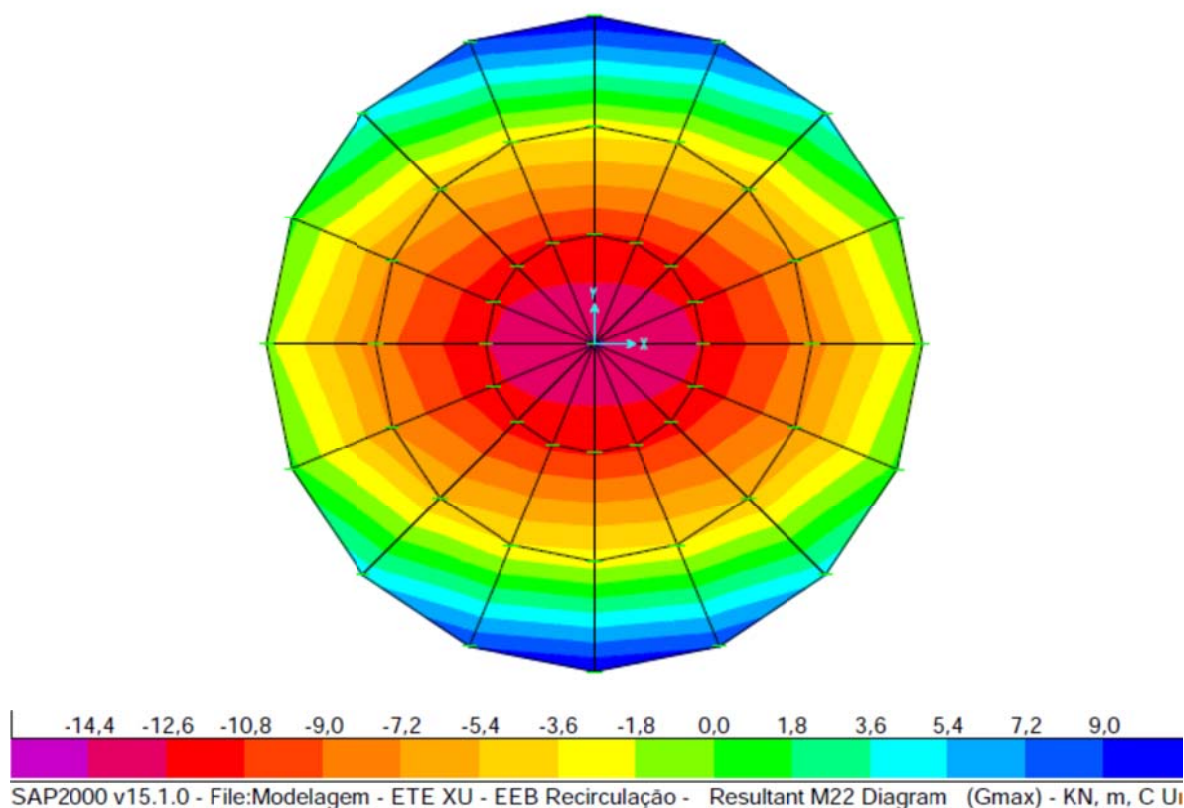


Figura 5.4 – Momento na direção X nas paredes.

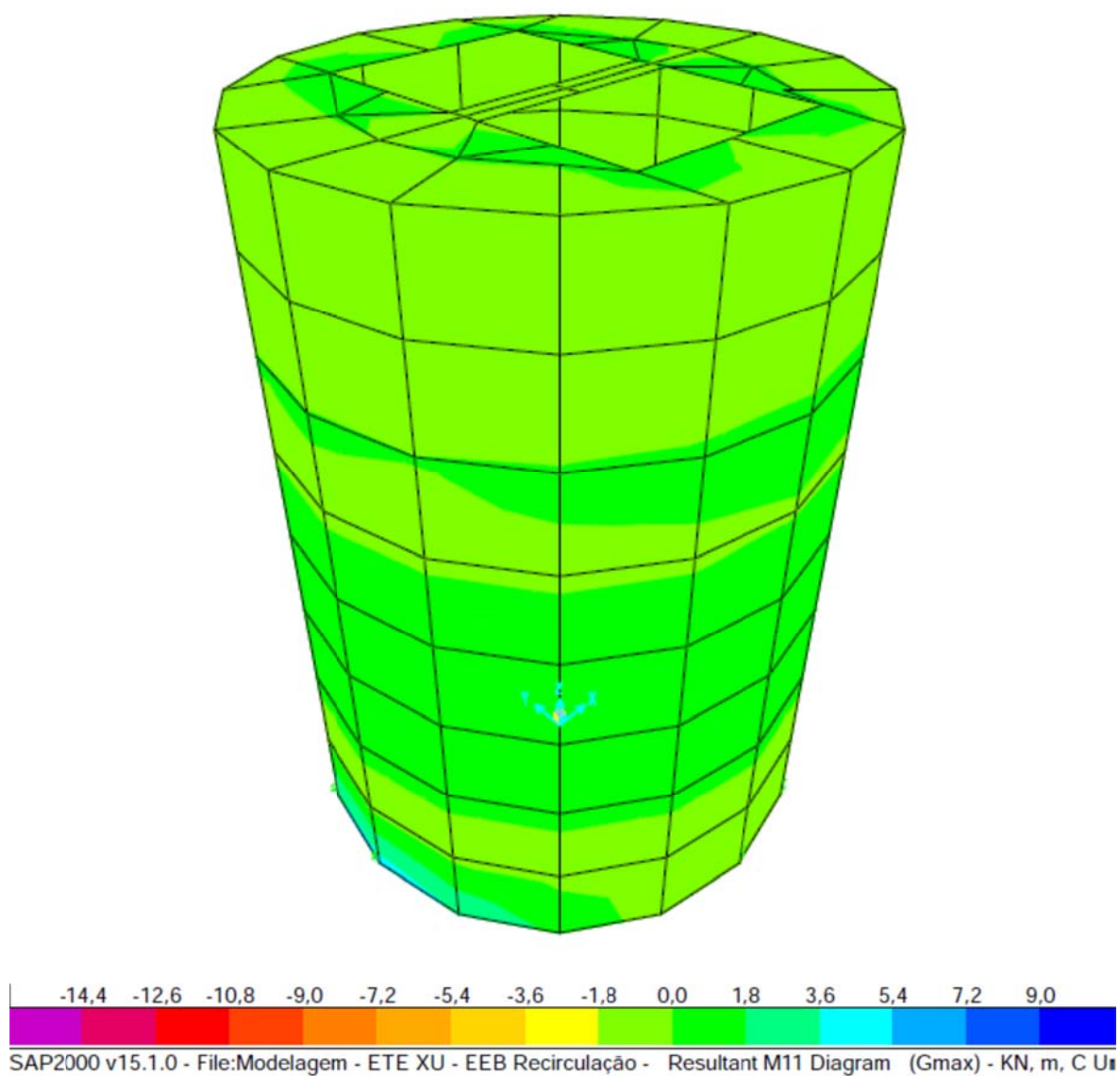
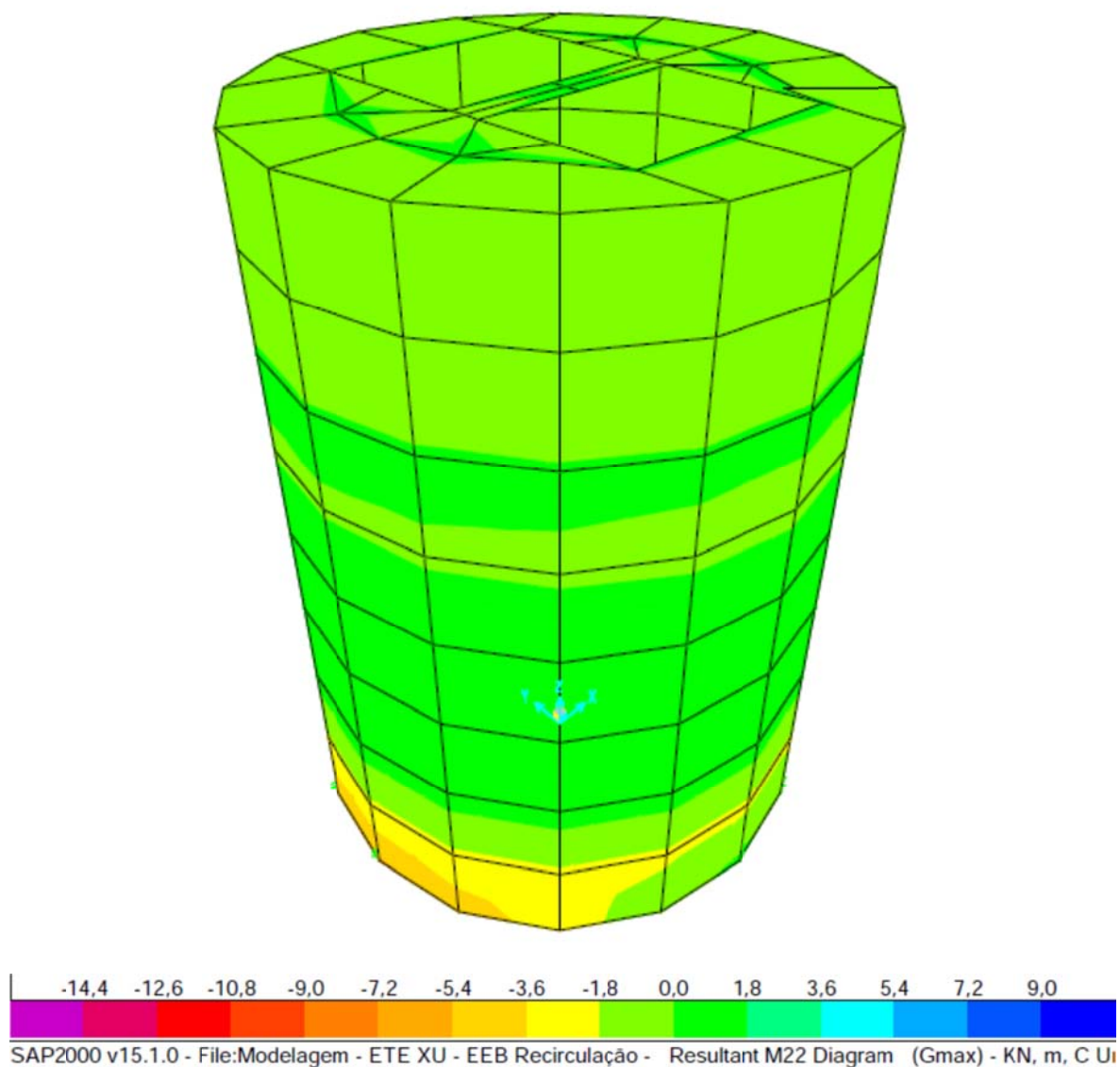


Figura 5.5 – Momento na direção Y nas paredes.



5.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=30\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 14,60 \text{ kNm} \\ M_y = 14,60 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 14,60 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 30$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 24,50$ cm

Adotar $d = 24,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0166$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0166 \rightarrow K_x = 0,0373$
 $\rightarrow K_z = 0,9851$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,99 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 6,90 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

5.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 1,63 \text{ kNm} \\ M_y = 1,63 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 1,63 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 15$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 9,50$ cm

Adotar $d = 9,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0131$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0131$

$\rightarrow K_x = 0,0223$

$\rightarrow K_z = 0,9911$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

5.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

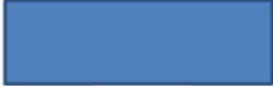
Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

Paredes $e=25\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 9,84 \text{ kN.m} \\ M_y = 9,53 \text{ kN.m} \end{cases}$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 9,84 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 25 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 19,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 19,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0178$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0178 \rightarrow K_x = 0,0298$$

$$\rightarrow K_z = 0,9881$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{y,d}} = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 5,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{y,d}} = 4,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 5,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 9,53 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 h = 25 cm
 b = 100 cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

d = 19,50 cm

Adotar d = 19,00 cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0172$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0172 \rightarrow Kx = 0,0298$
 $\rightarrow Kz = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 5,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 4,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 5,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

6. DIMENSIONAMENTO – CDV3

6.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figuras 6.1 e 6.2) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 6.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.

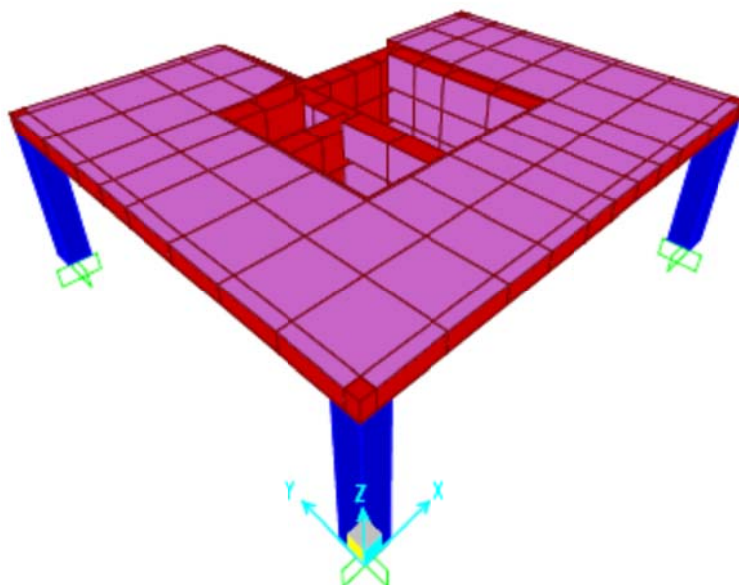
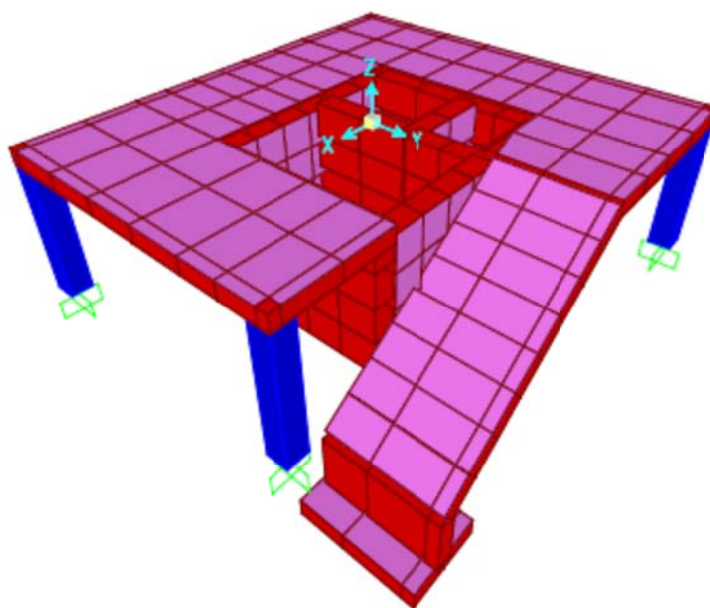


Figura 6.2 – Modelo estrutural 3D vista 2.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE$

6.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 6.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-0,38	-0,69	0,00	0,07	0,02
1	Gmax	Combination	1,05	-0,40	0,01	0,05	0,01
1	Gmax	Combination	1,41	1,43	-1,48	-0,10	0,02
1	Gmax	Combination	-0,01	1,14	-1,48	-0,22	0,03
2	Gmax	Combination	0,42	1,23	-0,89	-0,10	0,00
2	Gmax	Combination	-0,87	0,97	-0,82	0,03	0,02
2	Gmax	Combination	-1,22	-0,77	-0,02	-0,01	0,00
2	Gmax	Combination	0,07	-0,51	0,00	0,04	-0,02
3	Gmax	Combination	-0,04	0,46	0,00	0,00	-0,02
3	Gmax	Combination	-0,15	0,44	0,00	0,09	0,00
3	Gmax	Combination	-0,26	-0,10	-1,50	-0,29	0,01
3	Gmax	Combination	-0,15	-0,08	-1,46	-0,29	-0,02
4	Gmax	Combination	0,13	-0,02	-0,83	-0,16	0,02

4	Gmax	Combination	0,17	-0,01	-0,90	-0,17	0,00
4	Gmax	Combination	0,10	-0,34	0,01	0,07	0,01
4	Gmax	Combination	0,07	-0,35	0,00	0,01	0,03
5	Gmax	Combination	0,24	0,27	0,00	0,10	-0,03
5	Gmax	Combination	-0,09	0,21	0,00	0,00	-0,03
5	Gmax	Combination	-0,12	0,07	-1,46	-0,27	-0,01
5	Gmax	Combination	0,21	0,14	-1,32	-0,19	-0,01
6	Gmax	Combination	-0,17	0,06	-0,74	-0,08	0,01
6	Gmax	Combination	0,16	0,13	-0,82	-0,14	0,02
6	Gmax	Combination	0,08	-0,28	0,00	0,01	0,03
6	Gmax	Combination	-0,25	-0,35	0,00	0,04	0,02
7	Gmax	Combination	2,00	-2,96	0,45	0,14	0,07
7	Gmax	Combination	2,66	0,31	-0,13	-0,01	0,15
7	Gmax	Combination	6,10	1,00	0,44	0,40	0,15
7	Gmax	Combination	5,44	-2,27	0,33	0,33	0,07
8	Gmax	Combination	19,77	3,73	0,70	0,16	0,15
8	Gmax	Combination	19,86	4,16	-1,20	-0,18	-0,01
8	Gmax	Combination	9,09	2,01	-1,38	-0,28	-0,06
8	Gmax	Combination	9,00	1,58	0,21	0,35	0,10
9	Gmax	Combination	9,22	2,69	0,20	0,30	-0,07
9	Gmax	Combination	9,80	5,59	-1,39	-0,36	-0,06
9	Gmax	Combination	10,11	5,65	-1,37	-0,27	-0,04
9	Gmax	Combination	9,53	2,75	0,10	-0,42	-0,05
10	Gmax	Combination	6,22	1,64	0,39	0,67	0,10
10	Gmax	Combination	6,32	2,10	0,43	0,34	0,03
10	Gmax	Combination	2,25	1,29	-0,17	-0,48	0,00
10	Gmax	Combination	2,16	0,83	0,30	-0,53	0,07
11	Gmax	Combination	2,29	1,49	0,35	-0,26	-0,04
11	Gmax	Combination	2,27	1,39	-0,18	-0,54	0,05
11	Gmax	Combination	5,17	1,97	0,62	0,47	-0,02
11	Gmax	Combination	5,19	2,07	0,44	0,51	-0,11
12	Gmax	Combination	9,55	2,85	0,09	-0,49	0,09
12	Gmax	Combination	10,01	5,15	-1,40	-0,46	0,07
12	Gmax	Combination	6,14	4,38	-1,60	-0,15	0,11
12	Gmax	Combination	5,68	2,08	0,43	0,43	0,13
13	Gmax	Combination	5,53	1,30	0,44	0,50	-0,06
13	Gmax	Combination	5,42	0,76	-1,64	-0,34	0,09
13	Gmax	Combination	17,48	3,17	-1,02	-0,04	0,03
13	Gmax	Combination	17,59	3,71	0,68	0,09	-0,11
14	Gmax	Combination	4,17	-3,03	0,39	0,28	-0,01
14	Gmax	Combination	5,02	1,20	0,64	0,54	-0,09
14	Gmax	Combination	1,67	0,53	0,04	-0,04	-0,07

14	Gmax	Combination	0,82	-3,70	0,39	0,16	0,01
15	Gmax	Combination	32,62	6,71	-0,56	-0,05	-0,18
15	Gmax	Combination	31,94	3,34	-0,24	-0,55	-0,36
15	Gmax	Combination	11,68	-0,72	-0,24	0,15	-0,45
15	Gmax	Combination	12,36	2,66	-1,50	-0,31	-0,27
16	Gmax	Combination	25,54	2,06	-0,88	-0,68	-0,31
16	Gmax	Combination	25,15	0,08	-0,17	-1,07	-0,15
16	Gmax	Combination	12,15	-2,52	0,38	0,46	-0,24
16	Gmax	Combination	12,54	-0,54	-0,08	0,18	-0,39
17	Gmax	Combination	13,65	-2,22	-0,74	-1,18	-0,01
17	Gmax	Combination	13,24	-4,26	0,85	-0,93	0,07
17	Gmax	Combination	9,53	-5,00	0,67	0,61	0,08
17	Gmax	Combination	9,94	-2,96	0,56	0,50	-0,01
18	Gmax	Combination	-5,48	-8,00	-0,44	-1,18	0,09
18	Gmax	Combination	-5,23	-6,78	0,67	0,00	0,37
18	Gmax	Combination	9,55	-3,83	1,33	0,73	0,60
18	Gmax	Combination	9,30	-5,04	1,00	0,67	0,32
19	Gmax	Combination	13,07	6,24	-1,52	-0,38	-0,22
19	Gmax	Combination	12,66	4,19	-0,23	0,17	-0,32
19	Gmax	Combination	9,23	3,50	0,01	0,21	-0,20
19	Gmax	Combination	9,63	5,55	-2,35	-0,46	-0,10
20	Gmax	Combination	13,52	4,36	-0,07	0,21	-0,30
20	Gmax	Combination	12,71	0,29	0,38	0,45	-0,21
20	Gmax	Combination	8,02	-0,65	0,95	0,78	-0,08
20	Gmax	Combination	8,83	3,43	-0,05	0,20	-0,17
21	Gmax	Combination	10,50	-0,16	0,56	0,48	-0,02
21	Gmax	Combination	9,50	-5,17	0,66	0,54	0,15
21	Gmax	Combination	8,37	-5,39	1,44	0,99	0,18
21	Gmax	Combination	9,37	-0,38	0,87	0,76	0,01
22	Gmax	Combination	9,27	-5,21	0,98	0,61	0,42
22	Gmax	Combination	7,68	-13,13	1,33	0,74	0,54
22	Gmax	Combination	8,18	-13,03	1,60	0,19	0,35
22	Gmax	Combination	9,76	-5,12	1,33	0,96	0,24
23	Gmax	Combination	9,54	5,06	-2,39	-0,65	0,01
23	Gmax	Combination	9,39	4,31	0,02	0,26	0,07
23	Gmax	Combination	7,47	3,92	0,00	0,31	0,27
23	Gmax	Combination	7,62	4,68	-1,81	-0,19	0,21
24	Gmax	Combination	8,99	4,23	-0,04	0,25	0,08
24	Gmax	Combination	8,18	0,16	0,94	0,77	0,06
24	Gmax	Combination	8,16	0,16	0,74	0,70	0,26
24	Gmax	Combination	8,98	4,22	0,03	0,32	0,27
25	Gmax	Combination	9,53	0,43	0,87	0,76	0,14

