

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS PALMEIRA DAS MISSÕES**

BLOCO 5

**PROJETO EXECUTIVO
MEMÓRIA DE CÁLCULO
JULHO 2018**

Sumário

1 - Objetivo.....	3
2 - Introdução.....	3
3 – Método de Reforço.....	3
3.1 – Ausência do P5	3
3.2 – Vigas do Térreo.....	4
3.3 – Vigas da Cobertura.	4
4 - Outros Procedimentos	6
4.1 – Confinamento das Alvenarias.....	6
4.2 – Sequência Geral dos Trabalhos	6
4.3 – Sequência dos Trabalhos no Pavimento Térreo.....	6
4.4 – Sequência dos Trabalhos na Laje de Cobertura.	8
4.5 – Especificação dos Produtos Especiais.	8
5– Quantitativos de Materiais.....	10
5.1 – Recomposição do P5	10
5.2 – Reforço das Vigas do Térreo.....	10
5.3 – Reforço das Vigas da Cobertura	11
5.4 – Recomposição das Vigas V9 e V25	11
5.5 – Confinamento das Paredes	11
ANEXO I	12
ANEXO II	18

PROJETO EXECUTIVO – MEMÓRIA DE CÁLCULO

PRÉDIO 5 – CAMPUS PALMEIRA DAS MISSÕES

1 - Objetivo.

O objetivo deste relatório é apresentar as condições gerais dos dimensionamentos dos reforços utilizados na estrutura em referência para restabelecer a segurança estrutural e corrigir as patologias identificadas nas etapas e relatórios precedentes.

2 - Introdução

Este documento incorpora como parte integrante o “Relatório de Viagem e Fotográfico” entregue na primeira semana e o “Diagnóstico e Projeto Preliminar” entregue na segunda semana. Dessa forma, o exame ocular e registro fotográfico das patologias estão atendidos no primeiro documento citado e o diagnóstico e projeto preliminar estão atendidos no segundo documento.

Dando sequência aos serviços, está sendo apresentado neste documento o método de reforço utilizado para cada situação e as respectivas análises da estrutura.

3 – Método de Reforço

3.1 - Ausência do P5

Nesse caso o reforço consistiu em simples prolongamento da seção do pilar, incluindo armaduras, no trecho entre as vigas do térreo e o respectivo bloco de fundação.

3.2 - Vigas do Térreo

Nesse caso o reforço consistiu em colocação de vigas de aço, apoiadas nas fundações existentes, para propiciar pontos de apoio intermediários nos vão das vigas existentes. Nesses pontos, com o auxílio de macacos hidráulicos e calços de aço, serão aplicadas cargas de baixo para cima até que os momentos provocados nas vigas de concreto resultem compatíveis com as armaduras existentes.

As cargas dos macacos serão transferidas para os respectivos calços através do encunhamento de lâminas de aço entre os calços e as vigas, que mantenham a deformação introduzida pelos macacos.

Para determinar a carga necessária foi estabelecido um processo iterativo usando a mesma carga em todos os pontos de macaqueamento até que todas as vigas identificadas com deficiência, nos relatórios anteriores, fossem atendidas.

A carga encontrada foi de 8 toneladas. O Anexo I mostra como ficaram os novos diagramas no programa TQS, após a aplicação da carga de reforço, com o respectivo detalhamento de armadura do projeto original.

Todas as seções ficaram atendidas.

3.3 - Vigas da Cobertura.

Nesse caso o reforço propriamente dito será realizado com a colagem de lâminas de fibra de carbono na face superior, nas regiões de momentos negativos. A análise da resistência estrutural das seções existentes comparada com a resistência necessária determinada pelo reprocessamento da estrutura, indicou que apenas alguns momentos negativos das vigas V3, V7,

V9, V11, V24 e V28 necessitam de reforço para restabelecer a segurança estrutural da obra. Nas demais vigas as armaduras de cada seção são suficientes ou redistribuição de momentos, na peça como um todo, aproveitando a armadura em excesso de outras seções, garante o equilíbrio global.

No Anexo II estão representadas as solicitações e diagramas das vigas que serão reforçadas.

Com o uso de fibra de carbono nas dimensões 50x1,5mm, considerando produtos da categoria mínima 150/2000 (designação da SP Clever Reinforcement Brasil Ltda) com módulo de elasticidade máximo de 170.000N/mm² (1.700.000kgf/cm²) e resistência última a tração mínima de 2.800N/mm² (28.000kgf/cm²), todas as situações de reforço são atendidas. A área equivalente de armadura CA 50 é $A_s = (28/5) \times 5 \times 0,14 = 3,92\text{cm}^2$.

Essa área é superior ou muito próxima à necessária nas vigas V3 (0,4cm²), V9 (2,1cm²), V11 (3,6cm²) e V28 (4,0cm²).

Na V7 remanesce uma deficiência de 0,9cm² compensada pela larga margem de excesso de armadura positiva nos vãos adjacentes, que permite a redistribuição plástica.

Na V24, sobre o primeiro negativo, a área atende com folga a deficiência (1,7cm²). No segundo negativo remanesce uma deficiência de 1,4cm² amplamente compensada pelos excessos de armadura nos positivos e negativos adjacentes, que permite a redistribuição plástica.

Ainda na cobertura, deverão ser recompostas as seções das vigas V9 e V25 cujos cantos inferiores sofreram desagregação na desforma. Trata-se de simples recomposição com argamassa

tixotrópica para restabelecer a estética e a proteção da armadura exposta.

4- Outros Procedimentos

4.1 - Confinamento das Alvenarias

Trata-se de minorar o efeito do encunhamento deficiente das paredes junto às vigas da cobertura e da ausência de armadura de espera (cabelos) nos pilares para ligação com as alvenarias.

