

APRESENTAÇÃO

A YC Engenharia apresenta à CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, o **Projeto Estrutural** do Sistema de Esgoto Sanitário da cidade de **Ubaí/ MG**.

O trabalho foi desenvolvido com a orientação dos técnicos da CODEVASF, nas etapas de definições e diretrizes, tendo havido um acompanhamento efetivo e uma soma de esforços para o bom resultado do empreendimento.

O presente trabalho é composto dos seguintes volumes:

- Volume 1 – Estudo de Reconhecimento;
- Volume 2 – Estudo de Concepção e Viabilidade;
- Volume 3 – Levantamentos Topográficos;
- Volume 4 – Projeto Básico;
- Volume 5 – Levantamentos Geotécnicos;
- Volume 6 – Projeto Elétrico;
- **Volume 7 – Projeto Estrutural.**
 - **Tomo 7.1 – Memória de Cálculo e Desenhos;**
 - Tomo 7.2 – Desenhos.
- Volume 8 – Manual de Operação e Manutenção;
- Volume 9 – Resumo do Projeto.

Data da Licitação: 17/10/2007

Nº do Edital: 30/2007

Contrato de Prestação de Serviço: N° 0.06.08.0025.00

Ordem de Serviço: N° 01

Responsável Técnico:

Período: 30/01/08 a 30/07/08

Luiz Casuo Yamatogi CREA 10.870/D - MG

Emissão: Julho/2008

Coordenação: CODEVASF

Revisão: B- Setembro/2008

SUMÁRIO

PROJETO ESTRUTURAL – UBAÍ

MEMÓRIA DE CÁLCULO – TOMO 7.1

1. INTRODUÇÃO	7
2. TRATAMENTO PRELIMINAR.....	9
3. CAIXAS DE PASSAGEM	14
4. LABORATÓRIO	16
5. ELEVATÓRIA DE ESGOTO 1.....	22
6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO 2.....	37
7. POÇO DE SEGURANÇA	53
8. DESENHOS	59

PROJETO ESTRUTURAL – UBAÍ

RELAÇÃO DE DESENHOS – TOMO 7.1

DISCRIMINAÇÃO

DESENHO Nº

Elevatória de Esgoto 1 – Forma	01/23
Elevatória de Esgoto 1 – Armação - 1ª Parte	02/23
Elevatória de Esgoto 1 – Armação - 2ª Parte	03/23
Elevatória de Esgoto 2 – Forma - 1ª Parte	04/23
Elevatória de Esgoto 2 – Forma - 2ª Parte	05/23
Elevatória de Esgoto 2 – Armação - 1ª Parte	06/23
Elevatória de Esgoto 2 – Armação - 2ª Parte	07/23
Elevatória de Esgoto 2 – Armação - 3ª Parte	08/23
Abrigo Quadro Força e Automação – EEB 01 - Forma / Armação	09/23
Poço de Segurança – EEB 01 - Forma / Armação - 1ª Parte	10/23
Poço de Segurança – EEB 01 - Forma / Armação - 2ª Parte	11/23

PROJETO ESTRUTURAL – UBAÍ

RELAÇÃO DE DESENHOS – TOMO 7.2

DISCRIMINAÇÃO	DESENHO Nº
Caixas Tipo 7 e 8 – Forma / Armação	12/23
Caixas Tipo 3, 4, 5 e 6 – Forma / Armação	13/23
Caixas Tipo 1 e 2 – Forma / Armação	14/23
Pilares para Suporte de Tubos – Forma / Armação.....	15/23
Tratamento Preliminar - Forma.....	16/23
Tratamento Preliminar – Armação - 1ª Parte	17/23
Tratamento Preliminar – Armação - 2ª Parte	18/23
Tratamento Preliminar – Armação - 3ª Parte.....	19/23
Tratamento Preliminar – Armação - 4ª Parte.....	20/23
Laboratório – Forma	21/23
Laboratório – Armação	22/23
Elementos de Drenagem – Forma / Armação.....	23/23

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste no dimensionamento das estruturas de concreto armado da estação de tratamento de esgotos da cidade de Ubaí.

As estruturas a serem dimensionadas são:

- Tratamento Preliminar;
- Elevatórias de Esgoto;
- Laboratório;
- Caixas de Passagem;
- Poço de Segurança

O projeto estrutural foi desenvolvido de forma a atender as diretrizes definidas pela CODEVASF, obedecendo às normas vigentes da ABNT e bibliografias de autores consagrados e especialistas da área.

Materiais adotados:

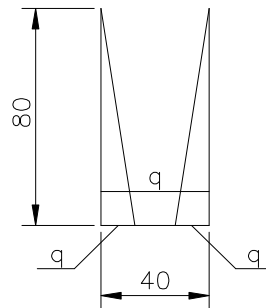
- Concreto estrutural $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$;
- Aço convencional CA-50.

2. TRATAMENTO PRELIMINAR

2. TRATAMENTO PRELIMINAR

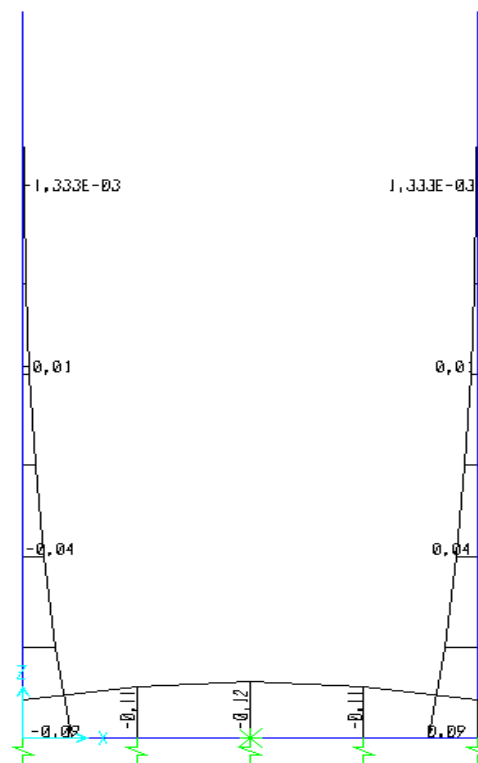
Para o dimensionamento das paredes e lajes de fundo da estrutura do tratamento preliminar será utilizado o programa SAP2000. A seguir são apresentados os esforços nos elementos estruturais bem como a determinação das armaduras.

- PAR.2 + PAR.6 + LJ FUNDO



$$q = 1,00 \times 0,80 = 0,80 \text{ tf/m}^2$$

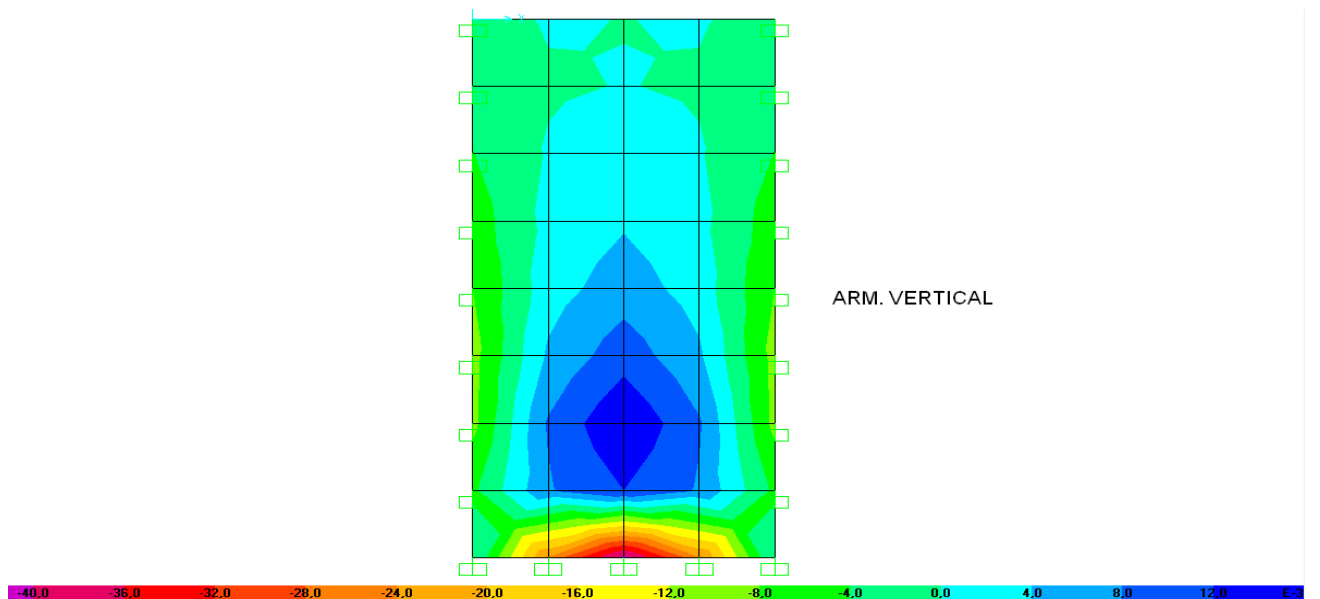
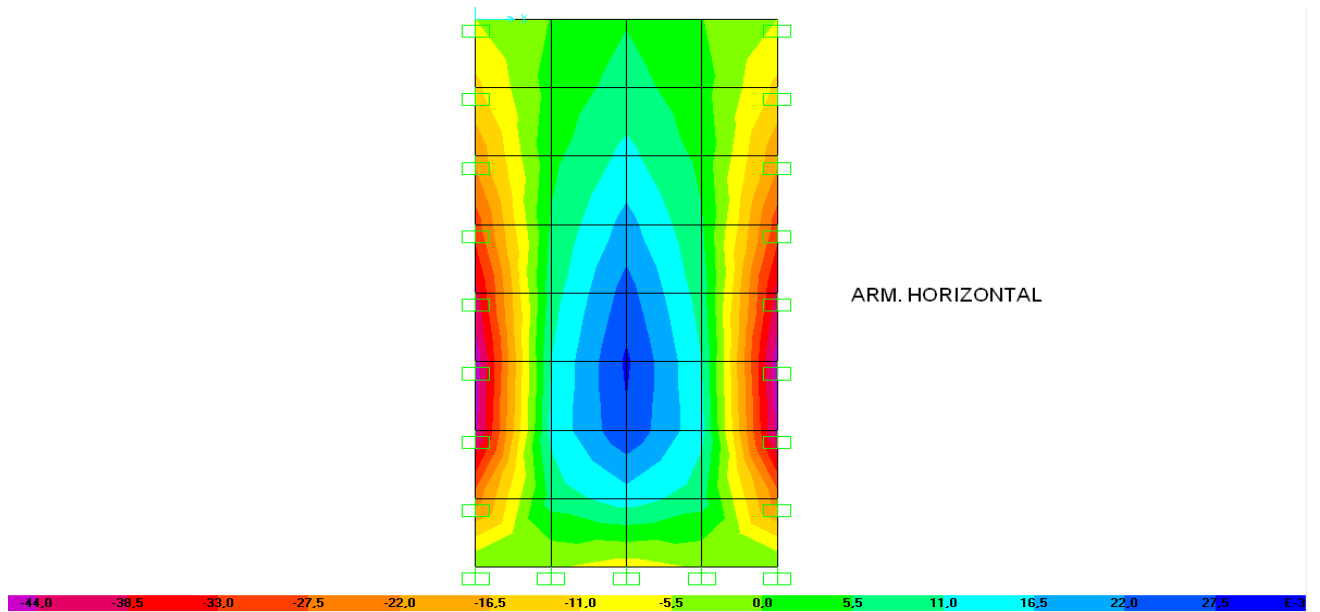
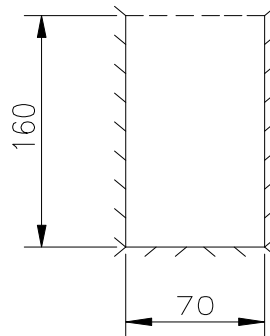
Será considerada fundação direta, devido às condições do solo local e à grandeza dos carregamentos. Será adotado para coeficiente de recalque 300 tf/m^3 . À seguir são apresentados os esforços, retirados no programa SAP2000.



$$\text{Momento fletor máximo} = 0,12 \text{ tfxm/m} \Rightarrow A_s = 0,26 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s_{\text{mín}}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$\Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm.}$

- PAR.1 = PAR.5 = PAR.8



Momento fletor máximo = $0,05 \text{ tfxm/m} \Rightarrow A_s = 0,11 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{s_{\min}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}.$

Para as demais paredes, os esforços solicitantes aos já encontrados até agora, pois as dimensões das mesmas são inferiores às já dimensionadas. Portanto, pode-se dizer que os demais elementos estruturais terão $A_{s_{\min}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}.$

3. CAIXAS DE PASSAGEM

3. CAIXAS DE PASSAGEM

Após o dimensionamento dos elementos estruturais do tratamento preliminar, serão dimensionadas as caixas de passagem. Porém, todas as caixas têm dimensões inferiores às paredes calculadas no tratamento preliminar, o que faz com que possamos adotar armadura mínima para as caixas de passagem.

Para o caso das lajes e paredes com espessura de 20cm, $A_{s_{\min}} = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}$.

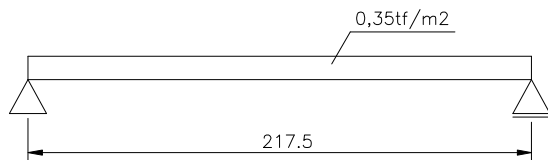
Para o caso das lajes e paredes com espessura de 15cm, $A_{s_{\min}} = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$
 \Rightarrow também será adotado $\phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}$.

4. LABORATÓRIO

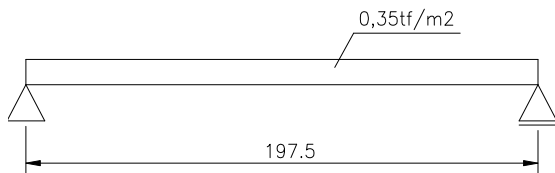
4. LABORATÓRIO

A laje de cobertura do laboratório será pré-moldada, com as direções como indicadas no projeto. À seguir é feito o cálculo das reações de apoio das lajes nas alvenarias, que por sua vez descarregarão nas cintas da fundação.

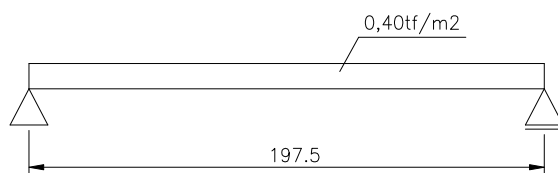
L1 – Reação de apoio = 0,38 tf/m



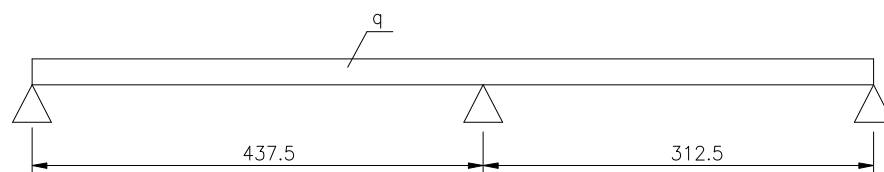
L2 – Reação de apoio = 0,35 tf/m



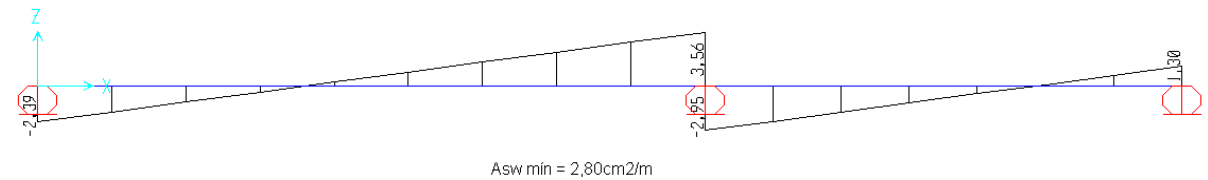
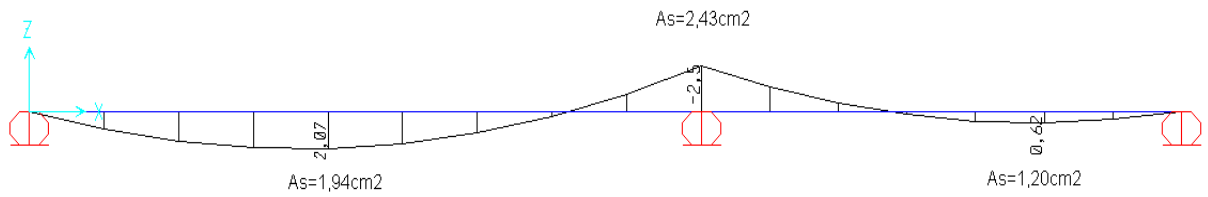
L3 – Reação de apoio = 0,40 tf/m



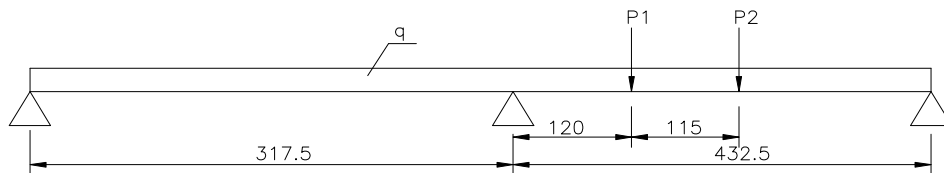
- C1 (20/40)



$q = \text{alvenaria} + \text{reação laje superior} = 0,78 + 0,38 = 1,16 \text{ tf/m}$ (O peso-próprio das cintas é considerado pelo programa)



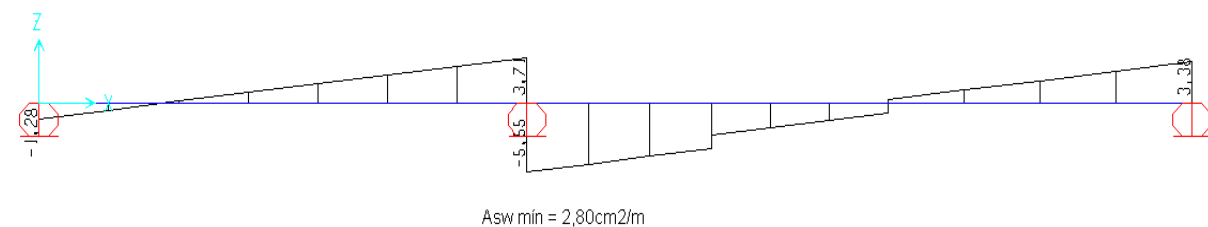
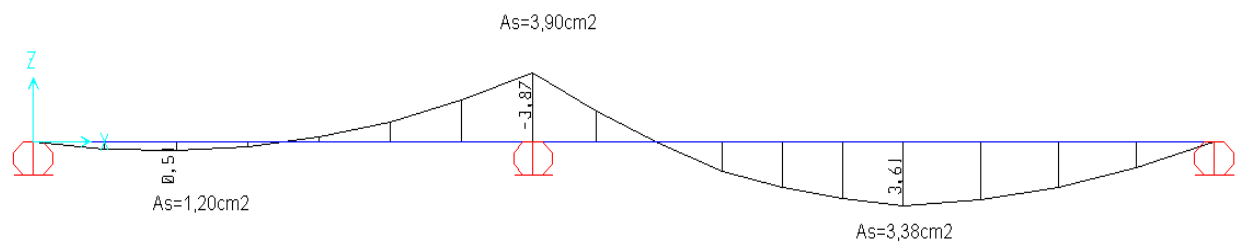
- C2 (20/40)



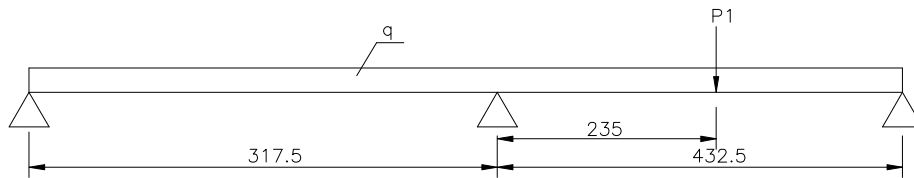
$q = \text{alvenaria} + \text{reação laje superior} = 0,59 + 0,38 + 0,40 = 1,37 \text{ tf/m}$ (O peso-próprio das cintas é considerado pelo programa)