25	Gmax	Combination	8,44	-5,05	1,42	0,85	0,09
25	Gmax	Combination	7,78	-5,18	1,02	0,73	0,07
25	Gmax	Combination	8,88	0,30	0,84	0,72	0,12
26	Gmax	Combination	9,83	-4,77	1,31	0,83	0,10
26	Gmax	Combination	9,04	-8,71	1,72	0,74	0,02
26	Gmax	Combination	7,29	-9,06	1,14	0,42	-0,15
26	Gmax	Combination	8,08	-5,12	1,17	0,76	-0,07
27	Gmax	Combination	6,90	1,05	-1,85	-0,38	0,30
27	Gmax	Combination	6,71	0,10	0,00	0,34	0,46
27	Gmax	Combination	26,71	4,10	-0,26	-0,33	0,42
27	Gmax	Combination	26,90	5,05	-0,39	0,09	0,27
28	Gmax	Combination	8,21	0,40	0,03	0,35	0,45
28	Gmax	Combination	7,81	-1,60	0,74	0,73	0,35
28	Gmax	Combination	20,42	0,92	-0,07	-0,72	0,28
28	Gmax	Combination	20,82	2,92	-0,37	-0,35	0,38
29	Gmax	Combination	8,52	-1,46	0,84	0,75	0,17
29	Gmax	Combination	8,15	-3,33	1,03	0,80	0,01
29	Gmax	Combination	9,55	-3,05	0,38	-0,71	-0,02
29	Gmax	Combination	9,93	-1,18	-0,39	-0,78	0,14
30	Gmax	Combination	8,45	-3,27	1,18	0,83	-0,21
30	Gmax	Combination	8,39	-3,54	1,12	0,34	-0,42
30	Gmax	Combination	-2,77	-5,77	0,36	-0,06	-0,35
30	Gmax	Combination	-2,71	-5,50	-0,12	-0,81	-0,15
31	Gmax	Combination	-3,31	12,15	-0,24	0,68	-0,61
31	Gmax	Combination	0,88	12,99	0,89	-0,15	-0,79
31	Gmax	Combination	-0,09	8,10	-0,29	0,06	-0,96
31	Gmax	Combination	-4,29	7,26	0,53	1,33	-0,77
32	Gmax	Combination	6,51	41,11	1,01	0,44	-0,90
32	Gmax	Combination	8,57	41,52	2,13	-0,85	-0,95
32	Gmax	Combination	4,04	18,82	-1,65	-1,00	-1,01
32	Gmax	Combination	1,97	18,41	-0,33	-0,15	-0,95
33	Gmax	Combination	20,15	99,40	2,66	1,80	-0,46
33	Gmax	Combination	11,41	97,65	2,56	-0,04	1,47
33	Gmax	Combination	-2,47	28,28	-3,64	-8,87	1,50
33	Gmax	Combination	6,28	30,03	-1,74	-1,45	-0,42
34	Gmax	Combination	22,17	151,45	1,78	-3,94	3,24
34	Gmax	Combination	26,22	152,26	-6,64	-35,05	1,15
34	Gmax	Combination	-1,71	12,61	0,01	-19,80	0,33
34	Gmax	Combination	-5,76	11,80	-3,48	-8,10	2,43
35	Gmax	Combination	-13,59	5,40	0,20	1,27	-0,71
35	Gmax	Combination	9,01	9,92	-0,19	0,08	-0,76
35	Gmax	Combination	6,79	-1,20	-0,95	-0,21	-0,47

35	Gmax	Combination	-15,82	-5,73	0,57	1,72	-0,42
36	Gmax	Combination	11,08	20,23	-0,24	-0,14	-0,75
36	Gmax	Combination	16,16	21,25	-1,69	-1,01	-0,37
36	Gmax	Combination	10,44	-7,34	-1,95	-3,23	0,00
36	Gmax	Combination	5,36	-8,36	-0,92	-0,07	-0,38
37	Gmax	Combination	18,40	32,46	-1,78	-1,46	0,50
37	Gmax	Combination	21,07	32,99	-3,21	-8,78	0,62
37	Gmax	Combination	12,27	-11,05	-1,80	-7,54	0,39
37	Gmax	Combination	9,59	-11,58	-1,91	-3,07	0,27
38	Gmax	Combination	17,78	16,51	-3,06	-8,01	0,50
38	Gmax	Combination	0,59	13,07	-1,85	-20,17	-1,09
38	Gmax	Combination	-0,98	5,22	-3,15	-12,22	-1,81
38	Gmax	Combination	16,21	8,66	-1,85	-7,79	-0,22
39	Gmax	Combination	-11,49	-4,86	0,28	1,66	-0,03
39	Gmax	Combination	5,73	-1,42	-0,86	-0,19	0,04
39	Gmax	Combination	5,91	-0,49	-0,43	-0,13	0,46
39	Gmax	Combination	-11,31	-3,93	0,35	1,16	0,38
40	Gmax	Combination	4,30	-8,57	-0,83	-0,06	0,13
40	Gmax	Combination	27,89	-3,85	-1,87	-3,21	0,00
40	Gmax	Combination	28,76	0,51	-1,23	-1,86	0,28
40	Gmax	Combination	5,17	-4,20	-0,45	-0,25	0,41

6.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 6.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,76	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,09	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,36	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,88	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,51	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,63	0,00	0,00	0,00

20	Gmax	Combination	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,98	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,96	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,12	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,98	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	6,04	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,25	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,52	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,46	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	7,11	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,56	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,26	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,23	0,00	0,00	0,00
36	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,10	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,97	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,97	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,18	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,85	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,61	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	0,00	0,00	5,37	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,82	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 151,74 kN. A área do apoio no solo é de 8,05 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{151,74}{8,05} = 18,85 \frac{kN}{m^2} = 0,19 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,50 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 6.3 a 6.6 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 6.3 – Momento na direção X na laje de fundo.

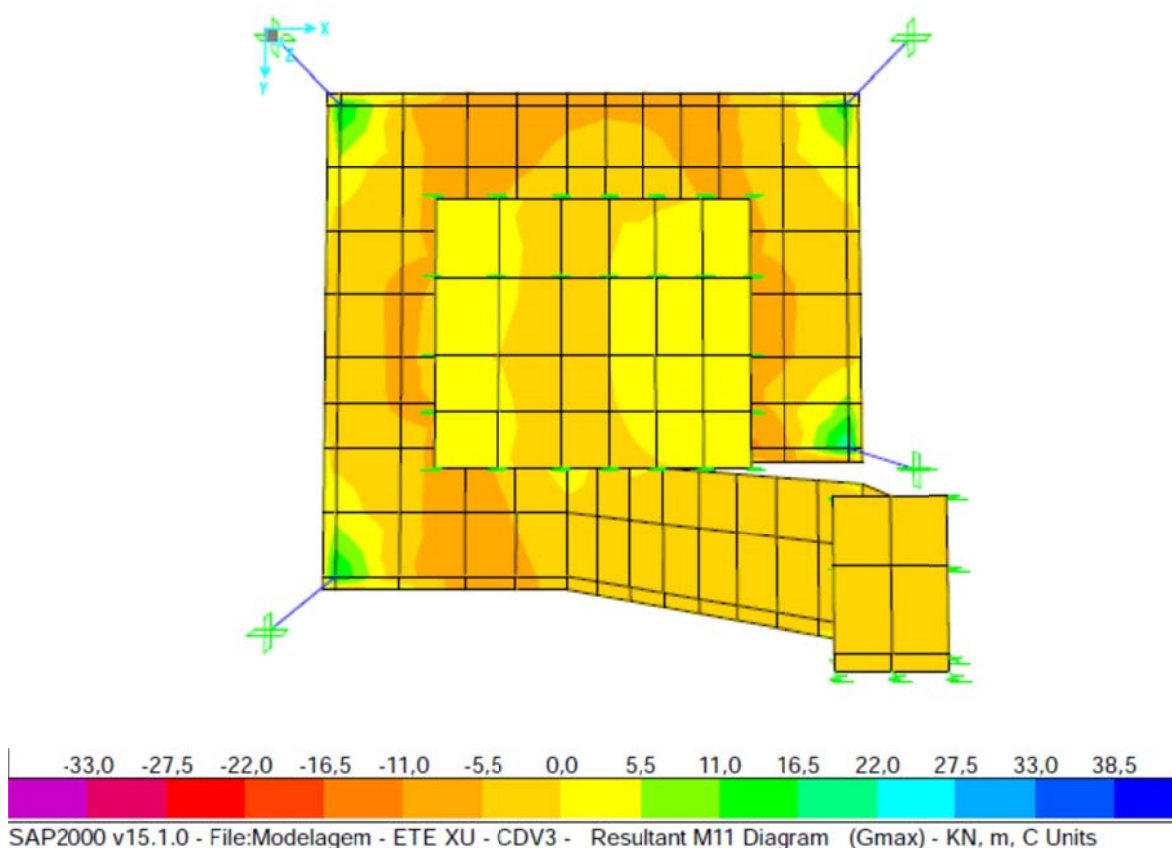


Figura 6.4 – Momento na direção Y na laje de fundo.

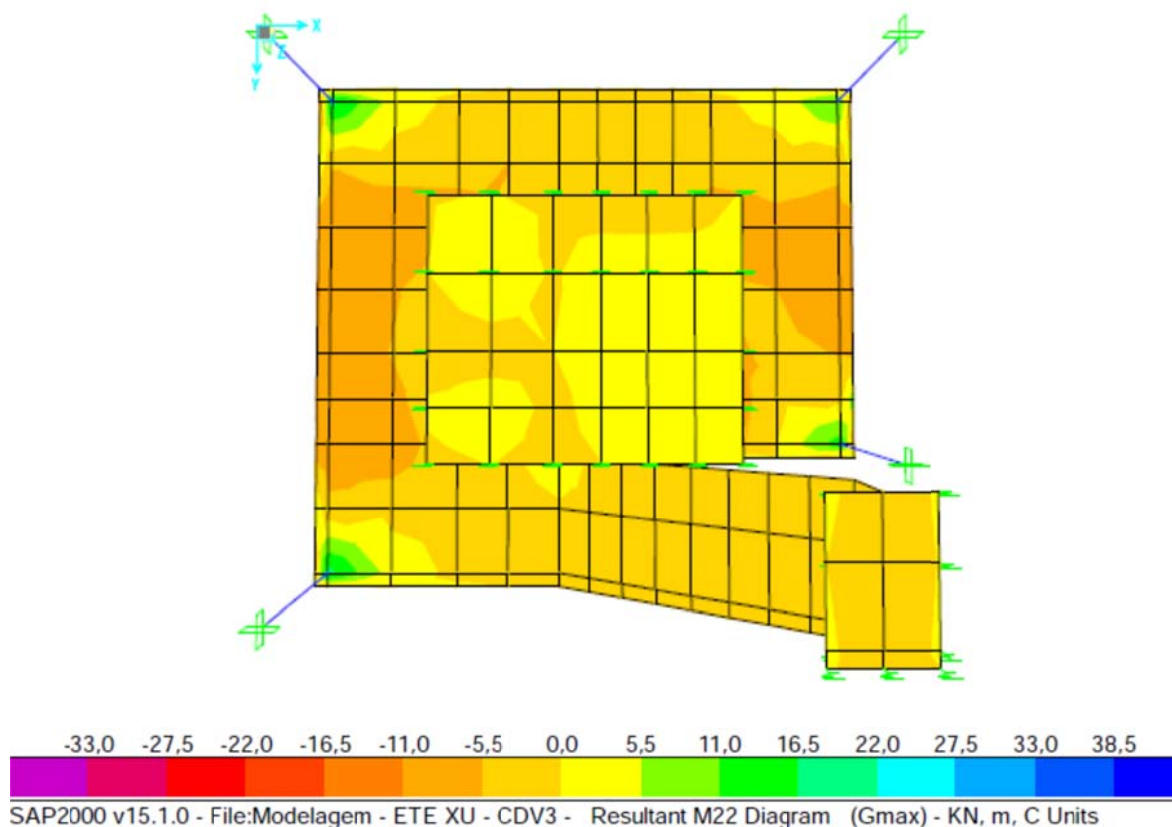


Figura 6.5 – Momento na direção X nas paredes.

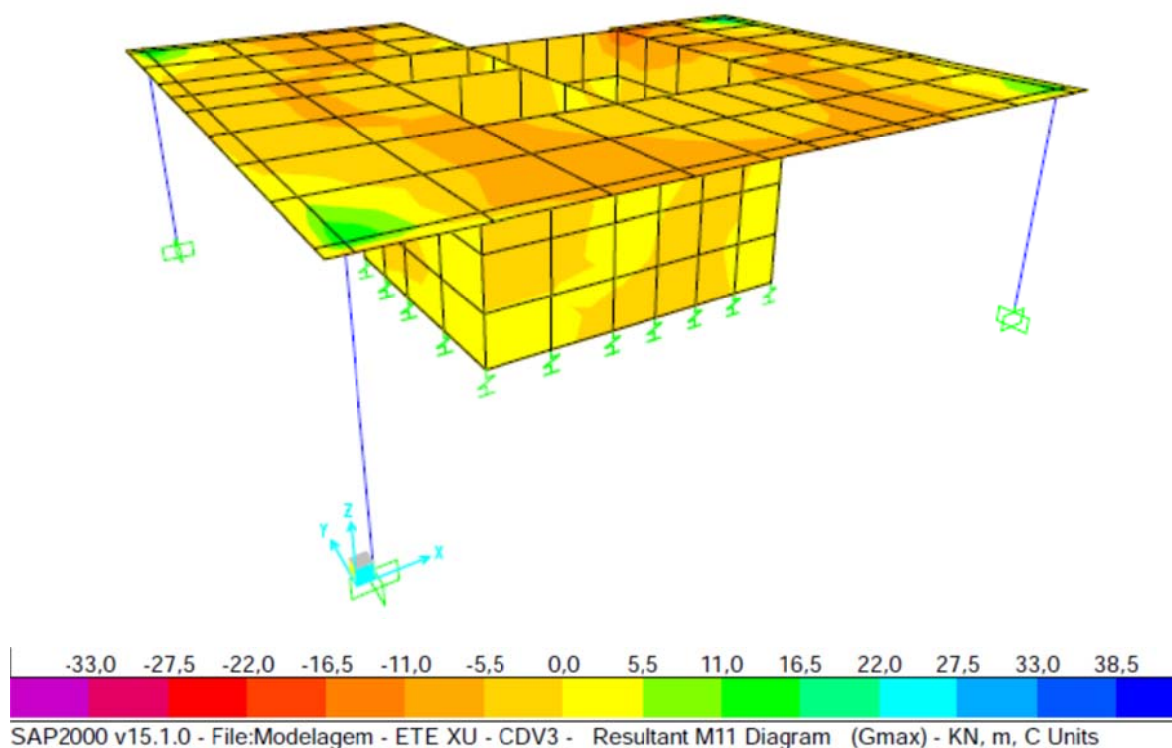
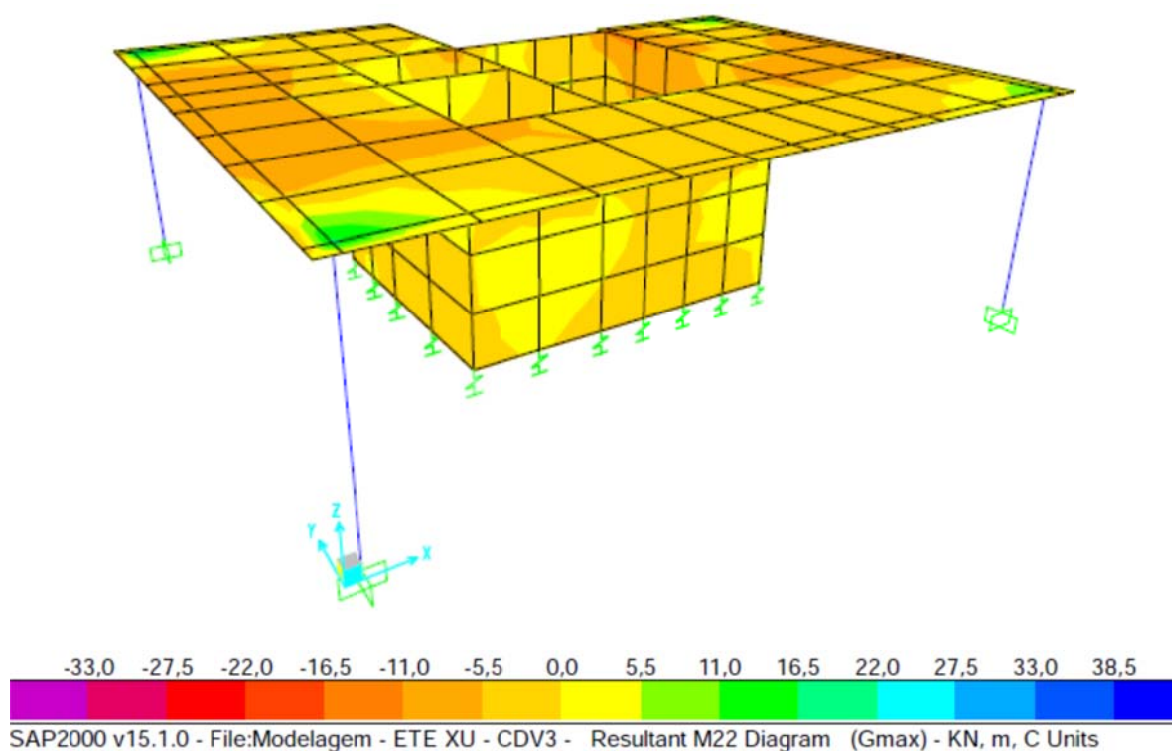


Figura 6.6 – Momento na direção Y nas paredes.



6.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 18,50 \text{ kNm} \\ M_y = 12,57 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 18,50 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 20$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0617$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0617$

$\rightarrow Kx = 0,0916$

$\rightarrow Kz = 0,9634$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 4,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 12,57 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0419$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0419 \rightarrow K_x = 0,0603$
 $\rightarrow K_z = 0,9759$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

6.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 11,05 \text{ kNm} \\ M_y = 12,33 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento



ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.
 Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
 Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
 E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 11,05 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 9,50$ cm

Adotar $d = 9,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0891$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0891$

$\rightarrow K_x = 0,1402$

$\rightarrow K_z = 0,9439$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 4,19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,19 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 12,33 kN.m
fck = 30,00 MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

d = altura total – cobrimento – 1,5øarmadura

Adotaremos ø da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

d = 9,50 cm

Adotar d = 9,00 cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0995$$

Conforme tabela temos: KMD = 0,0995

→ Kx = 0,1569

→ Kz = 0,9372

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 4,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,71 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

6.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} Mx = 14,17 \text{ kN.m} \\ My = 13,43 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 14,17 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0472$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0472$ $\rightarrow K_x = 0,0680$
 $\rightarrow K_z = 0,9728$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 13,43 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 20$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0448$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0448$

$\rightarrow K_x = 0,0680$

$\rightarrow K_z = 0,9728$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 3,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

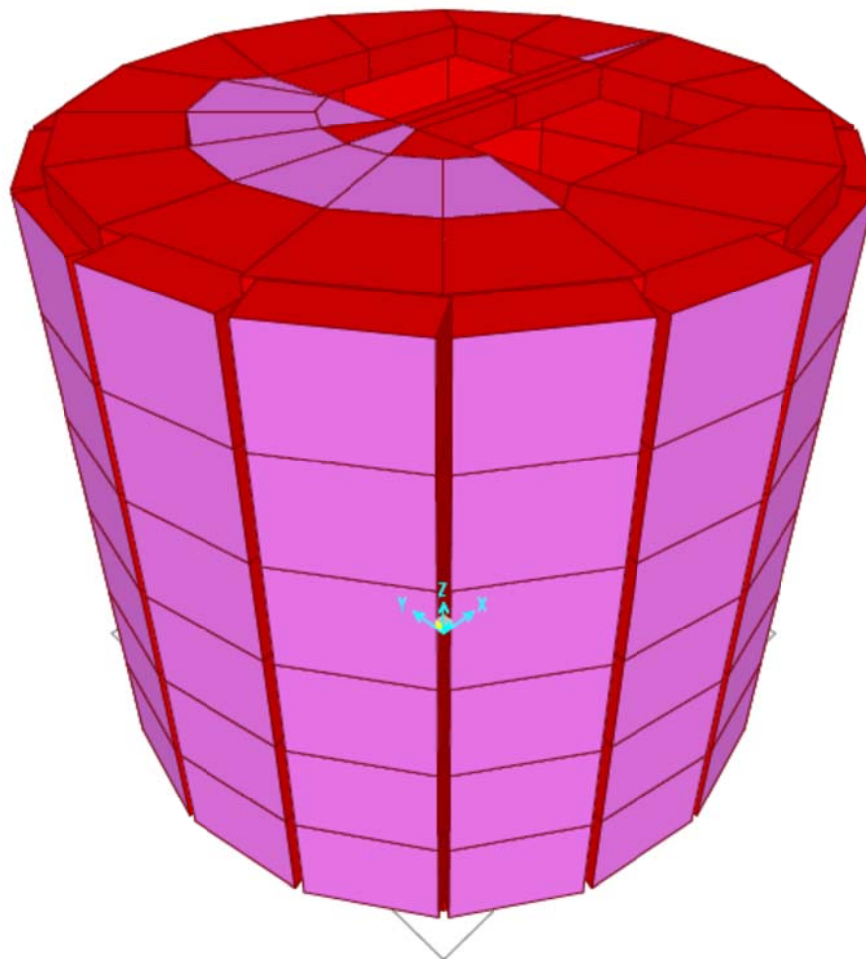
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