Em ambos os casos, após a execução dos reforços do pavimento térreo, deverão ser abertos sulcos na ligação das paredes com os elementos que apresentaram fissuras, com máquina policorte. Esses sulcos deverão ter 1 cm de abertura por 3 cm de profundidade para preenchimento com argamassa tixotrópica não retrátil. O preenchimento deve ser feito com espátula sob pressão fazendo refluir argamassa em excesso. O acabamento deve ser feito com tinta emborrachada para acompanhar futuras pequenas movimentações.

4.2 - Sequência Geral dos Trabalhos

Os trabalhos nas vigas do térreo e nas vigas da cobertura podem ser feitos simultaneamente, não havendo interferência entre eles. Da mesma forma a abertura dos sulcos entre a alvenaria e o concreto, nas regiões indicadas, pode ser feita sem interferência com as demais atividades.

4.3 - Sequência dos Trabalhos no Pavimento Térreo

No pavimento térreo os trabalhos deverão atender a seguinte sequência:

1 – Preparação do terreno com a remoção das paredes do subsolo e desaterro necessário para o trabalho de reforço.

2 – Preparação das superfícies dos blocos e das vigas, garantindo horizontalidade e verticalidade das superfícies, conforme o projeto, e furação do P5 e respectivo bloco para colocação das armaduras.

3 – Chumbamento das placas de aço nos blocos e colagem das chapas nas faces inferiores das vigas e chumbamento das armaduras do P5, conforme projeto. Usar cola estrutural para chumbamento das barras e colagem das chapas de aço.

4 - Preparação das vigas de aço com os respectivos calços e guias, conforme projeto, e concretagem do trecho do P5 com concreto de graute.

5 – Posicionamento das vigas de aço e ajuste dos calços sob as vigas de concreto e das guias laterais a serem soldadas no local.

6 – Posicionamento sequencial do macaco viga por viga e acionamento dos mesmos até a carga de 8 toneladas, introduzindo lâminas de aço entre os calços sob as vigas de concreto e a chapa de aço chumbada nas vigas de aço. As lâminas de aço devem ser introduzidas com pressão podendo ser usado marretas para obter o melhor ajuste.

7 – Retirar o macaco depois de acionada cada viga e fixados os calços de aço com pontos de solda. Atentar para as Vigas R11 e R12 que devem ser recarregadas 72 horas após o primeiro ciclo antes de fixar os calços com solda.

8 – Fazer a pintura protetiva nas peças de aço e refazer as paredes do subsolo se a arquitetura, assim definir.

4.4 – Sequência dos Trabalhos na Laje de Cobertura.

Na Laje de Cobertura os trabalhos deverão atender a seguinte sequência:

1 – Preparação da laje com a remoção dos excessos de material existente sobre os pontos que serão reforçados, conforme projeto e apicoamento das vigas V9 e V25 nas regiões afetadas pela desagregação.

2 – Preparação com lixamento e limpeza das superfícies de concreto onde serão aplicadas as lâminas de carbono, conforme especificação do fabricante selecionado.

3 – Limpeza da superfície da fibra de carbono conforme especificação do fabricante.

4 - Preparação e aplicação da cola fornecida pelo fabricante da lâmina de carbono, conforme especificação e com especial atenção com o tempo de uso indicado pelo fabricante e com a temperatura ambiente no dia de aplicação.

5 – Colocação de pesos (tijolos) ou grampos sobre a lâmina de carbono pelo prazo indicado para cura pelo fabricante.

6 – Retirada dos pesos e outros dispositivos.

4.5 – Especificação dos Produtos Especiais.

Na recuperação deverão ser usados os produtos de boa qualidade conforme lista abaixo e respectiva especificação de aplicação:

1 – Argamassa Tixotrópica – a ser usada no preenchimento das fissuras depois de abertas e na recomposição da V9 e V25 da cobertura.

Zentrifix CR da Mc Bauchemie

Trafix S88 da Bautech

Sika Monotop 622 BR da Sika

Sikagrout Tix da Sika

Renderoc ER da Anchortec

Denvertec 700 da Denver

Argamassa Estrutural 250 da Otto Baungart/Vedacit

MasterSet 45 da Basf

2 – Cola Estrutural – a ser usada na colagem das chapas metálicas e ancoragem dos chumbadores.

Anchorbond Tix da Anchortec

Sikadur 31 da Sika

Compound Adesivo da Otto Baungart/Vedacit

MC-Dur 1300 TX da Mc Bauchemie

3 – Grautes a serem usados com 30% de brita zero na recomposição dos blocos recortados conforme detalhe 2 das pranchas e na recuperação do P5.

Fosgrout Plus da Anchortec.

Masterflow 320 da BASF.

Sikagrout ou Sikagrout Tix da Sika.

V-1 ou V-2 da Otto Baungart/Vedacit.

Denvergrout da Denver

Graute Bautech da Bautech.

Emckrete 40 da MC-Bauchemie

Viagraute - Viapol.