$P1 = \text{reação C6} = 1,07 \text{ tf}$

$P2 = \text{reação C7} = 1,07 \text{ tf}$

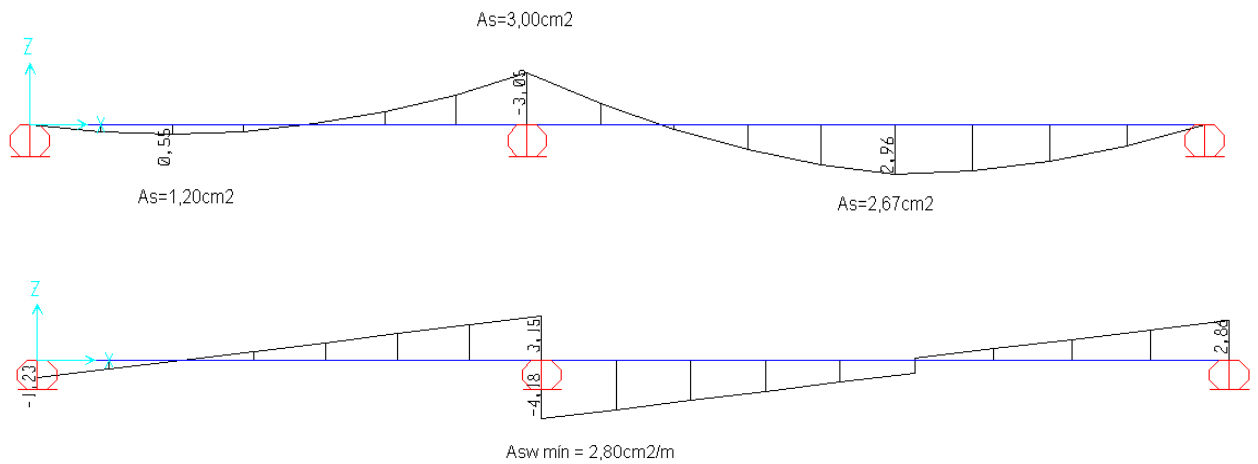


- C3 (20/40)

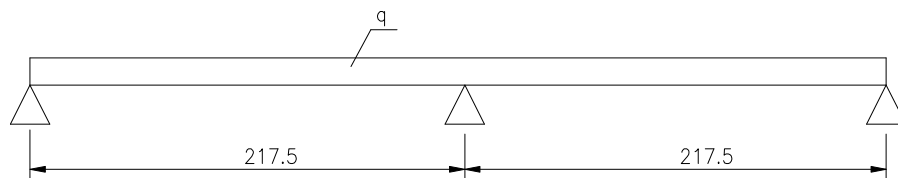


$q = \text{alvenaria} + \text{reação laje superior} = 0,78 + 0,40 = 1,18 \text{ tf/m}$ (O peso-próprio das cintas é considerado pelo programa)

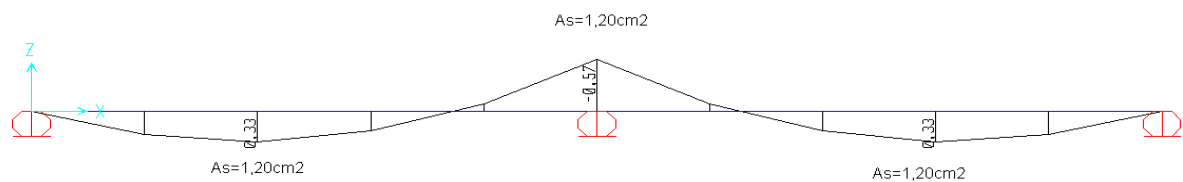
$P1 = \text{reação C7} = 1,07 \text{ tf}$

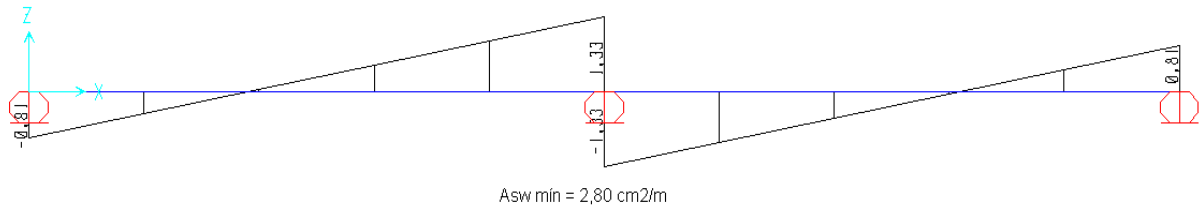


- C4 = C8 (20/40)

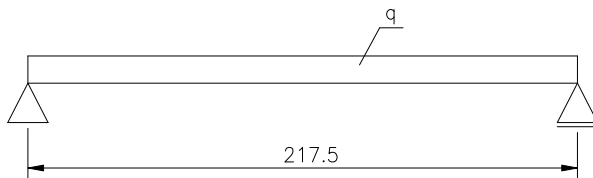


$q = \text{alvenaria} = 0,78 \text{ tf/m}$ (O peso-próprio das cintas é considerado pelo programa)

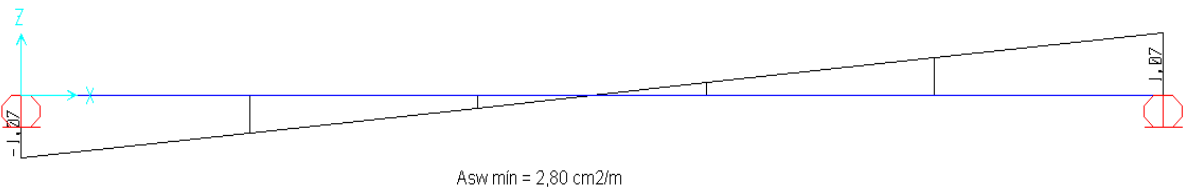
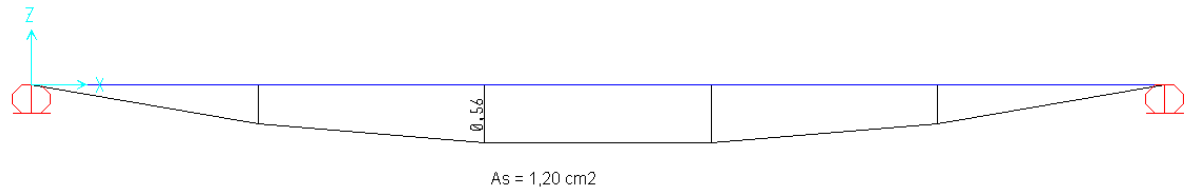




- C5 = C6 = C7 (20/40)



$q = \text{alvenaria} = 0,78 \text{ tf/m}$ (O peso-próprio das cintas é considerado pelo programa)



- DIMENSIONAMENTO DAS SAPATAS:

Será adotada tensão máxima admissível do solo de 1,00kgf/cm². Também será adotado como dimensões mínimas da sapata 70 x 70 cm.

$$S1 - 2,38 \text{ tf} + 0,80 \text{ tf} = 3,18 \text{ tf} \Rightarrow 70 \times 70 \text{ cm}$$

$$S2 - 6,52 \text{ tf} + 1,07 \text{ tf} = 7,59 \text{ tf} \Rightarrow 90 \times 90 \text{ cm}$$

$$S3 - 2,38 \text{ tf} + 0,30 \text{ tf} = 2,68 \text{ tf} \Rightarrow 70 \times 70 \text{ cm}$$

$$S4 - 2,66 \text{ tf} + 1,26 \text{ tf} = 3,92 \text{ tf} \Rightarrow 70 \times 70 \text{ cm}$$

$$S5 - 9,33 \text{ tf} + 1,07 \text{ tf} = 10,40 \text{ tf} \Rightarrow 100 \times 100 \text{ cm}$$

$$S6 - 3,33 \text{ tf} + 1,26 \text{ tf} = 4,59 \text{ tf} \Rightarrow 70 \times 70 \text{ cm}$$

$$S7 - 0,80 \text{ tf} + 1,17 \text{ tf} = 1,97 \text{ tf} \Rightarrow 70 \times 70 \text{ cm}$$

$$S8 - 7,14 \text{ tf} + 1,07 \text{ tf} = 8,21 \text{ tf} \Rightarrow 90 \times 90 \text{ cm}$$

$$S9 - 2,74 \text{ tf} + 1,07 \text{ tf} = 3,81 \text{ tf} \Rightarrow 70 \times 70 \text{ cm}$$

5. ELEVATÓRIA DE ESGOTO 1

5. ELEVATÓRIA DE ESGOTO 1

A elevatória de esgoto 1 será modelada no programa SAP2000.

Os carregamentos considerados são:

- Peso-próprio da estrutura: será adotado peso específico de $2,50 \text{ tf/m}^3$ para o concreto. O programa SAP2000 considera automaticamente o peso-próprio da estrutura;

- Empuxo de Terra: a carga de terra varia de acordo com a altura da mesma, gerando uma carga triangular uniformemente distribuída. Para cada parede há um valor de empuxo. Será definida uma equação no programa SAP2000 para este carregamento.

$$q = \gamma \times h \times \text{tg}(\phi - 30^\circ/2), \text{ onde:}$$

γ = peso específico da terra = $1,80 \text{ tf/m}^3$;

h = altura de terra (ao fazer a modelagem no programa SAP2000, essa altura fica determinada);

ϕ = ângulo de atrito do solo = 45° .

Portanto, a equação definida para o empuxo de terra fica:

$$q = 1,80 \times h \times \text{tg}(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,60 \times h$$

- Lodo: o lodo gera uma carga uniformemente distribuída nas lajes onde atua e uma carga triangular uniformemente distribuída nas paredes, devido ao empuxo. Para cada parede há um valor de empuxo. Será definida uma equação no programa SAP2000 para este carregamento.

$$q = \gamma \times h, \text{ onde:}$$

γ = peso específico do lodo = $1,00 \text{ tf/m}^3$;

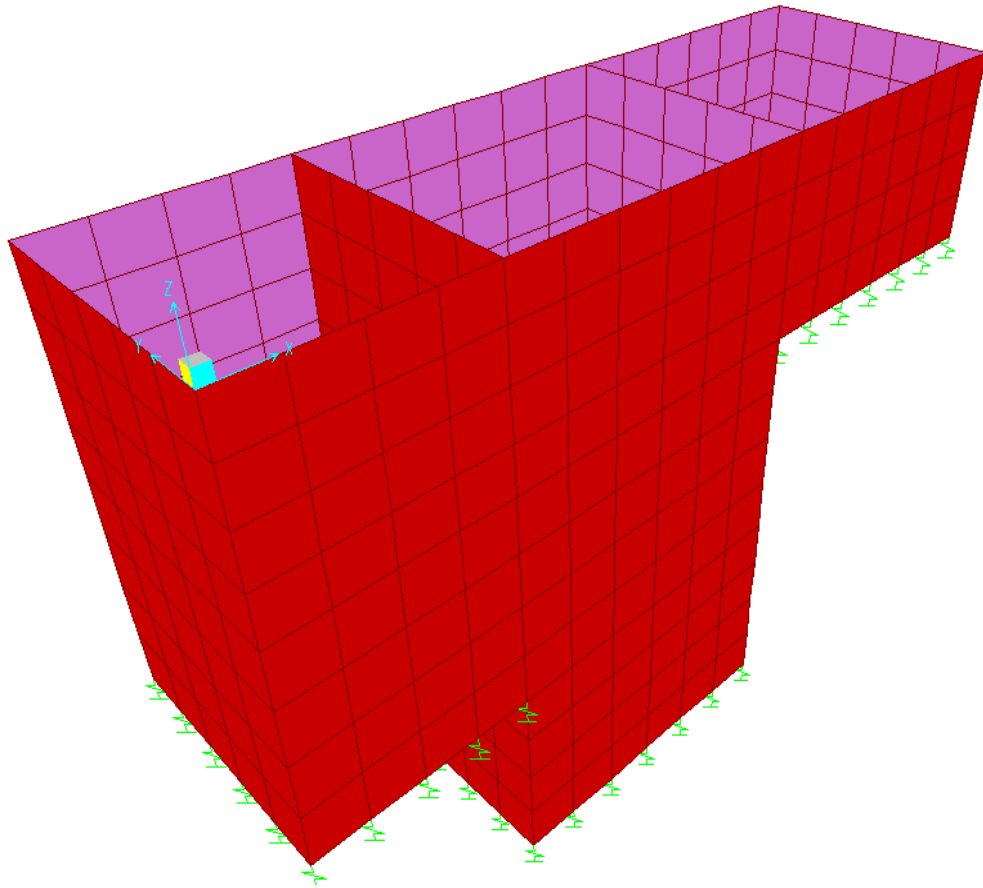
h = altura de lodo (ao fazer a modelagem no programa SAP2000, essa altura fica determinada);

Será considerada fundação direta, com coeficiente de recalque do solo de 300 tf/m^3 , de acordo com o tipo de terreno apresentado.

Serão consideradas 2 hipóteses de combinação de carregamentos. A primeira, considerando a elevatória cheia, portanto, combinando os carregamentos de peso-

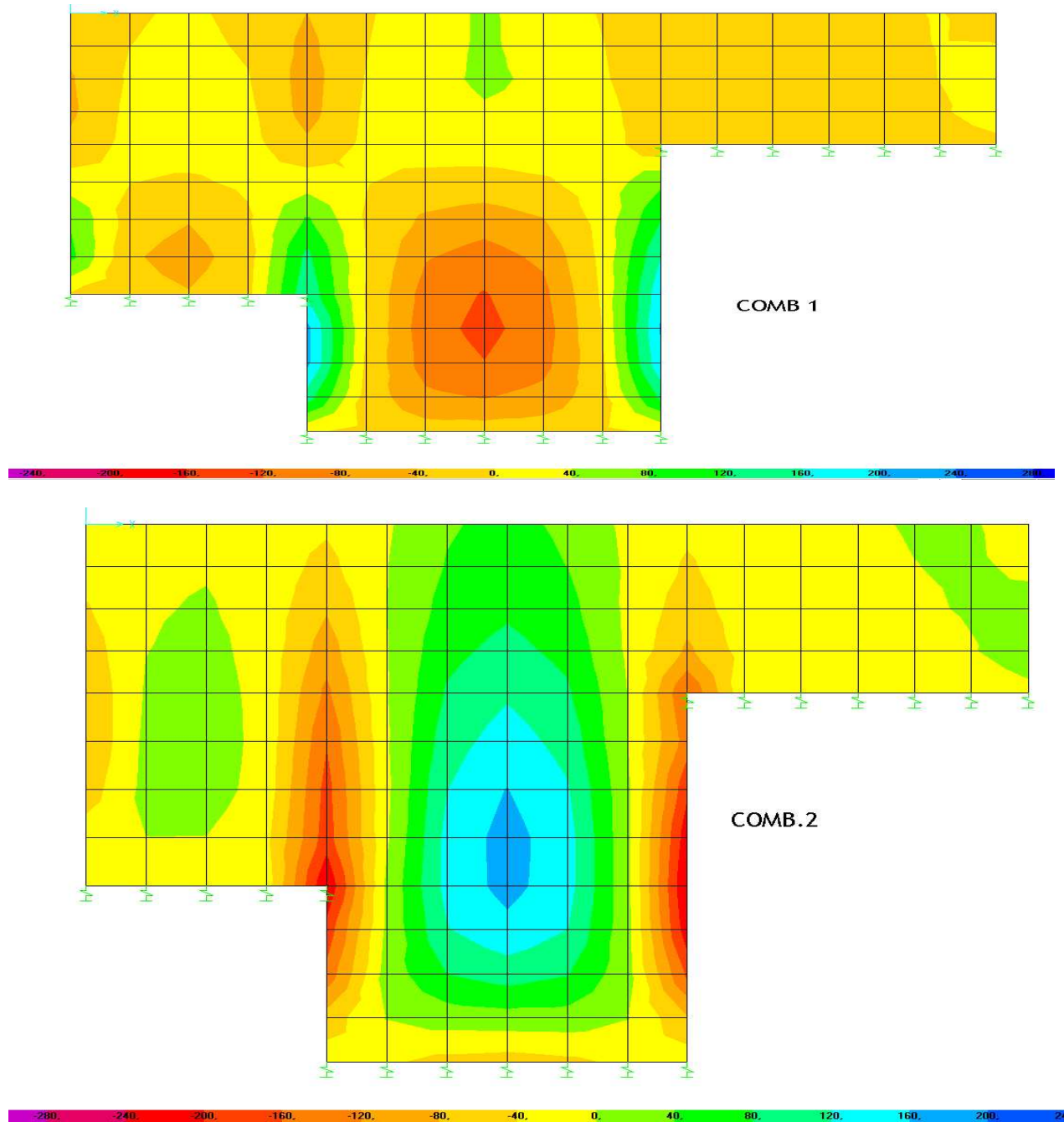
próprio, terra e lodo. A segunda, considerando a elevatória vazia, portanto, combinando os carregamentos de peso-próprio e terra.

A seguir são apresentados os esforços em cada parede, bem como a definição das armaduras nas mesmas.

