

UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Júlio Zapparoli Zanrosso

DIMENSIONAMENTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE MULTIPAVIMENTOS
EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS

Porto Alegre
Fevereiro 2024

JÚLIO ZAPAROLI ZANROSSO

DIMENSIONAMENTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE MULTIPAVIMENTOS
EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientador: JEAN MARIE DÉsir

Porto Alegre
Fevereiro 2024

JÚLIO ZAPAROLI ZANROSSO

DIMENSIONAMENTO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE MULTIPAVIMENTOS
EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador

Porto Alegre, Fevereiro 2024

Prof. Jean Marie Désir
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jean Marie Désir
Dr. pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Jacinto Almeida
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha família - meus queridos pais, irmã e namorada - que sempre estiveram ao meu lado. Com carinho e apoio incondicional, eles não pouparam esforços para me conduzir até esta importante etapa da jornada.

Aos meus familiares e amigos, meu profundo reconhecimento pelo incentivo e valiosa assistência. Sem a presença deles, este trabalho não se tornaria realidade.

Ao Curso de Engenharia Civil da UFRGS e as pessoas incríveis que conheci ao longo desses anos de graduação. O ambiente acadêmico e as relações construídas foram essenciais para o meu crescimento.

À orientação do Prof. Jean, expressei minha gratidão. Sua compreensão e direcionamento foram determinantes para o sucesso deste projeto.

A todos vocês, minha profunda gratidão. Sem o apoio, amor e orientação de cada um, esta conquista não seria possível.

RESUMO

O presente trabalho apresenta o dimensionamento de uma estrutura de alvenaria estrutural em blocos cerâmicos de um edifício multifamiliar de quinze pavimentos sobre vigas baldrame. O dimensionamento foi executado através da modelagem no software TQS Alvest (2023), o qual representa adequadamente os esforços no edifício. As lajes, foram consideradas como cargas no modelo e, assim, não tem avaliação de flechas ou detalhamento de armaduras, além disso todas as lajes foram consideradas como contínuas. As decisões de projeto, análise estrutural e dimensionamento do edifício exemplo são mostradas e os resultados obtidos são analisados. No final são apresentadas as resistências necessárias aos blocos de cada pavimento, além das plantas executivas das fiadas e detalhamento do pavimento tipo, garantindo assim, um projeto possível de ser executado. Também é demonstrado análise da argamassa de assentamento parcial comparando-a com a argamassa de assentamento total e cálculo das flechas de alvenaria. Por fim é constatado que o software TQS é uma ferramenta que proporciona agilidade no dimensionamento e verificação de um edifício de alvenaria estrutural.

Palavras-chave:

Alvenaria Estrutural, Dimensionamento, Blocos Cerâmicos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Coliseu, Itália.....	15
Figura 2 - Edifício Monadnock, Chicago.....	16
Figura 3 - Conjunto Habitacional Central Parque Lapa.....	17
Figura 4 - Prisma oco e cheio.....	24
Figura 5 - Malha modular de uma edificação com módulo $M=10\text{cm}$	26
Figura 6 - Famílias de blocos do TQS.....	27
Figura 7 - Amarração indireta e amarração direta, respectivamente.....	28
Figura 8 - Definição das áreas de influência em lajes armadas em duas direções.....	30
Figura 9 - Distribuição dos esforços horizontais na estrutura.....	31
Figura 10 - Imperfeições geométricas globais.....	32
Figura 11 - Projeto arquitetônico original.....	38
Figura 12 - Projeto arquitetônico adaptado.....	39
Figura 13 - Área por apartamento.....	39
Figura 14 - Parede com isolamento acústico.....	40
Figura 15 - Corte esquemático do edifício.....	42
Figura 16 - Planta baixa dos apartamentos típicos.....	43
Figura 17 - Blocos cerâmicos da família 29.....	44
Figura 18 - Primeira fiada de encontro das paredes 124, 155 e 129.....	45
Figura 19 - Segunda fiada de encontro das paredes 124, 155 e 129.....	45
Figura 20 - Paredes estruturais dos apartamentos típicos.....	46
Figura 21 - Subestruturas dos apartamentos típicos em X.....	47
Figura 22 - Subestruturas dos apartamentos típicos em Y.....	47
Figura 23 - Detalhe da ligação entre parede e laje.....	48
Figura 24 - Elementos resistentes às ações horizontais.....	49
Figura 25 - Exemplo de laje pré-fabricada.....	49
Figura 26 - Reações da laje L2 nas paredes do pavimento tipo.....	52
Figura 27 - Grupos de paredes dos apartamentos típicos.....	53
Figura 28 - Detalhamento da parede 112 gerado pelo TQS.....	54
Figura 29 - Listagem de materiais e resistências para a parede 112 (dados de saída do TQS).....	54
Figura 30 - Verificação ao cisalhamento da parede 1.....	58
Figura 31 - Exemplos de áreas efetivas.....	59
Figura 32 - Viga de alvenaria da PAR-104.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Traços de argamassa e indicações de uso.....	21
Tabela 2 - Índices de esbeltez.....	34
Tabela 3 - Peso específico dos materiais.....	50
Tabela 4 - Valores de resistência dos materiais.....	55
Tabela 5 - Dimensionamento das paredes 144 e 101.....	55
Tabela 6 - Verificação à tração e armadura necessária.....	56
Tabela 7 - Análise assentamento total e parcial.....	59
Tabela 8 - Casos de carregamento.....	60
Tabela 9 - Combinações de carregamentos.....	61
Tabela 10 - Valores de resistência dos blocos de cerâmica.....	62
Tabela 11 - Parâmetros de estabilidade para carregamentos simples de vento.....	63
Tabela 12 - Parâmetros de estabilidade para combinações de ELU.....	63
Tabela 13 - Deslocamentos máximos.....	64

LISTA DE SÍMBOLOS

H : altura da edificação em metros

A : área da seção resistente

P : peso total da edificação

ΔP : peso total do pavimento considerado

F_d : força horizontal equivalente ao desaprumo

f_{bk} : resistência característica do bloco à compressão

α : parâmetro de instabilidade

t_{ef} : espessura efetiva

t : é a espessura da parede na região entre os enrijecedores

h_{ef} : altura efetiva

f_{bk} : resistência característica à compressão

R_k e F_k : valores característicos de resistência e ação

N_{rd} : força resistente de cálculo

f_d : resistência a compressão de cálculo da alvenaria

F_d : valor de cálculo para combinação última

$F_{G,k}$: valor característico das ações permanentes

γ_m e γ_f : coeficientes de ponderação

γ_g : ponderador de ações permanentes

γ_q : ponderador de ações variáveis

$F_{Q1,k}$: valor característico de ação variável considerada como principal

Ψ_0 $F_{Qj,k}$: valores característicos reduzidos das demais ações variáveis

EI : rigidez à flexão do sistema de contraventamento

ΔM : acréscimo de momento devido aos deslocamentos horizontais

M_1 : momento de primeira ordem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	12
1.3 METODOLOGIA.....	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL NO MUNDO..	14
3.2 UTILIZAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL.....	17
4 DEFINIÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	18
4.1 CLASSIFICAÇÃO.....	18
4.2 COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	19
4.2.1 BLOCOS.....	19
4.2.2 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.....	20
4.2.3 GRAUTE.....	22
4.2.4 ARMADURAS.....	22
4.2.5 VERGAS, CONTRAVERGAS E CINTAS.....	23
4.2.6 PAREDES DE ALVENARIA.....	23
4.2.6.1 TIPOLOGIA.....	23
4.2.6.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	23
4.3 MODULAÇÃO.....	25
4.4 CARGAS ATUANTES.....	28
4.4.1 CARGAS VERTICAIS.....	28
4.4.1.1 PESO PRÓPRIO DAS PAREDES.....	29
4.4.1.2 CARGAS ATUANTES NA LAJE.....	30
4.4.2 CARREGAMENTO HORIZONTAL.....	31
4.4.2.1 CARGAS DOS VENTOS.....	32
4.4.2.2 AÇÃO EQUIVALENTE AO DESAPRUMO.....	32
4.5 PARÂMETROS DE PROJETO.....	33
4.6 ESTADO LIMITE.....	34
4.6.1 ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU).....	34
4.6.2 ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS).....	35
4.6.3 DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES DE ALVENARIA À COMPRESSÃO SIMPLES.....	35
4.7 COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....	35
4.8 ESTABILIDADE GLOBAL DAS ESTRUTURAS DE CONTRAVENTAMENTO.....	36
4.8.1 PARÂMETRO.....	36
4.8.2 COEFICIENTE z	37
5 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	38
5.1.1 PROJETO ARQUITETÔNICO.....	38
5.1.2 CARREGAMENTOS.....	40
5.1.3 MODELO DE CÁLCULO E SOFTWARE DE MODELAÇÃO.....	41

5.1.4 ANÁLISE DA ESTABILIDADE GLOBAL.....	41
5.2 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO.....	41
5.3 MODULAÇÃO E ELABORAÇÃO DAS FIADAS.....	44
5.4 DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	46
5.4.1 PAREDES ESTRUTURAIS.....	46
5.4.2 PAREDES DE CONTRAVENTAMENTO.....	47
5.4.3 LAJES.....	48
5.5 ANÁLISE ESTRUTURAL.....	50
5.5.1 CARGAS VERTICAIS.....	50
5.5.2 AÇÕES NAS LAJES.....	51
5.5.3 DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS VERTICAIS.....	52
5.6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO.....	53
5.6.1 RESISTÊNCIAS CARACTERÍSTICAS E ARMAÇÃO DAS PAREDES.....	53
5.6.2 DIMENSIONAMENTO MANUAL.....	55
5.6.3 VERIFICAÇÃO À TRAÇÃO E AO CISALHAMENTO.....	56
5.6.4 ANÁLISE DA ÁREA EFETIVA DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO.....	59
5.7 ESTABILIDADE GLOBAL.....	60
5.8 FLECHA MÁXIMA DAS VIGAS DE ALVENARIA.....	63
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7 REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICE A.....	68
APÊNDICE B.....	70
APÊNDICE C.....	115

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O sistema de construção em alvenaria estrutural vem se tornando uma alternativa com boa aceitação no mercado. A ausência de vigas e pilares nesse sistema construtivo resulta em uma maior economia nas obras, além de tornar mais rápida a sua execução. Dessa forma, possuir um conhecimento específico sobre o assunto pode ser um diferencial no mercado de trabalho. Entretanto, há pouca literatura sobre o assunto, aliada ao fato de poucas universidades oferecem a disciplina de alvenaria estrutural, torna escasso o número de engenheiros com conhecimento sobre os métodos de dimensionamento e execução de obras desse tipo.

Segundo RAMALHO & RAZENTE (2008), por anos a alvenaria estrutural foi pouco utilizada em decorrência a múltiplos fatores, dentre eles: preconceito, maior domínio da tecnologia do concreto armado por parte de construtores e projetistas, falta de fornecedores de matéria prima e pouca divulgação do assunto nas universidades durante a formação do profissional. Dessa forma muitos projetistas são leigos nesse sistema construtivo e optam por trabalhar com concreto armado. Além disso, a disponibilidade e uso de softwares de cálculo como o TQS Alvest® oferecem maior agilidade e precisão no dimensionamento das estruturas de alvenaria estrutural, sendo o domínio de tais softwares uma grande ferramenta para os engenheiros.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é dimensionar o projeto estrutural de um edifício de múltiplos pavimentos em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, a partir de um projeto arquitetônico real.

1.3 METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto, procurou-se cumprir as etapas presentes no desenvolvimento de um projeto estrutural utilizando as recomendações sobre o assunto encontradas em bibliografias como a segunda edição de *Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural*, de G.A. Parsekian e W.A. Medeiros, e as recomendações da NBR 16868-1. Para o cálculo dos elementos estruturais utilizou-se o software TQS Alvest®.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para elaboração do trabalho de conclusão de curso estão divididas em objetivos, premissa, pressuposto, delimitações, limitações e delineamento, sendo desenvolvidas à seguir.

1) OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo da pesquisa do trabalho é desenvolver um projeto estrutural em alvenaria parcialmente armada de blocos cerâmicos de um edifício residencial de 15 pavimentos, definindo as resistências dos materiais e armaduras das paredes, através do software TQS Alvest. Além disso, fazer também uma comparação entre as argamassas de assentamento lateral e total.

2) PREMISSA

A realização do trabalho é feita com a premissa de que a maioria dos engenheiros não possui conhecimento adequado, e são poucos os trabalhos e pesquisas disponíveis para tomar como base teórica e prática, mesmo com o contexto atual de crescimento da construção em alvenaria estrutural.

3) PRESSUPOSTO

O trabalho possui como pressuposto que os parâmetros, coeficientes, dados e métodos estabelecidos pelas NBR 16868-1/2020 são válidas.

4) DELIMITAÇÕES

O presente trabalho de conclusão de curso está delimitado à análise de um edifício residencial a ser projetado para a cidade de Guaíba, no Rio Grande do Sul.

5) LIMITAÇÕES

A alvenaria estrutural estará apoiada sobre vigas baldrame de 60 cm de altura, o que caracteriza a inexistência de condições que causem o efeito arco na alvenaria. As estruturas de concreto não serão dimensionadas.

6) DELINEAMENTO

O trabalho foi desenvolvido seguindo as etapas apresentadas e descritas abaixo:

- 1º) Pesquisa Bibliográfica;
- 2º) Definição da planta baixa conforme projeto arquitetônico;
- 3º) Definição dos blocos e modulação;
- 4º) Cálculo estrutural;
- 5º) Análise de dados;
- 6º) Considerações finais.

Após a pesquisa bibliográfica, será definida a planta baixa conforme projeto arquitetônico e serão realizados os ajustes necessários para adaptar a arquitetura à modulação dos blocos de alvenaria.

A etapa seguinte será feita a escolha dos blocos cerâmicos a serem utilizados e então a realização da modulação da primeira e segunda fiada. Após a modulação horizontal e vertical das paredes portantes, será feito o cálculo estrutural através do software de cálculo TQS Alvest®, com uma licença disponibilizada pela TQS Informática exclusivamente para desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso. O uso desse software permitirá a definição da resistência necessária dos blocos e áreas com necessidade de graute e armadura. Após essas etapas, serão feitas as considerações finais do trabalho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL NO MUNDO

Segundo Dantas (2011), o uso da alvenaria estrutural nas edificações é antigo. Podemos perceber sua utilização desde a Antiguidade até hoje. Entretanto, o desenvolvimento da tecnologia permitiu a evolução das técnicas de dimensionamento e execução utilizadas ao longo dos anos.

De acordo com Camacho (2006), uma construção realizada com a utilização de blocos de alvenaria na Antiguidade, foi o Farol de Alexandria, construído na ilha de Faros em 280 antes de

Cristo, aproximadamente, mas que foi destruído por um terremoto. Na sua construção foram utilizados blocos de mármore branca, chegando a alcançar 165 metros de altura.

Segundo Koch (2016), outro exemplo de construção baseada no sistema de alvenaria é o Coliseu Romano, figura 1, que permanece até hoje como símbolo da capital italiana. O anfiteatro de 50 metros de altura e 156 metros de diâmetro foi construído em 70 depois de Cristo, para uma capacidade de 50 mil pessoas. Esse estádio possui uma característica estrutural importante, que é a utilização de pórticos formados por pilares e arcos para auxiliar no suporte, evitando os esforços de tração do pórtico, tecnologia muito usada inclusive em pontes e aquedutos.

Figura 1: Coliseu, Itália



(fonte: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/artes/coliseu>)

Ainda segundo DANTAS (2011), durante a Idade Média e Renascimento, diversas catedrais foram construídas com o uso de alvenaria, sendo um exemplo a Catedral de Paris, que conta com a utilização de contrafortes para suportar as paredes laterais e traseiras. A Revolução Industrial teve grande impacto na produção em massa de tijolos, além do surgimento de materiais como o aço e concreto que proporcionam a capacidade de vencer grandes vãos, tornando o concreto armado a principal técnica construtiva, causando o abandono da alvenaria como método construtivo viável financeira e tecnicamente. Sendo assim, esse processo construtivo sofreu um alto declínio até a Segunda Guerra Mundial.

De acordo com CAMACHO (2006), na história Contemporânea também podemos analisar diversas edificações construídas em alvenaria que causaram grande impacto, como é o caso do edifício Monadnock, construído em Chicago, nos Estados Unidos, em 1889, figura 2. Esse edifício tornou-se um símbolo da alvenaria, uma vez que possui 65 metros de altura e 16 pavimentos, sendo que as paredes do térreo possuem 1,80 metros de espessura na base.

Figura 2: Edifício Monadnock, Chicago



(fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Edif%C3%ADcio_Monadnock)

De acordo com FREITAS (2013), o marco da alvenaria estrutural moderna foi em 1951 quando, com base em ensaios e pesquisas na universidade de Basileia, na Suíça, Paul Haller projeta e constrói um edifício de 13 andares em alvenaria simples não armada, com paredes externas de 37,5 cm de espessura. A partir desses estudos foram estabelecidos os critérios para o dimensionamento de paredes de alvenaria estrutural.

Segundo DANTAS (2011), atualmente o edifício mais alto construído em alvenaria estrutural é o Hotel Excalibur, em Las Vegas, Estados Unidos. O hotel é formado por quatro torres de 28 pavimentos. As paredes estruturais foram feitas em alvenaria de blocos de concreto.

3.2 UTILIZAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL

Ainda segundo DANTAS (2011), a alvenaria chegou ao Brasil juntamente com os portugueses no século XVI, entretanto, a utilização de blocos estruturais nas edificações para redução de custos é bastante recente. Os primeiros edifícios erguidos com blocos vazados foram construídos em São Paulo em 1960, e eram de apenas quatro pavimentos, sendo executados em blocos de concreto. Já por volta da década de 70, percebe-se a evolução do uso da alvenaria estrutural no Brasil, com a construção de edificações mais altas, como é o caso do Central Parque Lapa, figura 3, também em São Paulo, um conjunto de quatro edifícios de 12 andares, feitos com alvenaria armada de blocos de concreto e projetado por um calculista dos Estados Unidos.

Figura 3: Conjunto Habitacional Central Parque Lapa



(fonte: https://comurb.com.br/?attachment_id=679)

Segundo BASTOS (2021), a tecnologia de alvenaria estrutural se firmou como um sistema eficiente e econômico para edifícios tanto residenciais quanto industriais, mesmo com sua chegada tardia ao Brasil. Nas regiões Sul e Sudeste, onde há o maior número de empresas fornecedoras de blocos cerâmicos e de concreto, é possível concluir que o sistema construtivo de alvenaria estrutural é bem aceito, principalmente após a década de 90, quando houve o surgimento de políticas de qualidade e produtividade, baseadas nos trabalhos de pesquisadores como Fernando Henrique Sabbatini (1998) e Márcio Roberto Silva Corrêa (1991). Hoje o sistema está presente em todo o país, sendo um ramo reconhecido da engenharia.

4 DEFINIÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo Prudêncio Jr. *et al.* (2002), a alvenaria estrutural é um sistema estrutural em que as paredes são elementos portantes compostos por unidades de alvenaria, unidos por juntas de argamassa capazes de resistir a outras cargas além de seu próprio peso. Essas paredes são dimensionadas por meio de cálculos racionais, ao contrário da alvenaria resistente que é calculada de forma empírica. Ou seja, as paredes estruturais devem apresentar as seguintes funções:

- Resistir às cargas verticais;
- Resistir às forças devidas ao vento;
- Apresentar desempenho contra a ação do fogo;
- Isolar térmica e acusticamente o ambiente;
- Proporcionar estanqueidade à água da chuva e ao ar.

4.1 CLASSIFICAÇÃO

Alvenaria estrutural pode ser classificada de acordo com o processo construtivo empregado, segundo a norma brasileira NBR 10837 (ABNT, 1989), ela é classificada nas seguintes categorias:

- Alvenaria Estrutural Armada: é o processo construtivo em que os elementos resistentes (estruturais) possuem uma armadura de aço passiva. Essas armaduras são distribuídas nas cavidades dos blocos que são, posteriormente, preenchidas com graute.
- Alvenaria Estrutural Não Armada: é o processo construtivo em que nos elementos resistentes existem apenas armaduras com finalidades construtivas ou de amarração, ou seja, de modo a prevenir futuras patologias decorrentes de fissuras e concentração de tensões.
- Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada: é o processo construtivo em que apenas alguns dos elementos resistentes são dimensionados como armados.

Acceti (1998) diz que: “É importante salientar que as alvenarias não armadas são de mais simples execução, uma vez que não exigem grauteamento, pois esse exige interrupção do

trabalho de assentamento das paredes, sendo que o tempo necessário para grautear é equivalente ao tempo necessário para levantar a parede”.

Além disso, a alvenaria estrutural pode ser classificada quanto à forma e material que compõe os blocos, sendo ela:

- Alvenaria Estrutural Concreto: mais amplamente usada, já que os blocos podem ser fabricados em qualquer lugar, em função da facilidade de obtenção de matéria prima. Possui alta resistência e um custo relativamente baixo.
- Alvenaria Estrutural Cerâmica: menos utilizada em comparação à alvenaria de concreto, em função da dificuldade de encontrar argilas de boa qualidade. Possui menor resistência à compressão, porém possui menor custo também.
- Alvenaria Estrutural Sílico-Calcária: a variação menos utilizada de todas por, dependendo da localização da obra, o custo benefício pode ser baixo, embora ela apresente boa resistência à compressão.

4.2 COMPONENTES DA ALVENARIA ESTRUTURAL

4.2.1 BLOCOS

Os blocos são os componentes mais importantes que compõem a alvenaria estrutural, uma vez que eles são os principais responsáveis pela resistência à compressão e determinam os métodos de aplicação da técnica de coordenação modular nos projetos. Segundo a norma brasileira NBR 15270-2 (ABNT 2005), bloco é o componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que o contêm.

Segundo a norma brasileira NBR 15270-2 (ABNT 2005), os blocos portantes devem ter furos dispostos na direção vertical. Isso se deve à diferença no mecanismo de ruptura dos blocos, que no caso dos furos verticais apresentam indícios da situação de colapso, enquanto que no caso de furos horizontais, como nos blocos de vedação, o colapso é brusco e frágil, não sendo adequado o seu uso como material estrutural. Quanto às propriedades mecânicas, a NBR 15270-2 (ABNT 2005) define que resistência característica à compressão (f_{bk}) dos blocos cerâmicos estruturais

deve ser considerada a partir de 3,0 MPa, referida à área bruta. A estimativa da resistência à compressão da amostra dos blocos é o valor estipulado pela seguinte equação:

$$f_{bk, est} = 2 \cdot \left[\frac{f_b(1) + f_b(2) + \dots + f_b(i-1)}{i-1} \right] - f_{bi}$$

onde:

f_{bk} é a resistência característica à compressão estimada da amostra, em MPa;

$f_b(1), f_b(2), \dots, f_{bi}$, são valores de resistência à compressão individual dos corpos de prova da amostra, ordenados de forma crescente;

$i = n/2$, se n for par;

$i = (n-1)/2$, se n for ímpar;

n é a quantidade de blocos da amostra.

4.2.2 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

Segundo CAMACHO (2006), a argamassa de assentamento é o componente utilizado na ligação entre os blocos, evitando a concentração de tensões, sendo composta de cimento, agregado miúdo, água e cal, sendo que algumas argamassas podem apresentar adições para melhorar determinadas propriedades. Algumas argamassas industrializadas vêm sendo utilizadas na construção de edificações de alvenaria estrutural. Vale salientar que os procedimentos para produção de concreto e para produção de argamassa são diferentes, pois para o concreto o objetivo final é obter maior resistência à compressão, já para a argamassa os objetivos são os seguintes:

- Compensar quaisquer irregularidades geométricas dos blocos de alvenaria;
- Absorver pequenas deformações que a alvenaria possa vir a sofrer;
- Distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede;
- Selas juntas contra a entrada de água e vento;
- Solidarizar os blocos transferindo as tensões de maneira uniforme entre eles.

Para um bom desempenho, as argamassas devem possuir boas características de trabalhabilidade, plasticidades, resistência e durabilidade, além de boa capacidade de retenção de água.

De acordo com BASTOS (2021), a resistência da argamassa à compressão não é muito importante para a resistência das paredes à compressão. Passa a ser importante apenas se a resistência da argamassa for menor que 30 a 40 % da resistência do bloco. Por exemplo: uma parede confeccionada com blocos de resistência 7 MPa, ao se aumentar a resistência da argamassa de 6,5 MPa para 16,5 MPa, a resistência da parede à compressão aumenta apenas 6%.

Em relação a espessura da junta horizontal, a norma brasileira NBR 16868-1 (2020) - Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto - afirma que: “*A menos que explicitamente especificado no projeto, a espessura das juntas de assentamento deve ser considerada igual a 10 mm.*” A resistência da parede à compressão decresce com o aumento da espessura da junta horizontal, porque o aumento da espessura diminui o confinamento da argamassa, provocado pela superfície dos blocos.