5- Quantitativos de Materiais

5.1 - Recomposição do P5

Aço CA 50 - Prancha

Prancha 02 8 kg

Concreto de Graute

$V = 0,2 \times 0,4 \times 1,30 =$ 0,11m³

Forma

$A = 2 \times (0,4 + 0,2) \times 1.30 =$ 1,56m²

5.2 - Reforço das Vigas do Térreo

Aço Estrutural ASTM A36 Prancha 02 3295,9kg

Área de pintura 95,20m²

Cola Estrutural

$V = (6 \times 4 + 11 \times 4 \times 1,5) \times 0,2^2 \times \pi / 4 +$
 $+ 24 \times 1,0 \times 2,0 \times 0,05 = 5,23\text{dm}^3 =$ 5,23 litros

Concreto de Graute

$V = 13 \times 0,5 \times 0,4 \times 0,3 =$ 0,78m³

5.3 - Reforço das Vigas da Cobertura

Lâmina Fibra Carbono 50x1.4 com a cola

Prancha 04 21,25 m

5.4 - Recomposição das Vigas V9 e V25

Argamassa Tixotrópica

$$V = 2 \times 168,5 \times (1 \times 1) / 2 = 168,5\text{dm}^3 = 168,5 \text{ litros}$$

5.5 - Confinamento das Paredes

Argamassa Tixotrópica

$$V = (12 \times 520 + 9 \times 400 + 5 \times 250) \times 3 \times 0,01 \times 0,03 = 10,0\text{dm}^3 = 10,0\text{litros}$$

Engº Civil Thiago Mottecy Piovezan
CREA/RS 197.361
Responsável Técnico

Engº Civil Jorge Martins Sarkis
CREA/RS 91.614
Responsável Técnico

Engº Civil Paulo Jorge Sarkis
CREA/RS 4.093
Consultor

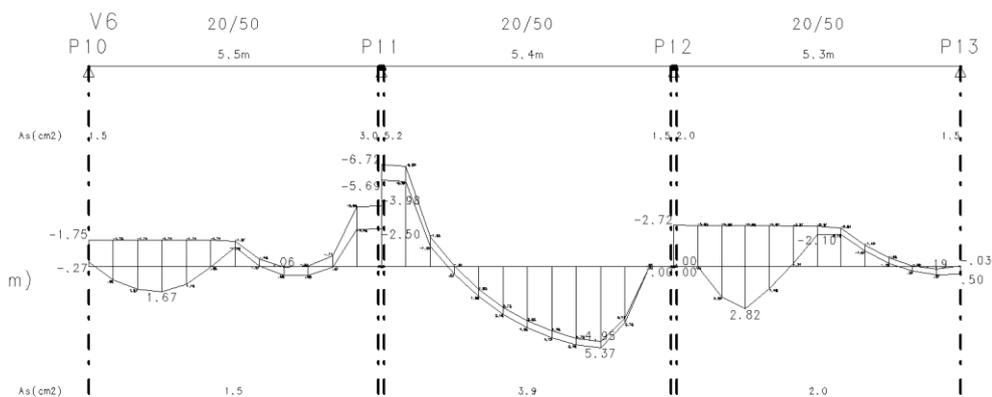
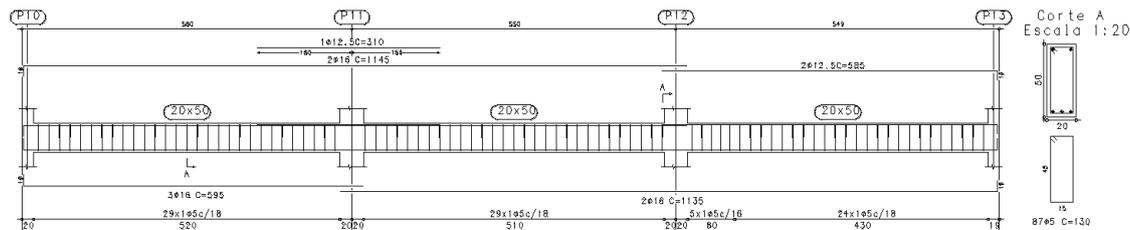


ANEXO I

Vigas corrigidas após reforço

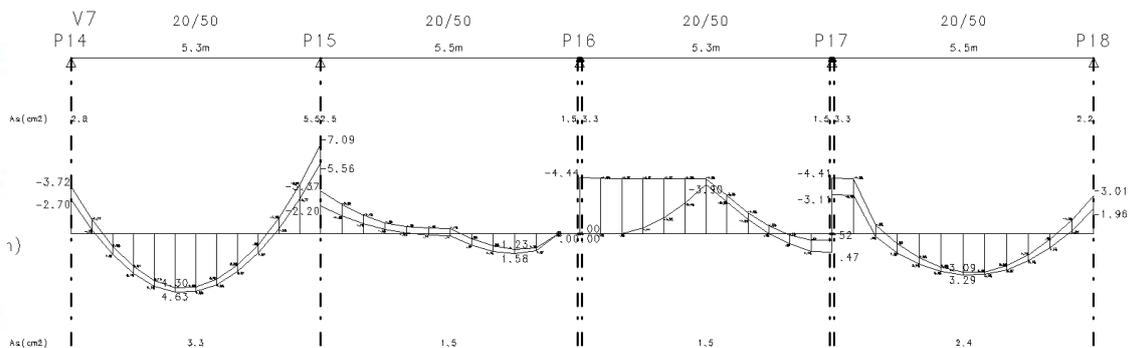
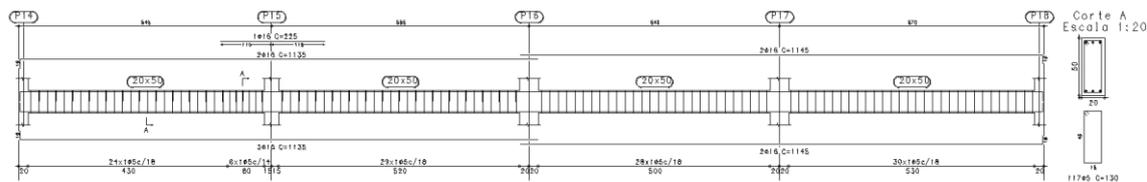
V6