7. DIMENSIONAMENTO – ELEVATÓRIA DE EFLUENTE TRATADO

7.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 7.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 3.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: 1,4CP + 1,4SC

Comb 2: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF

Comb 3: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI

Comb 4: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE

7.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 7.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-17,32	-17,31	-12,79	-11,60	-0,09
1	Gmax	Combination	-17,32	-17,33	-12,76	-11,73	-0,31
1	Gmax	Combination	-17,32	-17,31	-14,87	-14,88	0,00
2	Gmax	Combination	-17,32	-17,31	-1,13	11,39	-1,20
2	Gmax	Combination	-17,33	-17,38	-0,19	10,50	-3,52
2	Gmax	Combination	-17,31	-17,39	-7,93	-2,95	-1,60
2	Gmax	Combination	-17,29	-17,31	-8,30	-2,49	-0,52
3	Gmax	Combination	-17,30	-17,31	8,28	2,86	-0,48
3	Gmax	Combination	-17,31	-17,31	12,79	11,00	-0,13
3	Gmax	Combination	-17,31	-17,36	12,72	11,16	-0,47
3	Gmax	Combination	-17,31	-17,37	7,94	3,30	-1,49
4	Gmax	Combination	-17,30	-17,32	-14,89	-14,88	0,00
4	Gmax	Combination	-17,30	-17,30	-12,65	-11,65	0,37
4	Gmax	Combination	-17,30	-17,32	-12,80	-11,60	0,15
5	Gmax	Combination	-17,31	-17,32	-8,29	-2,49	0,64
5	Gmax	Combination	-17,30	-17,24	-7,78	-2,91	1,69
5	Gmax	Combination	-17,26	-17,25	-0,15	10,37	3,56
5	Gmax	Combination	-17,28	-17,31	-1,12	11,39	1,29
6	Gmax	Combination	-17,29	-17,26	7,79	3,24	1,58
6	Gmax	Combination	-17,30	-17,27	12,60	11,11	0,55
6	Gmax	Combination	-17,31	-17,32	12,79	11,00	0,23
6	Gmax	Combination	-17,30	-17,32	8,28	2,86	0,59
7	Gmax	Combination	-17,33	-17,36	-12,18	-12,37	-0,57
7	Gmax	Combination	-17,33	-17,37	-12,00	-12,62	-0,48
7	Gmax	Combination	-17,32	-17,32	-14,87	-14,86	0,01

8	Gmax	Combination	-17,35	-17,48	6,39	3,93	-6,29
8	Gmax	Combination	-17,39	-17,52	8,73	1,61	-5,36
8	Gmax	Combination	-17,36	-17,49	-3,90	-7,12	-2,46
8	Gmax	Combination	-17,31	-17,45	-4,95	-6,03	-2,88
9	Gmax	Combination	-17,34	-17,43	5,16	6,17	-2,68
9	Gmax	Combination	-17,32	-17,37	11,83	12,12	-0,87
9	Gmax	Combination	-17,34	-17,39	11,52	12,48	-0,75
9	Gmax	Combination	-17,36	-17,46	4,19	7,19	-2,29
10	Gmax	Combination	-17,33	-17,30	-14,87	-14,87	0,01
10	Gmax	Combination	-17,33	-17,33	-12,58	-11,89	-0,47
10	Gmax	Combination	-17,33	-17,34	-12,42	-12,15	-0,57
11	Gmax	Combination	-17,33	-17,46	-6,10	-4,87	-2,88
11	Gmax	Combination	-17,31	-17,39	-7,12	-3,77	-2,42
11	Gmax	Combination	-17,31	-17,38	1,56	8,72	-5,30
11	Gmax	Combination	-17,33	-17,43	3,88	6,44	-6,29
12	Gmax	Combination	-17,32	-17,37	7,18	4,06	-2,25
12	Gmax	Combination	-17,31	-17,35	12,47	11,41	-0,72
12	Gmax	Combination	-17,33	-17,38	12,18	11,77	-0,87
12	Gmax	Combination	-17,35	-17,41	6,24	5,09	-2,68
13	Gmax	Combination	-17,32	-17,39	-11,76	-12,87	0,12
13	Gmax	Combination	-17,32	-17,38	-11,83	-12,77	0,32
13	Gmax	Combination	-17,30	-17,32	-14,87	-14,85	0,00
14	Gmax	Combination	-17,39	-17,58	11,49	-1,14	1,26
14	Gmax	Combination	-17,39	-17,58	10,51	-0,18	3,59
14	Gmax	Combination	-17,37	-17,49	-3,08	-7,94	1,64
14	Gmax	Combination	-17,38	-17,50	-2,65	-8,40	0,58
15	Gmax	Combination	-17,37	-17,50	3,03	8,38	0,54
15	Gmax	Combination	-17,35	-17,39	11,14	12,87	0,18
15	Gmax	Combination	-17,34	-17,39	11,27	12,72	0,50
15	Gmax	Combination	-17,36	-17,49	3,43	7,95	1,53
16	Gmax	Combination	-17,31	-17,33	-14,87	-14,85	0,01
16	Gmax	Combination	-17,32	-17,38	-11,83	-12,77	-0,32
16	Gmax	Combination	-17,32	-17,39	-11,76	-12,87	-0,11
17	Gmax	Combination	-17,38	-17,49	-2,65	-8,40	-0,58
17	Gmax	Combination	-17,35	-17,48	-3,08	-7,95	-1,64
17	Gmax	Combination	-17,38	-17,59	10,51	-0,17	-3,58
17	Gmax	Combination	-17,40	-17,60	11,49	-1,14	-1,26
18	Gmax	Combination	-17,35	-17,47	3,43	7,95	-1,53
18	Gmax	Combination	-17,34	-17,39	11,27	12,72	-0,50
18	Gmax	Combination	-17,35	-17,39	11,14	12,87	-0,17
18	Gmax	Combination	-17,36	-17,49	3,03	8,38	-0,54
19	Gmax	Combination	-17,33	-17,35	-12,42	-12,15	0,57

19	Gmax	Combination	-17,33	-17,33	-12,58	-11,89	0,48
19	Gmax	Combination	-17,31	-17,30	-14,87	-14,87	0,00
20	Gmax	Combination	-17,36	-17,46	3,88	6,44	6,30
20	Gmax	Combination	-17,33	-17,40	1,56	8,72	5,31
20	Gmax	Combination	-17,32	-17,41	-7,11	-3,77	2,42
20	Gmax	Combination	-17,35	-17,48	-6,10	-4,86	2,88
21	Gmax	Combination	-17,38	-17,43	6,24	5,09	2,69
21	Gmax	Combination	-17,34	-17,37	12,18	11,77	0,88
21	Gmax	Combination	-17,30	-17,36	12,47	11,41	0,73
21	Gmax	Combination	-17,35	-17,39	7,18	4,06	2,25
22	Gmax	Combination	-17,32	-17,32	-14,87	-14,86	-0,01
22	Gmax	Combination	-17,33	-17,37	-12,00	-12,62	0,49
22	Gmax	Combination	-17,33	-17,36	-12,18	-12,37	0,57
23	Gmax	Combination	-17,32	-17,46	-4,95	-6,02	2,89
23	Gmax	Combination	-17,37	-17,48	-3,90	-7,13	2,46
23	Gmax	Combination	-17,43	-17,58	8,74	1,61	5,36
23	Gmax	Combination	-17,41	-17,55	6,39	3,94	6,30
24	Gmax	Combination	-17,36	-17,47	4,19	7,19	2,29
24	Gmax	Combination	-17,34	-17,39	11,52	12,48	0,75
24	Gmax	Combination	-17,33	-17,37	11,83	12,12	0,88
24	Gmax	Combination	-17,36	-17,43	5,16	6,17	2,69
25	Gmax	Combination	-17,30	-17,32	-12,80	-11,60	-0,15
25	Gmax	Combination	-17,29	-17,30	-12,65	-11,65	-0,36
25	Gmax	Combination	-17,29	-17,31	-14,89	-14,88	0,00
26	Gmax	Combination	-17,23	-17,30	-1,13	11,39	-1,28
26	Gmax	Combination	-17,21	-17,22	-0,16	10,37	-3,56
26	Gmax	Combination	-17,30	-17,23	-7,78	-2,91	-1,68
26	Gmax	Combination	-17,33	-17,33	-8,29	-2,49	-0,63
27	Gmax	Combination	-17,31	-17,32	8,28	2,86	-0,59
27	Gmax	Combination	-17,31	-17,32	12,79	11,00	-0,22
27	Gmax	Combination	-17,31	-17,26	12,60	11,11	-0,55
27	Gmax	Combination	-17,30	-17,25	7,79	3,24	-1,58
28	Gmax	Combination	-17,33	-17,31	-14,87	-14,88	0,00
28	Gmax	Combination	-17,32	-17,33	-12,76	-11,73	0,31
28	Gmax	Combination	-17,32	-17,31	-12,79	-11,60	0,09
29	Gmax	Combination	-17,28	-17,30	-8,30	-2,49	0,52
29	Gmax	Combination	-17,31	-17,40	-7,93	-2,96	1,60
29	Gmax	Combination	-17,40	-17,40	-0,19	10,50	3,53
29	Gmax	Combination	-17,38	-17,32	-1,12	11,39	1,20
30	Gmax	Combination	-17,31	-17,38	7,95	3,30	1,49
30	Gmax	Combination	-17,31	-17,37	12,72	11,16	0,47
30	Gmax	Combination	-17,31	-17,31	12,79	10,99	0,14

30	Gmax	Combination	-17,30	-17,30	8,28	2,86	0,49
31	Gmax	Combination	-17,29	-17,27	-11,98	-12,26	-0,62
31	Gmax	Combination	-17,29	-17,25	-11,72	-12,46	-0,52
31	Gmax	Combination	-17,30	-17,30	-14,89	-14,90	-0,01
32	Gmax	Combination	-17,21	-17,09	6,36	3,84	-6,21
32	Gmax	Combination	-17,19	-17,05	8,61	1,56	-5,25
32	Gmax	Combination	-17,24	-17,15	-3,60	-6,95	-2,46
32	Gmax	Combination	-17,29	-17,17	-4,68	-5,92	-2,92
33	Gmax	Combination	-17,26	-17,20	4,89	6,05	-2,73
33	Gmax	Combination	-17,29	-17,26	11,60	12,03	-0,92
33	Gmax	Combination	-17,28	-17,23	11,25	12,33	-0,77
33	Gmax	Combination	-17,25	-17,16	3,87	7,01	-2,31
34	Gmax	Combination	-17,30	-17,33	-14,89	-14,89	0,00
34	Gmax	Combination	-17,28	-17,30	-12,49	-11,83	-0,54
34	Gmax	Combination	-17,28	-17,28	-12,21	-12,01	-0,62
35	Gmax	Combination	-17,26	-17,15	-5,84	-4,77	-2,92
35	Gmax	Combination	-17,29	-17,22	-6,96	-3,73	-2,50
35	Gmax	Combination	-17,27	-17,22	1,62	8,63	-5,30
35	Gmax	Combination	-17,24	-17,16	3,90	6,31	-6,21
36	Gmax	Combination	-17,27	-17,23	7,03	4,01	-2,34
36	Gmax	Combination	-17,32	-17,27	12,34	11,36	-0,80
36	Gmax	Combination	-17,28	-17,26	11,97	11,67	-0,92
36	Gmax	Combination	-17,24	-17,20	5,97	4,97	-2,73
37	Gmax	Combination	-17,30	-17,24	-11,45	-12,72	0,12
37	Gmax	Combination	-17,30	-17,24	-11,55	-12,63	0,35
37	Gmax	Combination	-17,31	-17,29	-14,89	-14,91	0,01
38	Gmax	Combination	-17,23	-17,06	11,29	-1,11	1,23
38	Gmax	Combination	-17,24	-17,07	10,36	-0,17	3,51
38	Gmax	Combination	-17,27	-17,15	-2,78	-7,76	1,65
38	Gmax	Combination	-17,24	-17,14	-2,33	-8,19	0,58
39	Gmax	Combination	-17,26	-17,15	2,69	8,18	0,54
39	Gmax	Combination	-17,27	-17,24	10,85	12,72	0,18
39	Gmax	Combination	-17,28	-17,24	10,99	12,59	0,52
39	Gmax	Combination	-17,27	-17,16	3,11	7,78	1,55
40	Gmax	Combination	-17,31	-17,30	-14,89	-14,91	0,00
40	Gmax	Combination	-17,30	-17,24	-11,55	-12,63	-0,35
40	Gmax	Combination	-17,30	-17,24	-11,45	-12,72	-0,12

7.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 7.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,36	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,39	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,00	0,00	30,10	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,59	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,71	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,17	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,05	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,33	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,92	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,41	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,43	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,82	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,35	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,28	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,44	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,43	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,92	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,35	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,37	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,41	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,39	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,82	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,71	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,17	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,27	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,36	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,33	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,59	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,92	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	23,05	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,30	0,00	0,00	0,00

36	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,28	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,36	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,75	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,82	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,28	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,28	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,26	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,75	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,72	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	11,30	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,36	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	22,82	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 829,94 kN. A área do apoio no solo é de 10,21 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{829,94}{10,21} = 81,29 \frac{kN}{m^2} = 0,81 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,50 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 7.2 a 7.5 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 7.2 – Momento na direção X na laje de fundo.

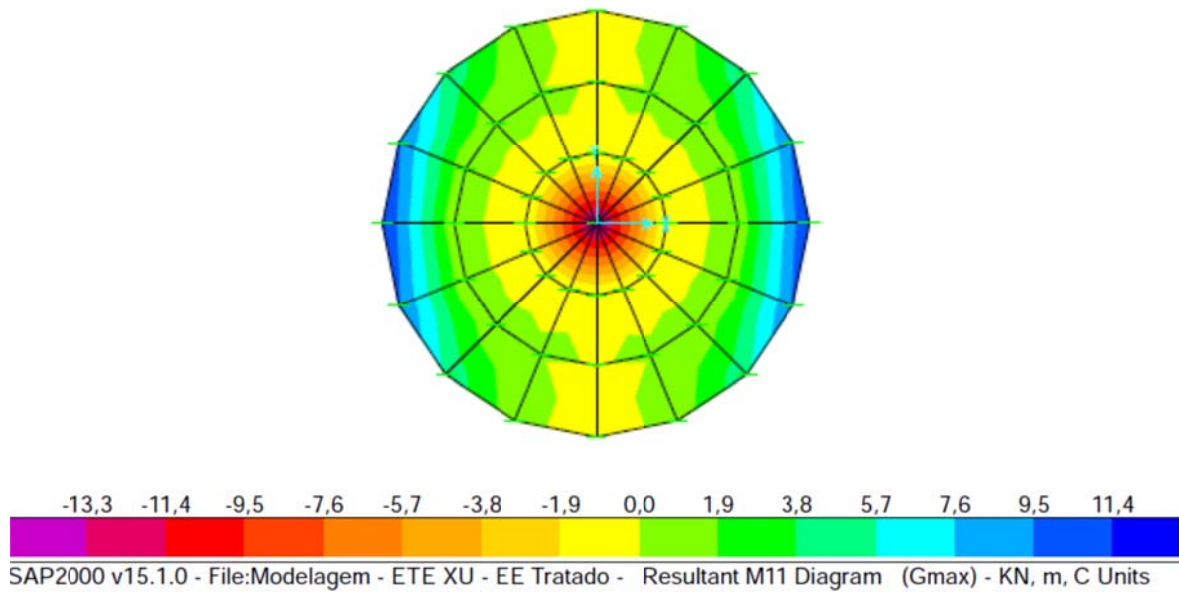


Figura 7.3 – Momento na direção Y na laje de fundo.

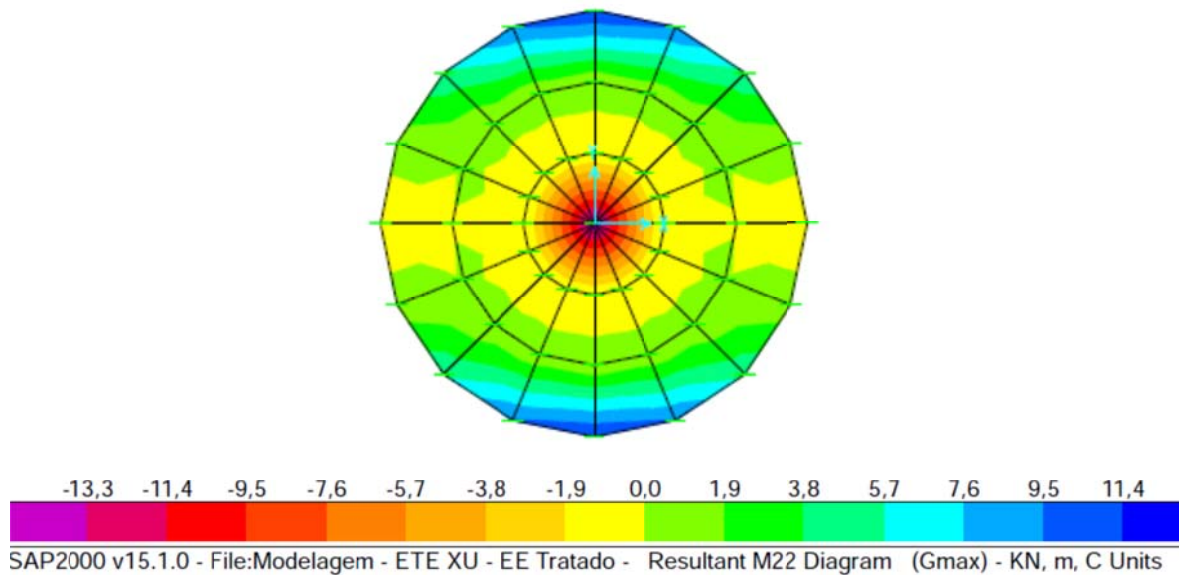


Figura 7.4 – Momento na direção X nas paredes.