A NBR 16868 não especifica traços de argamassa, mas indica exigências para o controle de qualidade. Já a norma inglesa BS 5628 indica traços de argamassa, a fim que as argamassas tenham uma qualidade mínima a fim de garantir a durabilidade da alvenaria. De forma semelhante, PARSEKIAN & SOARES (2010) especificam traços e indicações de aplicação de argamassas de assentamento, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1: Traços de argamassa e indicações de uso

cimento:cal:areia	$f_{a,m}$ (MPa)	Aplicação
1: 0,25: 3	17	Traço muito forte, suscetível a fissuras
1 : 0,5: 4,5	12	Traço forte, para alvenaria aparente, enterrada, sujeita a ações laterais (muros de arrimo, reservatórios)
1: 1: 5 a 6	5	Traço para edificações de baixa altura com alvenaria revestida
1: 2: 8 a 9	2,5	Traço para alvenaria de vedação
$f_{a,m}$ = resistência média da argamassa à compressão		

(fonte: Parsekian e Soares, 2010)

4.2.3 GRAUTE

Segundo PARSEKIAN & MEDEIROS (2021), o graute é um material cimentício de consistência fluida utilizado para o preenchimento de espaços vazios da alvenaria, com a finalidade de aumento da capacidade resistente da alvenaria ou de sua solidarização às armaduras. Vale ressaltar que o graute deve proporcionar um desempenho estrutural compatível com a alvenaria armada, além disso deve assegurar a aderência à armadura vertical e horizontal além de protegê-las contra corrosão.

A norma brasileira NBR 16868-1 (item 6.1.3) afirma que:

Quando especificado o graute, sua influência na resistência da alvenaria deve ser verificada em laboratório, nas condições de sua utilização. A avaliação da influência do graute na compressão deve ser feita mediante o ensaio de compressão de prismas, pequenas paredes ou paredes. Para consideração das sugestões da Tabela F.1, a resistência à compressão característica deve ser especificada com o **valor mínimo de 15 MPa**. A resistência característica do graute deve ser determinada de acordo com as ABNT NBR 5738 E ABNT NBR 5739.

4.2.4 ARMADURAS

Na alvenaria estrutural, as armaduras podem ser construtivas, como na alvenaria não armada, ou de cálculo, presentes na alvenaria armada. Da mesma forma que nas estruturas de concreto armado, a alvenaria faz uso das principais propriedades do aço, sendo elas: resistência, aderência, escoamento, dobramento e alongamento. Entre elas, a aderência se mostra uma das propriedades mais importantes, por ser responsável pela transmissão de esforços entre a armadura e o graute.

De acordo com a NBR 16868-1 (2020) - Alvenaria estrutural Parte 1: Projeto - a especificação do aço deve ser feita de acordo com a ABNT NBR 7480.

4.2.5 VERGAS, CONTRAVERGAS E CINTAS

De acordo com a norma brasileira NBR 16868-1 (2020) verga é uma viga alojada sobre a abertura de porta ou janela, com a função exclusiva de transmissão de cargas verticais para os apoios adjacentes à abertura; já contraverga é o elemento estrutural armado colocado sob o vão de abertura, com a função de prevenir fissuração nos seus cantos. Cintas são os elementos apoiados sobre as paredes, com a função de amarração delas, proporcionando o travamento da estrutura, transmitindo as cargas provenientes das lajes à alvenaria de forma uniforme, evitando pontos de tensão de tensões.

4.2.6 PAREDES DE ALVENARIA

Segundo a NBR 16868-1 (2020), parede é o elemento laminar que resista predominantemente à cargas de compressão e cuja maior dimensão da seção transversal exceda cinco vezes a menor dimensão

4.2.6.1 TIPOLOGIA

- Paredes de vedação: não possuem responsabilidade estrutural. São aquelas que resistem apenas ao seu próprio peso, e tem como função separar ambientes ou fechamento externo.
- Paredes estruturais ou portantes: possuem responsabilidade estrutural, ou seja, resistir ao seu próprio peso e outras cargas oriundas de outros elementos estruturais como lajes, vigas, telhados e paredes de pavimentos superiores.
- Paredes enrijecedoras ou de contraventamento: são paredes estruturais com finalidade de enrijecer o conjunto, tornando-o capaz de resistir também a cargas horizontais como os esforços gerados por vento.

4.2.6.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS

As paredes em alvenaria são um conjunto de blocos e argamassa, com ou sem pontos de graute com armaduras. Para que a combinação trabalhe de forma eficiente, é necessário que a

argamassa solidarize os blocos tornando o conjunto monolítico. Segundo RAMALHO & CORRÊA (2003), a alvenaria tem bom comportamento à compressão, porém fraca resistência aos esforços de tração sendo considerado, para fins de projeto, que a resistência da alvenaria à tração é nula.

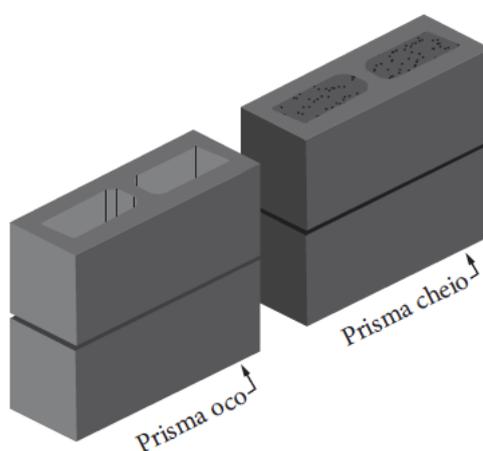
A resistência à compressão das alvenarias depende de múltiplos fatores, desde a resistência à compressão dos blocos e da argamassa, até a espessura da junta de assentamento e da qualidade da mão de obra. Portanto, para determinar a resistência à compressão da alvenaria é preciso ser feito ensaios de prismas, de acordo com a NBR 16868-3 (2020) - Métodos de ensaio.

De acordo com KALIL, LEGGERINI & BONACHESKI (2007):

Prismas são corpos-de-prova que levam em consideração a interação entre unidades e a argamassa na resistência à compressão do conjunto (alvenaria). Observe-se que os resultados dos ensaios mostram que a resistência à compressão dos prismas (f_m) é menor que a resistência à compressão das unidades (blocos) (f_b) e é maior que a resistência à compressão da argamassa (f_a).

Prismas são corpos-de-prova obtidos pela superposição de, normalmente, dois ou três blocos, unidos por juntas de argamassa de assentamento. Esse prisma é usado no ensaio de compressão axial. Nas plantas usadas em obra deve constar claramente a resistência do prisma. O segundo elemento da figura 4 exemplifica um prisma.

Figura 4: Prisma oco e cheio.



(fonte: PARSEKIAN & MEDEIROS / 2021)

KALIL, LEGGERINI & BONACHESKI (2007) também concluem que:

- Quanto maior a espessura da junta, menor é a resistência da alvenaria, devido ao aumento do esforço de tração transversal no bloco;
- Quanto maior a altura do bloco, maior é a resistência da alvenaria pois quanto maior a altura da unidade mais ela se transforma transversalmente e maior é a seção transversal resistente ao esforço de tração;
- A resistência da alvenaria pode ser maior do que a da argamassa da junta, mas dificilmente é maior que a resistência da unidade;
- Ao se aumentar a resistência à compressão da argamassa da junta normalmente não há um aumento significativo na resistência à compressão da alvenaria, devido ao módulo de elasticidade da alvenaria não ser proporcional a sua resistência à compressão;
- Quanto maior a resistência à compressão da unidade, maior a resistência à compressão da alvenaria pois, como houve um aumento da resistência do bloco, o valor de sua resistência à tração transversal também aumenta, com isso aumentando a resistência à compressão da alvenaria.

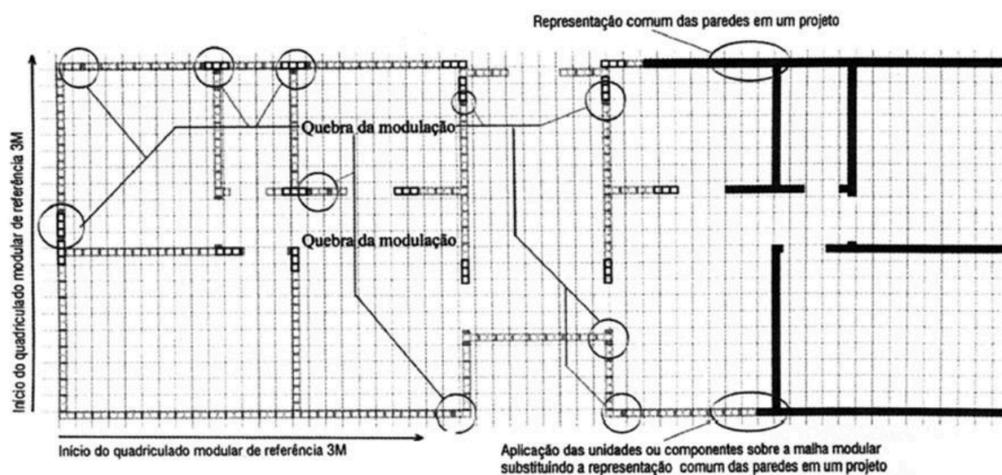
4.3 MODULAÇÃO

A modulação é primordial para a economia e a racionalização das construções em alvenaria estrutural. Modular uma planta arquitetônica significa ajustar suas dimensões em planta e também em altura da edificação, através das dimensões dos blocos, com o intuito de reduzir ao máximo os cortes e ajustes na construção das paredes. Existem dois tipos de modulação, a horizontal e a vertical.

RAMALHO & CORRÊA (2003) afirmam que o principal parâmetro a ser utilizado para a escolha da distância modular horizontal de um edifício é a largura do bloco a ser adotado. Idealmente, é que o módulo longitudinal dos blocos seja igual à largura a ser adotada, evitando-se o uso demasiado de blocos especiais para amarração entre paredes. Já para a modulação vertical, o único parâmetro é que o pé-direito da edificação seja múltiplo do módulo vertical adotado, normalmente de 20 cm, sendo 19 cm da altura do bloco mais 1 cm da espessura da junta da argamassa de assentamento.

A norma brasileira NBR 15873 (2010) - Coordenação modular para edificações - especifica o módulo (M) como a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência cujo valor normalizado é $M=100\text{mm}$. A figura 14 mostra o reticulado no plano horizontal (malha modular) de uma edificação, com espaçamento $3M$ e módulo $M=10\text{cm}$.

Figura 5: Malha modular de uma edificação com módulo $M=10\text{cm}$



(fonte: SAUD FILHO, VERNEY, GREVEN / 2009)

No presente trabalho, será utilizada a modulação longitudinal de 15cm (módulo $M-15$) em que são utilizados blocos com 14cm de largura nominal e comprimentos nominais de 14 , 29 e 44cm . Para esses blocos, a largura modular (15cm) é igual ao módulo ($1M$), e o comprimento modular do bloco inteiro é $2M$, ou seja, o bloco base a ser utilizado é o bloco de $29 \times 14 \times 19\text{cm}$ (bloco inteiro), e os blocos especiais são os blocos de $14 \times 14 \times 19\text{cm}$ (meio-bloco) e o bloco de $44 \times 14 \times 19\text{cm}$ (bloco de 3 furos). Todos esses modelos de blocos estão no catálogo da fornecedora Pauluzzi Blocos Cerâmicos®, empresa situada em Sapucaia do Sul, Rio Grande do Sul, localizada a 51 km de Guaíba, local do empreendimento a ser dimensionado.

O software TQS Alvest possui uma biblioteca de famílias de blocos de fornecedores para fazer a modelagem de edificações. A figura 6 mostra a interface do TQS com as famílias de blocos a serem utilizadas.

Figura 6: Famílias de blocos do TQS

Fabricantes

Norma para o Edifício: [NBR 16868-1 : 2020 - Blocos de Concreto e Cerâmicos](#)

Material-base do Edifício: [Blocos CERÂMICOS vazados](#)

Nº	Fabricante
1	CERAMICO Blocos cerâmicos, modulações 30/15, 40/15 e 40 cm
2	CERAMIC2 Blocos cerâmicos, modulações 30/15 cm

(fonte: Elaborado pelo autor)

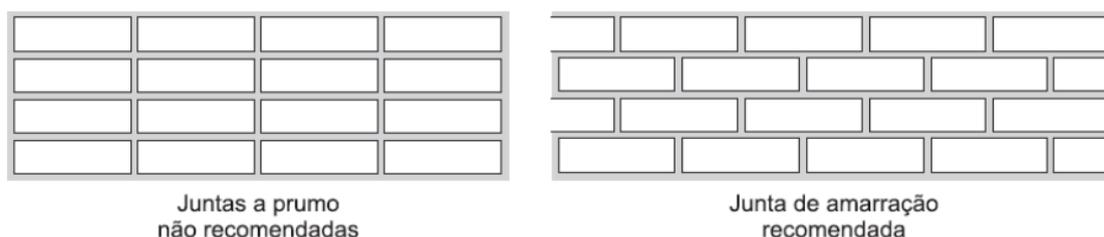
Na modulação 15x30 é feito um quadriculado de 15x15 cm (módulo M-15) e insere-se o bloco inteiro com dimensões nominais de 29x14 cm (comprimento x largura). Esta modulação é recomendada pois o comprimento modular do bloco, 30 cm, é o dobro da largura modular, 15 cm. Dessa forma é simples a amarração direta de paredes em **L** sem a necessidade de bloco especial.

De acordo com BASTOS (2021):

Na modulação em planta, sempre que possível deve-se procurar “amarrar” duas ou mais paredes que se encontram, fazendo-se a “amarração direta”, que é o entrosamento alternado das fiadas. Isso possibilita a interação entre as paredes, onde a carga de uma parede se espalha para as paredes adjacentes a ela amarradas. A interação leva à tendência de uniformização de tensões nas paredes, ao longo da altura do edifício, o que é altamente benéfico, estrutura e economicamente.

Quando não há amarração direta, ocorre a “amarração indireta”, que é aquela onde não há o entrosamento dos blocos das fiadas ímpares com os blocos das fiadas pares, como pode ser visto na primeira imagem da figura 18. Esse tipo de amarração origina a chamada junta prumo, o que não permite uma interação ideal entre as paredes. A existência de juntas prumo não contribui para a obtenção de uma estrutura com maior resistência, logo deve ser evitada ao máximo, principalmente em edificações de multipavimentos.

Figura 7: Amarração indireta e amarração direta, respectivamente



(fonte: <https://www.guiadaengenharia.com/execucao-alvenaria/>)

4.4 CARGAS ATUANTES

4.4.1 CARGAS VERTICAIS

Os principais carregamentos verticais que atuam nas paredes estruturais são o seu peso próprio e as reações das lajes

Segundo ACCETTI (1998), em edifícios de alvenaria estrutural as paredes costumam ser solicitadas de maneira bastante diferente umas das outras, o que levaria a diferentes valores de resistências de blocos em um mesmo pavimento. Isso não é recomendado, pois pode ocorrer trocas entre blocos de diferentes resistências. Dessa forma, é aconselhado que a parede mais carregada defina a resistência dos blocos a serem utilizados para todas as paredes do pavimento.

De acordo com CAMACHO (2006): *“As ações verticais podem atuar diretamente sobre as paredes resistentes, ou então sobre as lajes, que trabalhando como placas, as transmitem às paredes resistentes, que por sua vez irão transmiti-las diretamente às fundações.”*

RAMALHO & CORRÊA (2003) citam 3 procedimentos para determinar a distribuição de cargas verticais.

- Paredes isoladas: cada parede é considerada um elemento independente, sem interagir com outros elementos. É um procedimento seguro e conservador, pois não considera uniformização de cargas, logo tende a apresentar valores de resistência de bloco maiores que o necessário.
- Grupos isolados de paredes: são criados grupos de paredes que podem ser considerados totalmente isolados, usualmente definidos por aberturas de portas e janelas, mas que fica

a cargo do projetista a definição dos grupos. Nesse procedimento são consideradas cargas totalmente uniformes em cada grupo de paredes, o que significa que as forças de interação em canto e bordas são consideradas suficientes para garantir um espelhamento e uniformização total em uma pequena altura.

- Grupos de paredes com interação: sistema semelhante aos grupos isolados de paredes, porém considera que os grupos de paredes interagem entre si. Nesse procedimento, RAMALHO E CORRÊA (2003) recomendam que seja definida uma taxa de interação, que irá representar quanto da diferença de cargas entre grupos que interagem deve ser uniformizada em cada pavimento. É o procedimento mais trabalhoso entre os 3 citados, porém é também o mais econômico pois resulta nos menores valores de resistência de blocos.

São diversas as possibilidades de origem das ações verticais a serem consideradas. Para este trabalho serão consideradas as ações de maior importância para edificações residenciais, que são:

- Carga das lajes
- Peso próprio das paredes

Neste trabalho serão adotados valores de cargas conforme a norma brasileira NBR 6120 (1980) - Cargas para o cálculo de estrutura de edificações.

4.4.1.1 PESO PRÓPRIO DAS PAREDES

O peso próprio das paredes é definido pela equação:

$$P = \gamma \cdot e \cdot h$$

Onde:

P: Peso da alvenaria (por unidade de comprimento)

γ : o peso específico da alvenaria

e: espessura da parede

h: altura da parede

4.4.1.2 CARGAS ATUANTES NA LAJE

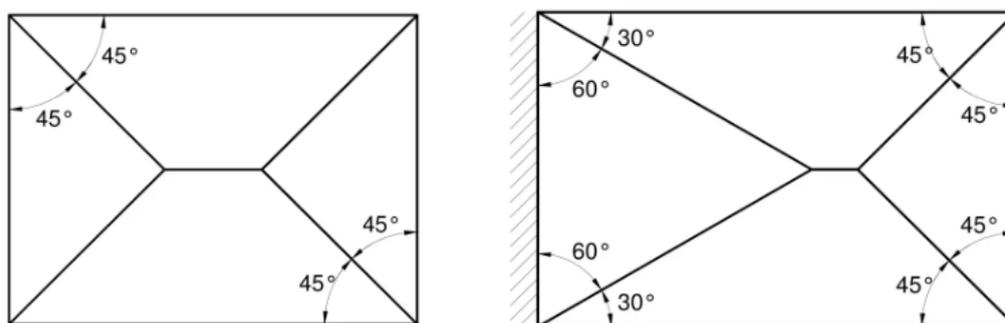
De acordo com RAMALHO & CORRÊA (2003), os principais carregamentos nas lajes de edificações residenciais podem ser divididos em dois grupos: cargas permanentes e cargas acidentais. A NBR 16868-1 - Alvenaria estrutural - menciona um terceiro grupo chamado de cargas excepcionais. As principais cargas permanentes são:

- Peso próprio;
- Revestimento ou piso
- Contrapiso
- Paredes não-estruturais

Segundo DANTAS (2011), as cargas variáveis são cobertas pela sobrecarga de utilização, que para edifícios residenciais variam de 1,5 a 2 kN/m².

As lajes são descarregadas sobre as paredes de alvenaria estrutural, transferindo todas as cargas para as paredes. Em casos de lajes armadas em uma direção, deve-se considerar a região de influência de cada apoio, sendo eles apenas os lados perpendiculares à direção das armaduras. Já no caso de lajes armadas em duas direções, como as lajes maciças, de acordo com a NBR 6118 - Projeto e execução de obras de concreto - pode-se utilizar o método de linhas de ruptura, ilustrado na figura 8.

Figura 8: Definição das áreas de influência em lajes armadas em duas direções



(fonte: <https://pt.slideshare.net/leiafv/lajes-49052151>)

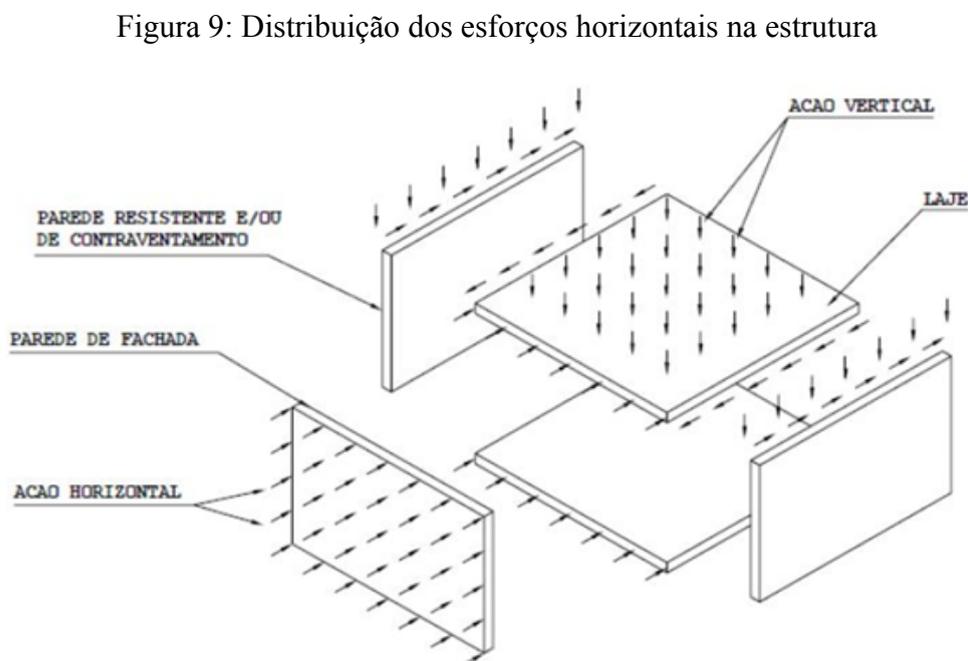
Para o trabalho foi escolhido o método de pré-lajes, que consiste em lajes pré-fabricadas com espessura de 4 cm e armadas em duas direções e possuem armaduras em treliças para serem içadas e apoiadas sobre a alvenaria, em seguida é adicionado telas eletrosoldadas como a Q138 e

a Q196 sobre as pré-lajes, adicionado barras de ligação entre as lajes e posteriormente concretado a capa de 8 cm sobre elas. Dessa forma é formada as pré-lajes funcionam também como formas e, ao final de toda a concretagem, as lajes formam um pavimento monolítico, armado em duas direções e apoiados sobre todas as paredes, logo será possível utilizar o método das linhas de ruptura para definir a influência das lajes em cada parede.

4.4.2 CARREGAMENTO HORIZONTAL

Segundo ACCETTI (1998), são três as ações horizontais que devem ser levadas em consideração, sendo elas: ação dos ventos, desaprumos e ação de sismos. No Brasil, por estar centrado em uma placa continental, a ação de sismos é muito incomum, podendo ser descartada.

De acordo com DANTAS (2011), as forças horizontais atuantes nas paredes devem ser absorvidas pelas lajes que, por sua vez, atuam como diafragmas rígidos e transmitem as cargas para as paredes de contraventamento que são, normalmente, paredes estruturais perpendiculares ao plano da fachada para o qual está se considerando as ações horizontais, como mostrado na figura 9:



(fonte: http://www.abpe.org.br/trabalhos/trab_76.pdf)

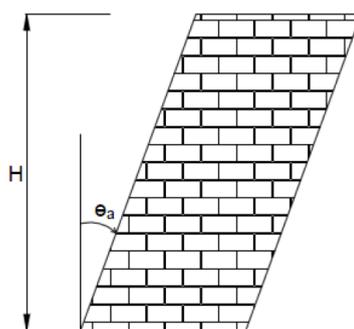
4.4.2.1 CARGAS DOS VENTOS

Para a consideração de vento deve-se fazer uso da norma brasileira NBR 6123 (2023) - Forças devido ao vento em edificações, para obter as forças ao nível de cada pavimento, que serão distribuídas às paredes de contraventamento.

4.4.2.2 AÇÃO EQUIVALENTE AO DESAPRUMO

De acordo com a norma NBR 16868-1 (2020) item 8.3.2.2, para edifícios com múltiplos pavimentos, deve ser considerado um desaprumo global, pelo ângulo de desaprumo θ_a , em radianos, conforme figura 10:

Figura 10: Imperfeições geométricas globais



(fonte: NBR 16868-1)

O ângulo de desaprumo é calculado por:

$$\theta_a = \frac{1}{100\sqrt{H}} \leq \frac{1}{40H}$$

onde:

H = altura da edificação em metros

θ_a = ângulo em radianos

Depois de ser determinado o ângulo θ_a , pode-se encontrar uma ação horizontal correspondente, por meio da seguinte expressão:

$$Fd = \Delta P \cdot \theta_a$$

onde:

F_d = Força horizontal equivalente ao desaprumo

ΔP = Peso total do pavimento considerado

θ_a = ângulo em radianos

4.5 PARÂMETROS DE PROJETO

Conforme a NBR 16868-1, a altura efetiva (h_{ef}) de uma parede deve ser considerada igual a:

$h_{ef} = h$, para travamento na base e no topo

$h_{ef} = 2h$, para parede livre no topo

Ainda de acordo com a NBR 16868-1, a espessura efetiva (t_{ef}) de uma parede sem enrijecedores corresponde à sua espessura (t), não sendo considerados revestimentos. A espessura efetiva de uma parede com enrijecedores regularmente espaçados deve ser calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$t_{ef} = \delta t$$

Onde:

δ = coeficiente calculado conforme tabela 8 da NBR 15961-1 (2011)

t = é a espessura da parede na região entre os enrijecedores

Com isso, o índice de esbeltez é dado por:

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}}$$

Onde:

h_{ef} = altura efetiva

t_{ef} = espessura efetiva

Tabela 2: Índices de esbeltez

Valores máximos dos índices de esbeltez de paredes e pilares	
não armados	24
armados	30
paredes muito esbeltas	Sem limite, desde que seja seguido o descrito no Anexo C da norma

(fonte: NBR 16868-1)

4.6 ESTADO LIMITE

A NBR 16868-1 item 7 apresenta as recomendações sobre segurança e os estados limites das estruturas em alvenaria estrutural. Devem ser considerados todos os estados limites últimos e estados limites de serviço.