V 6
Escala 1:50



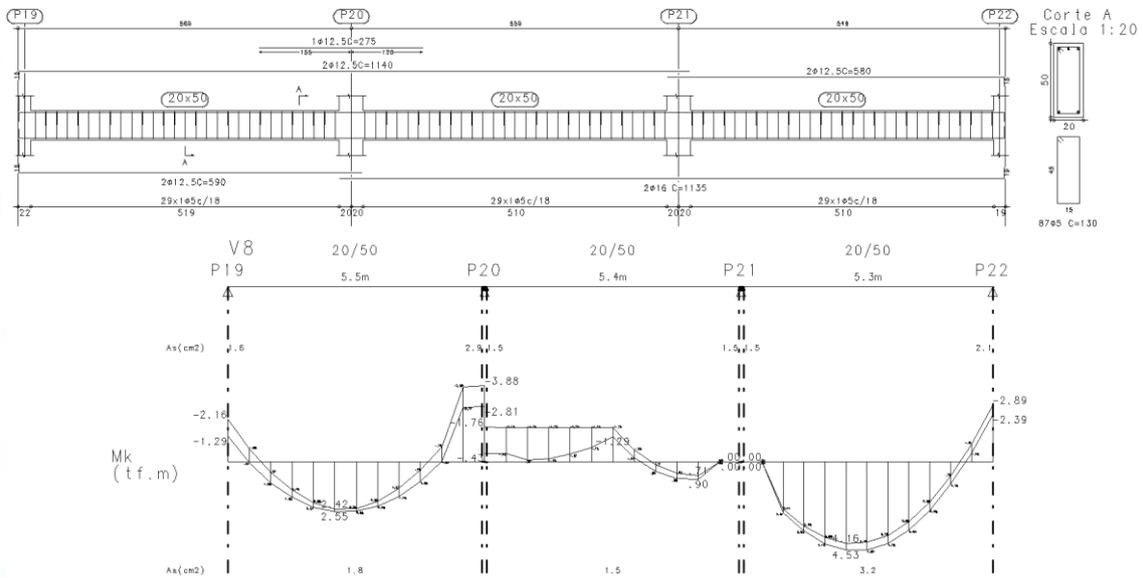
V7

V 7
Escala 1:50



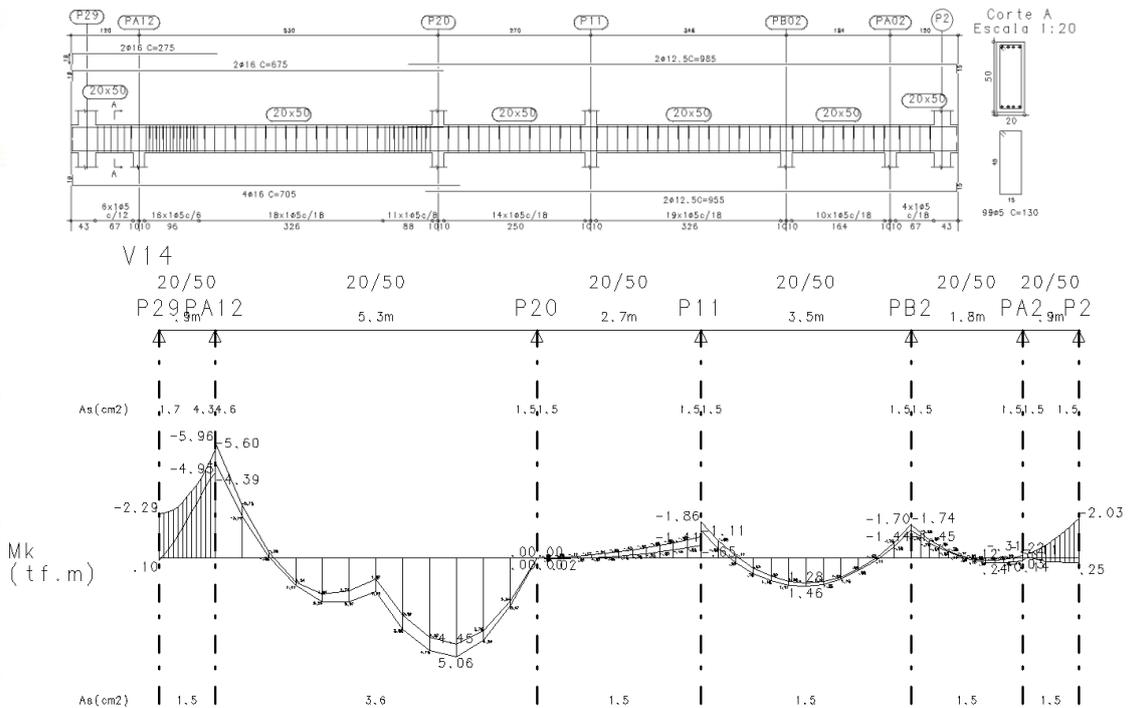
V8

V 8
Escala 1:50



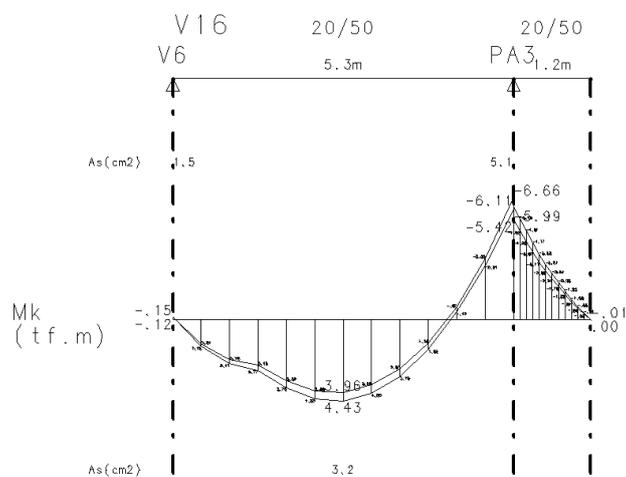
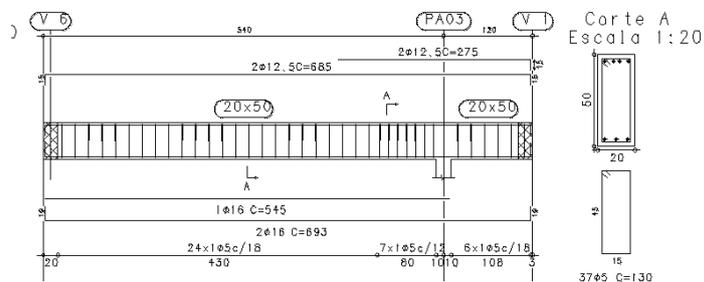
V14

