

**SECRETARIA DOS RECURSOS
HÍDRICOS - SRH**

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

ADUTORAS DE SANTA ROSA - JACURUTU- SÃO PEDRO - PRIMAVERA (CAUCAIA)

VOLUME 2 PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE
SANTA ROSA - JACURUTU- SÃO PEDRO - PRIMAVERADO

TOMO I - TEXTOS

SHS NE

FORTALEZA- CE
AGOSTO DE 1995

ADUTORAS DE SANTA ROSA-JACURUTU- SÃO PEDRO-PRIMAVERA (CAUCAIA)

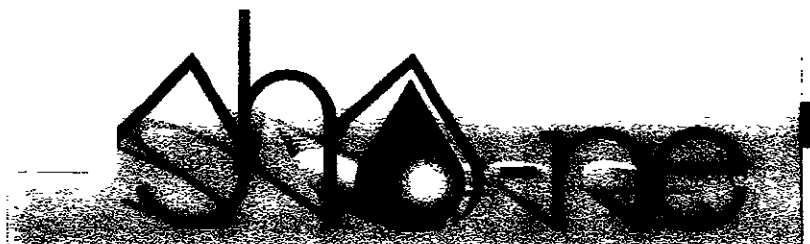
VOLUME 2 - PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE SANTA ROSA - JACURUTU - SÃO PEDRO - PRIMAVERA

TOMO I - TEXTOS

AGOSTO/1995

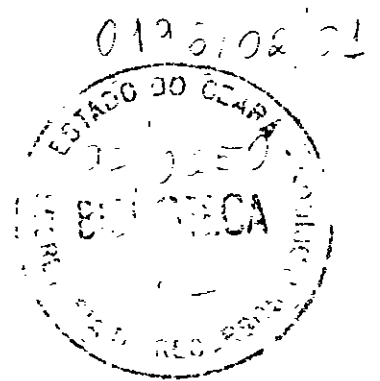
Lote 02144 Prep Scan Index ()
Projeto N. 0196/02/01
Volume
Qtd. A4 156 Qtd. A3
Qtd. A2 Qtd. A1
Qtd. A0 Outros

0196/02/01
ex.1



SHS-NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda.

sho-ne



SUMÁRIO



	PÁGINAS
APRESENTAÇÃO	1
1 - INTRODUÇÃO	3
2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO	5
2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	6
2.2 - FONTE HIDRICA	8
2.3 - PARÂMETROS DO PROJETO	8
2.4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA	10
2.4.1 - Captação....	12
2.4.2 - Adução de Água Bruta.....	12
2.4.3 - Estação de Tratamento D'água (ETA)	12
2.4.4 - Aduções de Água Tratada	14
2.4.5 - Reservação	15
2.4.6 - Distribuição	17
3 - MEMORIAL DE CÁLCULO	18
3.1 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	19
3.1.1 - Dimensionamento da Adutora de Água Bruta.....	19
3.2 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-1(CAPTAÇÃO).....	19
3.2.1 - Curvas Características.....	19
3.3 - DIMENSIONAMENTO DAS ADUTORAS POR GRAVIDADE.....	26
3.3.1 - Adutora de Santa Rosa	26
3.3.2 - Adutora de Jacurutu	27
3.3.3 - Adutora de São Pedro.....	28
3.3.4 - Adutora de Primavera	30
3.4 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO.....	30
3.4.1 - Sistema de Lavagem dos Filtros (EE-FILTROS).....	30
3.5 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO	31
3.6 - ESTUDO DE GOLPE DE ARÍETE NAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE.....	32



4 - PROJETO ESTRUTURAL	44
4.1 - HIPÓTESE DE CARREGAMENTO	45
4.2 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS	45
4.2.1 - Cálculo das Lajes.....	45
4.2.2 - Cálculo das Vigas e Paredes.....	45
4.2.3 - Cálculo das Cintas.....	45
4.2.4 - Cálculo dos Pilares.....	45
4.2.5 - Cálculo das Fundações.....	45
4.3 - DIMENSIONAMENTO	46
4.3.1 - Lajes.....	46
4.3.2 - Vigas, Paredes e Cintas.....	46
4.3.3 - Fundações.....	46
5 - PROJETO ELÉTRICO	47
5.1 - INTRODUÇÃO	48
5.2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES - DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO ..	48
5.2.1 - Captação.....	48
5.2.2 - Estação de Tratamento (EE-FILTROS).....	49
5.2.3 - Subestação Padrão 30 kVA - Condutores e Proteção.....	49
5.2.4 - Subestação Padrão 15 kVA - Condutores e Proteção.....	50
5.3 - MOTORES ELÉTRICOS	50
5.3.1 - Motor 20 CV.....	50
5.3.2 - Motor 7,5 CV.....	51
ANEXO - MEMÓRIA DO CÁLCULO ESTRUTURAL	52

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta os serviços realizados no âmbito do contrato N° 54/95 firmado entre a SRH - Secretana dos Recursos Hídricos e a SHS Nordeste Consultora e Projetos de Engenharia Ltda. para elaboração do Projeto Executivo da Adutora de Santa Rosa/Jacurutu/São Pedro/Primavera (Caucaia)

Os estudos realizados, conforme os termos de referência, são apresentados nos seguintes volumes, integrantes do acervo do projeto executivo

Vol 1 - Estudos Preliminares e Concepção Básica

Tomo I - Texto

Tomo II - Levantamento Topográfico

Vol 2 - Projeto Executivo da Adutora de Santa Rosa - Jacurutu - São Pedro - Primavera

Tomo I - Textos

Tomo II - Desenhos

Tomo III - Quantitativos e Custos

Tomo IV - Especificações Técnicas

Tomo V - Normas de Medição e Pagamento

1 - INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o relatório do Projeto Executivo da Adutora de Santa Rosa/Jacurutu/São Pedro/Primavera (Caucaia)

A finalidade e o conteúdo do relatório são descritos a seguir

- Descrever sumariamente localização e acesso, principais características da fonte hídrica a ser utilizada.
- Apresentar os parâmetros do projeto.
- Descrever o sistema proposto,
- Descrever as várias metodologias e critérios utilizadas no dimensionamento das obras e equipamentos,
- Desenvolver a solução adotada nos Estudos Preliminares em nível de Projeto Executivo,
- Apresentar os cálculos desenvolvidos
- Fornecer desenhos necessários à execução do projeto do sistema de abastecimento d'água
- Fornecer especificações técnicas de equipamentos, materiais e serviços,
- Fornecer quantificação e custos de equipamentos, materiais e serviços.
- Apresentar memorial de cálculos hidráulicos, elétricos e estrutural

2 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Caucaia, criado em 1938, tem uma área territorial de 1.293 km², está inserido na micro-região Fortaleza e na meso-região Metropolitana de Fortaleza. As localidades de Santa Rosa, Jacurutu, São Pedro e Primavera pertencem ao município de Caucaia. Na Figura 2.1 tem-se o mapa de localização do município no Estado do Ceará.

A sede do município com altitude de 29,91 m tem as seguintes coordenadas geográficas:

LAT 3°43'58"

LONG 38°29'21"

O município tem os seguintes limites:

NORTE Oceano Atlântico

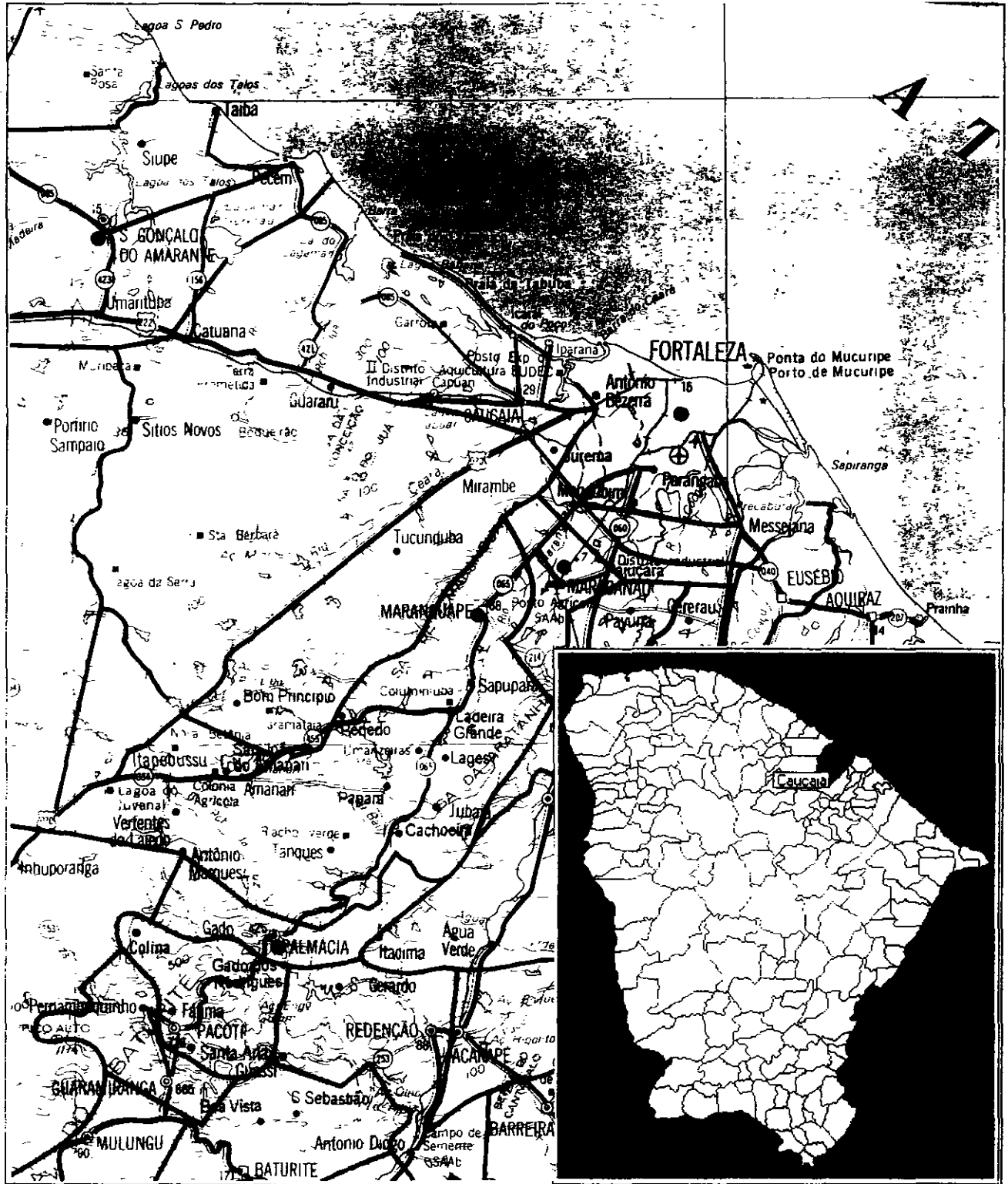
SUL Maranguape

LESTE Fortaleza, Maracanaú e Pentecoste

OESTE São Gonçalo do Amarante e Pentecoste

O acesso ao município se dá diretamente pela BR-222.

A sua sede dista de Fortaleza 8 km por rodovia e 7 km em linha reta.



FONTE SEPLAN/PLANCE/DGC 1994

ESCALA 1 500 000

FIGURA 2.1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO

2.2 - FONTE HIDRICA

A fonte hídrica do projeto que abastecerá as localidades de Santa Rosa, Jacurutu, São Pedro e Primavera, no município de Caucaia, será o Rio Cahuipe, cujas águas foram analisadas e encontram-se dentro dos padrões de qualidade para água bruta determinado pelo Ministério da Saúde, porém com teores elevados de turbidez, cor e ferro. A água bruta deverá passar por tratamento de água para atingir os padrões de potabilidade exigidos pela CAGECE.

O rio Cahuipe, que é um rio naturalmente perenizado, tem um potencial hídrico altamente satisfatório para o abastecimento proposto neste projeto.

2.3 - PARÂMETROS DO PROJETO

Para o desenvolvimento e dimensionamento das partes que compõem o projeto executivo das adutoras de Santa Rosa, Jacurutu, São Pedro e Primavera foram utilizados os seguintes parâmetros:

SANTA ROSA:

- População urbana atual (1995)	500 hab
- Ano horizonte do projeto	2015
- População estimada para o ano 2015	901 hab
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5
- Consumo "per capita"	150 l/hab dia

JACURUTU:

- População urbana atual (1995)	250 hab
- Ano horizonte do projeto	2015
- População estimada para o ano 2015	451 hab
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5
- Consumo "per capita"	150 l/hab dia

SÃO PEDRO:

- População urbana atual (1995)	350 hab
- Ano horizonte do projeto	2015
- População estimada para o ano 2015	631 hab
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5

- Consumo "per capita" 150 l/hab dia

PRIMAVERA

- População urbana atual (1995) 1 000 hab
- Ano horizonte do projeto 2015
- População estimada para o ano 2015 1 803 hab
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1) 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2) 1,5
- Consumo "per capita" 150 l/hab dia

VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO:

- VAZÃO MÉDIA:

SANTA ROSA:

$$Q = 1,56 \text{ L / s} = 5,62 \text{ m}^3 / \text{h}$$

JACURUTU.

$$Q = 0,78 \text{ L / s} = 2,81 \text{ m}^3 / \text{h}$$

SÃO PEDRO

$$Q = 1,10 \text{ L / s} = 3,96 \text{ m}^3 / \text{h}$$

PRIMAVERA:

$$Q = 3,13 \text{ L / s} = 11,27 \text{ m}^3 / \text{h}$$

- VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO:

SANTA ROSA:

$$Q_1 = 1,2 \times 1,56 = 1,87 \text{ l/s} = 6,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

JACURUTU:

$$Q_1 = 1,2 \times 0,78 = 0,94 \text{ l/s} = 3,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

SÃO PEDRO:

$$Q_1 = 1,2 \times 1,10 = 1,32 \text{ l/s} = 4,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

PRIMAVERA:

$$Q_1 = 1,2 \times 3,13 = 3,76 \text{ l/s} = 13,54 \text{ m}^3/\text{h}$$

- VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO NA HORA DE MAIOR DEMANDA

SANTA ROSA:

$$Q_2 = 1,5 \times 1,87 = 2,81 \text{ l/s} = 10,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

JACURUTU

$$Q_2 = 1,5 \times 0,94 = 1,41 \text{ l/s} = 5,08 \text{ m}^3/\text{h}$$

SÃO PEDRO:

$$Q_2 = 1,5 \times 1,32 = 1,98 \text{ l/s} = 7,13 \text{ m}^3/\text{h}$$

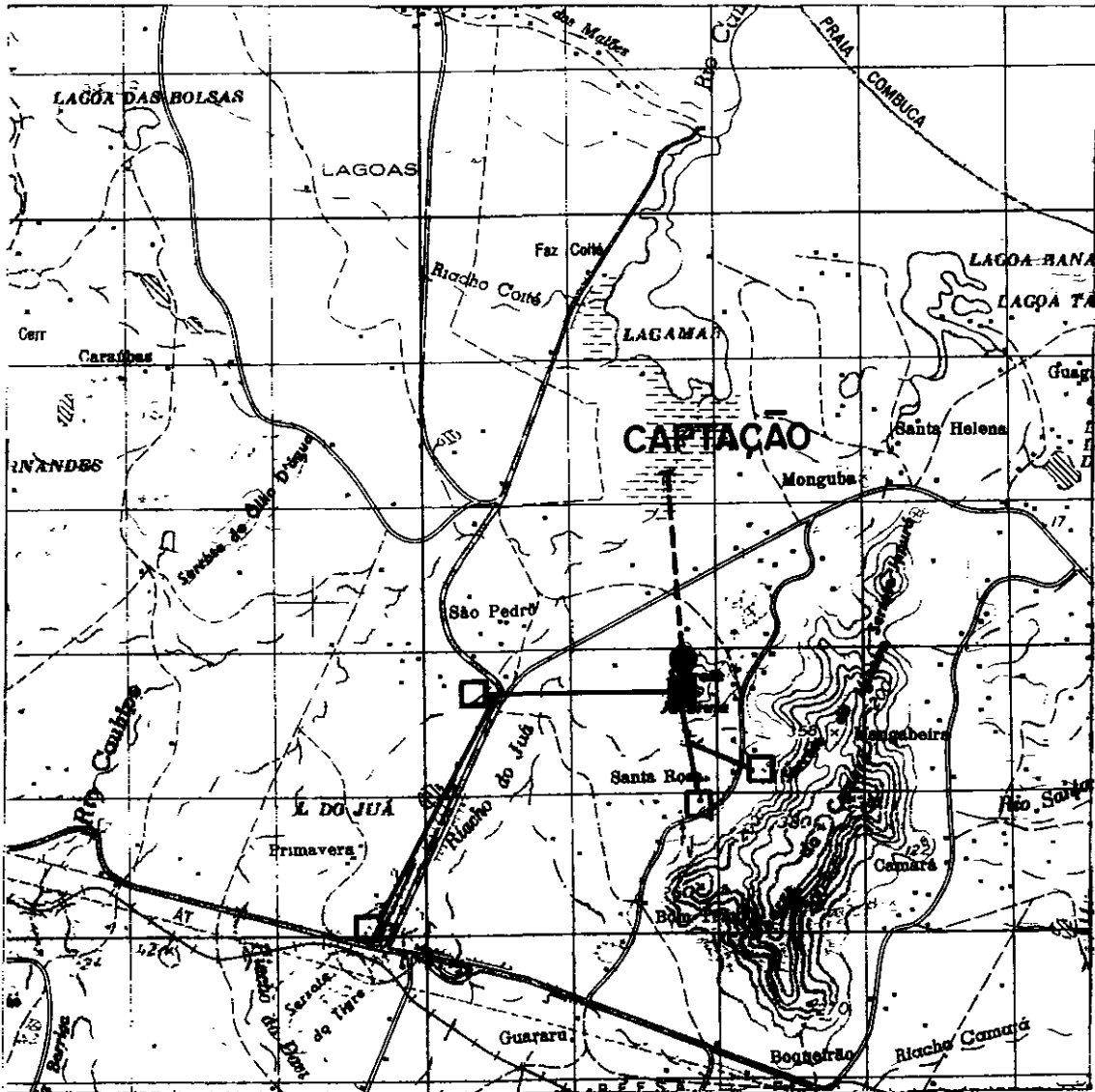
PRIMAVERA.

$$Q_2 = 1,5 \times 3,13 = 4,70 \text{ l/s} = \boxed{16,92 \text{ m}^3/\text{h}}$$

2.4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O projeto do sistema de abastecimento proposto para as comunidades de Santa Rosa, Jacurutu, Primavera e São Pedro, prevê um alcance futuro de 20 anos e deverá contemplar uma população de até 3 786 habitantes

A concepção do sistema obedecerá a seguinte descrição a água bruta é captada no rio Cahuipe em um ponto que dista aproximadamente 8 km do mar e a 4 km da comunidade de Santa Rosa. Será recalçada a Estação de Tratamento d'Água (ETA) que será localizada a aproximadamente 2 200 m do ponto de captação, no ponto mais elevado do sistema (meia encosta do Serrote Jacurutu). Depois de tratada a água será conduzida, por gravidade, para o reservatório semi-apoiado de água tratada, adjacente a ETA. Esse reservatório terá 2 tomadas d'água sendo uma a adutora Santa Rosa/Jacurutu e a outra a adutora São Pedro/Primavera. A água seguirá por gravidade através dessas adutoras para reservatórios localizados em pontos adequados das localidades beneficiadas. A configuração do sistema está apresentada em croqui na Figura 2.2, e após esta são apresentadas as características das principais unidades do sistema proposto.



LEGENDA:

- Estação de Tratamento
- Reservatório Principal de Água Tratada
- Reservatório Elevado com Chafariz
- - Adução de Água Bruta
- Adução de Água Tratada

FIGURA 2.2 - CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

2.4.1 - Captação

No trecho de no mais próximo às comunidades beneficiadas existe a formação de um lago natural. A captação será feita neste lago que além de sua posição favorável com relação a estas comunidades tem a vantagem de ser um reservatório natural. Um canal de aproximação, de seção trapezoidal e com base igual a 1m e com 60 m de comprimento, será escavado na cota 96,20 e conduzirá água até o poço de sucção.

A casa de bombas será construída em concreto à margem do lago formado pelo no Cahuipe, com a cota da casa onde serão instalados os quadros elétricos igual a 100,90 m garantindo a sua proteção contra inundações. As bombas serão instaladas em poço tipo seco na cota 95,40. O conjunto moto-bomba terá as seguintes características:

- Q = 28,40 m³/h ✓
- H_{man} = 76,73 m ✓
- Potência do motor = 20 CV ✓
- Rotação = 3500 rpm ✓
- Tempo de funcionamento = contínuo (24 h por dia) ✓



A bomba recalcará água bruta até a cota 164,40, que é a cota de entrada d'água na câmara de carga da estação de tratamento d'água, e por uma extensão de 2240,50m.

A planta HD -12 contida no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO II - DESENHOS mostra os detalhes da captação (obras civis, equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos).

2.4.2 - Adução de Água Bruta

A adução de água bruta será, em conduto forçado por recalque, desde a captação até a entrada na câmara de carga localizada na estação de tratamento de água situada na estaca 111+14,50m e terá as seguintes características técnicas:

Material	Ferro fundido dúctil,
Diâmetro	150 mm ✓
Extensão	2 240,50 m ✓
Vazão	7,89 l/s = 28,40 m ³ /h ✓

2.4.3 - Estação de Tratamento D'água (ETA)

A estação de tratamento será implantada no ponto mais elevado do sistema, a meia encosta do Serrote Jacurutu, na estaca 111+14,5m, cota do terreno igual a 158,40m (cota arbitrada 100 = 3,803) e deverá ser composta das seguintes unidades:

2.4.3.1 - Câmara de Carga

Uma unidade, com as seguintes características

Material	resina poliéster e estruturada com fibra de vidro
Diâmetro	0,70m
Altura	6,20m

2.4.3.2 - Clarificador

Uma unidade, do tipo compacto, modulado, em que as fases de floculação, decantação e filtração ocorrem em uma única estrutura, na qual a filtração propriamente dita é de fluxo ascendente

Adotou-se o clarificador com as seguintes características

Material	resina poliéster estruturada com fibra de vidro
Capacidade de vazão	até 31 m ³ /h
Diâmetro	2,00 m
Altura	3,80 m

2.4.3.3 - Casa de Química

A casa de química prevista será construída em alvenaria e terá uma área útil de 8,32 m² distribuídos da seguinte forma

Sala de armazenamento de produtos químicos 3,62 m²

Sala de dosagem 5,06 m²

2.4.3.4 - Estação Elevatória para a Lavagem dos Filtros (EE-FILTROS)

O recalque para lavagem de filtro será realizado por conjunto motor-bomba centrífuga de eixo horizontal *FLEURO*

Deverão ser instalados dois conjuntos, um de reserva, com as seguintes características

Q = 95,6 m³/h

Hman = 14 m

$P_{motor} = 7,5 \text{ CV}$

Rotação = 1 750 rpm

A casa de bombas será em alvenaria. A sucção das bombas será feita diretamente do reservatório de água tratada.

2.4.3.5 - Casa de Operador

Será construída em alvenaria de tijolo para abrigo do operador e vigia da estação de tratamento.

Os detalhes construtivos das unidades da ETA serão apresentados nas plantas HD-14 E HD-15 contidas no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO II - DESENHOS.

2.4.4 - Aduções de Água Tratada

As aduções de água tratada serão em condutos forçados por gravidade e terão as seguintes características técnicas:

SANTA ROSA

A adutora de Santa Rosa inicia-se no reservatório semi-apoiado de água tratada, na estaca 112+11.20m tendo 2 006,80 metros de comprimento total. Na estaca 148+13m há uma bifurcação onde começa a adutora de Jacurutu.

- Trecho 1

Material	PVC marrom
Diâmetro	75 mm
Extensão (desde ETA até estaca 148+13m)	721,80 m
Vazão antes da bifurcação p/ Jacurutu (S74+13m = Estaca 148+13m)	2,81 l/s = 10,12 m ³ /h
Pressão disponível em S74+13m	37,52 mca

- Trecho 2

Material	PVC marrom
Diâmetro	75 mm
Extensão (estaca 148+13m até final da adutora)	1 285,00 m
Vazão após S74+13m (estaca 148+13m)	1,87 l/s = 6,73 m ³ /h
Pressão disponível no final da adutora	18,57 mca

SÃO PEDRO

A adutora de São Pedro inicia-se no reservatório semi-apoiado de água tratada e termina na estaca 119+10m tendo 2 387 metros de comprimento total. Na estaca 119m, isto é a 10m do seu final há uma bifurcação onde começa a adutora de Primavera.

- Trecho 1

Material	PVC marrom.
Diâmetro	100 mm
Extensão (até estaca 119)	2 377 m
Vazão	5,08 l/s = 18,29 m³/h
Pressão disponível na bifurcação	38,79 mca

- Trecho 2

Material	PVC marrom
Diâmetro	50 mm
Extensão (da estaca 119 até estaca 119+10m)	10 m
Vazão	1,32l/s = 4,75 m³/h
Pressão disponível na bifurcação	38,92mca

JACURUTU

A adutora de Jacurutu inicia-se na estaca 148+13m da adutora de Santa Rosa e tem 2540m de comprimento

Material	PVC marrom
Diâmetro	75 mm
Extensão	2.540 m
Vazão	0,94 l/s = 3,38 m³/h
Pressão disponível no final da adutora	23,12 mca

PRIMAVERA

A adutora de Primavera inicia-se na estaca 119 da adutora de São Pedro e tem 3680 m de comprimento

Material	PVC marrom
Diâmetro	100 mm
Extensão	3 680 m
Vazão	3,76 l/s = 13,54 m³/h
Pressão disponível	24,94 mca

2.4 5 - Reservação
2.4.5.1 - Reservatório Principal de Água Tratada

O reservatório principal será do tipo semi-enterrado, construído em concreto Terá as seguintes características geométricas

Capacidade 150.00 m³

Dimensões 10,00 x 5,00 x 3,35 m

Altura útil 3.00m

Localização Estaca 112+0.80m (à montante da adução de água tratada, adjacente à ETA)

2.4.5.2 - Reservatórios Elevados

Será construído, em concreto, 01 reservatório elevado em cada comunidade beneficiada. Estes reservatórios terão as seguintes características geométricas:

SANTA ROSA

Capacidade 10.79 m³

Dimensões úteis 2,70 x 2,70 x 1,80 m

Altura útil 1,48m

JACURUTU

Capacidade 5.41 m³

Dimensões úteis 2,15 x 2,15 x 1,50 m

Altura útil 1,17m

SÃO PEDRO

Capacidade 7.60 m³

Dimensões úteis 2,50 x 2,50 x 1,50 m

Altura útil 1,22m

PRIMAVERA

Capacidade 21,68 m³

Dimensões úteis 3,50 x 3,50 x 2,10 m

Altura útil 1,77

2.4 6 - Distribuição

DN - 7 ALIQUÍD

A distribuição de água as populações ~~dos~~ ~~municípios~~ de Santa Rosa, Jacurutu, São Pedro e Primavera, será feita através de um (01) chafanz instalado sob cada reservatório elevado. Os reservatórios elevados serão localizados, em pontos estratégicos de cada localidade, de modo a possibilitar a execução de futuras redes de distribuição que estão fora da abrangência deste projeto

3 - MEMORIAL DE CÁLCULO

3.1 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

3.1.1 - Dimensionamento da Adutora de Água Bruta

Para uma primeira aproximação utilizou-se a fórmula de BRESSE, que tem a seguinte expressão

$$D = K\sqrt{Q}$$

onde K = coeficiente que reflete o custo da energia e do material utilizado no sistema

Q = vazão em m^3/s

De um modo geral, K varia de 0,7 a 1,5 Adotou-se um valor médio $K = 1,2$

$$D = 1,2 \times \sqrt{0,00789} = 0,107 \text{ m}$$

O diâmetro comercial mais próximo adotado é $DN = 6"$

3.2 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-1(CAPTAÇÃO)

3.2.1 - Curvas Características

O dimensionamento da Estação Elevatória Principal (EE-1) será feito determinando-se as curvas características das tubulações desde a sucção da bomba até a entrada na câmara de carga da Estação de Tratamento de Água (ETA) As perdas de cargas distribuídas e localizadas, para diversas vazões, serão calculadas usando-se a fórmula de Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes A curva característica da bomba escolhida foi fornecida pelo fabricante

- Dados do Projeto

Vazão	0,00789 m^3/s
Cota do NA_{min} de operação na captação	96,20m
Cota do NA_{max} de operação na captação	100,00m
Cota do NA na entrada da ETA	164,40m
Desnível geométrico	68,20m
Comprimento total do recalque(EE-1/ETA)	2240,50m

Material da tubulação

Ferro fundido ductil

Número de bombas 1 em funcionamento

1 de reserva

Numero de horas de funcionamento 24 horas/dia

3.2.1.1 - Curva Característica da Tubulação

Serão instaladas em poço seco, 2 bombas centrifugas de eixo horizontal, sendo uma de reserva. Cada bomba será ligada através de um barmlete a uma adutora de 150mm de ferro fundido dúctil revestido com cimento. A adutora, após o barmlete seguirá enterrada durante todo o seu percurso. A vazão de dimensionamento é

Vazão de 1 bomba $Q_{1b} = 28,40 \text{ m}^3/\text{h}$

Vazão na adutora $Q = 28,40 \text{ m}^3/\text{h}$

a) Perda de Carga na Sucção (Dh_s)

Sendo o diâmetro da sucção igual a 75mm tem-se que os componentes equivalentes de suas peças especiais são

Peças especiais (d = 75mm)	leq(m)
Curvo	18,75
Extremidade c/ aba de vedação	0,70
Registro de Gaveta	0,60
Redução (75x50mm)	0,45
2 tocos	0,50
	—
	Leq total 21,12m

Sendo $C=140$ para peças de ferro fundido dúctil revestido de cimento tem-se que a perda de carga vale

$$Dh_m = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} L$$

$$Dh_m = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{140} \right)^{1,85} 0,075^{-4,87} 21,12$$

$$Dh_m = 7240,20 x Q_{1b}^{1,85}$$

b) Perda de Carga no Bamlete (Dh_b)

O diâmetro recomendado para as tubulações do bamlete e de 50mm e os comprimento equivalentes para as peças especiais são

Peças especiais (d=50mm)	leq (m)
- 1 ampliação (1 1/2"x50mm)	0,60
- 2 tocos	0,50
- 1 válvula de retenção	5,00
- 1 registro de gaveta	0,40
- 1 curva de 90°	1,50
- Tubo	1,50
- 1 ampliação	1,20
- 1 junção de 45°	1,50
leq total	13,20 m

$$Dh_b = 10,64 \left(\frac{Q_{lb}}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} leqt$$

Sendo

C = 140 (peças de ferro fundido ductil revestido de cimento),

D = 0,050m,

leqt = 13,20m

Tem-se

$$Dh_b = 10,64 \left(\frac{Q_{lb}}{140} \right)^{1,85} 0,050^{-4,87} 13,20$$

$$Dh_b = 32598,28 Q_{lb}^{1,85}$$

c) Perda de Carga na Adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_T / C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L_{total}$$

Sendo

$$L_{total} = L + leqt$$

Peças especiais	leqt(m)
- 4 curvas de 90° (D=150mm)	18,00
- 1 toco (D=150mm)	0,25

$$leqt = 12,00 + 0,25 = 18,25m$$

$$L = 2240,50m \text{ comprimento da adutora.}$$

$$L_{total} = 2240,50 + 18,25 = 2258,75m.$$

$$D = 0,15m,$$

$$Q_T = Q_{1b} = Q$$

$$Dh_A = 10,64 (Q / 140)^{1,85} \times 0,15^{-4,87} \times 2258,75$$

$$Dh_A = 26\,479,42 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de Carga Total (Dh_t)

$$Dh_t = Dh_m + Dh_b + Dh_A$$

$$Dh_t = (7240,20 + 32598,28 + 26479,42) \times Q^{1,85}$$

$$Dh_t = 66\,317,90 Q^{1,85}$$

A Tabela 3.1 mostra as perdas de carga na sucção, no barnlete e na adutora até a entrada na câmara de carga da ETA

TABELA 3.1 - PERDA DE CARGA NA ADUTORA DESDE A SUÇÃO ATÉ A ENTRADA DA ETA

VAZÃO EM 1 BOMBA		DHm	DHb	DHA	DHT	VAZÃO NA ADUTORA	HMAN
(m³/h)	(m³/s)	(mca)	(mca)	(mca)	(mca)	(m³/h)	(mca)
0,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,20
5,00	0,0014	0,04	0,17	0,14	0,34	5,00	68,54
10,00	0,0028	0,14	0,61	0,49	1,24	10,00	69,44
15,00	0,0042	0,29	1,29	1,05	2,62	15,00	70,82
20,00	0,0056	0,49	2,19	1,78	4,46	20,00	72,66
25,00	0,0069	0,74	3,31	2,69	6,74	25,00	74,94
30,00	0,0083	1,03	4,64	3,77	9,44	30,00	77,64

A Figura 3.1 mostra a curva característica da adutora de DN = 150mm e comprimento de 2240,50 m com desnível geométrico de 68,20 m

ADUTORA DE SANTA ROSA - EE-1 (CAPTAÇÃO)

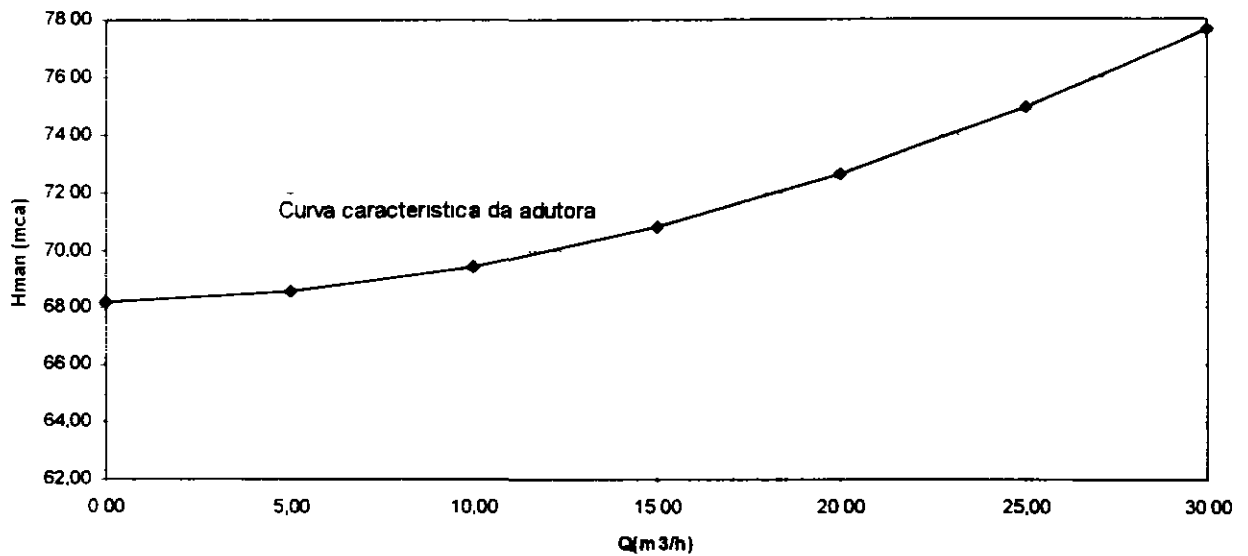


Figura 3.1 - Curva Característica da Adutora desde a Sucção da Bomba até a entrada na Câmara de Carga da ETA

3.2.1.2 - Curva Característica da Bomba

O conjunto moto-bomba deverá atender as seguintes características do sistema

- Vazão 28,40 m³/h
- Altura manométrica 76,73 m

Adotando-se a curva característica de um dos fabricantes, foram obtidos os dados apresentados na Tabela 3.2

TABELA 3.2 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

VAZÃO EM 1 BOMBA		HMAN (1 bomba)
(m³/h)	(m³/s)	(mca)
0,00	0,0000	90,00
5,00	0,0014	90,00
10,00	0,0028	90,00
15,00	0,0042	90,00
20,00	0,0056	85,50
25,00	0,0069	77,50
30,00	0,0083	67,00

A Figura 3 2 mostra a curva característica da bomba

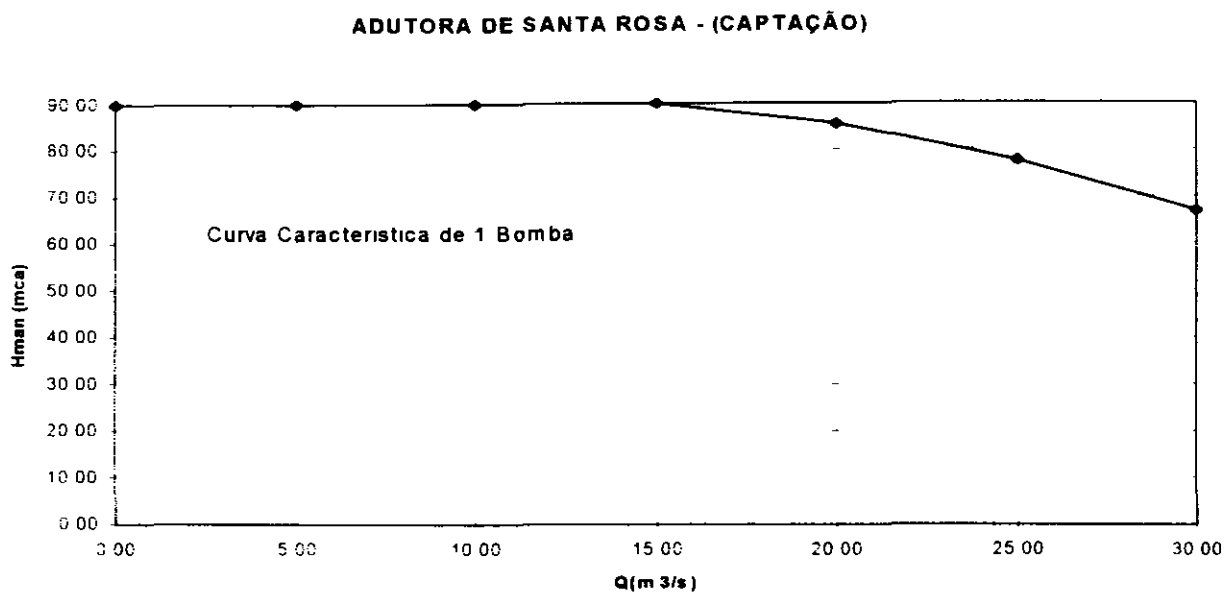


Figura 3 2 - Curva Característica da Bomba Escolhida

A Tabela 3 3 e a Figura 3 3 mostram as curvas características da bomba, da adutora e o ponto de funcionamento do sistema

TABELA 3 3 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DA ADUTORA E DA BOMBA

VAZÃO NA ADUTORA (m³/h)	HMAN (Adutora) (mca)	HMAN (bombas) (mca)
0	68,20	90,00
5	68,54	90,00
10	69,44	90,00
15	70,82	90,00
20	72,66	85,50
25	74,94	77,50
30	77,64	67,00