4.6.1 ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)

A segurança deve ser verificada em relação aos seguintes ELU:

- ELU da perda do equilíbrio da estrutura como corpo rígido;
- ELU de esgotamento da capacidade resistente da estrutura, no todo ou em parte;
- ELU de esgotamento da capacidade resistente da estrutura, no todo ou em parte, considerando os efeitos de segunda ordem;
- ELU provocado por solicitações dinâmicas;

O dimensionamento com base nos estados limites pode ser resumido na seguinte equação:

$$R_d - S_d \geq 0$$

Onde:

$R_d = R_k / \gamma_m$: resistência de cálculo;

$S_d = S(\gamma_f \cdot F_k)$: solicitação de cálculo;

γ_m e γ_f : coeficientes de ponderação

R_k e F_k : valores característicos de resistência e ação

Os valores característicos são escolhidos para que 95% das resistências sejam maiores que Rk e que 95% das ações sejam menores que Fk .

4.6.2 ESTADO LIMITE DE SERVIÇO (ELS)

Os estados limites de serviço estão relacionados à durabilidade, aparência, conforto do usuário e funcionalidade da estrutura. Devem ser verificados os ELS relativos a:

- a) Dano que comprometam apenas o aspecto estético da construção ou a durabilidade da estrutura;
- b) Deformações excessivas que afetem a utilização normal da construção ou seu aspecto estético;
- c) Vibração excessiva ou desconfortável.

4.6.3 DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES DE ALVENARIA À COMPRESSÃO SIMPLES

Conforme especificado pela NBR 16868-1 item 11.2, em paredes e pilares de alvenaria estrutural o esforço resistente de cálculo é calculado conforme as seguintes equações:

$$Nrd = fd \cdot A \cdot R \text{ (para paredes)}$$

$$Nrd = 0,9fd \cdot A \cdot R \text{ (para pilares)}$$

Onde:

Nrd : é a força normal resistente de cálculo;

fd : é a resistência à compressão de cálculo da alvenaria;

A : é a área da seção resistente;

R : é o coeficiente redutor devido à esbeltez da parede = $\left[1 - \left(\frac{\lambda}{40}\right)^3\right]$.

4.7 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

De acordo com a NBR 16868-1, para cada tipo de carregamento devem ser consideradas todas as combinações de ações que possam acarretar os efeitos mais desfavoráveis para o dimensionamento das partes de uma estrutura.

- a) As ações permanentes devem ser sempre consideradas;

- b) As ações variáveis devem ser consideradas apenas quando produzirem efeitos desfavoráveis para a segurança;
- c) As ações variáveis móveis devem ser consideradas em suas posições mais desfavoráveis para a segurança;
- d) Recomendações informativas para prevenção de danos contra colapso progressivo decorrente de ações como impactos e explosões são encontradas no Anexo A da norma.
- e) As ações incluídas em cada combinação devem ser consideradas com seus valores representativos multiplicados pelos respectivos coeficientes de ponderação.

As combinações últimas para carregamentos permanentes e variáveis devem ser obtidas por:

$$Fd = \gamma_g \cdot F_{G,k} + \gamma_q \left(F_{Q1,k} + \sum \Psi_{0j} \cdot F_{Qj,k} \right)$$

Onde:

F_d = valor de cálculo para a combinação última;

γ_g = ponderador das ações permanentes;

$F_{G,k}$ = valor característico das ações permanentes;

γ_q = ponderador das ações variáveis;

$F_{Q1,k}$ = valor característico da ação variável considerada como principal;

$\Psi_{0j} F_{Qj,k}$ = valores característicos reduzidos das demais ações variáveis.

4.8 ESTABILIDADE GLOBAL DAS ESTRUTURAS DE CONTRAVENTAMENTO.

Na inexistência de critérios normativos para verificação da estabilidade global de estruturas de contraventamento em alvenaria estrutural, podem ser utilizados os critérios encontrados na norma brasileira para estruturas de concreto armado, ABNT NBR 6118 (2023), item 15.5.

4.8.1 PARÂMETRO α

De acordo com a NBR 6118 (2014), uma estrutura reticulada simétrica pode ser considerada como sendo de nós fixos se seu parâmetro de instabilidade α for menor que α_1 , conforme a expressão:

$$\alpha = H_{tot} \cdot \sqrt{\frac{N_k}{(E_{cs} \cdot I_c)}}$$

Onde:

$$\alpha_1 = 0,2 + 0,1 \cdot n \quad \text{se: } n \leq 3$$

$$\alpha_1 = 0,6 \quad \text{se: } n \geq 4$$

Onde:

n = número de andares acima da fundação;

H_{tot} = altura total da edificação;

N_k = somatório das cargas verticais atuantes na estrutura;

$E_{cs} \cdot I_c$ = rigidez à flexão do sistema de contraventamento.

4.8.2 COEFICIENTE γ_z

Segundo a NBR 6118 (2014): “O coeficiente γ_z de avaliação da importância dos esforços de segunda ordem globais é válido para estruturas reticuladas de no mínimo quatro andares”.

O valor de γ_z é dado pela expressão:

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M}{M_1}}$$

Onde:

M_1 = momento de primeira ordem;

ΔM_1 = acréscimo de momento devido aos deslocamentos horizontais.

A verificação da estabilidade global de edifícios deve atender à condição de que os efeitos de 2º ordem não sejam superiores a 10% dos efeitos de 1º ordem, ou seja, se:

$\gamma_z \leq 1,10$: estrutura indeslocável

$\gamma_z > 1,10$: estrutura deslocável

Os conceitos, normas e equações apresentados neste capítulo 4 são necessários para dar prosseguimento às próximas etapas de dimensionamento e verificação da estrutura.

5 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

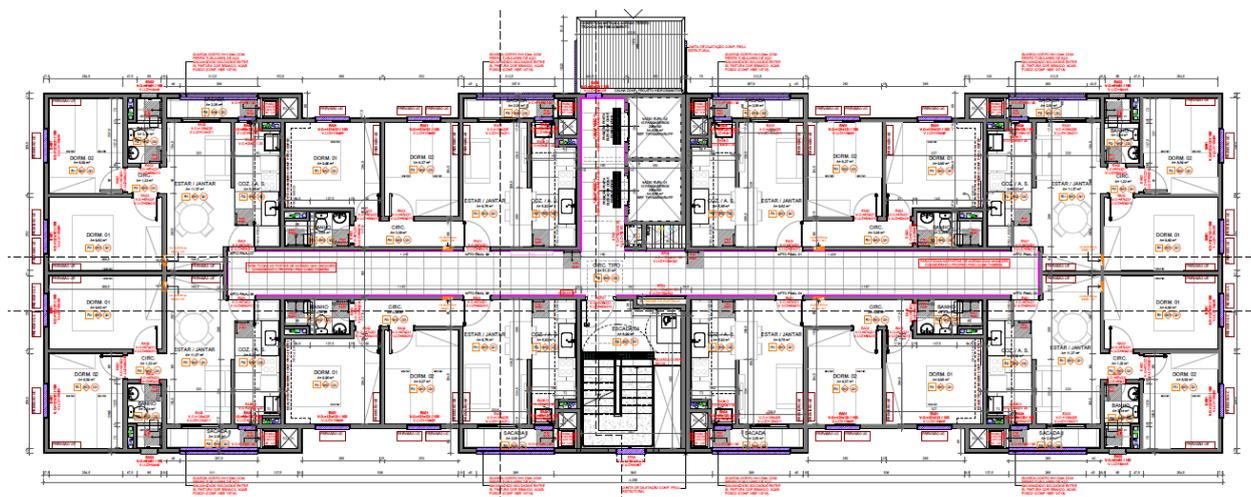
Para maior economia e eficiência, em um projeto de alvenaria o ideal é não permitir a quebra de blocos, sejam estruturais ou de vedação. Por isso, é necessário que as dimensões do projeto arquitetônico sigam o padrão modular dos blocos. Normalmente, a arquitetura não segue um padrão modular, sendo necessário fazer ajustes no projeto arquitetônico de forma a coincidir a arquitetura com a malha modular. Para a arquitetura escolhida, será utilizada a modulação M-15, correspondente a largura do bloco mais argamassa. Ao fazer esse ajuste, a amarração das paredes será simplificada, tornando possível um aumento significativo da racionalização do projeto.

Para o dimensionamento do edifício, é necessário definir as seguintes informações:

5.1.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico escolhido foi do edifício localizado na Avenida Lourival Luiz da Cunha, em Guaíba, Rio Grande do Sul.

Figura 11: Projeto arquitetônico original



(fonte: OSPA)

Como o projeto não foi desenvolvido seguindo uma modulação, foi feito o ajuste para a modulação M-15. O resultado da arquitetura adaptada é mostrado na figura 12.

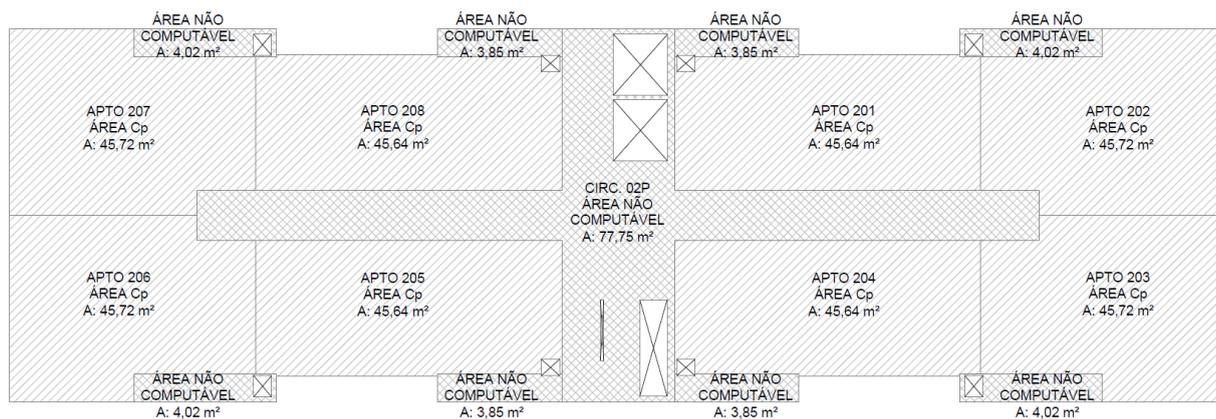
Figura 12: Projeto arquitetônico adaptado



(fonte: elaborado pelo autor)

A planta baixa arquitetônica é simétrica nos eixos x e y, com 8 apartamentos por pavimento, sendo que há apenas dois tipos de apartamentos, que são espelhados no pavimento em ambos os eixos. A figura 13 identifica os apartamentos apresentando suas respectivas áreas.

Figura 13: Área por apartamento



(fonte: OSPA)

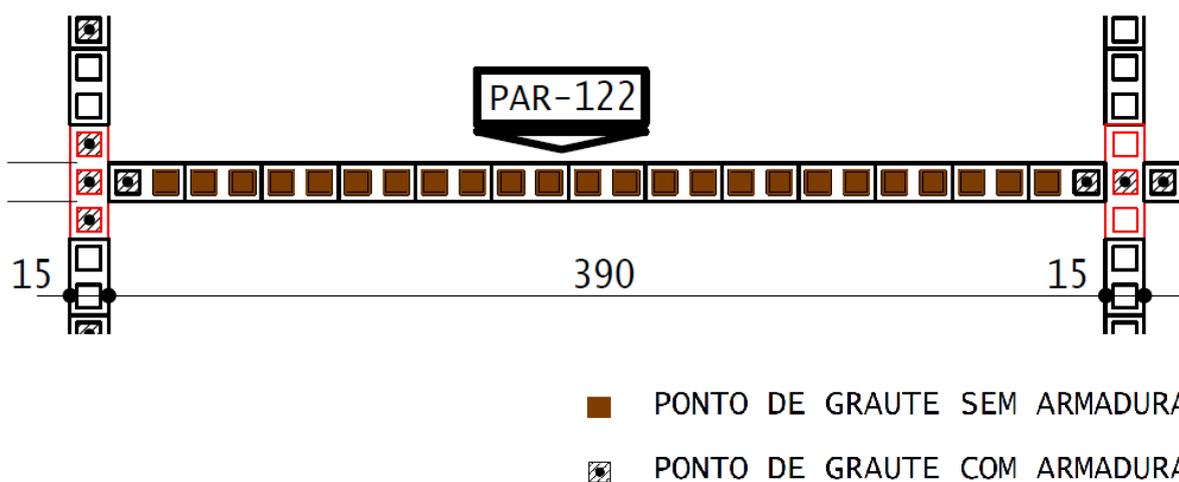
Com base no projeto arquitetônico, é definida a posição e dimensão das aberturas (portas, janelas, etc), que influenciam na distribuição de cargas entre as paredes.

Além disso, outras definições são importantes, como:

- Definição das paredes estruturais e não estruturais;
- Tipo de laje, contrapiso, piso, tipo de escada, rebaixos, etc;
- Tipo de bloco, altura do pavimento e revestimentos.
- Desempenho acústico, térmico e de incêndio.

Ao se tratar do desempenho acústico na alvenaria, dentre as possíveis soluções, foi escolhido o método de grauteamento dos furos dos blocos para garantir o desempenho acústico. Essa não é a única solução, outras opções seriam utilizar blocos acústicos especiais ou usar o chamado Vermifloc® acústico. O processo é indicado nas paredes que fazem divisa entre dormitórios. A figura a seguir ilustra o caso para a parede 122 que faz divisa entre os apartamentos 207 e 208.

Figura 14: Parede com isolamento acústico



(fonte: elaborado pelo autor)

5.1.2 CARREGAMENTOS

CARREGAMENTOS HORIZONTAIS

Para o carregamento no ático serão consideradas as cargas referentes à caixa da água, o tipo de telhado e a existência de impermeabilização. Já sobre as lajes dos pavimentos serão adotadas as cargas acidentais (de acordo com o tipo de utilização), o peso próprio das lajes, contrapiso e revestimento. Por fim, será considerado o peso próprio das paredes, que depende do tipo de alvenaria, espessura, revestimento e existência ou não de graute, conforme recomendações da NBR 6120.

CARREGAMENTOS HORIZONTAIS

- Ação do vento conforme norma brasileira NBR 6123 (2023)
- Ação devido ao desaprumo prevendo a ação horizontal causada por desvios no prumo da edificação durante a execução.

5.1.3 MODELO DE CÁLCULO E SOFTWARE DE MODELAÇÃO

Uma vez definidos os carregamentos da estrutura, é utilizado um modelo computacional capaz de realizar a distribuição dos carregamentos e determinar os esforços de cada elemento estrutural. Para isso, é utilizado o software de dimensionamento de edificações em alvenaria estrutural TQS Alvest, que incorpora as recomendações das normas brasileiras NBR 16868 - Alvenaria estrutural, e NBR 15270 - Bloco cerâmico para alvenaria estrutural.

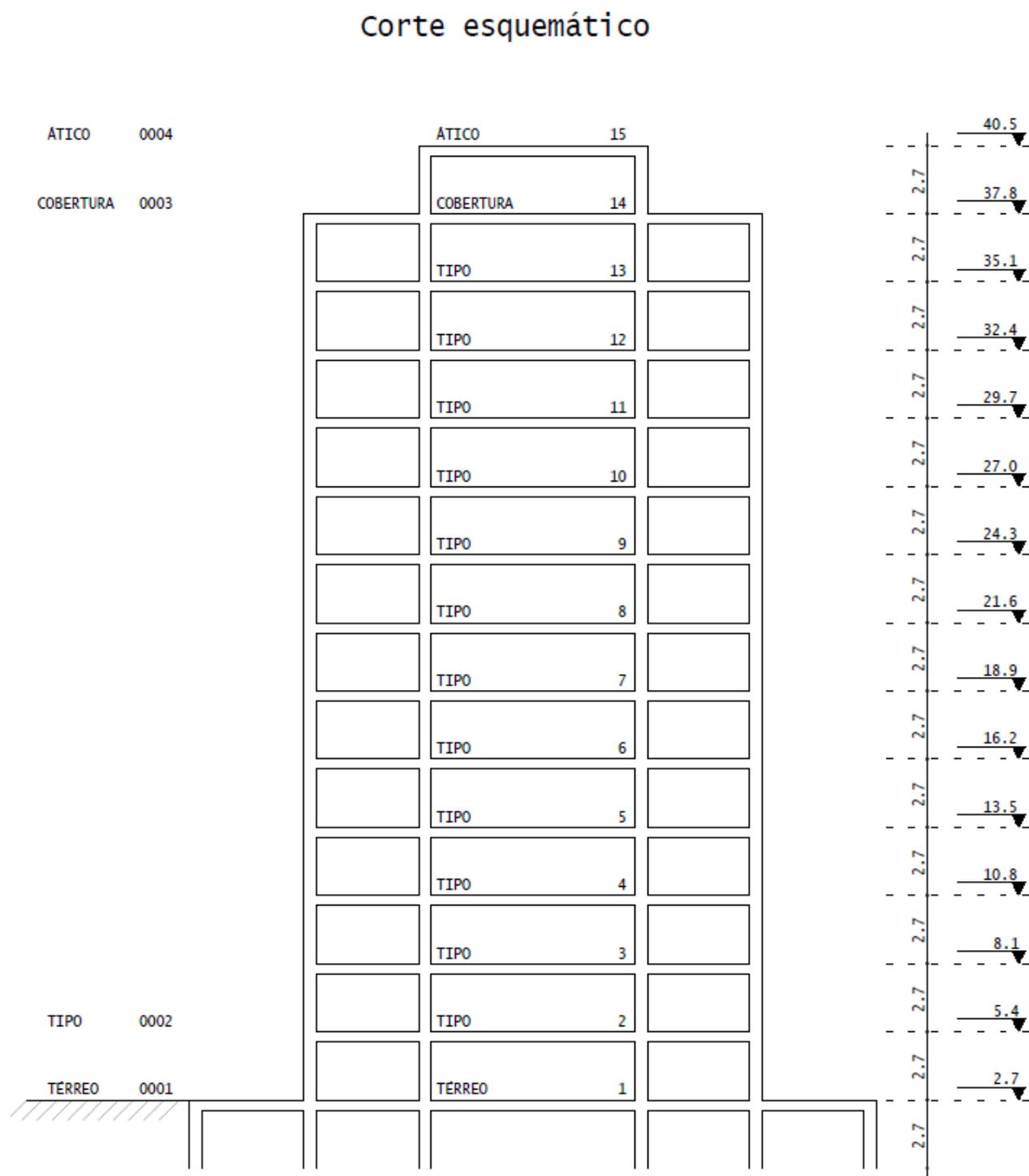
5.1.4 ANÁLISE DA ESTABILIDADE GLOBAL

Através do processamento computacional do modelo estrutural da edificação, utilizam-se os parâmetros α e γz para verificação dos efeitos de segunda ordem e determinar se a estrutura é considerada deslocável ou indeslocável.

5.2 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

A estrutura de alvenaria estrutural tem início no primeiro pavimento, composto por vigas baldrame, sendo 13 pavimentos tipo, cobertura e o ático, onde se encontram os reservatórios de água. O pé direito tanto dos pavimentos tipo quanto da cobertura é de 2,7m, já no ático é de 5,4m. Para o pavimento tipo e cobertura admite-se uma modulação vertical de 20cm, resultando em 13 fiadas e paredes com altura de 2,60 m.

Figura 15: Corte esquemático do edifício



(fonte: elaborado pelo autor a partir do TQS Alvest)

O edifício não possui subsolo e toda a estrutura projetada abaixo do pavimento térreo será feita em concreto armado, logo este trabalho não contemplará os detalhes arquitetônicos e dimensionamento nem da base do fosso dos elevadores nem das fundações do edifício.

Por se tratar de uma edificação de alvenaria estrutural, é conveniente que o edifício seja simétrico, em virtude de evitar esforços de torção decorrentes das ações horizontais gerados pelo vento, logo a planta arquitetônica possui apartamentos espelhados, tanto no eixo x quanto no eixo y. A figura 16 ilustra os dois apartamentos típicos do edifício, que são espelhados conforme mostrado na figura 13. A caixa do elevador foi considerada da mesma forma que todas as paredes estruturais do edifício, a única diferença é a presença de coxins no pavimento ático para apoio dos motores de elevação.

Figura 16: Planta baixa dos apartamentos típicos

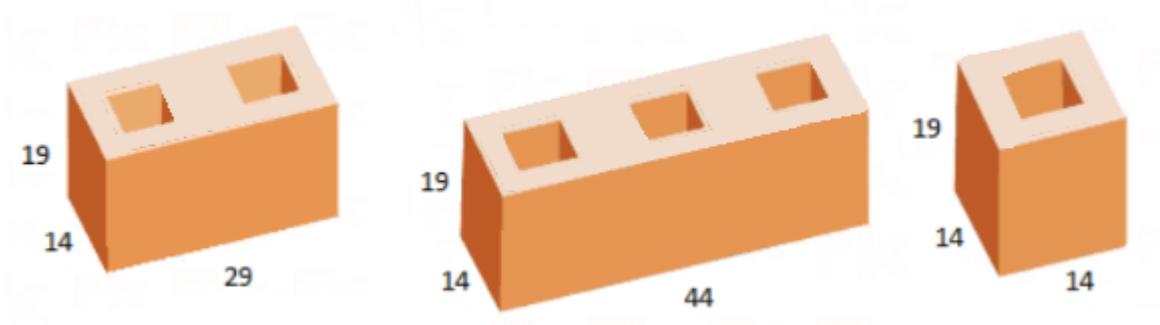


(fonte: elaborado pelo autor)

5.3 MODULAÇÃO E ELABORAÇÃO DAS FIADAS

Para o projeto foram escolhidos blocos cerâmicos pré-definidos da família 29, de acordo com a disponibilidade do mercado, que permitem realizar a modulação M-15, conforme mencionado anteriormente. A figura a seguir apresenta as dimensões externas dos blocos a serem utilizados.

Figura 17: Blocos cerâmicos da família 29

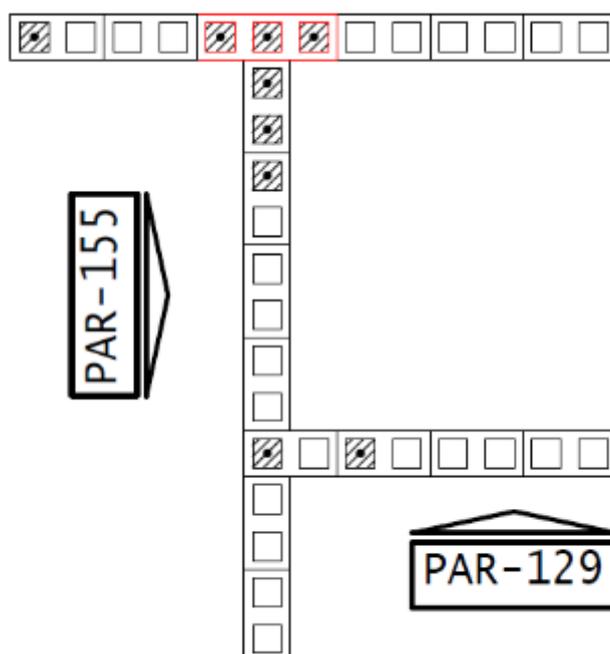


(fonte: http://www.fkcomercio.com.br/blocos_ceramicos_estrutural29.html)

Feita a escolha dos blocos, é então definida a primeira fiada para amarração dos blocos. A prancha da primeira fiada encontra-se no Apêndice A. Já a segunda fiada de cada parede encontra-se nas pranchas de elevações no Apêndice B.

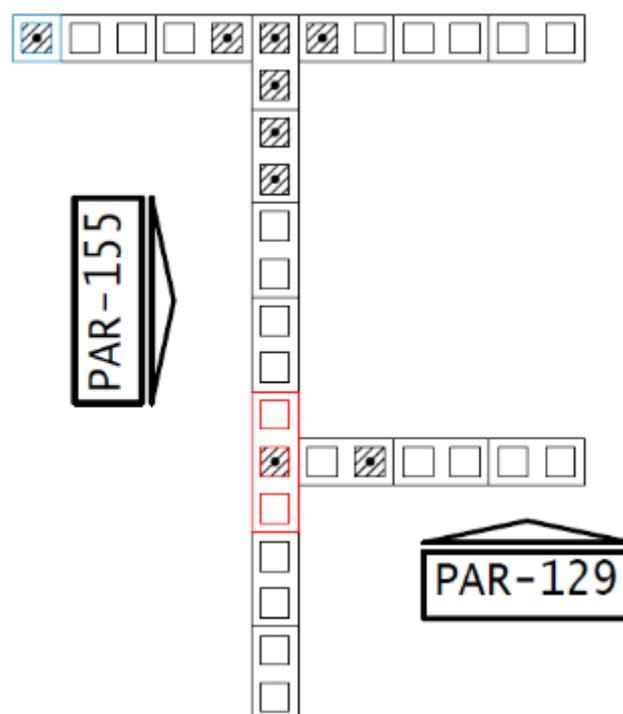
As figuras 18 e 19 ilustram a primeira e segunda fiadas, respectivamente, do encontro das paredes 124, 155 e 129 do pavimento tipo e cobertura. Esse tipo de encontros em T são uma das várias soluções de encontros de fiadas.