V 14
Escala 1:50



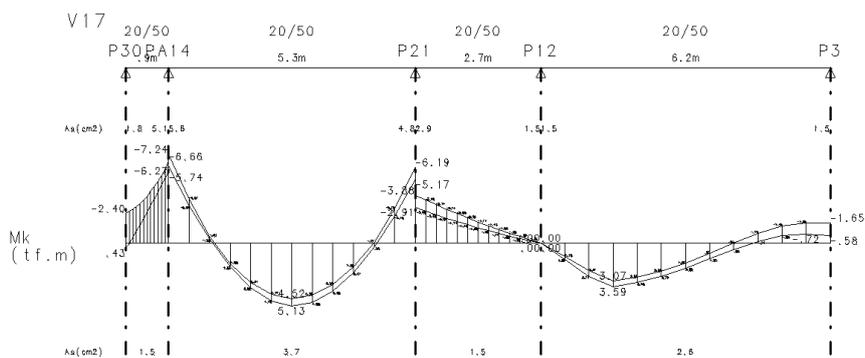
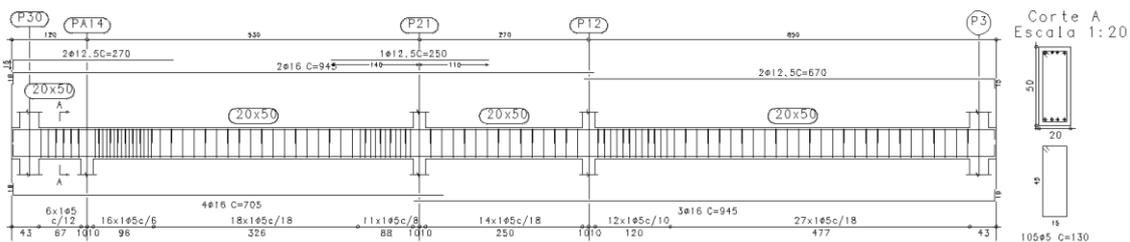
V16