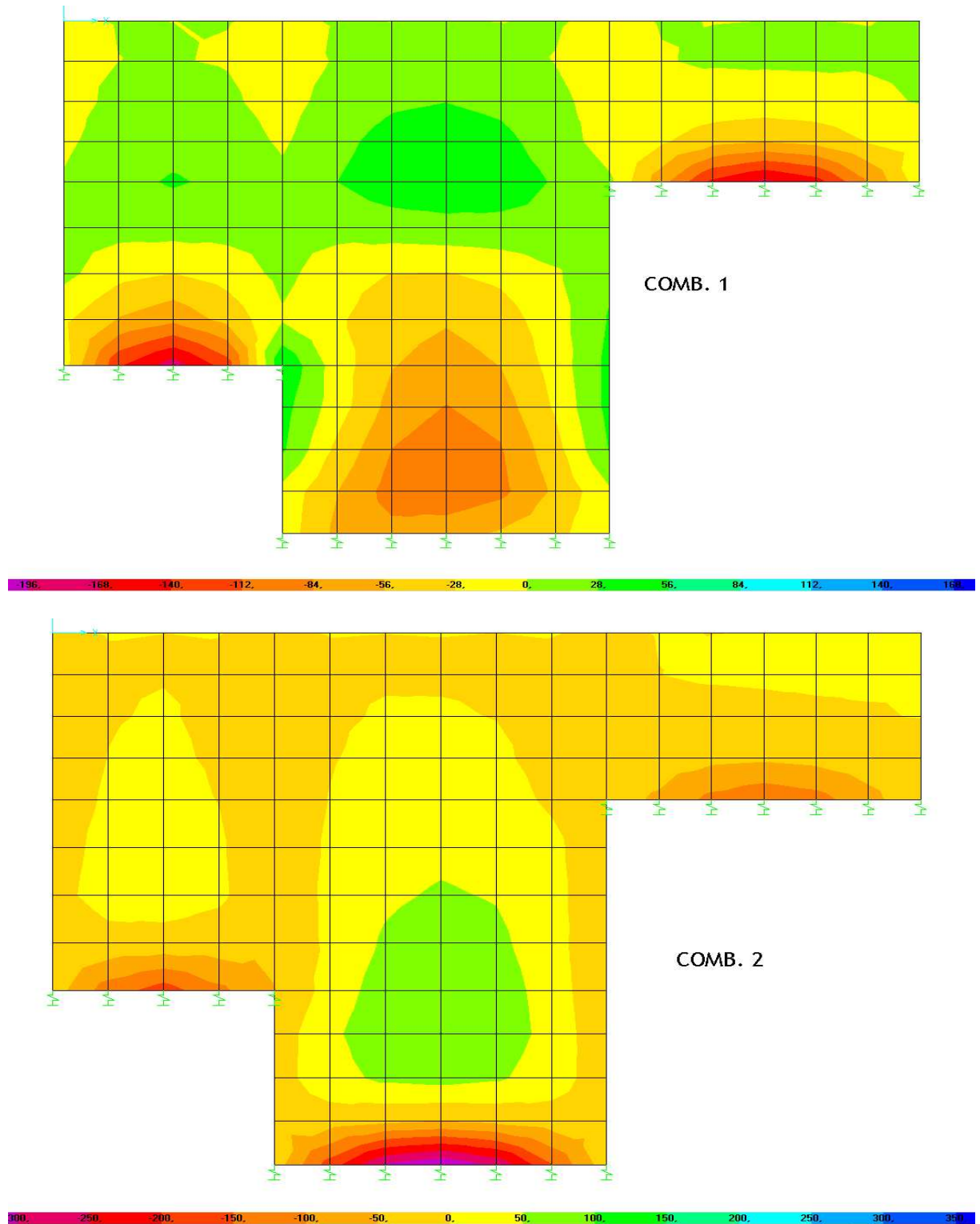


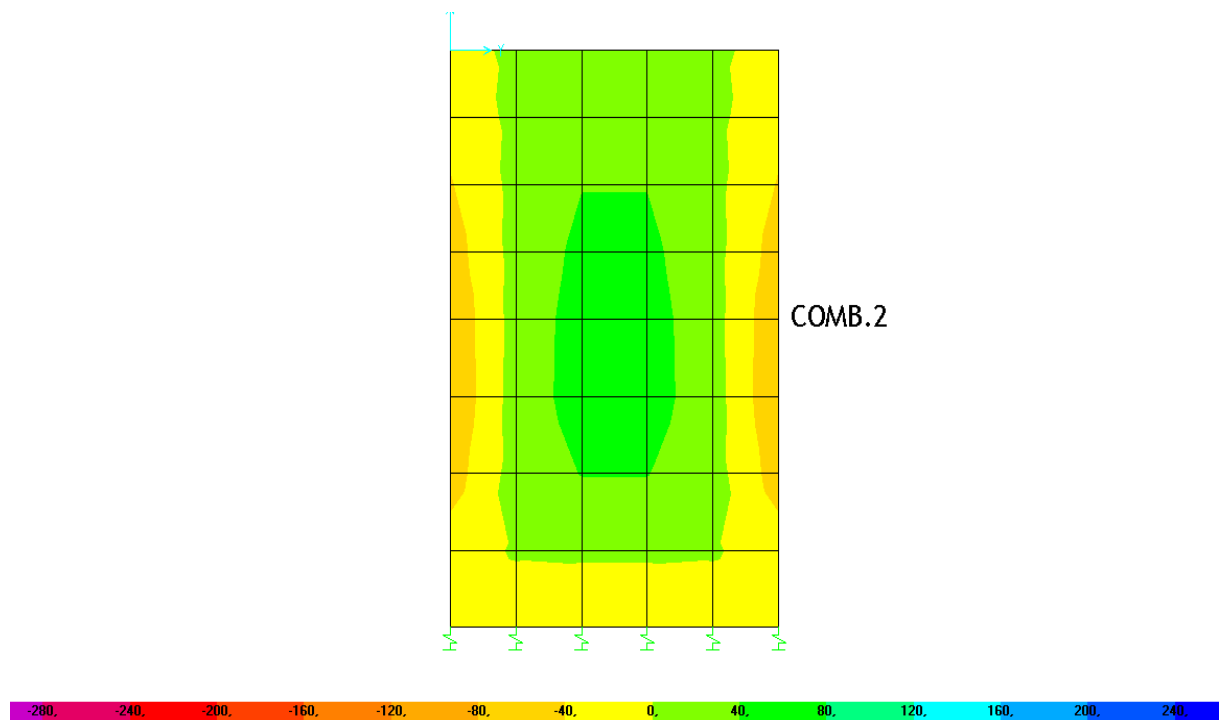
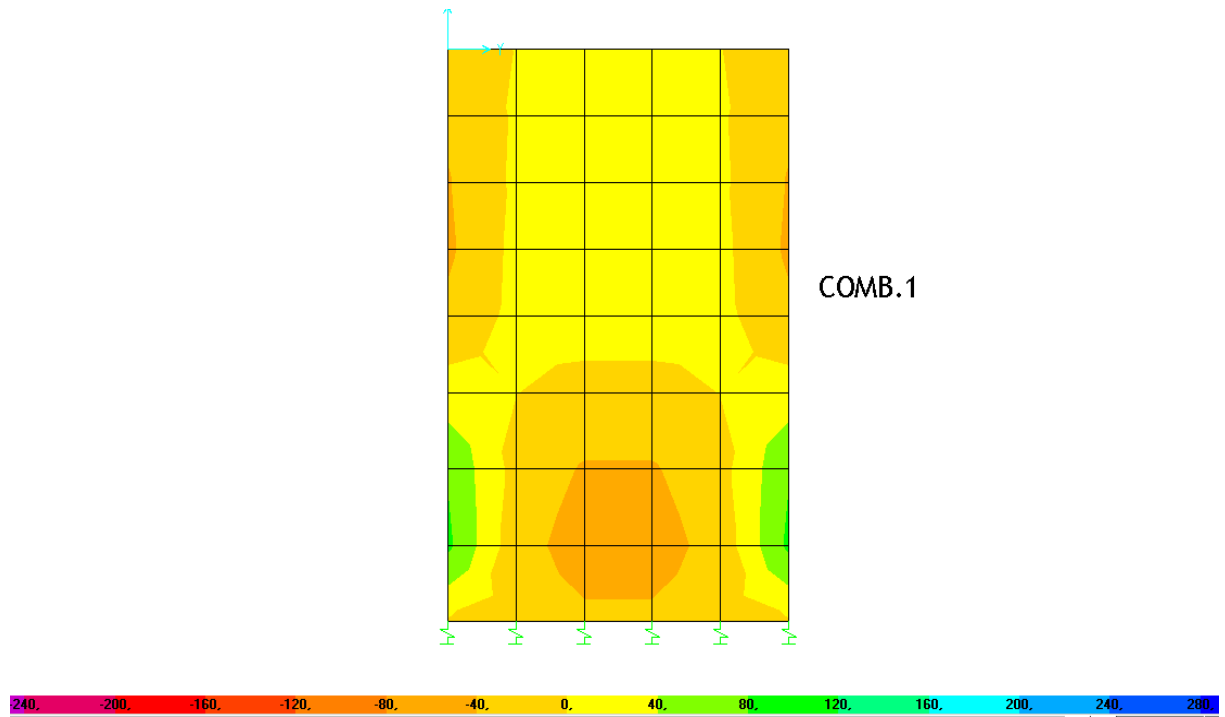
PAR. 1 = PAR.2

- Arm. Horizontal:

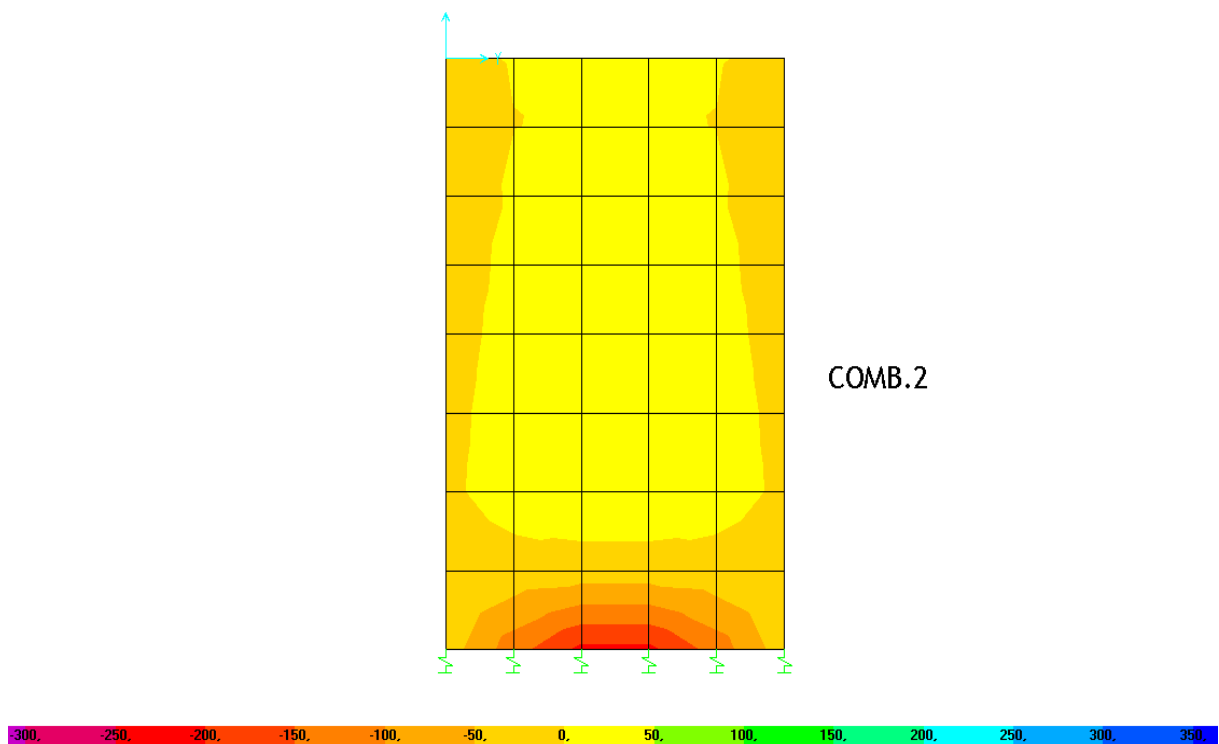
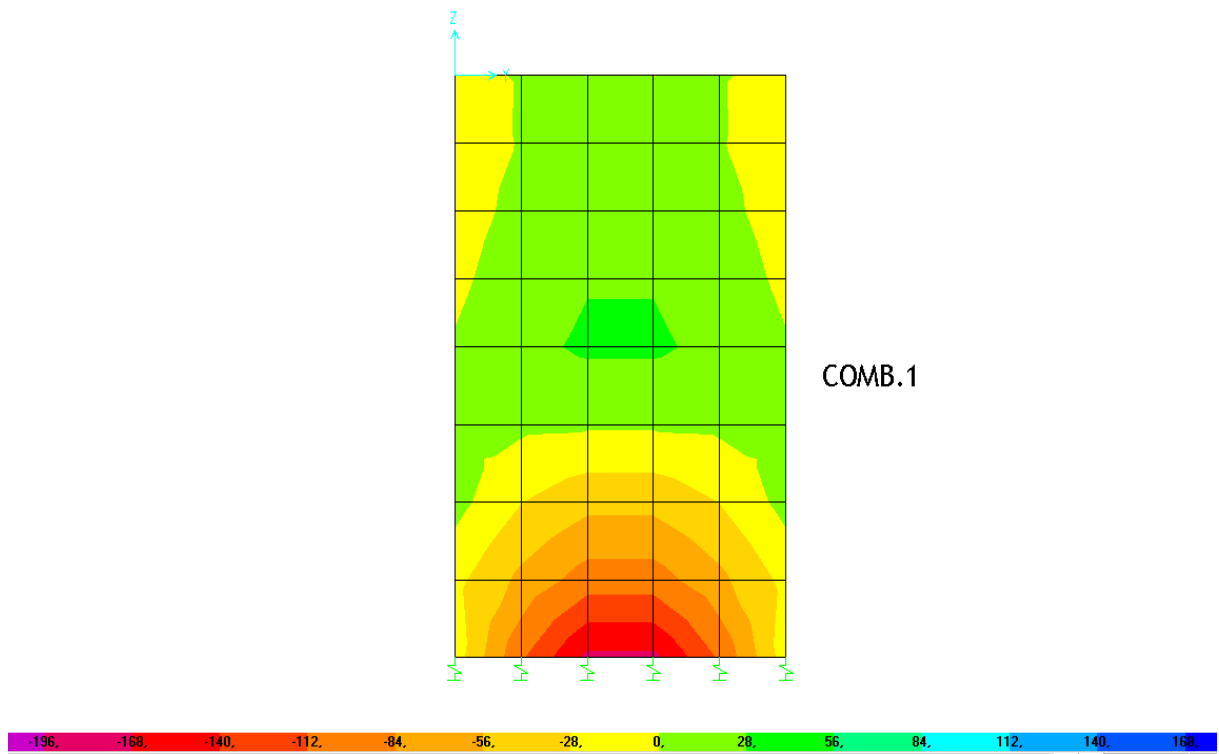


- Arm. Vertical:



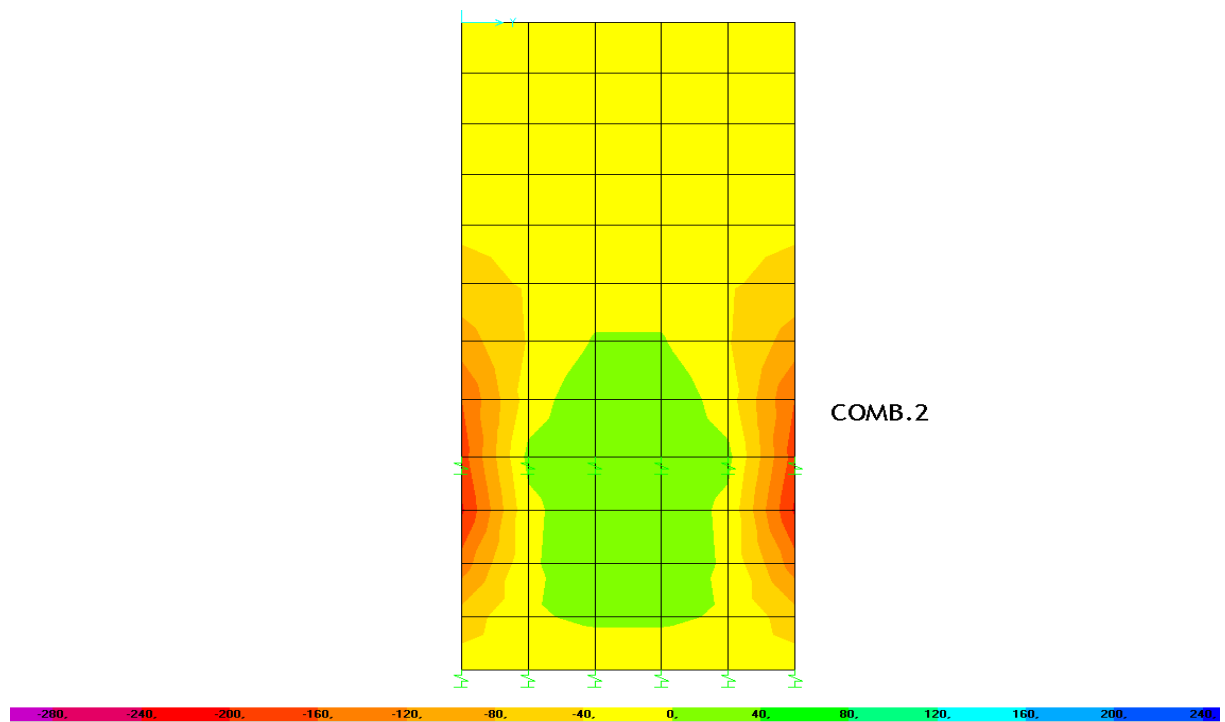
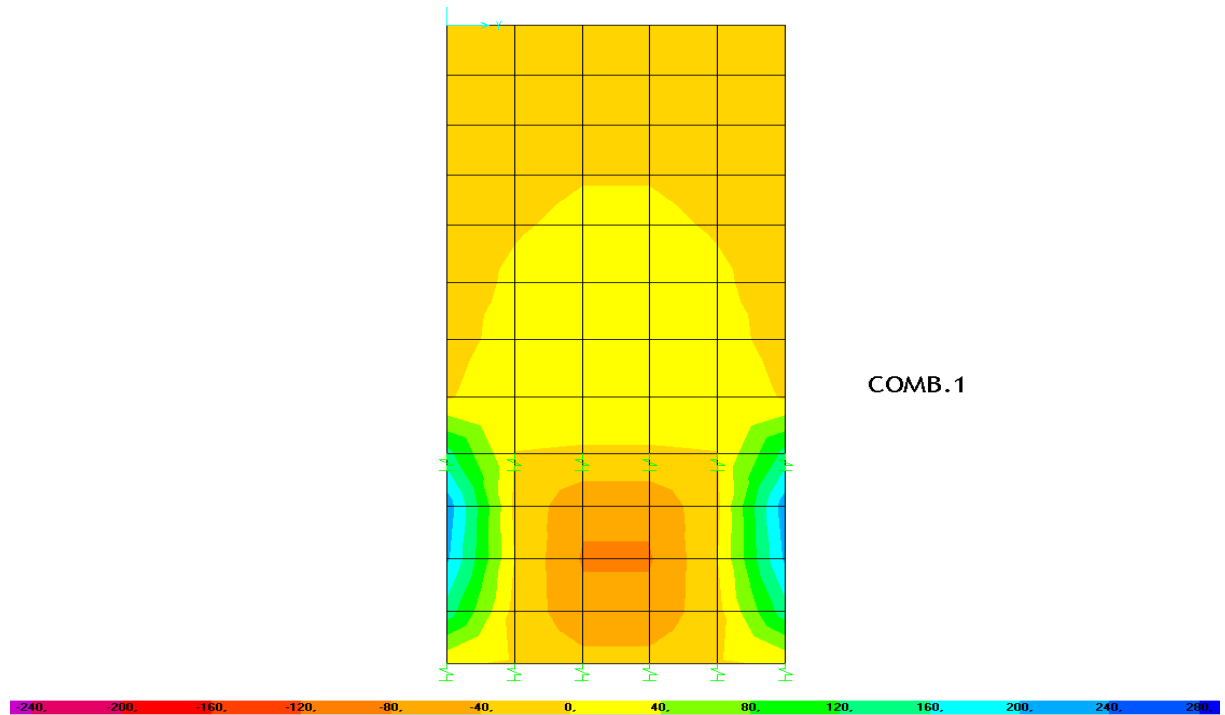


- Arm. Vertical:

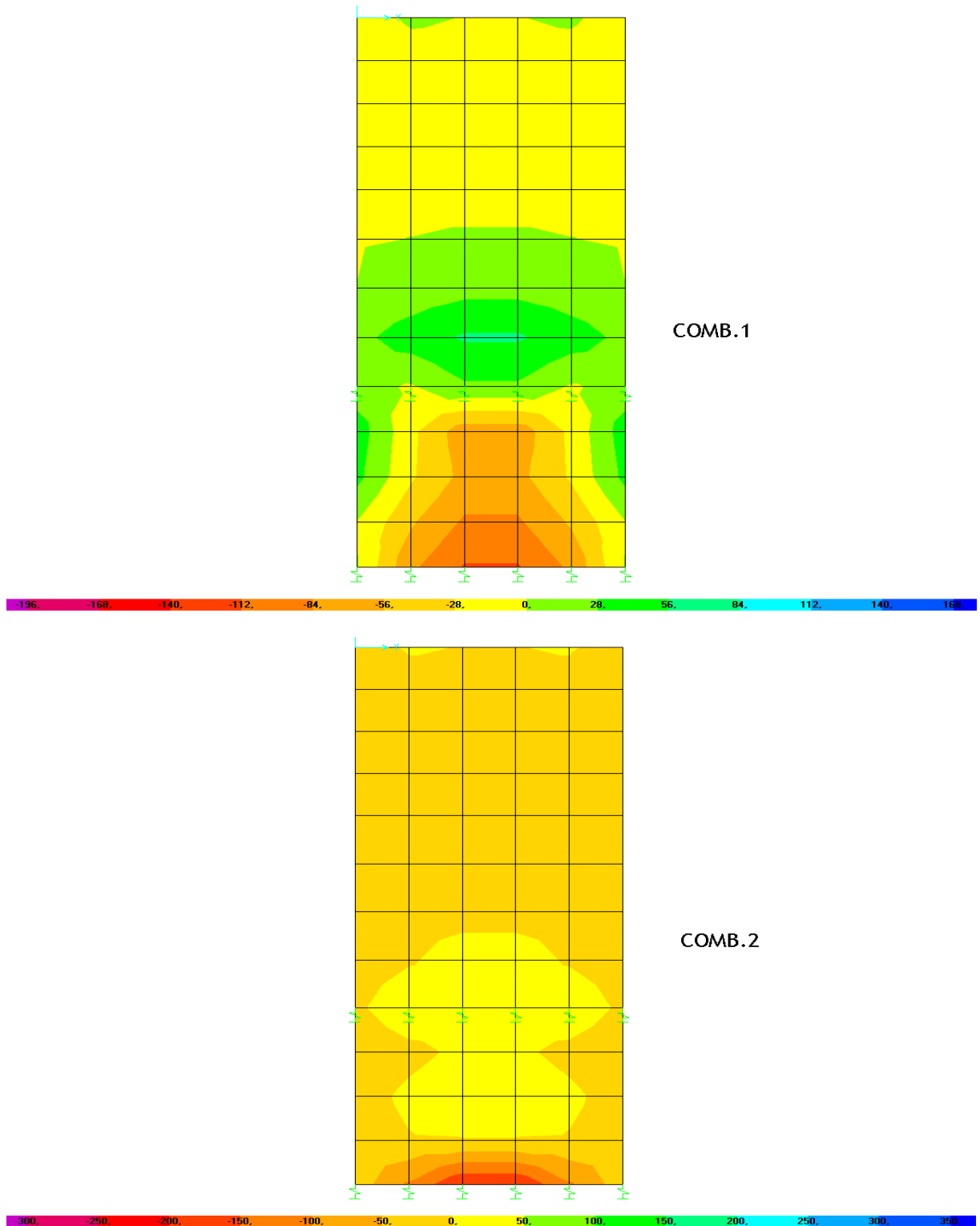


PAR. 4 = PAR.5

- Arm. Horizontal:

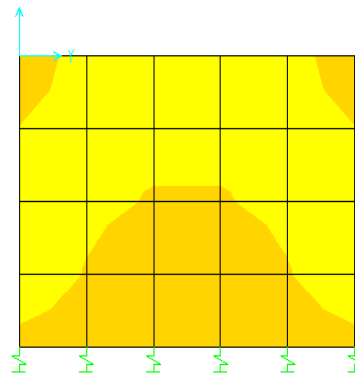


- Arm. Vertical:

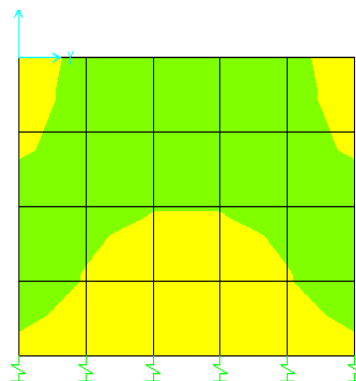


PAR. 6

- Arm. Horizontal:



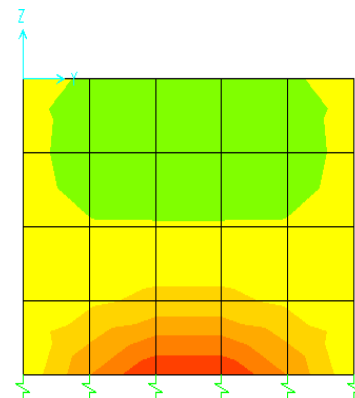
COMB.1



COMB.2

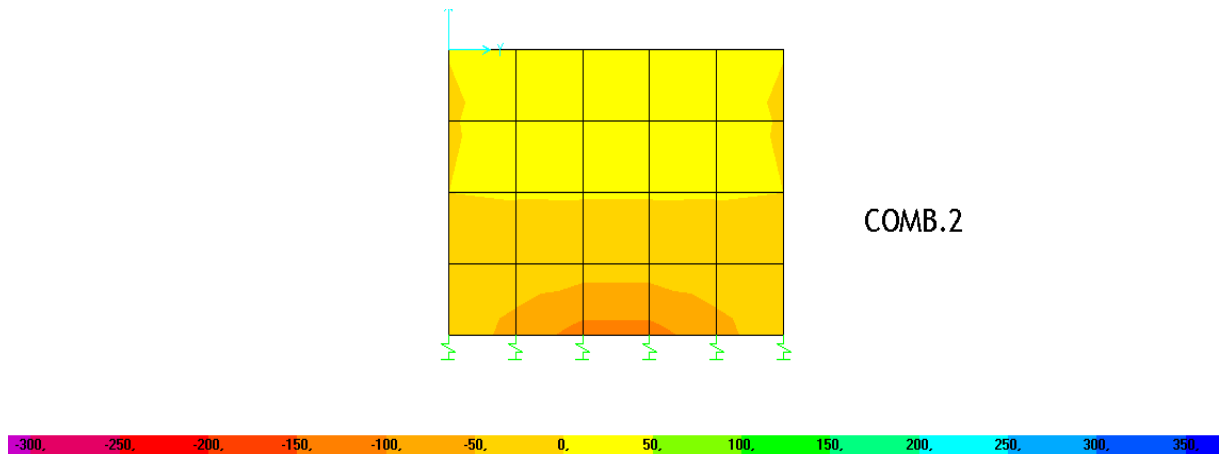


- Arm. Vertical:



COMB.1





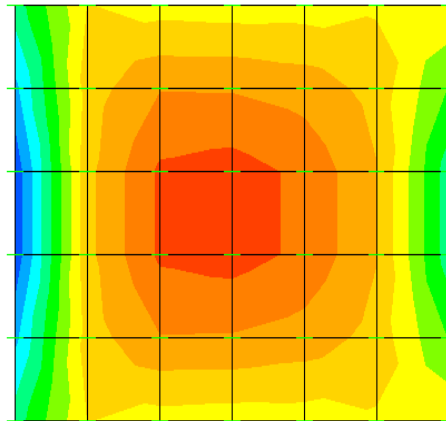
- CÁLCULO DAS ARMADURAS:

O momento fletor máximo horizontal em todas as paredes foi de 0,29 tfxm/m e o momento fletor máximo vertical em todas as paredes foi de 0,35 tfxm/m. O momento fletor máximo para que se tenha armadura mínima é de 1,40 tfxm/m, maior que os dois máximos atuantes nas paredes. Portanto, todas as paredes devem ter armadura mínima.

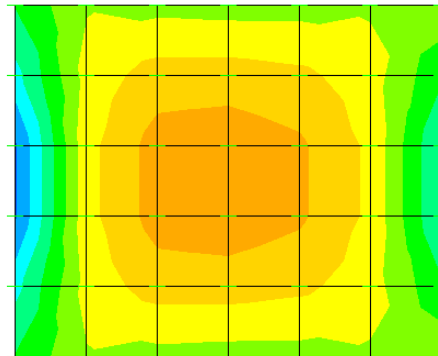
$$\Rightarrow A_s = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8\text{mm c/ 15cm.}$$

LAJE EL. 605,500

- Arm. Horizontal:



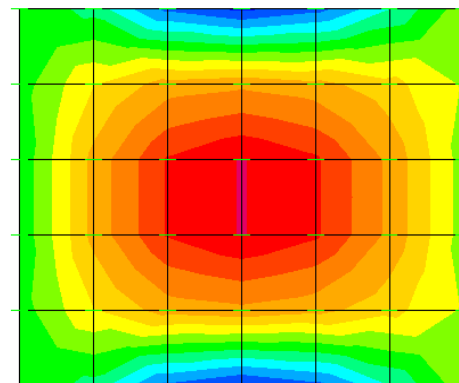
COMB.1



COMB.2

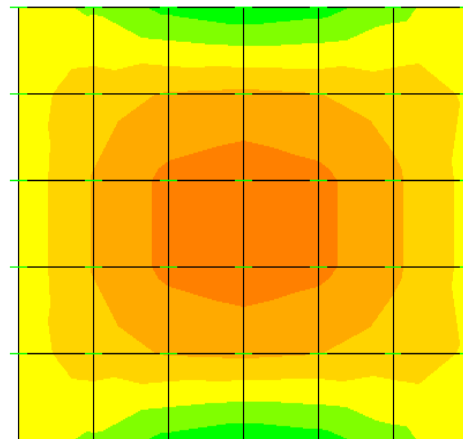


- Arm. Vertical:



COMB.1



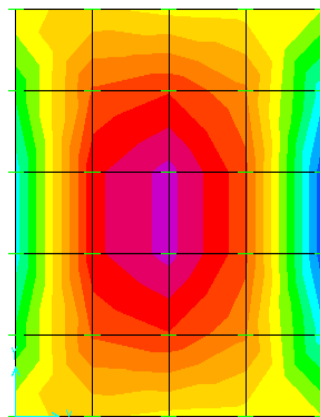


COMB.2

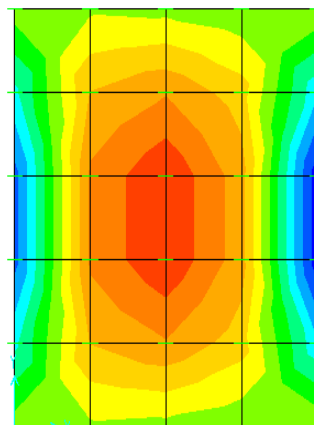


LAJE EL. 604,800

- Arm. Horizontal:



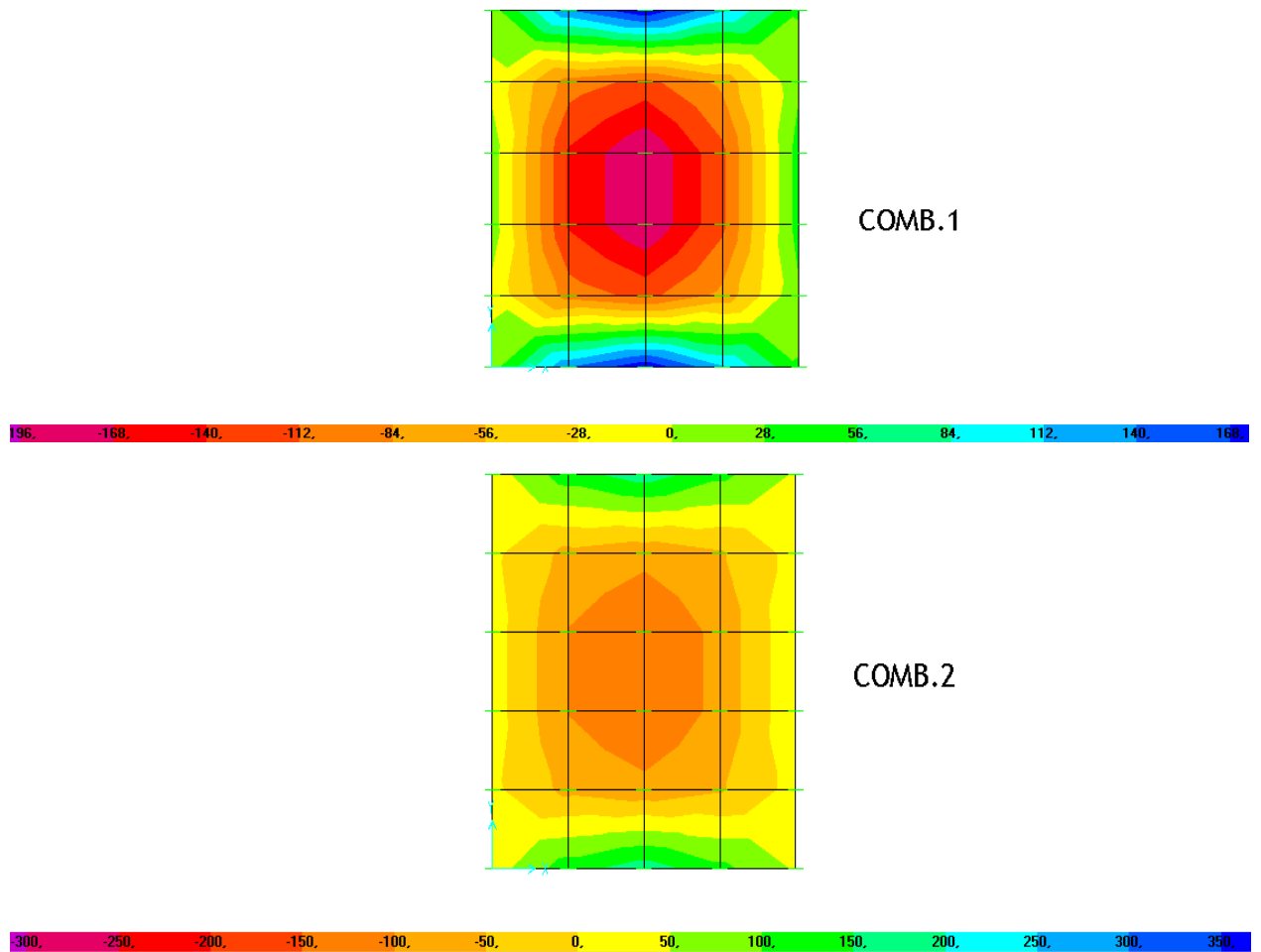
COMB.1



COMB.2

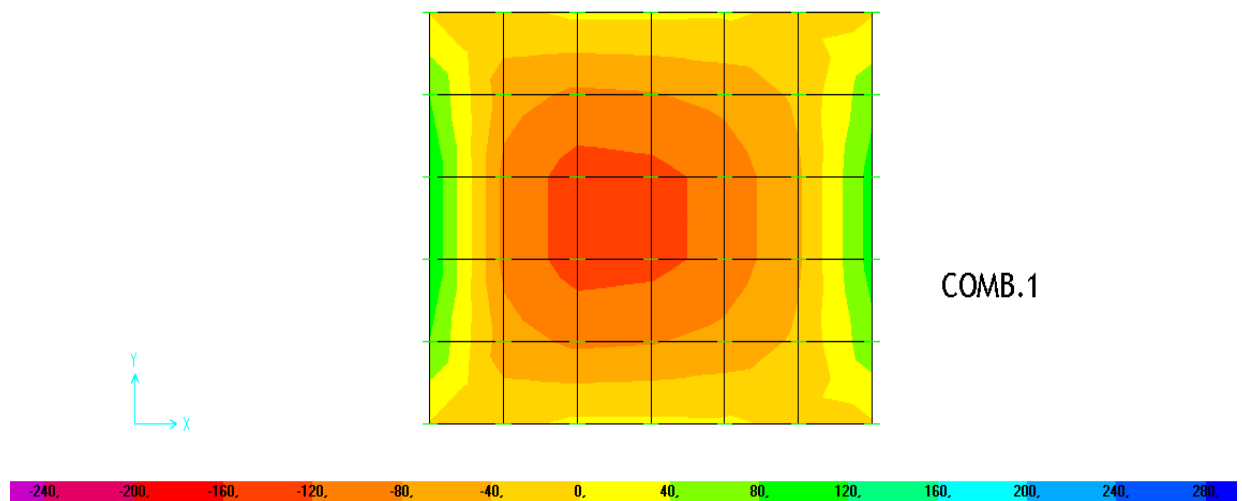


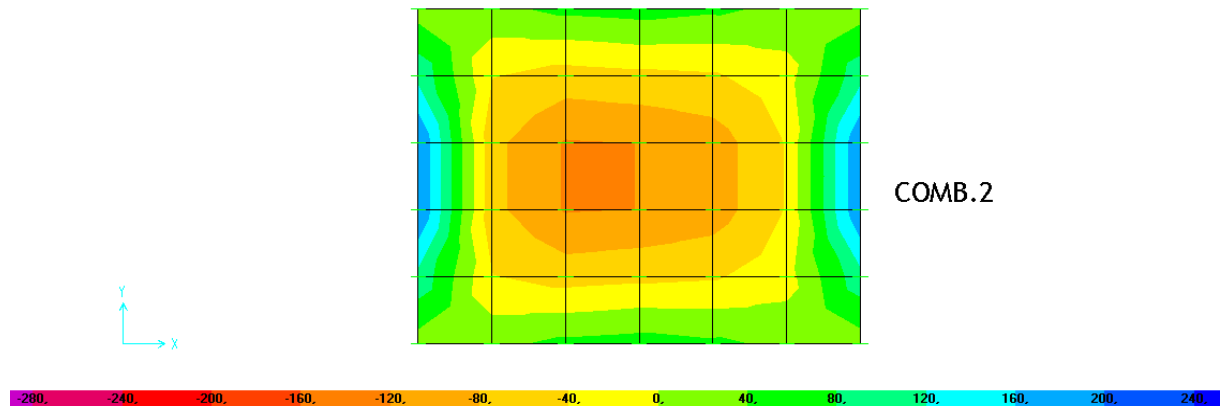
- Arm. Vertical:



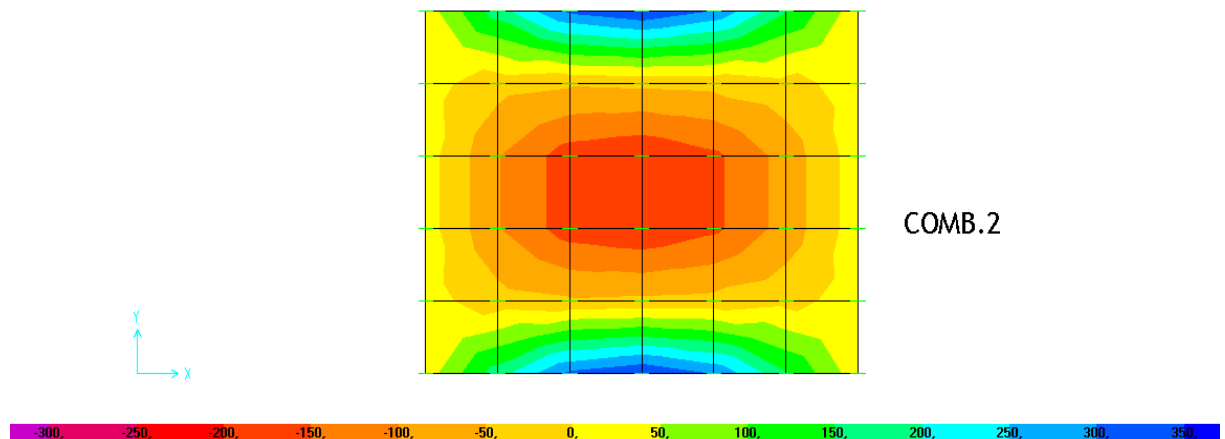
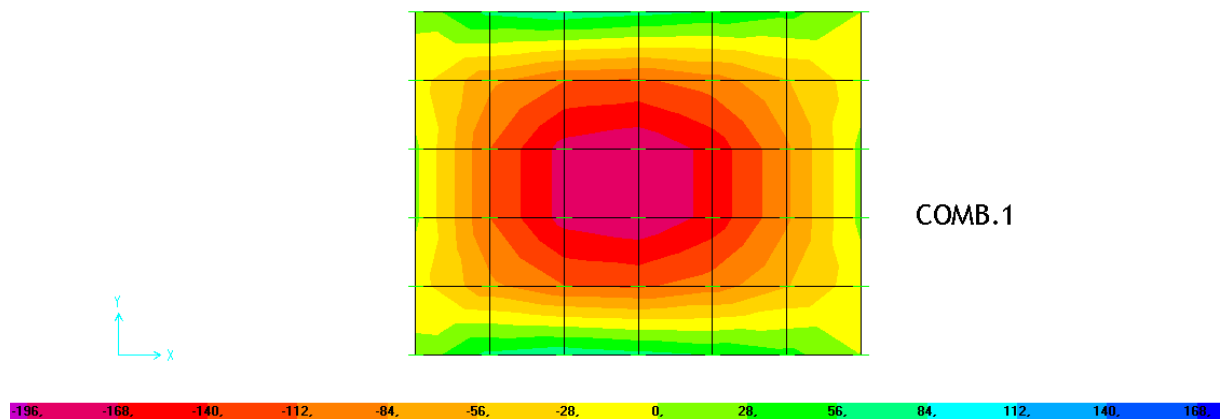
LAJE EL. 603,400

- Arm. Horizontal:





- Arm. Vertical:



- CÁLCULO DAS ARMADURAS:

O momento fletor máximo horizontal em todas as lajes foi de 0,27 tfxm/m e o momento fletor máximo vertical em todas as lajes foi de 0,35 tfxm/m. O momento fletor máximo para que se tenha armadura mínima é de 1,40 tfxm/m, maior que os dois máximos atuantes nas lajes. Portanto, todas as lajes devem ter armadura mínima.

$\Rightarrow A_s = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}.$

6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO 2

6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO 2

A elevatória de esgoto 2 será modelada no programa SAP2000.

Os carregamentos considerados são:

- Peso-próprio da estrutura: será adotado peso específico de $2,50 \text{ tf/m}^3$ para o concreto. O programa SAP2000 considera automaticamente o peso-próprio da estrutura;

- Empuxo de Terra: a carga de terra varia de acordo com a altura da mesma, gerando uma carga triangular uniformemente distribuída. Para cada parede há um valor de empuxo. Será definida uma equação no programa SAP2000 para este carregamento.

$$q = \gamma \times h \times \text{tg}(\phi - 30^\circ/2), \text{ onde:}$$

γ = peso específico da terra = $1,80 \text{ tf/m}^3$;

h = altura de terra (ao fazer a modelagem no programa SAP2000, essa altura fica determinada);

ϕ = ângulo de atrito do solo = 45° .