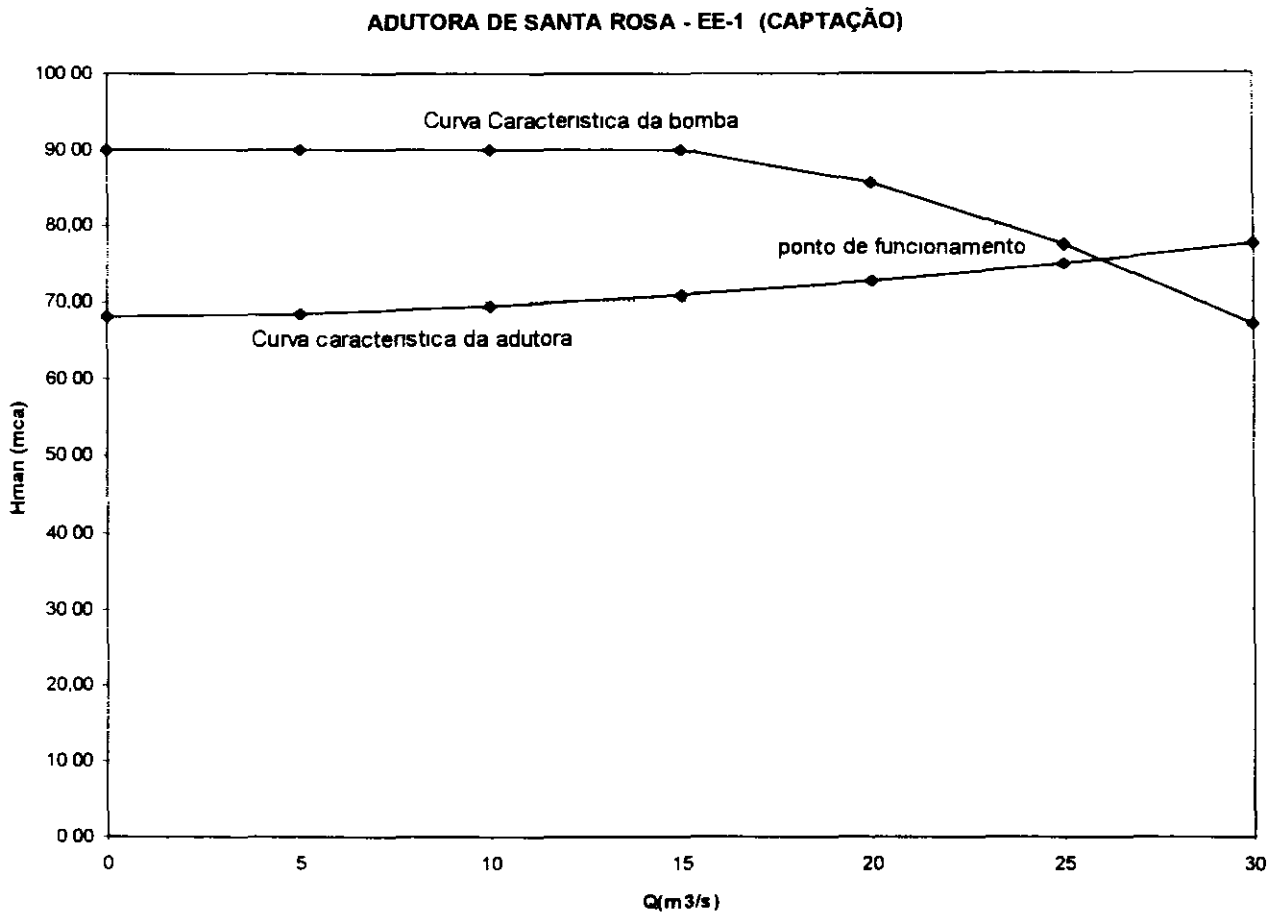


Figura 3 3 - Curvas Características da Adutora, da Bomba e Ponto de Funcionamento do Sistema

Como pode ser visto na Figura 3 3, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-a os seguintes valores

- Vazão Total 26,0 m³/h
- Altura manométrica 75,45 m c a

A vazão e a altura manométrica estão um pouco abaixo dos valores de projeto Devera ser solicitado ao fabricante um ajuste no rotor da bomba para que se tenha no ponto de funcionamento do sistema os seguintes valores

- Vazão Total 28,40 m³/h
- Altura manométrica 76,73m c a
- Rotação 3500 rpm,
- Potência consumida 15 CV,
- Potência do Motor 20 CV,
- Tensão 220/380V,

3.3 - DIMENSIONAMENTO DAS ADUTORAS POR GRAVIDADE

3.3.1 - Adutora de Santa Rosa

A adutora de Santa Rosa de 2006,80m de comprimento, em PVC rígido, terá dois trechos com as seguintes dadas

TRECHO 1

Início do trecho estaca 112+11,20m (Reservatório semi-apoiado de água tratada na ETA),

Término estaca 148+13m

Comprimento do trecho 1 721,80 m,

Vazão $10,12 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00281 \text{ m}^3/\text{s}$ (durante 24 horas),

Cota do N A máx do Res Semi-apoiado (ETA) 160,88,

Cota do N A mín do Res Semi-apoiado (ETA) 157,85,

Cota do terreno no final do trecho 1 115,61,

Desnível geométrico (Hg) $157,85 - 115,61 = 42,24 \text{ m}$,

Diâmetro da adutora 75mm

A perda de carga na tubulação será calculada utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com $C=140$ para tubos de PVC

$$Dh = 10,64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot L$$

Substituindo os dados do projeto na equação tem-se

$$Dh = 10,64 \cdot \left(\frac{0,00281}{140} \right)^{1,85} \cdot 0,075^{-4,87} \cdot 721,80$$

$$Dh = 4,72 \text{ m}$$

$$\text{Pressão disponível} = Hg - Dh = 42,24 - 4,72 = 37,52 \text{ m}$$

TRECHO 2

Início do trecho estaca 148+13m (Bifurcação p/ Adutora de Jacurutu),

301031

Término estaca 212+18m

Comprimento do trecho 2 1285 m,

Vazão $6,73 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00187 \text{ m}^3/\text{s}$ (durante 24 horas) ,

Pressão disponível na estaca 148+13m 37,52,

Cota do terreno no início do trecho 2 115,61,

Cota do terreno no final do trecho 2 125,90,

Desnível geométrico (Hg) $115,61 - 125,90 = -10,29 \text{ m}$,

Diâmetro da tubulação 75mm

A perda de carga na tubulação será calculada utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com $C=140$ para tubos de PVC

$$Dh = 10,64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} L$$

Substituindo os valores na equação tem-se

$$Dh = 10,64 \left(\frac{0,00187}{140} \right)^{1,85} .0,075^{-4,87} .1285$$

$$Dh = 8,66 \text{ m}$$

$$\text{Pressão disponível} = Pd_{\text{est } 148+13\text{m}} + \text{Hg} - Dh = 37,52 - 10,29 - 8,66 = 18,57 \text{ m}$$

3.3.2 - Adutora de Jacurutu

A adutora de Jacurutu inicia-se na bifurcação localizada na estaca 148+13m da adutora de Santa Rosa. será em PVC rígido, e terá 2540,0m de comprimento

Vazão $3,38 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00094 \text{ m}^3/\text{s}$ (durante 24 horas),

Pressão disponível no início da adutora 37,52 mca,

Cota do terreno no início da adutora 115,61,

Cota do terreno no final da adutora 127,83,

Desnível geométrico (Hg) $115,61 - 127,83 = -12,22 \text{ m}$,

Diâmetro da adutora 75mm

A perda de carga na tubulação será calculada utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com C=140 para tubos de PVC

$$Dh = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot L$$

Substituindo os dados do projeto na equação tem-se

$$Dh = 10,64 \cdot \left(\frac{0,00094}{140} \right)^{1,85} \cdot 0,075^{-4,87} \cdot 2540,0$$

Dh = 2,18 m

Pressão disponível = Pd+Hg - Dh = 37,52 - 12,22 - 2,18 = 23,12 mca

3.3.3 - Adutora de São Pedro

A adutora de São Pedro, com 2387,0m de comprimento terá dois trechos com as seguintes dados

TRECHO 1 :

Início do trecho estaca 0+3m (Reservatório semi-apoiado de água tratada na ETA),

Término estaca 119

Comprimento do trecho 1 2377,0 m.

Vazão 18,29 m³/h = 0,00508m³/s (durante 24 horas),

Cota do N A máx do Res Semi-apoiado (ETA) 160,88,

Cota do N A mín do Res Semi-apoiado (ETA) 157,85,

Cota do terreno no final do trecho 1 107,62,

Desnível geométrico (Hg) 157,85 - 107,62 = 50,23 m,

Diâmetro da adutora 100mm

A perda de carga na tubulação será calculada utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com C=140 para tubos de PVC

$$Dh = 10,64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} . L$$

Substituindo os dados do projeto na equação tem-se

$$Dh = 10,64 \left(\frac{0,00508}{140} \right)^{1,85} 0,10^{-4,87} 2377,0$$

$$Dh = 11,44 \text{ m}$$

$$\text{Pressão disponível} = Hg - Dh = 50,23 - 11,44 = 38,79 \text{ m}$$

TRECHO 2:

Início do trecho estaca 119m (Bifurcação p/ Adutora de Primavera) ,

Término estaca 119+10m

Comprimento do trecho 2 10 m,

Vazão $4,75 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00132 \text{ m}^3/\text{s}$ (durante 24 horas) ,

Pressão disponível na estaca 119 38,79,

Cota do terreno no início do trecho 2 107,62,

Cota do terreno no final do trecho 2 107,37,

Desnível geométrico (Hg) $107,62 - 107,37 = 0,25 \text{ m}$,

Diâmetro da tubulação 50mm

A perda de carga na tubulação será calculada utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com $C=140$ para tubos de PVC

$$Dh = 10,64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} . D^{-4,87} . L$$

Substituindo os valores na equação tem-se

$$Dh = 10,64 \left(\frac{0,00132}{140} \right)^{1,85} 0,050^{-4,87} 10,0$$

$$Dh = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Pressão disponível} = P_{d_{\text{est } 148+13\text{m}}} + H_g - D_h = 38,79 + 0,25 - 0,12 = 38,92 \text{ m}$$

3.3.4 - Adutora de Primavera

A adutora de Primavera inicia-se na bifurcação localizada na estaca 1119 da adutora de São Pedro e terá 3680,0 m de comprimento

$$\text{Vazão } 13,54 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00376 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (durante 24 horas).}$$

$$\text{Pressão disponível no início da adutora } 38,79 \text{ mca.}$$

$$\text{Cota do terreno no início da adutora } 107,62.$$

$$\text{Cota do terreno no final da adutora } 111,32,$$

$$\text{Desnível geométrico (Hg) } 107,62 - 111,32 = - 3,70 \text{ m,}$$

$$\text{Diâmetro da adutora } 100\text{mm}$$

A perda de carga na tubulação será calculada utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com $C=140$ para tubos de PVC

$$D_h = 10,64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} \cdot L$$

Substituindo os dados do projeto na equação tem-se

$$D_h = 10,64 \left(\frac{0,00376}{140} \right)^{1,85} 0,10^{-4,87} 3680,0$$

$$D_h = 10,15 \text{ m}$$

$$\text{Pressão disponível} = P_d + H_g - D_h = 38,79 - 3,70 - 10,15 = 24,94 \text{ mca}$$

3.4 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A Estação de tratamento será composta basicamente de uma câmara de carga, um clarificador e uma casa de química. Essas unidades estão dimensionadas e descritas no item 2.4.3

3.4.1 - Sistema de Lavagem dos Filtros (EE-FILTROS)

O recalque para a lavagem de filtro será realizado por 1 conjunto motor-bomba centrífuga de eixo horizontal. Deverão ser instalados 2 conjuntos, sendo um de reserva, com as seguintes características.

Vazão	95,6 m ³ /h
Altura manométrica	14,00 m
Potência do motor	7,5 CV
Rotação	1750 rpm
Tempo de lavagem	8 minutos

A casa de bombas será construída em alvenaria e a sucção das bombas será feita diretamente do reservatório semi-apoiado de água tratada localizada na ETA, cuja capacidade é de 150 m³. O volume utilizado na lavagem dos filtros é de 12,75 m³.

Os detalhes construtivos das unidades que compõem a ETA podem ser vistos nas plantas HD-14 e HD-15 contidas no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO II - DESENHOS.

3.5 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

- Cálculo do Volume de Reservação Necessário

$Q_1 = 7,89 \text{ L/s}$ (dia de maior consumo, 24 horas)

$Q_2 = 1,5 \times 7,89 = 11,83 \text{ L/s}$ (hora de maior consumo no dia de maior demanda)

A vazão de projeto é a do dia de maior consumo, portanto o volume diário aduzido será

$$V_1 = 7,89 \text{ l/s} \times 24 \times 3600 \text{ s} = 681\,696 \text{ L}$$

No dia crítico, em que dia e hora forem de maior demanda, teríamos

$$72\,000 \text{ s/dia} \times 11,83 \text{ L/s} \times t = 681\,696 \text{ L} \quad t = 0,80 \text{ dia} \Rightarrow t = 19,20 \text{ h}$$

Portanto, neste dia o volume diário aduzido seria consumido em 19,20 h

O volume de reservação necessária será

$$7,89 \times (24 - 19,20) \times 3600 = 136\,339 \text{ L} = 136,34 \text{ m}^3$$

Para que sejam atendidas as variações de demanda do abastecimento da localidade mais o volume necessário à lavagem dos filtros (12,75 m³) será necessário um armazenamento com o seguinte volume

$$136,34 + 12,75 = 149,10 \text{ m}^3$$

Este reservatório ficará localizado na área de tratamento de água do sistema

Dimensões Úteis

Base 10,0 x 5,00 m.

Altura útil 3,00m

Altura total 3,35 m

Níveis de Água

$NA_{máx} = 160,85$ m

$Na_{mín} = 157,85$ m

Diâmetros das Tubulações

Alimentação ϕ 150 mm

Saída para abastecimento Santa Rosa/Jacurutu ϕ 75 mm

Pnmavera/São Pedro ϕ 100 mm

Extravasor ϕ 150 mm

Descarga de fundo ϕ 150 mm

Sucção da EE-Filtros ϕ 150 mm

Os detalhes construtivos do reservatório semi-apoiado de água tratada podem ser vistos na planta HD-13 contida no RELATÓRIO GERAL - VOLUME 2 - TOMO II - DESENHOS

3.6 - ESTUDO DE GOLPE DE ARIETE NAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE

O transiente hidráulico do sistema adutor da Adutora de Santa Rosa, aqui analisado, e composto por 1 trecho por recalque com 2240m de comprimento e que contém 4 ventosas

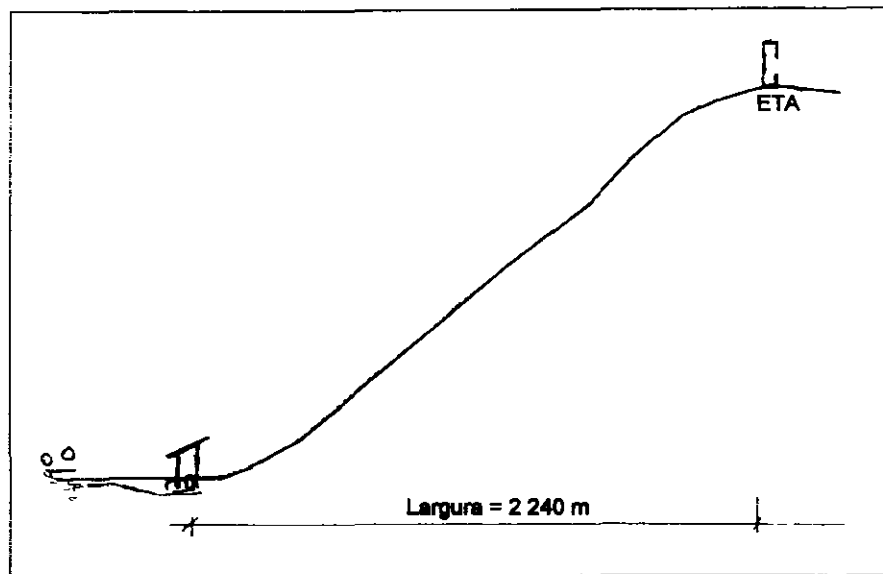


FIGURA 3.4 - ESQUEMA DO SISTEMA ADUTOR DE SANTA ROSA

Analisou-se o comportamento do sistema hidráulico durante os transientes hidráulicos devido à parada das bombas por interrupção no fornecimento de energia elétrica. Para isso foi utilizado um programa computacional baseado no método das características com o qual é possível analisar o sistema hidráulico como um todo, incluindo os equipamentos de proteção da tubulação. No caso foi considerado o funcionamento normal de todas as válvulas de retenção, isto é sem ocorrer refluxo, e tendo na linha a presença das ventosas para cada local projetado.

Para se aplicar o modelo matemático, o sistema hidráulico foi discretizado com seções igualmente distanciadas entre si (50m) e calculadas as variáveis a cada intervalo de tempo definido no programa para cada trecho.

A adutora estudada foi dividida em 5 trechos, sendo que um trecho é determinado por 2 contornos. Os contornos do sistema adutor de Santa Rosa são conjunto moto-bomba, ventosas e reservatório de jusante, portanto o primeiro trecho inicia-se na estação elevatória e termina na primeira ventosa, os trechos subsequentes iniciam-se e terminam em ventosas e o último trecho inicia-se na última ventosa e termina no reservatório de jusante.

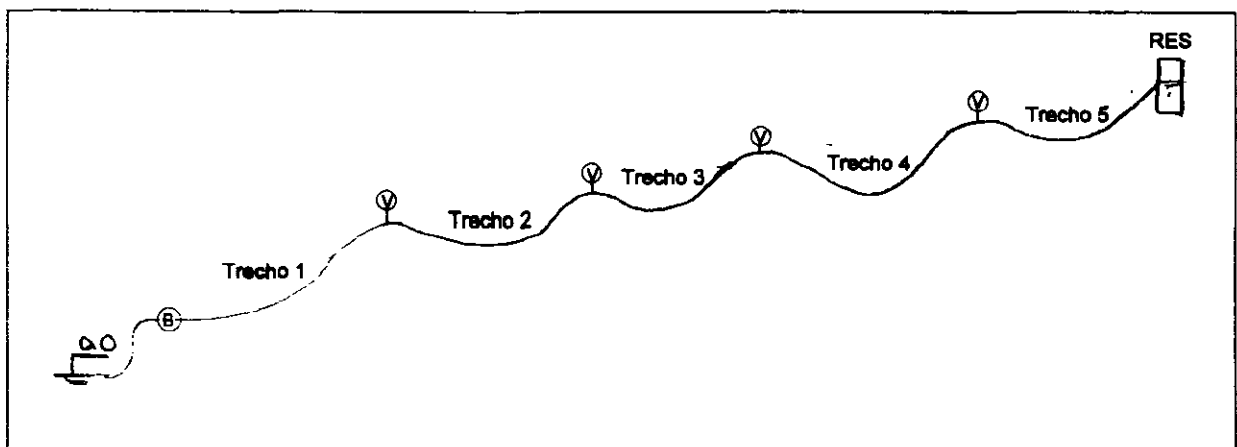


FIGURA 3.5 - SISTEMA HIDRÁULICO

O historico das cargas relativas ($P/\gamma+Z$) para as seções que se desejou estudar são apresentados em forma de tabelas e de gráficos. As cargas apresentadas são chamadas de relativas pois o modelo considera como nível zero o nível do poço de sucção da estação elevatória.

Foi analisado para a adutora em questão, o seu funcionamento no regime transiente, considerando-se o conjunto motor-bomba sem volante. O estudo indica que as pressões positivas serão bem maiores do que as pressões no regime normal, porém dentro dos limites de pressão de trabalho dos tubos. Em nenhum trecho ter-se-á pressões negativas, mas por recomendações técnicas deverão ser instaladas 4 ventosas, aos pares, nos pontos altos e de inflexão e em trechos longos, para garantir o perfeito funcionamento da adutora.

A Tabela 3.4 e as Figuras 3.6, 3.7, 3.8 e 3.9 mostram as cargas no regime transiente nos diversos trechos.

**TABELA 3 4 - CARGA x TEMPO DURANTE O REGIME TRANSIENTE
NA ADUTORA DE SANTA ROSA - TRECHO EE1-ETA**

TEMPO(s)	Trecho 1 - Seção 1	Trecho 2 - Seção 2	Trecho 3 - Seção 1	Trecho 4 - Seção 1	Trecho 5 - Seção 1
0,00	81,15	80,42	78,87	78,83	78,78
0,05	76,57	80,42	78,87	78,83	78,78
0,09	72,44	80,42	78,87	78,83	72,67
0,14	68,69	80,42	78,87	72,51	72,67
0,19	65,27	80,42	72,06	72,51	71,73
0,24	62,18	80,42	72,06	71,27	71,73
0,28	59,27	80,42	71,26	71,27	71,28
0,33	56,61	80,42	71,26	71,28	71,28
0,38	54,14	80,42	71,34	71,28	71,74
0,42	51,85	80,42	71,34	71,81	71,74
0,47	49,75	80,42	71,91	71,81	71,88
0,52	47,76	80,42	71,91	71,97	71,88
0,56	45,95	80,42	72,04	71,97	71,92
0,61	44,22	80,42	72,04	71,98	71,92
0,66	42,67	75,85	72,03	71,98	71,88
0,71	41,2	71,73	72,03	71,93	71,88
0,75	39,92	67,97	71,98	71,93	71,87
0,80	38,65	64,56	71,98	71,91	71,87
0,85	37,55	61,46	71,97	71,91	71,86
0,89	36,43	58,54	71,97	71,91	71,86
0,94	35,41	55,88	71,97	71,91	71,86
0,99	34,46	53,4	71,97	71,92	71,86
1,03	33,55	51,1	71,97	71,92	71,87
1,08	32,74	48,98	71,97	71,92	71,87
1,13	31,92	46,98	71,97	71,92	71,87
1,18	31,18	45,16	71,97	71,92	71,87
1,22	30,51	43,41	71,97	71,92	71,87
1,27	29,83	41,85	71,97	71,92	71,87
1,32	29,2	40,37	71,97	71,92	71,87
1,36	28,63	39,07	71,97	71,92	71,87
1,41	28,1	37,8	71,97	71,92	71,87
1,46	27,59	30,06	71,97	71,92	71,87
1,50	27,12	28,92	71,97	71,92	71,87
1,55	26,67	27,2	71,97	71,92	71,87
1,60	26,26	26,23	71,97	71,92	71,87
1,65	25,86	25,4	71,97	71,92	71,87

**TABELA 3 4 - CARGA x TEMPO DURANTE O REGIME TRANSIENTE
NA ADUTORA DE SANTA ROSA - TRECHO EE1-ETA**

TEMPO(s)	Trecho 1 - Seção 1	Trecho 2 - Seção 2	Trecho 3 - Seção 1	Trecho 4 - Seção 1	Trecho 5 - Seção 1
1,69	25,48	24,58	71,97	71,92	71,87
1,74	25,12	24,31	71,97	71,92	71,87
1,79	24,78	23,61	71,97	71,92	71,87
1,83	24,45	23,1	71,97	71,92	71,87
1,88	24,14	22,46	71,97	71,92	71,87
1,93	23,82	21,86	67,9	71,92	71,87
1,98	23,51	21,31	64,22	67,99	71,87
2,02	23,22	20,77	61,01	64,44	67,49
2,07	21,85	20,28	58,08	60,74	63,53
2,12	21,35	19,81	54,91	58,25	63,77
2,16	20,74	19,39	52,89	58,29	64,95
2,21	20,24	18,99	53,57	58,26	64,75
2,26	19,8	18,61	54,08	60,38	63,54
2,30	19,37	18,26	56,64	60,56	66,11
2,35	19	17,91	57,11	62,69	67,52
2,40	18,62	17,59	59,47	64,42	67,33
2,45	18,25	17,27	61,57	64,38	67,85
2,49	17,89	16,97	61,56	65,22	67,99
2,54	17,56	16,66	62,53	65,39	68,4
2,59	17,24	16,37	62,96	65,92	68,46
2,63	16,93	16,08	63,69	66,22	68,63
2,68	16,64	21,33	64,16	58,29	68,91
2,73	16,34	20,83	55,7	58,34	61,08
2,77	16,06	20,99	55,85	58,33	61,2
2,82	15,79	20,5	56,66	58,4	61,09
2,87	15,53	19,99	56,88	58,48	65,92
2,92	15,29	19,57	56,94	59,3	61,45
2,96	15,06	18,64	57,95	58,67	63,74
3,01	14,82	18,27	57,33	59,92	62,35
3,06	14,59	17,78	58,7	59,05	66,59
3,10	14,38	17,42	57,98	61,18	63,21
3,15	14,17	17,09	60,23	59,62	65,16
3,20	13,98	17,13	58,64	61,98	63,97
3,24	13,79	17,19	61,09	60,34	67,48
3,29	13,61	17,34	59,54	63,3	64,62
3,34	13,44	17,45	62,59	61,18	66,64
3,39	13,27	17,03	60,47	64,1	65,21
3,43	13,1	17,58	63,44	62,06	68,37

**TABELA 3.4 - CARGA x TEMPO DURANTE O REGIME TRANSIENTE
NA ADUTORA DE SANTA ROSA - TRECHO EE1-ETA**

TEMPO(s)	Trecho 1 - Seção 1	Trecho 2 - Seção 2	Trecho 3 - Seção 1	Trecho 4 - Seção 1	Trecho 5 - Seção 1
3,48	12,94	20,61	61,45	65,26	65,77
3,53	12,79	23,29	64,71	62,94	67,94
3,57	12,64	27,83	62,39	65,97	66,31
3,62	12,49	30,1	65,43	63,79	69,15
3,67	12,36	34,12	63,29	66,88	66,82
3,72	12,22	37,74	66,41	64,59	68,96
3,76	12,09	39,18	64,13	67,44	67,3
3,81	12,04	41,36	66,97	65,32	61,15
3,86	12,02	43,03	64,87	65,05	67,76
3,90	12,04	44,8	64,38	66	63,39
3,95	12,04	46,31	70,6	64,28	68,17
4,00	11,89	38,88	68,6	68,35	65,39
4,04	12,05	39,96	67,87	66,01	69,17
4,09	13,73	41,62	65,51	68,47	67,13
4,14	15,88	42,62	67,62	66,24	69,58
4,19	20,06	43,39	65,46	68,57	68,02
4,23	22,43	45,03	67,44	66,61	69,76
4,28	26,84	45,08	65,53	68,6	68,5
4,33	31,01	46,96	67,91	66,92	69,82
4,37	32,64	46,74	66,27	68,8	68,79
4,42	35,27	49,15	68,26	67,37	69,92
4,47	37,16	47,84	66,88	69,01	69,05
4,51	39,23	50,32	68,56	67,82	70,03
4,56	40,96	48,91	67,4	69,22	69,31
4,61	31,52	52,31	68,75	68,22	70,14
4,66	32,7	50,03	67,77	69,39	69,54
4,70	34,52	51,75	68,93	68,55	70,24
4,75	35,6	49,46	68,14	69,53	69,74
4,80	36,45	52,43	69,12	68,84	70,33
4,84	38,36	50,4	68,43	69,67	69,91
4,89	38,31	53,85	69,22	69,09	70,41
4,94	40,58	52,47	68,64	69,77	70,06
4,98	40,19	55,75	69,33	69,29	70,47
5,03	88,58	54,03	68,88	69,86	70,18
5,08	86,64	57,12	69,4	69,47	70,52
5,13	92,33	55,52	69,06	69,92	70,29
5,17	90,28	55,34	69,59	69,62	70,57
5,22	96,96	54,02	69,3	70,03	70,38

**TABELA 3 4 - CARGA x TEMPO DURANTE O REGIME TRANSIENTE
NA ADUTORA DE SANTA ROSA - TRECHO EE1-ETA**

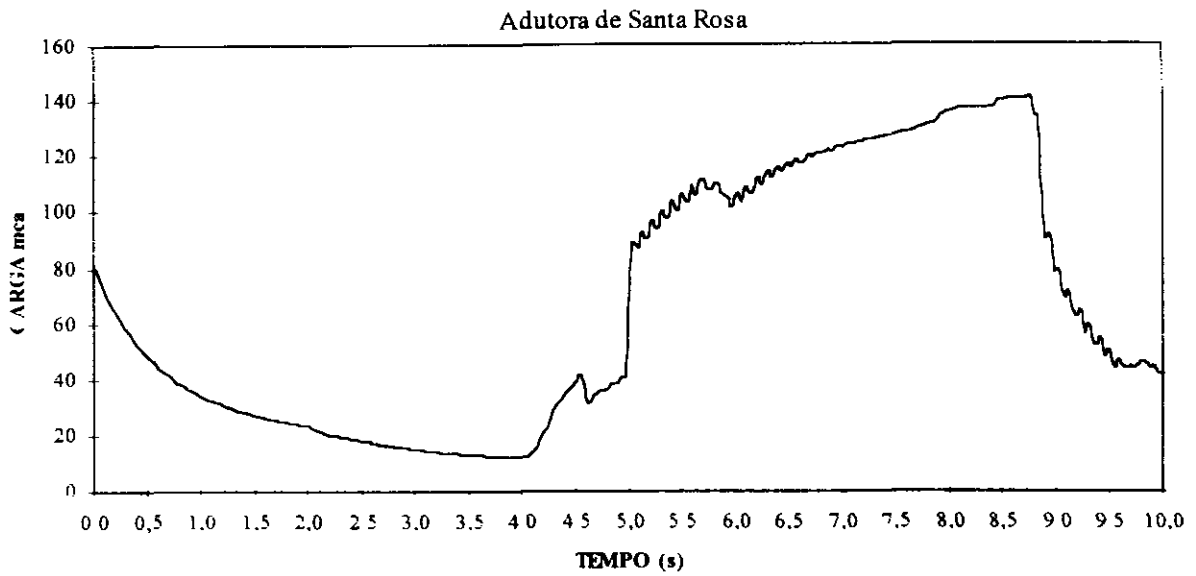
TEMPO(s)	Trecho 1 - Seção 1	Trecho 2 - Seção 2	Trecho 3 - Seção 1	Trecho 4 - Seção 1	Trecho 5 - Seção 1
5,27	93,72	52,52	69,71	69,78	70,62
5,31	100,15	51,76	69,48	70,12	70,47
5,36	97,07	49,91	69,92	69,92	70,67
5,41	103,99	52,38	69,74	70,24	70,56
5,46	100,23	50,88	69,96	70,08	70,74
5,50	106,65	53,4	69,82	70,31	70,65
5,55	103,17	52,23	70,06	70,18	70,79
5,60	109,69	54,67	69,93	70,38	70,71
5,64	105,9	99,19	70,14	70,28	70,83
5,69	111,84	100,41	69,8	70,44	70,77
5,74	108,34	102,25	69,78	70,26	70,87
5,78	107,89	103,04	69,59	70,32	70,78
5,83	109,87	105,57	69,62	70,18	70,83
5,88	106,94	105,48	69,84	70,22	70,75
5,93	105,23	108,06	69,64	70,25	70,78
5,97	101,61	107,85	68,28	70,19	70,77
6,02	106,59	110,82	68,16	69,65	70,75
6,07	103,22	110,07	68,57	69,58	70,52
6,11	108,72	112,9	69,05	69,56	70,49
6,16	106,78	112,14	69,65	69,72	70,43
6,21	112,22	115,14	70,24	69,93	70,49
6,25	109,79	114,09	70,22	70,23	70,56
6,30	114,16	116,9	70,34	70,29	70,7
6,35	112,18	115,88	70,49	70,45	70,75
6,40	115,8	115,52	70,6	70,54	70,85
6,44	114,19	117,19	70,68	70,65	70,9
6,49	117,24	115,62	68,59	70,72	70,97
6,54	115,97	115,3	68,61	69,91	71,02
6,58	118,62	113,42	70,04	69,94	70,68
6,63	117,64	116,39	70,08	70,27	70,7
6,68	119,92	114,67	70,17	70,3	70,77
6,72	119,16	117,79	70,4	70,42	70,79
6,77	121,1	116,82	70,33	70,53	70,86
6,82	120,58	119,91	70,54	70,55	70,91
6,87	122,28	118,71	70,52	70,67	70,94
6,91	121,89	121,21	111,42	70,68	71,01
6,96	123,4	120,28	110,77	90,74	71,01
7,01	123,11	122,37	90,79	90,44	80,91

**TABELA 3 4 - CARGA x TEMPO DURANTE O REGIME TRANSIENTE
NA ADUTORA DE SANTA ROSA - TRECHO EE1-ETA**

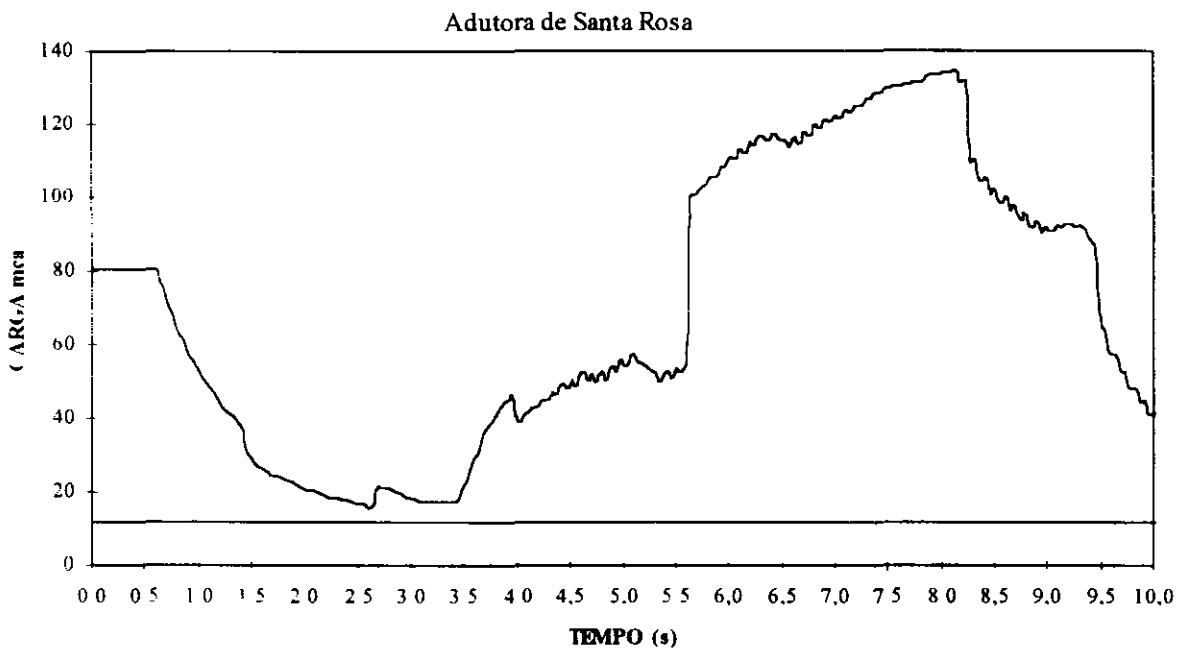
TEMPO(s)	Trecho 1 - Seção 1	Trecho 2 - Seção 2	Trecho 3 - Seção 1	Trecho 4 - Seção 1	Trecho 5 - Seção 1
7,05	124,44	121,8	90,46	85,25	80,77
7,10	124,2	123,7	86,92	85,02	79,25
7,15	125,35	123,31	86,16	82,88	79,12
7,20	125,21	125,04	84,01	82,43	77,96
7,24	126,19	124,72	83,67	80,88	77,72
7,29	126,14	126,41	82,39	80,59	76,88
7,34	126,88	126,99	81,8	79,59	76,71
7,38	126,87	128,52	80,59	79,21	76,16
7,43	127,6	128,69	80,36	78,37	75,95
7,48	127,64	129,72	79,59	78,15	75,49
7,52	128,26	129,57	79,23	77,56	75,37
7,57	128,38	130,21	78,39	77,32	75,04
7,62	128,94	130,19	78,29	76,76	74,9
7,67	129,41	130,79	74,81	76,64	74,6
7,71	130,15	130,73	77,21	74,82	74,53
7,76	130,65	131,44	74,38	75,92	73,61
7,81	131,45	131,42	73,69	74,1	74,14
7,85	131,8	133,2	71,63	74,05	73,15
7,90	132,89	133,25	74,7	72,57	73,18
7,95	134,8	133,73	73,38	74,02	72,35
7,99	135,9	133,78	74,95	72,94	73,06
8,04	136,78	134,31	74,54	74,07	72,43
8,09	137,14	134,24	75,62	73,53	73,08
8,14	137,25	134,81	74,84	74,41	72,74
8,18	137,02	131,18	75,21	73,85	73,25
8,23	137,27	131,8	74,88	74,3	72,94
8,28	137,14	109,35	75	73,98	73,22
8,32	137,26	110,43	74,84	74,18	73,03
8,37	137,52	104,11	74,79	74,01	73,16
8,42	137,63	105,38	74,77	74,06	73,05
8,46	140,17	100,33	74,64	73,99	73,1
8,51	140,33	102,07	74,7	73,95	73,05
8,56	140,57	98,41	74,5	73,95	73,04
8,61	140,68	100,24	74,6	73,85	73,04
8,65	141,01	96,37	74,36	73,9	72,99
8,70	140,85	98,05	74,5	73,75	73,01
8,75	141,37	94,18	74,25	73,84	72,94
8,79	134,06	95,58	74,39	73,68	72,98

**TABELA 3 4 - CARGA x TEMPO DURANTE O REGIME TRANSIENTE
NA ADUTORA DE SANTA ROSA - TRECHO EE1-ETA**

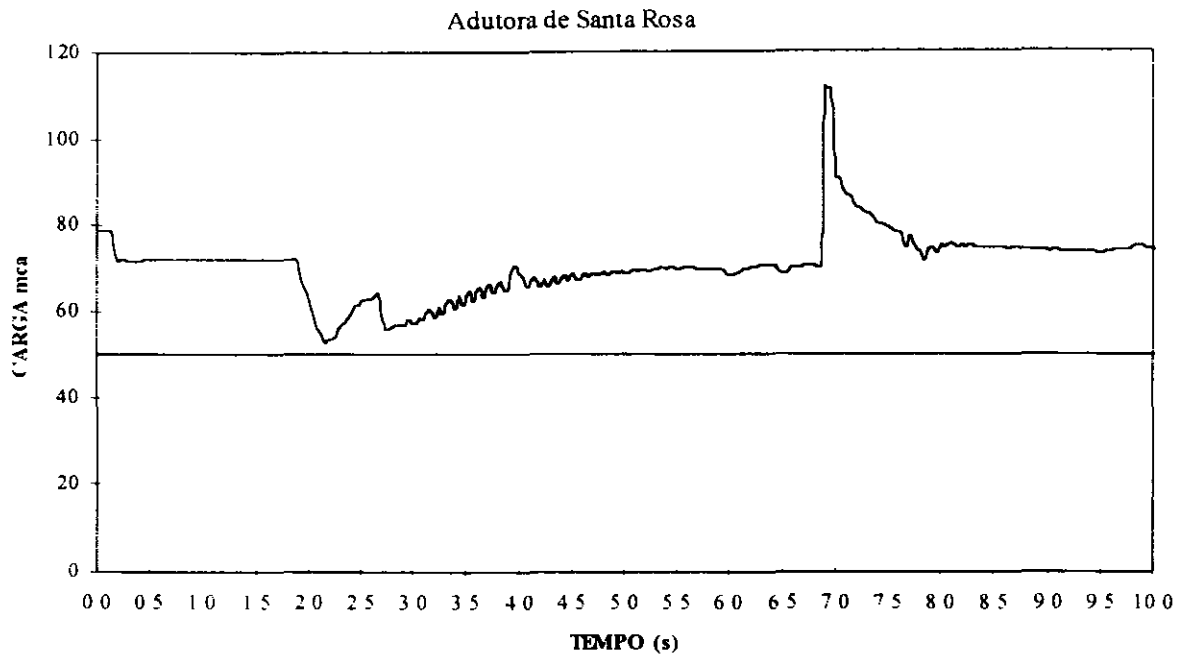
TEMPO(s)	Trecho 1 - Seção 1	Trecho 2 - Seção 2	Trecho 3 - Seção 1	Trecho 4 - Seção 1	Trecho 5 - Seção 1
8,84	134,75	92	74,16	73,77	72,9
8,89	89,96	93,56	74,29	73,61	72,95
8,94	91,38	90,46	74,07	73,7	72,87
8,98	77,96	91,98	74,18	73,55	72,92
9,03	79,69	90,72	73,95	73,63	72,83
9,08	69,3	92,17	74,07	73,47	72,88
9,12	71,67	91,99	73,84	73,56	72,79
9,17	62,49	92,71	73,96	73,4	72,84
9,22	65,03	93,1	73,69	73,48	72,76
9,26	56,48	92,13	73,79	73,31	72,8
9,31	59,44	92,57	73,63	73,38	72,71
9,36	51,65	91,27	73,72	73,26	72,75
9,41	54,65	88,02	73,55	73,32	72,68
9,45	47,3	86,63	73,66	73,2	72,72
9,50	50,52	64,79	73,51	73,27	72,65
9,55	44,24	63,89	73,77	73,17	72,69
9,59	47,02	57,75	73,75	73,32	72,64
9,64	44,37	57,13	74,1	73,28	72,72
9,69	44,73	52,47	74,09	73,5	72,7
9,73	44,22	52,29	74,06	73,48	72,82
9,78	45,39	48,18	74,18	73,52	72,81
9,83	46,06	48,19	74,91	73,57	72,84
9,88	43,82	44,33	74,96	73,96	72,87
9,92	44,79	44,67	74,85	74	73,08
9,97	41,69	41,13	74,56	74,04	73,1
10,02	41,99	41,61	74,26	73,9	73,13