V 16
Escala 1:50

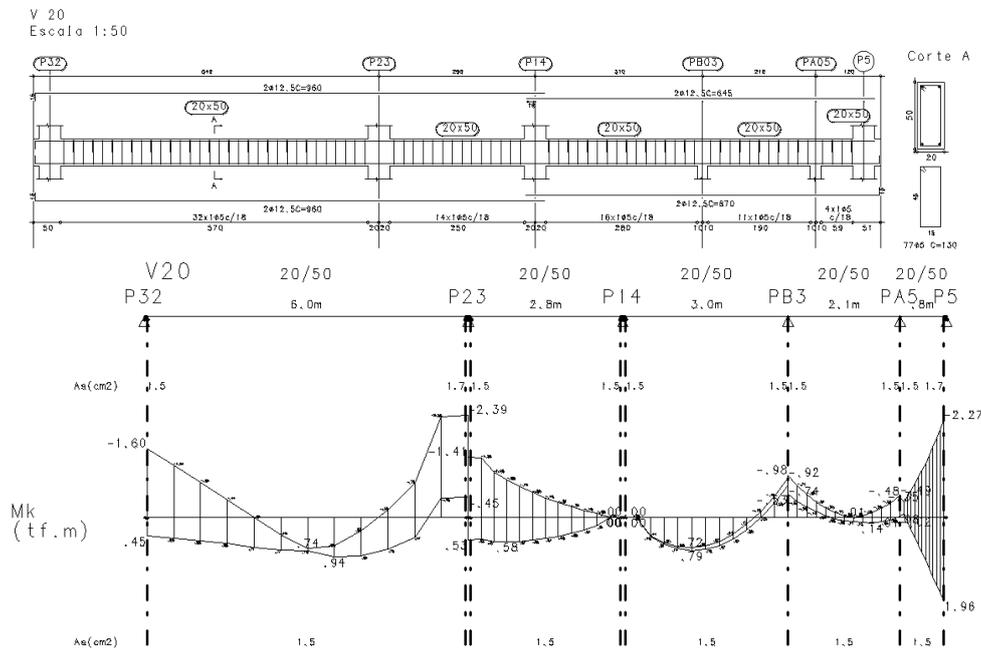


V17

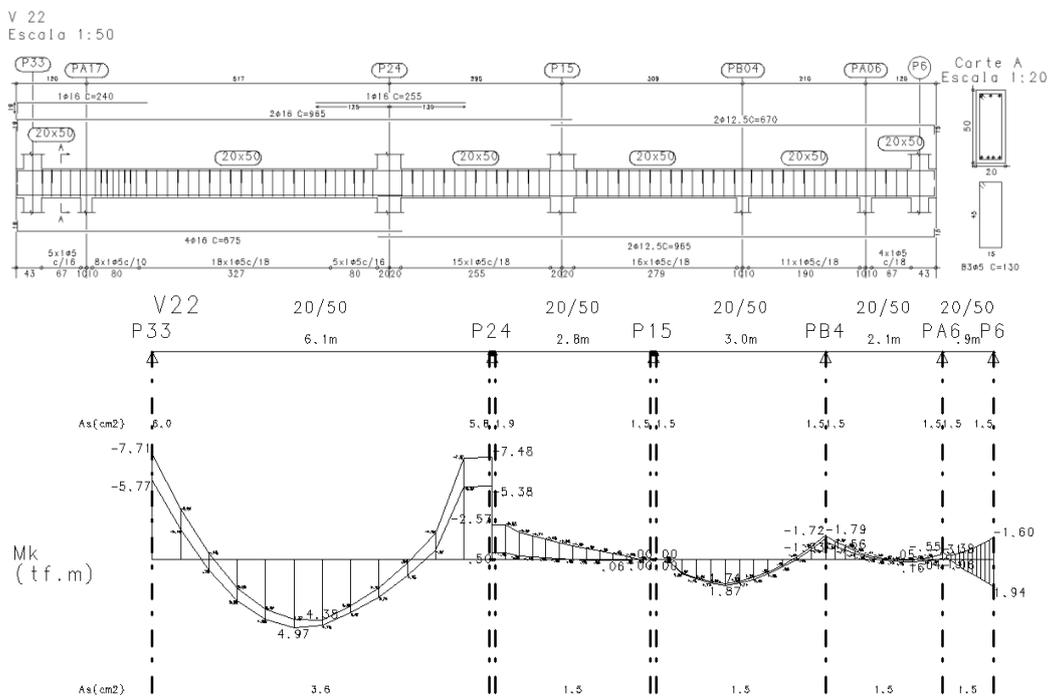
V 17
Escala 1:50



V20 – Pilar P5 ausente

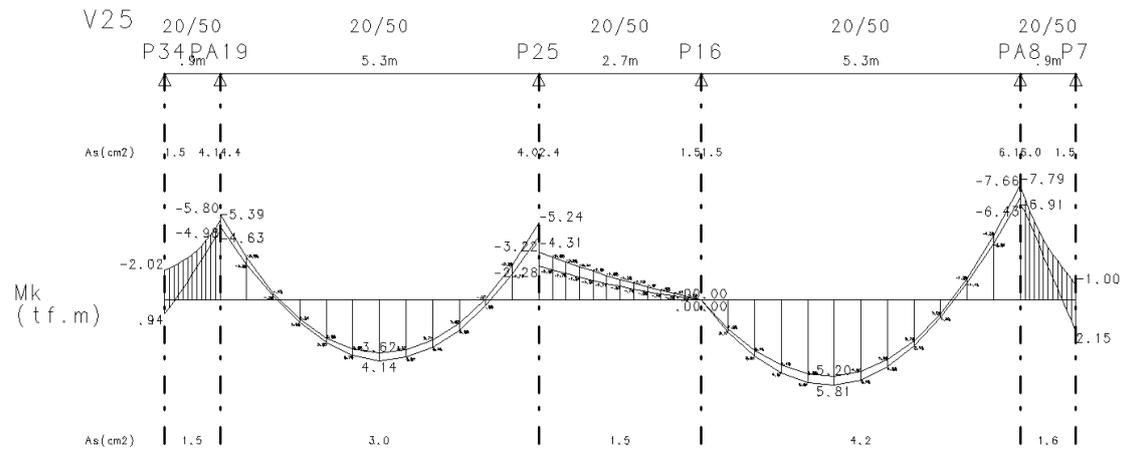
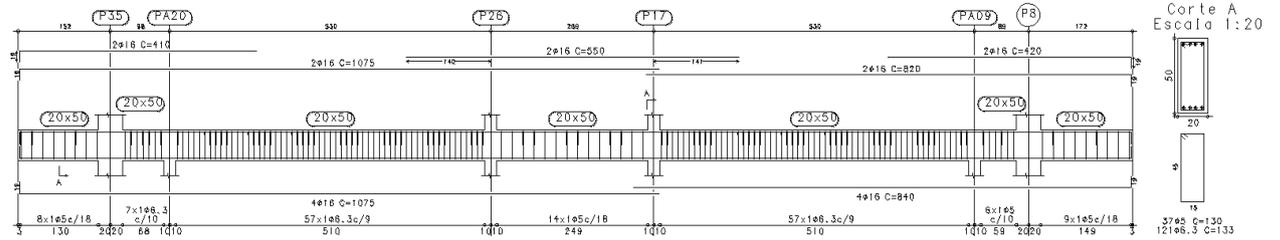