Portanto, a equação definida para o empuxo de terra fica:

$$q = 1,80 \times h \times \text{tg}(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,60 \times h$$

- Lodo: o lodo gera uma carga uniformemente distribuída nas lajes onde atua e uma carga triangular uniformemente distribuída nas paredes, devido ao empuxo. Para cada parede há um valor de empuxo. Será definida uma equação no programa SAP2000 para este carregamento.

$$q = \gamma \times h, \text{ onde:}$$

γ = peso específico do lodo = $1,00 \text{ tf/m}^3$;

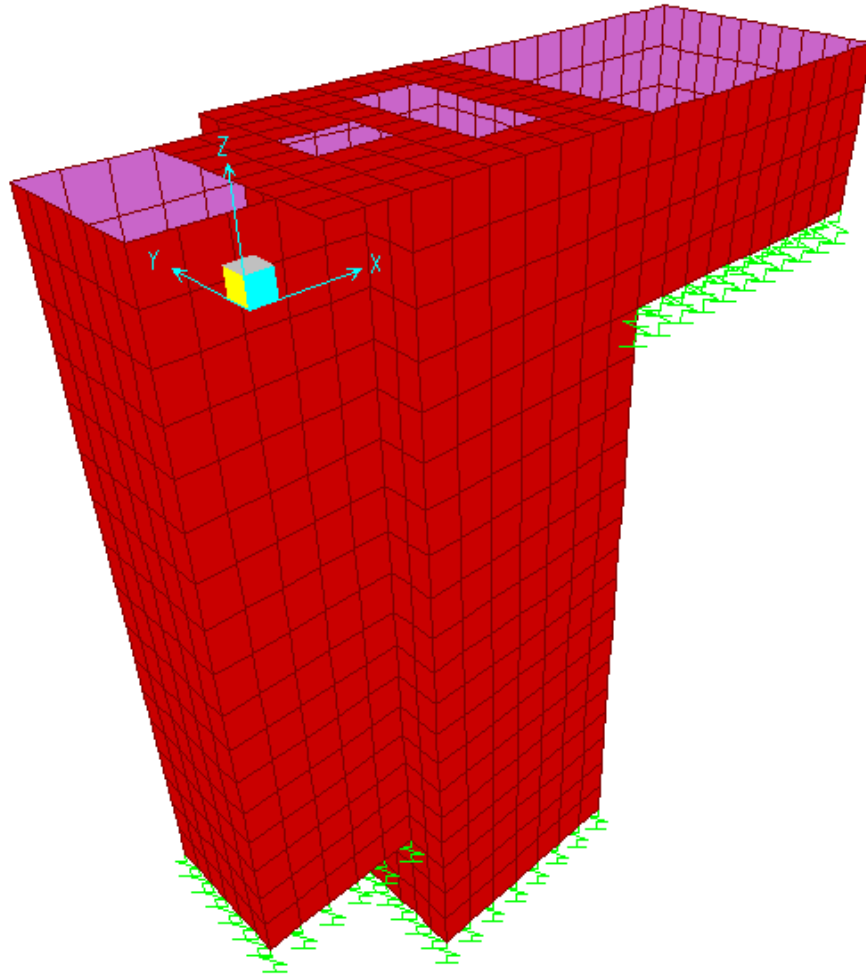
h = altura de lodo (ao fazer a modelagem no programa SAP2000, essa altura fica determinada);

Será considerada fundação direta, com coeficiente de recalque do solo de 300 tf/m^3 , de acordo com o tipo de terreno apresentado.

Serão consideradas 2 hipóteses de combinação de carregamentos. A primeira, considerando a elevatória cheia, portanto, combinando os carregamentos de peso-

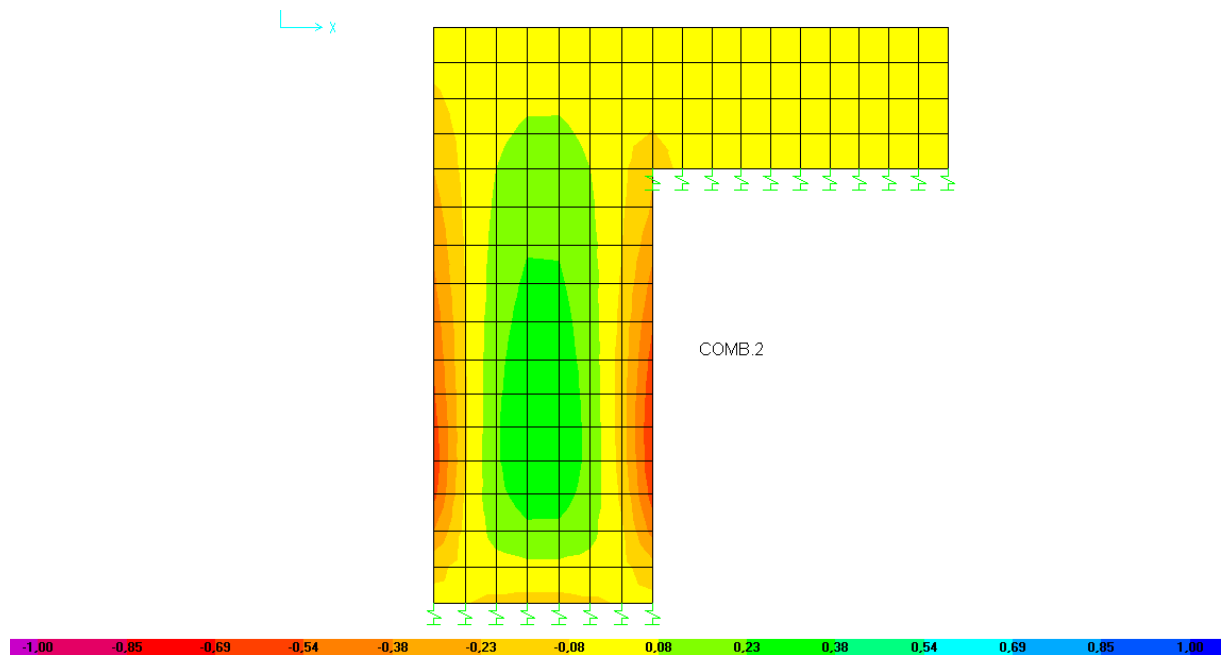
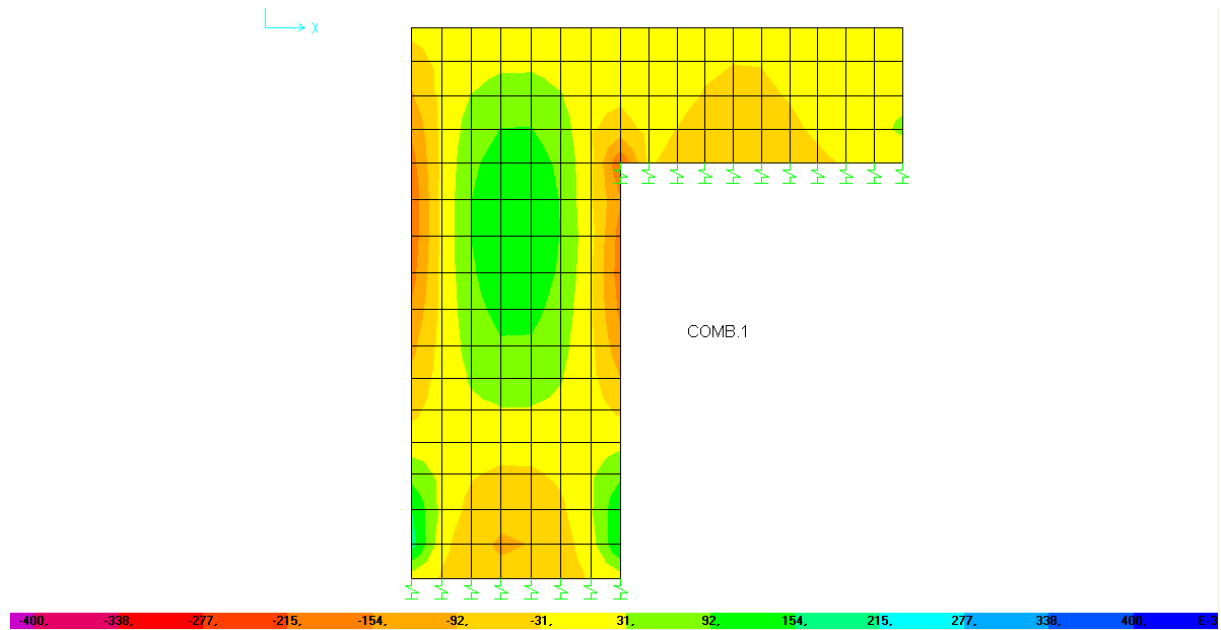
próprio, terra e lodo. A segunda, considerando a elevatória vazia, portanto, combinando os carregamentos de peso-próprio e terra.

A seguir são apresentados os esforços em cada parede, bem como a definição das armaduras nas mesmas.

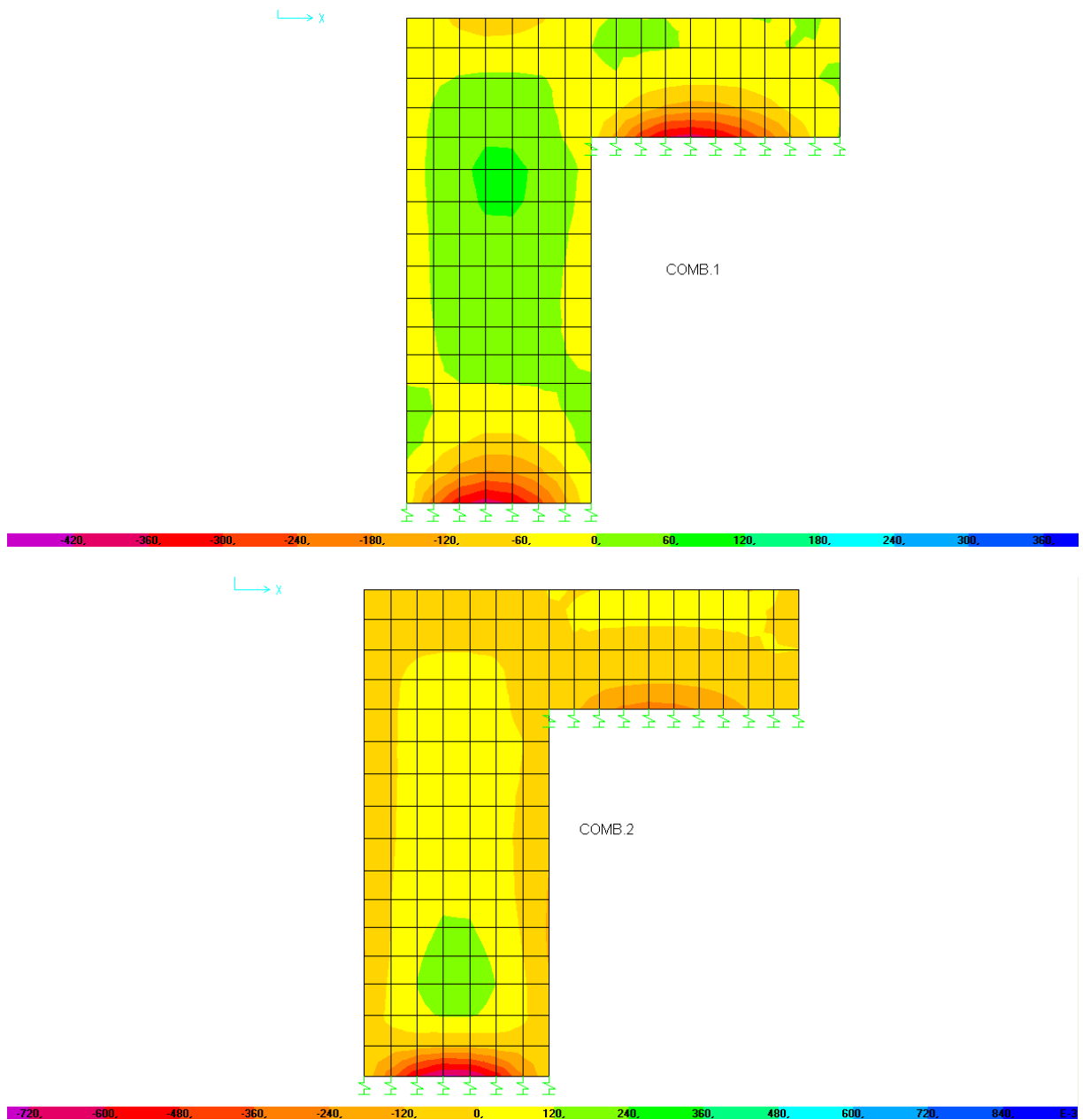


PAR. 1 = PAR.4

- Arm. Horizontal:

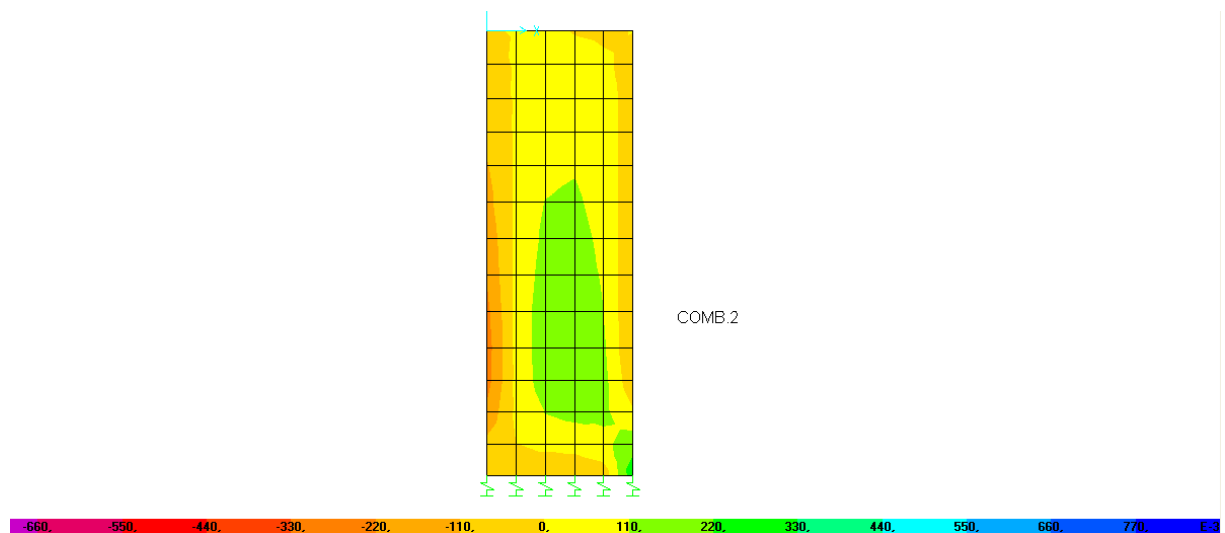
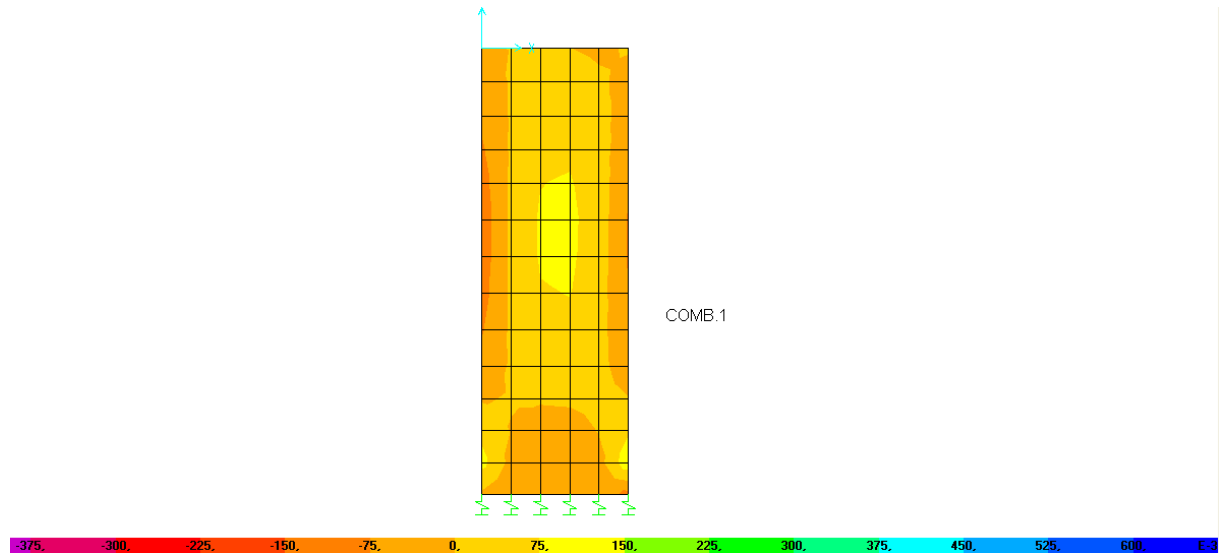


- Arm. Vertical:

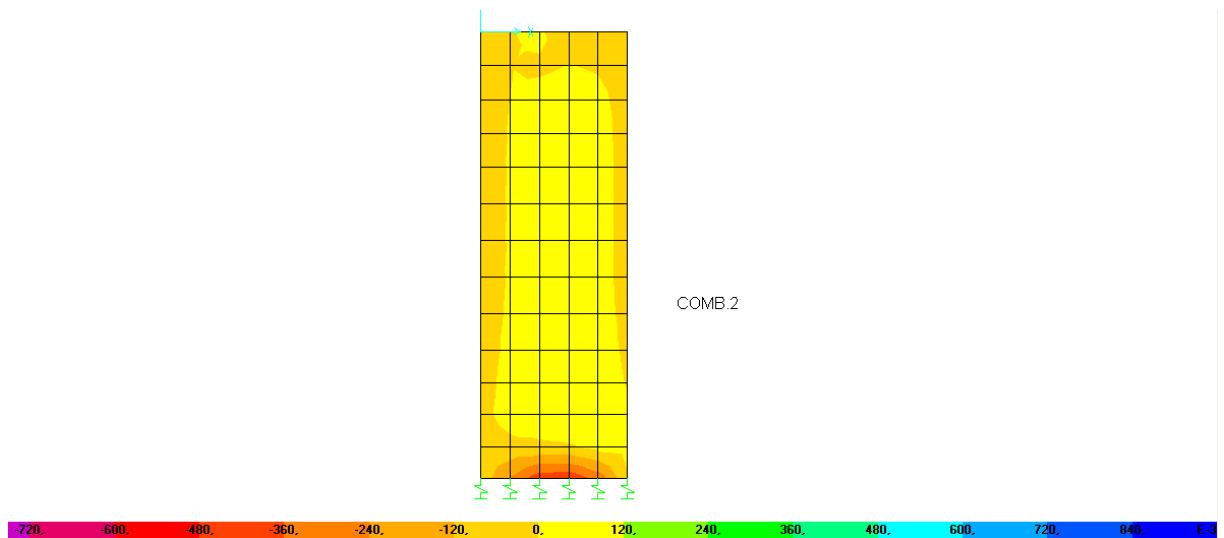
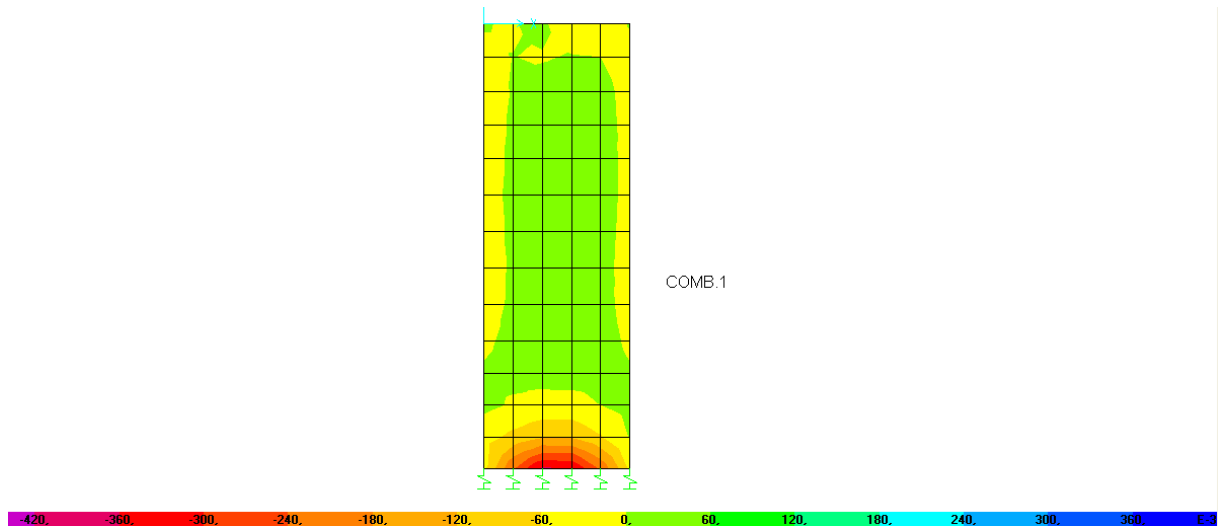


PAR. 2 = PAR.3

- Arm. Horizontal:

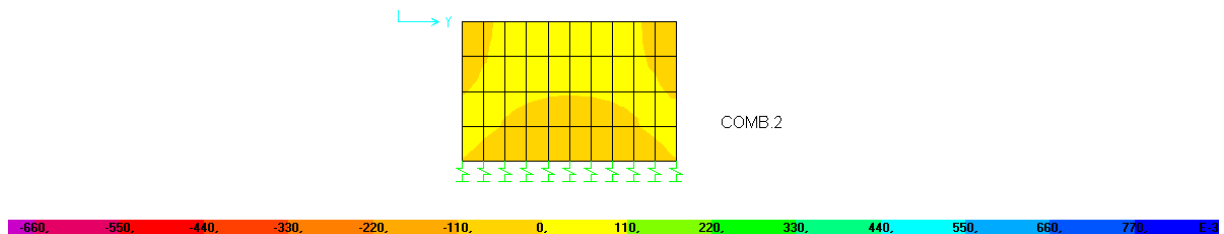
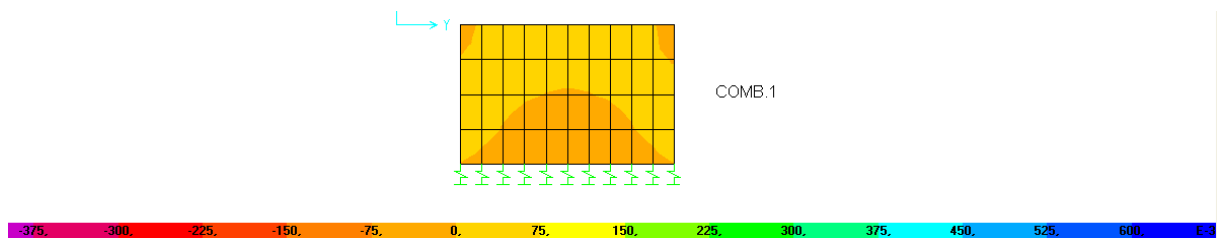


- Arm. Vertical:

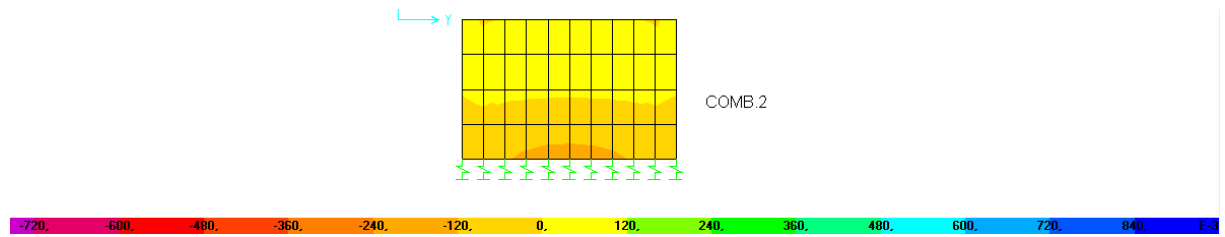
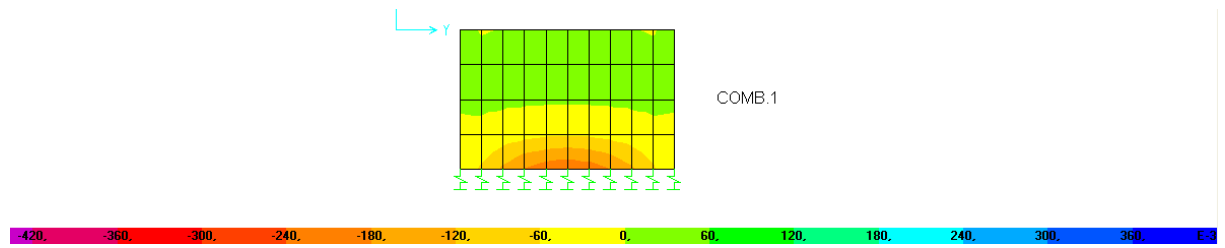


PAR.5

- Arm. Horizontal:

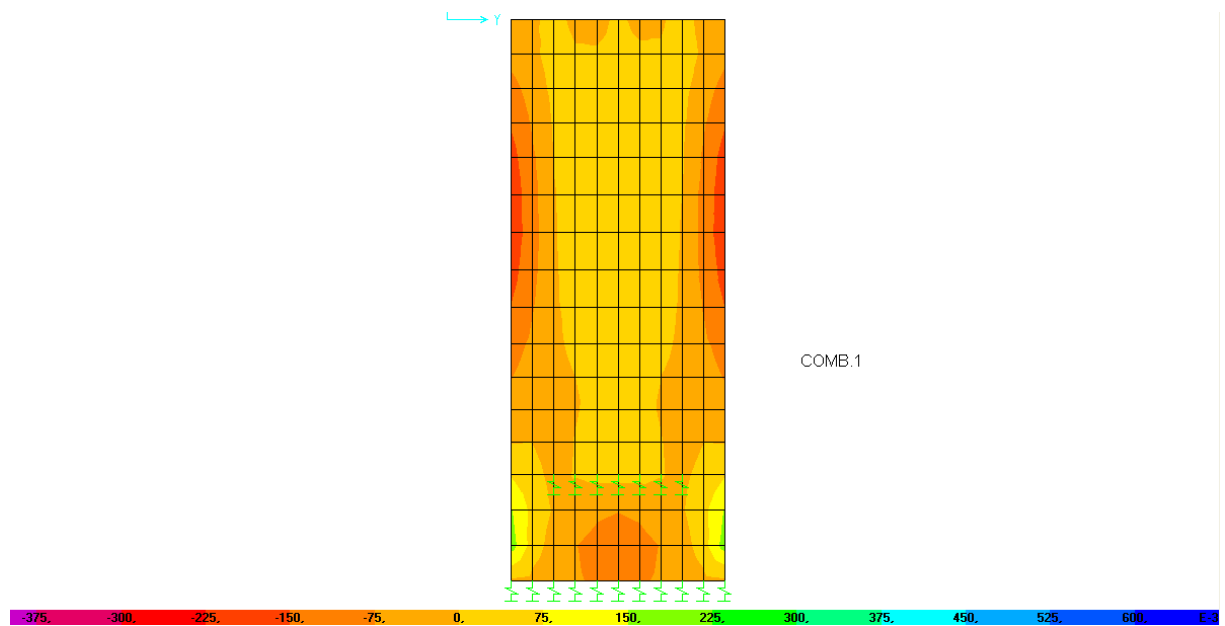


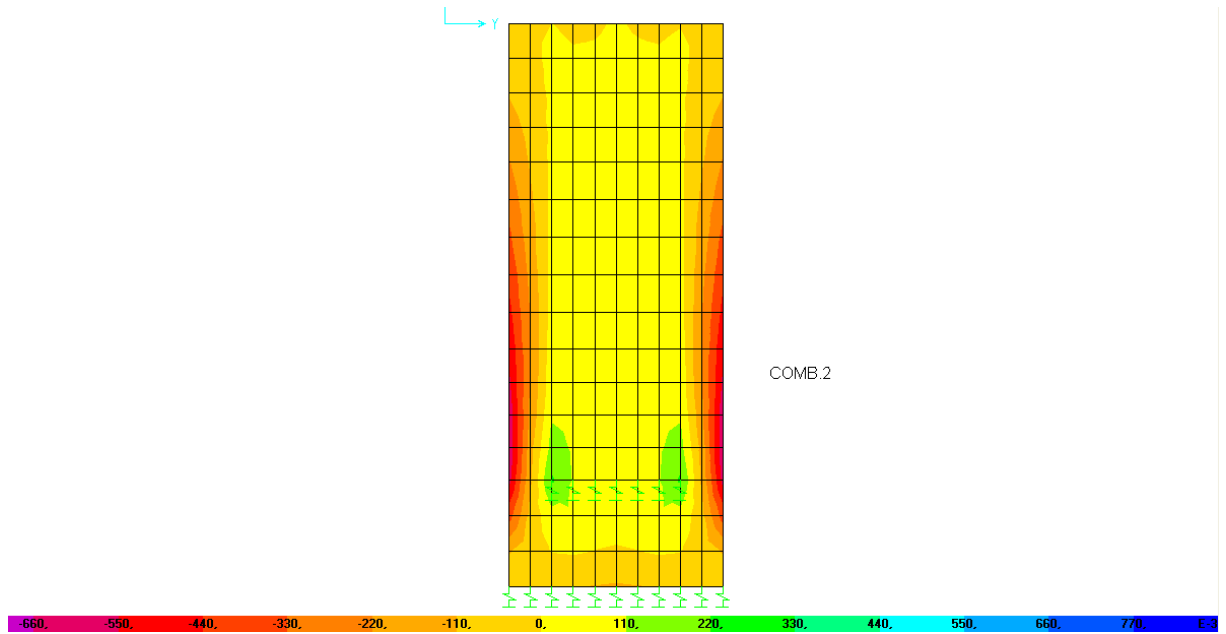
- Arm. Vertical:



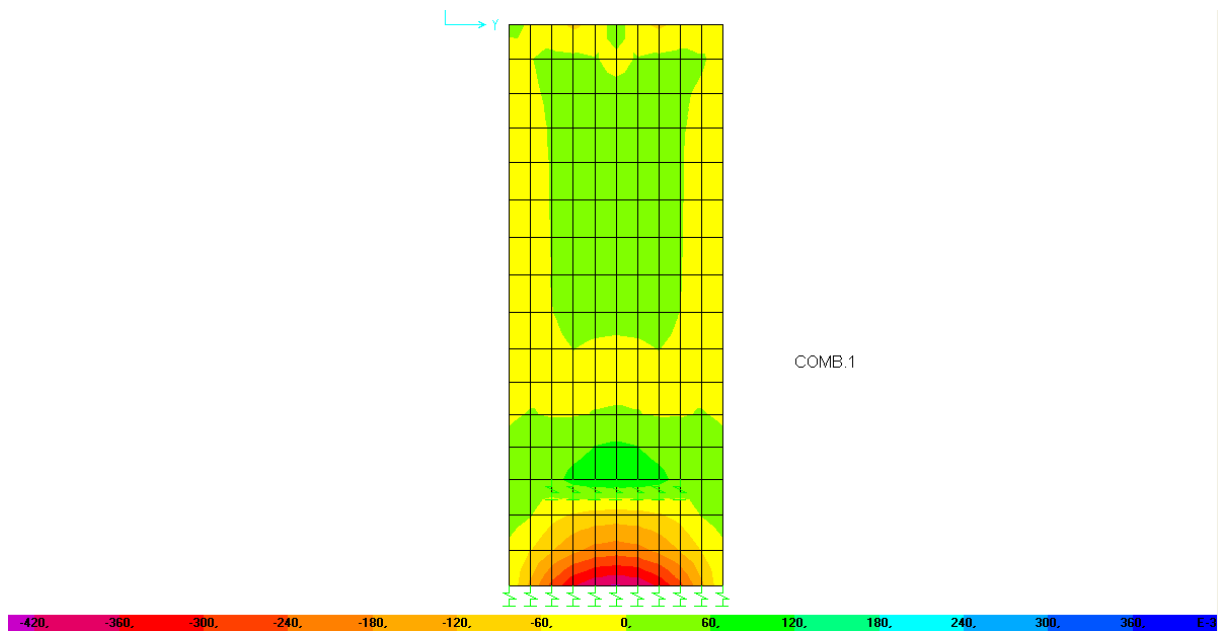
PAR. 6 = PAR.7

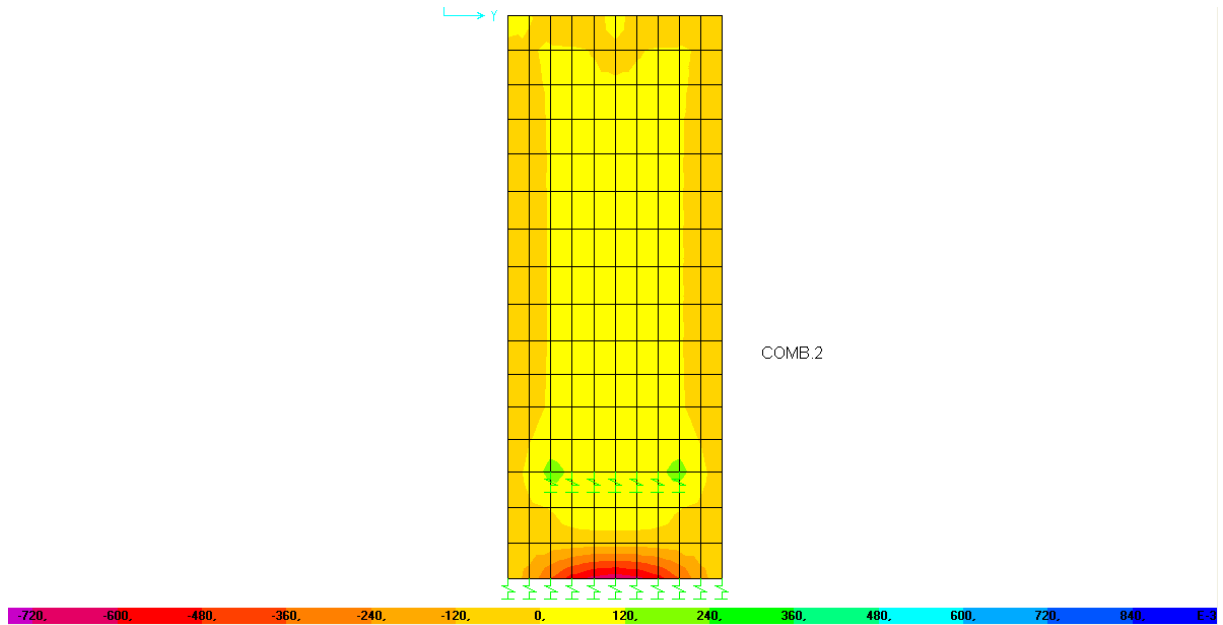
- Arm. Horizontal:





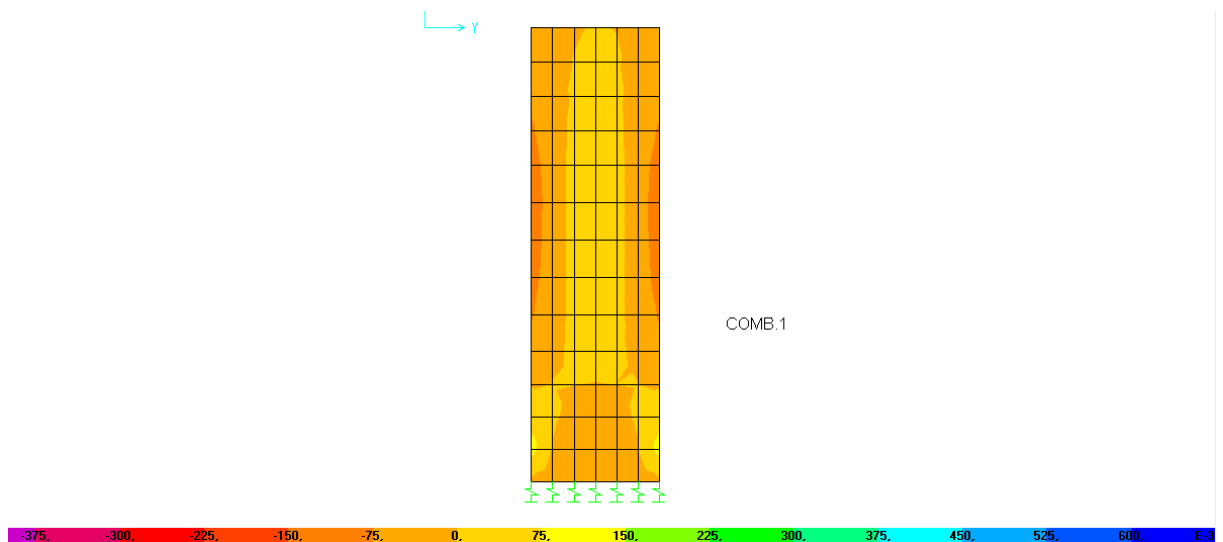
- Arm. Vertical:

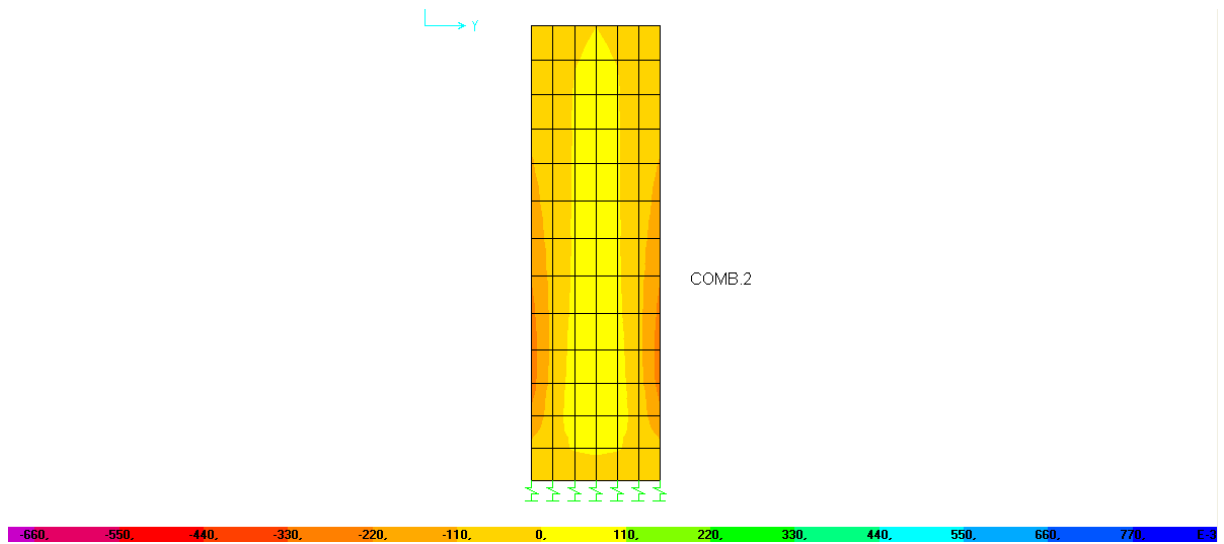




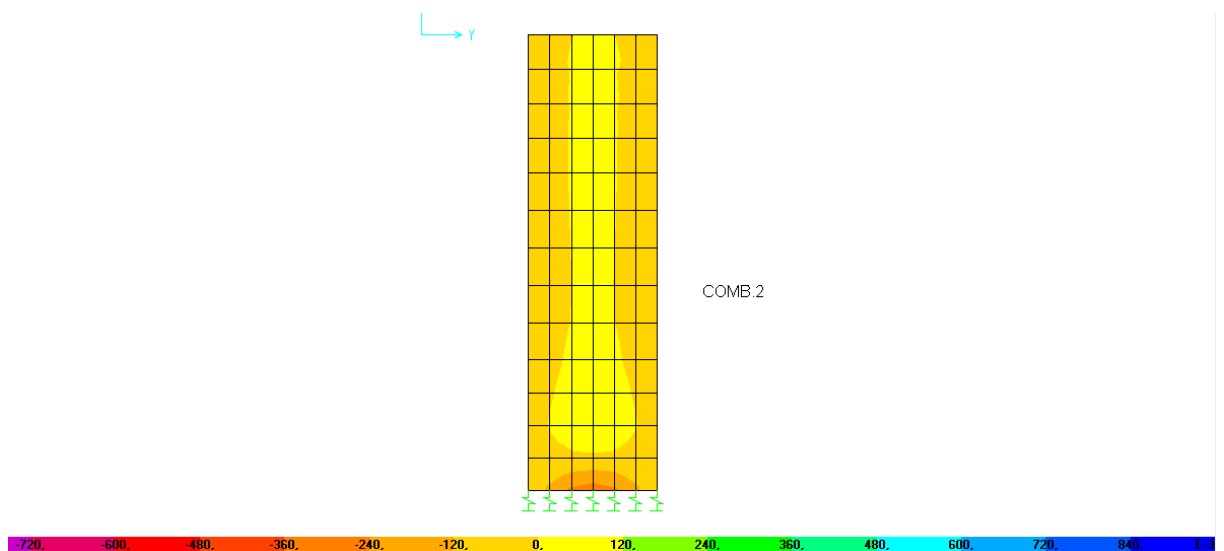
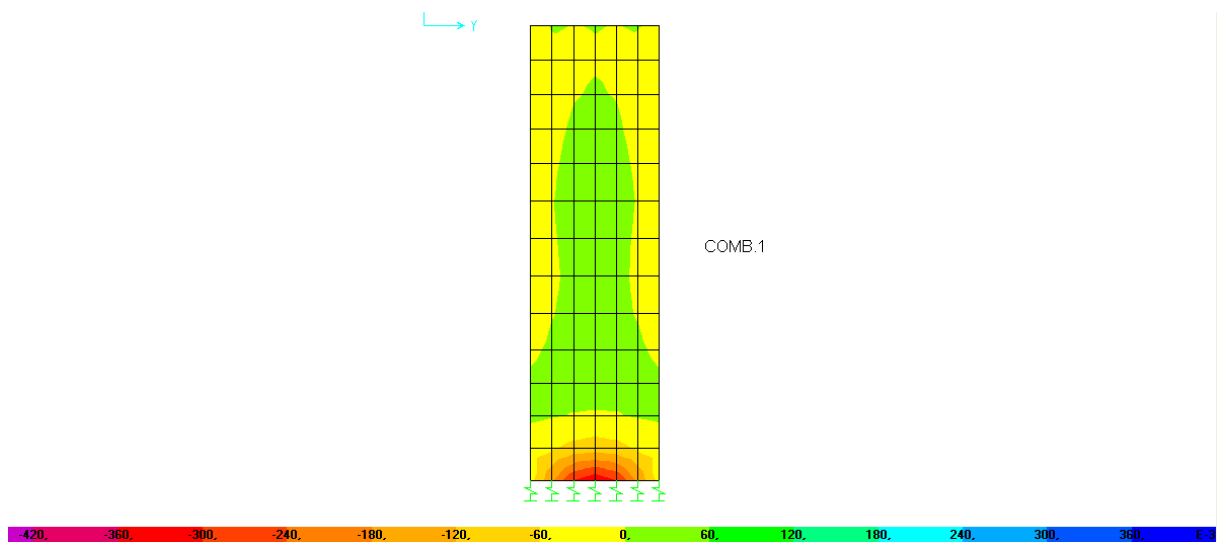
PAR. 8