Figura 18: Primeira fiada de encontro das paredes 124, 155 e 129



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 19: Segunda fiada de encontro das paredes 124, 155 e 129



(fonte: elaborado pelo autor)

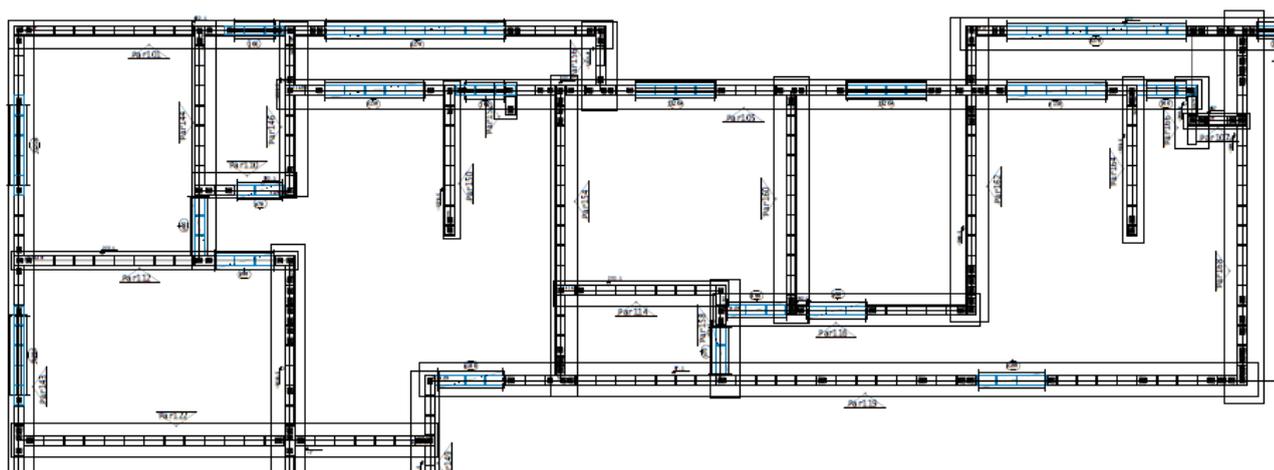
5.4 DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

5.4.1 PAREDES ESTRUTURAIS

É de suma importância a correta definição das paredes estruturais do edifício, de maneira que o sistema de contraventamento necessário se forme nas direções X e Y. Nem todas as paredes do projeto arquitetônico precisam ter função estrutural, algumas podem apenas conferir a função de vedação, apoiando-se diretamente nas lajes. Normalmente, paredes de vedação são feitas no sistema de drywall, em gesso acartonado, por serem mais leves que paredes formadas por blocos de vedação.

Para o trabalho, todas as paredes presentes na planta baixa da arquitetura foram escolhidas como paredes de função estrutural. Sendo assim, os limites de cada elemento de parede foram definidos pelas aberturas de portas e janelas ou na extremidade de cada parede. Posteriormente, as paredes foram numeradas da esquerda para direita, de cima para baixo, totalizando 101 paredes, embora muitas tenham geometrias idênticas. Essas etapas foram realizadas com o software TQS Alvest®, a figura 30 ilustra os procedimentos nas paredes estruturais dos apartamentos típicos.

Figura 20: Paredes estruturais dos apartamentos típicos

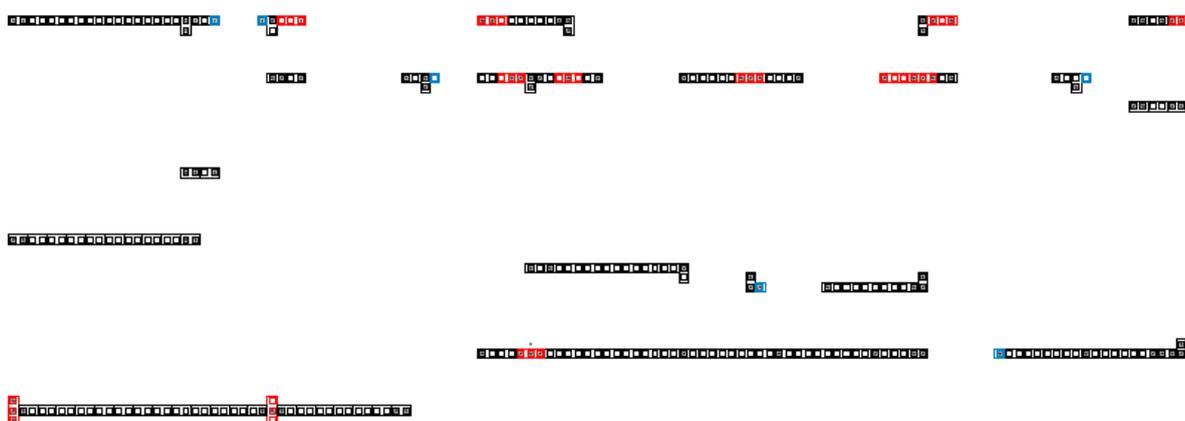


(fonte: elaborado pelo autor a partir do TQS Alvest)

5.4.2 PAREDES DE CONTRAVENTAMENTO

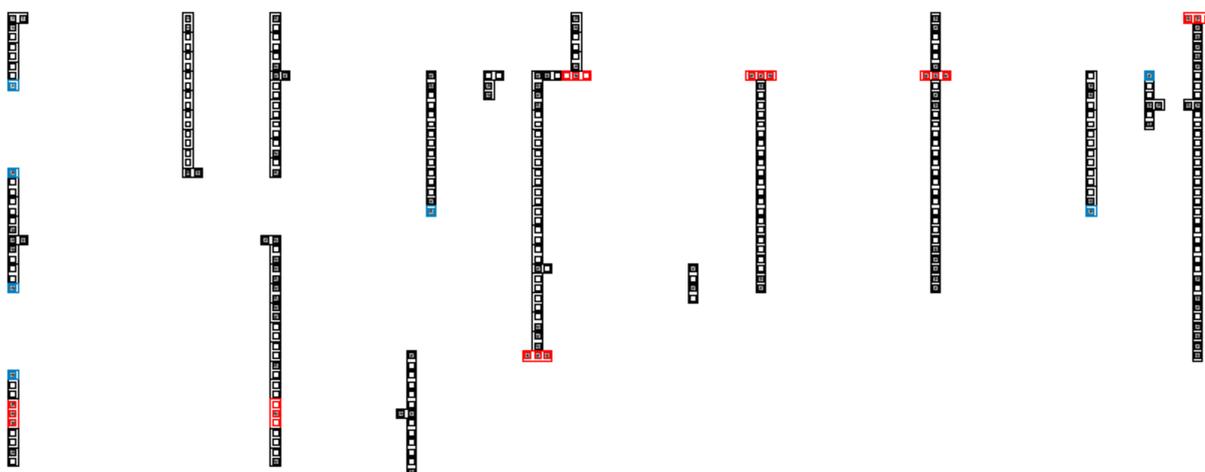
Para calcular a interação do esforço axial com o momento fletor que atua em paredes de contraventamento em edifícios devido aos efeitos de desaprumo e ação do vento, é comum considerar a estrutura dos edifícios em duas direções principais para então fazer a análise dos esforços. A edificação estudada foi analisada de acordo com as direções X e Y. As figuras 21 e 22 ilustram as subestruturas dos apartamentos típicos divididas em ambas direções.

Figura 21: Subestruturas dos apartamentos típicos em X



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 22: Subestruturas dos apartamentos típicos em Y

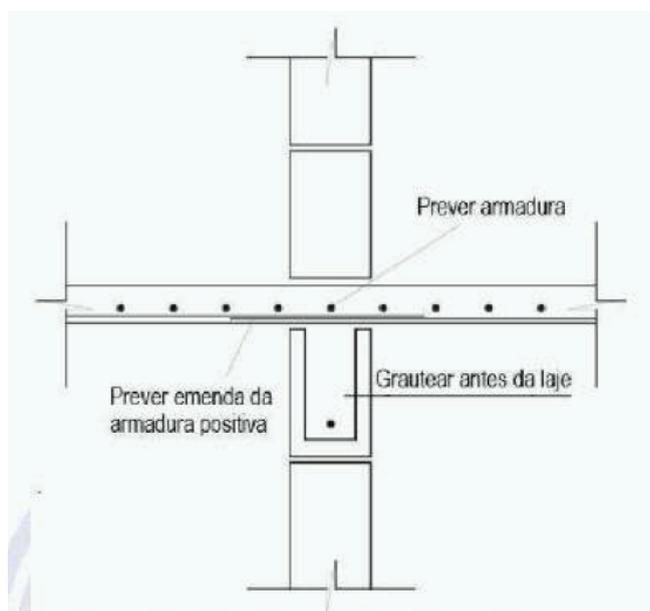


(fonte: elaborado pelo autor)

5.4.3 LAJES

A principal função das lajes é suportar as cargas verticais e transferi-las para as paredes estruturais nas quais apoiam. Em função disso, de acordo com a NBR 16868-1, fiada mais alta das paredes estruturais, que recebem as lajes, são formadas por blocos canaleta preenchidos por microconcreto (graute) e armados horizontalmente, formando uma cinta de respaldo que contorna as bordas da laje, conforme ilustra a imagem 23 retirada da NBR 16868-1.

Figura 23: Detalhe da ligação entre parede e laje



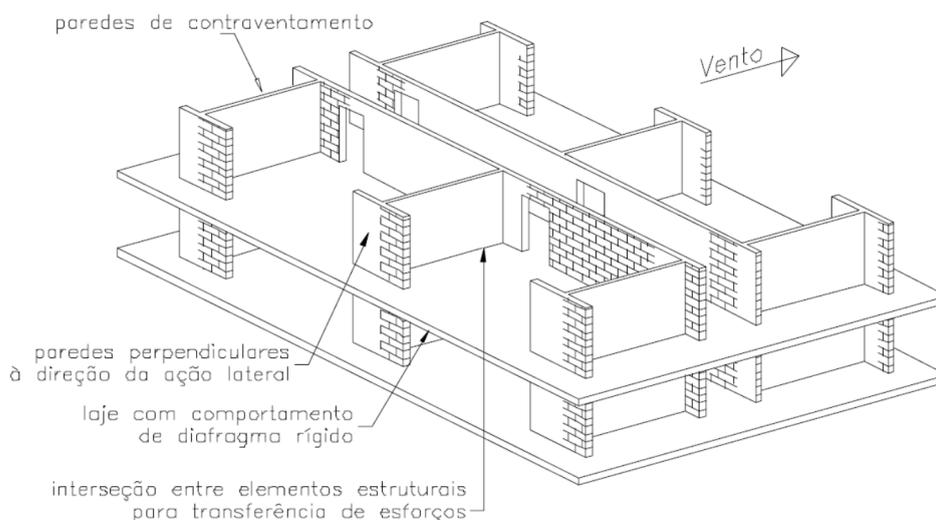
(fonte: ABNT NBR 16868-1)

Segundo BASTOS (2021):

Na análise das ações horizontais atuantes em uma edificação supõe-se que as ações sejam distribuídas nos painéis de contraventamento, pelas lajes do pavimento. As lajes são consideradas como “diafragmas rígidos” (que tem rigidez infinita no seu plano). Lajes maciças são excelentes, e lajes pré-moldadas devem ficar restritas a edifícios de até cinco ou seis pavimentos.

Ou seja, em edifícios de maior altura, as lajes têm função não apenas de suportar as cargas verticais, como também auxiliar na resistência às ações horizontais, ajudando na estabilidade global da edificação.

Figura 24: Elementos resistentes às ações horizontais



(fonte: <https://www.passeidireto.com/arquivo/30088087/aula-7-distribuicao-das-acoas>)

Para a edificação escolhida, foram escolhidas lajes pré-fabricadas de 4 cm de espessura, com capa de 6 cm, totalizando uma laje de 10 cm. As lajes pré-fabricadas são apoiadas diretamente nas cintas de respaldo com espaçamento de 4 cm entre as lajes, posteriormente são instaladas barras de ligação entre as lajes e então concretada a capa de 6cm de espessura. Uma vez concretada a capa, as lajes pré-fabricadas são solidarizadas formando uma estrutura monolítica e assim atuando como um diafragma rígido, da mesma forma que uma laje maciça. Esse sistema de lajes foi escolhido de forma a eliminar a necessidade de formas de madeira para a concretagem de lajes. A figura a seguir mostra um exemplo de laje pré-fabricada, armada em duas direções e apoiada também em duas direções, as treliças são somente para servir de apoio para o içamento da pré-laje.

Figura 25: Exemplo de laje pré-fabricada



(fonte: <https://www.vivadecora.com.br/revista/laje-pre-moldada/>)

No modelo estrutural do TQS Alvest, todas as lajes foram lançadas como cargas, que contemplam o peso próprio das lajes, cargas permanentes e acidentais. Como o software não permite o lançamento da escada no modelo estrutural, foi utilizado o lançamento de uma laje de 12 cm de espessura. Todas as cargas utilizadas estão discriminadas na análise estrutural a seguir.

5.5 ANÁLISE ESTRUTURAL

5.5.1 CARGAS VERTICAIS

As cargas que atuam nas lajes podem ser separadas em cargas permanentes e cargas variáveis. As principais cargas permanentes são: peso próprio das lajes e paredes, contrapiso, revestimento e paredes de vedação. As cargas variáveis são a sobrecarga de utilização. Em edifícios de alvenaria estrutural, as principais cargas consideradas nas paredes estruturais são as ações das lajes e o peso próprio das paredes. Dessa forma, a correta aplicação das cargas no software TQS é de alta importância para a modelagem da edificação e, principalmente, para obtermos resultados válidos após o processamento do edifício.

Para a determinação das cargas e pesos específicos, foi utilizada a norma brasileira NBR 6120 (2019) - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Dessa forma, temos que:

Tabela 3: Peso específico dos materiais

Material	Peso específico
Alvenaria estrutural de blocos vazados	13 kN/m ³
Argamassa de cal, cimento e areia	19 kN/m ³
Concreto simples	24 kN/m ³
Concreto armado	25 kN/m ³

(fonte: NBR 6120)

Determinação dos carregamentos verticais:

❖ Peso próprio de parede estrutural:

$$\text{Parede} = 13 \text{ kN/m}^3 \times 0,14 \text{ m} = 1,82 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Revestimento de 2,5 cm (externo)} = 19 \text{ kN/m}^3 \times 0,025 \text{ m} = 0,475 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Revestimento de 1,0 cm (interno)} = 19 \text{ kN/m}^3 \times 0,010 \text{ m} = 0,190 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Total} = 2,485 \text{ kN/m}^2$$

❖ Peso das lajes:

- Pavimento tipo

Carga permanente (G) = $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,10 \text{ m} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (peso próprio)

Carga permanente (G) = $2,0 \text{ kN/m}^2$ (revestimento e piso)

Carga acidental (Q) = $2,0 \text{ kN/m}^2$ (área de serviço e circulação)

Carga acidental (Q) = $1,5 \text{ kN/m}^2$ (dormitório, sala e cozinha)

- Cobertura

Carga permanente (G) = $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,10 \text{ m} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (peso próprio)

Carga permanente (G) = $1,0 \text{ kN/m}^2$ (revestimento e impermeabilização)

Carga acidental (Q) = $0,5 \text{ kN/m}^2$

- Escada

Carga permanente (G) = $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,12 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}^2$ (peso próprio)

Carga acidental (Q) = $2,5 \text{ kN/m}^2$

- Reservatório

Carga permanente (G) = $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,12 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}^2$ (peso próprio)

Carga acidental (Q) = 20 kN/m^2 (carga d'água)

- Sala de máquinas

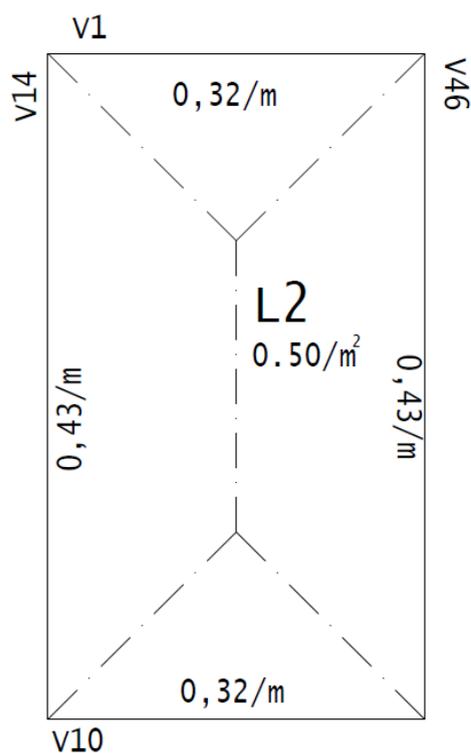
Carga permanente (G) = $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,10 \text{ m} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (peso próprio)

Carga acidental (Q) = $7,5 \text{ kN/m}^2$ (carga de máquinas)

5.5.2 AÇÕES NAS LAJES

As lajes foram modeladas com 10 cm de espessura no pavimento tipo e na cobertura, exceto pelo reservatório que foi modelado com laje de 12 cm de espessura. As cargas permanentes e acidentais foram atribuídas conforme mencionado no item anterior. Todas as lajes foram consideradas como simplesmente apoiadas. Após isso é feito o processamento da estrutura e obter as reações das lajes por metro para cada parede do pavimento, considerando que as lajes possuem armadura bidirecional. A figura 26 mostra as reações da laje L2 do banheiro nas paredes do pavimento tipo.

Figura 26: Reações da laje L2 nas paredes do pavimento tipo em tf/m

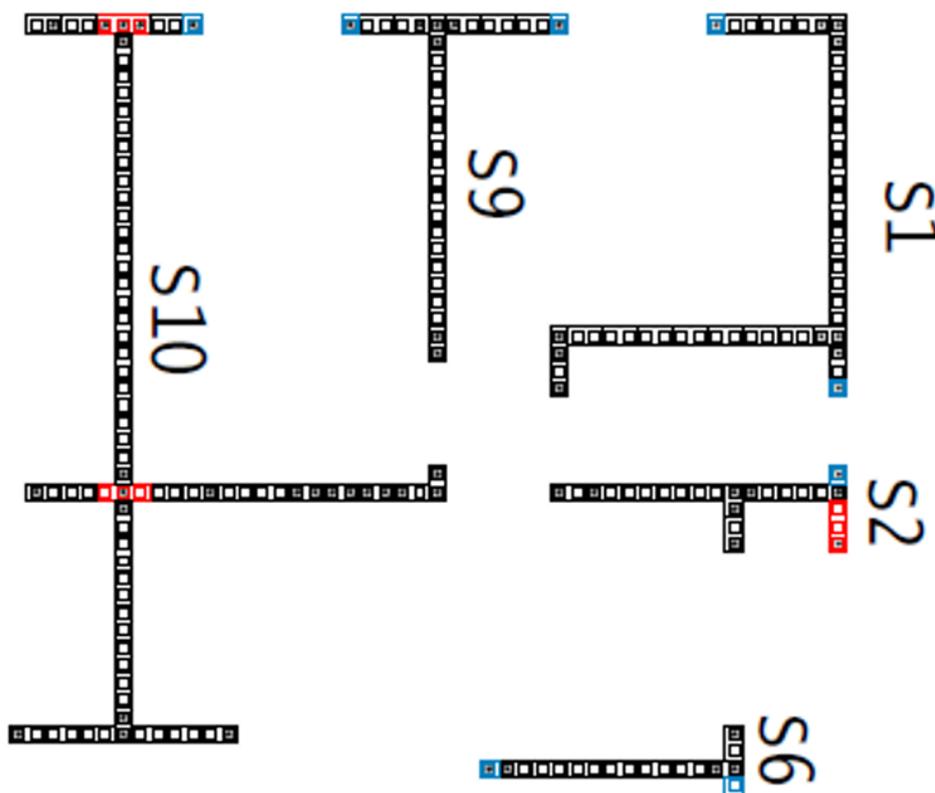


(fonte: Elaborado pelo autor)

5.5.3 DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS VERTICAIS

Como mencionado anteriormente, há três formas de distribuir as cargas verticais nas paredes de alvenaria estrutural. Para o edifício estudado, a distribuição das cargas verticais foi feita pelo procedimento de grupos isolados de paredes, que é o procedimento utilizado pelo software TQS. Sua definição é mais complexa que o procedimento de paredes isoladas, porém com a utilização de um software de cálculo como o TQS Alvest, o processo se torna automatizado e rápido, uma vez que ele gera as cercas de forma automática. Para esse procedimento, a limitação das subestruturas é feita considerando a separação por aberturas (portas, janelas e limites das paredes). Ao total, foram considerados 46 grupos de paredes para o pavimento tipo. A figura 27 mostra as 10 subestruturas para os apartamentos típicos da planta baixa.

Figura 27: Grupos de paredes dos apartamentos típicos



(fonte: Elaborado pelo autor)

5.6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO

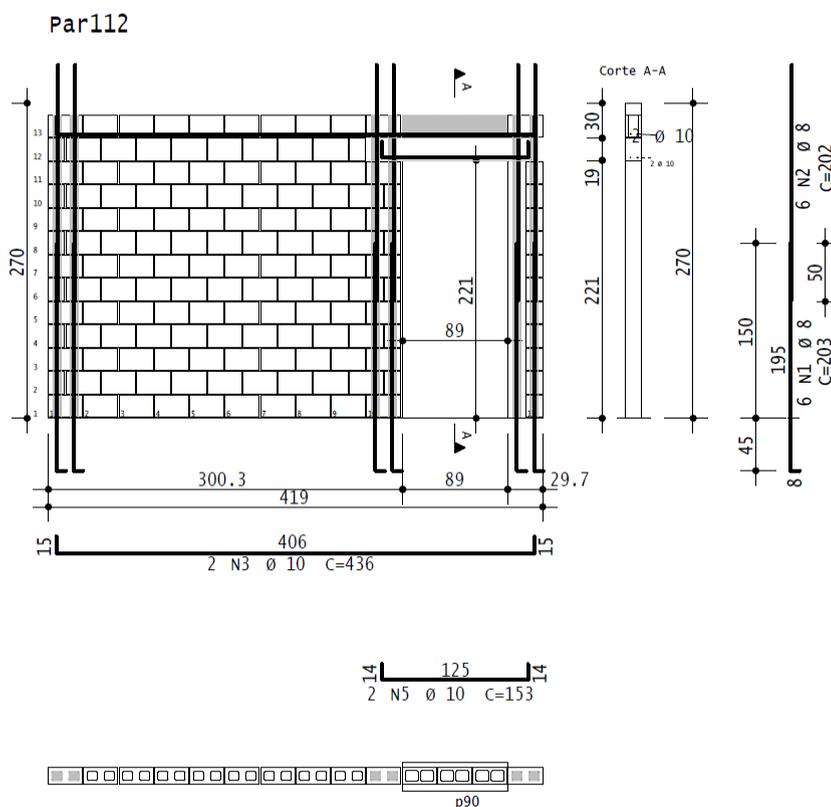
O software trabalha apenas com verificação da estrutura, uma vez modelado e processado o edifício conforme parâmetros decididos pelo engenheiro, o TQS verifica se há tração excedida, tensão cisalhante excedida ou resistência de prisma excedida, identificando quais pontos ocorre esforço solicitante maior que o esforço resistente. Posteriormente cabe ao engenheiro realizar as alterações necessárias para que os erros apontados pelo TQS sejam corrigidos. Já o dimensionamento é feito de forma manual, com o uso do software Excel®, a partir das formulações apresentadas no capítulo 4.

5.6.1 RESISTÊNCIAS CARACTERÍSTICAS E ARMAÇÃO DAS PAREDES

Uma vez feito o processamento do edifício no software TQS Alvest®, o programa realiza o detalhamento prévio das paredes, figura 28, que fornece a armadura necessária para as paredes. Ao analisar as paredes, é possível ir no ícone de materiais, que fornece a listagem de blocos e volume de argamassa necessário para a parede, e mais importante, fornece a resistência característica do bloco, do prisma, da argamassa e do graute, a serem utilizados na execução da

parede, conforme ilustra a figura 29, extraída do TQS Alvest®. Para as armaduras, a bitola é escolhida pelo engenheiro e então o software realiza a verificação se tal bitola atende aos esforços de tração e cisalhamento, ou seja, menores que 25 tf/m².

Figura 28: Detalhamento da parede 112 gerado pelo TQS



(fonte: Elaborado pelo autor)

Figura 29: Listagem de materiais e resistências para a parede 112 (dados de saída do TQS)

MATERIAIS (/pisos)	Quantidade
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	124
Meio bloco 14 x 14 x 19	23
Canaleta 29x14x19	3
porta 90x220 cm	1
Argamassa [m3]	0.098
Graute [m3]	0.106
Piso(s) / RESISTÊNCIA MÍNIMA dos MATERIAIS [tf/m2]	
10 a 15 (fbk= 800.0, fpk= 400.0, fa= 600.0, fgk= 2000.0)	
7 a 9 (fbk= 1200.0, fpk= 540.0, fa= 800.0, fgk= 2500.0)	
4 a 6 (fbk= 1400.0, fpk= 840.0, fa= 1200.0, fgk= 2500.0)	
1 a 3 (fbk= 1800.0, fpk= 1080.0, fa= 1500.0, fgk= 3000.0)	

(fonte: Elaborado pelo autor)

Tabela 4: Valores de resistência dos materiais

RESISTÊNCIA MÍNIMA DOS MATERIAIS (DADOS DE SAÍDA DO TQS)				
PAVIMENTOS	RESISTÊNCIA DO BLOCO fbk (MPa)	RESISTÊNCIA DE PRISMA f _{pk} (MPa)	RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA f _a (MPa)	RESISTÊNCIA DO GRAUTE f _{gk} (MPa)
10 a 15	8	4	6	20
7 a 9	12	5,4	8	25
4 a 6	14	8,4	12	25
1 a 3	18	10,8	15	30

(fonte: Elaborado pelo autor)

Verificação do índice de esbeltez:

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{260}{14} = 18,57 \leq 24 \rightarrow OK!$$

5.6.2 DIMENSIONAMENTO MANUAL

A partir das equações do capítulo 4 é possível fazer o dimensionamento à flexo-compressão das paredes. Desse modo foram feitos os dimensionamentos manuais da parede PAR-144 na direção X e da PAR-101 na direção Y, de forma a corroborar os dados de saída do TQS Alvest. A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos, considerando uma relação f_{pk}/f_{bk} de 0,6.