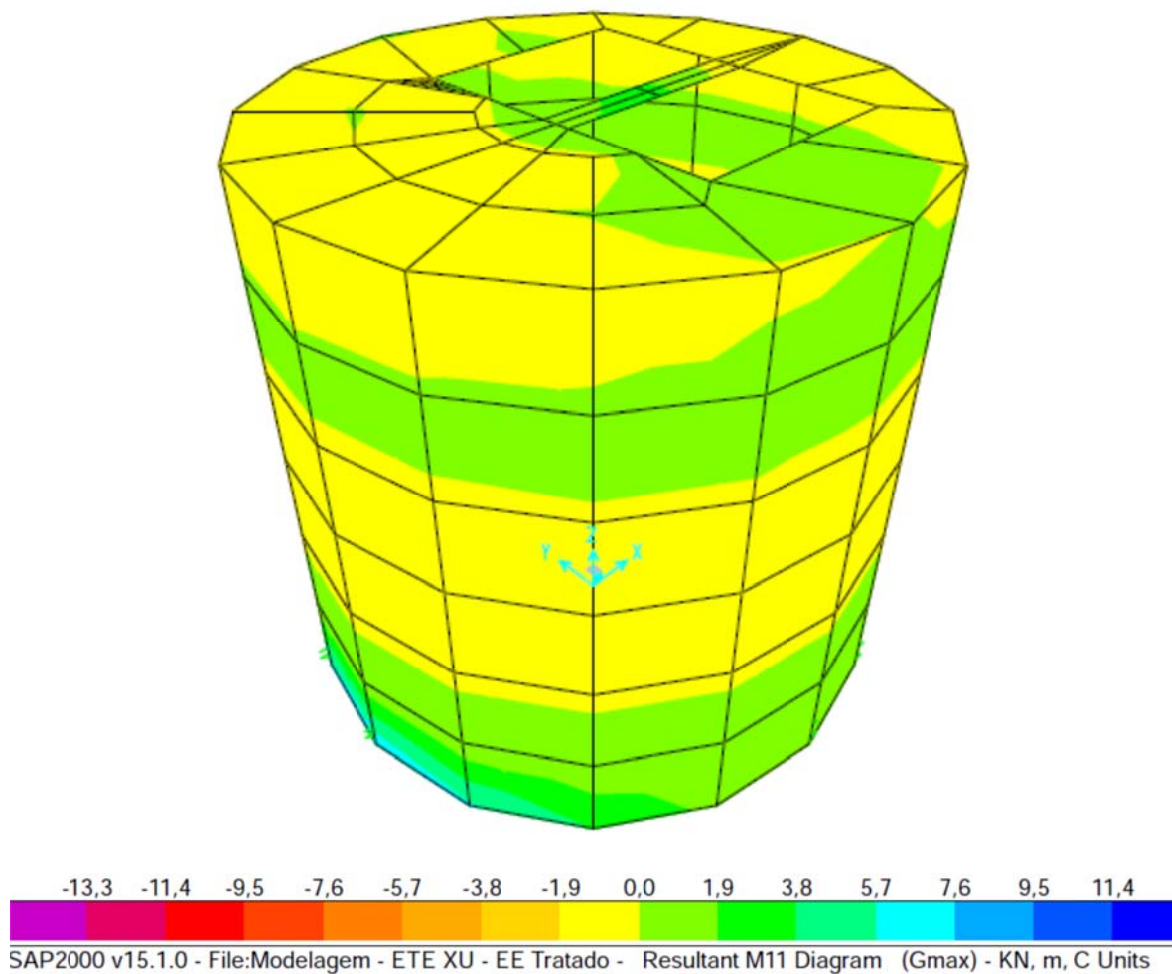
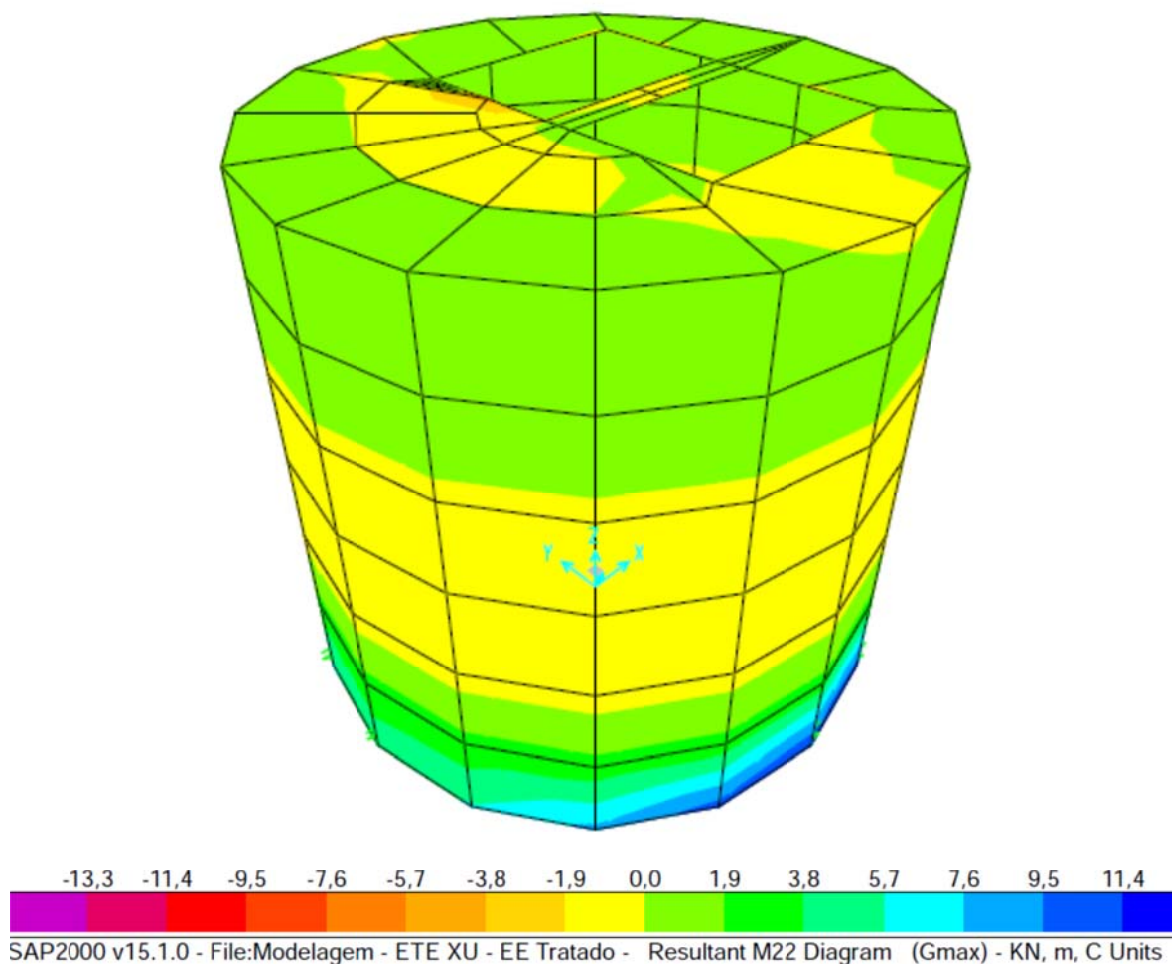


Figura 7.5 – Momento na direção Y nas paredes.



7.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=30\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 14,96 \text{ kNm} \\ M_y = 14,96 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\text{Momento Fletor Máximo} = 14,96 \text{ kN.m}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$



$$h = 30 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 24,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 24,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0170$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0170 \rightarrow Kx = 0,0298$$

$$\rightarrow Kz = 0,9881$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,03 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 6,90 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 6,90 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

7.5. ARMAÇÃO LAJES SUPERIORES

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes superiores são:

$$\text{Laje } h=15\text{cm} \rightarrow \begin{cases} Mx = 1,89 \text{ kNm} \\ My = 1,89 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x/y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\text{Momento Fletor Máximo} = 1,89 \text{ kN.m}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 9,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 9,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0152$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0152 \rightarrow K_x = 0,0223$$

$$\rightarrow K_z = 0,9911$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,68 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 3,45 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

7.6. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=25\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 6,83 \text{ kN.m} \\ M_y = 9,19 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 6,83 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa

 $h = 25$ cm
 $b = 100$ cm

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 19,50$ cm

Adotar $d = 19,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0124$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0124 \rightarrow K_x = 0,0148$
 $\rightarrow K_z = 0,9941$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 5,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 4,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 5,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 9,19 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 19,50$ cm

Adotar $d = 19,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0166$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0166 \rightarrow Kx = 0,0298$
 $\rightarrow Kz = 0,9881$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$As = \frac{M_d}{Kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 5,75 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 4,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

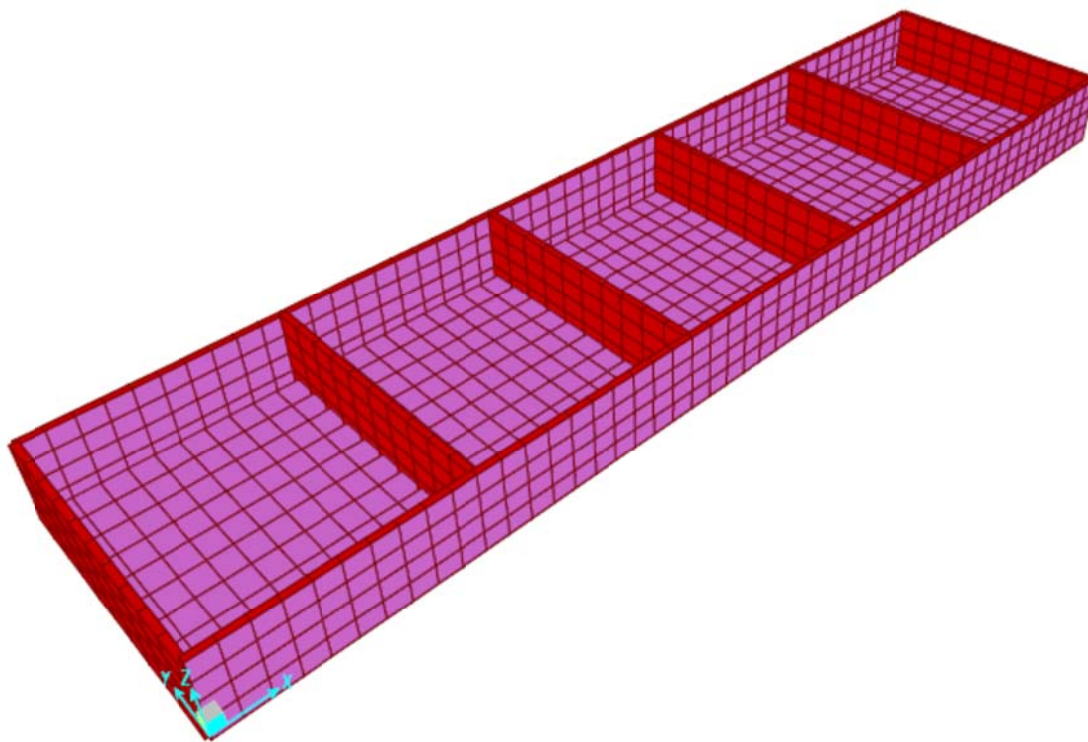
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 5,75 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

8. DIMENSIONAMENTO – LEITO DE SECAGEM

8.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 8.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 8.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
Peso próprio
- Sobrecargas (SC)
Carregamento na laje de fundo (SCLF)
Carregamento nas paredes lado interno (SCPI)
Carregamento nas paredes lado externo (SCPE)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: 1,4CP + 1,4SC

Comb 2: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF

Comb 3: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI

Comb 4: 1,4CP + 1,4SC + 1,4SCLF + 1,4SCPI + 1,4SCPE

8.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 8.1 – Esforços nas placas.

Area	OutputCase	CaseType	Fx	Fy	Mx	My	T
Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	Gmax	Combination	-6,28	-2,90	-0,18	-0,07	-2,26
1	Gmax	Combination	-6,34	-3,21	0,01	-1,65	-2,45
1	Gmax	Combination	-3,80	-2,70	0,91	0,83	-2,73
1	Gmax	Combination	-3,74	-2,40	-1,69	-0,16	-2,54
1	gmin	Combination	-4,48	-2,07	-0,13	-0,05	-1,61
1	gmin	Combination	-4,53	-2,29	0,01	-1,18	-1,75
1	gmin	Combination	-2,72	-1,93	0,65	0,59	-1,95
1	gmin	Combination	-2,67	-1,71	-1,21	-0,12	-1,82
2	Gmax	Combination	-7,17	-3,38	-0,23	-1,70	-2,43
2	Gmax	Combination	-6,98	-2,43	-0,26	-2,27	-2,13
2	Gmax	Combination	-4,06	-1,85	1,48	1,33	-2,17
2	Gmax	Combination	-4,25	-2,79	0,95	0,84	-2,47
2	gmin	Combination	-5,12	-2,41	-0,16	-1,22	-1,73
2	gmin	Combination	-4,98	-1,74	-0,19	-1,62	-1,52
2	gmin	Combination	-2,90	-1,32	1,06	0,95	-1,55
2	gmin	Combination	-3,04	-1,99	0,68	0,60	-1,76
3	Gmax	Combination	-6,97	-2,43	-0,53	-2,32	-1,77
3	Gmax	Combination	-6,82	-1,72	-0,27	-2,37	-1,36
3	Gmax	Combination	-4,81	-1,32	1,52	1,53	-1,34
3	Gmax	Combination	-4,95	-2,03	1,55	1,34	-1,75
3	gmin	Combination	-4,97	-1,74	-0,38	-1,66	-1,26
3	gmin	Combination	-4,87	-1,23	-0,19	-1,69	-0,97
3	gmin	Combination	-3,43	-0,94	1,09	1,09	-0,95
3	gmin	Combination	-3,53	-1,45	1,11	0,96	-1,25
4	Gmax	Combination	-6,74	-1,71	-0,50	-2,41	-0,97

4	Gmax	Combination	-6,67	-1,33	-0,26	-2,25	-0,59
4	Gmax	Combination	-5,33	-1,06	1,44	1,60	-0,53
4	Gmax	Combination	-5,41	-1,44	1,59	1,54	-0,92
4	gmin	Combination	-4,82	-1,22	-0,35	-1,72	-0,69
4	gmin	Combination	-4,76	-0,95	-0,19	-1,61	-0,42
4	gmin	Combination	-3,81	-0,76	1,03	1,14	-0,38
4	gmin	Combination	-3,86	-1,03	1,13	1,10	-0,66
5	Gmax	Combination	-6,48	-1,29	-0,47	-2,29	-0,22
5	Gmax	Combination	-6,44	-1,12	-0,24	-2,06	0,13
5	Gmax	Combination	-5,78	-0,98	1,33	1,60	0,19
5	Gmax	Combination	-5,82	-1,16	1,49	1,61	-0,17
5	gmin	Combination	-4,63	-0,92	-0,33	-1,64	-0,16
5	gmin	Combination	-4,60	-0,80	-0,17	-1,47	0,09
5	gmin	Combination	-4,13	-0,70	0,95	1,15	0,13
5	gmin	Combination	-4,15	-0,83	1,06	1,15	-0,12
6	Gmax	Combination	-6,25	-1,08	-0,40	-2,09	0,46
6	Gmax	Combination	-6,26	-1,15	-0,21	-1,84	0,78
6	Gmax	Combination	-6,27	-1,15	1,22	1,54	0,82
6	Gmax	Combination	-6,25	-1,08	1,37	1,61	0,51
6	gmin	Combination	-4,46	-0,77	-0,29	-1,49	0,33
6	gmin	Combination	-4,47	-0,82	-0,15	-1,31	0,55
6	gmin	Combination	-4,47	-0,82	0,87	1,10	0,59
6	gmin	Combination	-4,46	-0,77	0,98	1,15	0,36
7	Gmax	Combination	-6,38	-1,17	-0,34	-1,86	1,07
7	Gmax	Combination	-6,44	-1,46	-0,17	-1,56	1,33
7	Gmax	Combination	-6,91	-1,55	1,02	1,37	1,37
7	Gmax	Combination	-6,85	-1,26	1,25	1,55	1,10
7	gmin	Combination	-4,55	-0,83	-0,24	-1,33	0,76
7	gmin	Combination	-4,60	-1,04	-0,12	-1,11	0,95
7	gmin	Combination	-4,93	-1,11	0,73	0,98	0,98
7	gmin	Combination	-4,89	-0,90	0,89	1,10	0,79
8	Gmax	Combination	-7,23	-1,61	-0,26	-1,57	1,56
8	Gmax	Combination	-7,32	-2,07	-0,12	-1,21	1,72
8	Gmax	Combination	-7,89	-2,18	0,55	1,06	1,75
8	Gmax	Combination	-7,80	-1,73	1,04	1,37	1,59
8	gmin	Combination	-5,16	-1,15	-0,19	-1,12	1,11
8	gmin	Combination	-5,22	-1,48	-0,08	-0,86	1,23
8	gmin	Combination	-5,63	-1,56	0,39	0,76	1,25
8	gmin	Combination	-5,57	-1,23	0,74	0,98	1,14
9	Gmax	Combination	-10,29	-2,66	-0,18	-1,22	1,80
9	Gmax	Combination	-10,63	-4,35	-0,08	-0,71	1,72
9	Gmax	Combination	-9,00	-4,03	-0,63	0,38	1,73

9	Gmax	Combination	-8,67	-2,34	0,56	1,07	1,82
9	gmin	Combination	-7,35	-1,90	-0,13	-0,87	1,29
9	gmin	Combination	-7,59	-3,11	-0,06	-0,51	1,23
9	gmin	Combination	-6,43	-2,88	-0,45	0,27	1,24
9	gmin	Combination	-6,19	-1,67	0,40	0,76	1,30
10	Gmax	Combination	-21,22	-6,47	-0,26	-0,74	1,42
10	Gmax	Combination	-21,43	-7,52	0,33	-0,49	0,68
10	Gmax	Combination	-7,46	-4,72	-3,26	-0,09	0,73
10	Gmax	Combination	-7,25	-3,68	-0,57	0,39	1,47
10	gmin	Combination	-15,15	-4,62	-0,19	-0,53	1,01
10	gmin	Combination	-15,30	-5,37	0,24	-0,35	0,49
10	gmin	Combination	-5,32	-3,37	-2,33	-0,06	0,52
10	gmin	Combination	-5,17	-2,63	-0,40	0,28	1,05
11	Gmax	Combination	-3,07	0,97	-1,70	-0,19	-2,49
11	Gmax	Combination	-3,57	-1,54	0,91	0,80	-2,46
11	Gmax	Combination	-2,14	-1,26	1,48	1,13	-2,15
11	Gmax	Combination	-1,64	1,26	-2,08	-0,38	-2,17
11	gmin	Combination	-2,19	0,69	-1,21	-0,14	-1,78
11	gmin	Combination	-2,55	-1,10	0,65	0,57	-1,76
11	gmin	Combination	-1,53	-0,90	1,06	0,81	-1,53
11	gmin	Combination	-1,17	0,90	-1,49	-0,27	-1,55
12	Gmax	Combination	-1,39	2,52	-2,10	-0,46	-1,80
12	Gmax	Combination	-1,90	-0,08	1,49	1,15	-1,74
12	Gmax	Combination	-1,38	0,03	1,77	1,08	-1,35
12	Gmax	Combination	-0,86	2,62	-2,03	-0,33	-1,41
12	gmin	Combination	-0,99	1,80	-1,50	-0,33	-1,28
12	gmin	Combination	-1,36	-0,05	1,06	0,82	-1,24
12	gmin	Combination	-0,99	0,02	1,26	0,77	-0,97
12	gmin	Combination	-0,62	1,87	-1,45	-0,24	-1,01
13	Gmax	Combination	-0,80	2,96	-2,04	-0,40	-1,06
13	Gmax	Combination	-1,25	0,68	1,77	1,10	-1,01
13	Gmax	Combination	-0,84	0,76	1,94	0,99	-0,68
13	Gmax	Combination	-0,38	3,05	-1,89	-0,34	-0,74
13	gmin	Combination	-0,57	2,12	-1,46	-0,29	-0,76
13	gmin	Combination	-0,89	0,48	1,27	0,78	-0,72
13	gmin	Combination	-0,60	0,54	1,39	0,71	-0,49
13	gmin	Combination	-0,27	2,18	-1,35	-0,24	-0,53
14	Gmax	Combination	-0,34	3,27	-1,90	-0,37	-0,43
14	Gmax	Combination	-0,79	0,99	1,95	1,00	-0,40
14	Gmax	Combination	-0,69	1,01	2,00	0,95	-0,13
14	Gmax	Combination	-0,23	3,29	-1,82	-0,33	-0,15
14	gmin	Combination	-0,24	2,34	-1,36	-0,26	-0,31

14	gmin	Combination	-0,57	0,71	1,39	0,71	-0,29
14	gmin	Combination	-0,49	0,72	1,43	0,68	-0,09
14	gmin	Combination	-0,17	2,35	-1,30	-0,23	-0,11
15	Gmax	Combination	-0,25	3,21	-1,82	-0,34	0,14
15	Gmax	Combination	-0,69	1,03	2,00	0,95	0,12
15	Gmax	Combination	-0,75	1,02	1,95	1,01	0,41
15	Gmax	Combination	-0,31	3,20	-1,88	-0,39	0,42
15	gmin	Combination	-0,18	2,29	-1,30	-0,24	0,10
15	gmin	Combination	-0,49	0,74	1,43	0,68	0,08
15	gmin	Combination	-0,54	0,73	1,39	0,72	0,29
15	gmin	Combination	-0,22	2,29	-1,34	-0,28	0,30
16	Gmax	Combination	-0,32	3,19	-1,87	-0,32	0,74
16	Gmax	Combination	-0,81	0,72	1,95	0,99	0,68
16	Gmax	Combination	-1,20	0,65	1,78	1,10	1,00
16	Gmax	Combination	-0,71	3,11	-2,01	-0,38	1,05
16	gmin	Combination	-0,23	2,28	-1,33	-0,23	0,53
16	gmin	Combination	-0,58	0,52	1,39	0,71	0,49
16	gmin	Combination	-0,86	0,46	1,27	0,79	0,71
16	gmin	Combination	-0,51	2,22	-1,44	-0,27	0,75
17	Gmax	Combination	-0,83	2,50	-2,00	-0,35	1,41
17	Gmax	Combination	-1,32	0,04	1,78	1,09	1,35
17	Gmax	Combination	-1,89	-0,07	1,49	1,16	1,74
17	Gmax	Combination	-1,40	2,39	-2,09	-0,47	1,80
17	gmin	Combination	-0,59	1,78	-1,43	-0,25	1,01
17	gmin	Combination	-0,94	0,03	1,27	0,78	0,96
17	gmin	Combination	-1,35	-0,05	1,07	0,82	1,24
17	gmin	Combination	-1,00	1,70	-1,49	-0,34	1,29
18	Gmax	Combination	-1,62	1,25	-2,07	-0,35	2,19
18	Gmax	Combination	-2,13	-1,28	1,49	1,13	2,15
18	Gmax	Combination	-3,63	-1,58	0,92	0,81	2,46
18	Gmax	Combination	-3,13	0,95	-1,71	-0,18	2,49
18	gmin	Combination	-1,16	0,90	-1,48	-0,25	1,56
18	gmin	Combination	-1,52	-0,92	1,06	0,81	1,54
18	gmin	Combination	-2,59	-1,13	0,65	0,58	1,76
18	gmin	Combination	-2,23	0,68	-1,22	-0,13	1,78
19	Gmax	Combination	-3,86	-2,69	-1,71	-0,18	2,55
19	Gmax	Combination	-3,85	-2,67	0,92	0,84	2,74
19	Gmax	Combination	-6,35	-3,17	0,01	-1,64	2,46
19	Gmax	Combination	-6,35	-3,19	-0,18	-0,08	2,28
19	gmin	Combination	-2,75	-1,92	-1,22	-0,13	1,82
19	gmin	Combination	-2,75	-1,91	0,66	0,60	1,95
19	gmin	Combination	-4,53	-2,27	0,00	-1,17	1,76