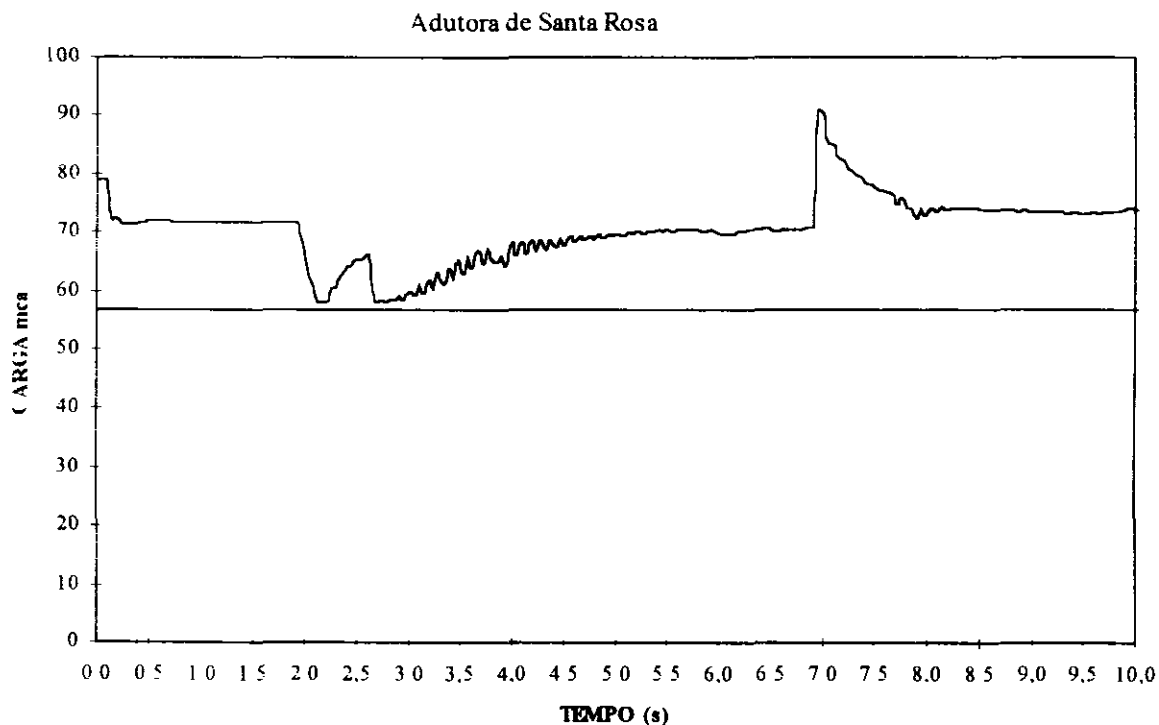
**FIGURA 3. 6 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 1 - SEÇÃO 1: Cota da seção = 0,0)**



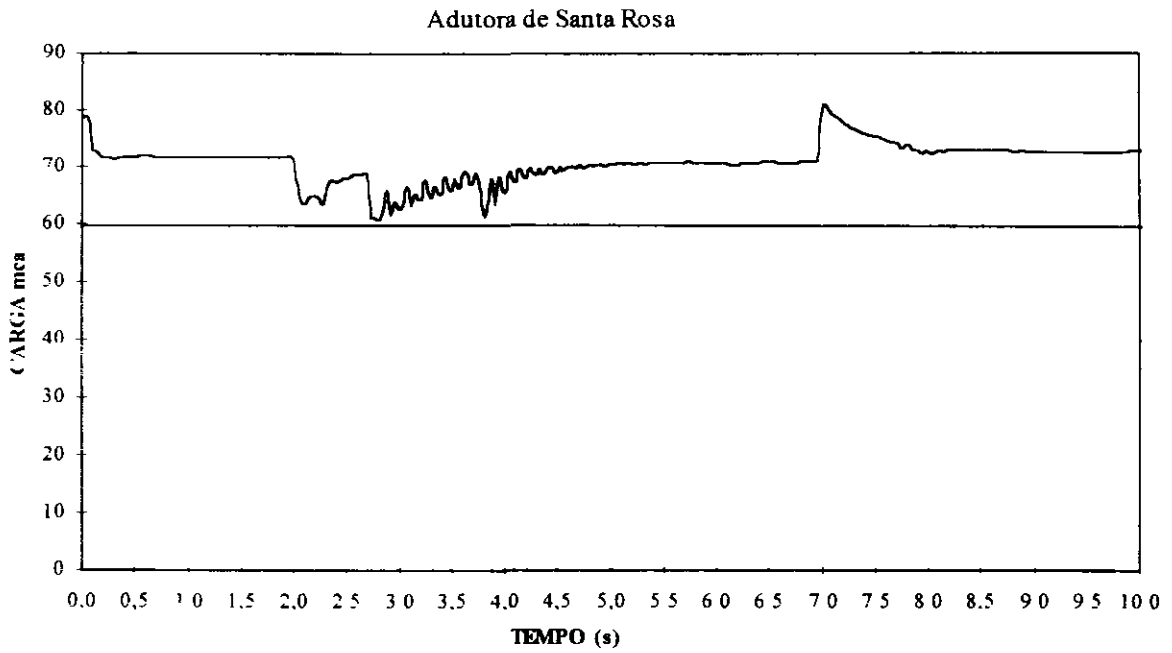
**FIGURA 3. 7 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 2 - SEÇÃO 2 : Cota da seção = 11,85)**



**FIGURA 3.8 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TERCHO 3 - SEÇÃO 1 : Cota da seção = 49,93)**



**FIGURA 3.9 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 4 - SEÇÃO 1 : Cota da seção = 56,78)**



**FIGURA 3. 10 - CARGA x TEMPO NO REGIME TRANSIENTE
(TRECHO 5 - SEÇÃO 1 : Cota da seção : 59,65)**

4 - PROJETO ESTRUTURAL

Este memorial trata de estruturas de concreto armado destinado a reservatórios assentes, semi-enterrados, elevados e estação de captação. As paredes dos reservatórios são projetados para suportar os esforços provocados pela ação da água e terra

4.1 - HIPÓTESE DE CARREGAMENTO

As hipóteses de carregamento (vertical e empuxo) bem como o cálculo das cargas estão de acordo com as normas brasileiras (NB-1), para cálculo e execução de construções de concreto armado. Podendo usar para estas fórmulas práticas aproximadas

4.2 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS

4.2.1 - Cálculo das Lajes

Todas as lajes foram calculadas pelo processo de Marcus. Utilizando-se para o cálculo programa computacional denominado "lajes"

4.2.2 - Cálculo das Vigas e Paredes

Utilizou-se para o cálculo das vigas e paredes o processamento eletrônico, não se considerou redistribuição de momentos

4.2.3 - Cálculo das Cintas

Ao longo dos pilares dos reservatórios elevados existe um cintamento com a finalidade de diminuir os comprimentos de flambagem dos pilares e para solidarizar as fundações

4.2.4 - Cálculo dos Pilares

Os pilares recebem cargas das vigas e cintas. Cálculo em flexo compressão oblíqua

4.2.5 - Cálculo das Fundações

Foram adotadas fundações diretas em sapatas ou blocos, em função do tipo de solo e tensão admissível (σ_{adm}) do solo

4.3 - DIMENSIONAMENTO

4.3.1 - Lajes

As lajes foram dimensionadas segundo os critérios das Normas Brasileiras, com alturas tais que sempre sejam sub-armadas e que as flechas tenham valores compatíveis com as exigências da Norma

4.3.2 - Vigas, Paredes e Cintas

Dimensionadas segundo critérios das Normas Brasileiras, com seções retangulares

4.3.3 - Pilares

Os pilares foram dimensionados de acordo com a Norma Brasileira NB-1/78

4.3.4 - Fundações

As sapatas de fundação foram dimensionadas pelo método da flexão (sapata rígida) levando-se em conta a punção

Encontra-se em anexo a Memória de Cálculo Estrutural

5 - PROJETO ELÉTRICO

5.1 - INTRODUÇÃO

Esta memora de cálculo visa dimensionar as subestações e equipamentos elétricos destinados as estações de captação e bombeamento do Projeto Adutora de Santa Rosa em Caucaia

As subestações transformadoras, classe 15 KV, serão do tipo aérea e ao tempo, instaladas em postes de concreto armado, padrão COELCE. Estas subestações estarão ligadas ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 KV através das linhas de distribuição rural do sistema COELCE e que fornecerão aos motores das bombas tensão 380 V trifásica

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto-compensada para os motores da estação de captação e da estação elevatória para lavagem dos filtros (EE-Filtros)

Os motores elétricos deverão ter suas carcaças devidamente aterradas com cabo de cobre nu e hastes de terra em aço cobreado, serão totalmente fechados e terão grau de proteção mínimo IP-54 (NBR 6146)

As chaves de comando protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase, além do controle de nível de água, nas estações CAPTAÇÃO e EE-FILTROS, que desligarão os motores no caso do nível mínimo ser atingido

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa metálica, estrutura auto portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais elétricos utilizados na confecção destes quadros. Os quadros de comando deverão ter grau de proteção mínimo IP-44 (NBR 6146)

5.2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES - DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

5.2.1 - Captação

A carga instalada prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos, sendo um (01) efetivo e um (01) reserva. Em nenhuma hipótese os motores deverão operar simultaneamente (em paralelo)

- Características dos Motores 20 CV

potência nominal	20 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	32 A
freqüência	60 Hz
fator de potência	0,85
rendimento	0,88

- *Potência da Subestação*

$$P_{SE} = \frac{20 \times 0,736}{0,88 \times 0,85} = 19,7 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 30 kVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE)

4.2.2 - Estação de Tratamento (EE-FILTROS)

A carga instalada prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos, sendo um (01) efetivo e um (01) reserva. Em nenhuma hipótese os motores deverão operar simultaneamente (em paralelo)

- *Características dos Motores 7,5 CV*

potência nominal	7,5 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	12 A
frequência	60 Hz
fator de potência	0,83
rendimento	0,78

- *Potência da Subestação*

$$P_{SE} = \frac{7,5 \times 0,736}{0,83 \times 0,78} = 8,5 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 15 kVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE)

5.2.3 - Subestação Padrão 30 kVA - Condutores e Proteção

- *Condutores Secundários*

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

$$S_{fase} = 3 \times 10 \text{ mm}^2 \quad (1 \text{ condutor p/fase} - 750 \text{ V} - \text{PVC})$$

$$S_{neutro} = 1 \times 10 \text{ mm}^2 \quad (1 \text{ condutor neutro} - 750 \text{ V} - \text{PVC})$$

- *Proteção Primária*

$$I_p = \frac{30}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 1,88 \text{ A}$$

Será utilizado chave fusível - 15 kV - 100 A - 2 kA - com elo fusível de 2 A (2 H)

- *Proteção Secundária*

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V - 60 A - 5 kA

5.2.4 - Subestação Padrão 15 kVA - Condutores e Proteção

- *Condutores Secundários*

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0,38} = 22,8 \text{ A}$$

$S_{\text{fase}} = 3 \times 6 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)

$S_{\text{neutro}} = 1 \times 6 \text{ mm}^2$ (1 condutor neutro - 750 V - PVC)

- *Proteção Primária*

$$I_p = \frac{15}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 0,94 \text{ A}$$

Será utilizado chave fusível - 15 kV - 100 A - 2 kA - com elo fusível de 1 A (1 H)

- *Proteção Secundária*

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0,38} = 22,8 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V - 30 A - 5 kA

5.3 - MOTORES ELÉTRICOS

Dimensionamento de condutores, proteção e acionamento

5.3.1 - Motor 20 CV

corrente nominal 32 A

partida chave automática compensadora - 380 V p/motor 20 CV - taps 65/80%

condutores a) Pela ampacidade 32 A

	S_{fase} 3 x 6 mm ² (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)
	$S_{\text{proteção}}$ 1 x 6 mm ² (1 condutor cobre nu)
proteção	fusível tipo NH - 63 A - 500 V
	relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 32 a 40 A, ajuste 32 A

5.3.2 - Motor 7,5 CV

corrente nominal	12 A
partida	chave automática compensadora - 380 V p/motor 7,5 CV - taps 65/80%
condutores	S_{fase} 3 x 2,5 mm ² (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)
	$S_{\text{proteção}}$ 1 x 2,5 m ² (1 condutor cobre nu)
proteção	fusível tipo NH - 25 A - 500 V
	relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 8 a 12,5A, ajuste 12A

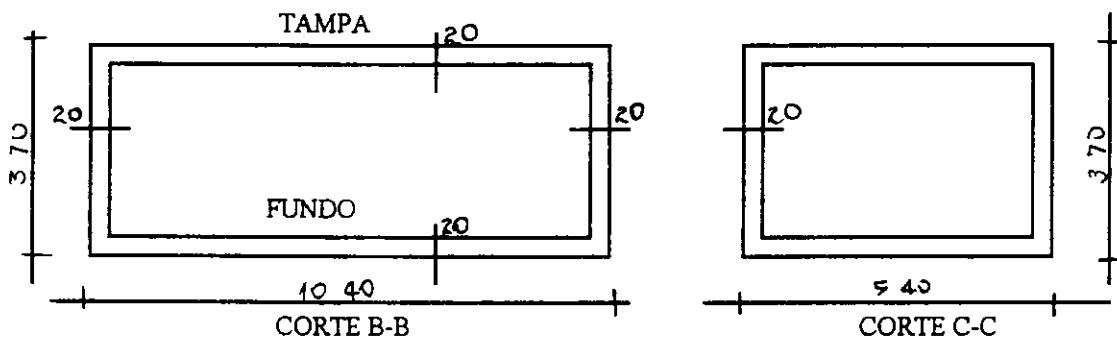
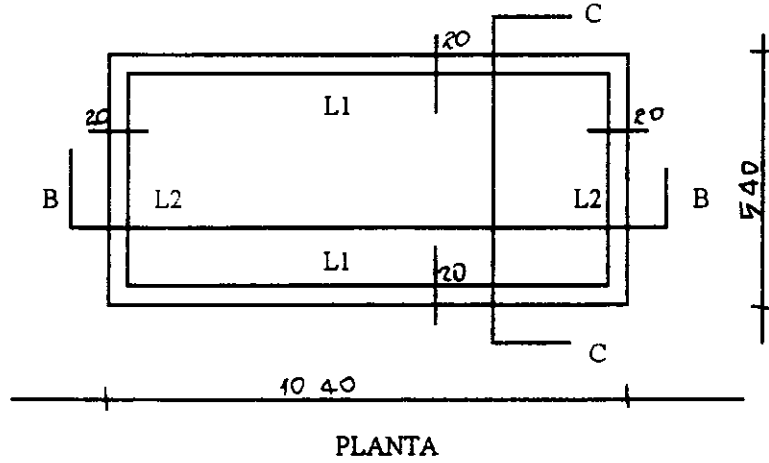
ANEXO - MEMÓRIA DO CÁLCULO ESTRUTURAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO DO RESERVATÓRIO SEMI APOIADO DE SANTA ROSA

* Adoto-se para este calculo as seguintes constantes

- * $\gamma = 1,5 \text{ t/m}^3$
- * $k = 0,40$

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO PARA CÁLCULO



CARGAS ATUANTES

TAMPA

PESO P	$0,15 * 2500$	=	375 KG/M ²
REVESTIMENTO		=	100 KG/M ²
SOBRE CARGA		=	290 KG/M ²

CARGAS NO FUNDO

$$2 * 3,35 * (5,40 + 10,40) * 0,20 * 2500 = 51590,0 \text{ KG}$$

$$51590,0 / 10,40 * 5,40 = 918,625 \text{ KG/M}^2$$

LOGO CARGA NO FUNDO

918 625
- 762 000

1683 62 -----> 1684 KG/M2

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO DO TERRENO

$$1684 + 0,20 \cdot 2500 + 1000 \cdot 3,0 = 5184 \text{ KG/M}^2$$

$$0,518 \text{ KG/CM}^2 < 1,5 \text{ KG/CM}^2 \text{ ADOTADO} \text{ ---> OK!}$$

CALCULO DOS COMPRIMENTOS ELASTICOS

$$L1' = 5,20 \cdot 15^3 / 15^3 = 5,20 \text{ m}$$

$$L3' = 5,20 \cdot 15^3 / 20^3 = 2,194 \text{ m}$$

$$L2' = L4' = 3,60 \cdot 15^3 / 20^3 = 1,519 \text{ m}$$

CALCULO DOS COEFICIENTES

$$\delta_{11} = \alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 = 5,20/3 + 1,519/3 + 5,20/6 = 3,106$$

$$\delta_{22} = \alpha_2 + \alpha_3 + \beta_3 = 1,519/3 + 2,194/3 + 2,194/6 = 1,603$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = 1,519/6 = 0,253$$

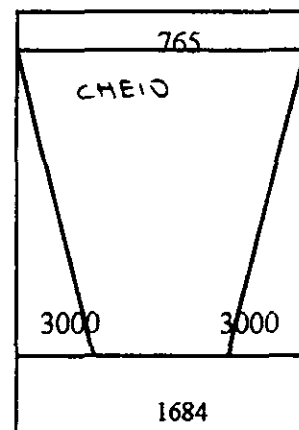
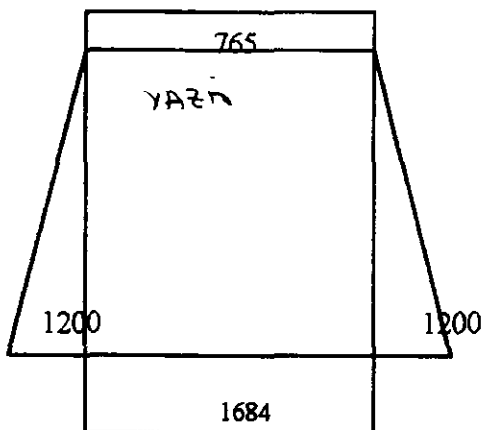
EMPUXOS NAS PAREDES

$$\text{ÁGUA } 1000 \cdot 3,0 = 3000 \text{ KG/M}^2$$

$$\text{TERRA } 0,4 \cdot 3,0 = 1,20 \text{ t/M}^3 = 1200 \text{ KG/M}^3$$

$$\text{RESERVATÓRIO VAZIO} = + 1200 \text{ KG/M}^2$$

$$\text{RESERVATÓRIO CHEIO} = -3000 + 1200 = -1800 \text{ KG/M}^2$$



COEFICIENTES DE CARGA

$$\mu_1 = 765 * 5.22 / 24 * 5.20 = 4481.88 \quad \text{TAMPA}$$

$$\mu_4 = 1684 * 5.22 / 24 * 2.194 = 4162.69 \quad \text{FUNDO}$$

$$\mu_2 = 7 * 1200 * 3.62 / 360 * 1.519 = 459.35 \quad \text{PAREDES RESERVATORIO VAZIO}$$

$$\mu_3 = 1200 * 3.62 / 45 * 1.519 = 524.97$$

$$\mu_2 = -7 * 3000 * 3.62 / 360 * 1.519 = -1148.42 \quad \text{PAREDES RESERVATÓRIO CHEIO}$$

$$\mu_3 = -3000 * 3.62 / 45 * 1.519 = -1312.42$$

CALCULO DOS COEFICIENTES DE CARGA

$$\delta = 4481.88 + 434.18 = 4916.06$$

$$\delta = 496.21 + 4162.69 = 4658.90$$

$$\delta = 4481.88 - 1148.42 = 3333.46$$

$$\delta = 4162.69 - 1312.42 = 2850.27$$

MATRIZ DE CALCULO

$$\begin{bmatrix} 3.106 & 0.253 \\ 0.253 & 1.603 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4916.06 \\ -4658.90 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -3333.46 \\ -2850.27 \end{bmatrix}$$

$$\text{RESERVATÓRIO VAZIO} \quad \begin{cases} X_1 = -1370.04 \text{ KGM} \\ X_2 = -2707.36 \text{ KGM} \end{cases}$$

$$\text{RESERVATÓRIO CHEIO} \quad \begin{cases} X_1 = -940.35 \text{ KGM} \\ X_2 = -1629.24 \text{ KGM} \end{cases}$$

MOMENTO MAXIMO NA TAMPA

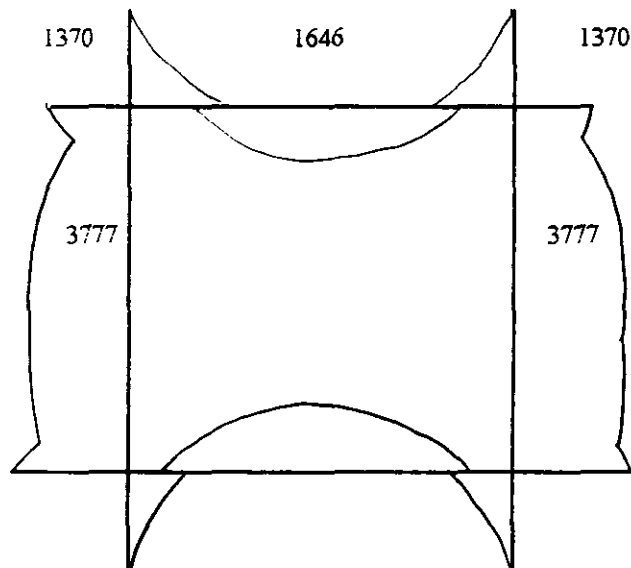
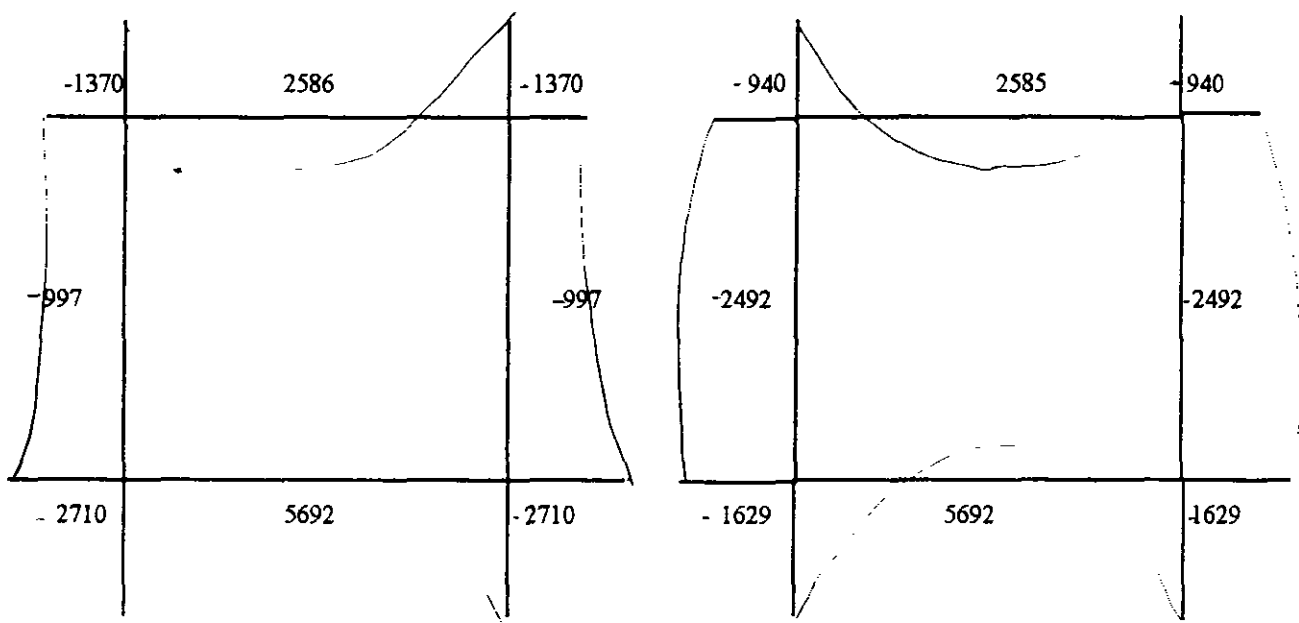
$$M_{\max} = ql^2 / 8 = 765 * 5^2 / 8 = 2585.7 \text{ kgm}$$

MOMENTO MAXIMO NO FUNDO

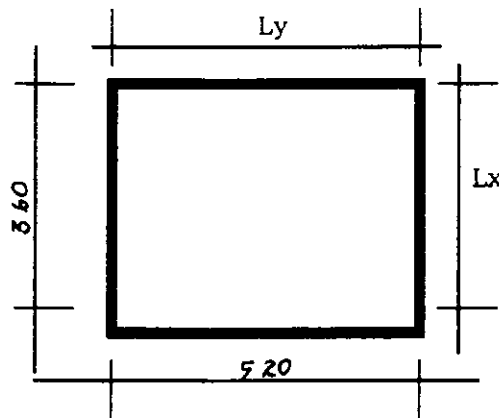
$$M_{\max} = 1684 * 5^2 / 8 = 5691.9 \text{ KGM}$$

MOMENTO NAS PAREDES, PARÁBOLA CUBICA

$$M = Q * L^2 / 15.6 = 1200 * 3.6^2 / 15.6 = 996.92 \text{ KGM}$$



CALCULO DAS CABECEIRAS

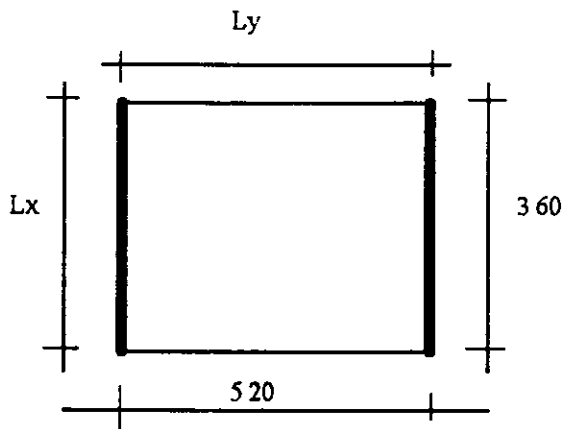


INTERPOLAÇÃO

$$\lambda = Ly / Lx = 520 / 360 = 1.44$$

	M _{xm}	M _{xmax}	M _{xpe}	M _{xetopo}	M _{ym}	M _{ymax}	M _{ym}	M _{ymax}
1.43	0.0161	0.0161	-0.0444	-0.0278	0.0057	0.0057	-0.0282	-0.0298
1.44	0.0162	0.0162	-0.0445	-0.0279	0.0056	0.0056	-0.0282	-0.0298
1.54	0.0173	0.0173	-0.0463	-0.0297	0.0047	0.0054	-0.0282	-0.0298

- M_{xm} = 0.0162 * 1200 * 3.6² = 251.94 KGFM
- M_{xmax} = 0.0162 * 1200 * 3.6² = 251.94 KGFM
- M_{xpe} = -0.0445 * 1200 * 3.6² = -692.06 KGFM
- M_{xetopo} = -0.0279 * 1200 * 3.6² = -433.9 KGFM
- M_{ym} = 0.0056 * 1200 * 3.6² = 87.09 KGFM
- M_{ymax} = 0.0056 * 1200 * 3.6² = 87.09 KGFM
- M_{ym} = -0.0282 * 1200 * 3.6² = -438.57 KGFM
- M_{ymax} = -0.0298 * 1200 * 3.6² = -463.45 KGFM



$$\hat{\lambda} = 5.2 / 3.6 = 1.44$$

$$q \cdot L^2 = 3000 \cdot 3.6^2 = 38880$$

$$M_{xm} = 0.0225 \cdot 38880 = 875 \text{ Kgfm}$$

$$M_{xmax} = 0.0257 \cdot 38880 = 999 \text{ Kgfm}$$

$$M_{ym} = 0.0158 \cdot 38880 = 614 \text{ Kgfm}$$

$$M_{ymax} = 0.0158 \cdot 38880 = 614 \text{ Kgfm}$$

$$M_{eym} = -0.0510 \cdot 38880 = -1982 \text{ Kgfm}$$

$$M_{eymax} = -0.0524 \cdot 38880 = -2037 \text{ Kgfm}$$

INTERPOLAÇÃO

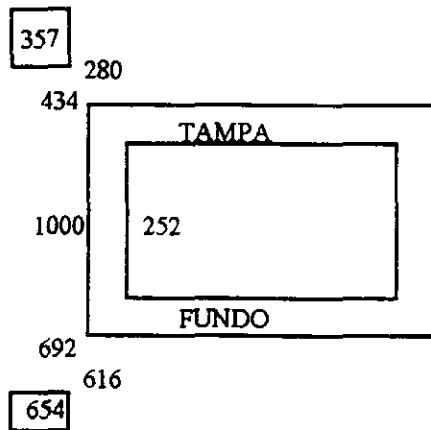
Ly/Lx	M _{xm}	M _{xmax}	M _{ym}	M _{ymax}	M _{eym}	M _{eymax}
1.43	0.0222	0.0254	0.0159	0.0159	-0.0508	-0.0522
1.44	0.0225	0.0257	0.0158	0.0158	-0.0510	-0.0524
1.54	0.0260	0.0290	0.0150	0.0153	-0.0532	-0.0542

$$L = 3/8 \cdot 1 = 3/8 \cdot 10.20 = 3.825 \text{ m}$$

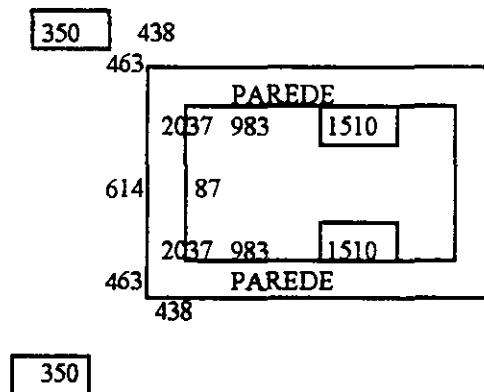
MOMENTOS DE LIGAÇÃO NA TAMPA E NO FUNDO

NA TAMPA $X = P \cdot L^2 / 40 = 765 \cdot 3.825^2 / 40 = 280 \text{ Kgfm}$

NO FUNDO $X = P \cdot L^2 / 40 = 1684 \cdot 3.825^2 / 40 = 616 \text{ Kgfm}$



CORTE VERTICAL



CORTE HORIZONTAL

MOMENTOS DE LIGAÇÃO DAS PAREDES COM AS CABECEIRAS

PARTE EXTERNA $X = 1200 \cdot 3.622 / 40 = 438 \text{ Kgfm}$

PARTE INTERNA $X = 3000 \cdot 3.622 / 40 = 983 \text{ Kgfm}$

DIMENSIONAMENTO

NA COBERTA

$$M_k = 1646 \text{ Kgfm} \quad (h = 15 \text{ cm} , d = 13.5 \text{ cm})$$

USANDO PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA ESTE CALCULO (VER ANEXO) TEMOS

$$A_s = 4.16 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 45 \text{ cm} \quad 135 \# 10 \text{ C/15} - 400 \text{ ALTERNADA}$$

NO MEIO DA LAJE DO FUNDO

$$M_k = 4063 \text{ Kgfm} \quad (h=20 \text{ cm} , d = 18.5 \text{ cm})$$

$$A_s = 7.64 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 2.0 \text{ cm}^2 \quad \# 12.5 \text{ C/12.5} \text{ FORMA DE CACHIMBO}$$

NAS PAREDES

$$M_k = 3777 \text{ Kgfm} \quad (h = 20 \text{ cm} , d = 18.5 \text{ cm})$$

$$A_s = 7.06 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 2.0 \text{ cm}^2$$

$\# 10 \text{ C/20}$ ADOTO-SE $\# 10 \text{ C/15}$ COM FERRO BARRA CORTA ALTERNADA DO LADO DE FORA

NOS NÓS INFERIORES

$$M_k = 2710 \text{ Kgfm}$$

$$A_s = 4.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 2.0 \text{ cm}^2 \quad \# 10 \text{ C/15} - 240$$

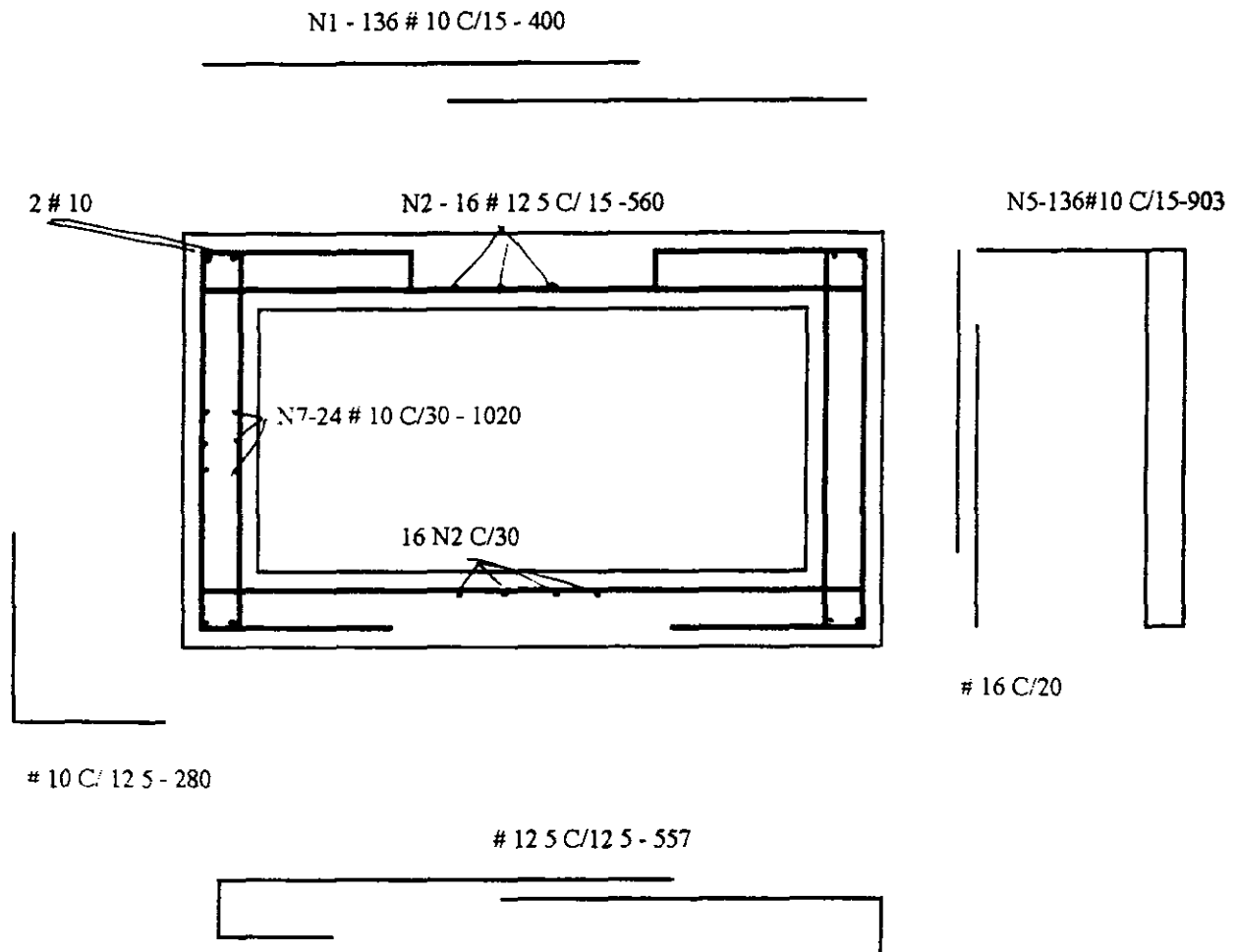
NOS NÓS SUPERIORES

$$M_k = 1370 \text{ Kgfm}$$

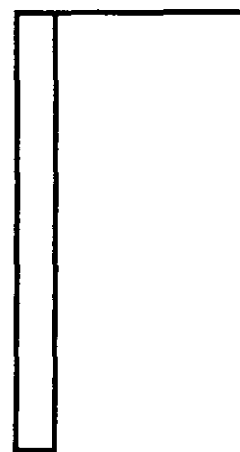
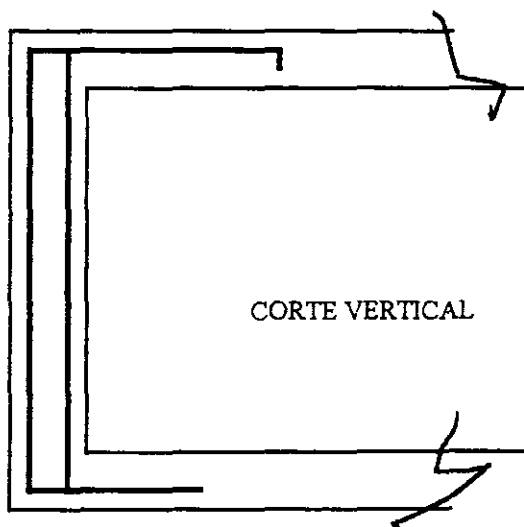
$$A_s = 3.42 \text{ cm}^2 \quad \# 12.5 \text{ C/25}$$

COMO ARMADURA CONSTRUTIVA USAREMOS $\# 10 \text{ C/15}$ EM AMBAS FACES DA PAREDE E NA PARTE SUPERIOR DA LAJE DE COBERTURA E INFERIOR DA LAJE DO FUNDO USAREMOS DUAS BARRAS DE $\# 10$ NO PÉ DO FUNDO LONGITUDINAIS PARA AMARRAÇÃO (FORMA CONSTRUTIVA SIM CALCULO)