Tabela 5: Dimensionamento das paredes 144 e 101

PAR-144 (TÉRREO)		PAR-101 (TÉRREO)	
Q (kN/m)	68,35	Q (kN/m)	65,26
G (kN/m)	265,74	G (kN/m)	259,04
L _p (m)	12,45	L _p (m)	8,55
H _{ef} (m)	2,7	H _{ef} (m)	2,7
Esp (m)	0,14	Esp (m)	0,14
y _f	1,4	y _f	1,4
y _m	2	y _m	2
λ	19,29	λ	19,29
Ab (m ²)	1,743	Ab (m ²)	1,197
R	0,888	R	0,888
nK (kN)	4445,715	nK (kN)	2772,810
f _{pk} (MPa)	11,490	f _{pk} (MPa)	10,435
f _{pk} /f _{bk}	0,600	f _{pk} /f _{bk}	0,600
fbk (MPa)	17,859	fbk (MPa)	17,395

(fonte: Elaborado pelo autor)

Os resultados obtidos para as resistências de blocos das paredes 144 e 101 são, respectivamente, 17,68 MPa e 16,06 MPa. Ao levar em conta os blocos oferecidos por fabricantes, deve ser escolhido o bloco de 18 MPa para a execução dessa parede. Como foi verificado pelo TQS, o primeiro pavimento contém blocos de 18 MPa de resistência, o que é válido de acordo com o dimensionamento manual. O fator de eficiência de prima é de 0,6, conforme especificado pelo fabricante.

5.6.3 VERIFICAÇÃO À TRAÇÃO E AO CISALHAMENTO

A verificação do TQS mostrou que algumas subestruturas não passaram na verificação à tração. Portanto, é necessária armação nessas subestruturas.

Para a área de armadura mínima, a NBR 16868-1 (2020) item 12.2, recomenda:

Em paredes de alvenaria armada, a área de armadura longitudinal principal não pode ser menor que 0,10% da área da seção transversal, tomada como a área da alma. Essa armadura mínima deve ser disposta na região tracionada.

Desta forma, deve-se verificar a armadura mínima como 0,10% b.h (área da alma).

$$AS_{min} = 0,10\% \cdot b \cdot h = 0,10\% \cdot 14 \cdot 27 = 0,378 \text{ cm}^2$$

Considerando que a armadura mínima é de $0,378 \text{ cm}^2$, pode-se usar uma barra de $\phi 8 \text{ mm}$ ($0,503 \text{ cm}^2$), corroborando a armadura calculada pelo TQS Alvest e ilustrada na figura 28. A tabela a seguir mostra a verificação à flexo-compressão analisando se as paredes passar na análise de armadura mínima ou não.

Tabela 6: Verificação à flexo-compressão e armadura necessária

PAREDE	VERIFICAÇÃO À TRAÇÃO	ARMADURA NECESSÁRIA
PAR-101=PAR-142	Não passou	2 ϕ 8

PAR-102	Não passou	2 ϕ 8
PAR-102	Não passou	2 ϕ 8
PAR-103	Não passou	2 ϕ 8
PAR-104=PAR-139	Não passou	2 ϕ 8
PAR-105=PAR-138	Não passou	2 ϕ 8
PAR-106=PAR-137	Não passou	2 ϕ 8
PAR-107=PAR-108 =PAR-135=PAR-136	Não passou	2 ϕ 8
PAR-109	Não passou	2 ϕ 8
PAR-110=PAR-111 =PAR-133=PAR-134	Não passou	2 ϕ 8
PAR-112=PAR-113 =PAR-131=PAR-132	Não passou	2 ϕ 8
PAR-114=PAR-115 =PAR-129=PAR-130	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-116=PAR-117 =PAR-127=PAR-138	Não passou	2 ϕ 8
PAR-118	Não passou	2 ϕ 8
PAR-119=PAR-125	Não passou	4 ϕ 8
PAR-120	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-121	Não passou	4 ϕ 8
PAR-122=PAR-123	Não passou	2 ϕ 8
PAR-124	Não passou	5 ϕ 8
PAR-126	Não passou	2 ϕ 8
PAR-140	Não passou	2 ϕ 8
PAR-141	Não passou	2 ϕ 8
PAR-143=PAR-201	Não passou	2 ϕ 8
PAR-144=PAR-145 =PAR-199=PAR-200	Não passou	2 ϕ 8
PAR-146=PAR-148 =PAR-196=PAR-198	Passou	1 ϕ 8 (mínima)

PAR-147=PAR-197	Não passou	8 ϕ 8
PAR-149=PAR-195	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-150=PAR-151 =PAR-193=PAR-194	Não passou	2 ϕ 8
PAR-152=PAR-153 =PAR-191=PAR-192	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-154=PAR-155 =PAR-189=PAR-190	Não passou	4 ϕ 8
PAR-156=PAR-188	Não passou	2 ϕ 8
PAR-157=PAR-187	Não passou	2 ϕ 8
PAR-158=PAR-159 =PAR-185=PAR-186	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-160=PAR-161 =PAR-183=PAR-184	Não passou	2 ϕ 8
PAR-162=PAR-182	Não passou	5 ϕ 8
PAR-163=PAR-181	Não passou	5 ϕ 8
PAR-160=PAR-161 =PAR-183=PAR-184	Não passou	2 ϕ 8
PAR-164=PAR-165 =PAR-179=PAR-180	Não passou	2 ϕ 8
PAR-166=PAR-167 =PAR-177=PAR-178	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-168=PAR-176	Não passou	6 ϕ 8
PAR-169=PAR-175	Não passou	6 ϕ 8
PAR-170	Não passou	2 ϕ 8
PAR-171	Não passou	3 ϕ 8
PAR-172	Passou	1 ϕ 8 (mínima)
PAR-173	Não passou	6 ϕ 8
PAR-174	Não passou	6 ϕ 8

(fonte: Elaborado pelo autor)

Já ao cisalhamento, a modelagem mostrou que todas as paredes passaram na verificação segundo o relatório do TQS. Abaixo segue o trecho do relatório referente à parede 1 da edificação.

Figura 30: Verificação ao cisalhamento da parede 1

Parede	Elemento	Flexão	Cisalhamento
		Verga	Verga
Par1	1	OK	OK
	2	OK	OK
	3	OK	OK
	27	OK	OK
	28	OK	OK

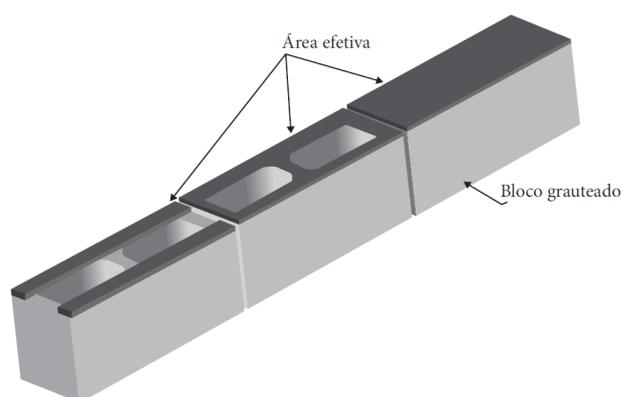
(fonte: Elaborado pelo autor)

No relatório, elemento refere-se a cada trecho de parede que entre aberturas ou entre outras paredes, essa distinção entre elementos ocorre pois o TQS verifica cada trecho de parede de forma isolada quando se diz respeito a análise de cisalhamento.

5.6.4 ANÁLISE DA ÁREA EFETIVA DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

De acordo com a NBR 16868-1, a área efetiva é parte da área líquida de um componente ou elemento, sobre a qual efetivamente é disposta a argamassa de assentamento. A figura a seguir demonstra os tipos de áreas efetivas.

Figura 31: Exemplos de áreas efetivas



(fonte: PARSEKIAN & MEDEIROS / 2021)

Para o edifício exemplo, foi aplicado assentamento total, ou seja, argamassa horizontal disposta sobre todas as paredes dos blocos. Além disso, foi feita uma análise do edifício comparando assentamento parcial (argamassa horizontal disposta apenas sobre as paredes longitudinais dos

blocos) e total. Essa análise foi feita aplicando assentamento parcial em todas as paredes do edifício e verificando as resistências de prisma resultantes e comparando com os resultados de assentamento total. A seguir são demonstrados os resultados para a resistência da argamassa em cada caso.

Tabela 7: Análise assentamento total e parcial

	ASSENTAMENTO TOTAL	ASSENTAMENTO PARCIAL
RESISTÊNCIA DO BLOCO (MPa)	18	18
RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA (MPa)	15	18,75
VERIFICAÇÃO AO CISCALHAMENTO	OK	OK
VERIFICAÇÃO À FLEXO-COMPRESSÃO	OK	OK

(fonte: Elaborado pelo autor)

Segundo a verificação feita no software TQS Alvest, considerando o pavimento térreo, ao analisar a alvenaria com assentamento parcial, a resistência da argamassa resultou em 18,75 MPa, ou seja, para obter o mesmo valor de resistência da alvenaria com assentamento total, a argamassa de assentamento lateral deve ser 25% maior que a resistência da argamassa de assentamento total, que foi de 15 MPa.

5.7 ESTABILIDADE GLOBAL

O software de cálculo TQS Alvest calcula a estabilidade global do edifício pelo método de pórticos equivalentes. Como dados de saída, o software fornece também o parâmetro de instabilidade α e o coeficiente γz (calculados conforme item 4.8). O relatório de estabilidade global encontra-se no Anexo C.

As tabelas 8 e 9 apresentam os casos e combinações de carregamentos analisados pelo software no cálculo.

Tabela 8: Casos de carregamento

CASOS DE CARREGAMENTO		
TIPO	IDENTIFICAÇÃO	CARREGAMENTO

1	TODAS	cargas permanentes e acidentais
2	PP	peso próprio
3	PERM	cargas permanentes
4	ACID	cargas acidentais
5	VENT1	vento em 90°
6	VENT2	vento em 270°
7	VENT3	vento em 0°
8	VENT4	vento em 180°

(fonte: Elaborado pelo autor)

Tabela 9: Combinações de carregamentos

COMBINAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
TIPO	COMBINAÇÃO
10	ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID
11	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0,6VENT1
12	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0,6VENT2
13	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0,6VENT3
14	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0,6VENT4
15	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0,8ACID+VENT1
16	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0,8ACID+VENT2
17	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0,8ACID+VENT3
18	ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0,8ACID+VENT4
19	ELS/CFREQ/PP+PERM+0,7ACID
20	ELS/CFREQ/PP+PERM+0,6ACID+0,3VENT1
21	ELS/CFREQ/PP+PERM+0,6ACID+0,3VENT2
22	ELS/CFREQ/PP+PERM+0,6ACID+0,3VENT3
23	ELS/CFREQ/PP+PERM+0,6ACID+0,3VENT4
24	ELS/CQPERAV/PP+PERM+0,6ACID
25	COMBFLU/COMFLU/PP+PERM+0,6ACID

(fonte: Elaborado pelo autor)

As combinações mais desfavoráveis foram os casos 11,12,15 e 16. A tabela 12 mostra os valores de estabilidade para cada caso.

Além disso, é apresentado o cálculo da estabilidade global pelo método de pórticos equivalentes, as tabelas 11 e 12 mostram os valores obtidos, conforme o relatório de saída do TQS.

Tabela 11: Parâmetros de estabilidade para carregamentos simples de vento

PARÂMETROS DE ESTABILIDADE PARA CARREGAMENTOS DE VENTO			
CASO	ÂNGULO	γ_z	α
5	90	1,039	0,504
6	270	1,039	0,504
7	0	1,020	0,369
8	180	1,020	0,369

(fonte: Elaborado pelo autor)

Tabela 12: Parâmetros de estabilidade para combinações de ELU

PARÂMETROS DE ESTABILIDADE PARA CARREGAMENTOS DE VENTO			
CASO	ÂNGULO	γ_z	α
11	90	1,039	0,504
12	270	1,039	0,504
13	0	1,020	0,369
14	180	1,020	0,369
15	90	1,039	0,504
16	270	1,039	0,504
17	0	1,020	0,369
18	180	1,020	0,369

(fonte: Elaborado pelo autor)

De acordo com o item 10.3.3 da NBR 16868-1, a verificação do movimento lateral em edifícios deve-se atender aos limites descritos a seguir:

- a) $H/1700$, onde H é a altura total do edifício
- b) $H_i/850$, onde H_i é o desnível entre dois pavimentos sucessivos

Considerando a altura total do edifício de 40,5m e a altura entre pavimentos de 2,70m, temos:

$$\frac{H}{1700} = \frac{40,5}{1700} = 2,3 \text{ cm}$$

$$\frac{H_i}{850} = \frac{2,7}{850} = 0,3 \text{ cm}$$

A tabela a seguir apresenta os valores máximos de deslocamento do edifício, a partir dos dados obtidos no TQS Alvest.

Tabela 13: Deslocamentos máximos

DESLOCAMENTOS MÁXIMOS	
CASO	DESLOCAMENTO (cm)
5	1,48
6	1,48
7	0,50
8	0,50

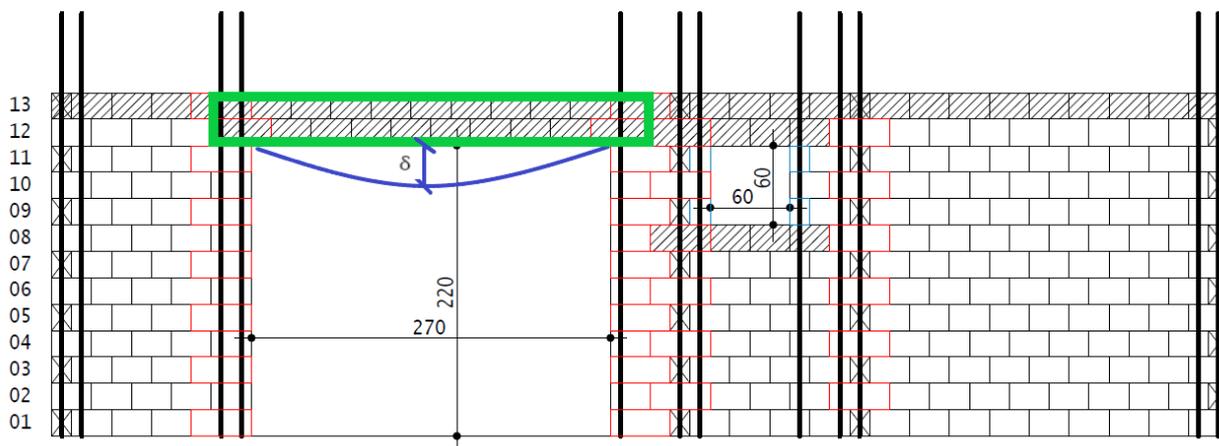
(fonte: Elaborado pelo autor)

Como verificado, o deslocamento máximo total do edifício foi de 14,8mm, estando dentro do limite recomendado por norma. Além disso, foi verificado que o deslocamento entre pavimentos foi de 1,2mm, estando também dentro do limite.

5.8 FLECHA MÁXIMA DAS VIGAS DE ALVENARIA

Algumas das paredes estruturais possuem aberturas com vãos de 270 cm, nesse caso foi calculada a flecha da viga de alvenaria, conforme a NBR 16868-1, e calculado também a flecha limite.

Figura 32: Viga de alvenaria da PAR-104



(fonte: Elaborado pelo autor)

A flecha imediata é dada por:

$$\delta = \frac{5qL^4}{384EI} = 2,78 \text{ cm}$$

A flecha limite é dada por:

$$\delta_{max} = \frac{L}{250} = 1,08 \text{ cm}$$

Como a flecha imediata é superior a flecha máxima, a recomendação é substituir a viga de alvenaria (trecho em verde) por uma viga de concreto pré-moldado a fim de obter uma flecha dentro do limite recomendado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou as etapas de dimensionamento e verificação de um edifício em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. A partir das resistências de prisma, foi possível definir as resistências de blocos a serem utilizados na execução do edifício, considerando os blocos fabricados na região. Além disso, também foi apresentada a armadura que deve ser disposta nos pontos de graute, assim como a posição destes pontos, apresentados na planta de fiadas no Anexo A. A tabela 10 apresenta as resistências dos materiais conforme dados de saída do TQS Alvest.

Tabela 10: Valores de resistência dos blocos de cerâmica

RESISTÊNCIA DOS BLOCOS UTILIZADOS PARA DIMENSIONAMENTO				
PAVIMENTO	RESISTÊNCIA DO BLOCO fbk (MPa)	RESISTÊNCIA DE PRISMA fpk (MPa)	RESISTÊNCIA DA ARGAMASSA fa (MPa)	RESISTÊNCIA DO GRAUTE fgk (MPa)
ÁTICO	4	3,2	4	15

COBERTURA	4	3,2	4	15
TIPO 13	8	4	6	20
TIPO 12	8	4	6	20
TIPO 11	8	4	6	20
TIPO 10	8	4	6	20
TIPO 9	12	5,4	8	25
TIPO 8	12	5,4	8	25
TIPO 7	12	5,4	8	25
TIPO 6	14	8,4	12	25
TIPO 5	14	8,4	12	25
TIPO 4	14	8,4	12	25
TIPO 3	18	10,8	15	30
TIPO 2	18	10,8	15	30
TIPO 1	18	10,8	15	30

(fonte: Elaborado pelo autor)

A partir das etapas apresentadas neste trabalho, é possível executar o edifício proposto, considerando que sejam incluídos os projetos auxiliares, como o projeto de fundações, projeto hidráulico, elétrico, entre outros. Além disso, é recomendado que seja solicitado um ATP (Avaliação Técnica de Projeto) antes da execução do edifício.

Também conclui-se que a alvenaria com argamassa de assentamento parcial requer argamassa com 25% mais resistência em comparação à alvenaria com argamassa de assentamento total, para obter o mesmo valor de fpk.

Indicações de trabalhos futuros:

- O dimensionamento do edifício considerando o efeito arco
- O dimensionamento e detalhamento do edifício prevendo dano acidental e colapso progressivo.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10837: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-2: Bloco cerâmico para alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16868-1: Alvenaria estrutural, Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15873: Coordenação modular para edificações**. Rio de Janeiro, 2010.

CAMACHO J. S.; **Projeto de edifício de alvenaria estrutural**. Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, São Paulo, 2006.

BASTOS P. S.; **Alvenaria estrutural**. Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, 2021.

DANTAS S. V.; **Projeto de um edifício residencial em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 23, 2011.

PRUDÊNCIO JR., LUIZ ROBERTO, OLIVEIRA, ALEXANDRE LIMA DE, e BEDIN, CARLOS AUGUSTO **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. Florianópolis: Ed. Pallotti, 2002.

RAMALHO, M.A.; RAZENTE, J.A. **Aplicação de recursos computacionais em projetos de edifícios em alvenaria**. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Carlos, v. 10, n. 47, p. 1-15, 2008.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo, PINI, 2003

CURTIN, W.G.; SHAW, G.; BECK, J.K. *Design of reinforced and prestressed masonry*. London, Thomas Telford, 1988, 244p.

GOMES, N.S. **A resistência das paredes de alvenaria**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1983, 191p.

PARSEKIAN, G.A. ; SOARES, M.M. **Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos – projeto, execução e controle**. São Paulo, Ed. Nome da Rosa, 2010, 238p.

KALIL, S. M. B.; LEGGERINI, M. R.; BONACHESKI, V.. **Alvenaria Estrutural**. Apostila PUC 2007, disponível em https://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Alvenaria_Estrutural/Alvenaria_1_NOVA_VERSAO.pdf, acessado em outubro de 2023.

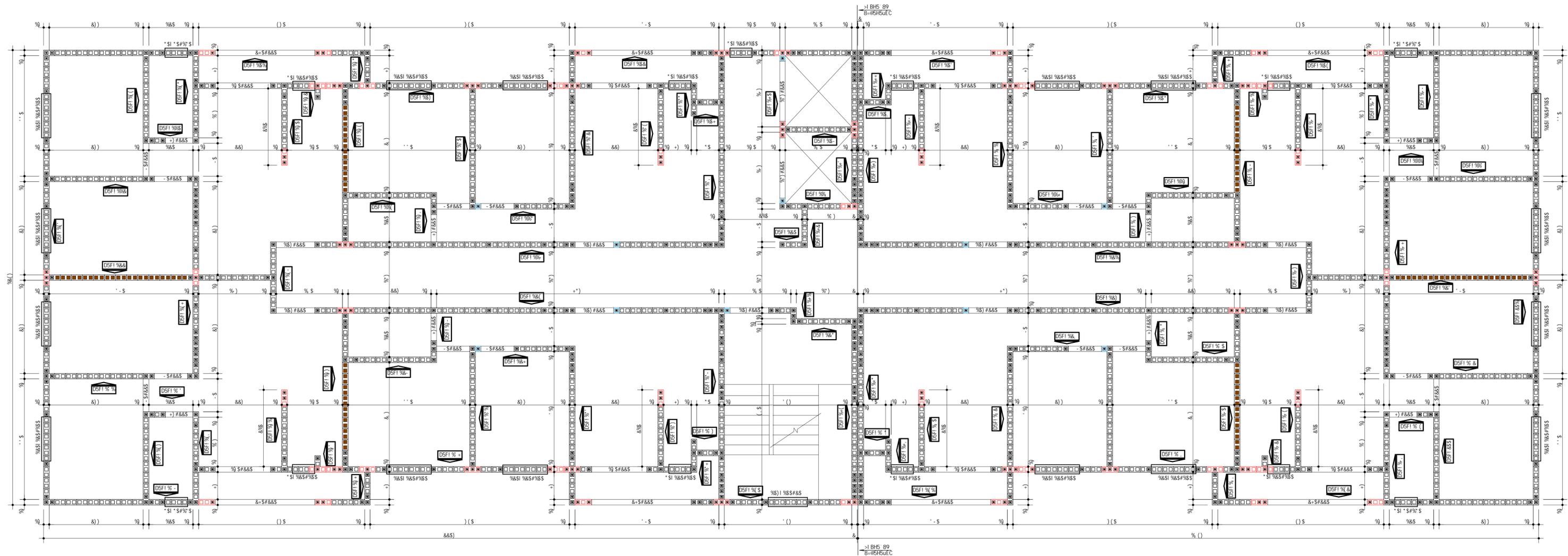
ACCETTI, K.M. **Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria**. São Carlos. 247p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.

PARSEKIAN, G.A. ; MEDEIROS, W.A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**. São Carlos, 2º ed, 2021, 147p.

FREITAS Jr, J.A.; **Alvenaria Estrutural**. Universidade Federal do Paraná - UFPR, Paraná, 2013.

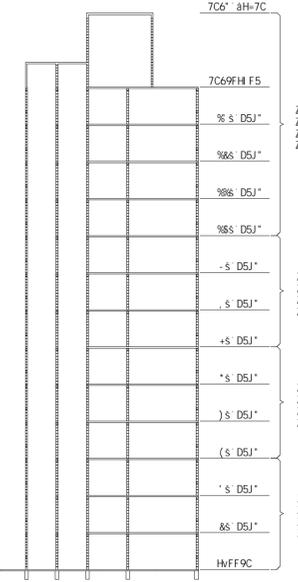
KOCH S.B.; **Dimensionamento de um edifício multifamiliar em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2016.