19	gmin	Combination	-4,53	-2,28	-0,13	-0,06	1,63
20	Gmax	Combination	-4,02	-1,63	0,95	0,81	-2,29
20	Gmax	Combination	-4,08	-1,95	1,48	1,31	-2,02
20	Gmax	Combination	-2,54	-1,64	2,69	2,11	-1,74
20	Gmax	Combination	-2,48	-1,33	1,46	1,12	-2,00
20	gmin	Combination	-2,87	-1,17	0,68	0,58	-1,63
20	gmin	Combination	-2,91	-1,39	1,05	0,93	-1,45
20	gmin	Combination	-1,82	-1,17	1,92	1,51	-1,24
20	gmin	Combination	-1,77	-0,95	1,04	0,80	-1,43
21	Gmax	Combination	-2,24	-0,14	1,46	1,14	-1,61
21	Gmax	Combination	-2,50	-1,41	2,69	2,11	-1,45
21	Gmax	Combination	-1,79	-1,27	3,27	2,02	-1,11
21	Gmax	Combination	-1,54	0,00	1,77	1,08	-1,27
21	gmin	Combination	-1,60	-0,10	1,04	0,82	-1,15
21	gmin	Combination	-1,78	-1,01	1,92	1,51	-1,03
21	gmin	Combination	-1,28	-0,91	2,34	1,45	-0,79
21	gmin	Combination	-1,10	0,00	1,26	0,77	-0,90
22	Gmax	Combination	-1,41	0,65	1,77	1,10	-0,92
22	Gmax	Combination	-1,73	-0,94	3,27	2,02	-0,83
22	Gmax	Combination	-1,43	-0,88	3,54	1,81	-0,55
22	Gmax	Combination	-1,11	0,71	1,94	0,99	-0,64
22	gmin	Combination	-1,01	0,46	1,27	0,78	-0,65
22	gmin	Combination	-1,23	-0,67	2,34	1,45	-0,59
22	gmin	Combination	-1,02	-0,63	2,53	1,29	-0,39
22	gmin	Combination	-0,79	0,50	1,39	0,71	-0,45
23	Gmax	Combination	-1,06	0,93	1,94	1,00	-0,36
23	Gmax	Combination	-1,39	-0,72	3,54	1,81	-0,33
23	Gmax	Combination	-1,25	-0,69	3,62	1,72	-0,10
23	Gmax	Combination	-0,92	0,96	2,00	0,95	-0,13
23	gmin	Combination	-0,76	0,67	1,39	0,71	-0,26
23	gmin	Combination	-1,00	-0,52	2,53	1,29	-0,23
23	gmin	Combination	-0,89	-0,49	2,58	1,23	-0,07
23	gmin	Combination	-0,66	0,69	1,43	0,68	-0,09
24	Gmax	Combination	-0,91	0,98	2,00	0,95	0,12
24	Gmax	Combination	-1,25	-0,70	3,62	1,72	0,10
24	Gmax	Combination	-1,36	-0,72	3,55	1,81	0,33
24	Gmax	Combination	-1,02	0,96	1,95	1,01	0,35
24	gmin	Combination	-0,65	0,70	1,43	0,68	0,09
24	gmin	Combination	-0,89	-0,50	2,58	1,22	0,07
24	gmin	Combination	-0,97	-0,52	2,53	1,29	0,23
24	gmin	Combination	-0,73	0,69	1,39	0,72	0,25
25	Gmax	Combination	-1,08	0,67	1,95	0,99	0,63

25	Gmax	Combination	-1,39	-0,87	3,55	1,81	0,55
25	Gmax	Combination	-1,69	-0,93	3,28	2,03	0,83
25	Gmax	Combination	-1,38	0,61	1,78	1,10	0,91
25	gmin	Combination	-0,77	0,48	1,39	0,71	0,45
25	gmin	Combination	-0,99	-0,62	2,53	1,29	0,39
25	gmin	Combination	-1,21	-0,67	2,34	1,45	0,59
25	gmin	Combination	-0,99	0,44	1,27	0,79	0,65
26	Gmax	Combination	-1,50	0,01	1,78	1,09	1,26
26	Gmax	Combination	-1,75	-1,26	3,28	2,03	1,10
26	Gmax	Combination	-2,49	-1,40	2,70	2,12	1,44
26	Gmax	Combination	-2,24	-0,14	1,47	1,15	1,60
26	gmin	Combination	-1,07	0,01	1,27	0,78	0,90
26	gmin	Combination	-1,25	-0,90	2,34	1,45	0,79
26	gmin	Combination	-1,78	-1,00	1,93	1,51	1,03
26	gmin	Combination	-1,60	-0,10	1,05	0,82	1,14
27	Gmax	Combination	-2,48	-1,35	1,47	1,12	2,00
27	Gmax	Combination	-2,53	-1,59	2,70	2,12	1,74
27	Gmax	Combination	-4,11	-1,91	1,48	1,32	2,03
27	Gmax	Combination	-4,06	-1,67	0,95	0,82	2,29
27	gmin	Combination	-1,77	-0,97	1,05	0,80	1,43
27	gmin	Combination	-1,81	-1,14	1,93	1,51	1,24
27	gmin	Combination	-2,94	-1,36	1,06	0,95	1,45
27	gmin	Combination	-2,90	-1,19	0,68	0,58	1,63
28	Gmax	Combination	-4,28	-2,76	0,96	0,85	2,48
28	Gmax	Combination	-4,09	-1,82	1,49	1,34	2,18
28	Gmax	Combination	-6,83	-2,37	-0,25	-2,22	2,14
28	Gmax	Combination	-7,01	-3,31	-0,21	-1,68	2,44
28	gmin	Combination	-3,06	-1,97	0,68	0,61	1,77
28	gmin	Combination	-2,92	-1,30	1,06	0,96	1,56
28	gmin	Combination	-4,87	-1,69	-0,18	-1,59	1,53
28	gmin	Combination	-5,01	-2,36	-0,15	-1,20	1,74
29	Gmax	Combination	-4,97	-2,13	1,55	1,32	-1,63
29	Gmax	Combination	-4,94	-2,00	1,52	1,52	-1,27
29	Gmax	Combination	-3,34	-1,68	2,85	2,61	-1,10
29	Gmax	Combination	-3,36	-1,81	2,67	2,11	-1,46
29	gmin	Combination	-3,55	-1,52	1,10	0,94	-1,16
29	gmin	Combination	-3,53	-1,43	1,09	1,08	-0,90
29	gmin	Combination	-2,38	-1,20	2,03	1,86	-0,79
29	gmin	Combination	-2,40	-1,29	1,91	1,51	-1,04
30	Gmax	Combination	-3,32	-1,57	2,67	2,11	-1,18
30	Gmax	Combination	-3,41	-2,05	2,84	2,60	-0,95
30	Gmax	Combination	-2,53	-1,87	3,55	2,52	-0,72

30	Gmax	Combination	-2,44	-1,40	3,28	2,03	-0,95
30	gmin	Combination	-2,37	-1,12	1,91	1,50	-0,84
30	gmin	Combination	-2,44	-1,46	2,03	1,86	-0,68
30	gmin	Combination	-1,81	-1,34	2,53	1,80	-0,51
30	gmin	Combination	-1,74	-1,00	2,34	1,45	-0,68
31	Gmax	Combination	-2,37	-1,07	3,28	2,03	-0,68
31	Gmax	Combination	-2,57	-2,06	3,55	2,53	-0,56
31	Gmax	Combination	-2,11	-1,97	3,89	2,23	-0,36
31	Gmax	Combination	-1,91	-0,98	3,54	1,81	-0,48
31	gmin	Combination	-1,69	-0,76	2,34	1,45	-0,49
31	gmin	Combination	-1,83	-1,47	2,54	1,81	-0,40
31	gmin	Combination	-1,51	-1,41	2,77	1,59	-0,26
31	gmin	Combination	-1,37	-0,70	2,53	1,29	-0,34
32	Gmax	Combination	-1,88	-0,82	3,54	1,81	-0,26
32	Gmax	Combination	-2,12	-2,02	3,89	2,23	-0,22
32	Gmax	Combination	-2,00	-1,99	3,98	2,10	-0,06
32	Gmax	Combination	-1,76	-0,79	3,62	1,72	-0,10
32	gmin	Combination	-1,34	-0,58	2,53	1,29	-0,19
32	gmin	Combination	-1,52	-1,44	2,77	1,59	-0,16
32	gmin	Combination	-1,43	-1,42	2,84	1,50	-0,04
32	gmin	Combination	-1,25	-0,57	2,58	1,23	-0,07
33	Gmax	Combination	-1,76	-0,80	3,62	1,72	0,10
33	Gmax	Combination	-2,00	-1,99	3,98	2,10	0,06
33	Gmax	Combination	-2,10	-2,01	3,89	2,23	0,22
33	Gmax	Combination	-1,86	-0,83	3,54	1,81	0,26
33	gmin	Combination	-1,26	-0,57	2,58	1,22	0,07
33	gmin	Combination	-1,43	-1,42	2,84	1,50	0,04
33	gmin	Combination	-1,50	-1,44	2,78	1,59	0,16
33	gmin	Combination	-1,33	-0,59	2,53	1,29	0,19
34	Gmax	Combination	-1,89	-0,97	3,54	1,81	0,48
34	Gmax	Combination	-2,09	-1,96	3,89	2,23	0,36
34	Gmax	Combination	-2,55	-2,05	3,55	2,53	0,56
34	Gmax	Combination	-2,35	-1,07	3,28	2,03	0,68
34	gmin	Combination	-1,35	-0,70	2,53	1,29	0,34
34	gmin	Combination	-1,49	-1,40	2,77	1,59	0,26
34	gmin	Combination	-1,82	-1,46	2,54	1,81	0,40
34	gmin	Combination	-1,68	-0,76	2,34	1,45	0,48
35	Gmax	Combination	-2,41	-1,39	3,28	2,03	0,95
35	Gmax	Combination	-2,50	-1,84	3,55	2,53	0,72
35	Gmax	Combination	-3,40	-2,02	2,85	2,61	0,95
35	Gmax	Combination	-3,31	-1,57	2,68	2,11	1,18
35	gmin	Combination	-1,72	-0,99	2,34	1,45	0,68

35	gmin	Combination	-1,79	-1,31	2,54	1,81	0,51
35	gmin	Combination	-2,43	-1,44	2,04	1,87	0,67
35	gmin	Combination	-2,37	-1,12	1,91	1,51	0,84
36	Gmax	Combination	-3,35	-1,76	2,68	2,12	1,46
36	Gmax	Combination	-3,33	-1,63	2,85	2,62	1,10
36	Gmax	Combination	-4,90	-1,94	1,53	1,54	1,27
36	Gmax	Combination	-4,93	-2,07	1,56	1,34	1,63
36	gmin	Combination	-2,39	-1,25	1,91	1,51	1,04
36	gmin	Combination	-2,37	-1,16	2,04	1,87	0,79
36	gmin	Combination	-3,50	-1,39	1,09	1,10	0,90
36	gmin	Combination	-3,52	-1,48	1,11	0,96	1,16
37	Gmax	Combination	-4,91	-1,98	1,56	1,35	1,75
37	Gmax	Combination	-4,76	-1,26	1,54	1,55	1,34
37	Gmax	Combination	-6,74	-1,66	-0,27	-2,31	1,36
37	Gmax	Combination	-6,88	-2,38	-0,53	-2,28	1,78
37	gmin	Combination	-3,50	-1,42	1,11	0,97	1,25
37	gmin	Combination	-3,40	-0,90	1,10	1,11	0,95
37	gmin	Combination	-4,81	-1,18	-0,19	-1,65	0,97
37	gmin	Combination	-4,91	-1,70	-0,38	-1,63	1,27
38	Gmax	Combination	-5,54	-2,12	1,58	1,53	-0,85
38	Gmax	Combination	-5,52	-1,98	1,43	1,60	-0,50
38	Gmax	Combination	-4,21	-1,72	2,66	2,77	-0,43
38	Gmax	Combination	-4,24	-1,86	2,83	2,60	-0,78
38	gmin	Combination	-3,96	-1,51	1,13	1,09	-0,61
38	gmin	Combination	-3,94	-1,41	1,02	1,14	-0,36
38	gmin	Combination	-3,01	-1,22	1,90	1,98	-0,30
38	gmin	Combination	-3,03	-1,33	2,02	1,86	-0,56
39	Gmax	Combination	-4,32	-2,23	2,83	2,60	-0,63
39	Gmax	Combination	-4,38	-2,55	2,66	2,76	-0,38
39	Gmax	Combination	-3,39	-2,36	3,35	2,70	-0,28
39	Gmax	Combination	-3,32	-2,03	3,55	2,53	-0,53
39	gmin	Combination	-3,08	-1,59	2,02	1,86	-0,45
39	gmin	Combination	-3,13	-1,82	1,90	1,97	-0,27
39	gmin	Combination	-2,42	-1,68	2,39	1,93	-0,20
39	gmin	Combination	-2,37	-1,45	2,54	1,80	-0,38
40	Gmax	Combination	-3,36	-2,22	3,55	2,53	-0,37
40	Gmax	Combination	-3,50	-2,93	3,35	2,70	-0,23
40	Gmax	Combination	-2,93	-2,82	3,69	2,36	-0,14
40	Gmax	Combination	-2,79	-2,10	3,88	2,23	-0,28
40	gmin	Combination	-2,40	-1,58	2,54	1,81	-0,27
40	gmin	Combination	-2,50	-2,10	2,39	1,93	-0,17
40	gmin	Combination	-2,09	-2,01	2,63	1,69	-0,10

8.3. VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO SOLO

A tabela a seguir apresenta as reações das placas no solo.

Tabela 8.2 – Reações no solo.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00
2	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,31	0,00	0,00	0,00
3	Gmax	Combination	0,00	0,00	18,21	0,00	0,00	0,00
4	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,38	0,00	0,00	0,00
5	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,23	0,00	0,00	0,00
6	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
7	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,16	0,00	0,00	0,00
8	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,32	0,00	0,00	0,00
9	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00
10	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,07	0,00	0,00	0,00
11	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,03	0,00	0,00	0,00
12	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00
13	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,97	0,00	0,00	0,00
14	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,92	0,00	0,00	0,00
15	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,91	0,00	0,00	0,00
16	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
17	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,86	0,00	0,00	0,00
18	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,15	0,00	0,00	0,00
19	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,82	0,00	0,00	0,00
20	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,33	0,00	0,00	0,00
21	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,78	0,00	0,00	0,00
22	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,41	0,00	0,00	0,00
23	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,84	0,00	0,00	0,00
24	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
25	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,59	0,00	0,00	0,00
26	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
27	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,45	0,00	0,00	0,00
28	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
29	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,41	0,00	0,00	0,00
30	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,36	0,00	0,00	0,00
31	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,45	0,00	0,00	0,00
32	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
33	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,59	0,00	0,00	0,00
34	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
35	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,83	0,00	0,00	0,00

36	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
37	Gmax	Combination	0,00	0,00	18,20	0,00	0,00	0,00
38	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,38	0,00	0,00	0,00
39	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,31	0,00	0,00	0,00
40	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00
41	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,02	0,00	0,00	0,00
42	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,57	0,00	0,00	0,00
43	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,32	0,00	0,00	0,00
44	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,24	0,00	0,00	0,00
45	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,32	0,00	0,00	0,00
46	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,56	0,00	0,00	0,00
47	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,02	0,00	0,00	0,00
48	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
49	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,23	0,00	0,00	0,00
50	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
51	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
52	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,50	0,00	0,00	0,00
53	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,40	0,00	0,00	0,00
54	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,50	0,00	0,00	0,00
55	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
56	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
57	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,31	0,00	0,00	0,00
58	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,16	0,00	0,00	0,00
59	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
60	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,41	0,00	0,00	0,00
61	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,05	0,00	0,00	0,00
62	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,93	0,00	0,00	0,00
63	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,04	0,00	0,00	0,00
64	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,41	0,00	0,00	0,00
65	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
66	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,06	0,00	0,00	0,00
67	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00
68	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,96	0,00	0,00	0,00
69	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
70	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,93	0,00	0,00	0,00
71	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,81	0,00	0,00	0,00
72	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,93	0,00	0,00	0,00
73	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
74	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,96	0,00	0,00	0,00
75	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
76	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,03	0,00	0,00	0,00
77	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,03	0,00	0,00	0,00

78	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
79	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,12	0,00	0,00	0,00
80	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,01	0,00	0,00	0,00
81	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,11	0,00	0,00	0,00
82	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
83	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,03	0,00	0,00	0,00
84	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,91	0,00	0,00	0,00
85	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,97	0,00	0,00	0,00
86	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,28	0,00	0,00	0,00
87	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,81	0,00	0,00	0,00
88	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00
89	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
90	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00
91	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,81	0,00	0,00	0,00
92	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,28	0,00	0,00	0,00
93	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
94	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,91	0,00	0,00	0,00
95	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,66	0,00	0,00	0,00
96	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,35	0,00	0,00	0,00
97	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,18	0,00	0,00	0,00
98	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,13	0,00	0,00	0,00
99	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,18	0,00	0,00	0,00
100	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,35	0,00	0,00	0,00
101	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,66	0,00	0,00	0,00
102	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,15	0,00	0,00	0,00
103	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,87	0,00	0,00	0,00
104	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,07	0,00	0,00	0,00
105	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,90	0,00	0,00	0,00
106	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
107	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00	0,00
108	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
109	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,90	0,00	0,00	0,00
110	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,07	0,00	0,00	0,00
111	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,33	0,00	0,00	0,00
112	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,82	0,00	0,00	0,00
113	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,28	0,00	0,00	0,00
114	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,19	0,00	0,00	0,00
115	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,13	0,00	0,00	0,00
116	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,12	0,00	0,00	0,00
117	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,14	0,00	0,00	0,00
118	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,19	0,00	0,00	0,00
119	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,28	0,00	0,00	0,00

120	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,41	0,00	0,00	0,00
121	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,78	0,00	0,00	0,00
122	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,75	0,00	0,00	0,00
123	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,24	0,00	0,00	0,00
124	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,72	0,00	0,00	0,00
125	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00
126	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00
127	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,75	0,00	0,00	0,00
128	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,68	0,00	0,00	0,00
129	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
130	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,66	0,00	0,00	0,00
131	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,52	0,00	0,00	0,00
132	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,65	0,00	0,00	0,00
133	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,54	0,00	0,00	0,00
134	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,64	0,00	0,00	0,00
135	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,64	0,00	0,00	0,00
136	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,63	0,00	0,00	0,00
137	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
138	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00	0,00
139	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00
140	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
141	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,11	0,00	0,00	0,00
142	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,04	0,00	0,00	0,00
143	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,91	0,00	0,00	0,00
144	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,84	0,00	0,00	0,00
145	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,82	0,00	0,00	0,00
146	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,84	0,00	0,00	0,00
147	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,91	0,00	0,00	0,00
148	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,04	0,00	0,00	0,00
149	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,24	0,00	0,00	0,00
150	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,75	0,00	0,00	0,00
151	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
152	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,37	0,00	0,00	0,00
153	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,25	0,00	0,00	0,00
154	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00
155	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,25	0,00	0,00	0,00
156	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,37	0,00	0,00	0,00
157	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
158	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00
159	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,72	0,00	0,00	0,00
160	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00
161	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00

162	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,68	0,00	0,00	0,00
163	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,62	0,00	0,00	0,00
164	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,68	0,00	0,00	0,00
165	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00
166	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00
167	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,75	0,00	0,00	0,00
168	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00
169	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,94	0,00	0,00	0,00
170	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,51	0,00	0,00	0,00
171	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
172	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,22	0,00	0,00	0,00
173	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
174	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,51	0,00	0,00	0,00
175	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,94	0,00	0,00	0,00
176	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
177	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,68	0,00	0,00	0,00
178	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
179	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,37	0,00	0,00	0,00
180	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,13	0,00	0,00	0,00
181	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,06	0,00	0,00	0,00
182	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,13	0,00	0,00	0,00
183	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,37	0,00	0,00	0,00
184	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
185	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,52	0,00	0,00	0,00
186	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,67	0,00	0,00	0,00
187	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00
188	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00
189	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,24	0,00	0,00	0,00
190	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,17	0,00	0,00	0,00
191	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,24	0,00	0,00	0,00
192	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00
193	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00
194	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,54	0,00	0,00	0,00
195	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,65	0,00	0,00	0,00
196	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,10	0,00	0,00	0,00
197	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
198	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
199	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,52	0,00	0,00	0,00
200	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
201	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
202	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,10	0,00	0,00	0,00
203	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,64	0,00	0,00	0,00

204	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,64	0,00	0,00	0,00
205	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,44	0,00	0,00	0,00
206	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
207	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
208	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,05	0,00	0,00	0,00
209	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
210	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
211	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,44	0,00	0,00	0,00
212	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
213	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,63	0,00	0,00	0,00
214	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
215	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,69	0,00	0,00	0,00
216	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
217	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
218	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
219	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,69	0,00	0,00	0,00
220	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
221	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00
222	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00	0,00
223	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,01	0,00	0,00	0,00
224	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00
225	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,89	0,00	0,00	0,00
226	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,88	0,00	0,00	0,00
227	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,89	0,00	0,00	0,00
228	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00
229	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,01	0,00	0,00	0,00
230	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,11	0,00	0,00	0,00
231	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
232	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
233	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
234	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
235	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00	0,00
236	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
237	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
238	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
239	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,47	0,00	0,00	0,00
240	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
241	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
242	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
243	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,47	0,00	0,00	0,00
244	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
245	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00

246	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
247	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00	0,00
248	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
249	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
250	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
251	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,11	0,00	0,00	0,00
252	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,80	0,00	0,00	0,00
253	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,68	0,00	0,00	0,00
254	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
255	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
256	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
257	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,68	0,00	0,00	0,00
258	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,80	0,00	0,00	0,00
259	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
260	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
261	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00
262	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
263	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,09	0,00	0,00	0,00
264	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,05	0,00	0,00	0,00
265	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,09	0,00	0,00	0,00
266	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
267	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00
268	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00	0,00
269	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
270	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
271	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
272	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
273	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,52	0,00	0,00	0,00
274	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
275	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
276	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
277	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
278	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
279	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,85	0,00	0,00	0,00
280	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
281	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,23	0,00	0,00	0,00
282	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,16	0,00	0,00	0,00
283	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,23	0,00	0,00	0,00
284	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
285	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,85	0,00	0,00	0,00
286	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,47	0,00	0,00	0,00
287	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00

288	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,77	0,00	0,00	0,00
289	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,34	0,00	0,00	0,00
290	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,11	0,00	0,00	0,00
291	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,04	0,00	0,00	0,00
292	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,11	0,00	0,00	0,00
293	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,34	0,00	0,00	0,00
294	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,77	0,00	0,00	0,00
295	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
296	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
297	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,85	0,00	0,00	0,00
298	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
299	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,23	0,00	0,00	0,00
300	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,16	0,00	0,00	0,00
301	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,23	0,00	0,00	0,00
302	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
303	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,85	0,00	0,00	0,00
304	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,47	0,00	0,00	0,00
305	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
306	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
307	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
308	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
309	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,52	0,00	0,00	0,00
310	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
311	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
312	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
313	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
314	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00
315	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00
316	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
317	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,09	0,00	0,00	0,00
318	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,05	0,00	0,00	0,00
319	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,09	0,00	0,00	0,00
320	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
321	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,42	0,00	0,00	0,00
322	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00	0,00
323	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
324	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,80	0,00	0,00	0,00
325	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,68	0,00	0,00	0,00
326	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
327	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
328	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
329	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,68	0,00	0,00	0,00