V22



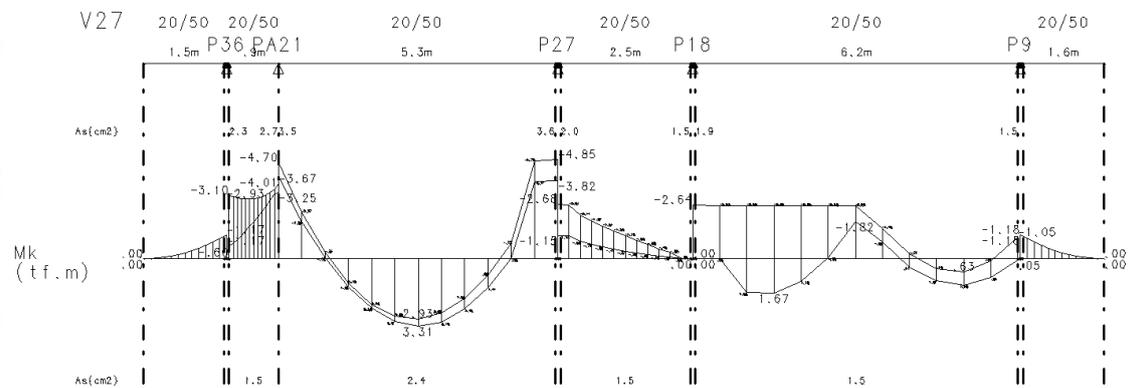
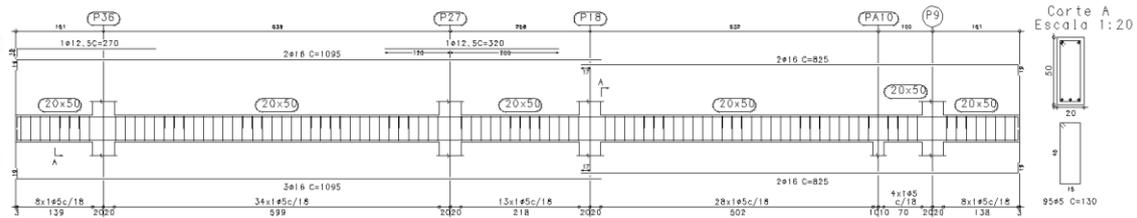
V26

V 26
Escala 1:50



V27

V 27
Escala 1:50

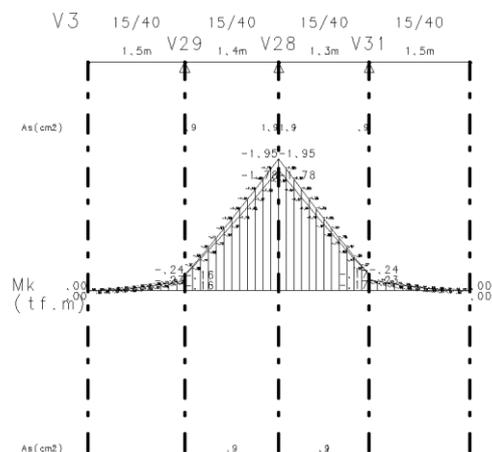
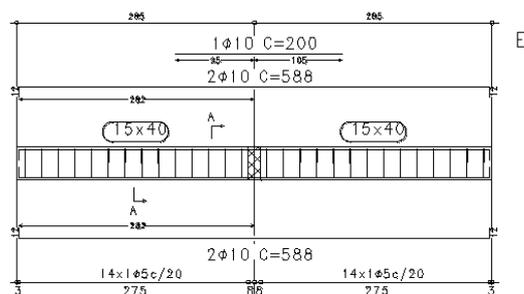