APÊNDICE A – Planta de 1º Fiada do Pavimento Tipo



AC8I @5uÈC' 89' %S' : =585
9G7' . ' %) \$

7C6FH9' 9GEI 9AaH=7C' !' F9G=G4B7=5' 8CG' A5H9F=5=G
G49G7'



ZV_1' 2S ADU
ZU_1' 2S ADU
ZL_1' 98S ADU
Zd_1' 2S ADU

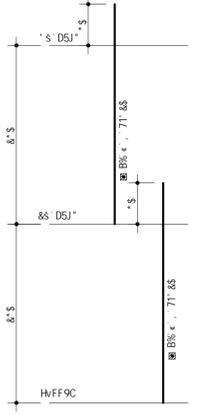
ZV_1' 982S ADU
ZU_1' 2S ADU
ZL_1' 8)2S ADU
Zd_1' 2(ADU

ZV_1' 1%2S ADU
ZU_1' 982S ADU
ZL_1' 8)2S ADU
Zd_1' 2(ADU

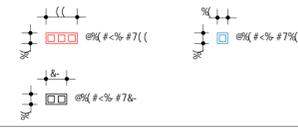
ZV_1' 1%2S ADU
ZU_1' 982S ADU
ZL_1' 8)2S ADU
Zd_1' 1%82_ ADU

ZV_1' 1' F9G=G4B7=5' 75F57HF&GH=75' 8C' 6@C7C' 9GH1 H F5@ 79F8A=7C
ZU_1' 1' F9G=G4B7=5' 75F57HF&GH=75' 85' SF_5A5G5S' 89' 5G99H5A99HC
ZL_1' 1' F9G=G4B7=5' 75F57HF&GH=75' 8C' ; F5I H9
Zd_1' 1' F9G=G4B7=5' 8C' DF=GA5

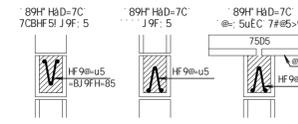
@9; 9B85' 85G' 65FF5G' 89' ; F5I H9
9G7' . ' %) \$



- DCBHC 89 : F5I H9 G9A' 5FA58I F5
- DCBHC 89 : F5I H9 7CA' 5FA58I F5



6@C7C' 75B5@9H5 : F5I H958C' 9' 5FA58C



9ADF99B8-A99HC
98=: a7=C' F9G=89B7=5@

F9GDCBGJ9@
>I @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC
A5HF&7I @5
\$\$&(') * \$

=BGH=H=UEC
I B=J9G=8589' : 989F5@ 8C'
' F=C' ; F5B89' 8C' GI @
85H5
: 9J #&S&(<

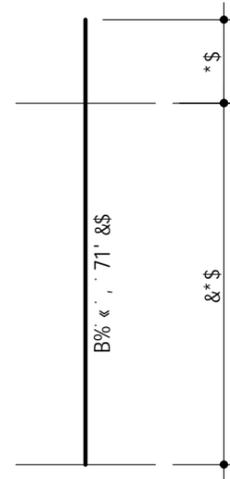
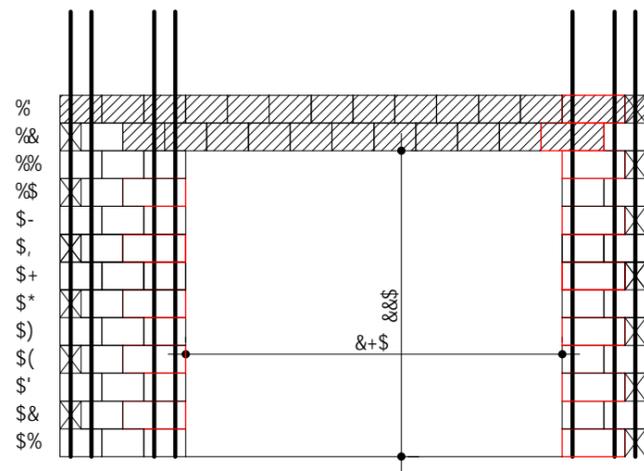
5GGI BHC
AC8I @5uÈC' %S' : =585
HvFF9C2' H=DC' 9' 7C69FH F5

DF587=5
\$%#%\$%

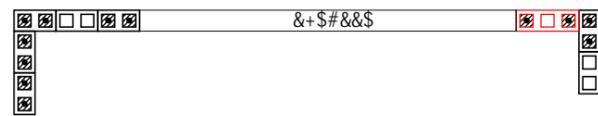
APÊNDICE B – Elevações das Alvenarias

8YgVbAc df eximjxc dcf j yfg-c UUX..a] WUž· dfc]V] Xc· i gc· WcaYfWU'

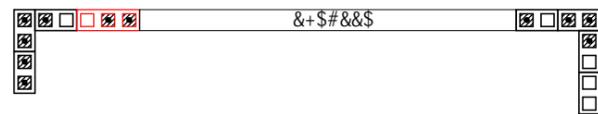
D5F! %\$'
9G7" . ' %) \$



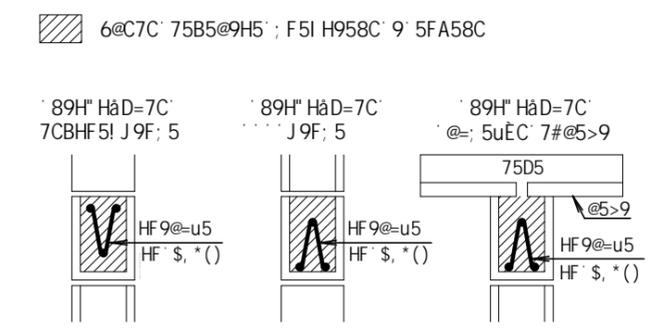
%& :] UXU



&š :] UXU

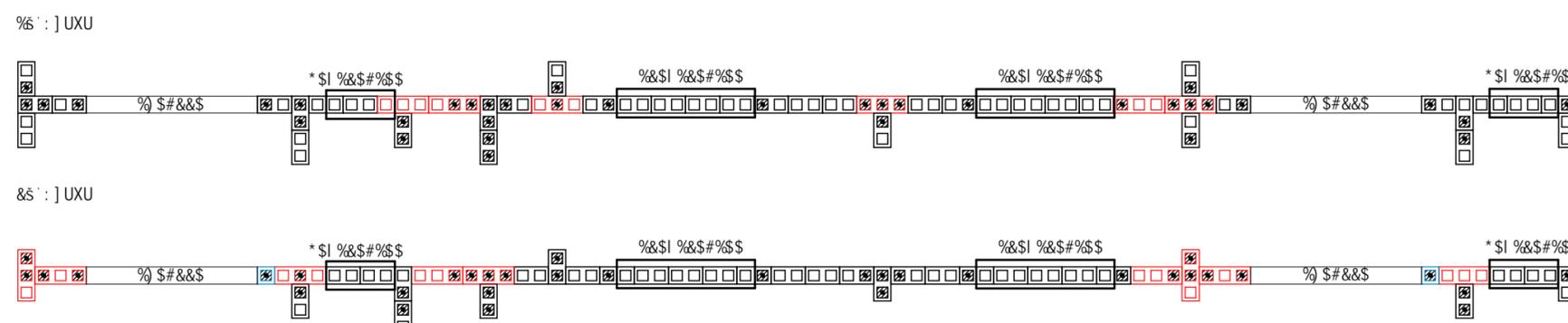
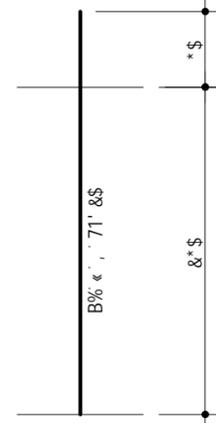
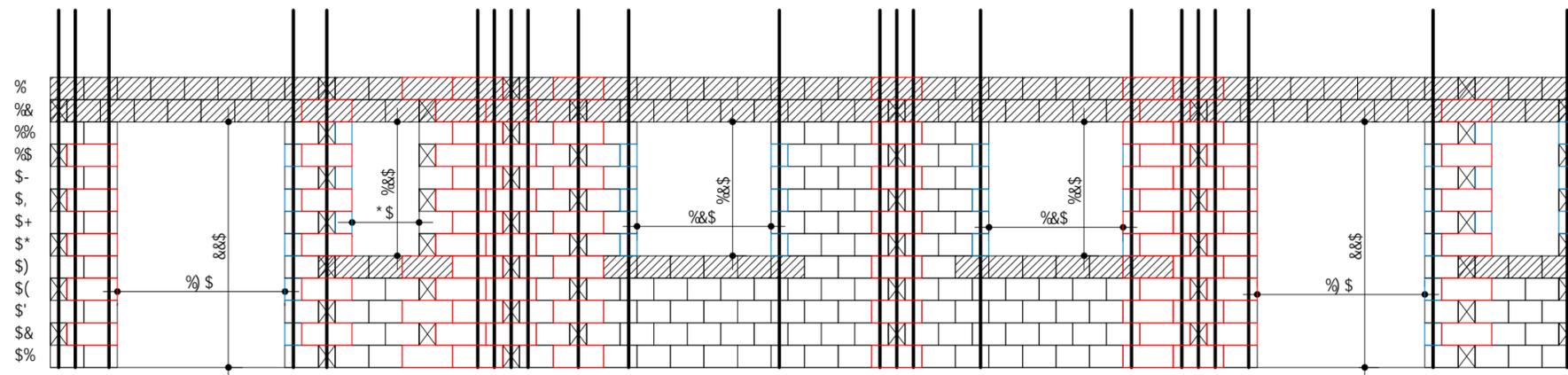


A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cVc']bhY] fc' &-l%(l %	... &+
AY]c' V' cVc' %(l%(l %	... %%
6' cVc' H' ((l%(l %	... %\$
6' cVc' WcfhUXc' fl%) Ł	... &
7UbU' YhU' &-l%(l %	... &)
7UbU' YhU' %(l%(l %	... +
dcfhU' &+\$l &&\$' Wš	... %
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" \$)'
; fUi hY' ' Ca' Q	\$" &,'
D] gcf]gt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' ChZ#a&Q	
%\$' U' %) ' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' * \$\$" \$z' Z[_1' &\$\$ \$Ł '+ U' ' - flZV_1' %&\$\$ \$z' Zd_1' ') (\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$Ł '(U' ' * flZV_1' %(\$ \$z' Zd_1' ' , (\$" \$z' ZU1' %&\$\$ \$z' Z[_1' &) \$\$" \$Ł '% U' ' ' flZV_1' % \$\$" \$z' Zd_1' %\$, \$" \$z' ZU1' %) \$\$" \$z' Z[_1' ' \$\$\$ \$Ł	

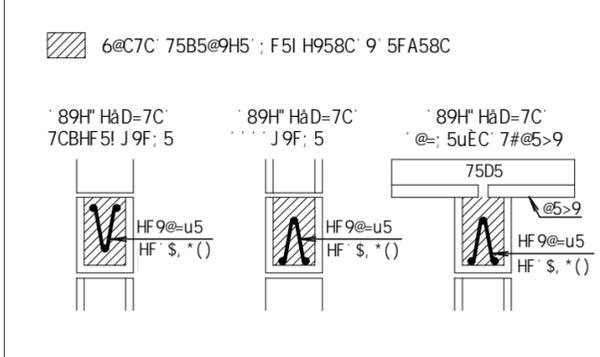


9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	A5HFä7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&&&('
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %\$'	DF5B7<5 \$' #((

D5F! %\$) ' 1' D5F! % ,
 9G7" . ' %) \$

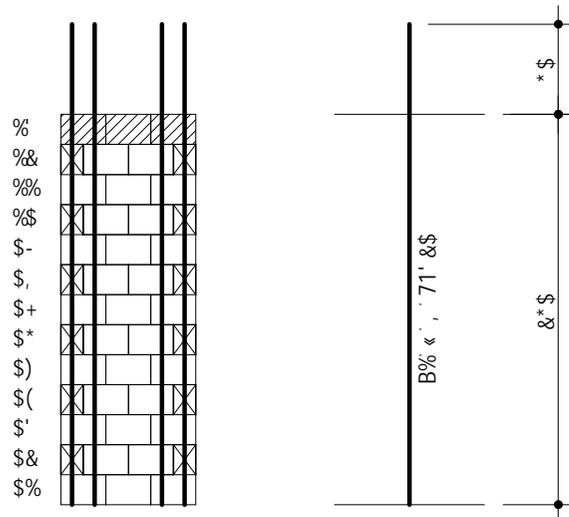


A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bh] fc' &- 1' % (1' %%
AY] c' V' cWc' % (1' % (1' %+
6' cWc'] bh] fc' &- 1' % (1' %'
6' cWc' ' H' (1' % (1' %&
7UbU' YhU' &- 1' % (1' %(
7UbU' YhU' % (1' % (1' %&%
dcfhU' %] SI &&' V&&
^UbY' U' *SI , S' V&&
^UbY' U' %&SI %&S' V&&
5f [UaUggU' ' Oa' Q	S' &&*
; fUi hY' ' ' Oa' Q	S' * *%(
D] gcf] g] t' # F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' ChZ#a&Q	
%S' U' %] flZV_1' , \$\$* \$z' Zd_1' ' (\$S' \$z' ZU1' ' ' \$S' \$z' Z[_1' &\$\$S' \$t	
' + U' ' flZV_1' %&\$\$S' \$z' Zd_1' ') (\$S' \$z' ZU1' ' , \$S' \$z' Z[_1' &) \$\$S' \$t	
' (U' * flZV_1' % (\$S' \$z' Zd_1' ' , (\$S' \$z' ZU1' %&\$\$S' \$z' Z[_1' &) \$\$S' \$t	
' % U' ' flZV_1' % \$S' \$z' Zd_1' % , \$S' \$z' ZU1' % \$S' \$z' Z[_1' ' \$\$\$S' \$t	

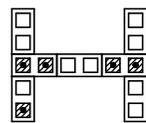


9ADF99B8=A9BHC	
98=: &7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBG&J9@	A5HF&71 @5
>i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	\$\$&(') * \$
=BGH=HI =uEC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	: 9J #&\$\$&(
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uEC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %\$) ' 1' D5F! % ,) # ((

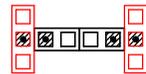
D5F! %\$+ ' 1' D5F! %\$, ' 1' D5F! %) ' 1' D5F! % *
 9G7" . ' % &)



%& :] UXU

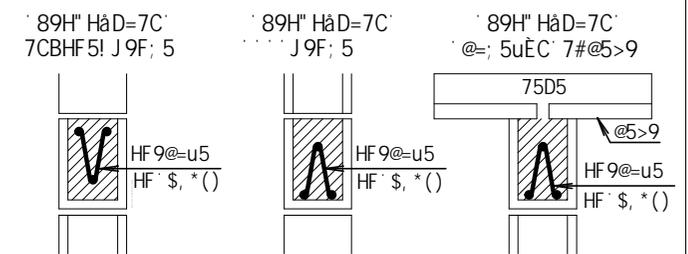


&š :] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &-l%(l%- 7UbU' YhU' &-l%(l%- \$
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$' \$&, \$' %%
D] gcf] gk' #' F9G=GHáB7=5' AâB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' f] ZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' *\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$\$' \$t ' + U' ' ' f] ZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &)' \$t ' (' U' ' * f] ZV_1' %(\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &)' \$t ' % U' ' ' f] ZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$z' ZU1' %' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



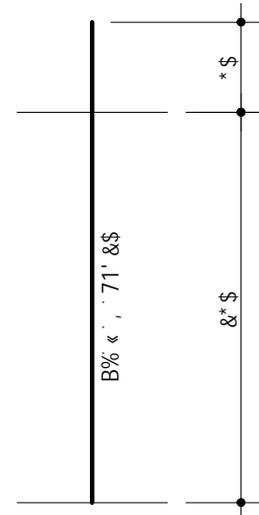
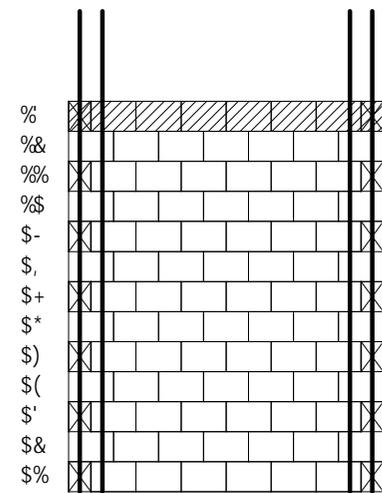
9ADF99B8=A9BHC

98=: â7=C' F 9G=89B7=5@

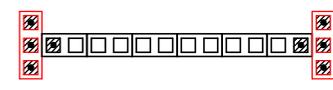
F9GD CBGâJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	A5HFâ7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %\$+ ' 1' D5F! %\$, ' 1' D5F! %) ' 1' D5F! % *	DF5B7<5 \$+##((

8YgmoAc dfeXimJxc dcf jYfg-c UWX..a]WUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfW]U`

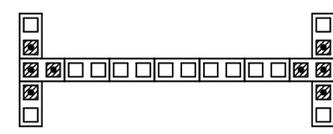
D5F! %\$-
9G7" . ' % &)



%& :] UXU

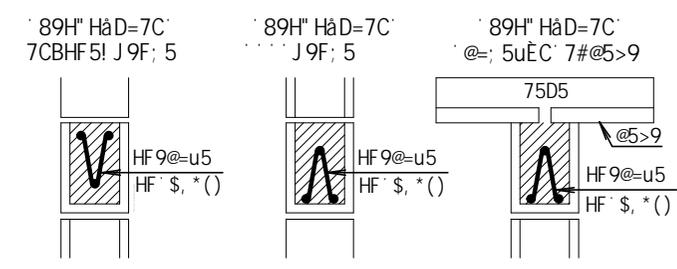


&\$:] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] f c' &-l % (l % 7UbU' YhU' &-l % (l %+&*
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$' \$) , \$' %\$)
D] gclgt' # ' F9G=GHáB7=5' AâB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$L ' + ' U' ' - flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$L ' (' U' ' * flZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$L ' % U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$L	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

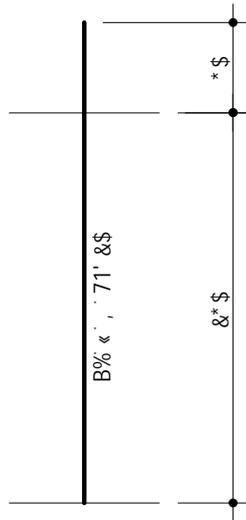
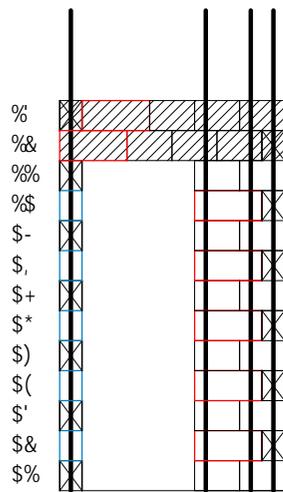


9ADF99B8=A9BHC

98=: á7=C' F 9G=89B7=5@

F9GDCBGâJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFâ7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %\$-	DF5B7<5 \$, #((

D5F! %%\$' 1' D5F! %%%' 1' D5F! % ' ' 1' D5F! % (9G7" . ' %) \$



%\$:] UXU



&\$:] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gct

Ei Ubh] XUXY

6' cVt'] bhY] fc' &- 'l' %' l' %
 6' cVt' H' (('l' %' l' %
 AY] c' V' cVt' %' l' %' l' %
 7UbU' YhU' &- l' %' l' %
 7UbU' YhU' (('l' %' l' %

dcfhU' ' +\$#&\$ \$ Wâ

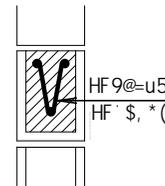
5f [UaUggU' ' Oa' Q
 ; fUi hY' ' ' Oa' Q

D] gcflgt' #' F9G=GHâB7=5' AâB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q

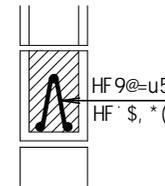
%\$' U' %) fIZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ('\$\$' \$z' ZU1' ' *\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$\$' \$t
 ' + U' ' fIZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1') ('\$' \$z' ZU1' , '\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t
 (' U' ' * fIZV_1' % ('\$\$' \$z' Zd_1' , ('\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t
 ' % U' ' fIZV_1' % \$\$\$' \$z' Zd_1' %\$, '\$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' \$\$\$' \$t

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

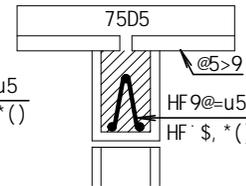
' 89H" HâD=7C'
 7CBHF5! J 9F; 5



' 89H" HâD=7C'
 J 9F; 5



' 89H" HâD=7C'
 @=; 5uËC' 7#>5>9



9ADF99B8=A9BHC

98=: â7=C' F 9G=89B7=5@

F9GDCBGâJ 9@

>î @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC

A5HFâ7i @5

\$\$&(') * \$

=BGH=HI =uËC

I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C'
 ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @

85H5

: 9J#&\$&(

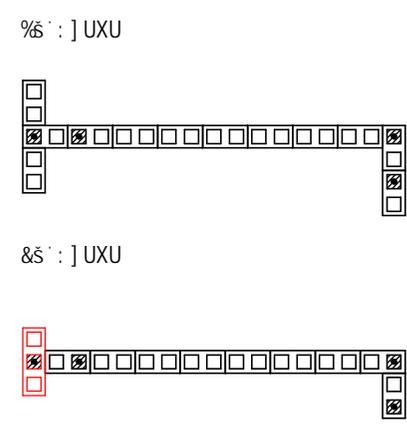
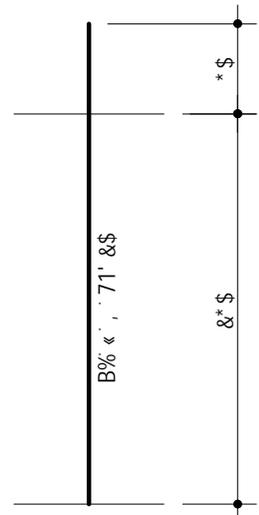
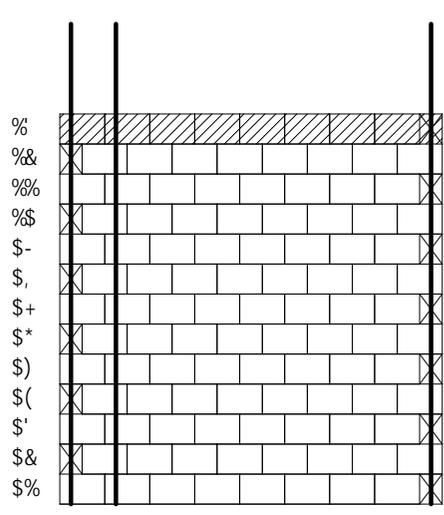
5GGI BHC

D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5
 D5F! %%\$' 1' D5F! %%%'
 1' D5F! % ' ' 1' D5F! % (

DF5B7<5

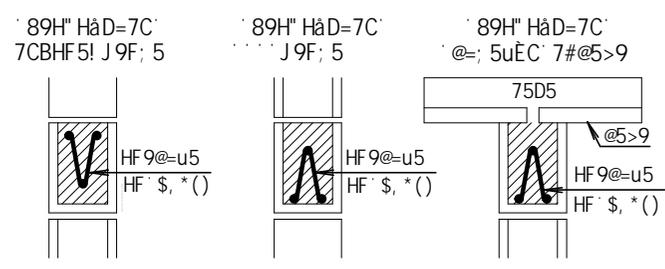
\$- #((

D5F! %%(' 1' D5F! %%) ' 1' D5F! %&- ' 1' D5F! % \$
 9G7" . ' % &)



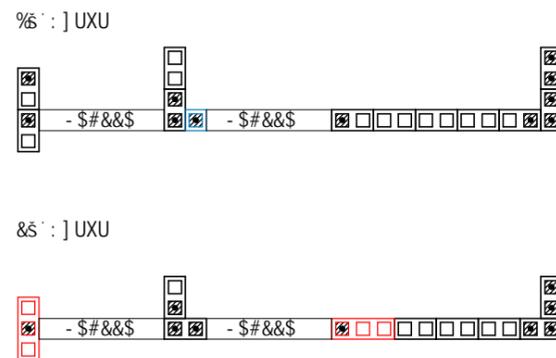
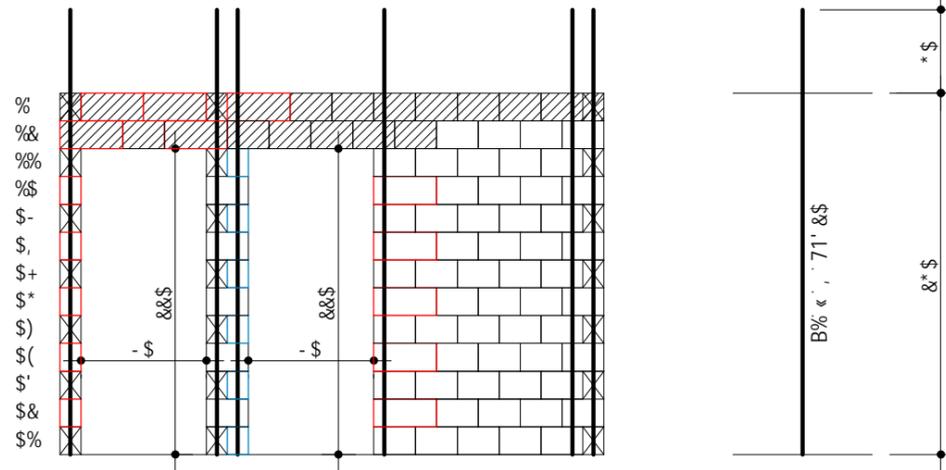
A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWt'] bhY] fc' &- ' 1' %(' 1' % 6' cWt' WUbU' YhU' &- ' 1' %(' 1' %	' %\$(, ,
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$+% \$" \$ \$
D] gcf] g# ' F9G=GHáB7=5' Aáb=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
% \$: U' %) ' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' *\$\$" \$z' Z[_1' &\$\$" \$z ' + ' U' ' - ' flZV_1' %&\$\$" \$z' Zd_1' ') (\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$z ' (' U' ' * ' flZV_1' %(\$\$" \$z' Zd_1' ' , (\$" \$z' ZU1' %&\$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$z ' %' U' ' ' flZV_1' % \$\$" \$z' Zd_1' %\$, "\$" \$z' ZU1' %) \$\$" \$z' Z[_1' '\$\$\$" \$z	

 6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

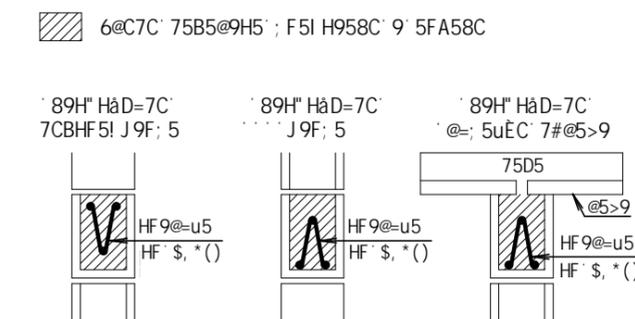


9ADF99B8=A9BHC	
98=: á7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGãJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	A5HFá7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %%(' 1' D5F! %%) ' 1' D5F! %&- ' 1' D5F! % \$	DF5B7<5 %/%# ((