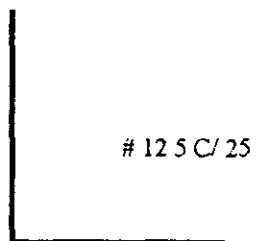
DETALHE QUADRO PRINCIPAL



ARMADURA DA CABECEIRA



12 5 C/25

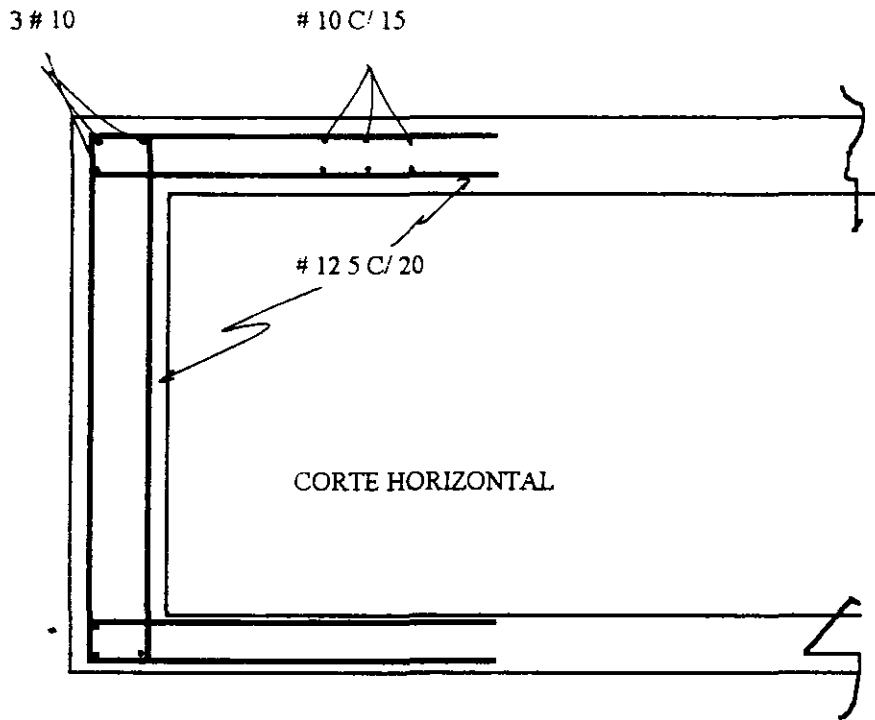


$$M_k = 654 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 20 \text{ cm}^2$$

$$M_k = 1000 \text{ Kgfm}$$

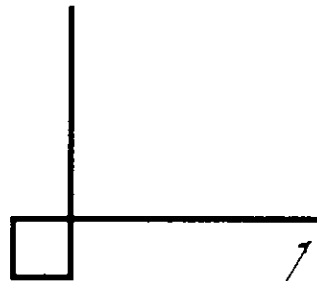
$$A_s = 177 \text{ cm}^2$$



12 5 C/ 20

$M_k = 350 \text{ Kgfm}$

$A_s = 2.0 \text{ cm}^2$

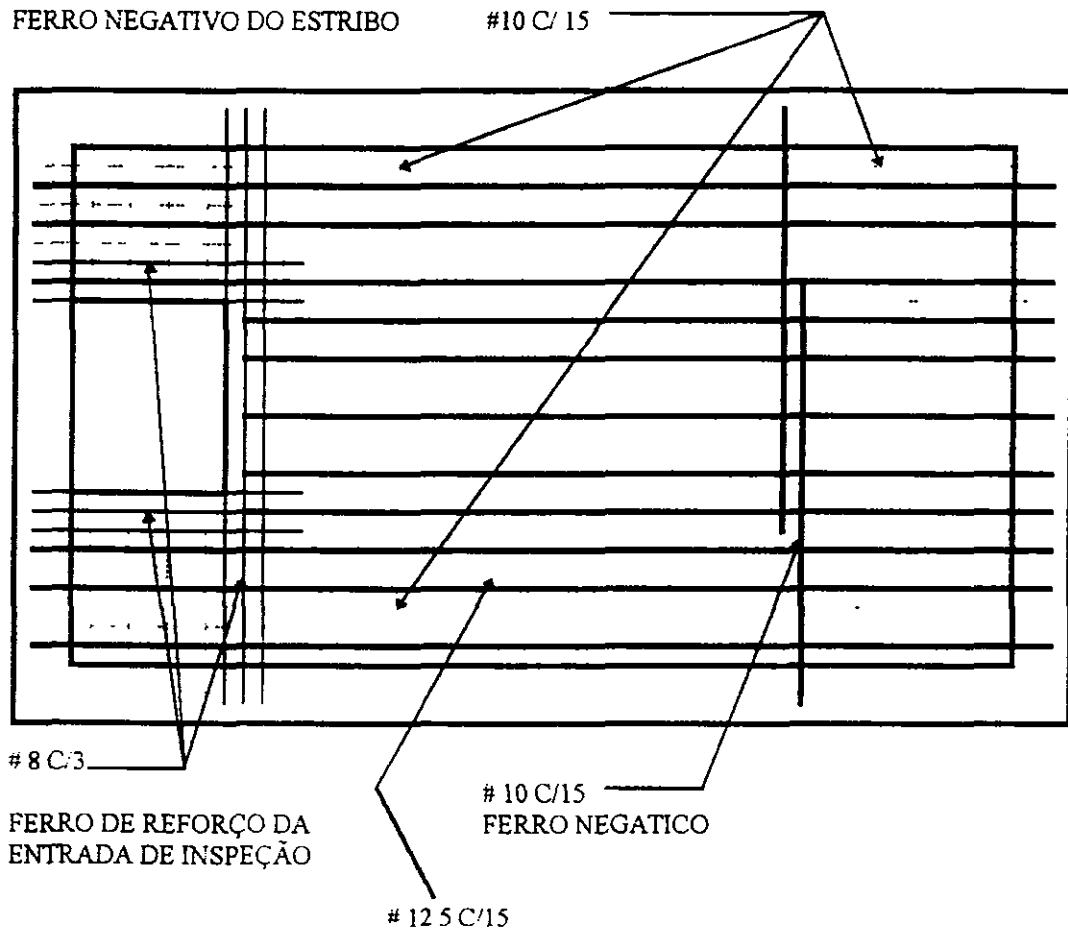


12 5 C/ 20

$M_k = 1510 \text{ Kgfm}$

$A_s = 2.70 \text{ cm}^2$

DETALHAMENTO DA COBERTA



MEMÓRIA DE CALCULO DO RESERVATÓRIO ELEVADO DE SANTA ROSA

CARGA NA LAJE DA COBERTA

* PP	0,15 * 2500	=	375 0	Kgf/M2	✓
* IMPERMEABILIZAÇÃO			100 0	Kgf / M2	✓
* SOBRE CARGA			50 0	Kgf / M2	✓
			<hr/>		
			525 0	Kgf / M2	✓

CARGA NA LAJE DA PAREDE DEVIDO A AGUA

* 1000 * 1,975	=	1975 0	Kgf / M2
----------------	---	--------	----------

CARGA NA LAJE DO FUNDO

* PP	0,20 * 2500	=	500 0	Kgf / M2	✓
* IMPERMEABILIZAÇÃO			100 0	Kgf / M2	✓
* SOBRE CARGA			1975 0	Kgf / M2	✓
			<hr/>		
			2575 0	Kgf / M2	✓

ESTAÇÃO SÃO PEDRO

* CARGA NA T. MPA	----->	525 0	Kgf / M2	✓
* CARGA NA P. REDE	----->	1675 0	Kgf / M2	
* CARGA NO FUNDO	----->	2275 0	Kgf / M2	

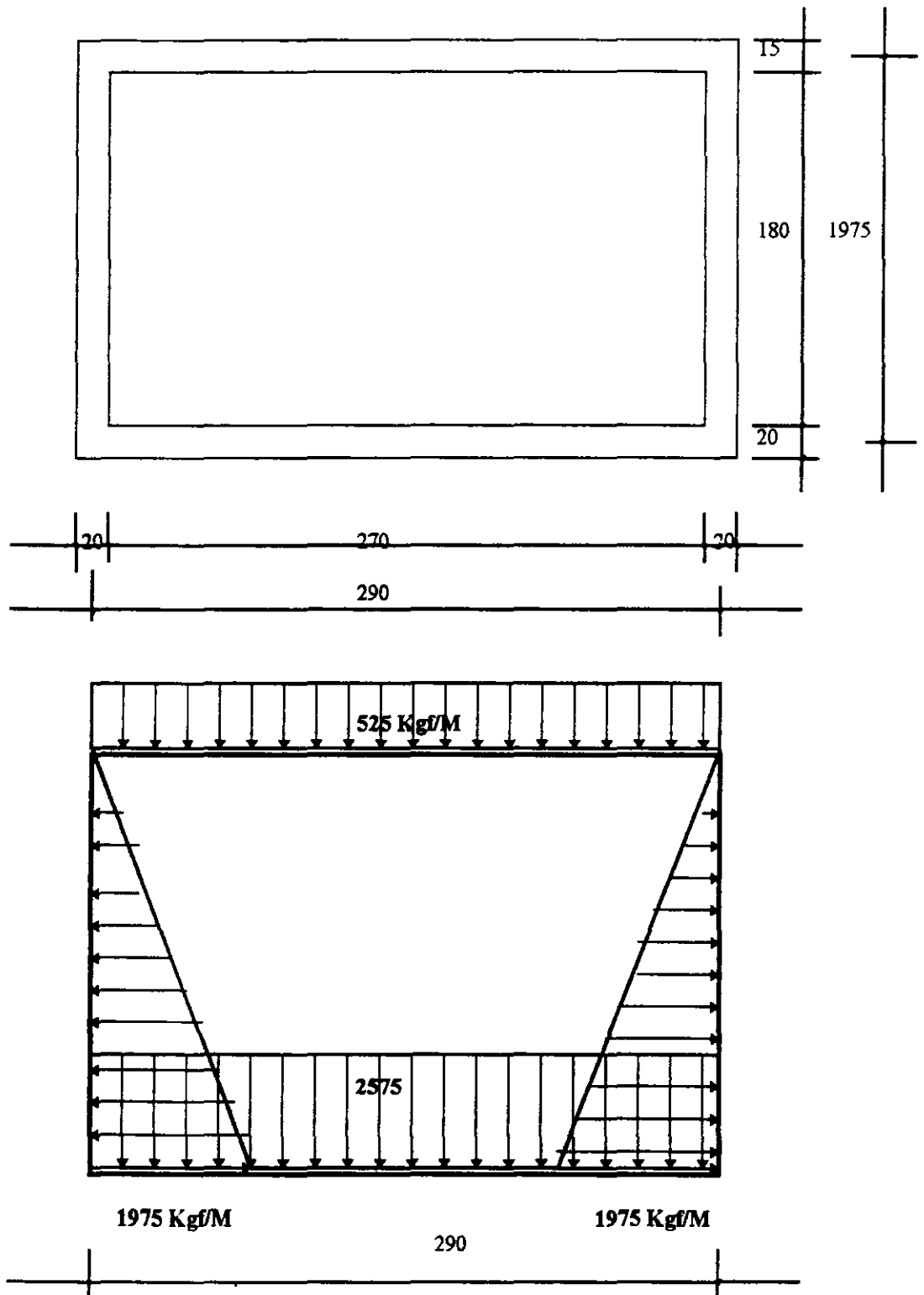
ESTAÇÃO JACURUTU

* CARGA NA T. MPA	----->	525 0	Kgf / M2	✓
* CARGA NA P. REDE	----->	1675 0	Kgf / M2	1500 ✓
* CARGA NO FUNDO	----->	2275 0	Kgf / M2	2100 ✓

ESTAÇÃO PRIMAVERA

* CARGA NA T. MPA	----->	525 0	Kgf / M2	575,0
* CARGA NA PAREDE	----->	2275 0	Kgf / M2	2100,0
* CARGA NO FUNDO	----->	2800 0	Kgf / M2	2700 0

COTAS PARA CALCULO DO QUADRO PRINCIPAL
SANTA ROSA



CÁLCULO DOS COMPRIMENTOS ELÁSTICOS

$$\begin{aligned} * \quad L'_{12} &= L_{12} * J_b / J \quad J_b = 281250 \text{ cm}^4 \\ * \quad L'_{12} &= 2.90 * 281250 / 281250 = 2.900 \text{ m} \\ * \quad L'_{13} &= 1.975 * 281250 / 666666.67 = 0.833 \text{ m} \\ * \quad L'_{34} &= 2.90 * 281250 / 666666.67 = 1.223 \text{ m} \end{aligned}$$

FATORES DE CARGA E DE FORMA

$$\alpha_{12} = L'_{12} / 3 = 2.9 / 3 = 0.967$$

$$\alpha_{13} = L'_{13} / 3 = 0.833 / 3 = 0.278$$

$$\alpha_{31} = \alpha_{13} = 0.278$$

$$\alpha_{34} = L'_{34} / 3 = 1.223 / 3 = 0.408$$

$$\beta_{12} = L'_{12} / 6 = 2.9 / 6 = 0.483$$

$$\beta_{31} = L'_{31} / 6 = 0.833 / 6 = 0.139$$

$$\beta_{34} = L'_{34} / 6 = 1.223 / 6 = 0.204$$

$$\mu_{12} = Q * L_{12}^2 * L'_{12} / 24 = 525 * 2.9^2 * 2.9 / 24 = 533.51$$

$$\mu_{13} = 7 * Q * L_{13}^2 * L'_{13} / 360 = 7 * 1975 * 1.975^2 * 0.833 / 360 = 124.78$$

$$\mu_{31} = Q * L_{31}^2 * L'_{31} / 45 = 1975 * 1.975^2 * 0.833 / 45 = 142.60$$

$$\mu_{34} = Q * L_{34}^2 * L'_{34} / 24 = 2575 * 2.9^2 * 1.223 / 24 = 1103.54$$

CALCULO DOS ELEMENTOS DA MATRIZ (δ E β)

$$\delta_{11} = \alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 = 1.728$$

$$\delta_{22} = \alpha_2 + \alpha_3 + \beta_3 = 0.889$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \beta_{13} = 0.139$$

$$\delta_{10} = \mu_{12} - \mu_{13} = -408.73$$

$$\delta_{30} = -\mu_{31} - \mu_{34} = 1246.15$$

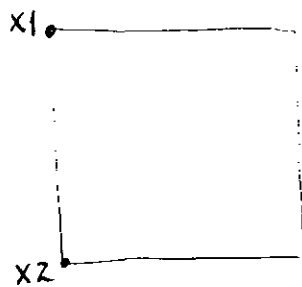
MATRIZ

$$\begin{bmatrix} 1.728 & 0.139 \\ 0.139 & 0.889 \end{bmatrix} \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \end{matrix} = \begin{bmatrix} -408.73 \\ 1246.15 \end{bmatrix}$$

SOLUÇÃO

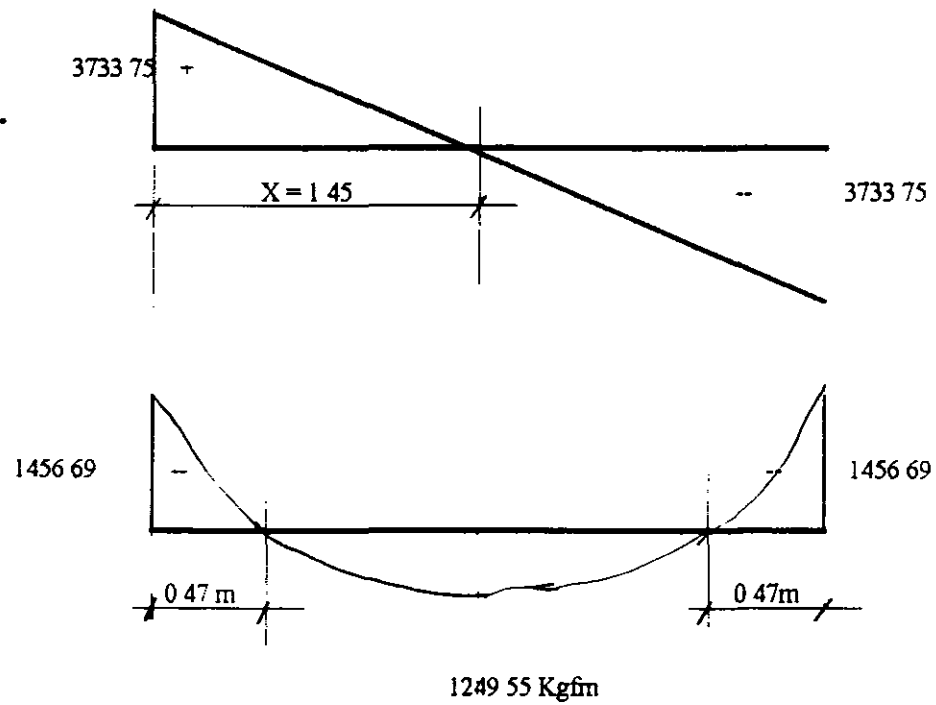
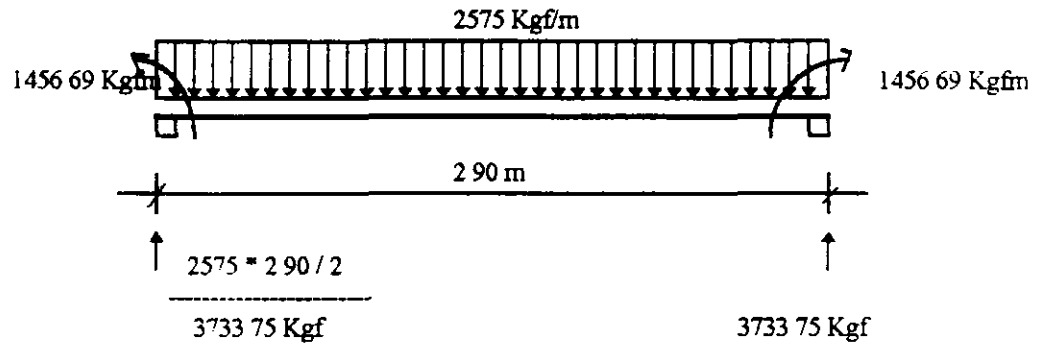
$$\begin{cases} X_1 = -353.64 \text{ Kgfm} \\ X_2 = 1456.69 \text{ Kgfm} \end{cases}$$

MOMENTOS DE ENGATAMENTO



CUADRO PRINCIPAL

HASTE 3-4



$$M_{\max} = 3733.25 \cdot 1.45 - 1456.69 - 2575.0 \cdot 1.45^2 / 2 = 1249.55 \text{ Kgfm}$$

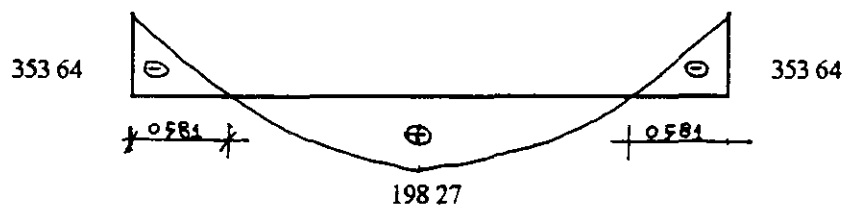
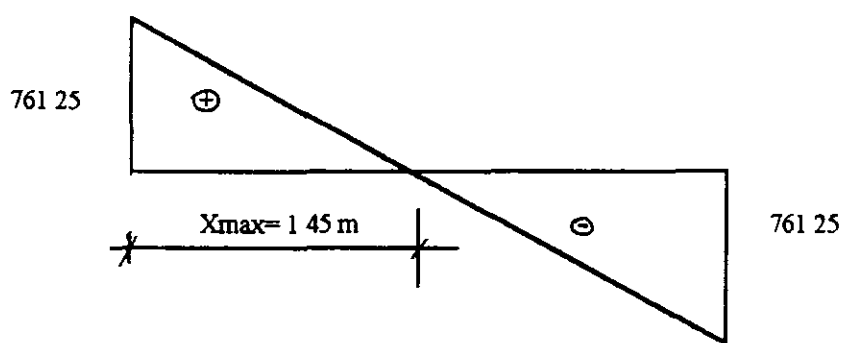
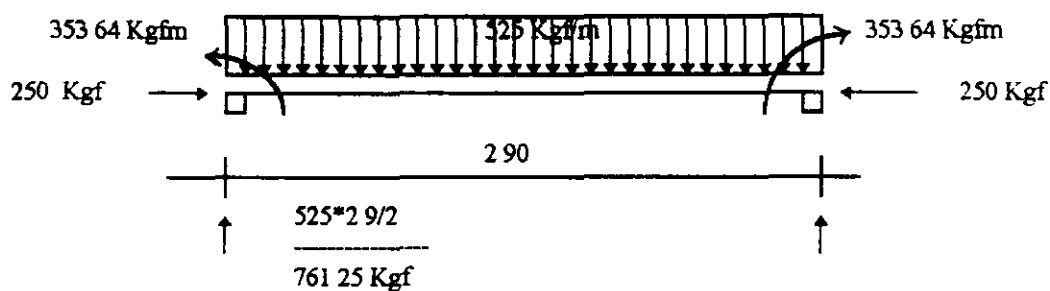
MOMENTOS NULOS

* $X_1 = 47 \text{ cm}$

* $X_2 = 47 \text{ cm}$

CALCULO DOS ESFORÇOS NAS COMPONENTES DO QUADRO

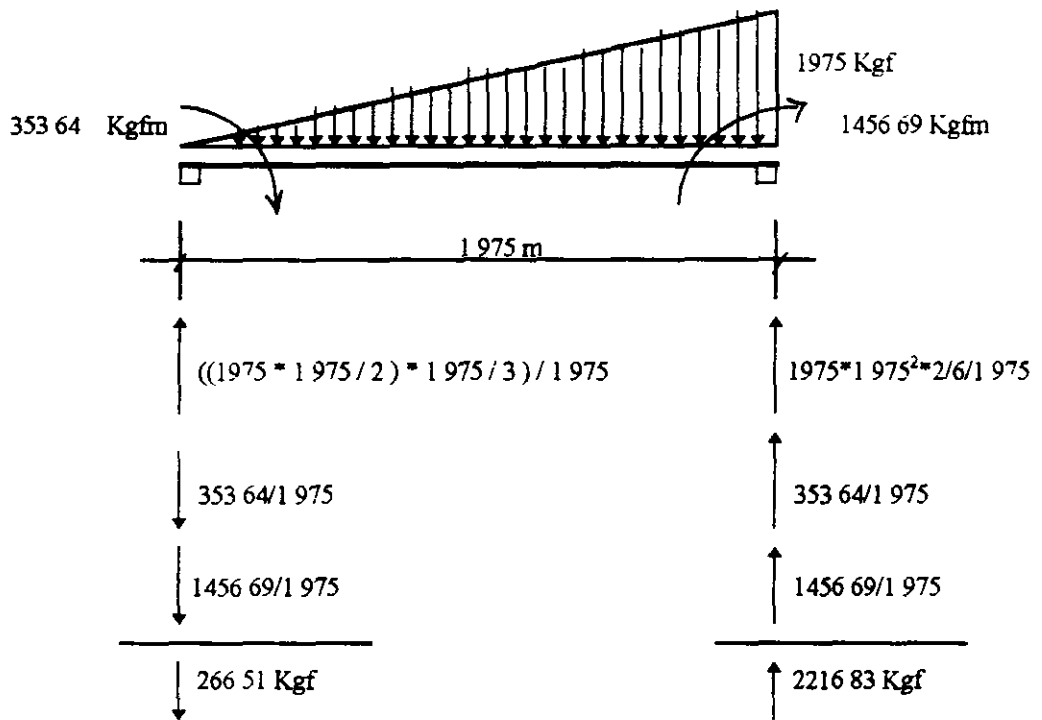
HASTE 1-2



$$M_{max} = 761.25 * 1.45 - 353.64 - 525 * 1.45^2/2 = 198.27 \text{ Kgf·m}$$

$$X = R/Q \pm \sqrt{(R/Q)^2 - 2 * M/Q} \Rightarrow \begin{matrix} X1 = 0.581 \text{ m} \\ X2 = 0.581 \text{ m} \end{matrix}$$

HASTE 1-3



D.E.C.

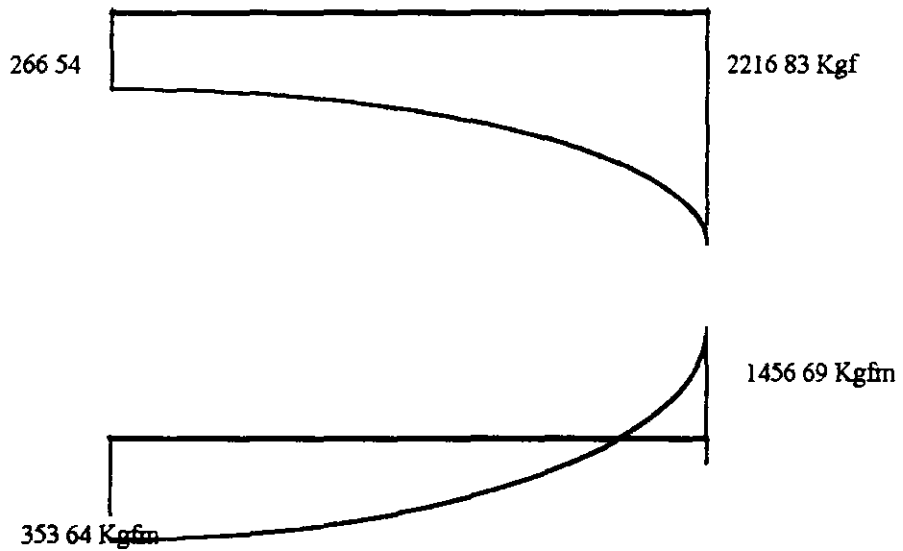
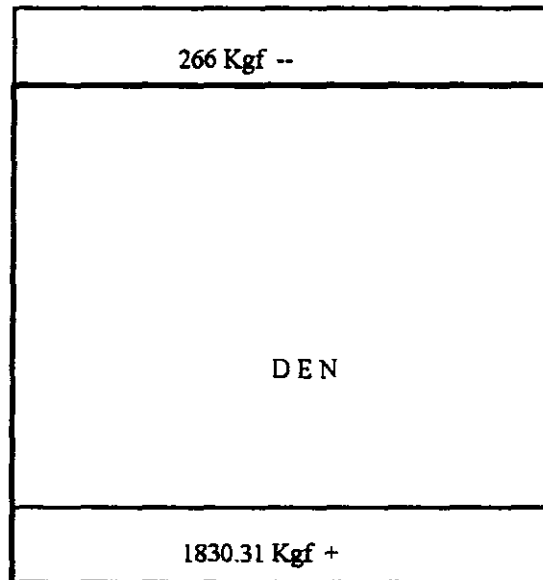
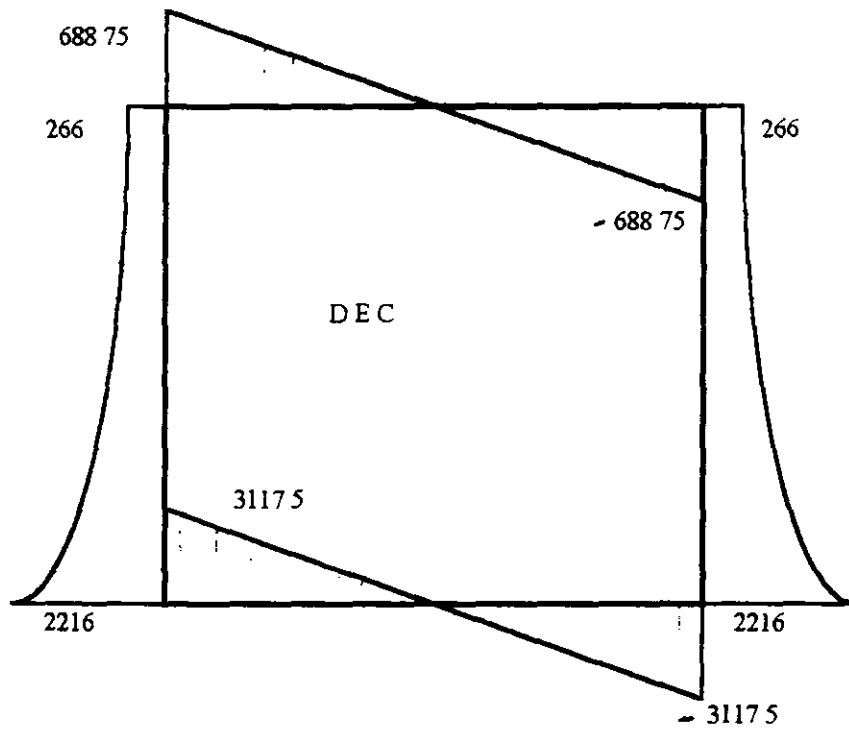
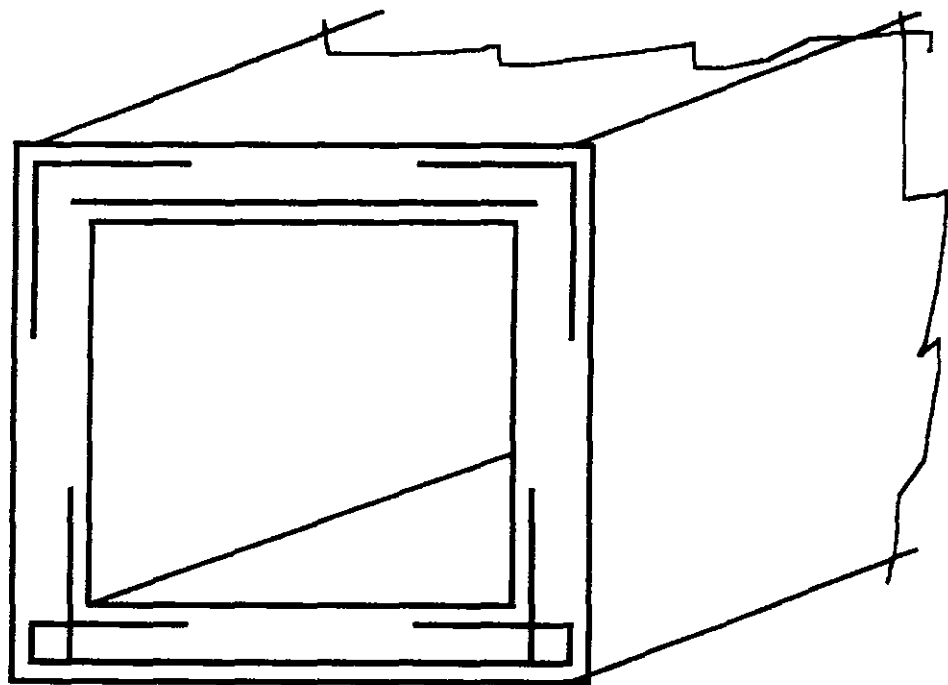
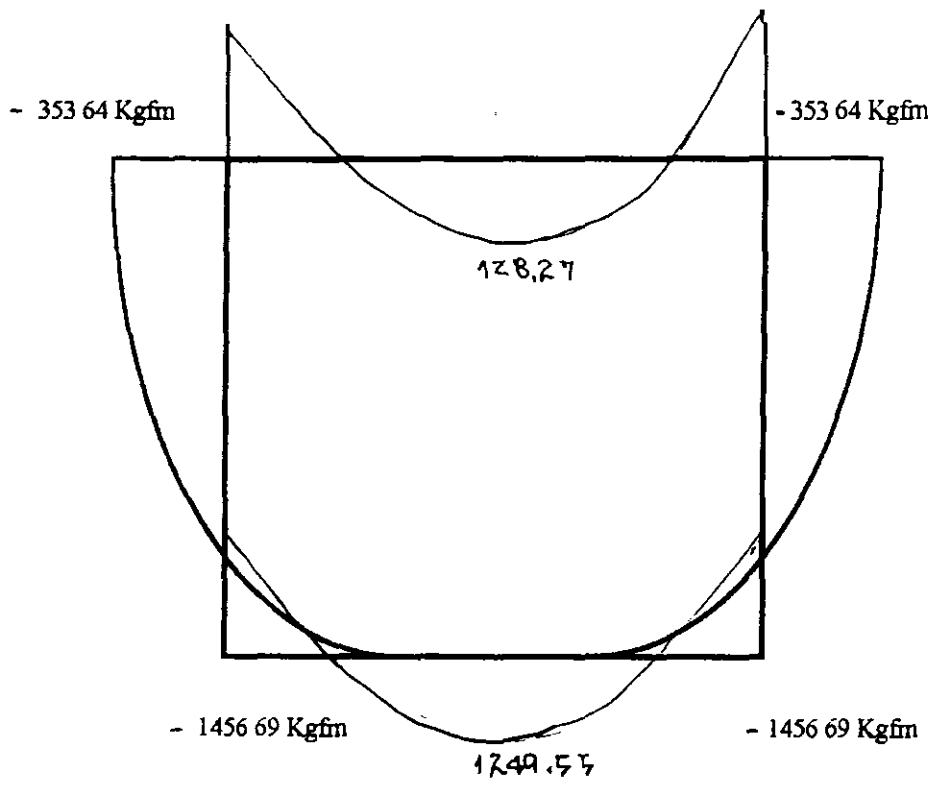


DIAGRAMA GERAL DOS ESFORÇOS

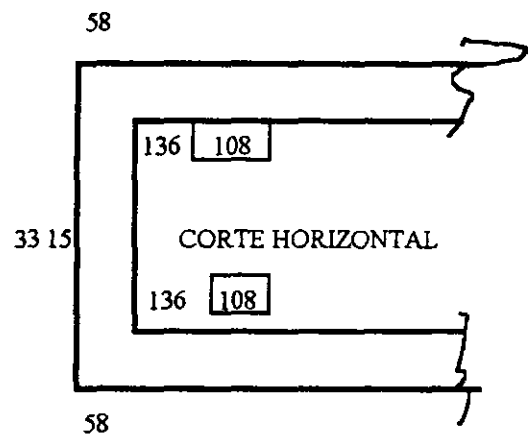
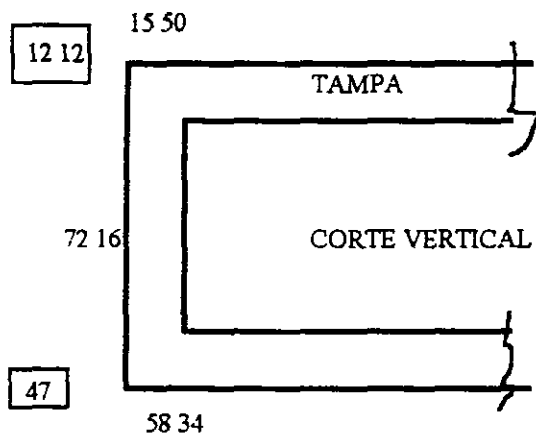




DETALHE DO QUADRO PRINCIPAL

CALCULO DAS CABECEIRAS

- * $M_{xm} = 72,16 \text{ Kgfm}$
- * $M_{x\max} = 72,16 \text{ Kgfm}$
- * $M_{xm} = -202,44 \text{ Kgfm}$
- * $M_{ym} = 33,15 \text{ Kgfm}$
- * $M_{y\max} = 33,15 \text{ Kgfm}$
- * $M_{ym} = -136,14 \text{ Kgfm}$
- * $M_{y\max} = -136,14 \text{ Kgfm}$



DIMENSIONAMENTO

*	NA COBERTA	(h=15 0 cm , d = 13 5 cm)		
	Mk = 198 27 Kgf/m	As = 0 476 cm ²	Asmin = 1 50 cm ²	Φ 6 3 C/15
*	FUNDO	(h = 20 cm , d = 18 5 cm)		
	Mk = 1249 55 Kgf/m	As = 2 22 cm ²	Asmin = 2 0 cm ²	Φ 6 3 C/12 5
*	PAREDES	(h = 20 cm , d = 18 5 cm)		
	Mk = 353 54 cm ²	As = 0 619 cm ²	Asmin = 2 0 cm ²	Φ 6 3 C/15
*	NÓ INFERIOR			
	Mk = 1456 69 Kgf/m	As = 2 6 cm ²	Asmin = 2 0 cm ²	Φ 6 3 C/10
*	NO SUPERIOR			
	Mk = 353 64 Kgf/m	As = 0 853 cm ²	Asmin = 1 5 cm ²	Φ 6 3 C/20

ESTA ARMADURA PODE SER OPCIONAL JA QUE O ESTRIBO ATENDE ESTE MOMENTO

- * NAS CABECEIRAS, POR SIMETRIA IGUAL AO QUADRO PRINCIPAL

Φ 6 3 C/15

CARGAS DEVIDO AO PESO DO RESERVATORIO NAS VIGAS DE APOIO NA ESTRUTURA DE ELEVACÃO

*	1800	KGF/M2	ÁGUA
*	416	Kgf/M2	COBERTA
*	1866	Kgf/M2	FUNDO
*	2790	Kgf/M2	PAREDE
	<hr/>		
	6873	Kgf/M2	VIGA

M_{max} = 2408 Kgf/m As = 3 0 cm² Asmin = 0 9 cm² -----> 5 Φ 12 5

ESTRIBOS RESULTADO EM BASE AO PROGRAMA ESFVIG BAS

- * Φ 6 3 C/9 (73 cm) APOIO DE ISQUERDA PARA DIREITA
- * Φ 6 3 C/15 (164 cm) ARMADURA MINIMA

PILARES

- * $N_k = 19932 \text{ Kgf} \rightarrow 20000 \text{ Kgf}$
- * $M_{sup} = 584 \text{ Kgfm}$
- * $M_{inf} = 673 \text{ Kgf}$

PILAR CALCULADO EM FLEXO COMPRESSÃO OBLICUA

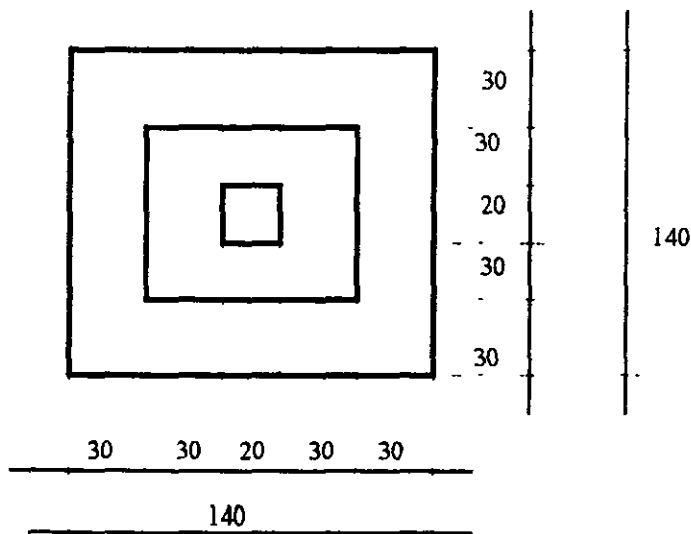
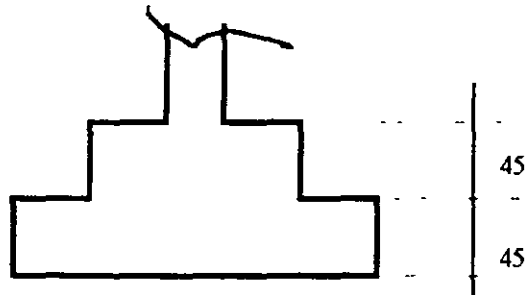
- * $8 \Phi 12.5$ EM BASE PROGRAMA PILRARET PAS

PILAR PARA AÇO CA-50B

- * $F_{CK} = 200 \text{ Kg/cm}^2$
- * $L_e (m) = 4.15 \text{ m}$
- * $b(cm) = 20 \text{ cm}$
- * $h(cm) = 20 \text{ cm}$
- * $d_l(cm) = 1.5 \text{ cm}$
- * $\text{NUMERO DE BARRAS} = 8$
- * $\text{NUMERO DE BARRAS EXTREMAS} = 3$
- * $N_k = 20000 \text{ kgf}$
- * $M_k(\text{superior}) = 584 \text{ Kgfm}$
- * $M_k(\text{inf}) = 673 \text{ Kgfm}$
- * $R_o = 1.60\% \text{ As} = 3.71 \text{ cm}^2$
- * $\text{ADOTO-SE } R_o = 2.50\% \text{ As} = 6.69 \text{ cm}^2 \rightarrow 8 \Phi 12.5$

FUNDAÇÕES

- * $N_k = 20000 \text{ Kgf}$
- * $\gamma = 1 \text{ Kgf/cm}^2$ ADOTADO
- * MENOR DIMENÇÃO DO PILAR $a_o = 20 \text{ cm}$
- * MAIOR DIMENÇÃO DO PILAR $b_o = 20 \text{ cm}$
- * a ADOTADO DA FUNDAÇÃO $= 140 \text{ cm}$
- * b ADOTADO DA FUNDAÇÃO $= 140 \text{ cm}$
- * $a_1 = 30 \text{ cm}$ BLOCO SICLOPICO COM 2 ESCALONES
- * $a_2 = 30 \text{ cm}$
- * $b_1 = 30 \text{ cm}$ $V =$
- * $b_2 = 30 \text{ cm}$
- * $H_1 = 45 \text{ cm}$
- * $H_2 = 45 \text{ cm}$



Nº	Ø	QUANT.	FOMPA J	C Total
1	63	44	364	16016 00
2	63	0	410	3690.00
3	63	4+4	180	1440 00
4	63	8+8	270	4320 00
5	63	42	364	15288 00
6	63	5	386	1930 00
7	63	114	362	41268 00
8	63	152	367	55784 00
9	63	11	257	2827 00
10	63	156	252	39312 00
11	63	40	384	15360 00
12	63	156	401	62556 00
13	63	84	628	52752 00
14	125	4X2	396	3168.00
15	125	4X4	478	7648 00
16	125	4X2	396	3168 00
17	5	4X55	124	27280 00
18	125	8X2	478	7648 00
19	125	8X2	396	6336 00
20	5	8X28	96	21504 00
21	125	4X8	900	28800 00
22	63	8X60	86	41280 00
23	8	8X22	188	33088 00

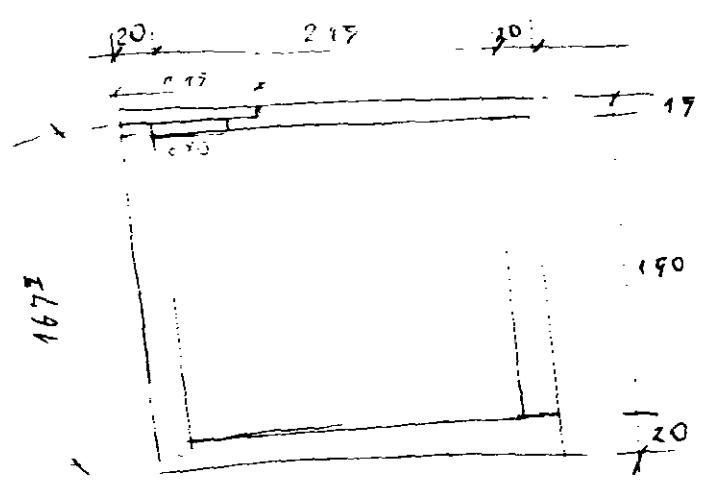
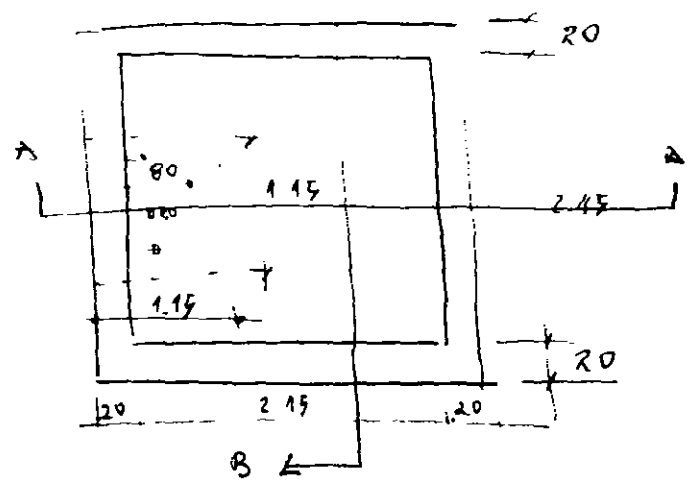
4924630

AGD	Ø	C. Total	Peso	2=107
CM-5012				
	5	48784	78054	8586
	63	353823	864558	973013
	8	33088	132.352	145.587
	125	56768	567.680	624.448
TOTAL		4924630	1662.644	1828908

72, MAVERA.