ANEXO II

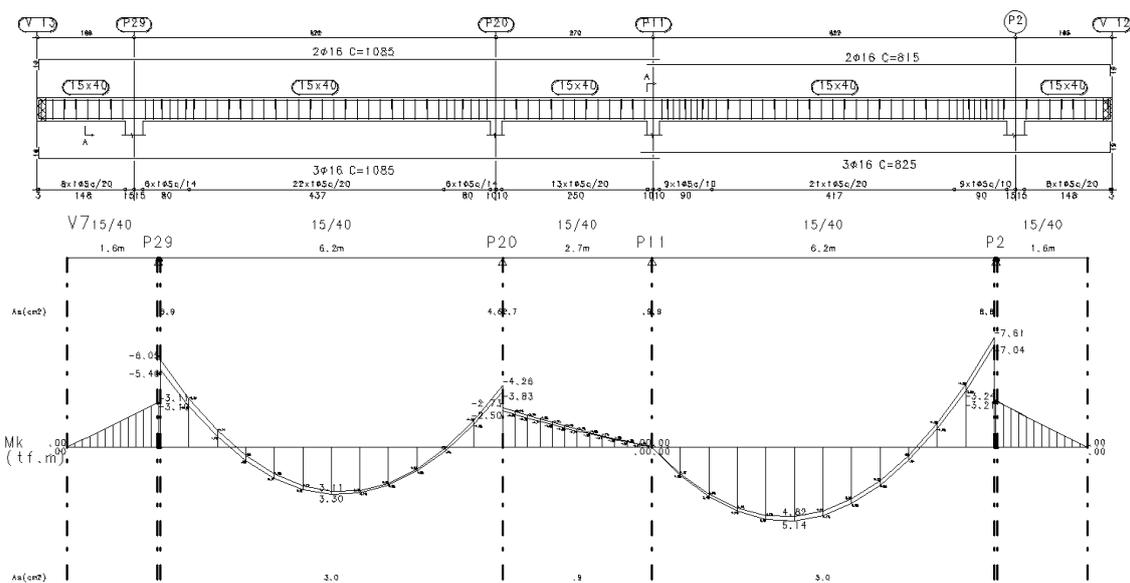
V3

V 3
Escala 1:50



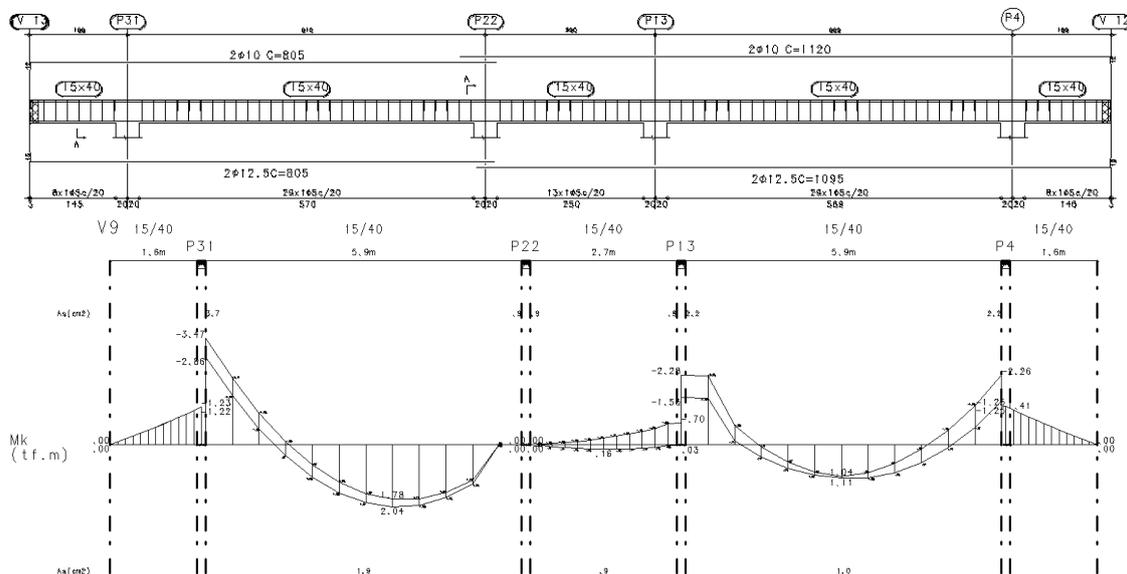
V7

V 7
Escala 1:50



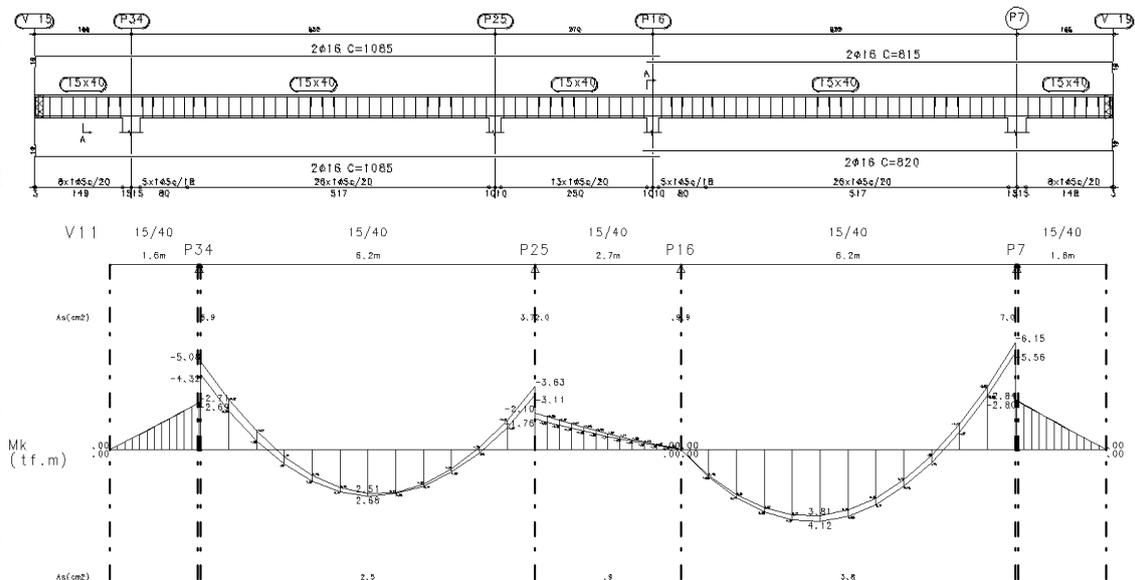
V9

V 9
Escala 1:50



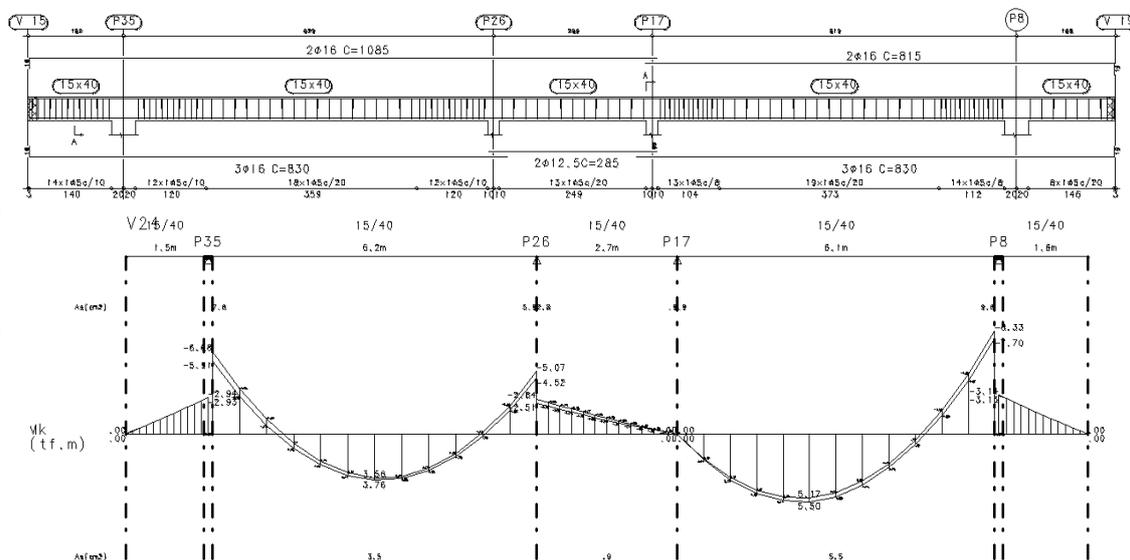
V11

V 11
Escala 1:50



V24

V 24
Escala 1:50



V28

V 28
Escala 1:50