D5F! %%* ' 1' D5F! %%+ ' 1' D5F! %&+ ' 1' D5F! %&, 9G7" . ' %) \$



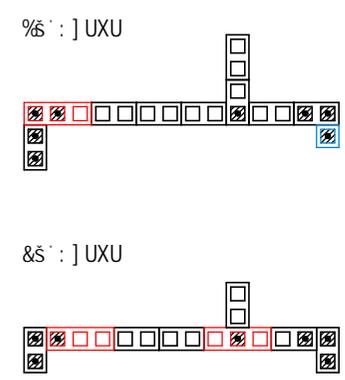
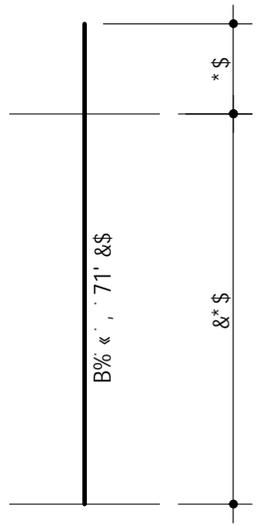
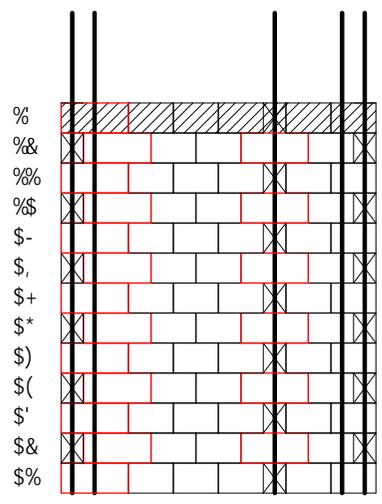
A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cVc']bhY]fc' &- 1' %(' 1' % AY]c' V' cVc' %(' 1' %(' 1' % 6' cVc' H' ((1' %1' % 7UbU' YhU' &- 1' %1' % (')) %)
dcfhU' - \$I &&\$ V& &
5f [UaUggU' ' Ca' Q ; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" \$), \$" %('
D] gcf]gt' #' F9G=Gh&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) ' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' * \$\$" \$z' Z[_1' & \$\$\$ \$& \$& '+ U' ' ' flZV_1' %& \$\$\$" \$z' Zd_1' ') (\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$\$ \$& \$& ' (' U' ' * flZV_1' % (\$\$" \$z' Zd_1' ' , (\$" \$z' ZU1' %& \$\$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$\$ \$& \$& ' % U' ' ' flZV_1' % \$\$" \$z' Zd_1' % \$, \$" \$z' ZU1' %) \$\$\$" \$z' Z[_1' ' \$\$\$ \$& \$&	



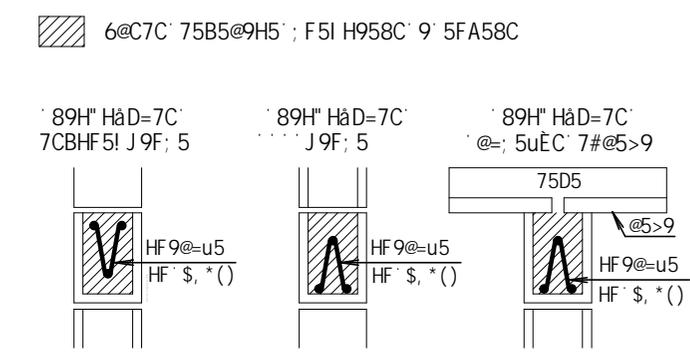
9ADF99B8=A9BHC	
98=: & 7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HF&7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =u&C I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&&\$&('
5GGI BHC D5; =B5u&C' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %%* ' 1' D5F! %%+ ' 1' D5F! %&+ ' 1' D5F! %& ,	DF5B7<5 %&#((

8YgmoAc dfeXiM]xc dcf jYfg-c UWUX..a]WUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfW]U`

D5F! %%
9G7" . %) \$



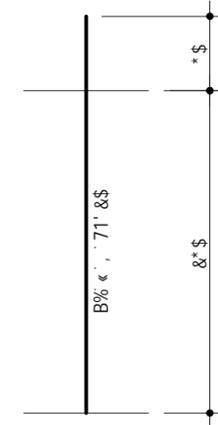
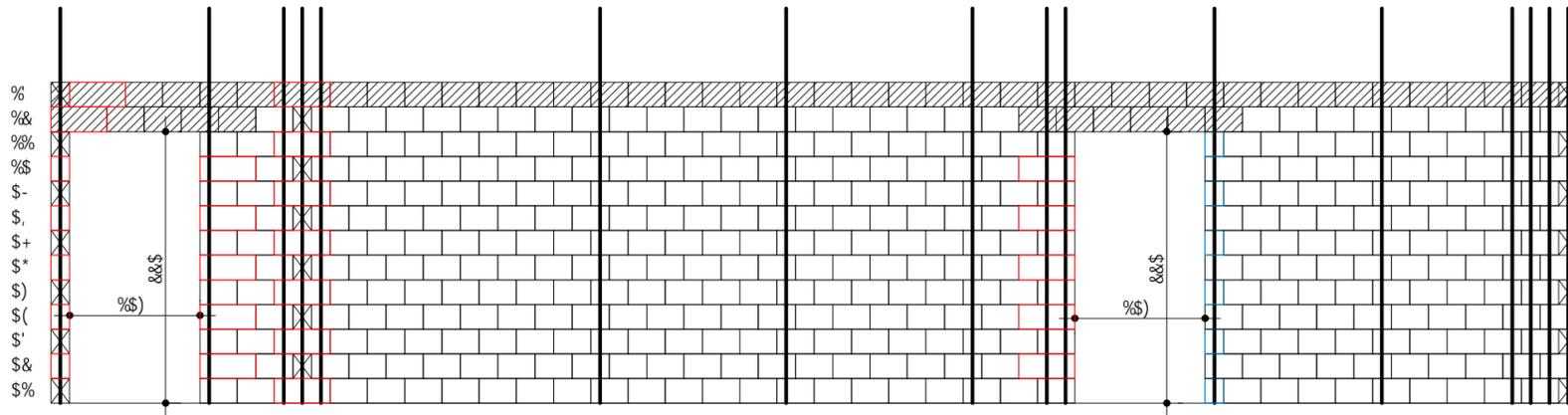
A5H9F=5=G' fl#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cWŁ] bhY] fc' &-l%(l%- 6' cWŁ' H' ((l%(l%- 7UbU' YhU' &-l%(l%-	· · · (' · · · %+ · · · *\$
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$* \$ \$" %\$-
D] gçflgł' #' F9G=GHáB7=5' AâB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%š' U' %) fIZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' *\$\$" \$z' Z[_1' &\$\$" \$Ł ' + U' ' ' fIZV_1' %&\$\$" \$z' Zd_1' ') (\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &\$\$" \$Ł ' (U' ' * fIZV_1' %(\$\$" \$z' Zd_1' ' , (\$" \$z' ZU1' %&\$\$" \$z' Z[_1' &\$\$" \$Ł ' U' ' ' fIZV_1' % \$\$" \$z' Zd_1' %š, \$" \$z' ZU1' %) \$\$" \$z' Z[_1' \$\$\$" \$Ł	



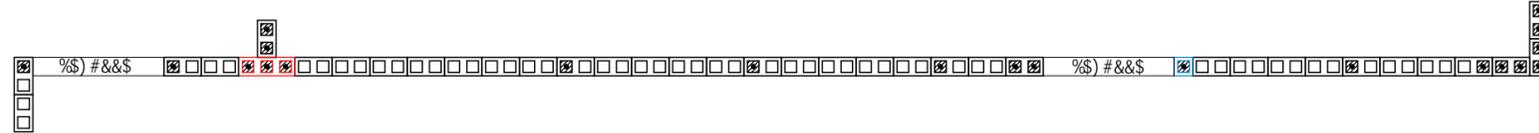
9ADF99B8=A9BHC	
98=: â7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGâJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFâ7l @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uĚC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uĚC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %%	DF5B7<5 % #((

D5F! %%- ' 1' D5F! %&)

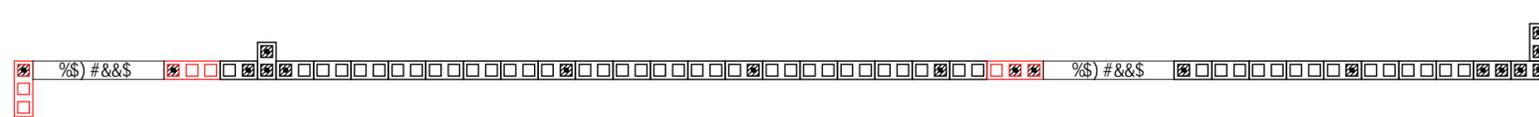
9G7" . ' %) \$



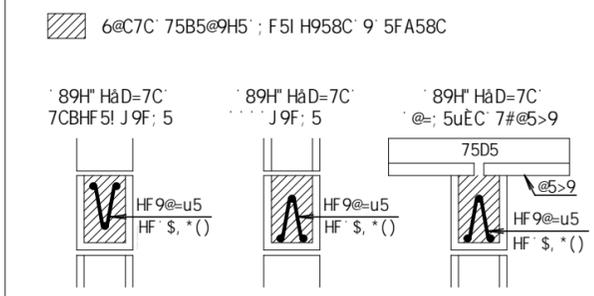
%% :] UXU



&\$:] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cVc'] bhY] Fc' &-1%(1 % &+
AY] c' V' cVc' : %(1(1 %)
6' cVc' : H' ((1(1 % %&
7UbU' YhU' &-1%(1 % **
dcf hU' %\$! &&' V& &
5f [UaUggU' : Oa' Q	\$'' \$-
: fUi hY' : Oa' Q	\$'' *)
D] gclgt' # : F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' ChZ#a&Q	
%\$' U' %] : flZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' '\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$ \$L '+ U' : flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$\$' \$z' ZU1' , '\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$L '(' : flZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' , (\$\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$L ' % U' : flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' % , \$' \$z' ZU1' %) \$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$L	

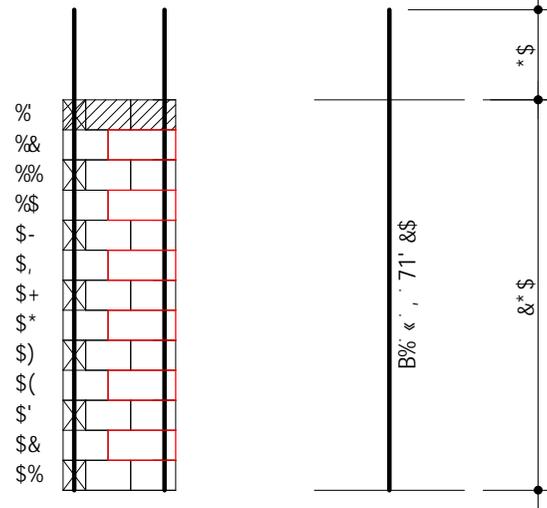


9ADF99B8=A9BHC	
98=: &7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ 9@	A5HF&71 @5
>i @=C' N5D5FC@=: N5BFCGGC	\$\$&(') * \$
=BGH=HI =uEC	85H5
I B=J 9FG=8589' : 989F 5@ 8C' : 9J #&\$\$(&	
' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uEC' H=DC' 9' 7C69FHI F5	% # ((
D5F! %%- ' 1' D5F! %&)	

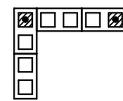
8ygn0e dfeXim]xc dcf jYfg-c UWX..a]WUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfW]U

D5F! %&\$

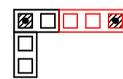
9G7" . ' %) \$



%&':] UXU

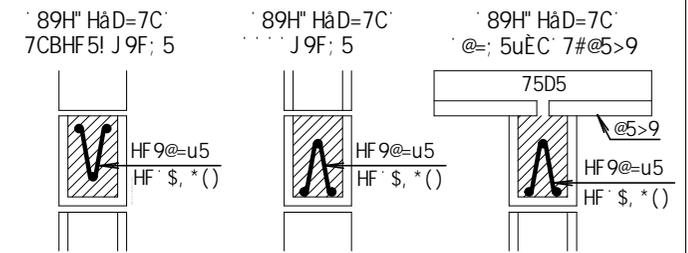


&\$':] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cWł'] bhY] f c' &-l %(! %	· · · · &&
6' cWł' H' %(! %(! %	· · · · *
7UbU' YhU' &-l %(! %	· · · · &
5f [UaUggU' ' Oa' Q	\$" \$&%
; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$(&
D] gçflgł # ' F9G=GHáB7=5' AáB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) ' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' ("\$" \$z' ZU1' ' * "\$" \$z' Z[_1' ' &\$\$" \$ł	
' + ' U' ' - flZV_1' ' %&\$\$" \$z' Zd_1' ') ("\$" \$z' ZU1' ' , "\$" \$z' Z[_1' ' &) "\$" \$ł	
' (' U' ' * flZV_1' ' % ("\$" \$z' Zd_1' ' , ("\$" \$z' ZU1' ' %&\$\$" \$z' Z[_1' ' &) "\$" \$ł	
' % U' ' ' flZV_1' ' % "\$" \$z' Zd_1' ' %\$, "\$" \$z' ZU1' ' %) "\$" \$z' Z[_1' ' '\$\$\$" \$ł	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

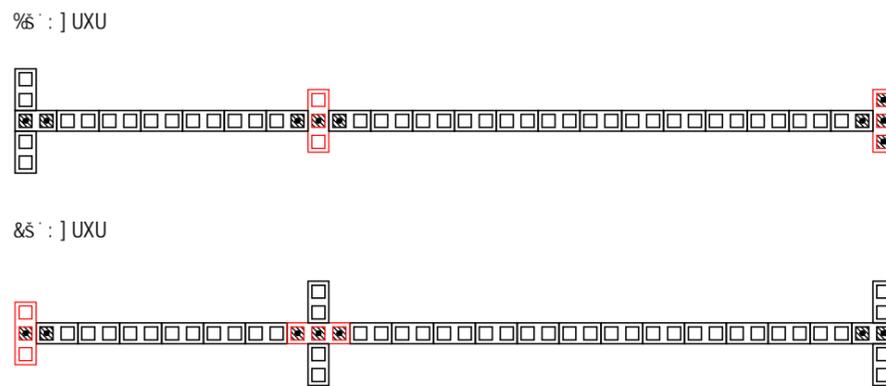
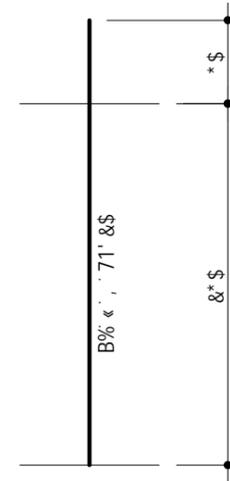
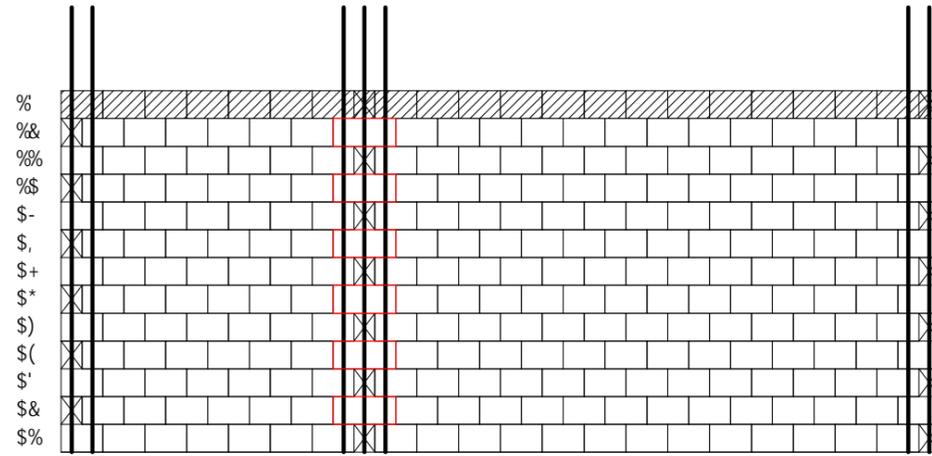


9ADF99B8=A9BHC

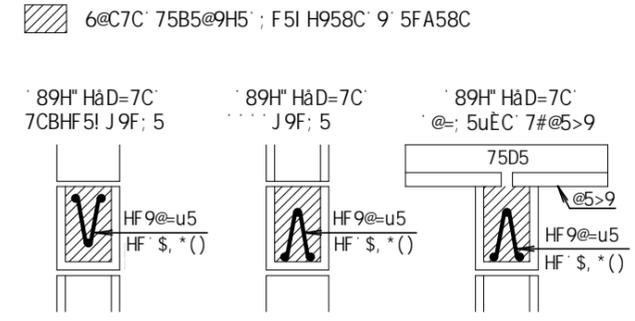
98=: á7=C' F9G=89B7=5@

F9GDCBGâJ9@ >ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFá7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uĖC I B=J9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$&(
5GGI BHC D5; =B5uĖC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %&\$	DF5B7<5 %) # ((

D5F! %&& 1' D5F! %&'
 9G7" . ' %) \$



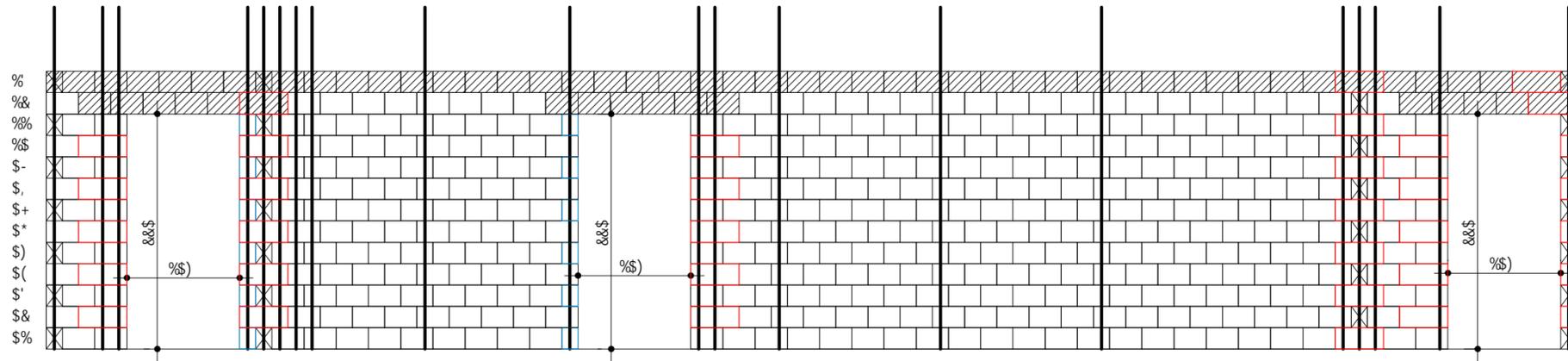
A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc' H' %&' l' %&' l' %&'*
6' cWc'] bhY] fc' &- l' %&' l' %&'	...&S&
7UbU' YhU' &- l' %&' l' %&'	...&S
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" % %
: fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" ' %
D] gclglt' #' F9G=GhB7=5' AaB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' ChZ#a&Q	
%\$' U' %' flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$ \$t + U' ' flZV_1' %& \$\$\$ \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$ \$t (' U' ' * flZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %& \$\$\$ \$z' Z[_1' &) \$\$\$ \$t % U' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' % , \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$ \$z' Z[_1' \$\$\$ \$t	



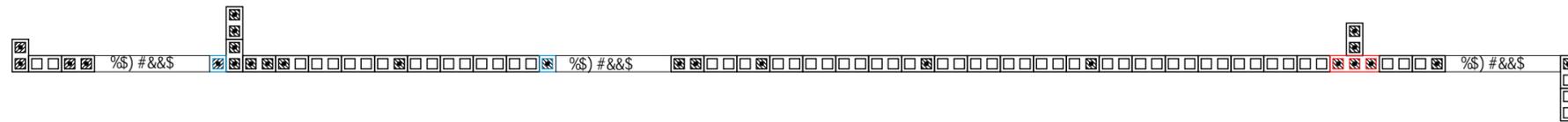
9ADF99B8=A9BHC	
98=: a7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@	A5HFã7l @5
>i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	\$S&(') * \$
=BGH=HI =uËC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	: 9J #&S&(
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %&& 1' D5F! %&'	%o+#((

D5F! %&(

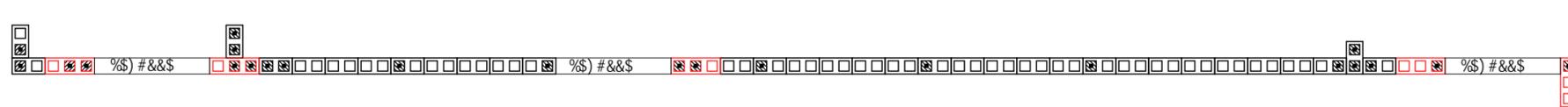
9G7" . ' %) \$



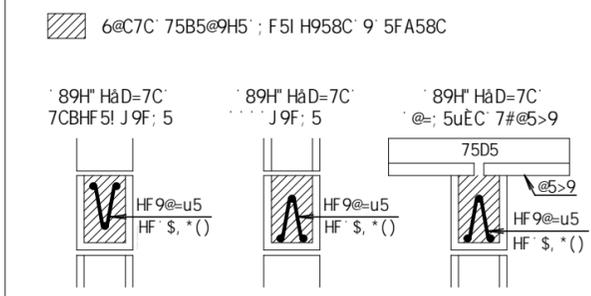
%& :] UXU



&\$:] UXU



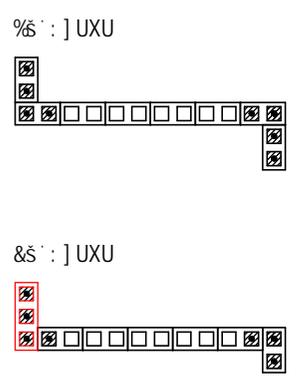
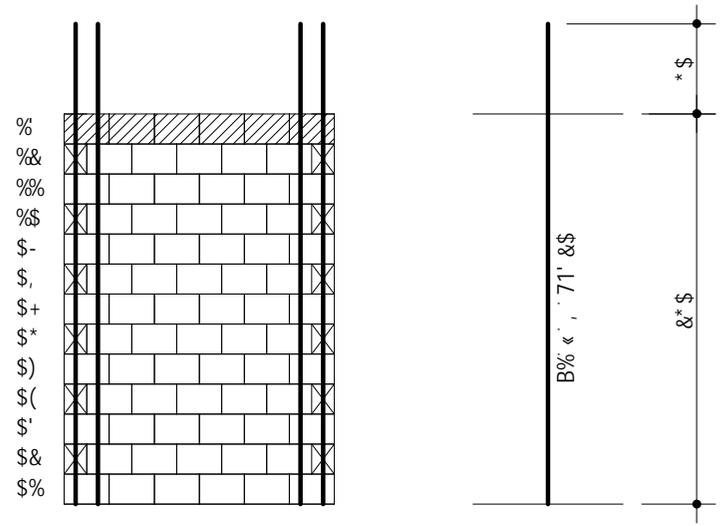
A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cVc' H ((' 1' % (' 1' % AY] c' V' cVc' % (' 1' % (' 1' % 6' cVc'] bhY] Fc' &-1%(1 % 7UbU' YhU' &-1%(1 %	... % ... * ... &\$& ... (\$
5f [UaUggU' ' Oa' Q : fUi hY' ' ' Oa' Q	\$' % % \$' % %
D] gctfgt' #' F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
<pre> %\$' U' %' flZV_1' , '\$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' '\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$ '\$t '+ U' ' flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$\$' \$z' ZU1' ' , '\$\$' \$z' Z[_1' &) '\$\$' \$t (' U' ' flZV_1' % ('\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$\$' \$z' ZU1' ' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) '\$\$' \$t % U' ' flZV_1' % '\$\$' \$z' Zd_1' %\$, '\$\$' \$z' ZU1' % '\$\$' \$z' Z[_1' '\$\$' \$t </pre>	



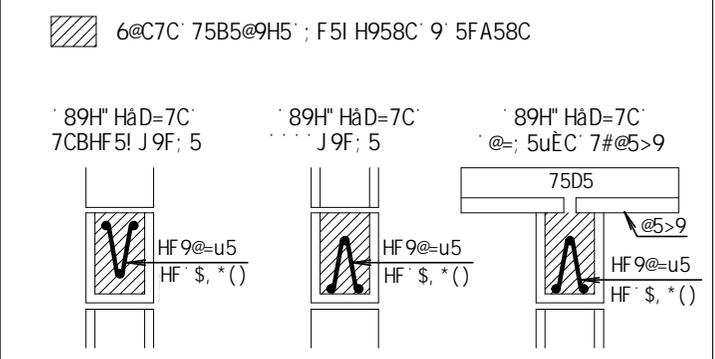
9ADF99B8=A9BHC	
98=: &7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ 9@ > i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HF&71 @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F 5@ 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %&(DF5B7<5 % #((

8YgMa c d f e x i m j x c d c f j r f g c U W X . a] W U Z . d f c] V] X c i g c W c a Y f W j U