MEMORIA (ADUTORIA - JACU RUTU)

$A = 2.15$
 $B = 1.50$
 $C = 7.60$
 $h = 1.17$



Planta

$$d_m = R \sqrt{u/b}$$

$$A = \frac{C \cdot d}{\sqrt{u/b}}$$

$$B = \frac{H \cdot d}{x \cdot c}$$

corte (A-A)

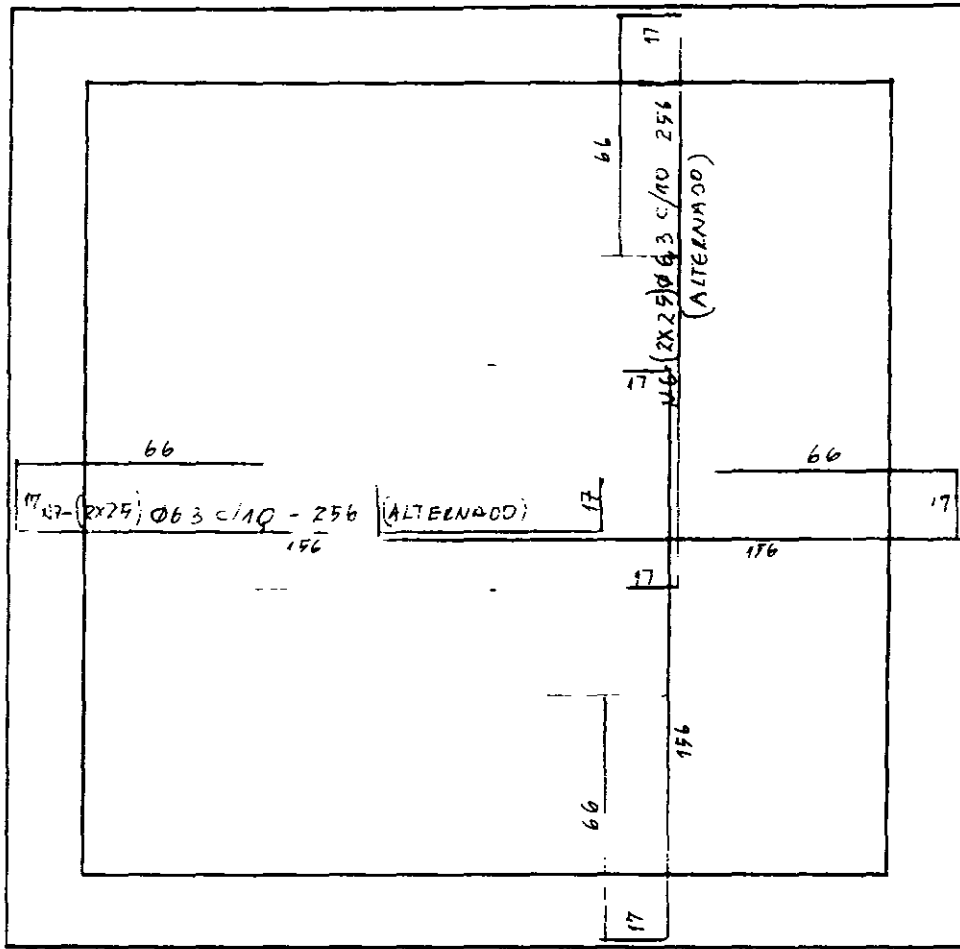
1. CARGAS

1.1. TUBERIA

P.P	0.15 x 2500	—————	375.0 kg/m ²
Revestimiento		—————	100 kg/m ²
S.C.		—————	100 kg/m ²
		—————	<u>575 kg/m²</u>

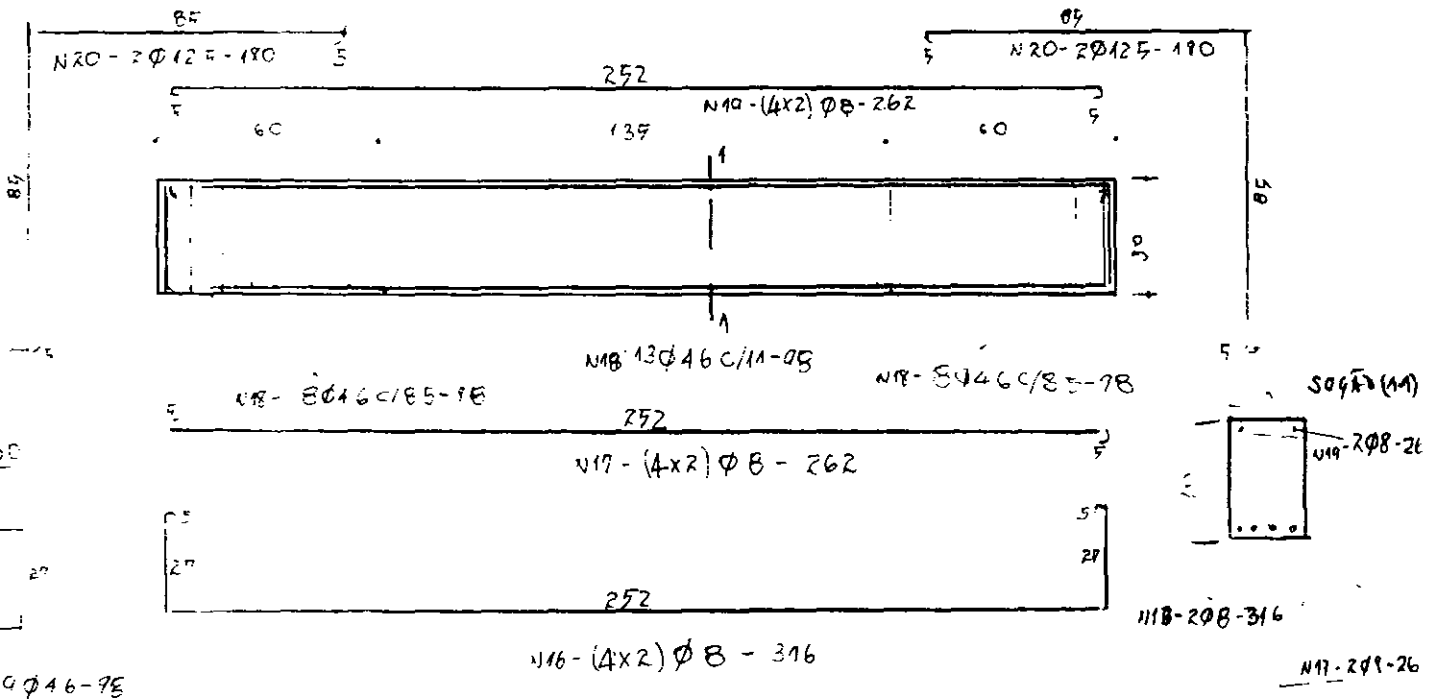
1.2. FONDO

P.P	0.20 x 2500	—————	500 kg/m ²
Revestimiento		—————	100 "
S.C.		—————	1500 "
		—————	<u>2100 kg/m²</u>

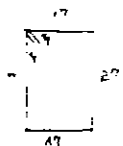


GA-V1

259

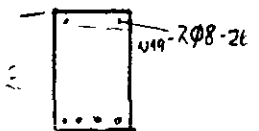


STRIBO



B-20 Ø 46-98

SOPAN (1M)



N18-2Ø8-316

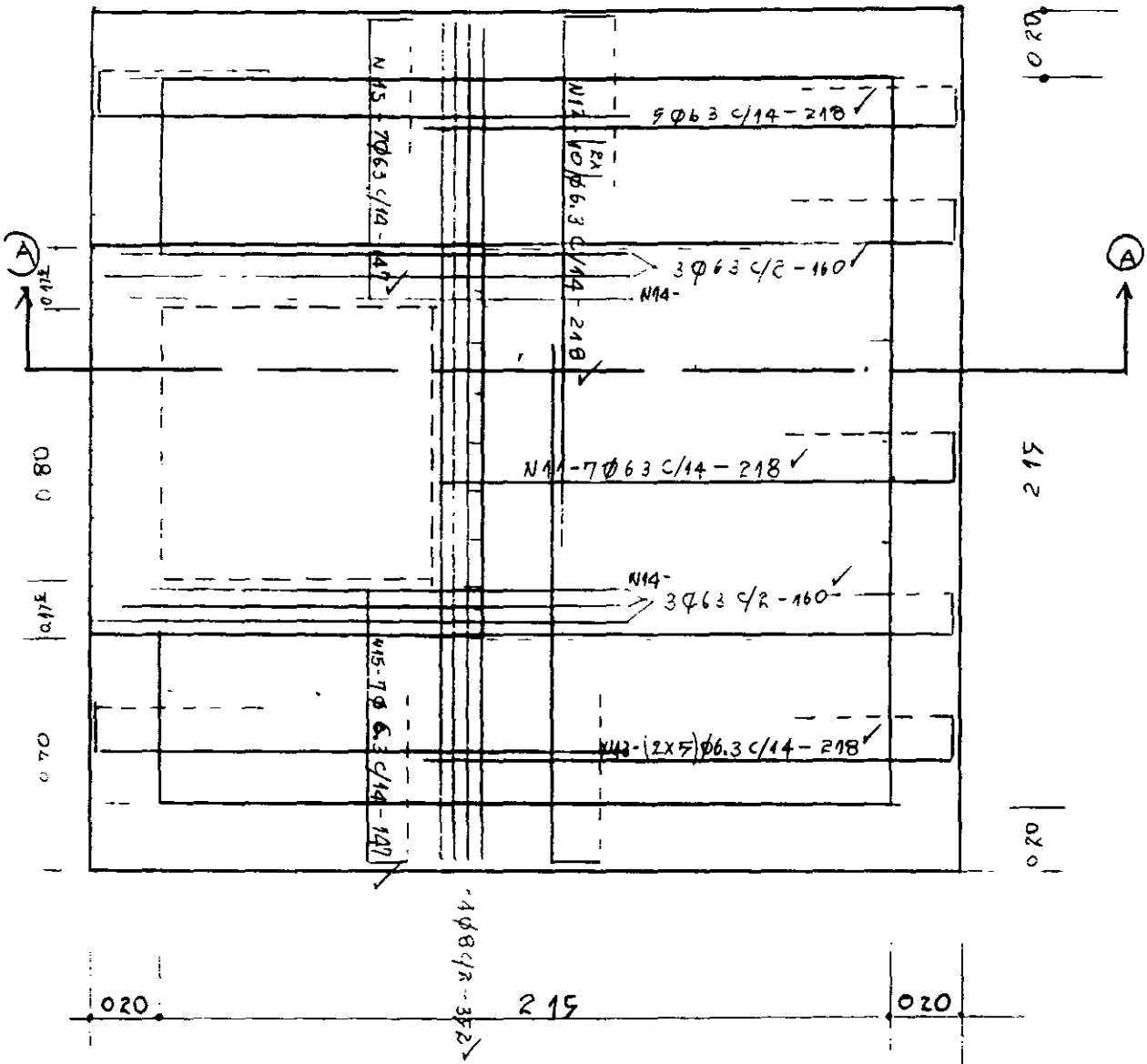
N17-2Ø8-26

111013

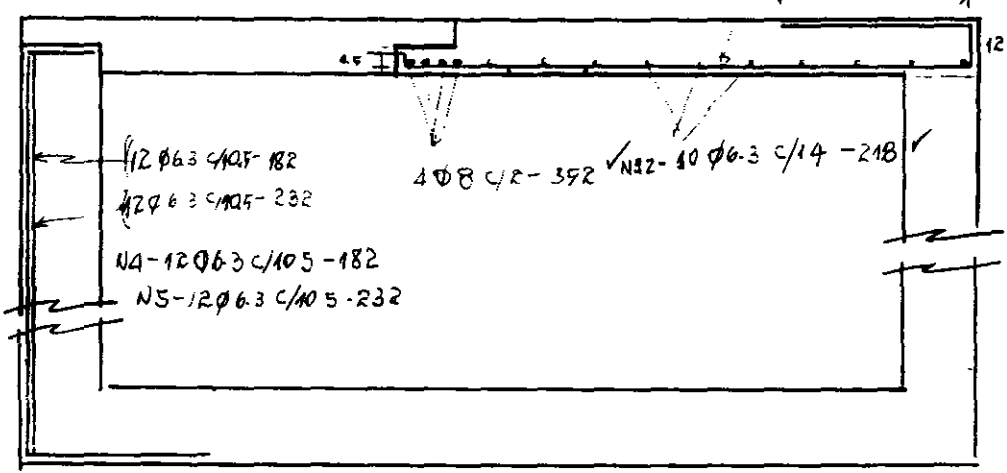
03/8

COBERTA JACURUTU

020 080 017E



020 080 017E 117E 020



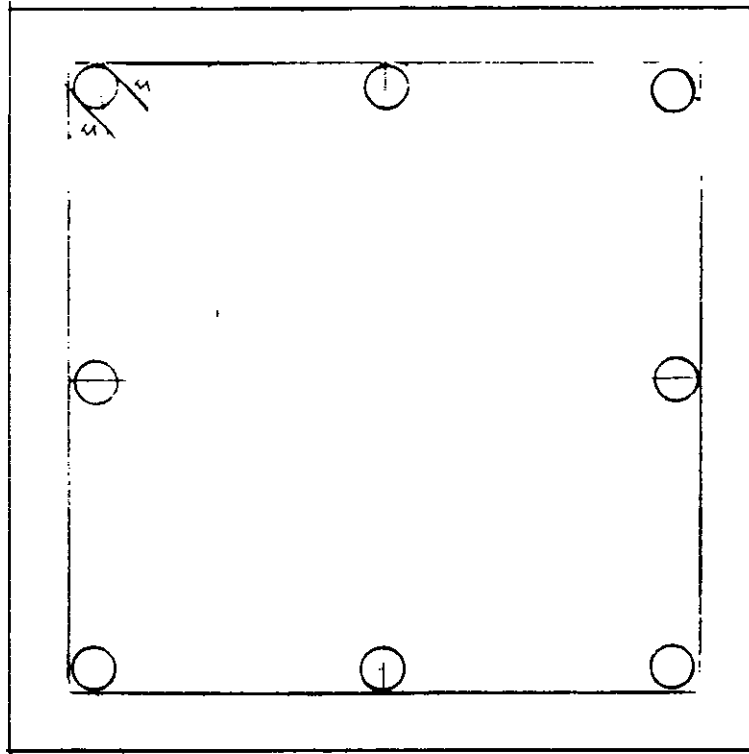
COOTE (A)

01 098

JALURUTU

5/2/20

N25-96 ϕ 5 C/10 - 70



41
49
49
41

14 85 85 14

N24-8 ϕ 12 5 - 960

06/8

255

215

150

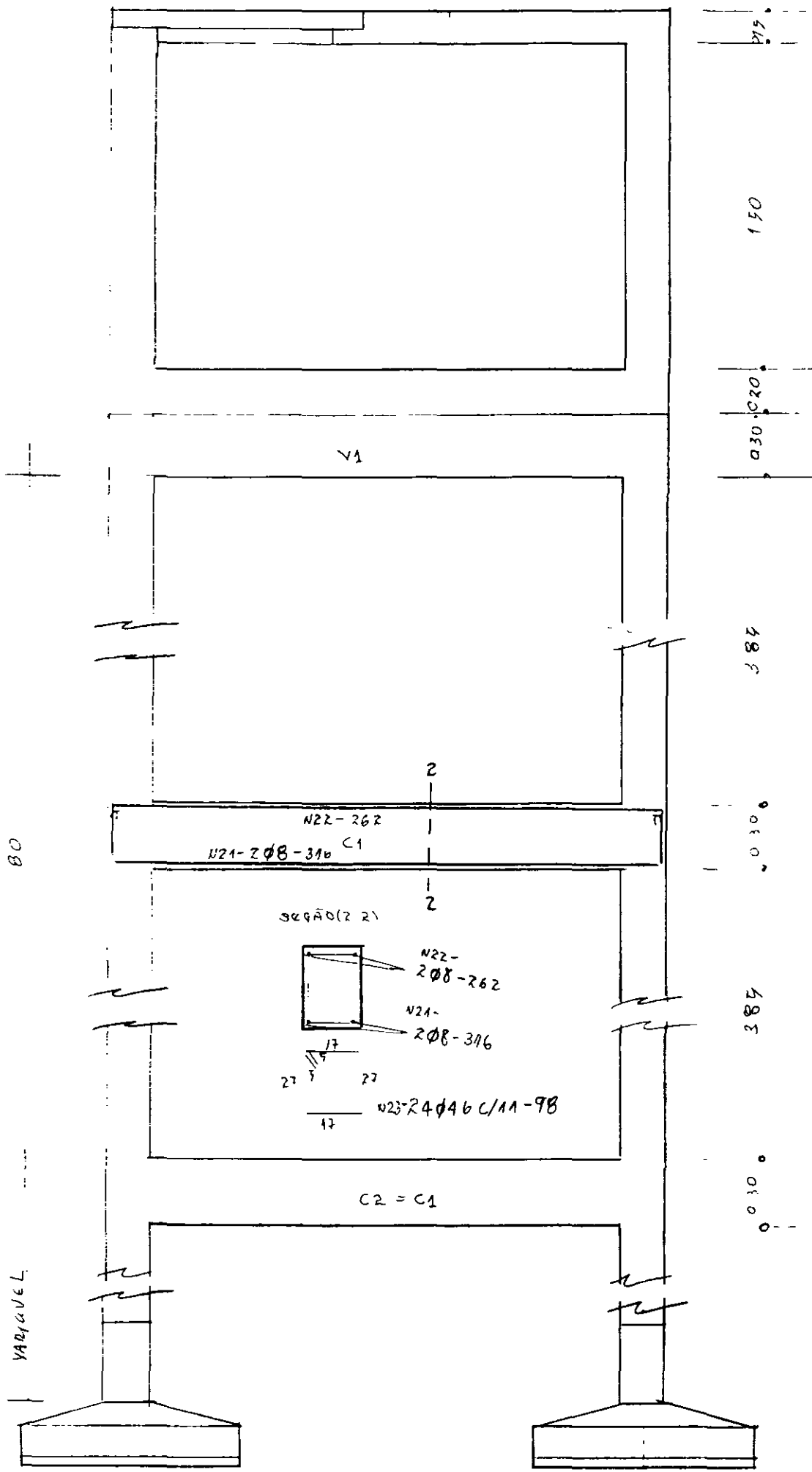
020
030

485

030

485

030



BO

V1

2

N22-262

N21-2Ø8-316 C1

SEÇÃO (2-2)

2

N22-2Ø8-262

N21-2Ø8-316

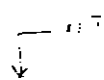
27

N23-24Ø46 C/11-98

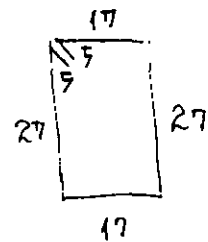
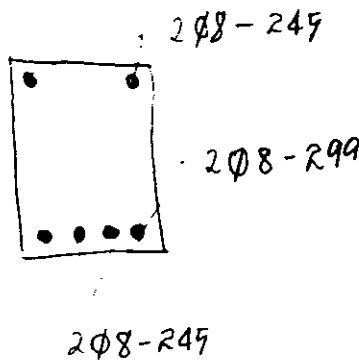
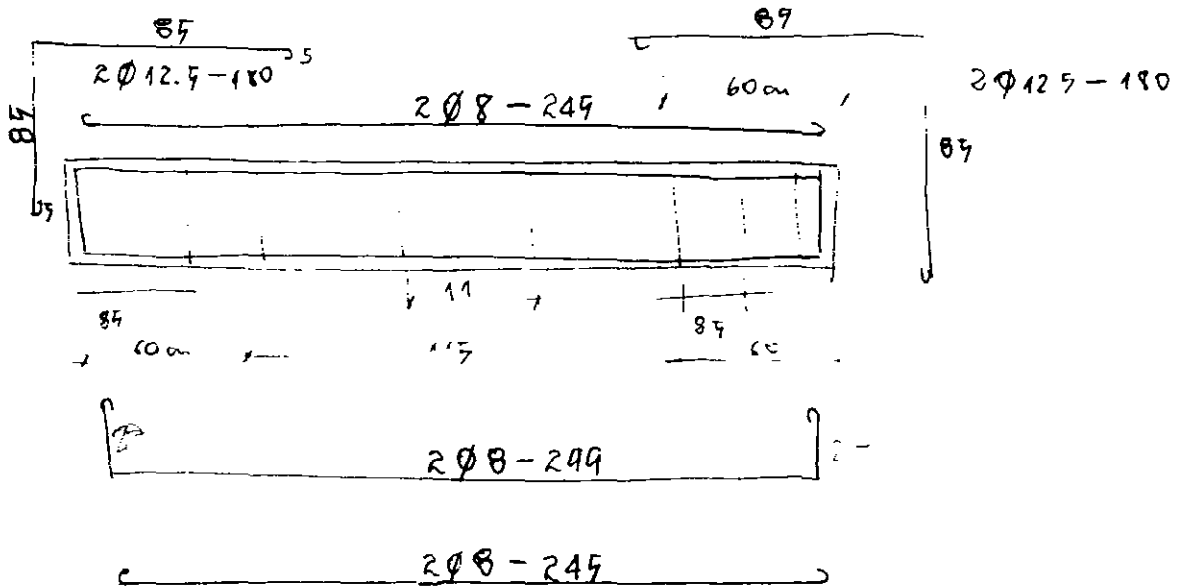
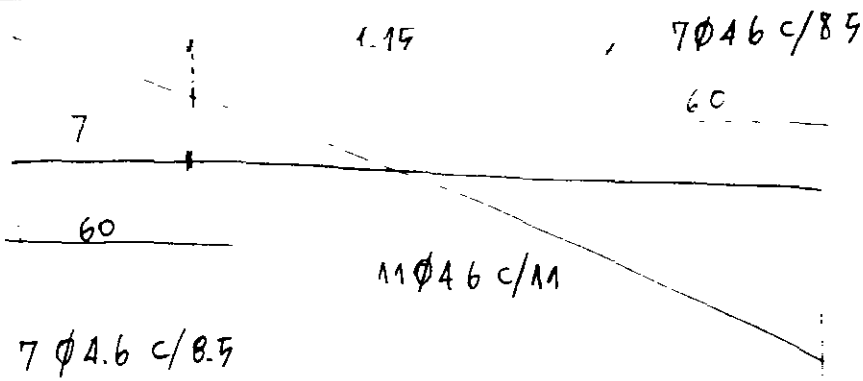
17

C2 = C1

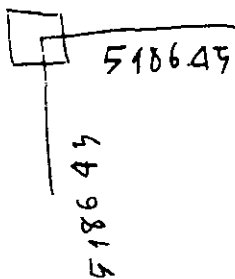
VARIÁVEL



ESTRIBOS



$\left. \begin{array}{l} \text{Ø4.6 c/8.5} - 98 \text{ APOI} \\ \text{Ø4.6 c/11} - 98 \text{ VÃO} \end{array} \right\}$



$N_k = 10372.90 \text{ kJf.}$

CINTA $A_{st} = 0.9 \text{ cm}^2$
 $A_s = 0.159 \rightarrow \frac{0.9}{0.5} = 1.8 \rightarrow 2\text{Ø}8$

PARGOGES (Corte Horizontal)

$$M_k = 47 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

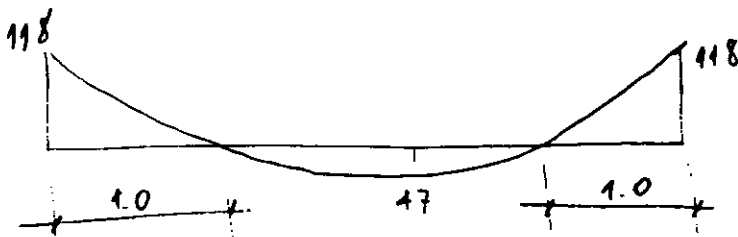
$$d_m = 10 \text{ cm}$$

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

$$A_{sm} = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 0.082 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$$

$$\boxed{\phi 63 \text{ c}/10.5}$$



$$P_{x1} = 300 \text{ kgf}$$

$$y = \frac{300}{750} \pm \sqrt{0.16 + \frac{2 \cdot 118}{750}}$$

* NO ENGHETE PARGOGES

$$M_k = 118 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$d_m = 2 \text{ cm}$$

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

$$A_{sm} = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 0.205 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\rightarrow A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$$

$$\boxed{\phi 63 \text{ c}/10.5}$$

O Ferro DO VÃO, ESFORÇO NEGATIVO SATISFAIS
ESTA DIMENSIONAMENTO.

* PAREDES

$M_k = 82 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ VERTICAL

$d_{\text{MIN}} = 2 \text{ cm}$

$A_{\text{SM}} = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 0.143 \text{ cm}^2/\text{m} > A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$

$h = 20 \text{ cm}$

$\phi 6.3 \text{ C}/10 \text{ F}$

NO ENGASTE DAS PAREDES COM O FUNDO

$M_k = 357 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

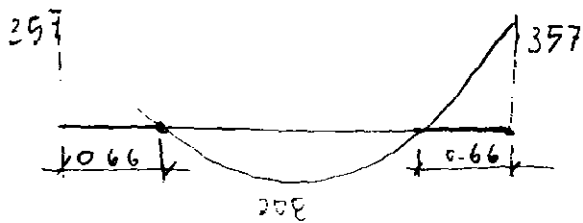
$d_{\text{MIN}} = 4 \text{ cm}$

$h = 20 \text{ cm}$

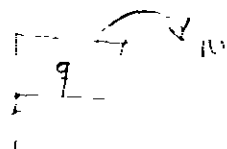
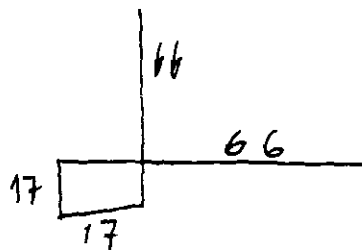
$A_{\text{SM}} = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 0.625 \text{ cm}^2/\text{m} > A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$

$\phi 6.3 \text{ C}/10 \text{ F}$



$x = \frac{q}{2}$



$\frac{q}{2} x - \frac{q}{2} x^2 + 111 = 0$

$x = \frac{-\frac{q}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 - 4\left(\frac{q}{2}\right) \cdot 111}}{2 \cdot \frac{q}{2}}$

$x = \frac{-\frac{q}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{q}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 111}{q}}}{\frac{q}{2}}$

* NO FUNDO

$M_k = 208 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

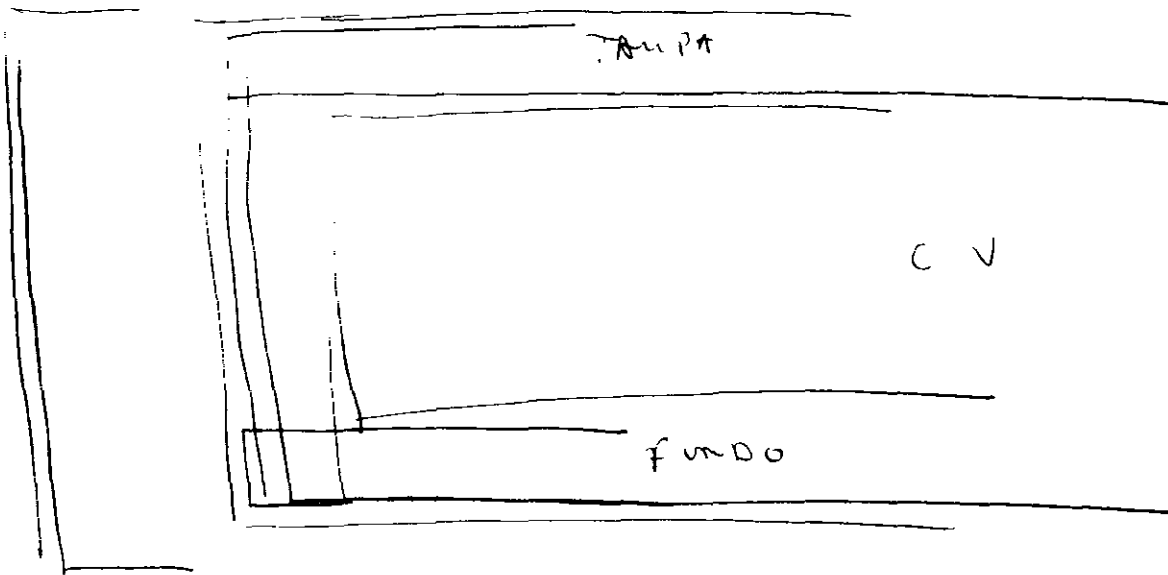
$d_{\text{MIN}} = 3 \text{ cm}$

$h = 20 \text{ cm}$

$A_{\text{SM}} = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{\text{SC}} = 0.365 > A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$

$\phi 6.3 \text{ C}/10$



DIMENSIONAMENTO

ACQ - CA - SOB - $f_{ck} = 200 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 15 \text{ cm}$
 $f_{min} = 0.15\%$

COBERTA

$M_k = 116 \text{ kg m}$

$c = 15 \text{ cm}$

$d_{min} = 2 \text{ cm}$

$h = 15 \text{ cm}$

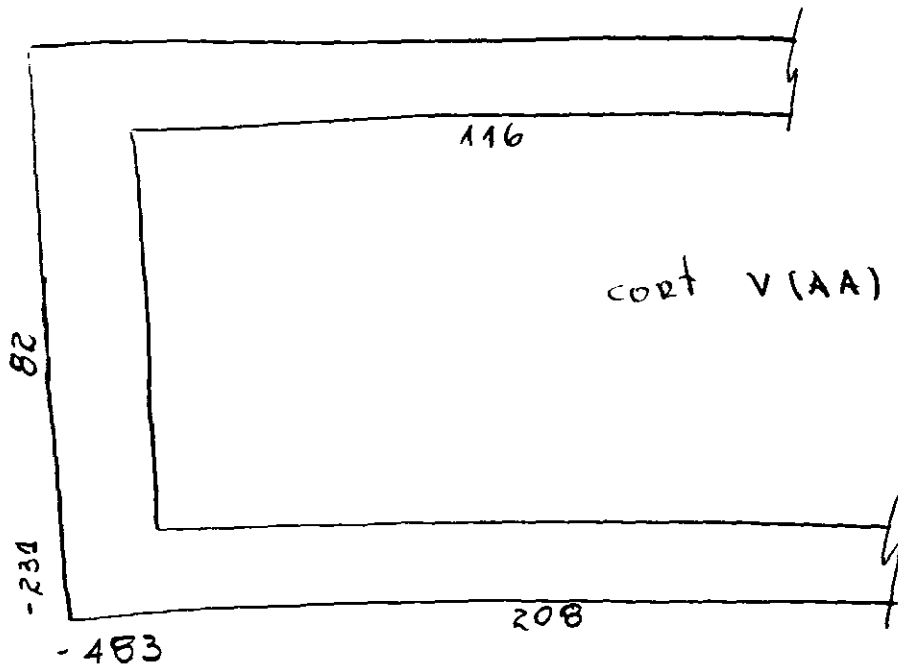
$A_{su} = 225 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 0.278 \text{ cm}^2/\text{m}$

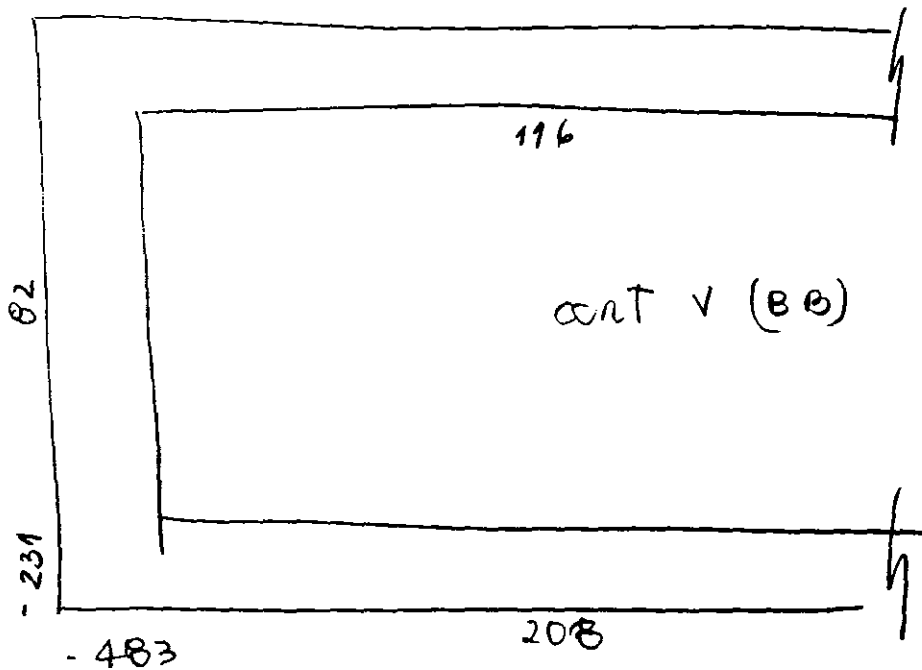
$\Rightarrow A_s = 225 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\Rightarrow \phi 6.3 \text{ c/14}$

✓

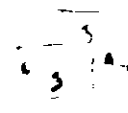
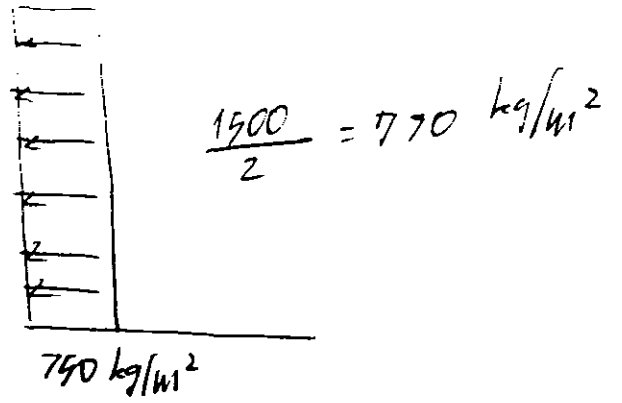
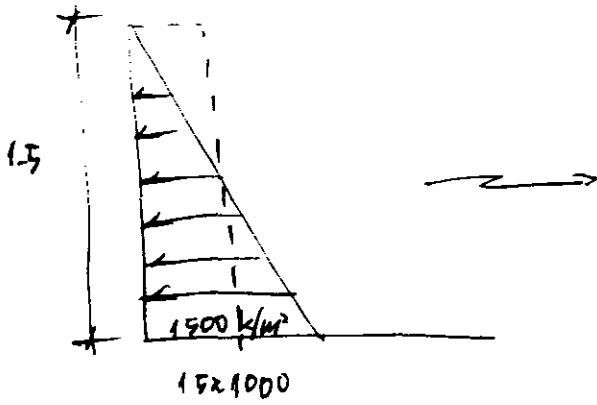


357



357

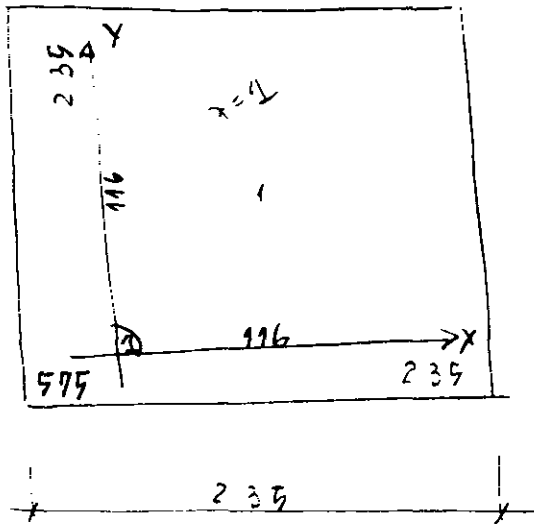
1.3 PAREDES



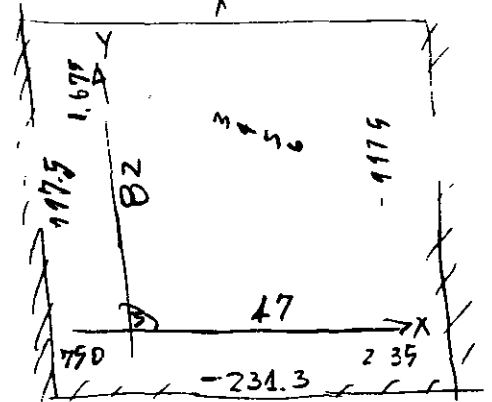
2.0 CALCULOS DE LOS ESFUERZOS.

2.1 COBERTA

$q_x = 2875$
 $q_y = 2575$
 $R_x = 3278$
 $R_y = \dots$

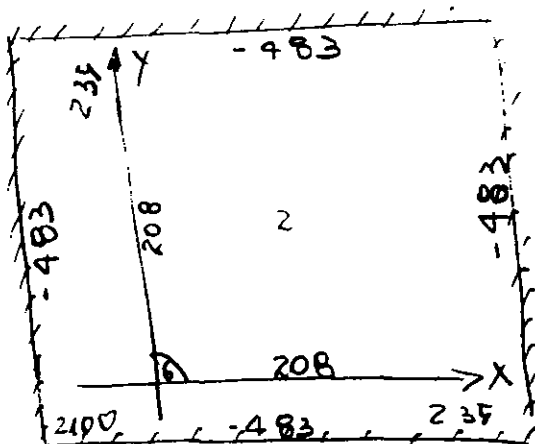


2.3 PAREDES

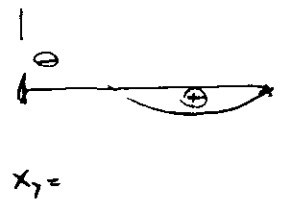


$q_x = 255$
 $q_y = 495$
 $R_{x1} = 300$
 $R_{y1} = 497$
 $R_{y2} = 331$

2.2 FONDO



$q_x = 1050$
 $q_y = 1050$
 $R_{x1} = 1234$
 $R_{y1} = 1234$



CALCULO DAS SOLICITACOES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L(1) :

* lx (m) = 2 35

* ly (m) = 2 35

* espessura da laje - h (cm) = 15

* base - b (m) = 1

- DADOS DO CARREGAMENTO

* sobrecarga (kgf/m2) = 100

* Pavim e revest.(kgf/m2) = 100

* CASO DA LAJE (1 a 6) = 1

* lambda = 1.00

LAJE ARMADA EM 2 DIREÇOES

* LAJE L1

* CARGA POR m2 = 575.00 kg.m

* QUINHOS DE CARGA:

qx = 287 50 kgf/m2 qy= 287 50 kgf/m2

LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES

* DIMENSOES = 2.35 m x 2 35 m

* ESPESSURA = 15 cm

* CASO DA LAJE = 1

* lambda= 1 00

* MOMENTOS FLETORES

=> Mx = 115 77 kgf.m /

=> My = 115 77 kgf.m /

=> Xx = 0.00 kgf.m

=> Xy = 0 00 kgf.m

=> RX1 = 337 81 kgf

=> RX2 = 337 81 kgf

=> RY1 = 337.81 kgf

=> RY2 = 337 81 kgf

* ARCHIVO CRIADO, SOLICIT DAT *

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L1

- DADOS DO CONCRETO

* fck (kgf/cm²) = 200
SOBRECARGA (Kgf/m²) = 100
PAVIM + REVES (Kgf/m²) = 100

- DADOS DO ACO

CA-25 ---- 1
CA-32 ---- 2
CA-40A---- 3
CA-50A---- 4
CA-60A---- 5
CA-40B---- 6
CA-50B---- 7
CA-60B---- 8
OPCION = 7

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L1

* PRE-DIMENSIONAMENTO

h = 15 cm

* DEFORMACAO

E = 289731.51 kgf/cm²

I = 67 70 cm⁴

**** flechas ****

f_q = 0.0101 mm f_{qad} = 4 7000 mm

f_t = 0 0680 mm f_{tad} = 7 8333 mm

espessura minima (h) + ESFUEZOS = 3 cm

* MOMENTO FLETOR:

M_k = 115.77 kgf.m => M_d = 162.08 kgf.m

X_k = 0 00 kgf.m => X_d = 0 00 kgf.m

ESPESSURA minima (h_s) - ESFUERZOS = 3 cm

* ESPESSURA ADOTADA (h) = 15 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L1

* NUMERO CONTATOS ENGASTADOS (LAJE/LAJE) = 0

- DADOS DO CONCRETO

* fck do concreto (kgf/cm2) = 200

- DADOS DO ACO.