330	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,80	0,00	0,00	0,00
331	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
332	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
333	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,01	0,00	0,00	0,00
334	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00
335	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,89	0,00	0,00	0,00
336	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,88	0,00	0,00	0,00
337	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,89	0,00	0,00	0,00
338	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00
339	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,01	0,00	0,00	0,00
340	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,11	0,00	0,00	0,00
341	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,61	0,00	0,00	0,00
342	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00	0,00
343	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00
344	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,63	0,00	0,00	0,00
345	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
346	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,64	0,00	0,00	0,00
347	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,64	0,00	0,00	0,00
348	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,65	0,00	0,00	0,00
349	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,54	0,00	0,00	0,00
350	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,66	0,00	0,00	0,00
351	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,52	0,00	0,00	0,00
352	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,68	0,00	0,00	0,00
353	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
354	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00
355	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,75	0,00	0,00	0,00
356	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,72	0,00	0,00	0,00
357	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00
358	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,75	0,00	0,00	0,00
359	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,24	0,00	0,00	0,00
360	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,78	0,00	0,00	0,00
361	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,41	0,00	0,00	0,00
362	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
363	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,69	0,00	0,00	0,00
364	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
365	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
366	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,62	0,00	0,00	0,00
367	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,69	0,00	0,00	0,00
368	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
369	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00
370	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00	0,00
371	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,44	0,00	0,00	0,00

372	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
373	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
374	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,05	0,00	0,00	0,00
375	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
376	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,20	0,00	0,00	0,00
377	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,44	0,00	0,00	0,00
378	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
379	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,63	0,00	0,00	0,00
380	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,10	0,00	0,00	0,00
381	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
382	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
383	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,52	0,00	0,00	0,00
384	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,57	0,00	0,00	0,00
385	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
386	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,10	0,00	0,00	0,00
387	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,64	0,00	0,00	0,00
388	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,64	0,00	0,00	0,00
389	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00
390	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00
391	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,24	0,00	0,00	0,00
392	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,17	0,00	0,00	0,00
393	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,24	0,00	0,00	0,00
394	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,46	0,00	0,00	0,00
395	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,89	0,00	0,00	0,00
396	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,54	0,00	0,00	0,00
397	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,65	0,00	0,00	0,00
398	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
399	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,37	0,00	0,00	0,00
400	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,13	0,00	0,00	0,00
401	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,06	0,00	0,00	0,00
402	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,13	0,00	0,00	0,00
403	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,37	0,00	0,00	0,00
404	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
405	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,52	0,00	0,00	0,00
406	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,67	0,00	0,00	0,00
407	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,94	0,00	0,00	0,00
408	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,51	0,00	0,00	0,00
409	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
410	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,22	0,00	0,00	0,00
411	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
412	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,51	0,00	0,00	0,00
413	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,94	0,00	0,00	0,00

414	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,59	0,00	0,00	0,00
415	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,68	0,00	0,00	0,00
416	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00
417	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00
418	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,68	0,00	0,00	0,00
419	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,62	0,00	0,00	0,00
420	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,68	0,00	0,00	0,00
421	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00
422	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00
423	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,75	0,00	0,00	0,00
424	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00
425	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
426	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,37	0,00	0,00	0,00
427	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,25	0,00	0,00	0,00
428	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,21	0,00	0,00	0,00
429	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,25	0,00	0,00	0,00
430	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,37	0,00	0,00	0,00
431	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	0,00
432	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00
433	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,72	0,00	0,00	0,00
434	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,04	0,00	0,00	0,00
435	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,91	0,00	0,00	0,00
436	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,84	0,00	0,00	0,00
437	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,82	0,00	0,00	0,00
438	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,84	0,00	0,00	0,00
439	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,91	0,00	0,00	0,00
440	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,04	0,00	0,00	0,00
441	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,24	0,00	0,00	0,00
442	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,75	0,00	0,00	0,00
443	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,28	0,00	0,00	0,00
444	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,19	0,00	0,00	0,00
445	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,13	0,00	0,00	0,00
446	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,12	0,00	0,00	0,00
447	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,14	0,00	0,00	0,00
448	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,19	0,00	0,00	0,00
449	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,28	0,00	0,00	0,00
450	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,41	0,00	0,00	0,00
451	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,78	0,00	0,00	0,00
452	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,82	0,00	0,00	0,00
453	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,33	0,00	0,00	0,00
454	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,86	0,00	0,00	0,00
455	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,15	0,00	0,00	0,00

456	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,91	0,00	0,00	0,00
457	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00
458	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,97	0,00	0,00	0,00
459	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,92	0,00	0,00	0,00
460	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,03	0,00	0,00	0,00
461	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00
462	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00
463	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,07	0,00	0,00	0,00
464	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,16	0,00	0,00	0,00
465	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,32	0,00	0,00	0,00
466	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,23	0,00	0,00	0,00
467	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
468	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,31	0,00	0,00	0,00
469	Gmax	Combination	0,00	0,00	18,21	0,00	0,00	0,00
470	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00
471	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,38	0,00	0,00	0,00
472	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,07	0,00	0,00	0,00
473	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,90	0,00	0,00	0,00
474	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
475	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,78	0,00	0,00	0,00
476	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,81	0,00	0,00	0,00
477	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,90	0,00	0,00	0,00
478	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,07	0,00	0,00	0,00
479	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,33	0,00	0,00	0,00
480	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,82	0,00	0,00	0,00
481	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,66	0,00	0,00	0,00
482	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,35	0,00	0,00	0,00
483	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,18	0,00	0,00	0,00
484	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,13	0,00	0,00	0,00
485	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,18	0,00	0,00	0,00
486	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,35	0,00	0,00	0,00
487	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,66	0,00	0,00	0,00
488	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,15	0,00	0,00	0,00
489	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,87	0,00	0,00	0,00
490	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,28	0,00	0,00	0,00
491	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,81	0,00	0,00	0,00
492	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00
493	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,48	0,00	0,00	0,00
494	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,56	0,00	0,00	0,00
495	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,81	0,00	0,00	0,00
496	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,28	0,00	0,00	0,00
497	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,99	0,00	0,00	0,00

498	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,91	0,00	0,00	0,00
499	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,03	0,00	0,00	0,00
500	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
501	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,12	0,00	0,00	0,00
502	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,01	0,00	0,00	0,00
503	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,11	0,00	0,00	0,00
504	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00
505	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,03	0,00	0,00	0,00
506	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,91	0,00	0,00	0,00
507	Gmax	Combination	0,00	0,00	8,97	0,00	0,00	0,00
508	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,96	0,00	0,00	0,00
509	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
510	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,93	0,00	0,00	0,00
511	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,81	0,00	0,00	0,00
512	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,93	0,00	0,00	0,00
513	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,29	0,00	0,00	0,00
514	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,96	0,00	0,00	0,00
515	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00
516	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,03	0,00	0,00	0,00
517	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
518	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,41	0,00	0,00	0,00
519	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,05	0,00	0,00	0,00
520	Gmax	Combination	0,00	0,00	14,93	0,00	0,00	0,00
521	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,04	0,00	0,00	0,00
522	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,41	0,00	0,00	0,00
523	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,08	0,00	0,00	0,00
524	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,06	0,00	0,00	0,00
525	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00
526	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
527	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
528	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,50	0,00	0,00	0,00
529	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,40	0,00	0,00	0,00
530	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,50	0,00	0,00	0,00
531	Gmax	Combination	0,00	0,00	15,83	0,00	0,00	0,00
532	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,43	0,00	0,00	0,00
533	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,31	0,00	0,00	0,00
534	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,16	0,00	0,00	0,00
535	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,02	0,00	0,00	0,00
536	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,57	0,00	0,00	0,00
537	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,32	0,00	0,00	0,00
538	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,24	0,00	0,00	0,00
539	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,32	0,00	0,00	0,00

540	Gmax	Combination	0,00	0,00	16,56	0,00	0,00	0,00
541	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,02	0,00	0,00	0,00
542	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	0,00
543	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,23	0,00	0,00	0,00
544	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,84	0,00	0,00	0,00
545	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,59	0,00	0,00	0,00
546	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,45	0,00	0,00	0,00
547	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,41	0,00	0,00	0,00
548	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,45	0,00	0,00	0,00
549	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,59	0,00	0,00	0,00
550	Gmax	Combination	0,00	0,00	17,83	0,00	0,00	0,00
551	Gmax	Combination	0,00	0,00	18,20	0,00	0,00	0,00
552	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,31	0,00	0,00	0,00
553	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
554	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
555	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
556	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,36	0,00	0,00	0,00
557	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
558	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
559	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,37	0,00	0,00	0,00
560	Gmax	Combination	0,00	0,00	9,38	0,00	0,00	0,00
561	Gmax	Combination	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00

A tensão no solo será determinada pela equação;

$$\sigma_{solo} = \frac{P_{concreto} + P_{agua} + SC}{A}$$

Conforme somatório da coluna F3 que são as reações em z e equivale ao somatório do numerador da equação, temos 8250,68 kN. A área do apoio no solo é de 158,36 m². Temos uma tensão no solo de;

$$\sigma = \frac{8250,68}{158,36} = 52,10 \frac{kN}{m^2} = 0,52 \frac{kgf}{cm^2} \leq 1,40 \frac{kgf}{cm^2} (ok)$$

Logo a fundação poderá ser do tipo direta.

As figuras 8.2 a 8.3 apresentam os momentos fletores nas lajes e paredes.

Figura 8.2 – Momento na direção X nas lajes e paredes.

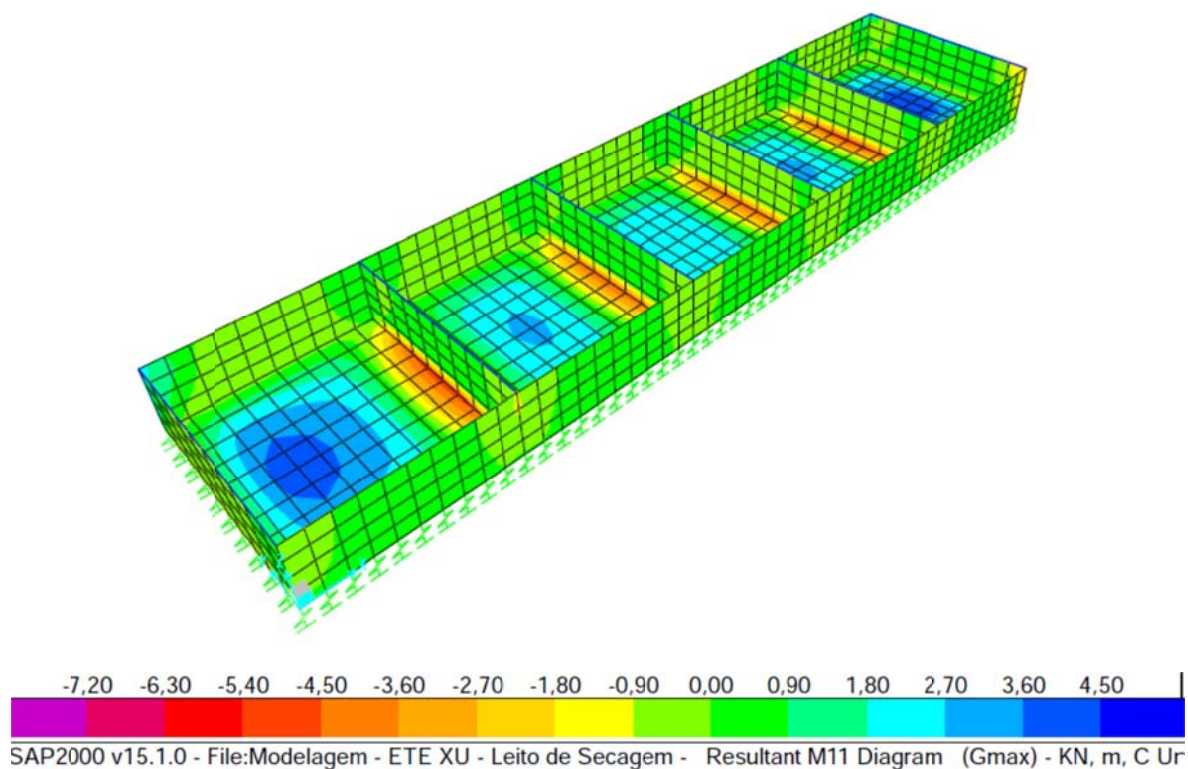
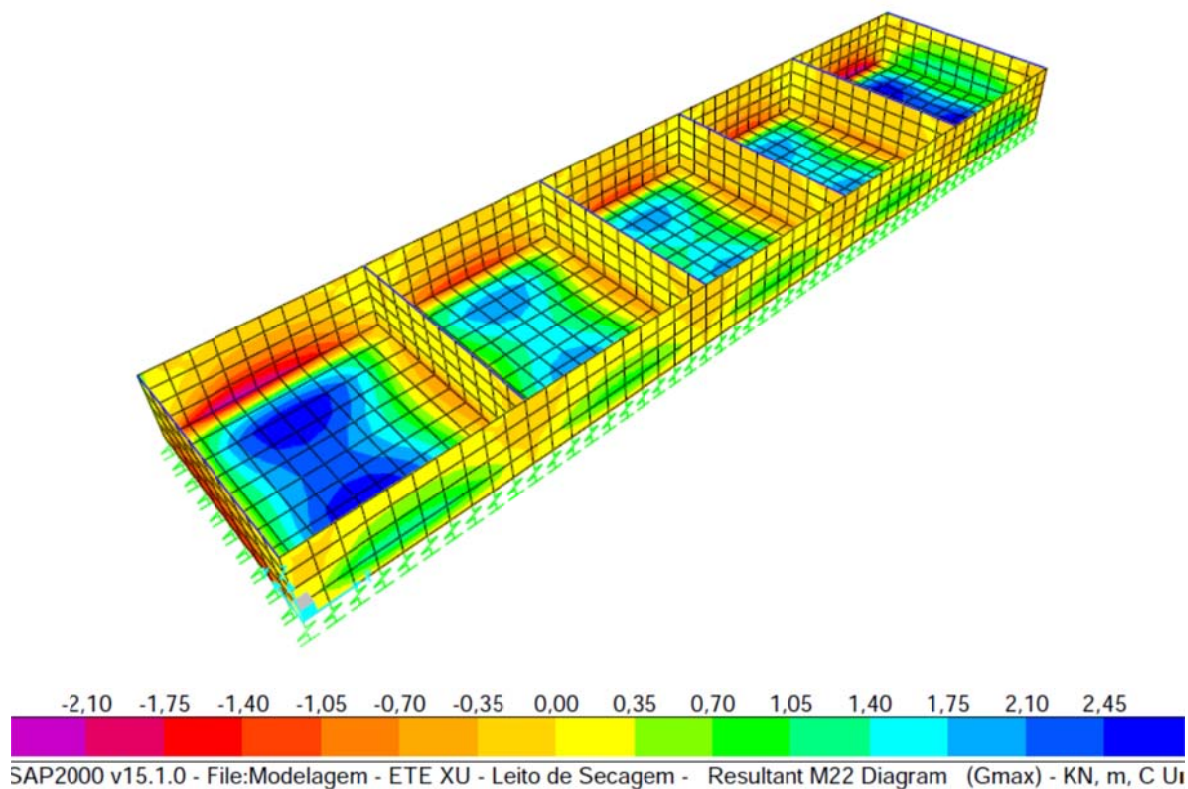


Figura 8.3 – Momento na direção Y nas lajes e paredes.



8.4. ARMAÇÃO LAJES DE FUNDO

Conforme modelagem os esforços máximos nas lajes de fundo são:

$$\text{Laje } h=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 6,93 \text{ kNm} \\ M_y = 2,71 \text{ kNm} \end{cases}$$

As figuras a seguir apresentam os resultados do dimensionamento

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 6,93 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} h &= 20 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0231$$

$$\begin{aligned} \text{Conforme tabela temos: } KMD &= 0,0231 \rightarrow K_x = 0,0373 \\ &\rightarrow K_z = 0,9851 \end{aligned}$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{kz \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0 \text{ c}/15$ que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\begin{aligned} \text{Momento Fletor Máximo} &= 2,71 \text{ kN.m} \\ f_{ck} &= 30,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0090$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0090$

$$\rightarrow K_x = 0,0074$$

$$\rightarrow K_z = 0,9971$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,63 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

8.5. ARMAÇÃO DAS PAREDES

Conforme modelagem os esforços máximos nas paredes são:

$$\text{Paredes } e=20\text{cm} \rightarrow \begin{cases} M_x = 4,22 \text{ kN.m} \\ M_y = 3,76 \text{ kN.m} \end{cases}$$

a) Direção x

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

$$\text{Momento Fletor Máximo} = 4,22 \text{ kN.m}$$

$$f_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$$



$$h = 20 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$$

$$\text{Adotaremos } \phi \text{ da armadura} = 10,0 \text{ mm}$$

$$\text{Cobrimento da armadura} = 4,00 \text{ mm}$$

$$d = 14,50 \text{ cm}$$

$$\text{Adotar } d = 14,00 \text{ cm}$$

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0141$$

$$\text{Conforme tabela temos: } KMD = 0,0141 \rightarrow K_x = 0,0223$$

$$\rightarrow K_z = 0,9911$$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,98 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de Ø10.0 c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

b) Direção y

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Momento Fletor Máximo = 3,76 kN.m
 $f_{ck} = 30,00$ MPa



2) DETERMINAÇÃO DA ALTURA ÚTIL

$d = \text{altura total} - \text{cobrimento} - 1,5\phi_{\text{armadura}}$

Adotaremos ϕ da armadura = 10,0 mm

Cobrimento da armadura = 4,00 mm

$d = 14,50$ cm

Adotar $d = 14,00$ cm

2) DETERMINAÇÃO DE KMD

$$KMD = \frac{M_d}{b \cdot f \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,0125$$

Conforme tabela temos: $KMD = 0,0125$

$\rightarrow K_x = 0,0223$

$\rightarrow K_z = 0,9911$

3) DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE AÇO

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,87 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = \begin{cases} 0,15\%bh = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 0,23\%bh = 4,60 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 3,5\%bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 3,45 \text{ cm}^2/\text{m} \end{cases}$$

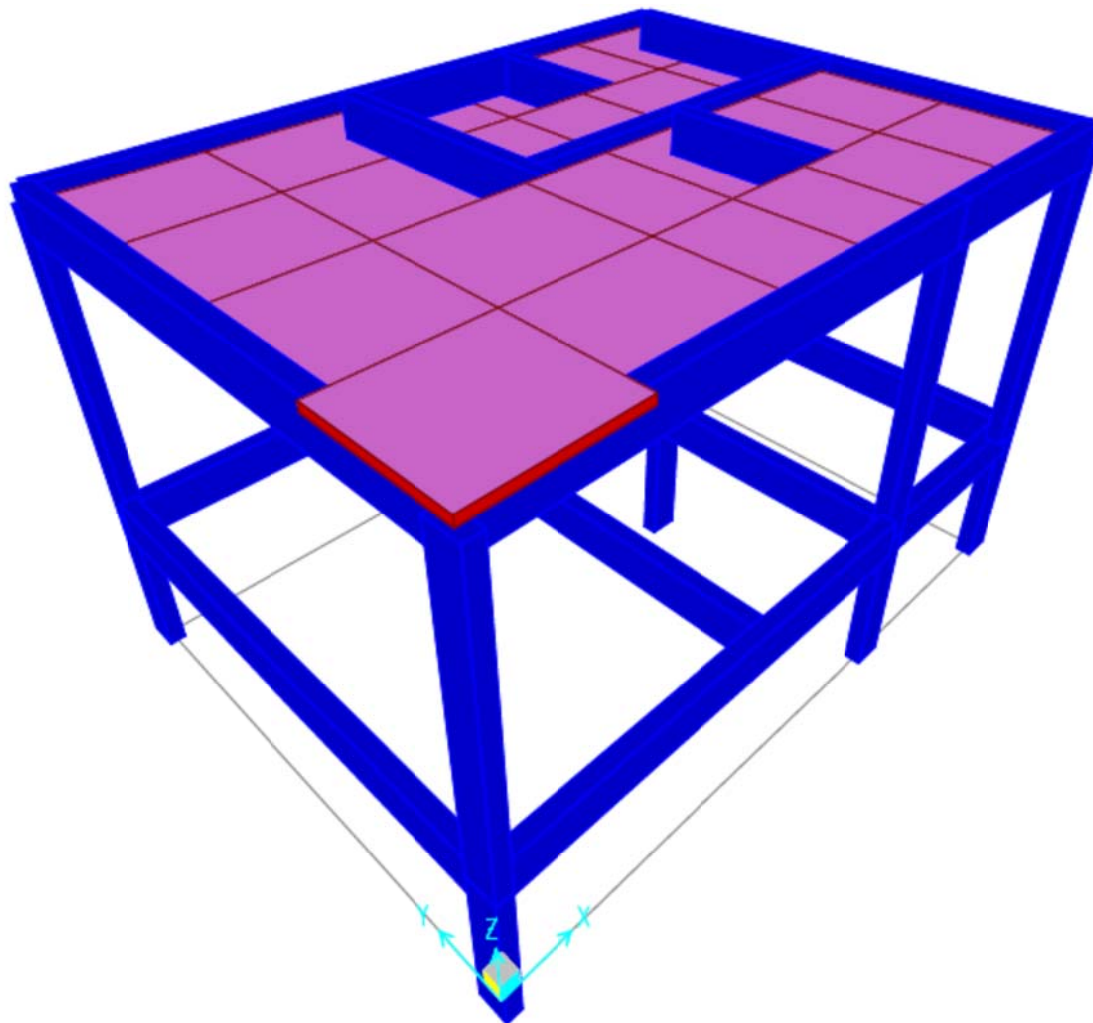
Para calcula da área de aço será considerada a taxa de aço de 4,60 cm²/m. Será utilizada armadura dupla (face superior e inferior) de $\phi 10.0$ c/15 que equivale a 10,50 cm²/m.