- Arm. Horizontal:





- Arm. Vertical:



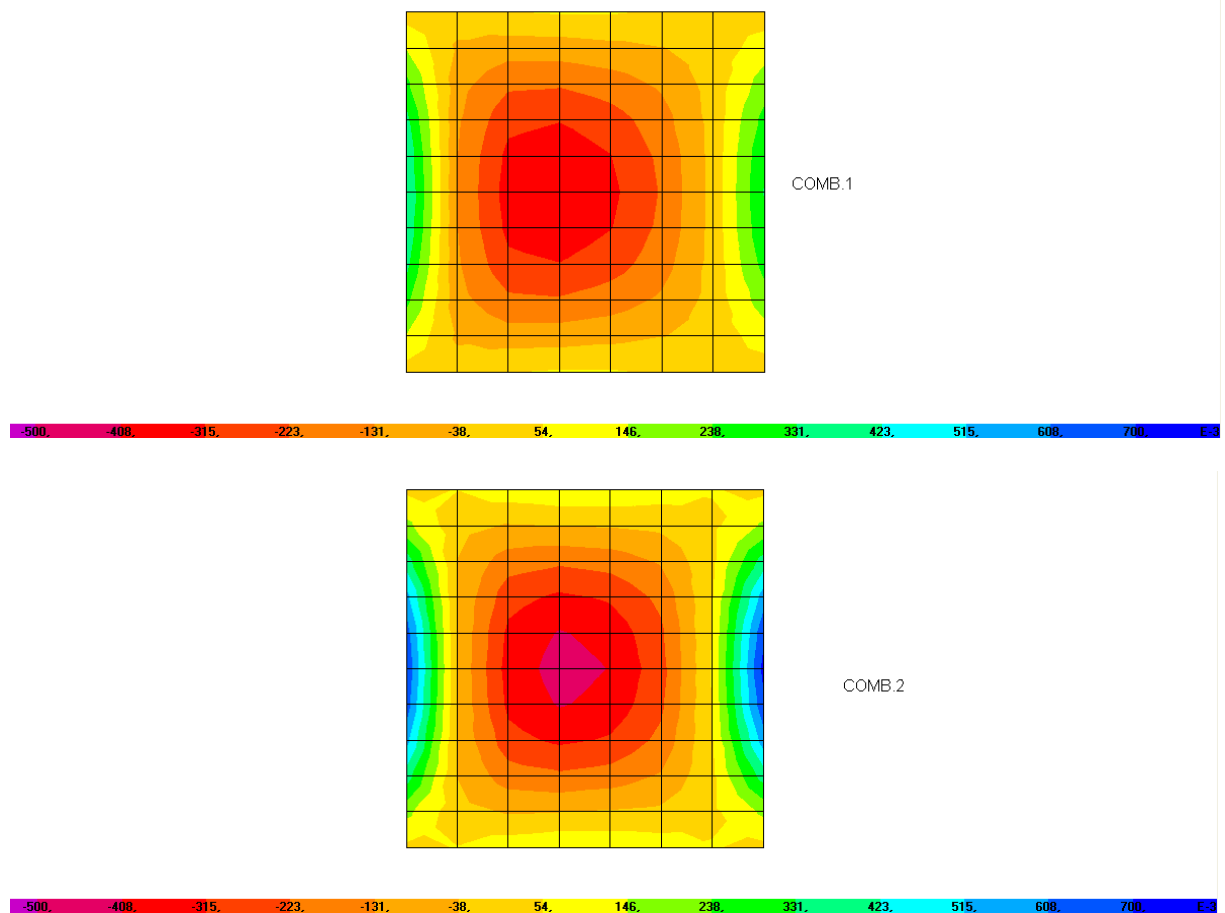
- CÁLCULO DAS ARMADURAS:

O momento fletor máximo horizontal em todas as paredes foi de 0,70 tfxm/m e o momento fletor máximo vertical em todas as paredes foi de 0,77 tfxm/m. O momento fletor máximo para que se tenha armadura mínima é de 1,40 tfxm/m, maior que os dois máximos atuantes nas paredes. Portanto, todas as paredes devem ter armadura mínima.

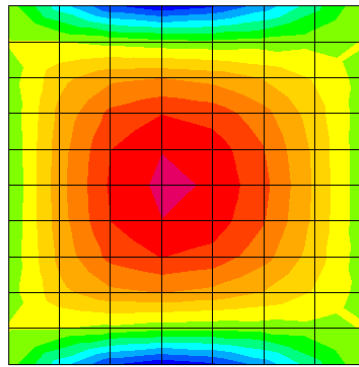
$$\Rightarrow A_s = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8\text{mm c/ 15cm.}$$

LAJE EL. 571,300

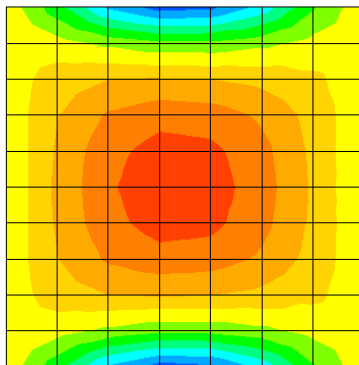
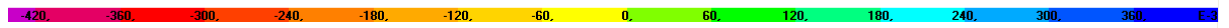
- Arm. Horizontal:



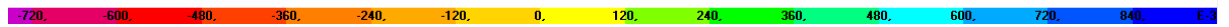
- Arm. Vertical:



COMB.1

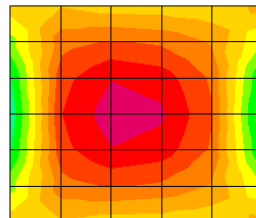


COMB.2

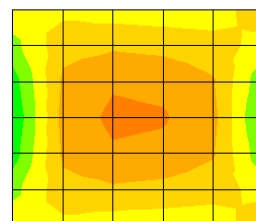
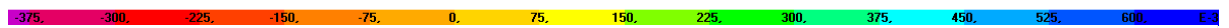


LAJE EL. 572,300

- Arm. Horizontal:



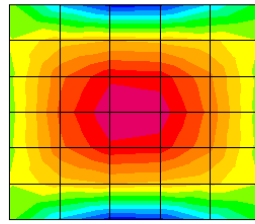
COMB.1



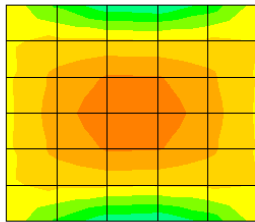
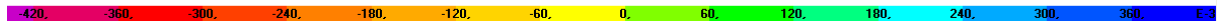
COMB.2



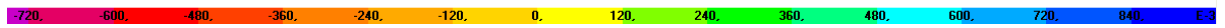
- Arm. Vertical:



COMB.1

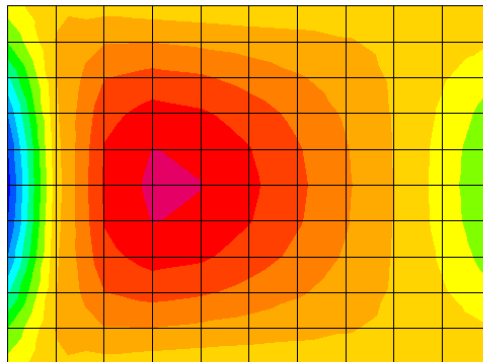


COMB.2

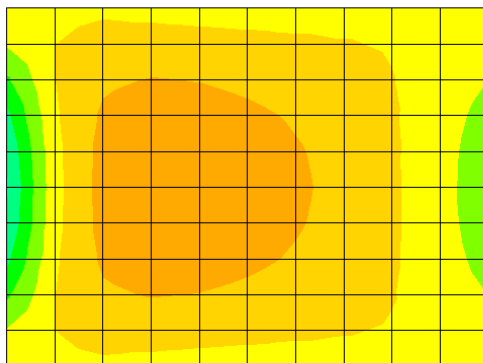


LAJE EL. 575,460

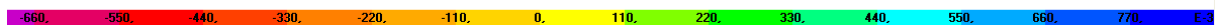
- Arm. Horizontal:



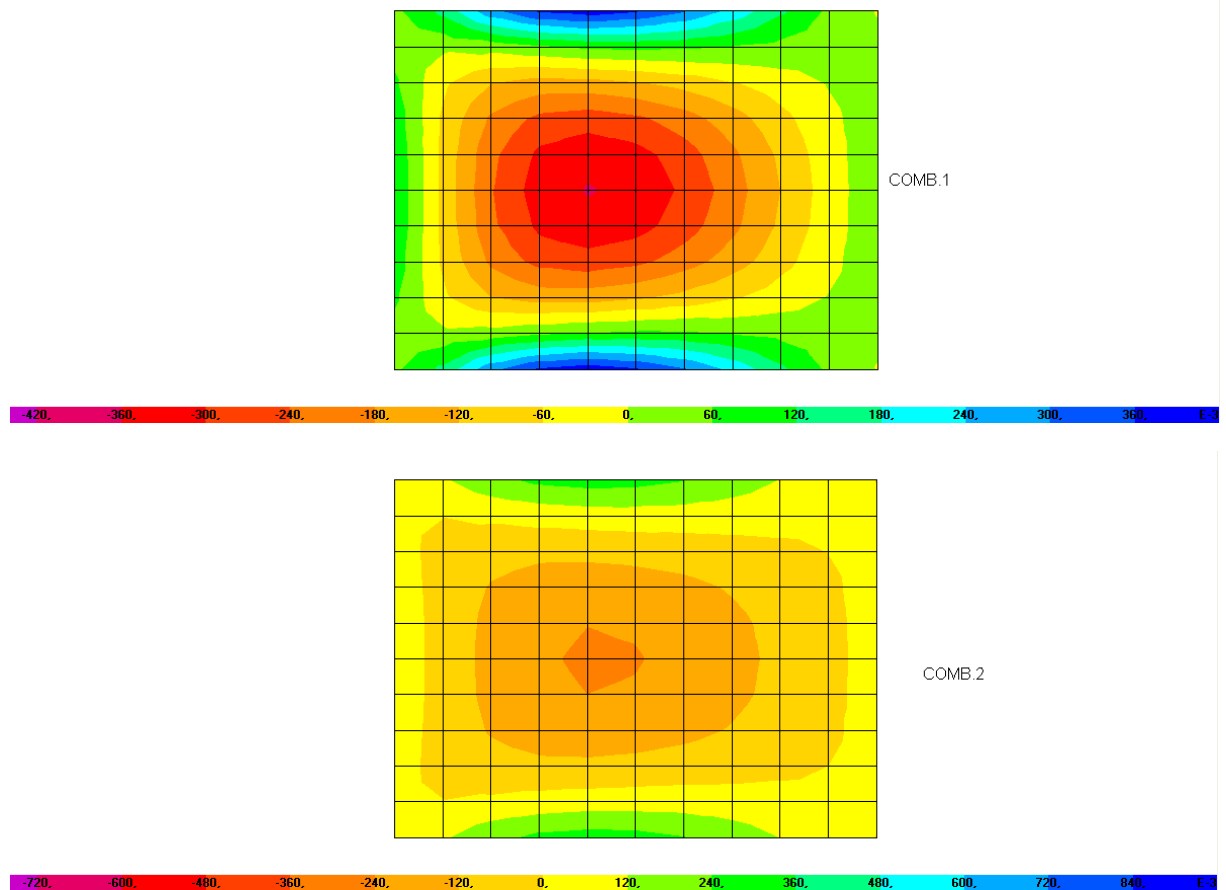
COMB.1



COMB.2

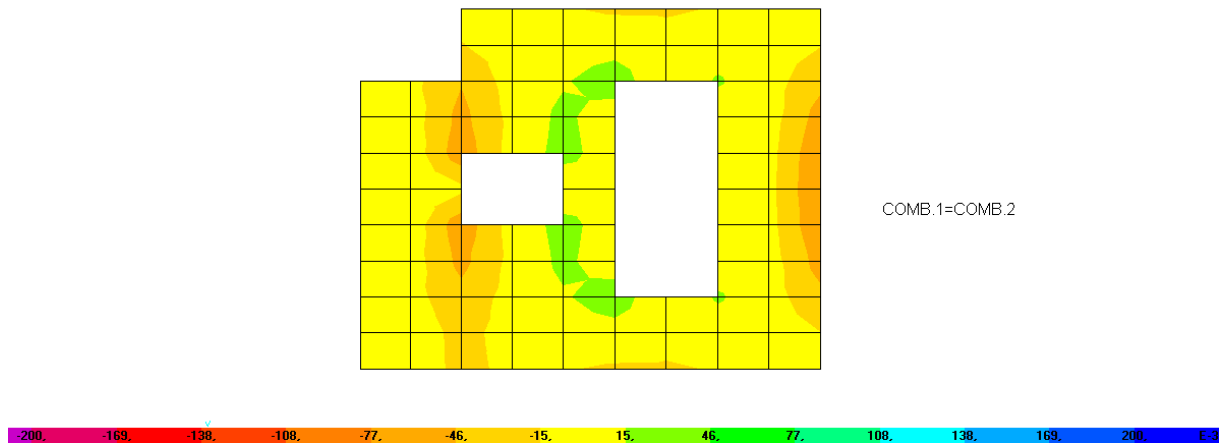


- Arm. Vertical:

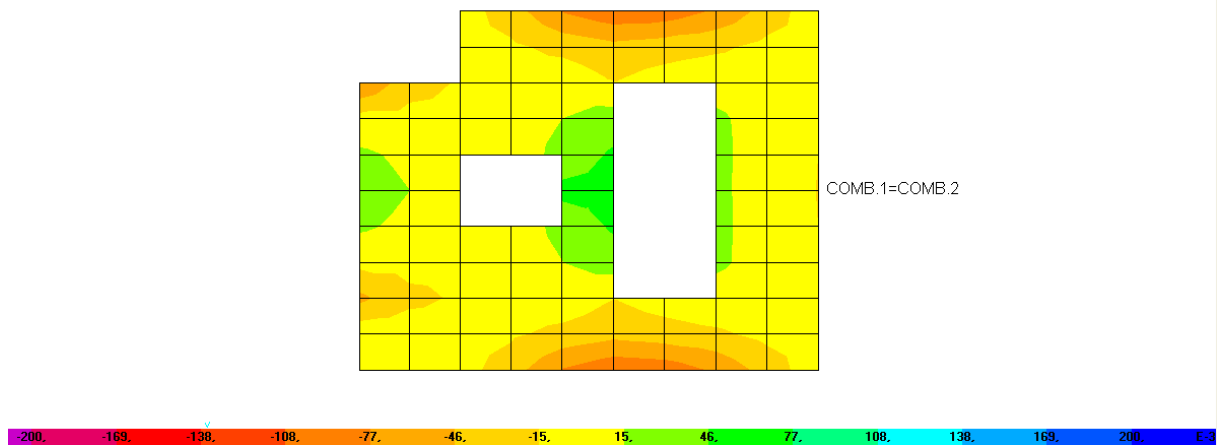


LAJE EL. 576,650

- Arm. Horizontal:



- Arm. Vertical:



- CÁLCULO DAS ARMADURAS:

O momento fletor máximo horizontal em todas as lajes foi de 0,72 t/m e o momento fletor máximo vertical em todas as lajes foi de 0,77 t/m. O momento fletor máximo para que se tenha armadura mínima é de 1,40 t/m, portanto, todas as lajes devem ter armadura mínima.

$$\Rightarrow A_s = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}.$$

7. POÇO DE SEGURANÇA

7. POÇO DE SEGURANÇA

O poço de segurança será modelado no programa SAP2000.

Os carregamentos considerados são:

- Peso-próprio da estrutura: será adotado peso específico de 2,50 tf/m³ para o concreto. O programa SAP2000 considera automaticamente o peso-próprio da estrutura;

- Empuxo de Terra: a carga de terra varia de acordo com a altura da mesma, gerando uma carga triangular uniformemente distribuída. Será definida uma equação no programa SAP2000 para este carregamento.

$$q = \gamma \times h \times \text{tg}(\phi - 30^\circ/2), \text{ onde:}$$

γ = peso específico da terra = 1,80 tf/m³;

h = altura de terra (ao fazer a modelagem no programa SAP2000, essa altura fica determinada);

ϕ = ângulo de atrito do solo = 45°.

Portanto, a equação definida para o empuxo de terra fica:

$$q = 1,80 \times h \times \text{tg}(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,60 \times h$$

- Lodo: o lodo gera uma carga uniformemente distribuída nas lajes onde atua e uma carga triangular uniformemente distribuída nas paredes, devido ao empuxo. Será definida uma equação no programa SAP2000 para este carregamento.

$$q = \gamma \times h, \text{ onde:}$$

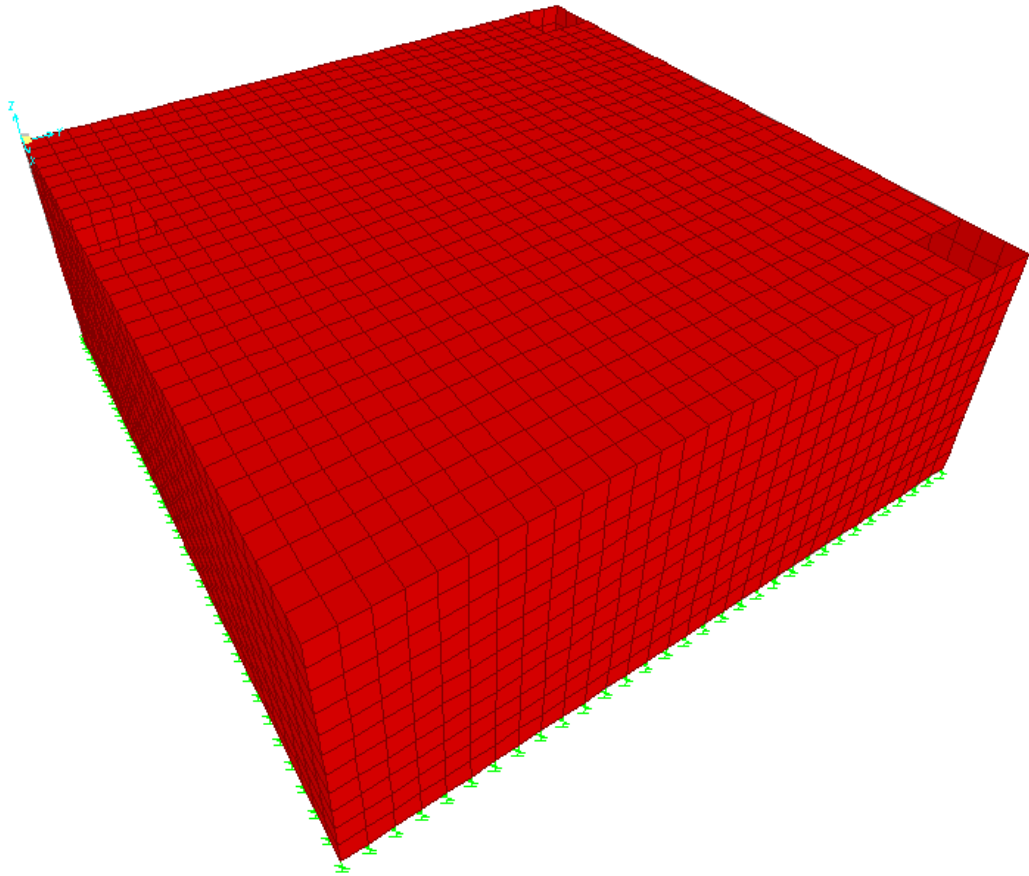
γ = peso específico do lodo = 1,00 tf/m³;

h = altura de lodo (ao fazer a modelagem no programa SAP2000, essa altura fica determinada);

Será considerada fundação direta, com coeficiente de recalque do solo de 300 tf/m³, de acordo com o tipo de terreno apresentado.