CA-25 ---- 1

CA-32 ---- 2

CA-40A---- 3

CA-50A---- 4

CA-60A---- 5

CA-40B---- 6

CA-50B---- 7

CA-60B---- 8

OPCION = 7

* classe do aco (A ou B) = B

* bitola As(+) (mm) = 6 3

DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES

* LAJE L1

h = 15 cm

* ARMADURA POSITIVA

Aspx{+} = 1 500 cm2/m => 12\ 06 3 c\20

Aspy{+} = 1.500 cm2/m => 12\ 06.3 c\20

Aspx{+} = 0 327 cm2/m

Aspy{+} = 0 327 cm2/m

Asmin{+} = 1 500 cm2/m

f = 0 1% -> Asmi = 1 5 cm2/m

f = 0 15% -> Asmi = 2 25 cm2/m ADOPTADO

* ARMADURA NEGATIVA

Asmin{-} = 1 50 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA

CALCULO DAS SOLICITACOES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L(2)

* lx (m) = 2 35

* ly (m) = 2 35

* espessura da laje - h (cm) = 20

* base - b (m) = 1

- DADOS DO CARREGAMENTO:

* sobrecarga (kgf/m2) = 1500

* Pavim. e revest.(kgf/m2) = 100

* CASO DA LAJE (1 a 6) = 6

* lambda = 1 00

LAJE ARMADA EM 2 DIREÇÕES

* LAJE L2

* CARGA POR m2 = 2100 00 kg m

* QUINHÕES DE CARGA.

qx = 1050 00 kgf/m2 qy= 1050.00 kgf/m2

LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES

* DIMENSOES = 2.35 m x 2.35 m

* ESPESSURA = 20 cm

* CASO DA LAJE = 6

* lambda= 1.00

* MOMENTOS FLETORES

=> Mx = 208.05 kgf m

=> My = 208 05 kgf.m

=> Xx = -483 22 kgf.m

=> Xy = -483 22 kgf m

=> RX1 = 1233.75 kgf

=> RX2 = 1233.75 kgf

=> RY1 = 1233 75 kgf

=> RY2 = 1233 75 kgf

* ARCHIVO CRIADO. SOLICIT DAT *

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L2

- DADOS DO CONCRETO

* f_{ck} (kgf/cm²) = 200
SOBRECARGA (Kgf/m²) = 1500
PAVIM. + REVES. (Kgf/m²) = 100

- DADOS DO ACO

CA-25 ---- 1
CA-32 ---- 2
CA-40A---- 3
CA-50A---- 4
CA-60A---- 5
CA-40B---- 6
CA-50B---- 7
CA-60B---- 8
OPCION = 7

* classe do aco (A ou B) = B

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L2

* PRE-DIMENSIONAMENTO.

h = 20 cm

* DEFORMACAO

E = 289731 51 kgf/cm²

I = 74 89 cm⁴

**** flechas ****

f_q = 0 0205 mm f_{qad} = 4 7000 mm

f_t = 0 0829 mm f_{tad} = 7 8333 mm

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 4 cm

* MOMENTO FLETOR

M_k = 208 05 kgf m => M_d = 291 27 kgf m

X_k = -483 22 kgf m => λ_d = -676.51 kgf m

ESPESSURA minima (h_s) - ESFUERZOS = 3 cm

* ESPESSURA ADOTADA (h) = 20 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L2

* NUMERO CONTATOS ENGASTADOS (LAJE/LAJE) = 4

engastada a laje - L3

L3 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos): 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA 4

engastada a laje - L4

L4 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos) 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA. 4

engastada a laje - L5

L5 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos). 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA. 4

engastada a laje - L6

L6 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos): 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA. 4

- DADOS DO CONCRETO

* fck do concreto (kgf/cm2) = 200

* ARMADURA POSITIVA

Aspx{+} = 2 000 cm2/m => 9N ø8 0 c\25

Aspy{+} = 2.000 cm2/m => 9N ø8.0 c\25

Aspx{+} = 0.433 cm2/m

Aspy{+} = 0 433 cm2/m

Asmin{+} = 2.000 cm2/m

f_{MIN} = 0 15%

AS_M = 30 cm²/m

* ARMADURA NEGATIVA

Asmin{-} = 2 00 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA

ENGASTE => L2 - L3

Asn{-} = -1.00 cm2/m => 9N ø8 0 c\25

ENGASTE => L2 - L4

Asn{-} = -1 00 cm2/m => 9N ø8 0 c\25

ENGASTE => L2 - L5

Asn{-} = -1 00 cm2/m => 9N ø8.0 c\25

ENGASTE => L2 - L6

Asn{-} = -1.00 cm2/m => 9N ø8 0 c\25

CALCULO DAS SOLICITACOES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L(3)

* l_x (m) = 2.35

* l_y (m) = 1.675

* espessura da laje - h (cm) = 20

* base - b (m) = 1

- DADOS DO CARREGAMENTO.

* sobrecarga (kgf/m²) = 150

* Pavim e revest.(kgf/m²) = 100

* CASO DA LAJE (1 a 6) = 5

* $\lambda = 0.71$

LAJE ARMADA EM 2 DIREÇoes

* LAJE L3

* CARGA POR m2 = 750.00 kg.m

* QUINHÕES DE CARGA

qx = 255 34 kgf/m2 qy= 494.66 kgf/m2

LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES

* DIMENSOES = 2.35 m x 1.67 m

* ESPESSURA = 20 cm

* CASO DA LAJE = 5

* lambda= 0 71

* MOMENTOS FLETORES

-> Mx = 47.82 kgf m

> My = 82 27 kgf m

=> Xx = -117 51 kgf m

> Xy = -231 30 kgf m

> RX1 = 300 03 kgf

> RX2 = 300 03 kgf

> RY1 = 497 13 kgf

> RY2 = 331 42 kgf

ARCHIVO CRIADO, SOLICIT DAT *

000104

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L3

PRE-DIMENSIONAMENTO

$h = 20 \text{ cm}$

DEFORMACAO

$E = 289731.51 \text{ kgf/cm}^2$

$I = 74.89 \text{ cm}^4$

**** flechas:****

$f_q = 0.0013 \text{ mm}$ $f_{qad} = 3.3400 \text{ mm}$

$f_t = 0.0073 \text{ mm}$ $f_{tad} = 5.5667 \text{ mm}$

espessura minima (h) + ESFUZOS = 2 cm

MOMENTO FLETOR

$M_k = 82.27 \text{ kgf.m}$ => $M_d = 115.18 \text{ kgf.m}$

$X_k = -117.51 \text{ kgf.m}$ => $X_d = -164.51 \text{ kgf.m}$

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 2 cm

ESPESSURA ADOPTADA (h) = 20 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES

* LAJE L3

h = 20 cm

* ARMADURA POSITIVA.

Aspx{+} = 3.000 cm²/m => 17N ø6.3 c\10

Aspy{+} = 3.000 cm²/m => 24N ø6.3 c\10

Aspx{+} = 0.099 cm²/m

Aspy{+} = 0.171 cm²/m

Asmin{+} = 3.000 cm²/m

* *****

* ARMADURA NEGATIVA

Asmin{-} = 3.00 cm²/m

* ARMADURA NEGATIVA.

F CARGAS SOBRE A VIGA

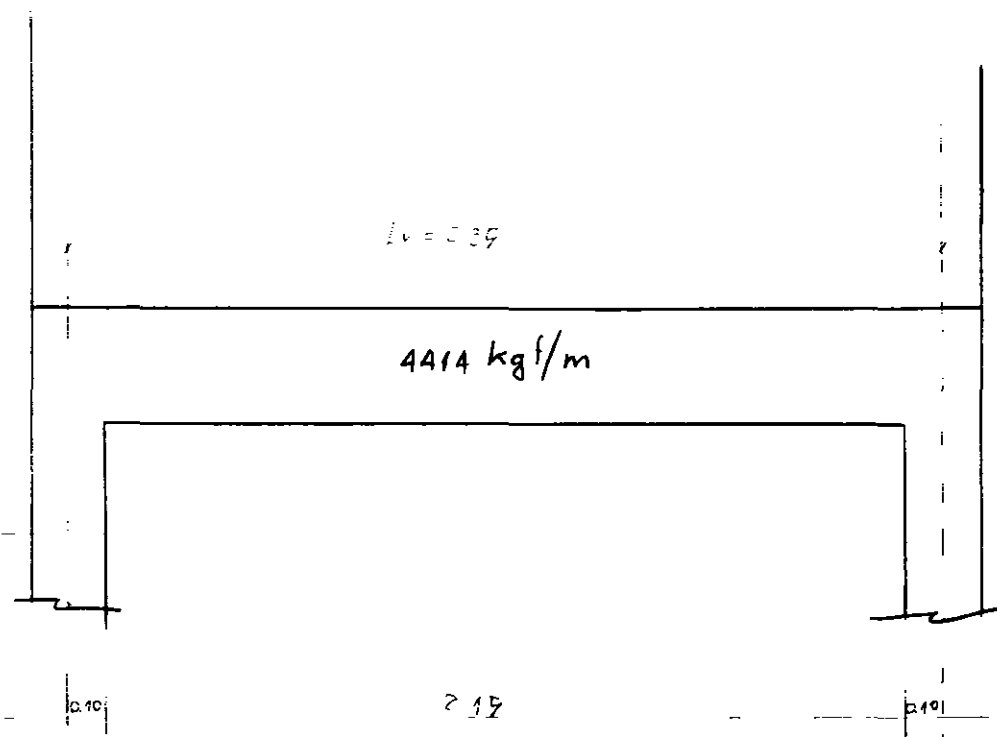
PP	$0.2 \times 0.3 \times 2500$	\longrightarrow	150 kg/m
PADEDE	$0.2 \times 1.5 \times 2500$	\longrightarrow	750 kg/m
CUBERTA	$q_x \times l_x \times \frac{1}{2} = \frac{2875 \times 2.35}{2}$	\longrightarrow	3378 kg/m
FUNDO	$q_x \times l_x \times \frac{1}{2} = \frac{1090 \times 2.35}{2}$	\longrightarrow	1234 kg/m
RAVESTIMENTO +		\longrightarrow	50 kg/m
S.C		\longrightarrow	100 kg/m
Peso ÁGUA		\longrightarrow	1792 kg/m
			4413.8 kg/m

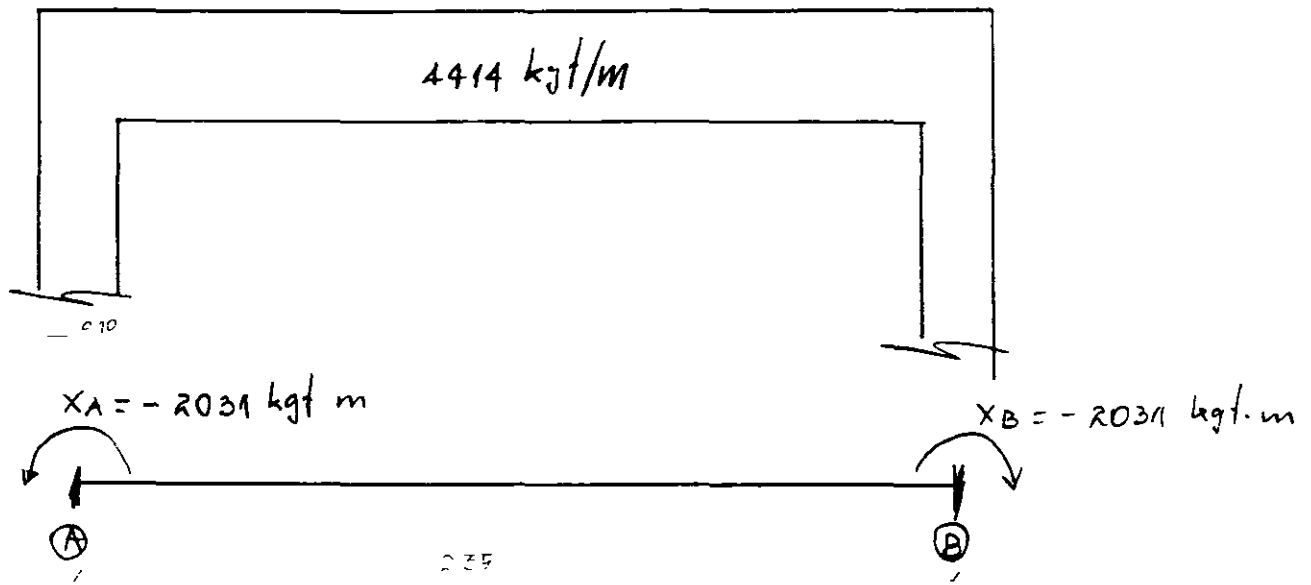
$$V = 2.35 \times 2.35 \times 1.5 = 8.284 \text{ m}^3 \longrightarrow 8283.75 \text{ l} \longrightarrow 8284 \text{ kg}$$

$$V = 8284 \text{ l}$$

$$A = 2.15 \times 2.15 = 4.623 \text{ m}^2$$

$$\frac{V}{A} = \frac{8284}{4.623} = 1792 \text{ l/m}^2 \longrightarrow \text{1m VIGA} \longrightarrow 1792 \text{ kg/m}$$





$$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$$

AÇO CA-50B

INERCIÁ CTE.

$$E_s = 2100000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{yd} = 5000 / 1.15 = 4348 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 2 + \frac{f_{yd}}{E_s} = 4.07 \text{‰}$$

$$0.7 \times f_{yd} / E_s = 0.00145$$

$$R_A = \frac{4414 \times 2.39}{2} = 5186.45 \text{ kgf.}$$

$$R_B = 5186.45 \text{ kgf}$$

DADOS PARA CISA LHAMENTO

$$\gamma_{wdu} = 0.25 \times f_{cd} - 0.25 \times \frac{f_{ck}}{1.4} = 0.25 \times \frac{200}{1.4} = 35.714 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma_{wd} \leq \gamma_{wu} = 0.25 f_{cd} \leq 45 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

* ESTORFO NO BALANÇO ESC.

$$X_{be} = 0$$

* DIMENSÕES E COEFICIENTES

$$\begin{matrix} b = 20 \\ h = 30 \end{matrix} > A_c = 600 \text{ cm}^2$$

$$d' = 1.5 \text{ cm}$$

$$\delta' = d'/h = \frac{1.5}{30} = 0.05$$

$$d = 28.5 \text{ cm}$$

$$\delta = d/h = \frac{28.5}{30} = 0.95$$

$$\mu_{3-4} = 0.301 \times \delta^2 = 0.301 \times 0.95^2 = 0.272$$

* N.º DE VÃOS

$$NV = 1$$

ESFORÇOS NO VÃO

$$x = V_1 - 1/g = \frac{5186.45}{4414} = 1.175 \text{ m} < l_v \rightarrow \boxed{X_{\max} = 1.175}$$

$$M_{\max} = 5186.45 \times 1.175 - 2031 - 4414 \times \frac{1.175^2}{2} = 1016.04 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\boxed{M_{\max} = 1016.04 \text{ kgf} \cdot \text{m}}$$

* CONSTANTES NAS FACES DOS APOIOS.

$$a_{oe} = 10 \text{ cm}$$

$$a_{od} = 10 \text{ cm}$$

$$0 < a_{oe} < l_v \rightarrow V_a = V_b = 5186.45 \text{ kgf}$$

$$x = a_{oe} = 0.10 \text{ m}$$

$$V_{a_{oe}} = V_a - q \cdot x = 5186.45 - 4414 \times 0.10 = 4745.05 \text{ kgf}$$

$$0 < l_v - a_{oe} < l_v \rightarrow 0 < 2.25 < 2.35 \quad (V)$$

000109

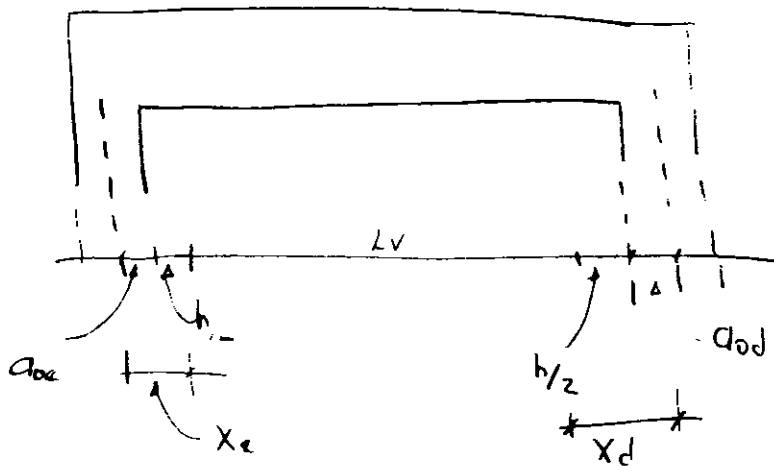
$$V_{od} = - (V_e - q \cdot x) = - 5186.45 \text{ ksf.}$$

$$R_{ste} = 1.4 \times V_{o0} / 2 = 1.4 \times 4745.09 / 2 = 3321.54 \text{ ksf}$$

$$A_{scd} = \frac{R_{ste}}{f_{yd}} = \frac{3321.54}{4348} = 0.764 \text{ cm}^2$$

$$A_{scd} = 0.764 \text{ cm}^2$$

* constante * CONSIDERAR NO APOIOSA



$$X_e = a_{oe} + h/2 = 0.10 + 0.3/2 = 0.25 \text{ m}$$

$$X_d = a_{od} + h/2 = 0.10 + 0.3/2 = 0.25 \text{ m}$$

$$V_{oe} = (-X_{he} + X_{hd}) / L_v = 0$$

$$V_{od} = (X_{he} + X_{hd}) / L_v = 0$$

$$V_{oe} = (V_{oe} + q \cdot l \cdot (1 - \frac{l}{2})) / L_v = 0 + 4414 \times \frac{2.35^2}{2} / 2.35 = 5186.45 \text{ ksf.}$$

$$V_{oe} = 5186.45 \text{ ksf.}$$

$$V_{od} = 5186.45 \text{ ksf.}$$

* ARMADURA NO APOIO DA ESQUERDA

$$M_k = 2031 \text{ kgf m}$$

$$\mu = \frac{M_k}{\sigma_{cd} \cdot A_c \cdot h} = \frac{14 \times 2031}{0.85 \times \frac{200}{14} \cdot 600 \times 30} = 0.130$$

$\mu < \mu_{3-4}$ $0.001 < 0.272$ OK! ADM SIMPLES

$$\alpha_y = \sqrt{1 - \sqrt{1 - 2\mu}} = 0.95 - \sqrt{0.95^2 - 2 \cdot 0.130} = 0.148$$

$$\psi = \alpha_y = 0.148$$

$$\beta_1 = \frac{f_y d}{\sigma_{cd}} = \frac{4348}{0.85 \times \frac{200}{14}} = 35.807$$

$$p_1 = \frac{\psi}{\beta_1} = \frac{0.148}{35.807} = 0.00415$$

$$d_{\min} = 20 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = A_c \cdot p_1 = 600 \times 0.004 = 2.489 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

$$A_{sc} = 2.489 \text{ cm}^2$$

$$A_{sm} = 0.9 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

* ARMADURA NO APOIO DIREITO = ESQUERDA

$$A_{sd} = 2.489 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow 2 \phi 12.5$$

* ARMADURA NO VÃO SEM ROTULA NO APOIO

$$M_k = 1016.04 \text{ kgf m}$$

$$d_{\min} = 14 \text{ cm}$$

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

$$A_{sm} = 0.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 1.193 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 1.193 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow 3 \phi 8$$

* Cálculo do Comp do Armadura.

$$\gamma_{bd} = 0.9 \times \sqrt[3]{f_{cd}^2} = 0.9 \times \sqrt[3]{(200/1.4)^2} = 24.594 \text{ kgf/cm}^2$$

$$l_{b1} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{\gamma_{bd}} = \frac{0.8}{4} \cdot \frac{4348}{24.594} = 35.358 \text{ cm}$$

$$A_{set} = 2 \times 1.27 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$l_b = l_{b1} \times A_{set} / A_{set} = 35.358 \times 2.54 / 2.54 = 34.64 \approx 35.0 \text{ cm}$$

$l_b = 35.00 \text{ cm}$ ok

$l_b > \begin{cases} l_{b1}/3 = 11.786 \text{ cm} \\ 10\phi = 8.0 \text{ cm} \rightarrow \text{ok} \\ 10 \text{ cm} = 10 \text{ cm} \end{cases}$

* Escala geom do Diagrama.

$$a_1 = \frac{28.7}{2} = 14.25 \text{ cm} \rightarrow 0.1425 \text{ m}$$

* Parcela resistente de cada barra resistente.

$$\Delta M = \frac{X_{he}}{N_f} = \frac{-2031}{2} = -1015.5 \text{ kgf.m}$$

* Comprimentos
Ferro 1.

$$Y_A = -2031 = X_{he} \quad \Delta = V_e^2 + 2 \cdot q (M_e - Y)$$

$$\Delta = 5186.45^2 + 2 \times 4414 (-2031 + 2031) = 26899263.60$$

$$x = (V_e - \sqrt{\Delta}) / q = (5186.45 - \sqrt{26899263.60}) / 4414 = 0$$

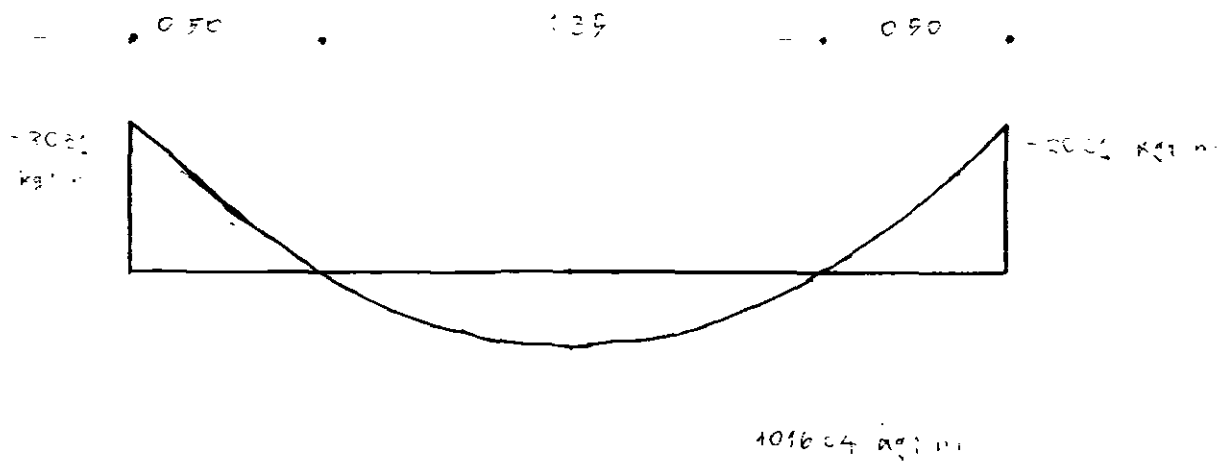
$$Y_B = Y_A - \Delta M = -2031 + 1015.5 = -1015.5$$

$$\Delta = 5186.45^2 + 2 \times 4414 (-2031 + 1015.5) = 17934429.60$$

$$x = (5186.45 - \sqrt{\Delta}) / q = 0.215 \text{ m}$$

$x = 0.215 \text{ m}$ ✓

000122



Momento nulo.

$$x = \frac{R_0}{q} \pm \sqrt{\left(\frac{R_0}{q}\right)^2 - \frac{2 \cdot M}{q}}$$

$$x = \frac{5186.45}{4414} + \sqrt{\left(\frac{5186.45}{4414}\right)^2 - \frac{2 \cdot 2031}{4414}} = 1.853 \text{ m} \Rightarrow 2.35 - 1.853 = 0.496 \text{ m}$$

$$x_2 = 0.496 \Rightarrow 50 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \boxed{50 \text{ cm}}$$

Ro= 41 % Romin= 15 %
As= 2.49 cm² Asmin= 9 cm²

Armadura simples
Numero de ferros=2
Diametro do ferro(mm)=8

Ferro 1 # 8 mm **** m
Ferro 2 # 8 mm **** m

4.6 mm → 0.166 cm²

Estribos da esquerda para direita
Numero de ramos=(*2*)
Diametro do estribo(mm)=(*4.6*)
4.6 mm c 8.5 cm Trecho .31 m (2 Ramos)
Estribos minimos
Numero de ramos=(*2*)
Diametro do estribo(mm)=(*4.6*)
4.6 mm c 11.5 cm (2 Ramos)
Estribos da direita para esquerda.
Numero de ramos=(*2*)
Diametro do estribo(mm)=(*4.6*)
4.6 mm c 11.5 cm Trecho .16 m (2 Ramos)
Alteracao de estribos(S/*N*).

Estribos:

ESTRIBO

$$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi 4.6 \text{ c/11}$$

$$V_k = 5186.45 \text{ kgf}$$

$$F_{yk} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

$$b_w = 0.20 \text{ m}$$

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

$$c = 1.5 \text{ cm}$$

$$\gamma_{wd} = V_k \times 1.4 / (b_w \times 100 \times (h - c)) = 12.738$$

$$\gamma_{wu} = 0.3 \times f_{ck} / 1.4 = 42.857$$

$$\gamma_{wu} < 45 \text{ AND } \gamma_{wd} < \gamma_{wu} \rightarrow \text{ok!}$$

$$A_{sw} = V_k \times 1.4 / (0.87 \times (h - c) \times F_{yk} / 1.15) = 0.0673 \text{ cm}^2$$

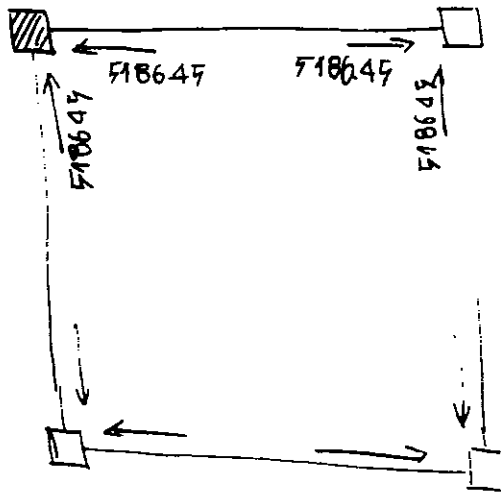
$$A_{swmin} = 0.15 \times b_w \times 100 = 3.0 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 4.6 \rightarrow A_e = 0.166$$

$$\frac{3.0}{0.166} = 18.09 \phi$$

$$s = 100 \times NR \times \frac{A_e}{A_{sw}} = 100 \times 2 \times \frac{0.166}{3.0} = 11.09 \text{ cm}$$

000114

DILAR



$$N_k = 10372.90 \text{ kgf}$$

$$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$$

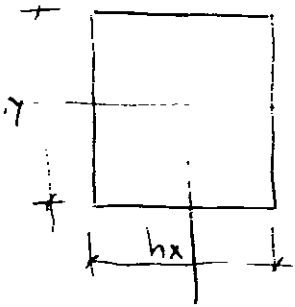
$$c = 1.5 \text{ cm}$$

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

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

$$0.2 \times 0.2 \times 2700 = 108 \text{ kg/m}^3$$

$$N_k = 10472.90 \text{ kgf}$$



$$I_{fic_{x,y}} = I_{x,y} + \bar{\beta} \frac{h_{x,y}}{h_{y,x}} \cdot I_{y,x}$$

$$I_{fic_y} = I_y + \bar{\beta} \frac{h_y}{h_x} I_x$$

$$A_c \approx \frac{N_k}{80} = h_x \cdot h_y, \quad h_y < h_x$$

$$A_{sm} = 0.5\% A_c$$

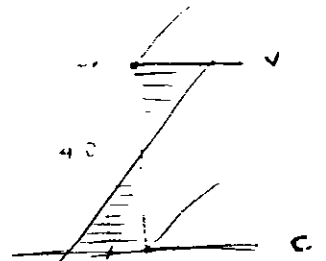
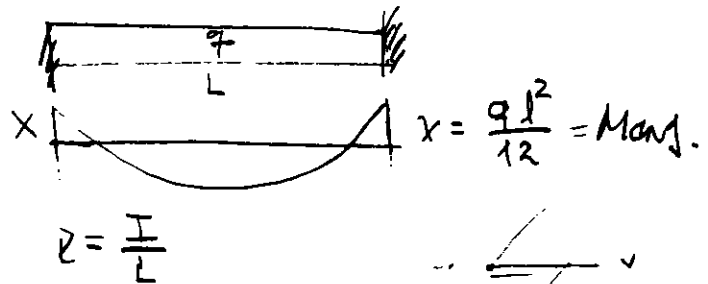
$$A_0 > A_{sm}$$

$$M_{int} = M_{ang} \cdot \frac{R_{int}}{R_{int} + R_{sup} - R_{viga}}$$

$$M_{sup} = M_{ang} \cdot \frac{R_{sup}}{R_{int} + R_{sup} + R_{viga}}$$

$$M_{viga} = M_{ang} \cdot \frac{R_{int} + R_{sup}}{R_{int} + R_{sup} + R_{viga}}$$

CONSIDERANDO VIGA COM ENGASTO PERFEITO



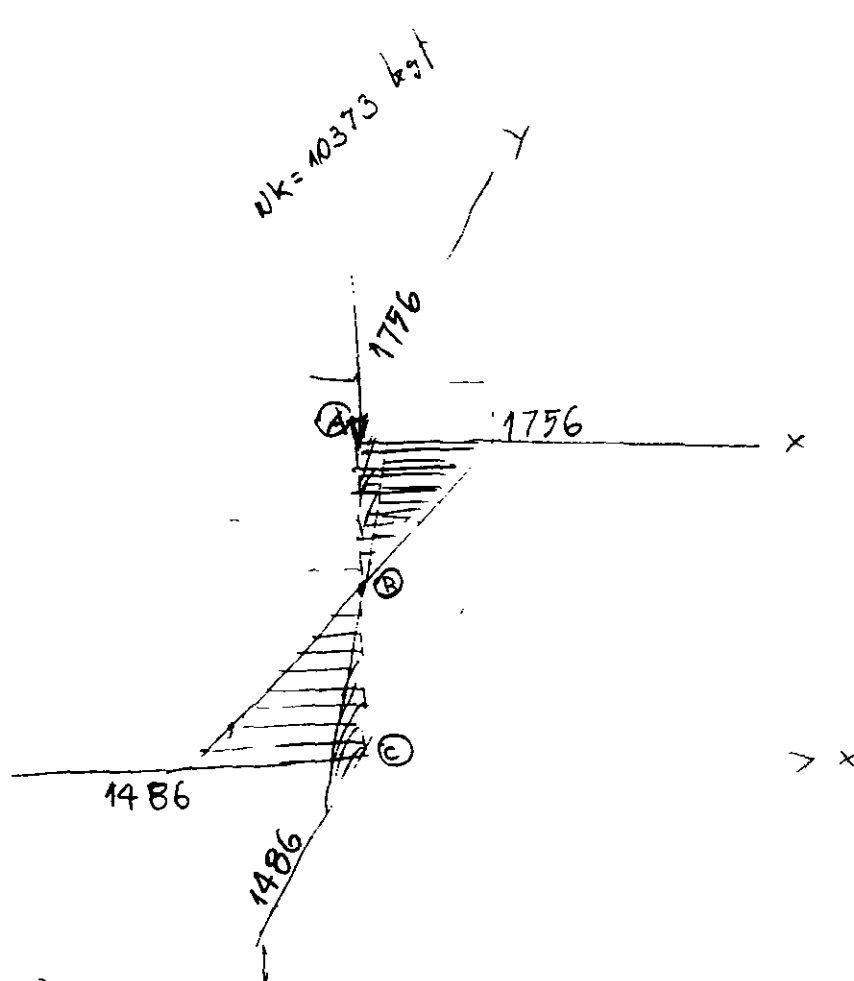
$$M_{ang} = \frac{4414 \times 235^2}{92} = -203136 \text{ kgf m}$$

$$R_{sup} = \frac{I}{L} = \frac{20 \times 30^3}{12} = 45000 \text{ cm}^4$$

$$I_p = 20 \times 20^3 / 12 = 13333.33$$

$$R_{sup} = \frac{45000}{200} = 112.5$$

$$R_{viga} = \frac{13333.33}{235} = 56.738$$



$$\lambda = \frac{l_c}{i}$$

$$\lambda = \sqrt{J/S}$$

$$\lambda = 3.46 \times \frac{l_c}{b \cdot \sqrt{h}} =$$

$$EM \text{ (A)} \quad \sigma_{\max} = \frac{M_{k_{\max}}}{N_k}$$

$$\sigma_{\min} = \frac{M_{k_{\min}}}{N_k}$$

$$M_{\min} = 2031 \times \frac{112.5}{112.5 + 0 + 56.738}$$

$$M_{\min} = 1350.096 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 2031 \times \frac{112.5}{112.5 + 112.5 + 56.738}$$

$$M_{\max} = 810.993 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{\min} + \frac{1}{2} \cdot M_{\max} = 1350.10 + \frac{1}{2} \cdot 811 = 1755.6$$

$$M_{\max} + \frac{1}{2} \cdot M_{\min} = 811 + \frac{1}{2} \cdot 1350.10 = 1486.0$$

$$EM \text{ (A)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max} = \frac{1756}{10373} = 0.169 \text{ m} = 16.93 \text{ cm} \\ \sigma_{\min} = \frac{1756}{10373} = 0.169 \text{ m} = 16.93 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$EM \text{ (C)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max} = \frac{1486}{10373} = 0.143 \text{ m} = 14.3 \text{ cm} \\ \sigma_{\min} = \frac{1486}{10373} = 0.143 \text{ m} = 14.3 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\lambda = \frac{1}{\rho} = \sqrt{\frac{S}{J}} = 400 \cdot \sqrt{\frac{400}{1333333}} = 69.28$$

$$\lambda > 40$$

EM ②

$$* d_{1Bx} = 0.6 \cdot d_{ax} - 0.4 \cdot d_{cx} \geq 0.4 \cdot d_{ax}$$

$$d_{1Bx} = 0.6 \cdot 1693 - 0.4 \cdot 143 \geq 0.4 \cdot 1693$$

$$4.438 \geq 6.772 \text{ (F)} \rightarrow \boxed{d_{1Bx} = 6.772 \text{ cm}}$$

$$* d_{1By} = 0.6 \cdot d_{ay} - 0.4 \cdot d_{cy} \geq 0.4 \cdot d_{ay}$$

$$0.6 \cdot 1693 - 0.4 \cdot 143 \geq 0.4 \cdot 1693$$

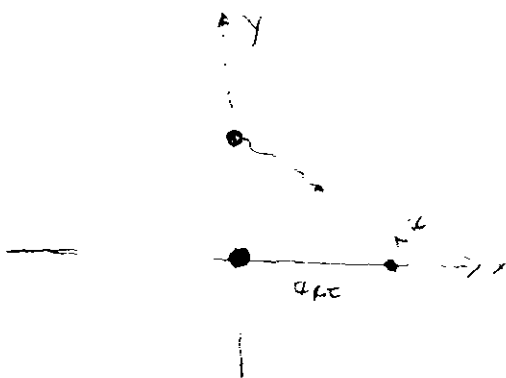
$$4.438 \geq 6.772 \text{ (F)} \rightarrow \boxed{d_{1By} = 6.772 \text{ cm}}$$

$$\lambda_x = 3.46 \cdot \frac{400}{20} = 69.2$$

$$d_{ax} = \frac{h_x}{30} = \frac{20}{30} = 0.667 \rightarrow d_{ax} = 2 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = 3.46 \cdot \frac{400}{20} = 69.2$$

$$d_{ay} = \frac{h_y}{30} = \frac{20}{30} = 0.667 \rightarrow d_{ay} = 2 \text{ cm}$$



$$d_{tx} = d_{1A} + d_{ax} + d_2 = 1693 + 2 + 2.97$$

$$d_{tx} = 21.9 \text{ cm}$$

$$\bar{D} = \frac{N_d}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{1.4 \cdot 10373}{\frac{200}{1.4} \cdot 400} = 0.294$$

$$d_{2x} = \frac{1}{10} \left[\frac{20035 + \frac{4348}{2100000}}{(1 + 0.5) \cdot 20} \right] = 2.971 \text{ cm}$$

$$\bar{D} < 0.9 \rightarrow \bar{D} = 1$$

$$\bar{D}' = \frac{1.5}{20} = 0.075 \approx 0.10$$

$$N_d = 10373 \cdot 1.4 = 14522.20 \text{ kN}$$

$$M_d = 14522.2 \cdot 21.9 = 318036.78$$

$$\bar{\mu} = \frac{31036.78}{0.85 \cdot \frac{200}{1.4} \cdot 400 \cdot 20} = 0.327$$

$$\bar{D} = \frac{14522.2}{0.85 \cdot \frac{200}{1.4} \cdot 400} = 0.299 \approx 0.3$$

0.35	11.76	Tabela I17 $\bar{f} = 10.615$
0.327	<u>10.615</u>	
0.30	9.27	

$$f = \bar{f} \cdot f_{ck} = \frac{10.615}{100} \cdot 0.2 = 0.021$$

$$A_s = f \cdot A_c = 0.021 \cdot 400 = 8.492 \text{ cm}^2$$

$$\boxed{8 \phi 12.5}$$

000117

$$\gamma_{du} = \frac{1.4 \times 2372.336}{41 \times 18379} = 4.446 \times 10^{-4} < \gamma_{ud} \text{ ok}$$

$$\gamma_{ud} = 0.15 \times 1.2 = 0.18$$

$$\gamma_{dB} = \frac{1.4 \times 2392.226}{41 \times 18379} = 4.446 \times 10^{-4} < \gamma_{ud} \text{ ok}$$