9. DIMENSIONAMENTO – CASA DE OPERAÇÃO

9.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 9.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 9.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
 - Peso próprio
 - Alvenaria
 - Cobertura em telha de fibrocimento

- Sobrecargas (SC)

Sobrecarga de laje de piso (SCP)

Sobrecarga de laje de cobertura (SCC)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC$

9.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 9.1 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Locação	Combinação	Situação
1	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA

8	P1530	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
9	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1530	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
10	P1530	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
11	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1530	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
12	P1530	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
13	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	P2020	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
13	P2020	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
14	P2020	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	P2020	Column	No Messages	1,53	ENVOLTORIA	PASSA
14	P2020	Column	No Messages	3,05	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,38	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,85	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,85	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,30	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,75	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,20	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
17	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA

17	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	1,77	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
18	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	1,77	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	3,12	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	3,59	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	4,06	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	4,53	ENVOLTORIA	PASSA
19	V1540	Beam	No Messages	5,00	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	0,47	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	0,94	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	1,41	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	1,88	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	3,23	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	3,68	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	4,12	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	4,56	ENVOLTORIA	PASSA
20	V1540	Beam	No Messages	5,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	1,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	2,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	2,50	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	3,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	3,50	ENVOLTORIA	PASSA

21	V1540	Beam	No Messages	4,00	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	4,50	ENVOLTORIA	PASSA
21	V1540	Beam	No Messages	5,00	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	2,28	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	2,75	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	3,23	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	3,70	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	4,18	ENVOLTORIA	PASSA
22	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
23	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
23	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
23	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
23	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
23	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
23	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
24	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1540	Beam	No Messages	0,43	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1540	Beam	No Messages	0,86	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1540	Beam	No Messages	1,29	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1540	Beam	No Messages	1,72	ENVOLTORIA	PASSA
25	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	1,90	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	2,38	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	2,85	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	2,85	ENVOLTORIA	PASSA

26	V1540	Beam	No Messages	3,30	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	3,75	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	3,75	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	4,20	ENVOLTORIA	PASSA
26	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	0,78	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	1,57	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
27	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
28	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	1,77	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
29	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	1,77	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	3,04	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	3,43	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	3,83	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	3,83	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	4,22	ENVOLTORIA	PASSA
30	V1540	Beam	No Messages	4,61	ENVOLTORIA	PASSA

30	V1540	Beam	No Messages	5,00	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	0,39	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	0,78	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	1,18	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	1,57	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	1,96	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	2,35	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	2,79	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	3,23	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	3,68	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	3,68	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	4,12	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	4,56	ENVOLTORIA	PASSA
31	V1540	Beam	No Messages	5,00	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	0,44	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	0,88	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	1,33	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	1,77	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	2,21	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	2,65	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	3,04	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	3,43	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	3,83	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	3,83	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	4,22	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	4,61	ENVOLTORIA	PASSA
32	V1540	Beam	No Messages	5,00	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	0,45	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	0,90	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	1,35	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	1,80	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	2,28	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	2,75	ENVOLTORIA	PASSA

33	V1540	Beam	No Messages	3,23	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	3,23	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	3,70	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	4,18	ENVOLTORIA	PASSA
33	V1540	Beam	No Messages	4,65	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	0,36	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	0,72	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	1,08	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	1,08	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	1,79	ENVOLTORIA	PASSA
34	V1540	Beam	No Messages	2,15	ENVOLTORIA	PASSA

9.3. FUNDAÇÕES

A figura 9.2 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 9.2 – Quadro de cargas casa de operação.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)
P01	15x30	Gmax	4,29	-5,57	62,43	2,55	2,25	0,00
		gmin	3,07	-3,97	44,57	1,82	1,60	0,00
P02	15x30	Gmax	-4,10	-0,64	76,09	0,29	-1,37	0,01
		gmin	-2,93	-0,46	54,33	0,21	-0,98	0,01
P03	20x20	Gmax	0,88	-3,81	25,01	1,75	0,65	0,02
		gmin	0,63	-2,72	17,85	1,25	0,47	0,01
P04	15x30	Gmax	-2,73	-0,06	124,93	0,01	-0,53	0,01
		gmin	-1,95	-0,04	89,20	0,01	-0,38	0,00
P05	15x30	Gmax	4,37	5,75	62,98	-2,76	2,28	0,00
		gmin	3,12	4,11	44,97	-1,97	1,63	0,00
P06	15x30	Gmax	-4,12	1,00	81,87	-0,51	-1,36	0,00
		gmin	-2,94	0,72	58,46	-0,37	-0,97	0,00
P07	15x30	Gmax	1,40	3,33	24,34	-1,69	1,24	0,00
		gmin	1,00	2,37	17,38	-1,21	0,88	0,00

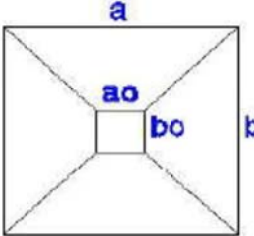
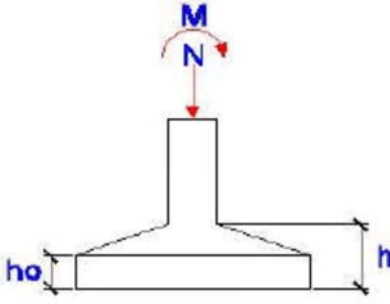
a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-01	DATA: 28/06/2018

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao =	30	cm
	bo =	15	cm
Esforços	N =	124,93	kN
	M =	0,53	kN.m
Tensão admissível	σ_{adm} =	1,50	kgf/cm ²
Concreto	fck =	30	MPa
Aço a ser utilizado	CA	50	
Cobrimento	c =	4,0	cm

Nota: Editar somente células verdes

2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \frac{1,10 \times 124,93}{1,50} = 9161,53 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 104 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a} = 89 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 105 cm
b = 90 cm

3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$$e = \frac{M}{N} = 0,00$$

$$\frac{a}{6} = 17,50$$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$$

$$\sigma_{max} = 1,35 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 1,29 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,32 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 105 cm
b = 90 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI

FOLHA 02/04

SAPATA: S01

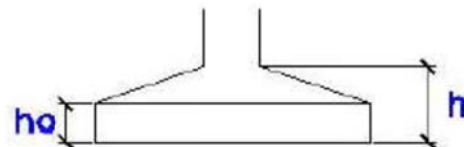
SONDAGEM: SP-01

DATA: 28/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 25,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 25,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 14,11 \text{ cm} \end{cases}$$

 Adotar $d = 25 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 29,00 \text{ cm}$

 Adotar $h = 30 \text{ cm}$


$$h_0 = \frac{h}{3} = 10,00 \text{ cm}$$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,38 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,42 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 x b}{6} = 0,16538 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 208,08 \text{ kN/m}^2$$

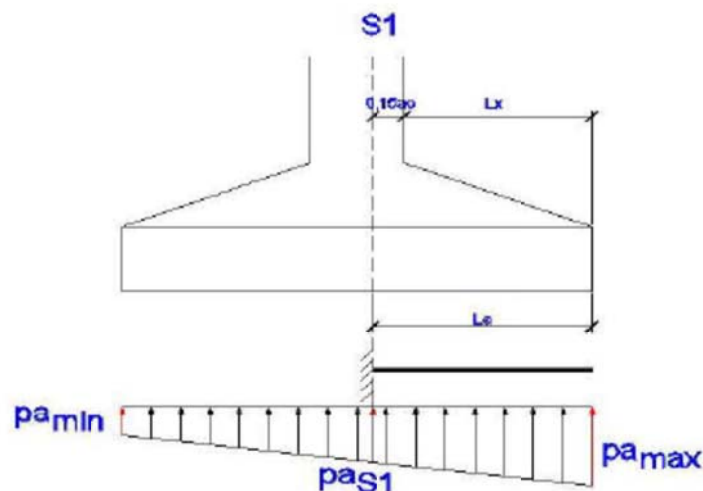
$$\sigma_{min} = 199,10 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 187,27 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 179,19 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{S1}} = 182,42 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{S1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{S1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 16,37 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS														
CLIENTE: CESAN														
OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI		FOLHA 03/04												
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-01	DATA: 28/06/2018												
5.1.2) Direção Paralela a "b" $L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,38 \text{ m}$ $L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,40 \text{ m}$ Tensões máximas e mínimas $\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 203,6 \text{ kN/m}^2$ $pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 213,8 \text{ kN/m}$ Logo: $M_{Sdb} = \frac{pb_{S1} \cdot L_b^2}{2} \qquad M_{Sdb} = 16,89 \text{ kN.m}$ 5.2) Cálculo da Armadura 5.2.1) Direção Paralela a "a" $A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,64 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 4,05 \text{ cm}^2$ Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$ Armadura adotada = 4,05 cm² Aço a ser utilizado: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ø (mm)</th> <th>Nº de Barras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8,0</td><td>9</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>6</td></tr> <tr><td>12,5</td><td>4</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>3</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>2</td></tr> </tbody> </table> Ø da barra escolhida = 10 Nº de Barras = 6 Avaliação do espaçamento $s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 16,00 \text{ cm}$ $s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 60 \text{ cm} \end{cases}$ Escolher o menor valor e comparar com s calculado: Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro			Ø (mm)	Nº de Barras	8,0	9	10,0	6	12,5	4	16,0	3	20,0	2
Ø (mm)	Nº de Barras													
8,0	9													
10,0	6													
12,5	4													
16,0	3													
20,0	2													

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-01

DATA: 28/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,21 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 4,73 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 4,73 cm²

Aço a ser utilizado:

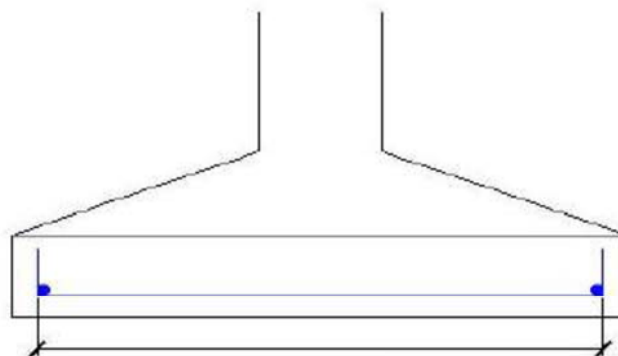
Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	10
10,0	7
12,5	4
16,0	3
20,0	2

 Ø da barra escolhida = 10
 Nº de Barras = 7

Avaliação do espaçamento

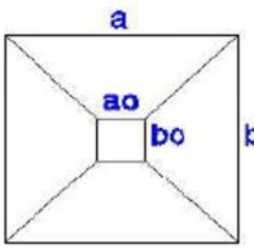
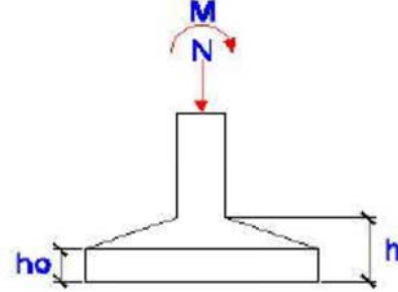
$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 15,83 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 60 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	6	Ø	10	C/	13	cm
Direção b	7	Ø	10	C/	13	cm

b) Sapatas Grupo II

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI		FOLHA 01/04
SAPATA: S03	SONDAGEM: SP-01	DATA: 28/06/2018
1) PARÂMETROS DE ENTRADA Dimensões do pilar $a_0 = 20 \text{ cm}$ $b_0 = 20 \text{ cm}$ Esforços $N = 25,04 \text{ kN}$ $M = 1,75 \text{ kN.m}$ Tensão admissível $\sigma_{adm} = 1,50 \text{ kgf/cm}^2$ Concreto $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ Aço a ser utilizado $CA = 50$ Cobrimento $c = 4,0 \text{ cm}$ Nota: Editar somente células verdes 		
2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA $S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = 1836,27 \text{ cm}^2$ $a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 43 \text{ cm}$ $b = \frac{S}{a_0} = 43 \text{ cm}$  Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm $a = 60 \text{ cm}$ $b = 60 \text{ cm}$		
3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO 3.1) Cálculo da Excentricidade $e = \frac{M}{N} = 0,07$ Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e aforça normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b $\frac{a}{6} = 10,00$ 3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas $\sigma_{max} = 1,18 \text{ kgf/cm}^2$ $\sigma_{min} = 0,21 \text{ kgf/cm}^2$ $1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$ $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 0,70 \text{ kgf/cm}^2$ Condições: Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b Valores finais das dimensões da sapata $a = 60 \text{ cm}$ $b = 60 \text{ cm}$		

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI

FOLHA 02/04

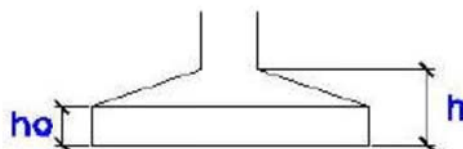
SAPATA: S03

SONDAGEM: SP-01

DATA: 28/06/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 13,33 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 6,32 \text{ cm} \end{cases}$$



Adotar $d = 14 \text{ cm}$

$h = d + \text{cobrimento} = 18,00 \text{ cm}$

$h_0 = \frac{h}{3} = 6,67 \text{ cm}$

Adotar $h = 20 \text{ cm}$

Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$

5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,20 \text{ m}$

$L_a = L_x + 0,15 a_0 = 0,23 \text{ m}$

Módulo de resistência a flexão

$W = \frac{a^2 \times b}{6} = 0,036 \text{ m}^3$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$\sigma_{max} = 175,17 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{min} = 39,06 \text{ kN/m}^2$

$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 105,10 \text{ kN/m}$

$p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 23,44 \text{ kN/m}$

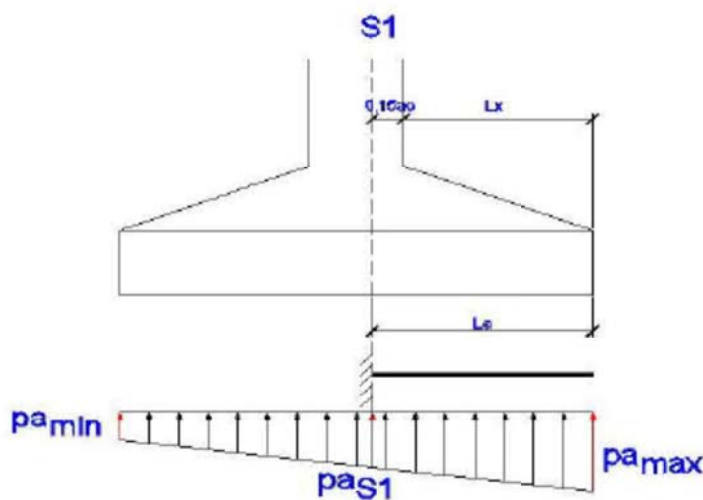
Por semelhança geométrica

$p_{a_{s1}} = 54,74 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{sda} = \frac{p_{a_{s1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{s1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2$$

$M_{sda} = 2,34 \text{ kN.m}$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI

FOLHA 03/04

SAPATA: S03

SONDAGEM: SP-01

DATA: 28/06/2018

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,20 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,23 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 107,1 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 64,3 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{sdb} = 1,70 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura

5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y d} = 0,67 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 1,80 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

Armadura adotada = 1,80 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	4
10,0	3
12,5	2
16,0	1
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8
Nº de Barras = 4

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 16,80 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 40 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DO OPERADOR ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S03

SONDAGEM: SP-01

DATA: 28/06/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 1,80 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 1,8 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	4
10,0	3
12,5	2
16,0	1
20,0	1

Ø da barra escolhida = 8

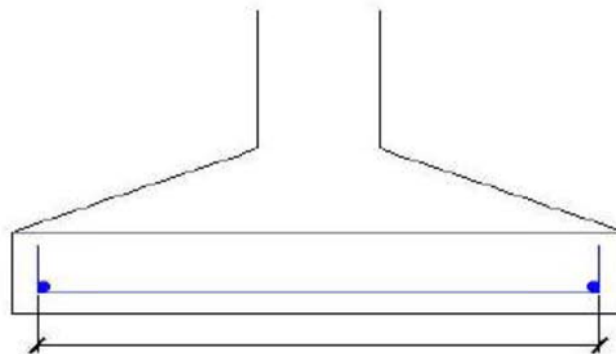
Nº de Barras = 4

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 16,80 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 40 \text{ cm} \end{cases}$$

Escolher o menor valor e comparar com s calculado:

 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


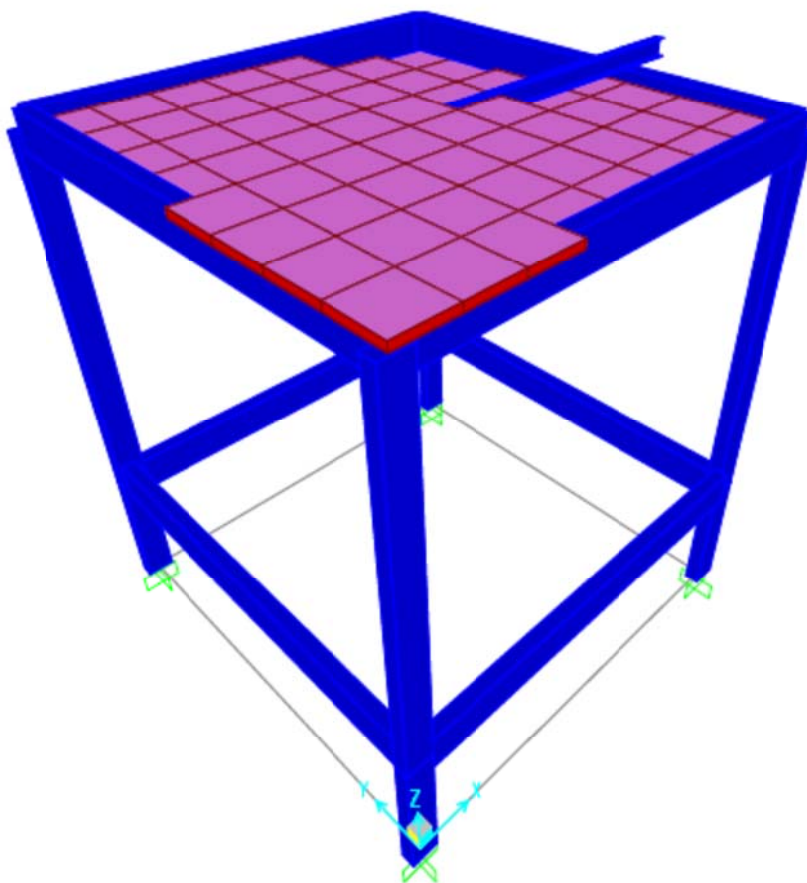
Direção a	4	Ø	8	C/	13	cm
Direção b	4	Ø	8	C/	12	cm

10. DIMENSIONAMENTO – CASA DOS SOPRADORES

10.1. MODELAGEM ESTRUTURAL

A modelagem estrutural foi feita no software SAP-2000 (figura 10.1) considerando os parâmetros apresentados no item 2.

Figura 10.1 – Modelo estrutural 3D vista 1.



Os carregamentos utilizados no dimensionamento foram:

- Cargas Permanentes (CP)
 - Peso próprio
 - Alvenaria
 - Cobertura em telha de fibrocimento

- Sobrecargas (SC)

Sobrecarga de laje de piso (SCP)

Sobrecarga de laje de cobertura (SCC)

Sobrecarga da monovia (SCM)

Combinação para dimensionamento das barras

Comb 1: $1,4CP + 1,4SC$

Comb 2: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP$

Comb 3: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC$

Comb 4: $1,4CP + 1,4SC + 1,4SCP + 1,4SCC + 1,4SCM$

10.2. RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme informado no item anterior a análise estrutural foi feita utilizando o software SAP 2000. A tabela a seguir apresentam os resultados do dimensionamento eletrônico.

Tabela 10.1 – Status de utilização

Frame	Estrutura	Tipo de Estruturas	Status	Localização	Combinação	Situação
1	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
1	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	2,12	ENVOLTORIA	PASSA
2	P1530	Column	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
3	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	2,12	ENVOLTORIA	PASSA
4	P1530	Column	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
5	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	2,12	ENVOLTORIA	PASSA
6	P1530	Column	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA

7	P1530	Column	No Messages	0,75	ENVOLTORIA	PASSA
7	P1530	Column	No Messages	1,50	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	2,12	ENVOLTORIA	PASSA
8	P1530	Column	No Messages	4,23	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	2,39	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	2,86	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	3,34	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	3,82	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	4,29	ENVOLTORIA	PASSA
9	V1540	Beam	No Messages	4,77	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	0,99	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	1,98	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	2,48	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	2,97	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	3,47	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	3,96	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	4,46	ENVOLTORIA	PASSA
10	V1540	Beam	No Messages	4,95	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,48	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	0,95	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	1,43	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	1,91	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	2,39	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	2,86	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	3,34	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	3,82	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	4,29	ENVOLTORIA	PASSA
11	V1540	Beam	No Messages	4,77	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,50	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	0,99	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA

12	V1540	Beam	No Messages	1,98	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	2,48	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	2,97	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	3,47	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	3,96	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	4,46	ENVOLTORIA	PASSA
12	V1540	Beam	No Messages	4,95	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,30	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	0,89	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,79	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	1,79	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,39	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,39	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,68	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,58	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,58	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,17	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,17	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,47	ENVOLTORIA	PASSA
13	V1540	Beam	No Messages	4,77	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,31	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,62	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,62	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,55	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,86	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	1,86	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA

14	V1540	Beam	No Messages	2,48	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,48	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	2,78	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,09	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,09	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,40	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,71	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	3,71	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	4,02	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	4,33	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	4,33	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	4,64	ENVOLTORIA	PASSA
14	V1540	Beam	No Messages	4,95	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,30	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,60	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	0,89	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,19	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,49	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,79	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	1,79	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,09	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,39	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,39	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,68	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	2,98	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,28	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,58	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,58	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	3,88	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,17	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,17	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,47	ENVOLTORIA	PASSA
15	V1540	Beam	No Messages	4,77	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,00	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,31	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,62	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,62	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	0,93	ENVOLTORIA	PASSA

16	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,24	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,55	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,86	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	1,86	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,17	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,48	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,48	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	2,78	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,09	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,09	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,40	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,71	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	3,71	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,02	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,33	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,33	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,64	ENVOLTORIA	PASSA
16	V1540	Beam	No Messages	4,95	ENVOLTORIA	PASSA

10.3. FUNDAÇÕES

A figura 10.2 apresenta o quadro de cargas dos pilares. As fundações serão do tipo diretas em sapatas, cujo o dimensionamento será apresentado a seguir.