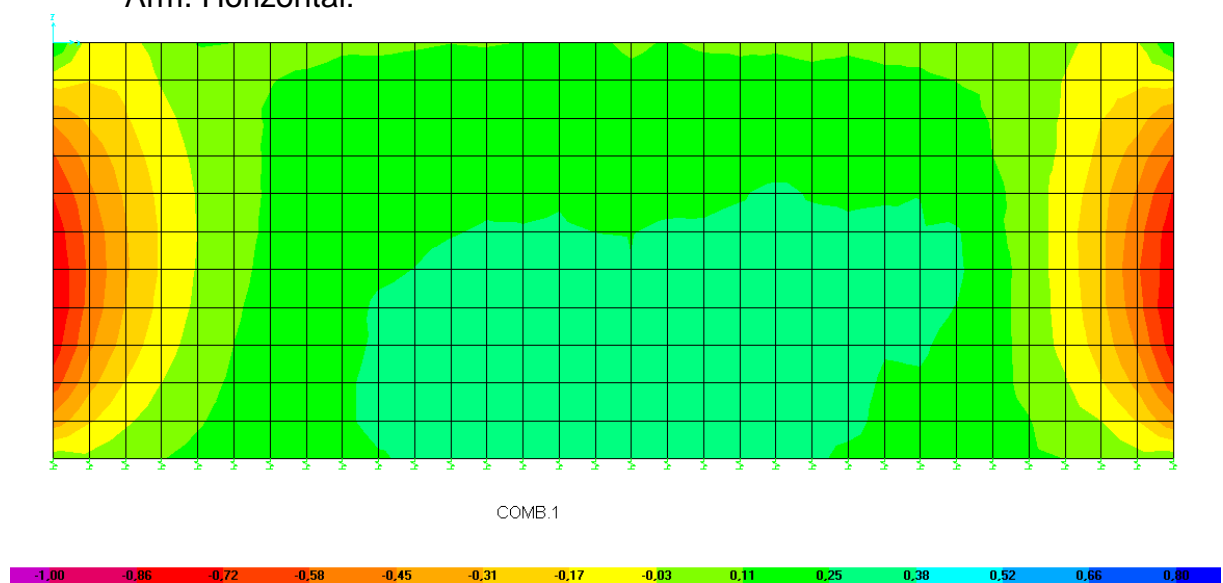
Serão consideradas 2 hipóteses de combinação de carregamentos. A primeira, considerando o poço de segurança cheio, portanto, combinando os carregamentos de peso-próprio, terra e lodo. A segunda, considerando o poço de segurança vazio, portanto, combinando os carregamentos de peso-próprio e terra.

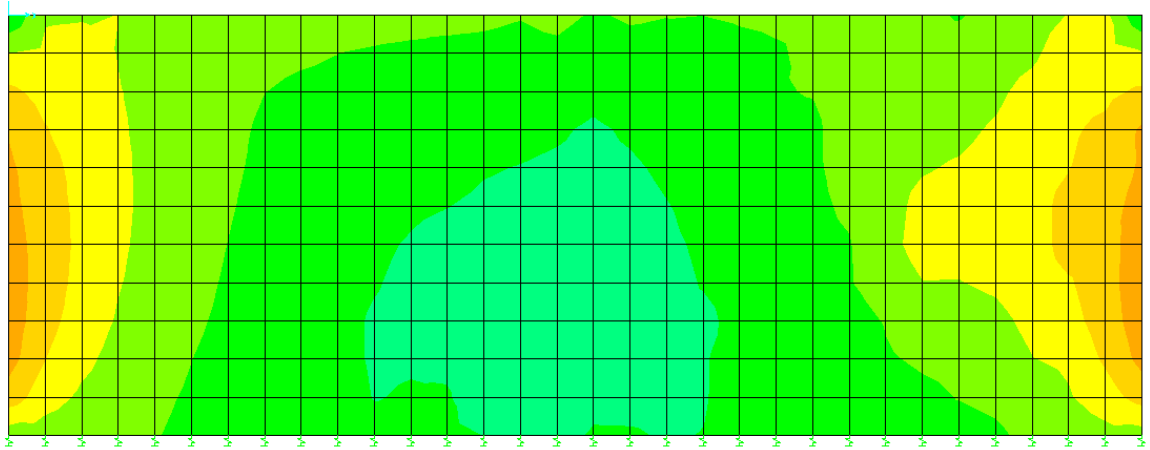
A seguir são apresentados os esforços nas paredes e lajes, bem como a definição das armaduras nas mesmas.



PARADES

- Arm. Horizontal:

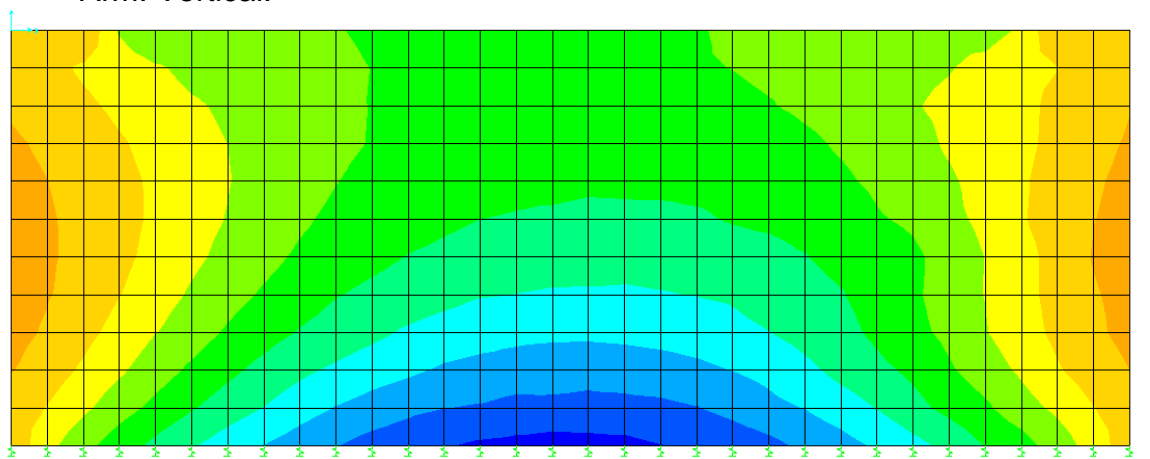




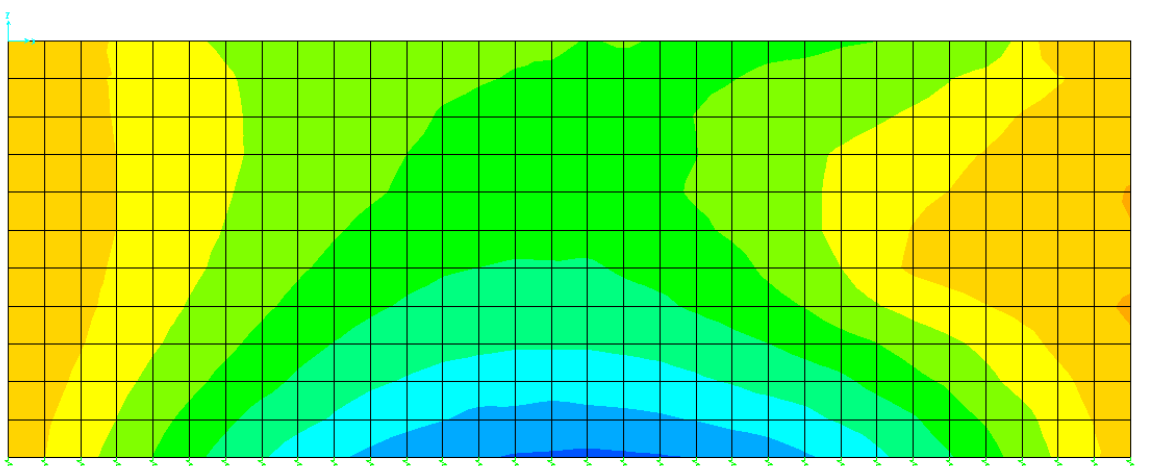
COMB.2



- Arm. Vertical:



COMB.1

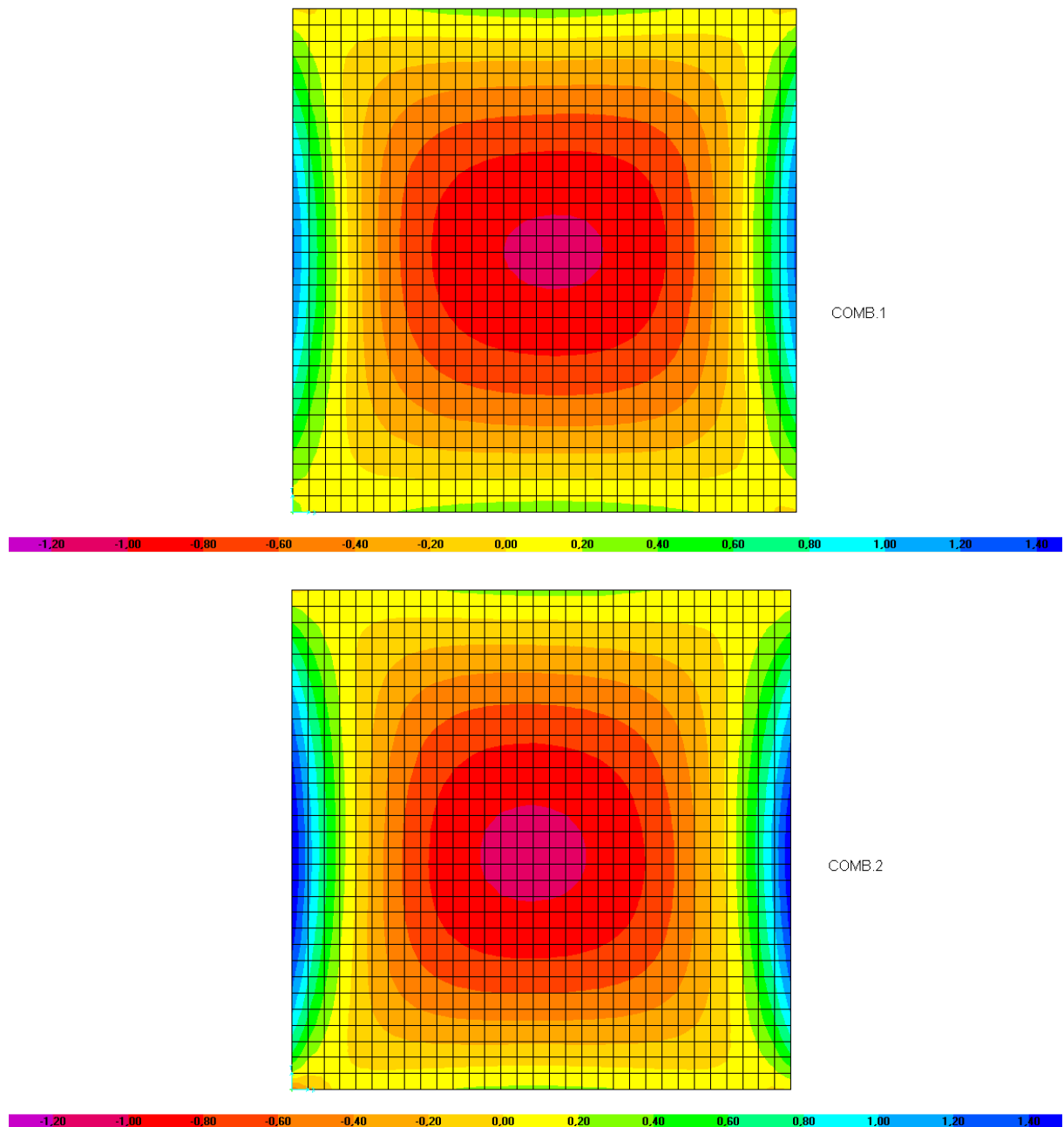


COMB.2



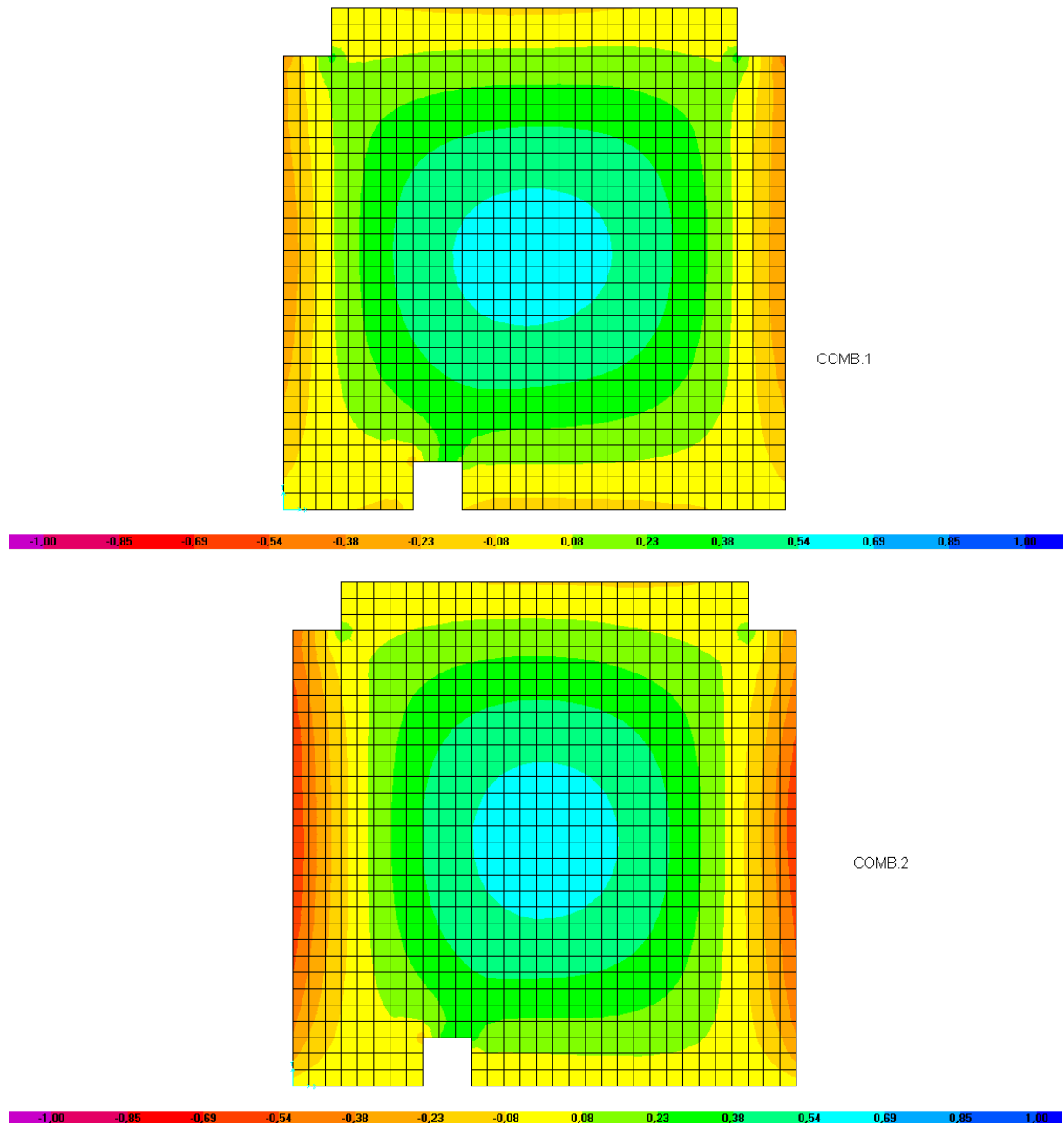
LAJE INFERIOR

- Arm. Horizontal = Arm. Vertical:

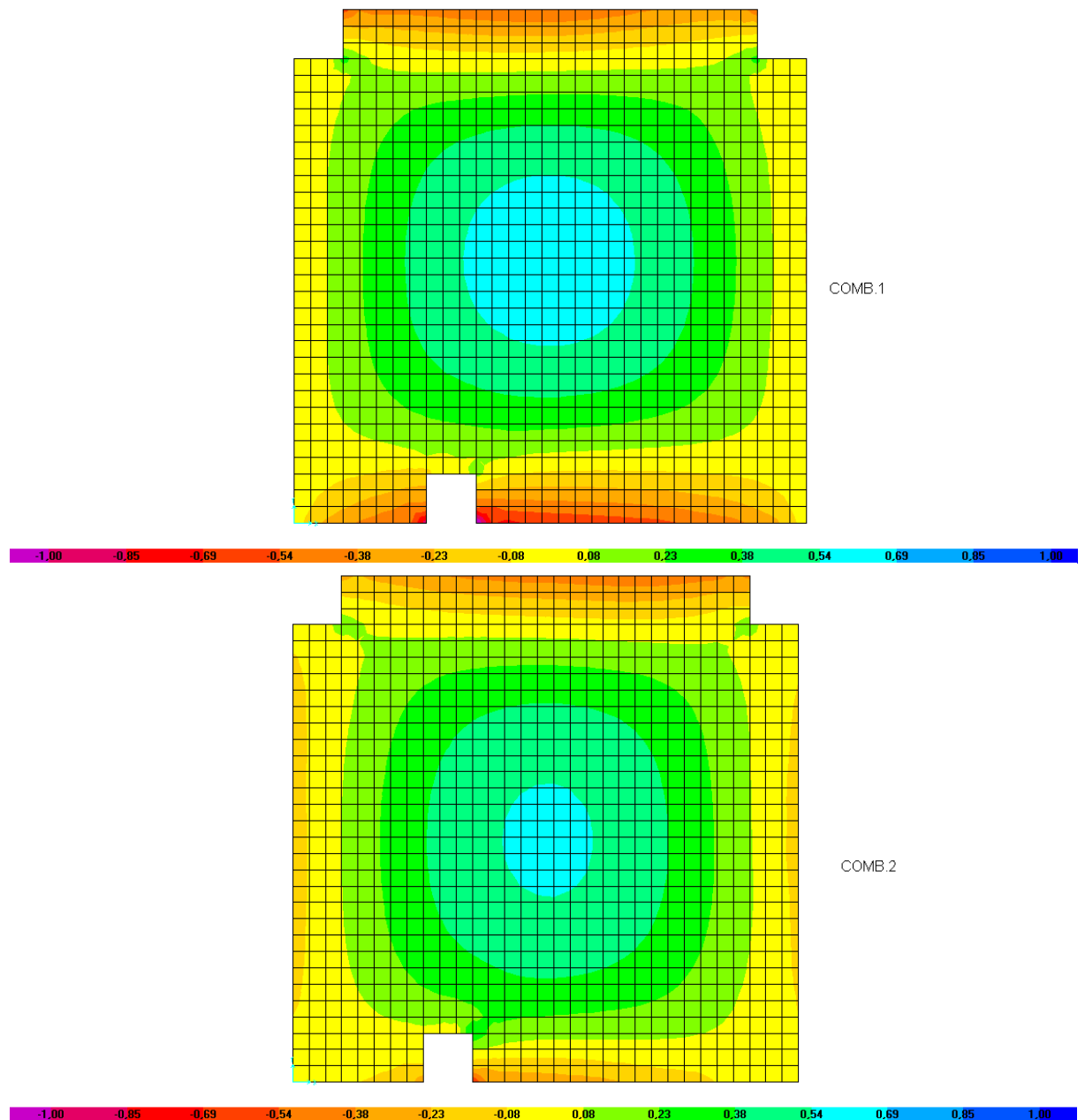


LAJE SUPERIOR

- Arm. Horizontal:



- Arm. Vertical:



- CÁLCULO DAS ARMADURAS:

O momento fletor máximo horizontal em todas as lajes foi de 1,40 tfxm/m e o momento fletor máximo vertical em todas as lajes foi de 1,40 tfxm/m também. O momento fletor máximo para que se tenha armadura mínima é de 1,40 tfxm/m, portanto, todas as lajes devem ter armadura mínima.

$$\Rightarrow A_s = 3,00 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 8\text{mm c/ } 15\text{cm}.$$

8. DESENHOS