Calculo da armadura

$$A_{sa} = 0.875 \times \frac{N_c \cdot c^2}{\sigma_s \cdot \gamma_d} = 0.875 \times \frac{11903 \times 24^2}{1 \times 0.21 \times \frac{5000}{1.19}} = 1764 \text{ cm}^2$$

$$A_{sb} = 1.764 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi$$

$$A_{sm} = 0.10\% A_c \rightarrow \frac{0.10}{100} \times 2079.79 = 208 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\frac{210}{0.315} = 667 \phi$$

$$A_{sa} = A_{sb} = 210 \text{ cm}^2$$

$$\frac{100}{667} = 14.999 \approx 15 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{l} \boxed{8 \phi 6.3 \text{ c/14} - A} \\ \boxed{8 \phi 6.3 \text{ c/14} - B} \end{array}$$

$$A_{sa} \rightarrow s = \frac{970 \text{ cm} \times 0.315 \text{ cm}^2}{210 \text{ cm}^2} = 14.55 \text{ cm} \rightarrow s = 14 \text{ cm}$$

$$A_{sb} \rightarrow s = 14 \text{ cm}$$

$$N^{\circ} = \frac{97}{14} = 6.929 \approx 7 (+1) = 8 \phi$$

UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

AUTOR Prof. Msc. Guilherme Viana Dantas

CENTRO DE CIENCIAS TECNOLOGICAS

Modificacion Fernando A Martínez Palma

ENGENHARIA CIVIL

ACADEMICO DE ENGENHARIA CIVIL-1996

SAPATA RIGIDA OU FLEXIVEL PARA AÇO CA-50B

F_{ck} (Kgf/cm²) . (0=*150*) = 200 $a = 0.95$ m

TENSÃO ADMISIVEL (Kgf/cm²) = 15 $b = 0.95$ m

CARGA NO PILAR (Kgf) = 12000

a_0 (cm) = 20 $a = 1.00$ m

b_0 (cm) = 20 $b = 1.00$ m

d_L (cm) = 15

AREA DE CALCULO = 1.07 AREA NECESSARIA $h_1 = 10$ cm

$a(m)$ = (*0=VALOR DE CALCULO*) = 1 $h_0 = 15$ cm

$b(m)$ = (*0=VALOR DE CALCULO*) = 1 $h = 25$ cm

AREA REAL > 1.19 AREA NECESSARIA VOLUME = 0.180 m³

SAPATA RIGIDA OU FLEXIVEL (*R/F*) R

VALOR DE CALCULO DE $h = 25.00$ cm

NOVO VALOR DE $h(cm) \geq (*0=VALOR DE CALCULO*) = 25$

$R_{oa} = 0.10$ % $A_{sa} = 2.10$ cm²

$R_{ob} = 0.10$ % $A_{sb} = 2.10$ cm²

NOVA SAPATA (*S*/N) =

FUNDADO JACOBI (ZAPETA RIGIDA)

(1/10)

10373 CHRGNS
B30 PILAR
300 CUNTA

$$n > \frac{1}{3} a_1 \quad \alpha \leq 33^\circ$$

$$N_k = 11503 \text{ kgf}$$

$$\frac{1}{3} a_1$$

$$N' = 11503 \text{ kgf}$$

$$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$G = 10\% \text{ DE } N$$

20x20

$$N = N' + G = 1.05 \cdot N'$$

MFC CA-700

$$G_{ad} = 15 \text{ (Adotado para Cálculo; } k_2 \text{ / cm}^2$$

$$S = \frac{N}{G_{ad}} \quad a \times L \geq S \quad a \leq 2E \Rightarrow S = \frac{1.05 \times 11503}{15} = 8092.1 \text{ cm}^2$$

$$S = (a_0 + 2a_1) * (b_0 + 2a_1) = (20 + 2 * a_1) (20 + 2 * a_1) = 8092.1$$

$$400 + 40a_1 + 40a_1 - 4a_1^2 = 8092.1 \Rightarrow a_1^2 + 20a_1 - 2013.029 = 0 \rightarrow \begin{matrix} a_1 = \\ b_1 = \end{matrix}$$

$$a_1 = \frac{-20}{2} = \frac{91.94}{2}$$

$$a_1 = 35.97 \approx 40 \text{ cm}$$

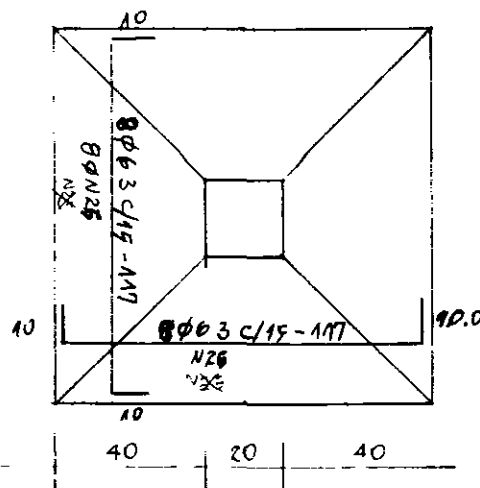
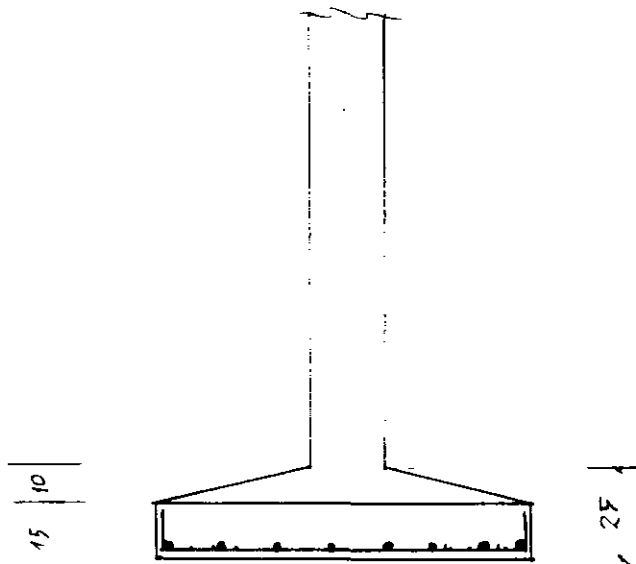
$$a_1 = 40 \text{ cm}$$

ADOPTAR

$$a_1 = b_1 = 40 \text{ cm}$$

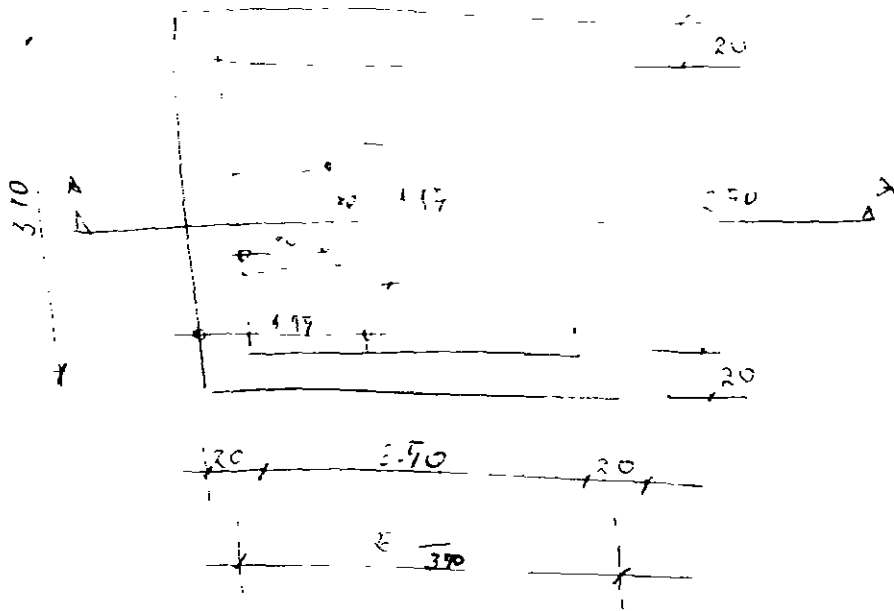
$$a = 100 \text{ cm}$$

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



000120

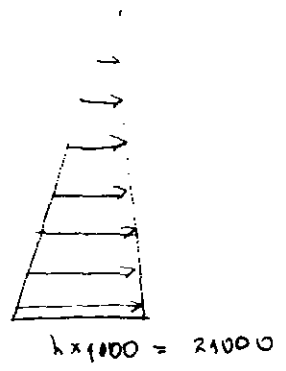
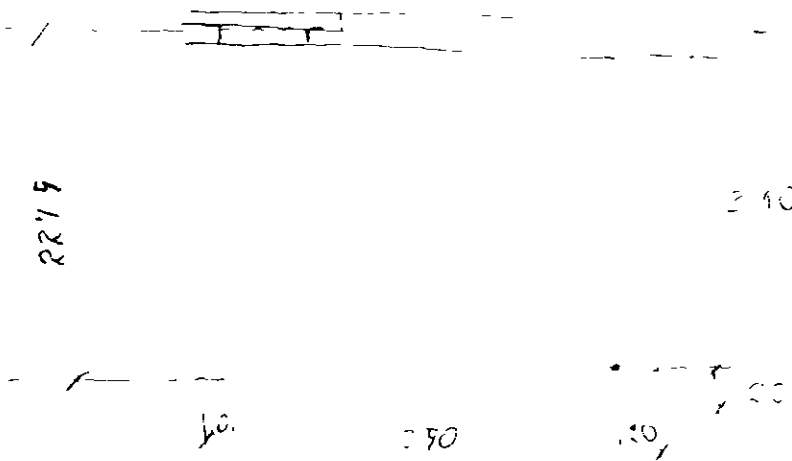
PRIMAVERA



$$f_x = - \frac{Q/x^2}{(4x^2/x^2)}$$

$$f_y = \frac{Q/y^2}{(4x^2/x^2)}$$

2279



10 CARGAS

1.1 COBERTAS

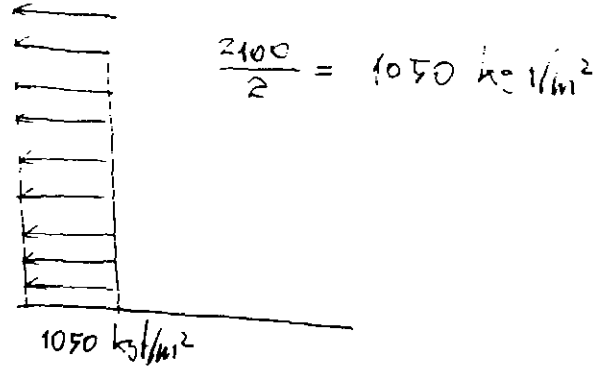
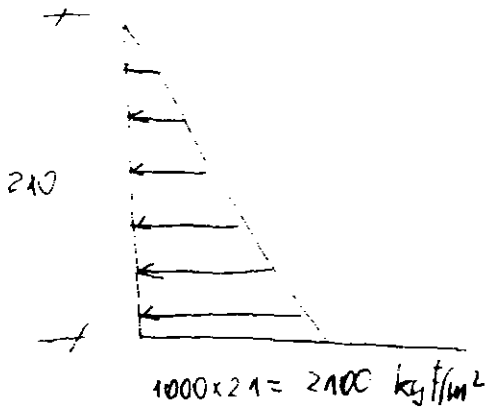
PP — 0.15 x 2500	—————	3750 kg/m ²
REJES VIGAS	—————	100 kg/m ²
S.C	—————	100 kg/m ²
		<hr/>
		3950 kg/m ²

0000

1.2 FONDO

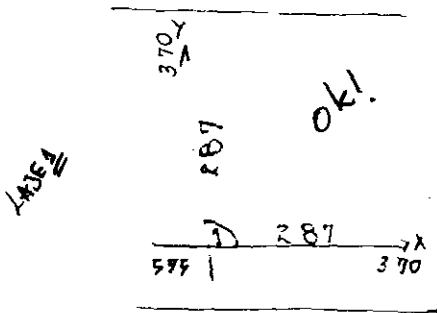
PP — 0.2 x 2700	—————	500 kg/m ²
REJES VIGAS	—————	100 kg/m ²
S.C	—————	2100 kg/m ²
		<hr/>
		2700 kg/m ²

19 PAREDES



20 Calcular Los Esfuerzos

2.1 COBERTURA



CASO-1

$R_{ax} = 531\ 875\ \text{kgf} \checkmark$

$q_x = 287.5\ \text{kgf/m} \checkmark$

$R_{ay} = 531\ 875\ \text{kgf} \checkmark$

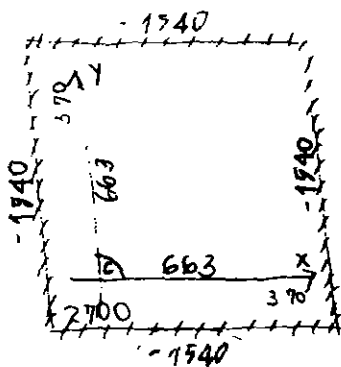
$q_y = 287.5\ \text{kgf/m} \checkmark$

$M_x = 286.991\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$M_y = 286.991\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$



22 FONDO CASO 6



$M_x = 663\ 109\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$M_y = 663\ 109\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$q_x = 1370\ \text{kgf/m} \checkmark$

$q_y = 1370\ \text{kgf/m} \checkmark$

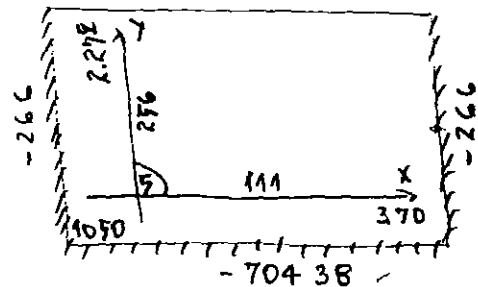
$X_x = -1540\ 129\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$X_y = -1540\ 129\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$R_{ax} = 2497.5\ \text{kgf} \checkmark$

$R_{ay} = 2497.5\ \text{kgf} \checkmark$

2.3. PAREDE CASO 7



$X_x = -266\ 298\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$X_y = -704\ 382\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$R_{ax} = 431.834\ \text{kgf} \checkmark$

$q_x = 233.424\ \text{kgf/m} \checkmark$

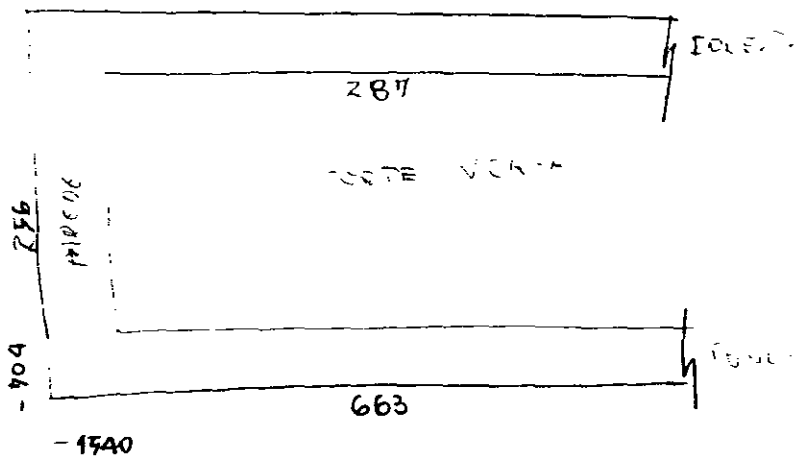
$R_{ay} = 1114.626\ \text{kgf} \checkmark$

$q_y = 816.576\ \text{kgf/m} \checkmark$

$R_{y2} = 743.084\ \text{kgf} \checkmark$

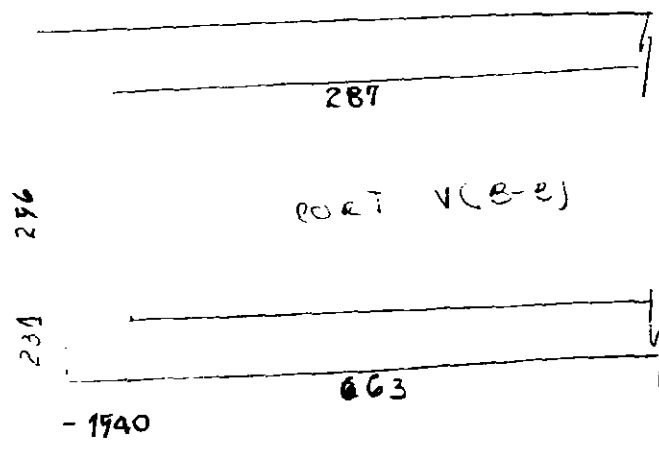
$M_x = 111.40\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$

$M_y = 256.240\ \text{kgf}\cdot\text{m} \checkmark$



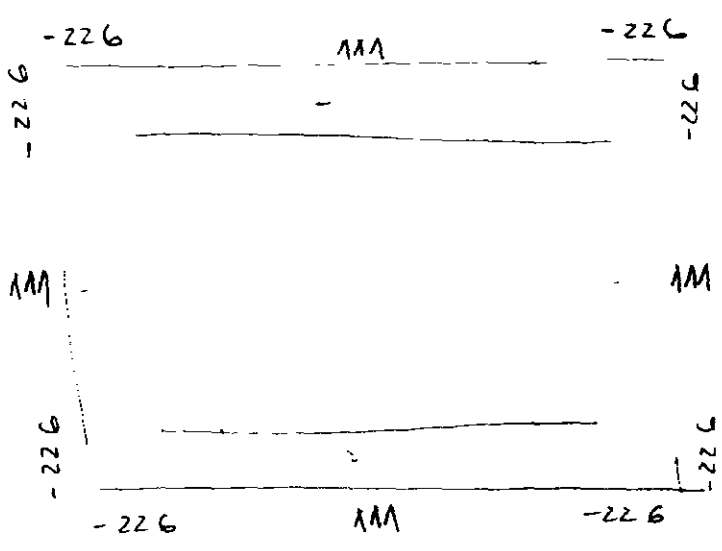
1122 ✓

-1940



1122 ✓

-1940



CORTE A

TUERCA
TORNILLO - Recautillado.

DIMENSIONAMENTO:

COBERTA

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

$$M_k = 287 \text{ kgf/m}$$

$$d_{\text{min}} = 3 \text{ cm}$$

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

$$A_{s\text{m}} = 2.25 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow p_{\text{min}} = 0.15\%$$

$$A_s = 0.691 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{sub-ARMADA DOM. 2}$$

$$A_s = 2.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\phi 6.3 \text{ c}/125 - (X)$$

$$\phi 6.3 \text{ c}/125 - (Y)$$

PAREDES:

$$M_k = 256 \text{ kgf/m}$$

$$d_{\text{min}} = 30 \text{ cm}$$

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

$$A_{s\text{m}} = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\phi 6.3 \text{ c}/109 \quad (Y)$$

$$A_s = 0.448 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Sub ARM D 2

$$M_k = 111 \text{ kgf/m}$$

$$d_{\text{min}} = 2 \text{ cm}$$

$$h = 20.0 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{m}} = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\phi 6.3 \text{ c}/109 \quad (X)$$

$$A_s = 0.194 \text{ cm}^2/\text{m}$$

sub. ARM. D 2

APOIO NA ABERTURA DA TAMPA

$$b_w = 50 \text{ cm}$$

$$q_x = 287.5 \text{ kgf/m}$$

$$M_{\text{max}} = 492 \text{ kgf/m}$$

$$A_s = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{m}} = 1.925 \text{ cm}$$

$$d_{\text{min}} = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{126}{0.315} = 4 \phi 6.3 \text{ c}/125$$

NO ENGASTE DAS PAREDES



$$M_R = 226 \text{ kg/m}$$

$$d_{\min} = 3.0 \text{ cm}$$

$$h = 20$$

$$A_{SM} = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 0.395 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Sub-ARM-D.2

$$A_s = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$\phi 6.3 \text{ C}/105$

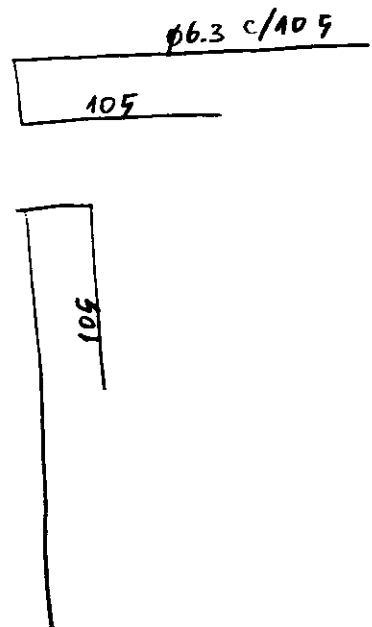
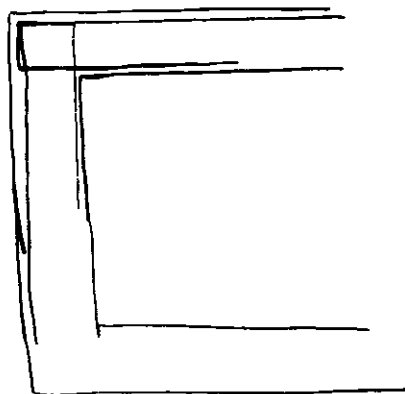


Pontos de momentos nulos.

$$x = \frac{Q}{q} \pm \sqrt{\left(\frac{Q}{q}\right)^2 - \frac{2M}{q}} = \frac{431.834}{233.424} \pm \sqrt{(1.85)^2 - \frac{2 \times 266}{233.424}} =$$

$$x = 1.85 \pm 1.069 \Rightarrow x_1 = 2.919 \Rightarrow \Delta x = 0.781 \text{ m}$$

$$\Delta x = 0.781 \text{ m}$$



$$b = 27.84 \approx 30 \text{ cm}$$

* NO FUNDO DIMENSÃO

$M_k = 663 \text{ kgf m}$

$c = 15 \text{ cm}$

$N = \frac{30}{0.395} = 9.524 \phi$

$d_{mN} = 5 \text{ cm}$

$h = 20.0 \text{ cm}$

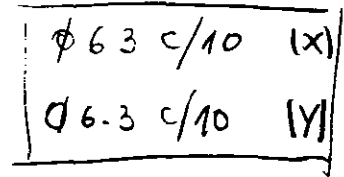
$S = \frac{100}{9.524} = 10.5$

$A_{sm} = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 1.167 \text{ cm}^2/\text{m}$

Sub ARM D. 2

$A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$



ENGASTE DAS PAREDES COM O FUNDO

$M_k = 1122 \text{ kgf m}$

$d_{mi} = 7 \text{ cm}$

$h = 200 \text{ cm}$

$N = \frac{3.0}{0.317} = 9.524 \phi$

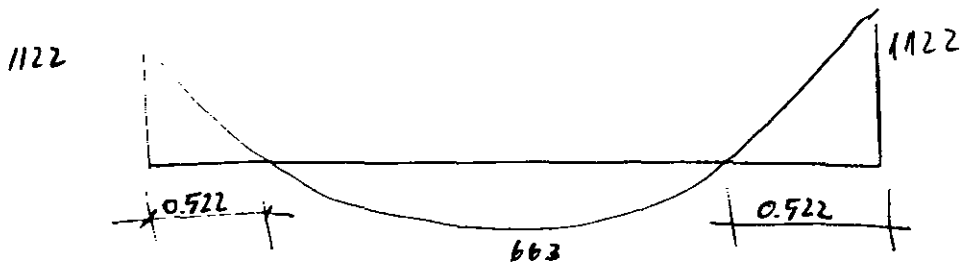
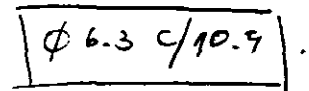
$\frac{100}{9.524} = 10.5 \text{ cm}$

$A_{sm} = 30 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_s = 1.991 \text{ cm}^2/\text{m}$

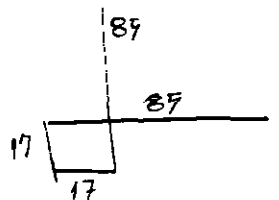
Sub. ARM. D. 2

$A_s = 3.0 \text{ cm}^2/\text{m}$

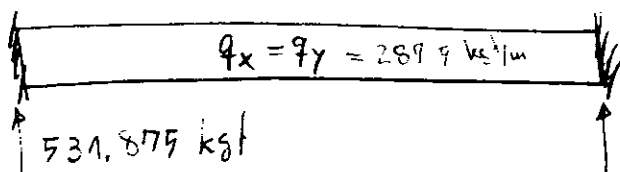


$$x = \frac{2494}{1350} \pm \sqrt{\left(\frac{2494}{1350}\right)^2 - \frac{2 \cdot 1122}{1350}}$$

$x = 1.85 \pm 1.327 \rightarrow 3.178 \rightarrow x_1 = 0.922 \text{ cm}$
 $\lambda_1 = 0.922 \text{ cm}$

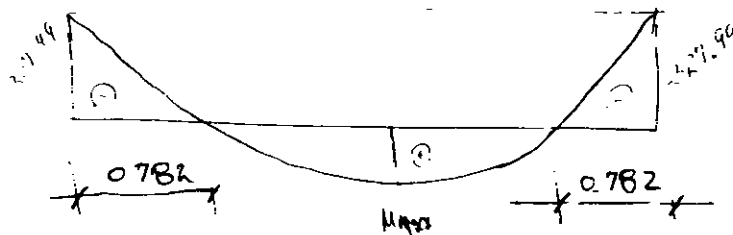


* NA COBERTURA



SUPONDO
ENGASTADA AMBOS LADOS.

$$X = - \frac{q \cdot l^2}{12} = - \frac{287.5 \times 3.7^2}{12} = - 327.99 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad 4$$



MOMENTOS NULOS.

$$x = \frac{R_0}{q} \pm \sqrt{\left(\frac{R_0}{q}\right)^2 - \frac{2M}{q}}$$

$$x = \frac{531.875}{287.5} \pm \sqrt{\left(\frac{531.875}{287.5}\right)^2 - \frac{2 \times 327.99}{287.5}}$$

$$x = 1.85 \pm 1.068 \quad \longrightarrow \quad x_1 = 0.782 \text{ m}$$

$$x_2 = 0.782 \text{ m}$$

ANCORAGEM

$$l_b = 78 + 30 = 108 \approx 110 \text{ cm}$$

CALCULO DAS SOLICITACOES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L(1)

* l_x (m) = 3,7

* l_y (m) = 3,7

* espessura da laje - h (cm) = 15

* base - b (m) = 1

- DADOS DO CARREGAMENTO:

* sobrecarga (kgf/m²) = 100

* Pavim e revest (kgf/m²) = 100

* CASO DA LAJE (1 a 6) = 1

$\lambda = 1,00$

LAJE ARMADA EM 2 DIREÇÕES

* LAJE L1

* CARGA POR m2 = 575 00 kg m

* QLINHOES DE CARGA

qx = 287.50 kgf/m2 qy= 287 50 kgf/m2

LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES

* DIMENSOES = 3 70 m x 3.70 m

* ESPESSURA = 15 cm

CASO DA LAJE = 1

lambda= 1 00

MOMENTOS FLETORES

> Mx = 286 99 kgf.m

-> My = 286.99 kgf.m

> Xx = 0 00 kgf m

-> Xy = 0 00 kgf m

> RX1 = 531 87 kgf

> RX2 = 531 87 kgf

-> RY1 = 531 87 kgf

> RY2 = 531.87 kgf

ARCHIVO CRIADO, SOLICIT DAT *

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L1

* PRE-DIMENSIONAMENTO

$h = 15 \text{ cm}$

* DEFORMACAO

$E = 289731.51 \text{ kgf/cm}^2$

$I = 67.70 \text{ cm}^4$

**** flechas.*****

$f_q = 0.0623 \text{ mm}$ $f_{qad} = 7.4000 \text{ mm}$

$f_t = 0.4180 \text{ mm}$ * $f_{tad} = 12.3333 \text{ mm}$

espessura minima (h) + ESFUENZOS = 5 cm

* MOMENTO FLETOR

$M_k = 286.99 \text{ kgf.m}$ => $M_d = 401.79 \text{ kgf.m}$

$X_k = 0.00 \text{ kgf.m}$ => $X_d = 0.00 \text{ kgf.m}$

ESPESURA minima (hs) - ESFUENZOS= 4 cm

ESPESURA ADOTADA (h) = 15 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES

* LAJE L1

h = 15 cm

* ARMADURA POSITIVA.

Aspx{+} = 2.250 cm²/m => 30N Ø6.3 c\13

Aspy{+} = 2.250 cm²/m => 30N Ø6.3 c\13

Aspx{+} = 0.810 cm²/m

Aspy{+} = 0.810 cm²/m

Asmin{+} = 2.250 cm²/m

* ARMADURA NEGATIVA

Asmin{-} = 2.25 cm²/m

* ARMADURA NEGATIVA

CALCULO DAS SOLICITACOES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L12 ,

* l_x (m) = 3 ,7

* l_y (m) = 2 ,275

* espessura da laje - h (cm) = 20

* base - b (m) = 1

- DADOS DO CARREGAMENTO

* sobrecarga (kgf/m²) = 450

* Pavim e revest (kgf/m²) = 100

* CASO DA LAJE (1 a 6) = 5

$\lambda = 0 ,61$

LAJE ARMADA EM 2 DIREÇÕES

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L2

* PRE-DIMENSIONAMENTO

h = 20 cm

* DEFORMACAO.

E = 289731 51 kgf/cm²

I = 74.89 cm⁴

**** flechas.****

f_q = 0 0153 mm f_{qad} = 4.5600 mm

f_t = 0 0689 mm f_{tad} = 7 6000 mm

espessura minima (h) + ESFUZOS = 4 cm

* MOMENTO FLETOR

M_k = 256.24 kgf.m => M_d = 358.74 kgf.m

X_k = -266 30 kgf m => X_d = -372 82 kgf m

ESPESSURA minima (h_s) - ESFUERZOS = 4 cm

* ESPESSURA ADOTADA (h) = 20 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CALCULO DA SECAO DE ACO DE LAJES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L2

* NUMERO CONTATOS ENGASTADOS (LAJE/LAJE) = 3

engastada a laje - L3

L3 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos) 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA. 1

engastada a laje - L5

L5 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos) 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA: 1

engastada a laje - L6

L6 engastada em L2 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos) 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA. 3

- DADOS DO CONCRETO

* fck do concreto (kgf/cm²) = 200

* LAJE L2

* CARGA POR m2 = 1050 00 kg m

* QUINHÕES DE CARGA

qx = 233 42 kgf/m2 qy= 816 58 kgf/m2

LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES

* DIMENSOES = 3.70 m x 2.28 m

* ESPESSURA = 20 cm

* CASO DA LAJE = 5

* lambda= 0 61

* MOMENTOS FLETORES.

=> Mx = 111 40 kgf m

=> My = 256.24 kgf.m

-> Xx = -266 30 kgf m

=> Xy = -704 38 kgf m

=> RX1 = 431 83 kgf

> RX2 = 431 83 kgf

=> RY1 = 1114 63 kgf

-> RY2 = 743 08 kgf

ARCHIVO CRIADO. SOLICIT DAT *

000135

* LAJE L2

h = 20 cm

* ARMADURA POSITIVA

Aspx{+} = 3 000 cm2/m => 23N ø6.3 c\10

Aspy{+} = 3.000 cm2/m => 37N ø6.3 c\10

Aspx{+} = 0.232 cm2/m

Aspy{+} = 0.533 cm2/m

Asmin{+} = 3.000 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA

Asmin{-} = 3 00 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA

ENGASTE => L2 - L3

Asn{-} = -0 55 cm2/m => 23N ø6.3 c\10

ENGASTE => L2 - L5

Asn{-} = -0 55 cm2/m => 23N ø6.3 c\10

ENGASTE => L2 - L6

Asn{-} = -1 46 cm2/m => 37N ø6.3 c\10

CALCULO DAS SOLICITACOES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L(6)

* lx (m) = 3 7

* ly (m) = 3 7

* espessura da laje - h (cm) = 20

* base - b (m) = 1

- DADOS DO CARREGAMENTO

* sobrecarga (kgf/m2) = 2100

* Pavim e revest (kgf/m2) = 100

* CASO DA LAJE (1 a 6) = 6

lambda = 1 00

LAJE ARMADA EM 2 DIREÇÕES

* LAJE L6

* CARGA POR m2 = 2700 00 kg m

* QUILHOES DE CARGA

qx = 1350 00 kgf/m2 qy= 1350 00 kgf/m2

LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES

* DIMENSOES = 3.70 m x 3.70 m

* ESPESSURA = 20 cm

* CASO DA LAJE = 6

* lambda= 1.00

* MOMENTOS FLETORES

=> Mx = 663 11 kgf.m

=> My = 663 11 kgf.m

=> Xx = -1540.12 kgf m

=> Xy = -1540 12 kgf m

=> RX1 = 2497 50 kgf

> RX2 = 2497.50 kgf

=> RY1 = 2497 50 kgf

=> RY2 = 2497 50 kgf

ARCHIVO CRIADO. SOLICIT.DAT *

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES

* LAJE L6

* PRE-DIMENSIONAMENTO

$h = 20 \text{ cm}$

* DEFORMACAO

$E = 289731.51 \text{ kgf/cm}^2$

$I = 74.89 \text{ cm}^4$

**** flechas ****

$f_q = 0.1763 \text{ mm}$ $f_{qad} = 7.4000 \text{ mm}$

$f_t = 0.7039 \text{ mm}$ $f_{tad} = 12.3333 \text{ mm}$

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 8 cm

* MOMENTO FLETOR

$M_k = 663.11 \text{ kgf.m}$ => $M_d = 928.35 \text{ kgf.m}$

$X_k = -1540.12 \text{ kgf.m}$ => $X_d = -2156.17 \text{ kgf.m}$

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS = 6 cm

* ESPESSURA ADOTADA (h) = 20 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

CALCULO DA SECAO DE ACO DE LAJES

- DADOS GEOMETRICOS

* LAJE L6

* NUMERO CONTATOS ENGASTADOS (LAJE/LAJE) = 4

engastada a laje - L2

L2 engastada em L6 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos). 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA: 4

engastada a laje - L3

L3 engastada em L6 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos): 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA: 4

engastada a laje - L4

L4 engastada em L6 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos) 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA: 4

engastada a laje - L5

L5 engastada em L6 ? (S/N) S

direcao do engaste (pelos momentos) 1)X-X 2)X-Y 3)Y-X 4)Y-Y - ESCOLHA: 4

000140

* ARMADURA POSITIVA

$$Aspx\{+\} = 3\ 000\ cm2/m \Rightarrow 37\ \emptyset 6.3\ c\ 10$$

$$Aspy\{+\} = 3\ 000\ cm2/m \Rightarrow 37\ \emptyset 6.3\ c\ 10$$

$$Aspx\{+\} = 1\ 379\ cm2/m$$

$$Aspy\{+\} = 1\ 379\ cm2/m$$

$$Asmin\{+\} = 3\ 000\ cm2/m$$

* ARMADURA NEGATIVA

$$Asmin\{-\} = 3\ 00\ cm2/m$$

* ARMADURA NEGATIVA

ENGASTE => L6 - L2

$$Asn\{-\} = -1.46\ cm2/m \Rightarrow 37\ \emptyset 6.3\ c\ 10$$

ENGASTE => L6 - L3

$$Asn\{-\} = -1.46\ cm2/m \Rightarrow 37\ \emptyset 6.3\ c\ 10$$

ENGASTE => L6 - L4

$$Asn\{-\} = -1.46\ cm2/m \Rightarrow 37\ \emptyset 6.3\ c\ 10$$

ENGASTE => L6 - L5

$$Asn\{-\} = -1.46\ cm2/m \Rightarrow 37\ \emptyset 6.3\ c\ 10$$

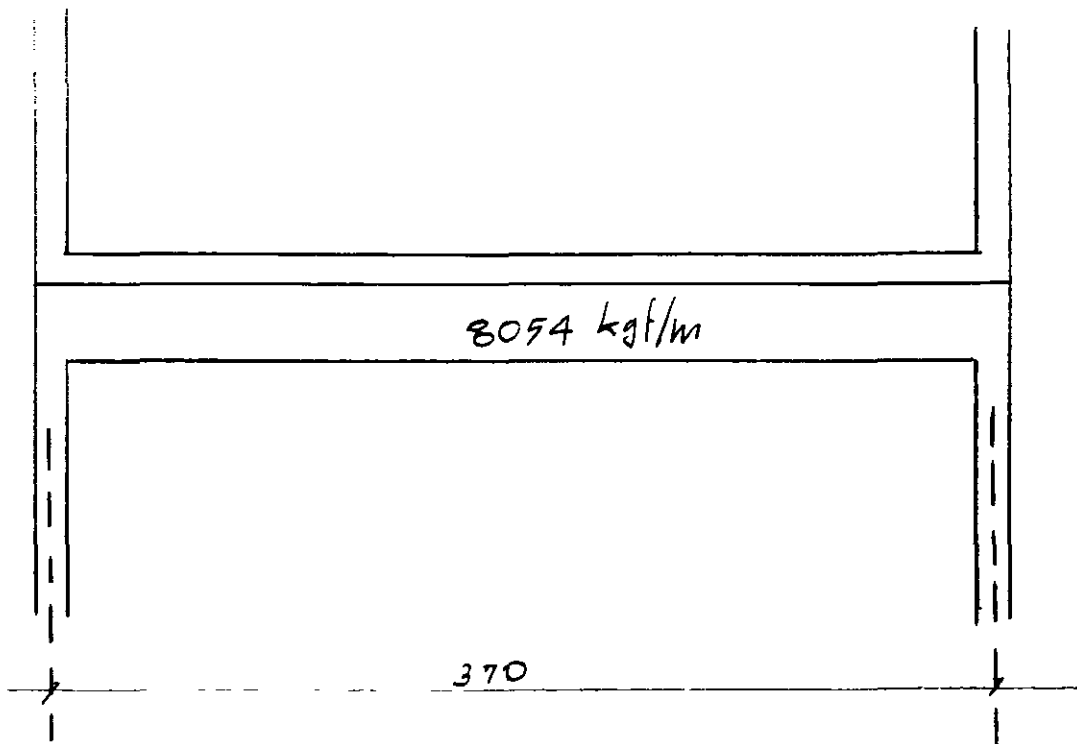
* CARGAS SOBRE LA VIGA

R.P	0.2 x 0.3 x 2500	150	kgf/m
PADEDE	0.2 x 2.10 x 2500	1050	kgf/m
CUBERTA	9 x l/2	531	kgf/m
FUNDO	9 x l/2	2498	kgf/m
REVESTIMIENTO		50	kgf/m
S.C		100	kgf/m
PESO AGUA		3675	kgf/m
		<hr/>	
		8054.00	kgf/m

$$V = 370 \times 370 \times 2.10 = 29727 \text{ m}^3$$

$$m = \rho \times V = 1000 \times 29.727 = 29727 \text{ kg.}$$

$$\frac{m}{2} = 12862.5 \text{ kg.} \rightarrow \frac{12862.5}{3.5} = 3675 \text{ kgf/m}$$



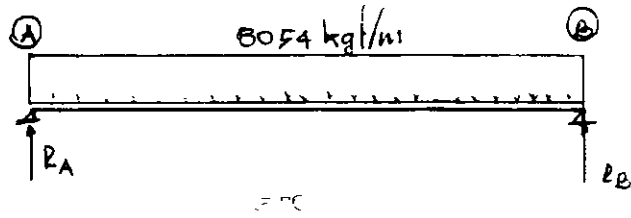
* DIMENSIONAMENTO VIGAS AFOIO

$c = 2 \text{ cm}$

$f_{ck} = 200 \text{ kg/cm}^2$

$f_{yk} = 5000 \text{ kg/cm}^2$

$L = 370 \text{ m}$



$R_A = \frac{qL}{2} = \frac{8054 \times 37}{2} = 14899.9 \text{ kgf}$

$R_A = R_B$

$M_{max} = \frac{qL^2}{8} = \frac{8054 \times 37^2}{8}$

$M_{max} = 13782.408 \text{ kgf/m}$

ANCORAGEM PROGRAMIN PROJ. (HP-48S)

$f_{ck} = 200 \text{ kg/cm}^2$

$f_i(\text{cm}) = 125 \text{ cm}$

$f_{yk} = 5000 \text{ kg/cm}^2$

$A_{sc} = 75 \text{ cm}^2$

$A_{sc} = 7.072 \text{ cm}^2$

$\gamma_{bd} = 0.9 \times \sqrt[3]{\left(\frac{f_{ck}}{1.4}\right)^2} = 24.999$

$l_{b1} = \frac{\phi}{4} \times \left(\frac{f_{yk}}{1.15}\right) \times \frac{1}{\gamma_{bd}} = 55.243$

$l_b = l_{b1} + A_{sc}/A_{sc} = 52.091$

SE $l_b > l_{b1}/3 \wedge l_b > 10 \times \phi \wedge l_b > 10$

→ ok!

LANÇAMENTO = 52.091 cm

→ ok!