Figura 10.2 – Quadro de cargas.

PLANO DE CARGAS								
PILAR	DIMENSÕES (cm)	CASO	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)	M _z (kN.m)
P01	15x30	Gmax	7,46	-5,74	79,12	2,82	3,43	0,00
		gmin	5,33	-4,10	56,49	2,01	2,45	0,00
P02	15x30	Gmax	-7,46	-5,58	85,57	2,74	-3,50	0,00
		gmin	-5,33	-3,98	61,10	1,96	-2,50	0,00
P03	15x30	Gmax	7,46	5,74	79,12	-2,82	3,43	0,00
		gmin	5,33	4,10	56,49	-2,01	2,45	0,00
P04	15x30	Gmax	-7,46	5,58	85,57	-2,74	-3,50	0,00
		gmin	-5,33	3,98	61,10	-1,96	-2,50	0,00

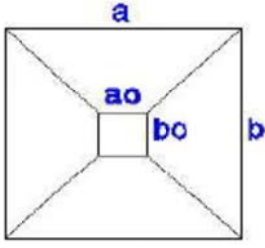
a) Sapatas Grupo I

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS		
CLIENTE: CESAN		
OBRA: CASA DOS SOPRADORES ETE XURI		FOLHA 01/04
SAPATA: S01	SONDAGEM: SP-01	DATA: 10/09/2018

1) PARÂMETROS DE ENTRADA

Dimensões do pilar	ao =	30	cm
	bo =	15	cm
Esforços	N =	85,67	kN
	M =	3,50	kN.m
Tensão admissível	σ_{adm} =	1,50	kgf/cm ²
Concreto	fck =	30	MPa
Aço a ser utilizado	CA	50	
Cobrimento	c =	4,0	cm

Nota: Editar somente células verdes



2) DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES EM PLANTA

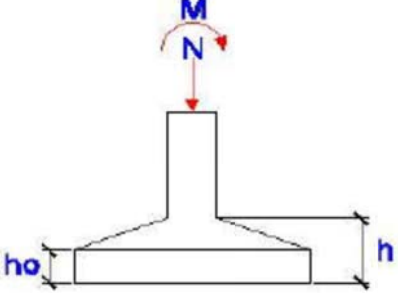
$$S = \frac{1,10N}{\sigma_{adm}} = \frac{1,10 \times 85,67}{1,50} = 6282,47 \text{ cm}^2$$

$$a = \left(\frac{a_0 - b_0}{2} \right) + \sqrt{\frac{(a_0 - b_0)^2}{4} + S} = 87 \text{ cm}$$

$$b = \frac{S}{a_0} = 72 \text{ cm}$$

Adotar as dimensões superiores múltiplas de 5 cm

a = 90 cm
 b = 75 cm



3) VERIFICAÇÃO DO TOMBAMENTO

3.1) Cálculo da Excentricidade

$$e = \frac{M}{N} = \frac{3,50}{85,67} = 0,04$$

Se $e \leq \frac{a}{6}$ não há tensões de tração na sapata e a força normal se encontra no núcleo central, caso contrário deverá aumentar a e b

$$\frac{a}{6} = 15,00$$

3.2) Cálculo das Tensões Máximas e Mínimas

$$\left. \begin{matrix} \sigma_{max} \\ \sigma_{min} \end{matrix} \right\} = \frac{N}{S} \times \left(1 \pm \frac{6e}{a} \right) \Rightarrow$$

$$\sigma_{max} = 1,61 \text{ kgf/cm}^2 \quad 1,3\sigma_{adm} = 1,95 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 0,92 \text{ kgf/cm}^2 \quad \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 1,27 \text{ kgf/cm}^2$$

Condições:

Se $\sigma_{max} \leq 1,3\sigma_{adm}$ e $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \leq \sigma_{adm}$ ok, caso contrário aumentar a e b

Valores finais das dimensões da sapata

a = 90 cm
 b = 75 cm

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DOS SOPRADORES ETE XURI

FOLHA 02/04

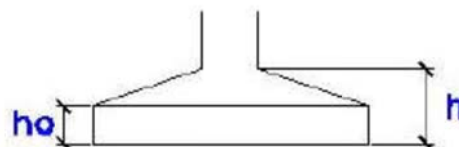
SAPATA: S01

SONDAAGEM: SP-01

DATA: 10/09/2018

4) DETERMINAÇÃO DA ALTURA h

$$d \geq \begin{cases} \frac{a - a_0}{3} = 20,00 \text{ cm} \\ \frac{b - b_0}{3} = 20,00 \text{ cm} \\ 1,44 \sqrt{\frac{1,96 \times N}{0,85 f_{ck}}} = 11,69 \text{ cm} \end{cases}$$


 Adotar $d = 20 \text{ cm}$
 $h = d + \text{cobrimento} = 24,00 \text{ cm}$

$$h_0 = \frac{h}{3} = 8,33 \text{ cm}$$

 Adotar $h = 25 \text{ cm}$

 Adotar $h_0 = 15 \text{ cm}$
5) DETERMINAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL
5.1) Cálculo do Momento Fletor
5.1.1) Direção Paralela a "a"

$$L_x = \frac{a - a_0}{2} = 0,30 \text{ m}$$

$$L_a = L_x + 0,15a_0 = 0,35 \text{ m}$$

Módulo de resistência a flexão

$$W = \frac{a^2 x b}{6} = 0,10125 \text{ m}^3$$

Tensões máximas e mínimas

$$\begin{cases} \sigma_{max} = \frac{1,10 \times N_d}{S} + \frac{M_d}{W} \\ \sigma_{min} = \frac{1,10 \times N_d}{S} - \frac{M_d}{W} \end{cases}$$

$$\sigma_{max} = 243,85 \text{ kN/m}^2$$

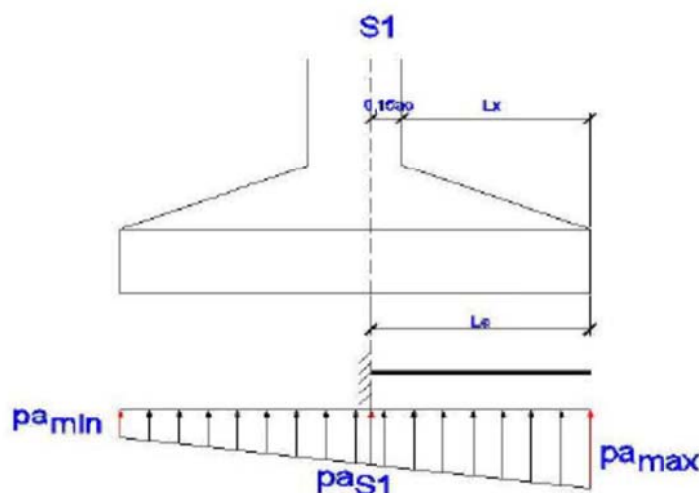
$$\sigma_{min} = 147,06 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{a_{max}} = \sigma_{max} \times b = 182,89 \text{ kN/m} \quad p_{a_{min}} = \sigma_{min} \times b = 110,29 \text{ kN/m}$$

 Por semelhança geométrica $p_{a_{s1}} = 138,12 \text{ kN/m}$

Logo:

$$M_{Sda} = \frac{p_{a_{s1}} \cdot L_a^2}{2} + \left(\frac{\sigma_{max} - p_{a_{s1}}}{2} \right) \times \frac{2}{3} L_a^2 \quad M_{Sda} = 10,00 \text{ kN.m}$$



DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DOS SOPRADORES ETE XURI

FOLHA 03/04

SAPATA: S01

SONDAÇÃO: SP-01

DATA: 10/09/2018

5.1.2) Direção Paralela a "b"

$$L_y = \frac{b - b_0}{2} = 0,30 \text{ m}$$

$$L_b = L_y + 0,15b_0 = 0,32 \text{ m}$$

Tensões máximas e mínimas

$$\sigma_{max} = \sigma_{min} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = 195,5 \text{ kN/m}^2$$

$$pb_{max} = pb_{min} = \sigma_{max} \times a = 175,9 \text{ kN/m}$$

Logo:

$$M_{Sdb} = \frac{pb_{s1} \cdot L_b^2}{2}$$

$$M_{Sdb} = 9,15 \text{ kN.m}$$

5.2) Cálculo da Armadura
5.2.1) Direção Paralela a "a"

$$A_{sa} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_y d} = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 2,81 \text{ cm}^2$$

Será adotada, como base, a armadura de mínima se

$$A_{smin} > A_{sa}$$

 Armadura adotada = 2,81 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	6
10,0	4
12,5	3
16,0	2
20,0	1

 Ø da barra escolhida = 8
 Nº de Barras = 6

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 13,08 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro

DIMENSIONAMENTO DE SAPATAS ISOLADAS

CLIENTE: CESAN

OBRA: CASA DOS SOPRADORES ETE XURI

FOLHA 04/04

SAPATA: S01

SONDAGEM: SP-01

DATA: 10/09/2018

5.2.2) Direção Paralela a "b"

$$A_{sb} = \frac{M_d}{0,8 \cdot d \cdot f_{yd}} = 1,50 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,15\% \cdot b \cdot h = 3,38 \text{ cm}^2$$

 Será adotada, como base, a armadura de mínima se $A_{smin} > A_{sa}$

 Armadura adotada = 3,38 cm²

Aço a ser utilizado:

Ø (mm)	Nº de Barras
8,0	7
10,0	5
12,5	3
16,0	2
20,0	2

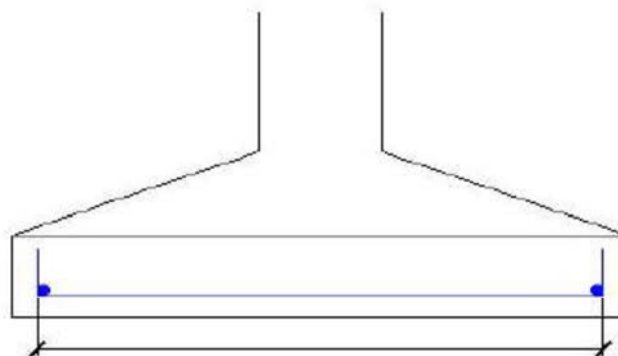
Ø da barra escolhida = 8

Nº de Barras = 7

Avaliação do espaçamento

$$s = \frac{b - 2(c + \phi_{barra})}{N^{\circ} \text{ de barras} - 1} = 13,40 \text{ cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ 2 \cdot h = 50 \text{ cm} \end{cases}$$

 Escolher o menor valor e comparar com s calculado:
 Se $s \leq s_{max}$ "ok" caso contrário escolher uma barra de maior diâmetro


Direção a	6	Ø	8	C/	11	cm
Direção b	7	Ø	8	C/	11	cm

1. RELAÇÃO DE DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS – VOLUME 4

ITEM	Nº ENGESOLO	Nº CESAN	TÍTULO
01	SA_PR064_15_DE_11_072_001_A	C-050-000-92-4-XX-0001	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/13
02	SA_PR064_15_DE_11_072_002_A	C-050-000-92-4-XX-0002	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/13
03	SA_PR064_15_DE_11_072_003_A	C-050-000-92-4-XX-0003	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 03/13
04	SA_PR064_15_DE_11_072_004_A	C-050-000-92-4-XX-0004	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 04/13
05	SA_PR064_15_DE_11_072_005_A	C-050-000-92-4-XX-0005	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 05/13
06	SA_PR064_15_DE_11_072_006_A	C-050-000-92-4-XX-0006	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 06/13
07	SA_PR064_15_DE_11_072_007_A	C-050-000-92-4-XX-0007	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 07/13
08	SA_PR064_15_DE_11_072_008_A	C-050-000-92-4-XX-0008	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 08/13
09	SA_PR064_15_DE_11_072_009_A	C-050-000-92-4-XX-0009	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 09/13
10	SA_PR064_15_DE_11_072_010_A	C-050-000-92-4-XX-0010	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 10/13
11	SA_PR064_15_DE_11_072_011_A	C-050-000-92-4-XX-0011	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 11/13
12	SA_PR064_15_DE_11_072_012_A	C-050-000-92-4-XX-0012	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 12/13
13	SA_PR064_15_DE_11_072_013_A	C-050-000-92-4-XX-0013	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TRATAMENTO PRIMÁRIO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 13/13
14	SA_PR064_15_DE_11_072_014_A	C-050-000-92-4-XX-0014	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/11
15	SA_PR064_15_DE_11_072_015_A	C-050-000-92-4-XX-0015	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/11
16	SA_PR064_15_DE_11_072_016_A	C-050-000-92-4-XX-0016	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 03/11
17	SA_PR064_15_DE_11_072_017_A	C-050-000-92-4-XX-0017	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 04/11
18	SA_PR064_15_DE_11_072_018_A	C-050-000-92-4-XX-0018	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 05/11
19	SA_PR064_15_DE_11_072_019_A	C-050-000-92-4-XX-0019	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 06/11
20	SA_PR064_15_DE_11_072_020_A	C-050-000-92-4-XX-020	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 07/11
21	SA_PR064_15_DE_11_072_021_A	C-050-000-92-4-XX-021	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 08/11

22	SA_PR064_15_DE_11_072_022_A	C-050-000-92-4-XX-022	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 09/11
23	SA_PR064_15_DE_11_072_023_A	C-050-000-92-4-XX-023	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 10/11
24	SA_PR064_15_DE_11_072_024_A	C-050-000-92-4-XX-024	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CAIXA DE GORDURA - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 11/11
25	SA_PR064_15_DE_11_072_025_A	C-050-000-92-4-XX-025	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO E RECIRCULAÇÃO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/04
26	SA_PR064_15_DE_11_072_026_A	C-050-000-92-4-XX-026	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO E RECIRCULAÇÃO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/04
27	SA_PR064_15_DE_11_072_027_A	C-050-000-92-4-XX-027	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO E RECIRCULAÇÃO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 03/04
28	SA_PR064_15_DE_11_072_028_A	C-050-000-92-4-XX-028	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE ESGOTO BRUTO E RECIRCULAÇÃO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 04/04
29	SA_PR064_15_DE_11_072_029_A	C-050-000-92-4-XX-029	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CDV3 - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/04
30	SA_PR064_15_DE_11_072_030_A	C-050-000-92-4-XX-030	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CDV3 - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/04
31	SA_PR064_15_DE_11_072_031_A	C-050-000-92-4-XX-031	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CDV3 - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 03/04
32	SA_PR064_15_DE_11_072_032_A	C-050-000-92-4-XX-032	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CDV3 - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 04/04
33	SA_PR064_15_DE_11_072_033_A	C-050-000-92-4-XX-033	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE EFLUENTE TRATADO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/04
34	SA_PR064_15_DE_11_072_034_A	C-050-000-92-4-XX-034	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE EFLUENTE TRATADO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/04
35	SA_PR064_15_DE_11_072_035_A	C-050-000-92-4-XX-035	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE EFLUENTE TRATADO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 03/04
36	SA_PR064_15_DE_11_072_036_A	C-050-000-92-4-XX-036	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – ELEVATORIA DE EFLUENTE TRATADO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 04/04
37	SA_PR064_15_DE_11_072_037_A	C-050-000-92-4-XX-037	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – LEITO DE SECAGEM - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/02
38	SA_PR064_15_DE_11_072_038_A	C-050-000-92-4-XX-038	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – LEITO DE SECAGEM - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/02
39	SA_PR064_15_DE_11_072_039_A	C-050-000-92-4-XX-039	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TANQUE DE CONTATO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/05
40	SA_PR064_15_DE_11_072_040_A	C-050-000-92-4-XX-040	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TANQUE DE CONTATO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/05
41	SA_PR064_15_DE_11_072_041_A	C-050-000-92-4-XX-041	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TANQUE DE CONTATO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 03/05

42	SA_PR064_15_DE_11_072_042_A	C-050-000-92-4-XX-042	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TANQUE DE CONTATO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 04/05
43	SA_PR064_15_DE_11_072_043_A	C-050-000-92-4-XX-043	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – TANQUE DE CONTATO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 05/05
44	SA_PR064_15_DE_11_072_044_A	C-050-000-92-4-XX-044	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – BASE DA ETE - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/01
45	SA_PR064_15_DE_11_072_045_A	C-050-000-92-4-XX-045	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CASA DE OPERAÇÃO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/02
46	SA_PR064_15_DE_11_072_046_A	C-050-000-92-4-XX-046	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CASA DE OPERAÇÃO - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/02
47	SA_PR064_15_DE_11_072_047_A	C-050-000-92-4-XX-047	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CASA DE SOPRADOR - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 01/02
48	SA_PR064_15_DE_11_072_048_A	C-050-000-92-4-XX-048	ETE - PROJETO ESTRUTURAL – CASA DE SOPRADOR - FORMA E ARMAÇÃO - FOLHA 02/02
49	SA_PR064_15_DE_11_072_071_A	C-050-000-92-4-XX-0049	ETE - PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE CLORAÇÃO 01/02
50	SA_PR064_15_DE_11_072_072_A	C-050-000-92-4-XX-0050	ETE - PROJETO ESTRUTURAL - CASA DE CLORAÇÃO 02/02
51	SA_PR064_15_DE_11_072_076_A	C-050-000-92-4-XX-0051	ETE - PROJETO ESTRUTURAL - ELEVATÓRIA DE ÁGUA DE REUSO 01/01
52	SA_PR064_15_DE_11_072_077_A	C-050-000-92-4-XX-0052	ETE - PROJETO ESTRUTURAL - TANQUE DE REUSO INTERNO 01/01
53	SA_PR064_15_DE_11_072_078_A	C-050-000-92-4-XX-0053	ETE - PROJETO ESTRUTURAL - TQ E ELEV DE ÁGUA DE REÚSO UNIDADE NOVA 01/02
54	SA_PR064_15_DE_11_072_079_A	C-050-000-92-4-XX-0054	ETE - PROJETO ESTRUTURAL - TQ E ELEV DE ÁGUA DE REÚSO UNIDADE NOVA 02/02
55	SA_PR064_15_DE_11_072_056_A	C-050-000-91-4-XX-0001	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 01 01/01
56	SA_PR064_15_DE_11_072_057_A	C-050-000-91-4-XX-0002	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 01/07
57	SA_PR064_15_DE_11_072_058_A	C-050-000-91-4-XX-0003	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 02/07
58	SA_PR064_15_DE_11_072_059_A	C-050-000-91-4-XX-0004	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 03/07
59	SA_PR064_15_DE_11_072_060_A	C-050-000-91-4-XX-0005	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 04/07
60	SA_PR064_15_DE_11_072_061_A	C-050-000-91-4-XX-0006	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 05/07
61	SA_PR064_15_DE_11_072_062_A	C-050-000-91-4-XX-0007	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 06/07
62	SA_PR064_15_DE_11_072_063_A	C-050-000-91-4-XX-0008	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 02 07/07
63	SA_PR064_15_DE_11_072_064_A	C-050-000-91-4-XX-0009	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 01/07
64	SA_PR064_15_DE_11_072_065_A	C-050-000-91-4-XX-0010	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 02/07
65	SA_PR064_15_DE_11_072_066_A	C-050-000-91-4-XX-0011	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 03/07
66	SA_PR064_15_DE_11_072_067_A	C-050-000-91-4-XX-0012	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 04/07
67	SA_PR064_15_DE_11_072_068_A	C-050-000-91-4-XX-0013	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 05/07
68	SA_PR064_15_DE_11_072_069_A	C-050-000-91-4-XX-0014	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 06/07

69	SA_PR064_15_DE_1 1_072_070_A	C-050-000-91-4-XX-0015	EEEB DE XURI - PROJETO ESTRUTURAL - EEB 03 07/07
70	SA_PR064_15_DE_1 1_072_049_A	C-050-000-96-4-XX-0001	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
71	SA_PR064_15_DE_1 1_072_050_A	C-050-000-96-4-XX-0002	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
72	SA_PR064_15_DE_1 1_072_051_A	C-050-000-96-4-XX-0003	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
73	SA_PR064_15_DE_1 1_072_052_A	C-050-000-96-4-XX-0004	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
74	SA_PR064_15_DE_1 1_072_053_A	C-050-000-96-4-XX-0005	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
75	SA_PR064_15_DE_1 1_072_054_A	C-050-000-96-4-XX-0006	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
76	SA_PR064_15_DE_1 1_072_055_A	C-050-000-96-4-XX-0007	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI
77	SA_PR064_15_DE_1 1_072_073_A	C-050-000-96-4-XX-0008	RECALQUE DE ESGOTO DE XURI
78	SA_PR064_15_DE_1 1_072_074_A	C-050-000-96-4-XX-0009	RECALQUE DE ESGOTO DE XURI
79	SA_PR064_15_DE_1 1_072_075_A	C-050-000-96-4-XX-0010	EMISSÁRIO DE ESGOTO TRATADO DE XURI