$\frac{V_k \times 1.4}{0.87 \times (h-c) \times f_{yk} / 1.15} = 0.128$

$A_{smin} = 0.128 \text{ cm}^2$

$w_{min} = 0.15 \times b_w \times 100 = 3.0 \text{ cm}^2$

$\frac{3}{0.2} = 15 \text{ ESTRIBOS}$

ESTRIBOS

$f_{ck} = 200 \text{ kg/cm}^2$

$V_k = 14899.9 \text{ kgf}$

$f_{yk} = 5000 \text{ kg/cm}^2$

$b_w = 20 \text{ cm}$

$h = 45 \text{ cm}$

$c = 2 \text{ cm}$

$\gamma_{wd} = \frac{V_k \times 1.4}{b_w \times 100 \times (h-c)} = 24.256$

$\gamma_{wu} = \frac{0.3 \times f_{ck}}{1.4} = 42.857$

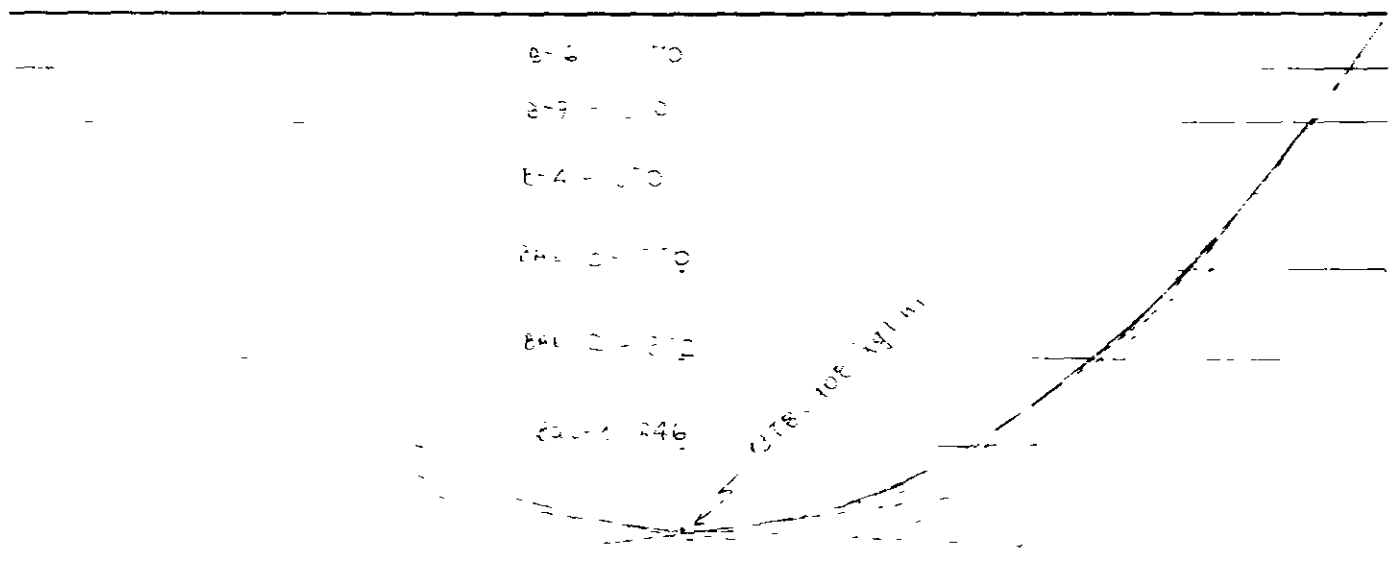
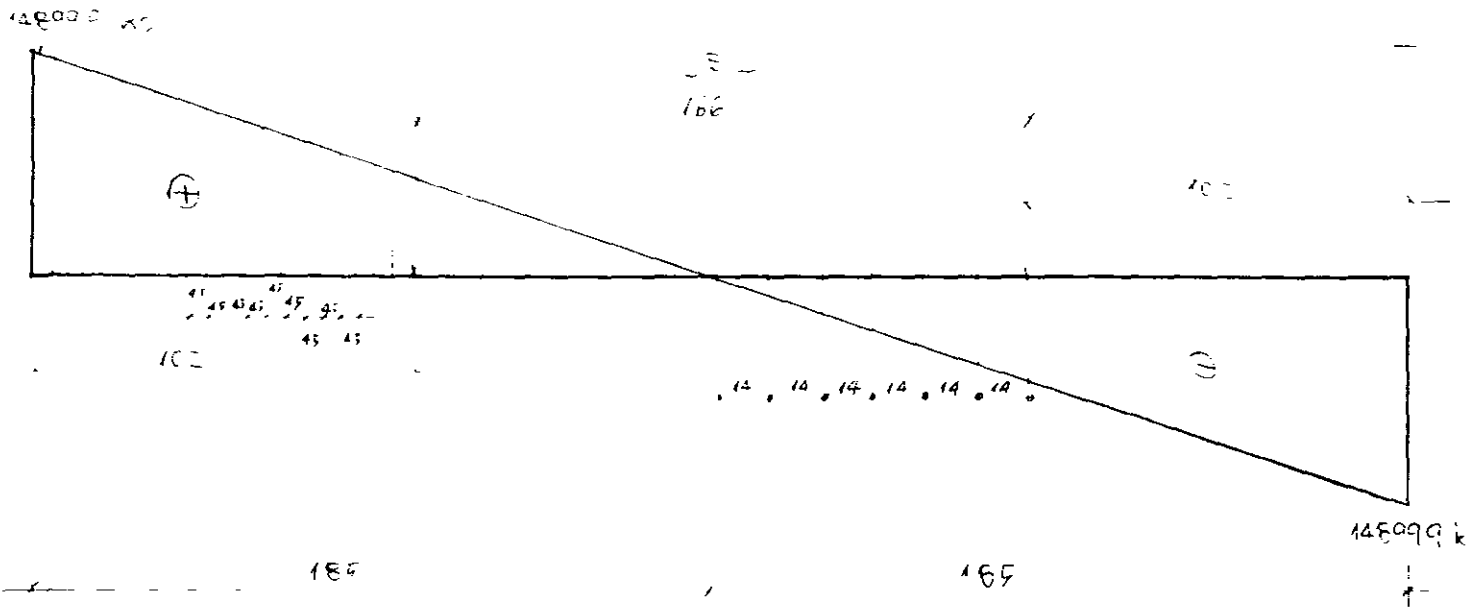
SE $\gamma_{wu} < 45 \wedge \gamma_{wd} < \gamma_{wu}$

ESPAÇAMENTO

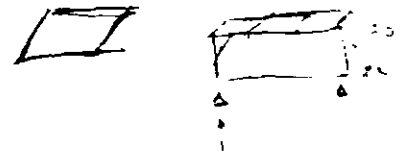
$S_e = 100 \times N_R \times \frac{A_c}{A_{sw}} = 100 \times 2 \times \frac{0.2}{3} = 13.33 \text{ cm}$

ESTRIBOS MÍNIMOS $S_e = 14 \text{ cm}$

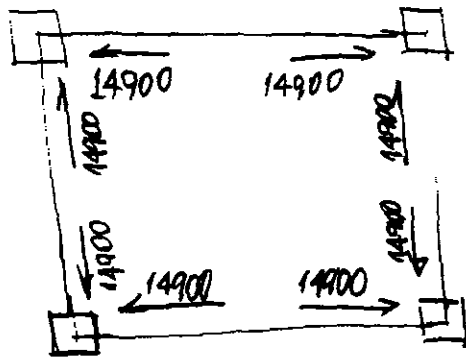
ESTRIBOS NOS APÓIOS = $S_{ee} = 45 \text{ cm}$ (1.02 m)



PILAR - PRIMUMVERN



P.P → 1234.375 ksf

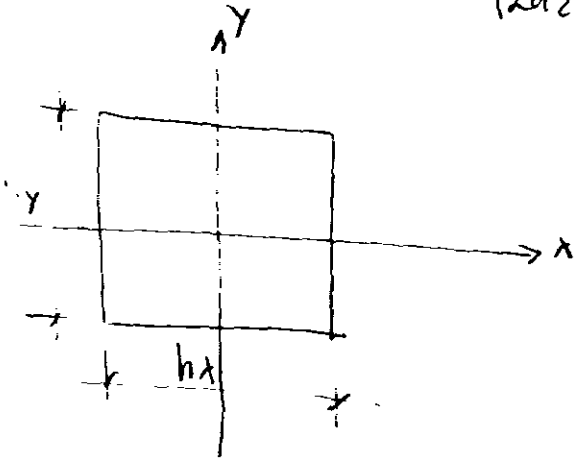


(25x25)

CARGA P.P. (Pilar)
 $N_k = 29800 + 1234.375 = 31034.375 \text{ kgf}$

cinta
 c1 292.5
 c2 292.5

$N_k = 32204.375 \text{ ksf}$



$A_c \approx \frac{N_k}{80} = h_x \times h_y = 402.56$

$h_x = 20$
 $h_y = 20$ > adopto-se $h_x = 25 \text{ cm}$
 $h_y = 25 \text{ cm}$

$A_{sm} = 0.5\% A_c$

$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$

$c = 2 \text{ cm}$

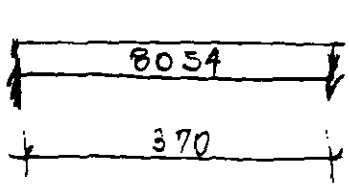
$b = 25 / 20$

$b = 25 / 20$

$b = 2 \text{ cm}$

$M_{inf} = M_{ang} \frac{R_{inf}}{R_{inf} + R_{sup} + R_{viga}} =$

$M_{sup} = M_{ang} \frac{R_{sup}}{R_{inf} + R_{sup} + R_{viga}} =$



$$X = \frac{q \cdot l^2}{4R} = \frac{8054 \times 37^2}{4R} = 9188.27 \text{ kgf/m}$$

$$I_v = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{20 \times 45^3}{12} = 151875.0$$

$$I_{sup} = \frac{I}{L} = \frac{32552.083}{400} = 81.380 \text{ cm}^4/\text{cm}$$

$$I_p = \frac{25 \times 25^3}{12} = 32592.083$$

$$I_c = 20 \times 30^3 / 12 = 45000$$

$$I_{viga} = \frac{151875.0}{370} = 410473 \text{ cm}^4/\text{cm}$$

$$I_{cinta} = 121.62$$

$$M_{inf} = 9188.27 \times \frac{81.38}{81.38 + 0 + 410} = 1520.254 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{sup} = 9188.27 \times \frac{81.38}{81.38 + 81.38 + 121.62} = 2629.374 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{inf} + \frac{1}{2} \cdot M_{sup} = 1520.254 + \frac{1}{2} \cdot 2629.374 = 2834.94 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{sup} + \frac{1}{2} M_{inf} = 2629.374 + \frac{1}{2} \cdot 1520.254 = 3389.509 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

EM (A)

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{2834.94}{32204.38} = 0.088 \text{ m} \rightarrow 8.8 \text{ cm} \\ \sigma_{max} &= 8.8 \text{ cm} \end{aligned} \right.$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = 3.46 \times \frac{l_0}{b_{ovh}} = 3.46 \times \frac{100}{25}$$

em (B)

$$\lambda = 55.36 > 40 \text{ no cuadrante es bulto.}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{3389.51}{32204.38} = 10.5 \text{ cm} \\ \sigma_{max} &= 10.5 \text{ cm} \end{aligned} \right.$$

en (B)

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{ix0} &= 0.6 \times \sigma_{i0x} - 0.4 \times \sigma_{icx} \geq 0.4 \times \sigma_{i0x} \\ \sigma_{ix} &= 0.6 \times 8.8 - 0.4 \times 10.5 \geq 0.4 \times 8.8 \quad (F) \\ \sigma_{iy} &= 0.6 \times 10.5 - 0.4 \times 10.5 \geq 0.4 \times 8.8 \quad (F) \end{aligned} \right.$$

$$\sigma_{ix} = 3.52$$

$$\sigma_{iy} = 3.52$$

$$a_{ax} = \frac{v_x}{30} = \frac{25}{30} = 0.833 \rightarrow a_{ax} = 2 \text{ cm}$$

$$a_{ay} = \frac{h_y}{30} = \frac{25}{30} \rightarrow a_{ay} = 2 \text{ cm}$$

$$d_t = a_{ia} + a_{ax} + a_2$$

$$\bar{D} = \frac{N_d}{\text{hd } A_c} = \frac{1.4 \times 32204}{142.86 \times 625} = 0.5034$$

$$a_2 = \frac{b^2}{10} \left[\frac{0.0035 + \frac{4348}{2100000}}{1 + 0.5125} \right] = 10.32$$

$$d_t = 3.52 + 2 + 10.32 = 15.84 \text{ cm.}$$

$$M_d = 32204 \times 1.4 \times 15.84 = 71455.90 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$\mu = \frac{71455.9}{0.85 \times \frac{200}{1.4} \times 625 \times 25} = 0.376$$

$$\bar{D} = \frac{N_d}{0.85 \text{ hd. } A_c} = \frac{45085}{0.85 \times \frac{200}{1.4} \times 625} = 0.594$$

(1.5 x 1.5) (8 x 12.5)

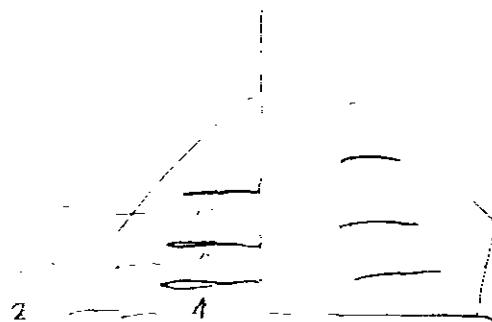
AL 1000 1000 1000

$$V = 25.72 \text{ m}^3$$

$$= 25.72 \times \frac{1}{1}$$

$$P = 2.1 \sqrt{\text{m}^2}$$

$$= 1.02 \sqrt{\text{m}^2}$$



UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

AUTOR Prof Msc Guilherme Viana Dantas

CENTRO DE CIENCIAS TECNOLOGICAS

Modificacion Fernando A Martinez Palma

ENGENHARIA CIVIL

ACADEMICO DE ENGENHARIA CIVIL-1998

SAPATA RIGIDA OU FLEXIVEL PARA AÇO CA-50B

F_{ck} (Kgf/cm²) = (0=150*) = 200

a = 1.70 m

TENSÃO ADMISSIVEL (Kgf/cm²) = 1.2

b = 1.70 m

CARGA NO PILAR (kgf) = 32204

a0 (cm) = 25

a = 1.70 m

b0 (cm) = 25

b = 1.70 m

dL (cm) = 2

AREA DE CALCULO = 1.02 AREA NECESSARIA h1 = 35 cm

a(m) = (*0=VALOR DE CALCULO*) = 1.7

h0 = 15 cm

b(m) = (*0=VALOR DE CALCULO*) = 1.7

h = 50 cm

AREA REAL > 1.02 AREA NECESSARIA

VOLUME = 0.744 m³

SAPATA RIGIDA OU FLEXIVEL (*R/F*) R

VALOR DE CALCULO DE h = 45.00 cm

NOVO VALOR DE h(cm) >= (*0=VALOR DE CALCULO*) = 50

Roa = 0.10 % Asa = 5.96 cm²

Rob = 0.10 % Asb = 5.96 cm²

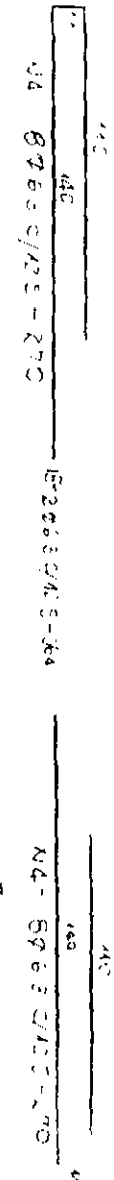
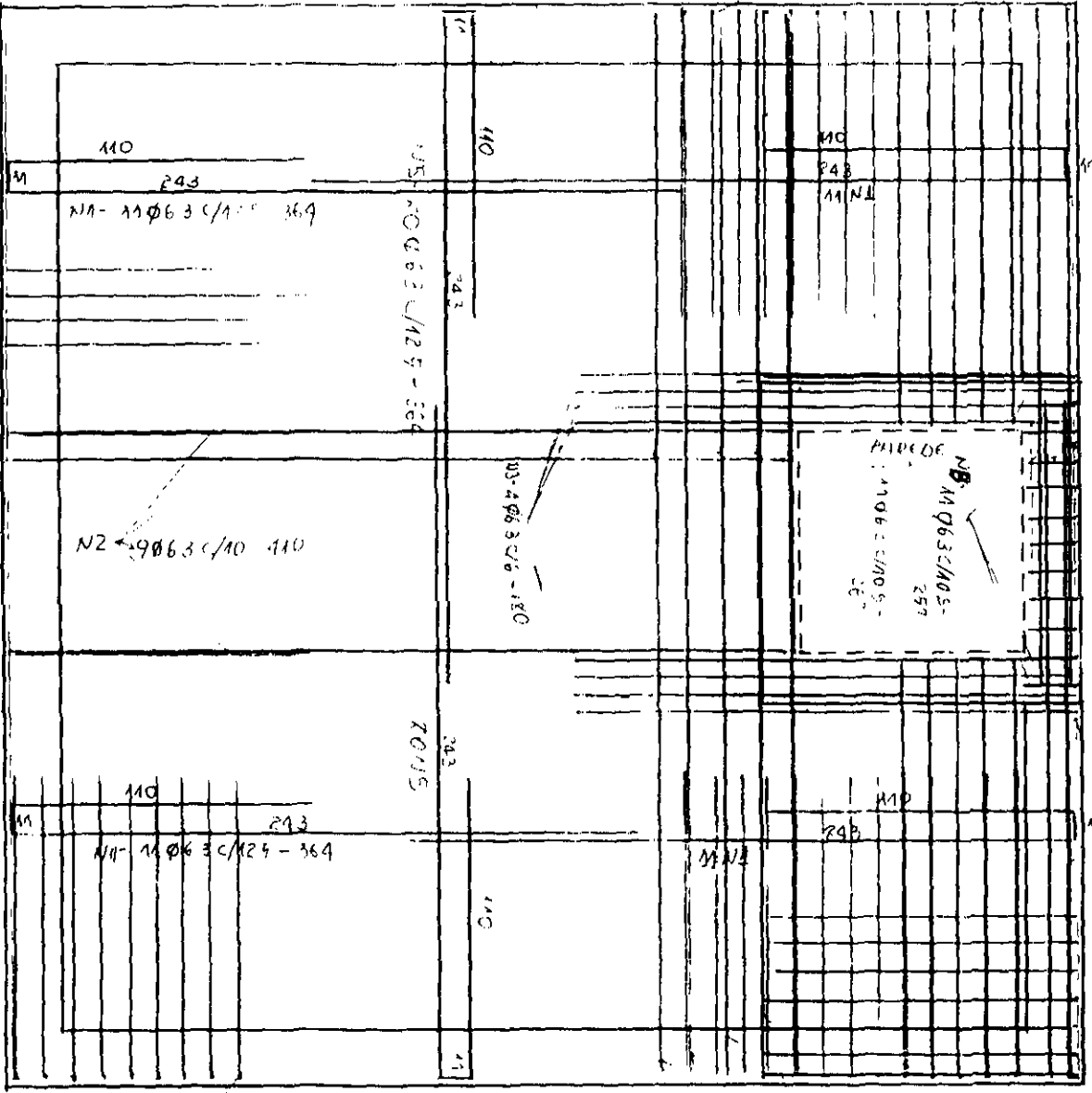
NOVA SAPATA (*S*\N) = \

FIM DE PROCESSAMENTO

TERRO (-) SUPERIOR

TERRO (+) INTERIOR

113 - 38 φ63 c/105 - 362
JO ESTIHO
DA MARQUE
FERRA
SUBEFCION



COBERTA

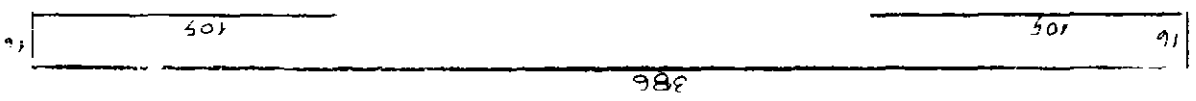
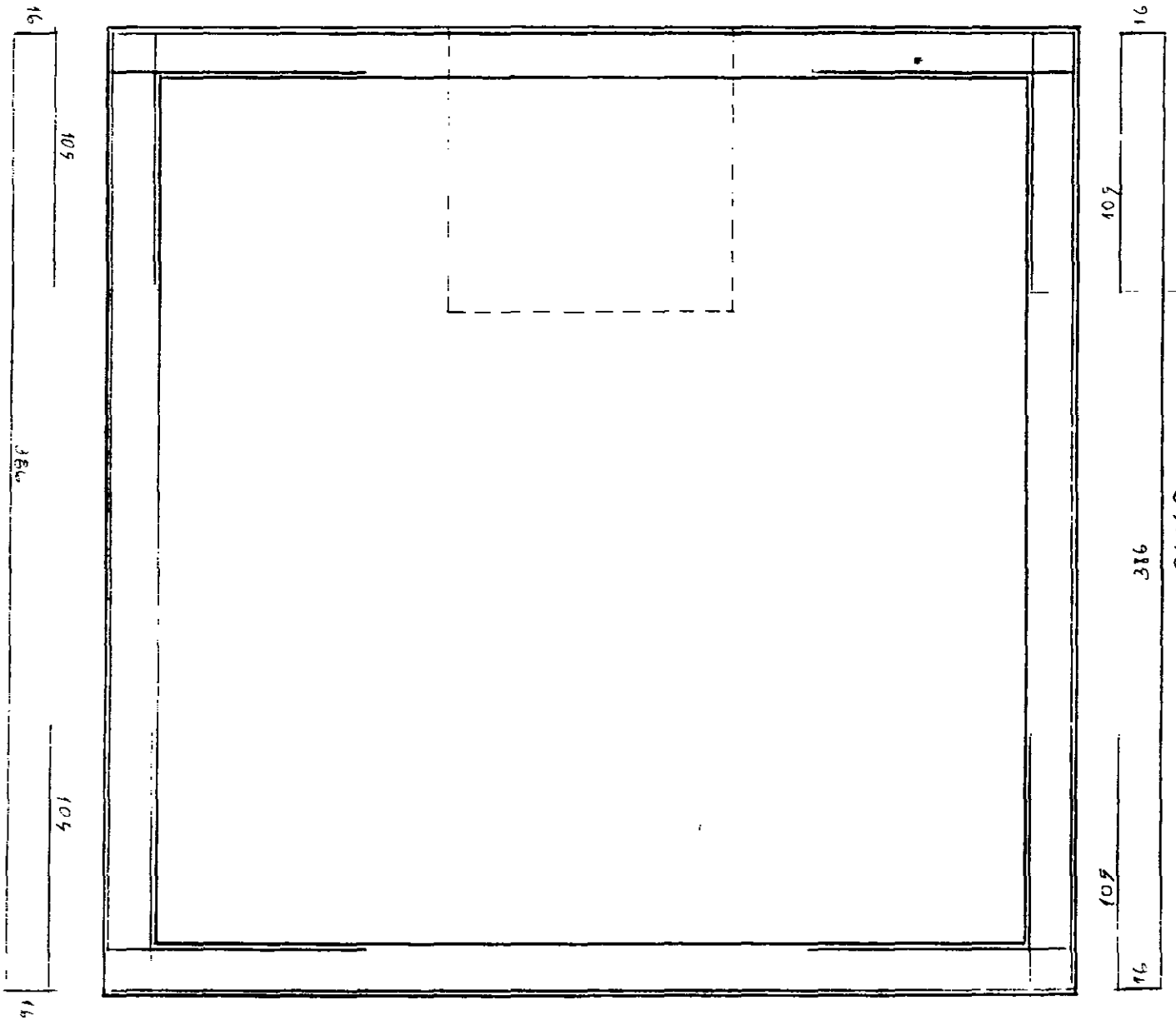
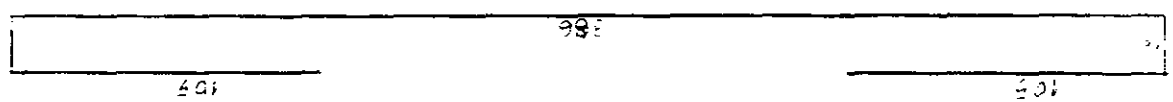
000150

N7 - 38 φ63 c/105 - 362

N8 - 5 φ63 c/125 - 386

N9 - 10 φ63 c/105 - 362

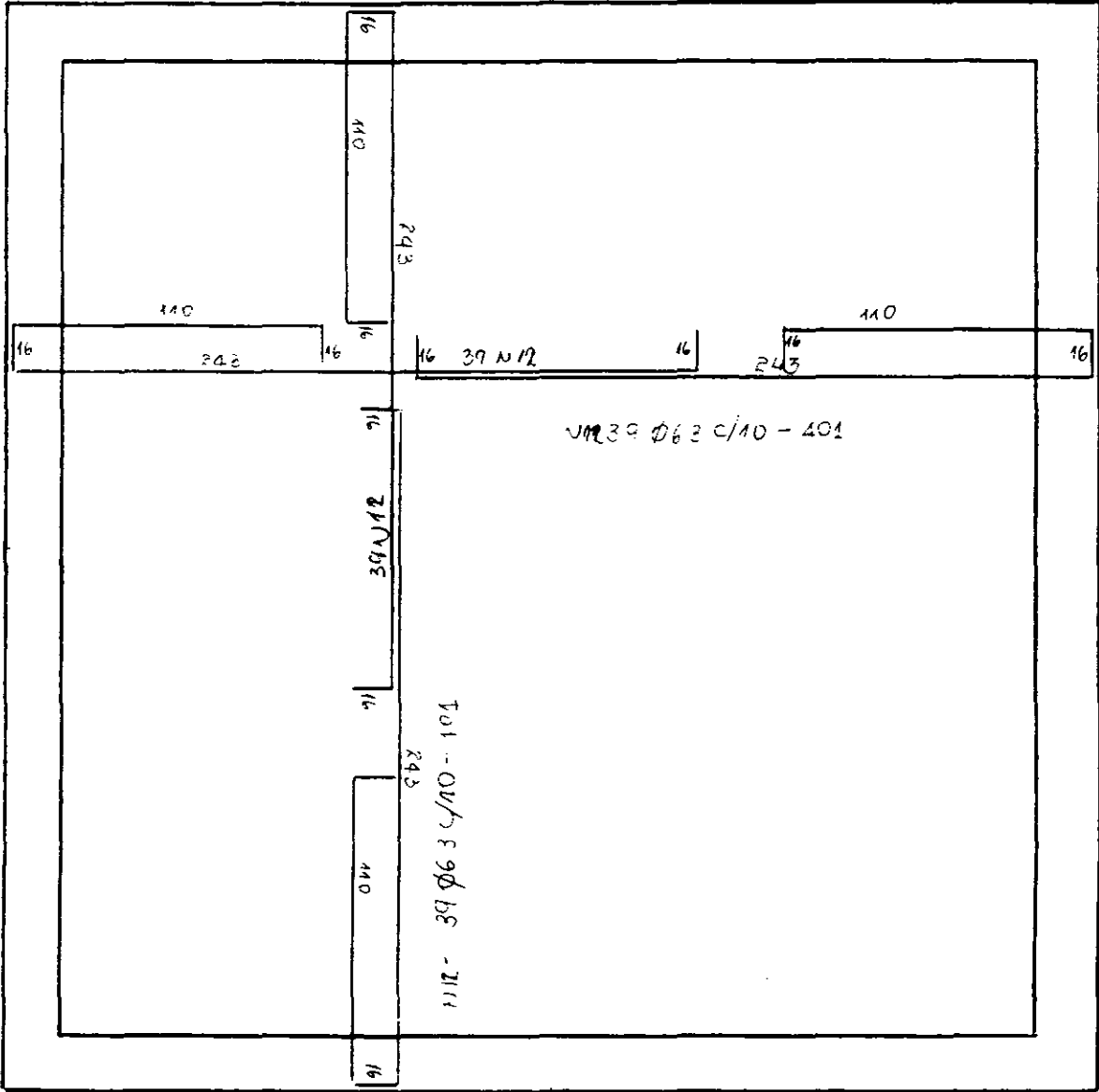
24 N 13 386 105 16



0. E Hueljounist
4/25

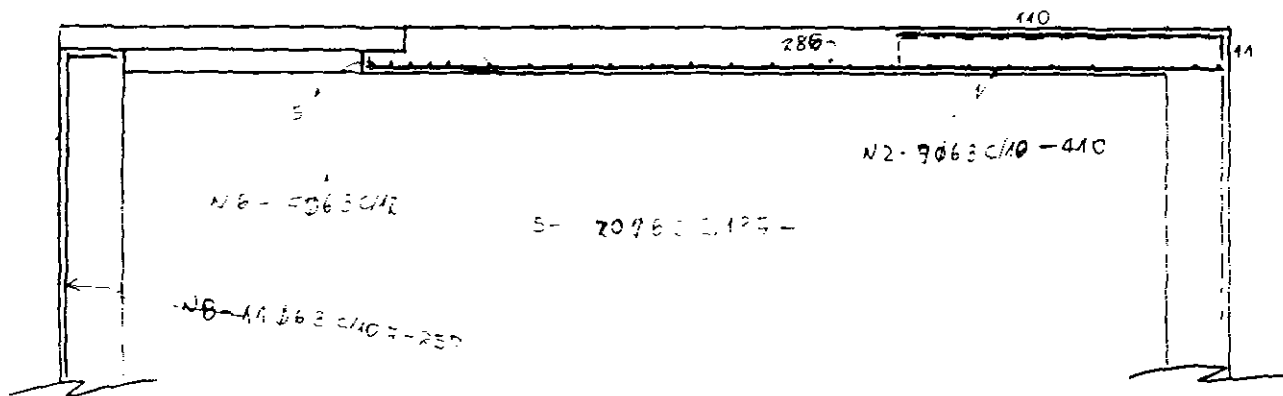
24 N 13

000151



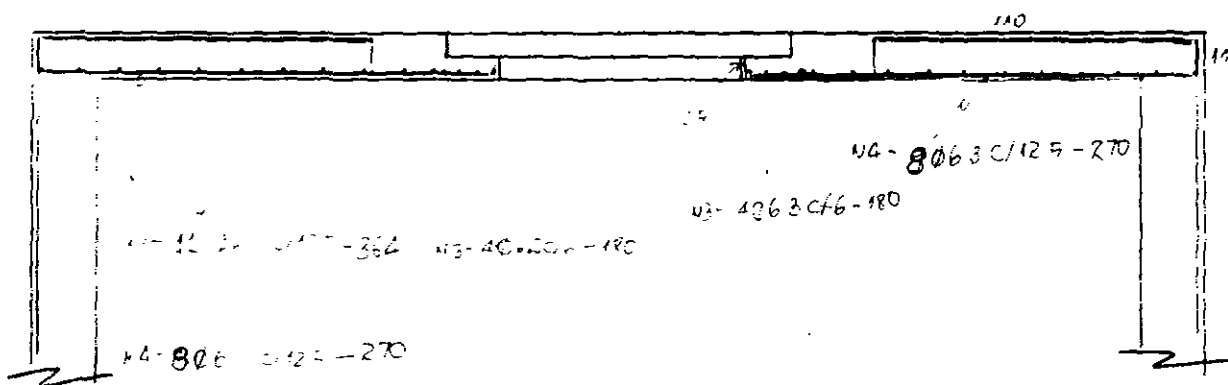
CORTE (A-A) ESCALA 1/25
 LA COBERTA

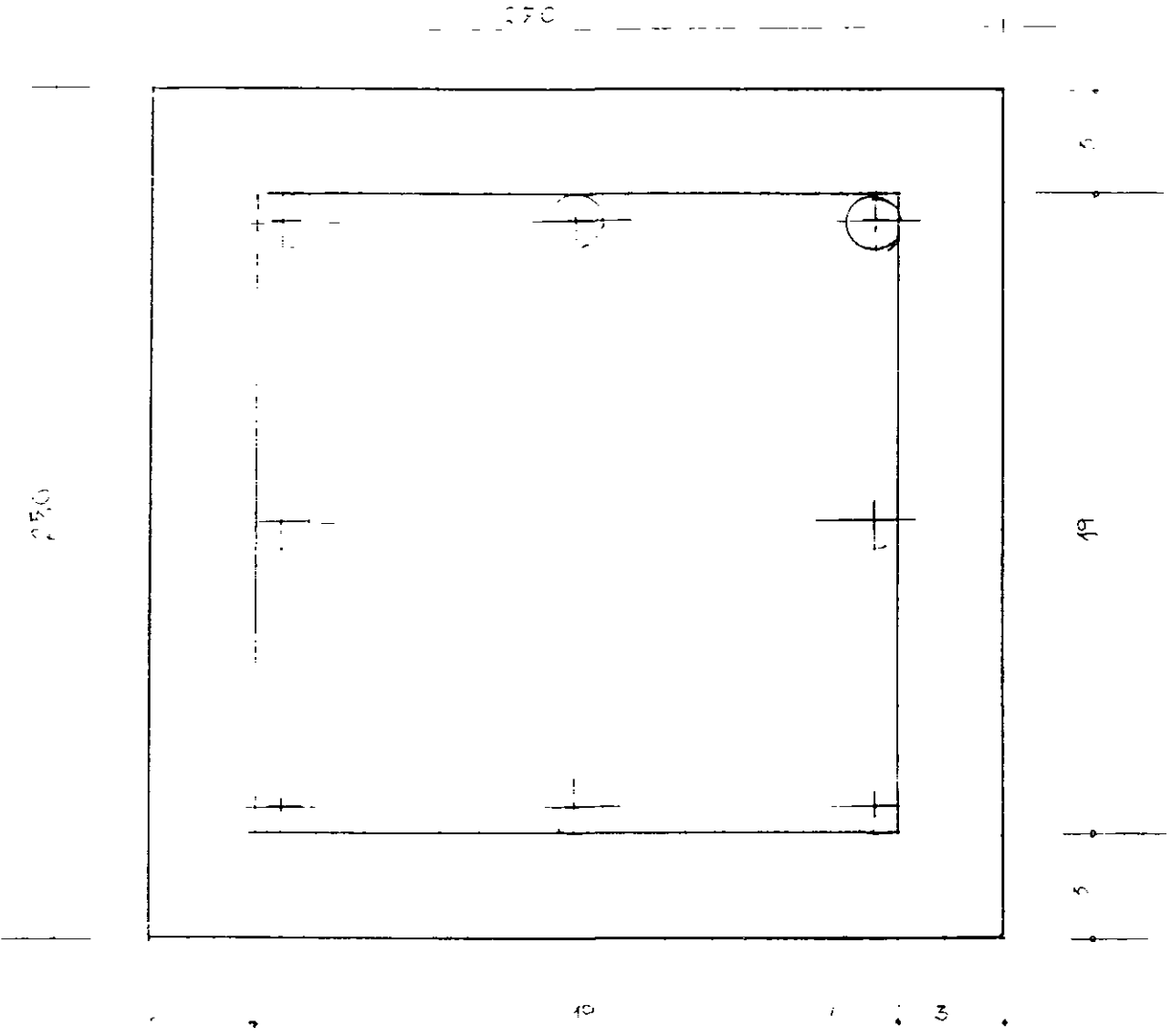
20 80 15 175 20



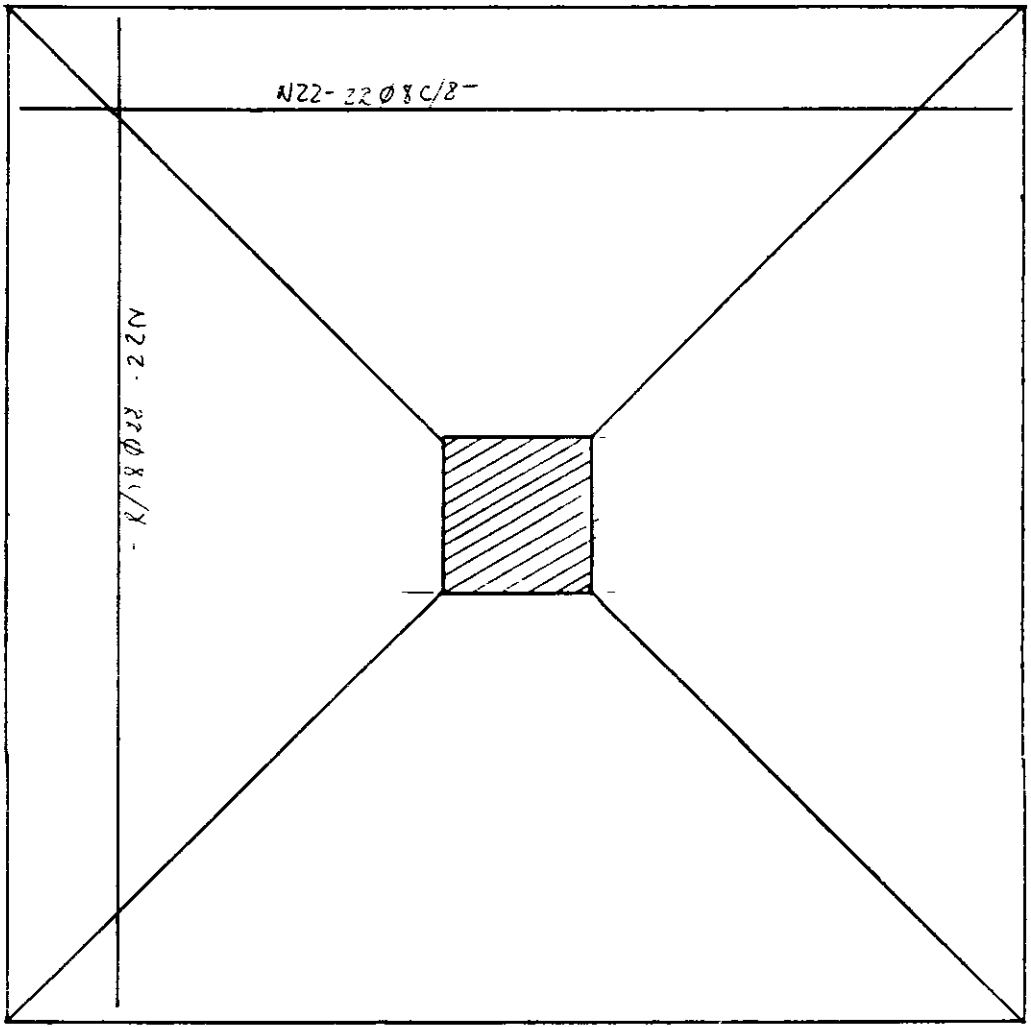
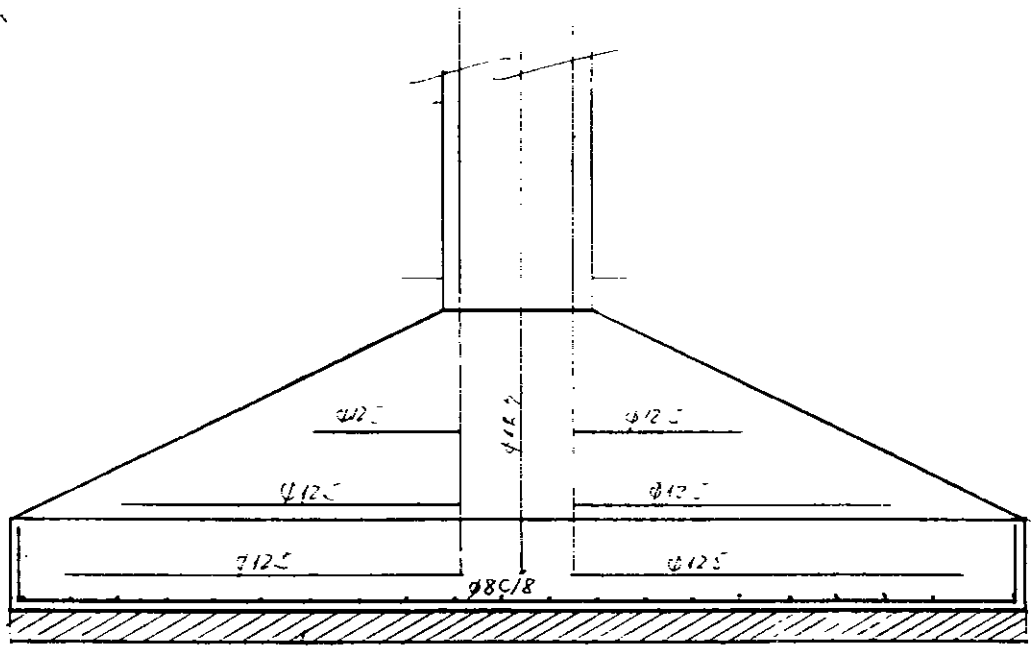
CORTE (B-B) 1/25
 LA COBERTA

20 175 175 80 175 175 20





1121-6φ12E
 N22-60φ50/15-86



725

725

725