D5F! %&*
9G7" . ' %) \$

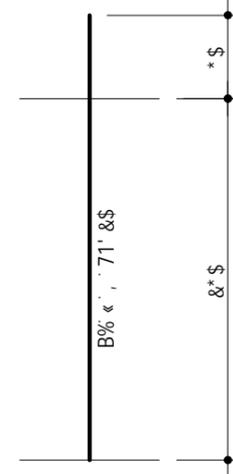
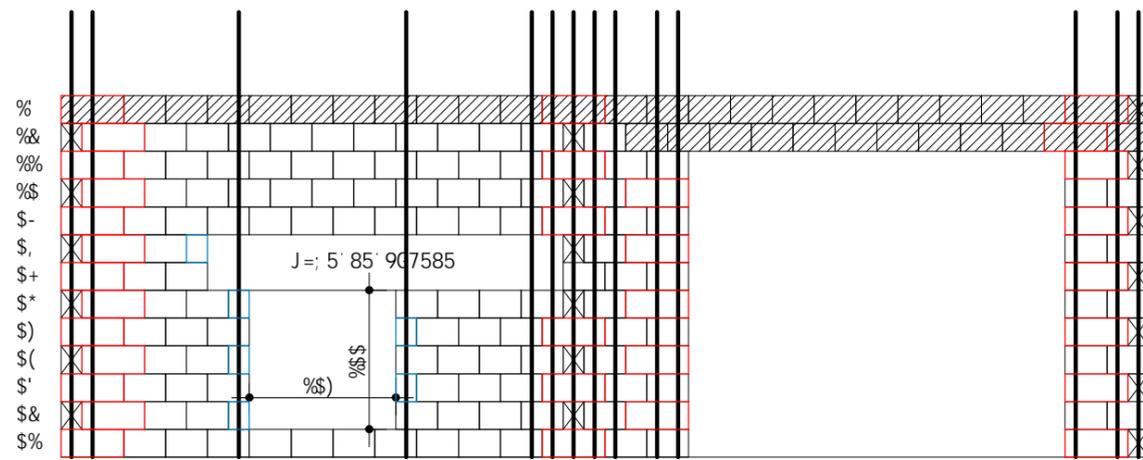


A5H9F=5=G fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWł] bhY] fc' &-l %(! %- 7UbU' YhU' &-l %(! %-	... * \$... *
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$) \$" %(-
D] gclflgt' #' F9G=GhãB7=5' AãB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) ' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$" \$z' Z[_1' ' &\$\$" \$z' ' + ' U' ' - flZV_1' ' %&\$\$" \$z' Zd_1' ' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' ' &\$\$" \$z' ' (' U' ' * flZV_1' ' %(\$\$' \$z' Zd_1' ' ' , (\$' \$z' ZU1' ' %&\$\$" \$z' Z[_1' ' &\$\$" \$z' ' % U' ' ' flZV_1' ' % \$\$" \$z' Zd_1' ' %\$, \$" \$z' ZU1' ' %) \$\$" \$z' Z[_1' ' \$\$\$" \$z'	

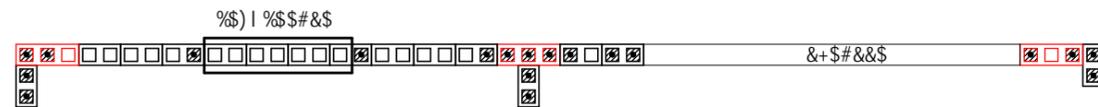


9ADF99B8=A9BHC	
98=: ã7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGãJ 9@ >i @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	A5HFã7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$\$&(
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %&*	DF5B7<5 % - # ((

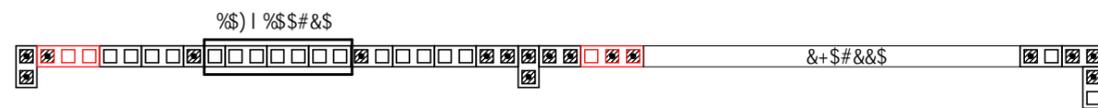
D5F! %& \$
 9G7" . ' %) \$



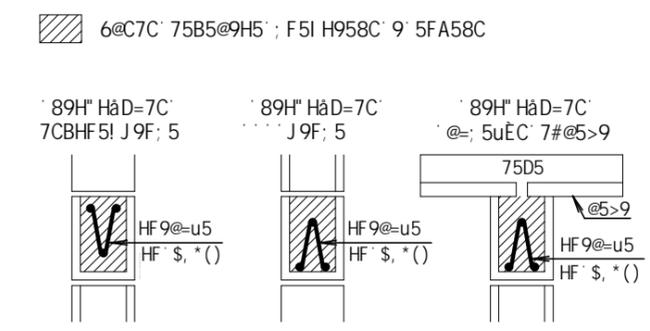
%& :] UXU



& \$:] UXU



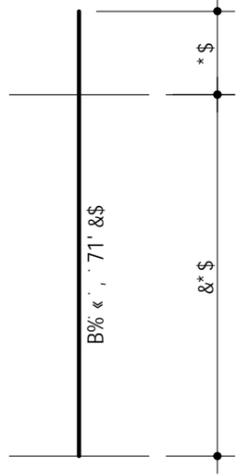
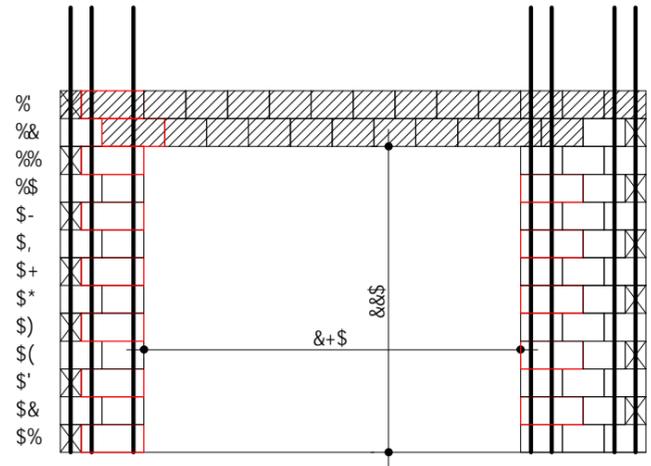
A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &-l % (l %	... % \$ \$
AY] c' V' cWc' % (l % (l %	... %
6' cWc' H' ((l % (l %	... & *
7UbU' YhU' &-l % (l %	... (-
>UbY' U' % \$) l % \$ \$' V&	... %
dcfhU' &+ \$l & \$ \$' V&	... %
5f [UaUggU' ' Oa' Q	\$" % ()
; fUi hY' ' ' ' Oa' Q	\$") ' ,
D] gcf] g' # ' F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
% \$' U' %)' flZV_1' ' , \$ \$' \$z' Zd_1' ' (\$ \$' \$z' ZU1' ' * \$ \$' \$z' Z [_1' & \$ \$ \$ \$' \$& \$ ' + ' U' ' - ' flZV_1' % & \$ \$ \$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$ \$' \$z' Z [_1' &) \$ \$ \$' \$& \$ ' (' U' ' * ' flZV_1' % (\$ \$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' % & \$ \$ \$' \$z' Z [_1' &) \$ \$ \$' \$& \$ ' % U' ' ' flZV_1' % \$ \$' \$z' Zd_1' % \$, \$ \$' \$z' ZU1' %) \$ \$ \$' \$z' Z [_1' ' \$ \$ \$ \$' \$& \$	



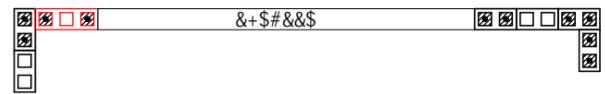
9ADF99B8=A9BHC	
98=: â7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@	A5HFâ7l @5
>i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	\$ \$ & (') * \$
=BGH=HI =u&C	85H5
I B=J 9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	: 9J # & \$ & (
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5u&C' H=DC' 9' 7C69FHI F5	& \$ # ((
D5F! %& \$	

8YgmbAc df eximjxc dcf j rfg-c UWX..a] WUž· dfc]V] Xc· i gc· WcaYfWU·
 099: 099F:5@ SEP: 7BCXc 1D@ 099F:5@ SEP: 7BCXc 1D@ 099F:5@ SEP: 7BCXc 1D@

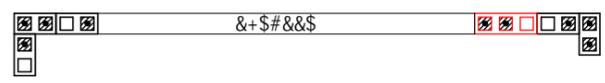
D5F! % (%
 9G7" . ' %) \$



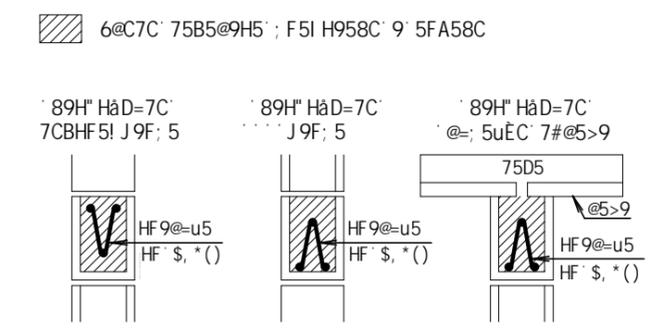
%s :] UXU



&s :] UXU

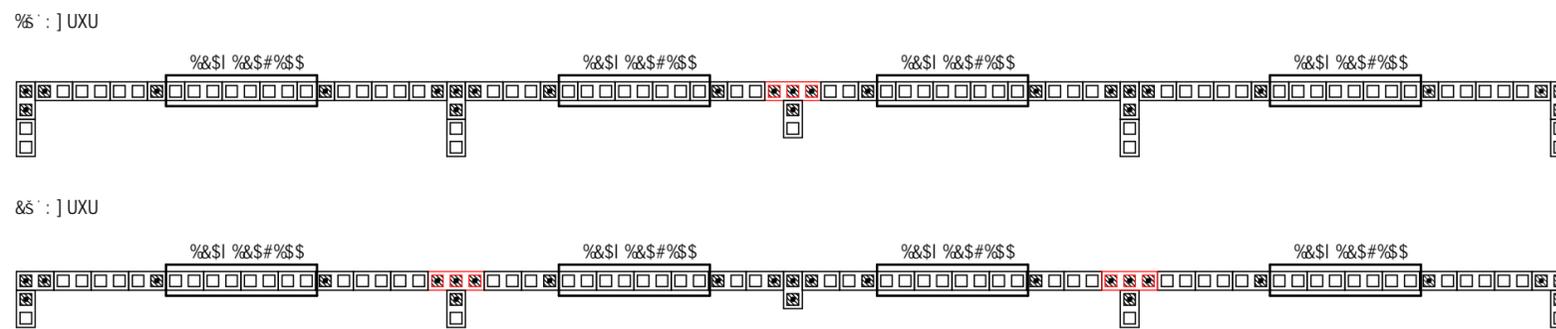
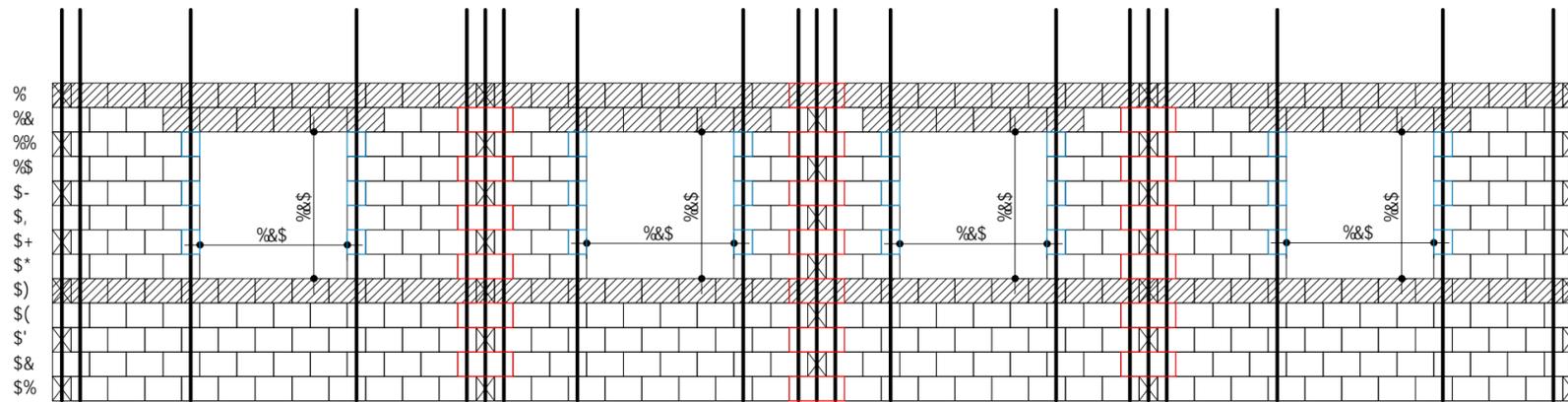


A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
AY] c' V' cWc' %(' I' %(' I' % 6' cWc'] bhY] fc' &-l %(' l % 6' cWc' H' (l %(' l % 7UbU' YhU' &-l %(' l %*+)%)
dcfhU' &+\$l &&\$' Wä%
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$(* \$" &%%
D] gcflgt' # ' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$ U' %' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' * \$\$" \$z' Z[_1' &\$\$" \$L + U' ' - flZV_1' %&\$\$" \$z' Zd_1' ') (\$\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$L (U' ' * flZV_1' %(\$\$" \$z' Zd_1' ' , (\$\$" \$z' ZU1' %&\$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$L % U' ' flZV_1' % \$\$" \$z' Zd_1' %\$, \$" \$z' ZU1' % \$" \$z' Z[_1' \$\$\$" \$L	

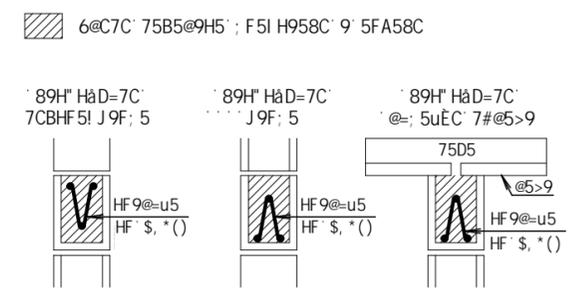


9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	A5HFä7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$(
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! % (%	DF5B7<5 &%#((

D5F! %' ' 1' D5F! &\$%
 9G7" . ' %) \$

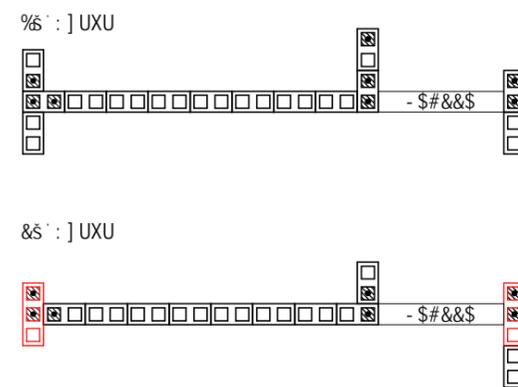
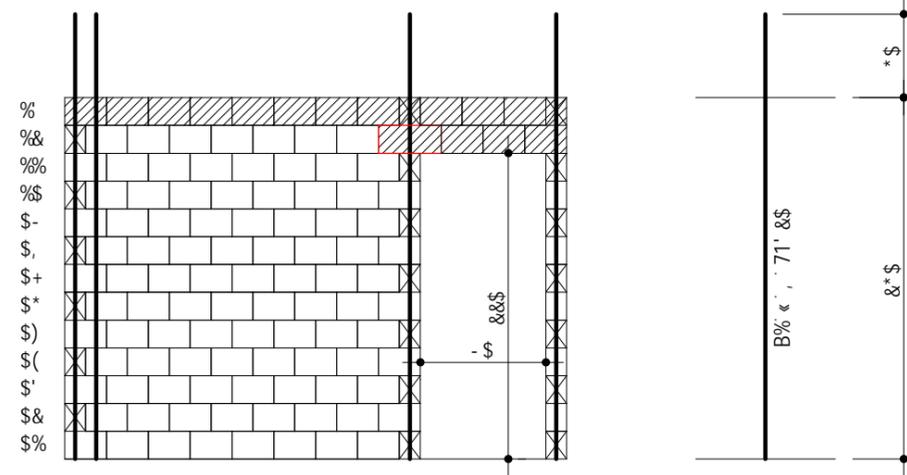


A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &- ' 1' % (' 1' % 6' cWc' H' ((' 1' % 7UbU' YhU' % (' 1' %	' ' & ' ' ((' ' % ' ' %\$ (
^UbY' U' %&S! %&\$' V&	' ' ' ' (
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	' \$' &)' ' \$' & *'
D] gclgt' #' F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' ('\$' \$z' ZU1' ' * '\$' \$z' Z [_ 1' &\$\$\$' \$t' ' + ' U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') ('\$' \$z' ZU1' ' , '\$' \$z' Z [_ 1' &) \$\$\$' \$t' ' (' U' ' * flZV_1' % ('\$' \$z' Zd_1' ' , ('\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z [_ 1' &) \$\$\$' \$t' ' %' U' ' ' flZV_1' % '\$' \$z' Zd_1' % , '\$' \$z' ZU1' %) '\$' \$z' Z [_ 1' \$\$\$' \$t'	

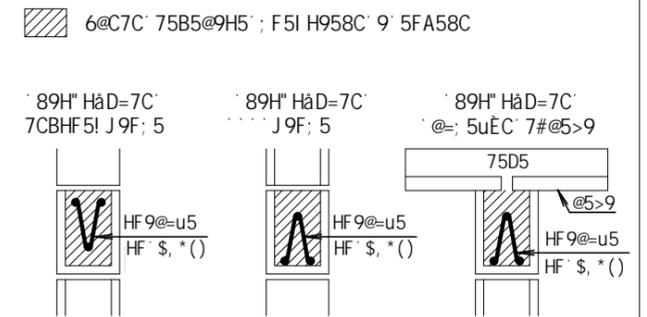


9ADF99B8=A9BHC 98=: &7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ 9@ >i @=C' N5D5FC@=: N5BFCGGC	A5HF&71 @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =u&C I B=J 9FG=8589' : 989F 5@ 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(
5GGI BHC D5; =B5u&C' H=DC' 9' 7C69FHI F 5 D5F! %' ' 1' D5F! &\$%	DF5B7<5 &&#((

D5F! % (' 1' D5F! %) ' 1' D5F! %- ' 1' D5F! &\$\$
 9G7" . ' %) \$

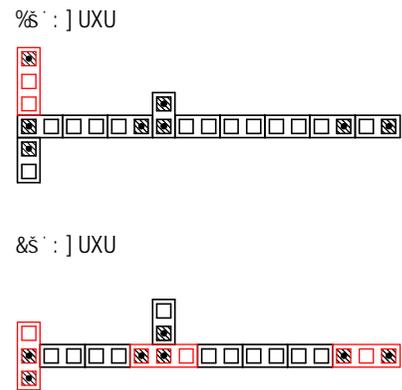
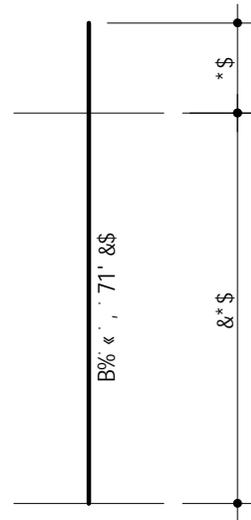
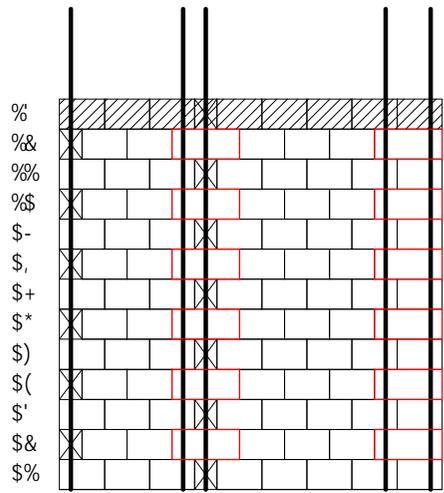


A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &- ' 1' % (' 1' % 7UbU' YhU' &- 1' % (1' %	' ' %\$+ ' ' %)
dcfhU' - \$! &&\$' W&	' ' ' %
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$* \$+* \$* \$()
D] gclgk' #' F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' : flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' ('\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$L ' + ' U' ' - flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') ('\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$L ' (' U' ' * : flZV_1' % ('\$' \$z' Zd_1' ' , ('\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$L ' % U' ' : flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' % \$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$L	

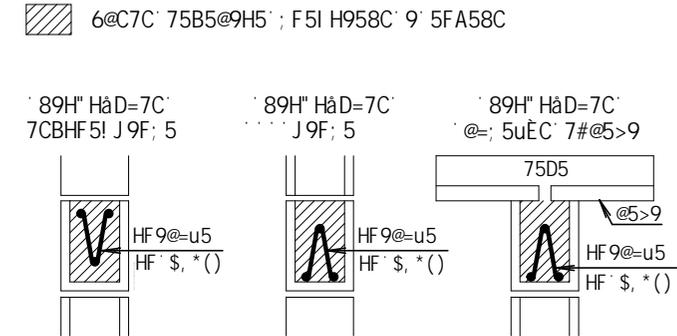


9ADF99B8=A9BHC	
98=: â7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFâ7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =u&C I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$\$&(
5GGI BHC D5; =B5u&C' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! % (' 1' D5F! %) ' 1' D5F! %- ' 1' D5F! &\$\$	DF5B7<5 &' #((

D5F! %α * 1' D5F! %α , 1' D5F! %- * 1' D5F! %- ,
 9G7" . ' %) \$



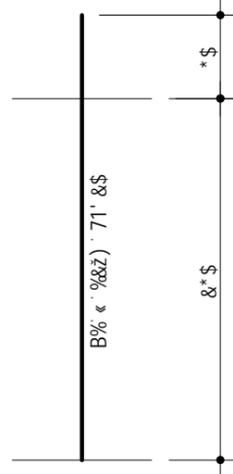
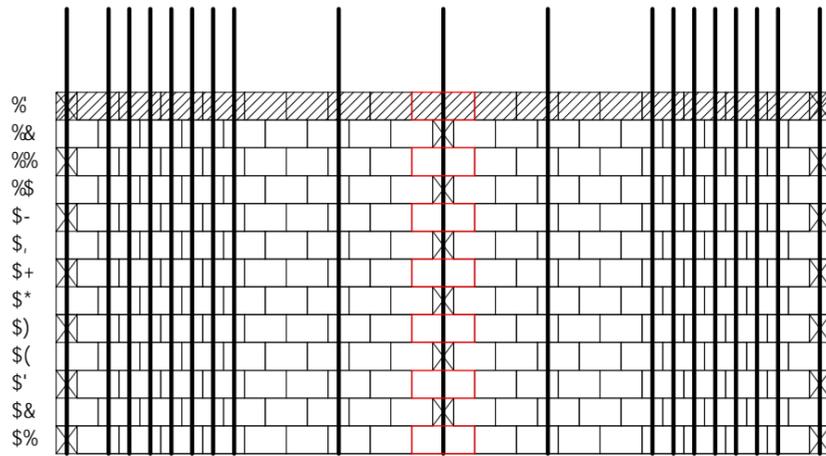
A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] f c' &- ' l' %α ' l' % 6' cWc' WUbU' YhU' &- ' l' %α ' l' %
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$+ \$" \$* \$
D] gcf]gt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%&' U' %α ' flZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' *\$\$" \$z' Z[_1' &\$\$\$" \$t ' + ' U' ' - flZV_1' %&\$\$\$" \$z' Zd_1' ') (\$\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$\$" \$t ' (' U' ' * flZV_1' %α (\$\$" \$z' Zd_1' ' , (\$\$" \$z' ZU1' %&\$\$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$\$" \$t ' % ' U' ' flZV_1' % \$\$\$" \$z' Zd_1' %& , \$\$" \$z' ZU1' %α \$\$\$" \$z' Z[_1' ' \$\$\$" \$t	



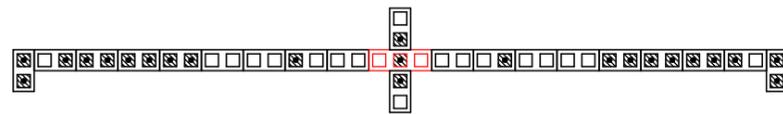
9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGäJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	A5HFä7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %α * 1' D5F! %α , 1' D5F! %- * 1' D5F! %- ,	DF5B7<5 &(#((

8ygn0e dfeXim]xc dcf 1' 5F]Mä]g~c UWX::ajWUZ dfc]V] Xc i gc' WcaYfWU' D5F! %α * 1' D5F! %α , 1' D5F! %- * 1' D5F! %- , 9G7" . ' %) \$

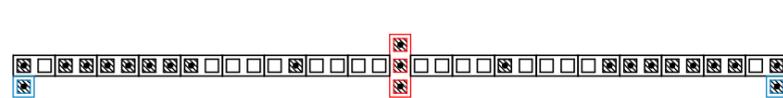
D5F! % (+ ' 1 ' D5F! % +
 9G7" . ' %) \$



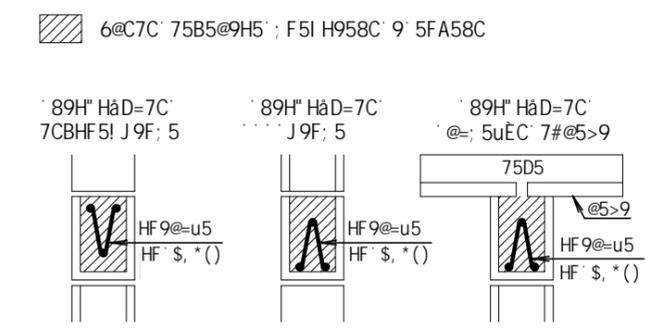
% :] UXU



&S :] UXU



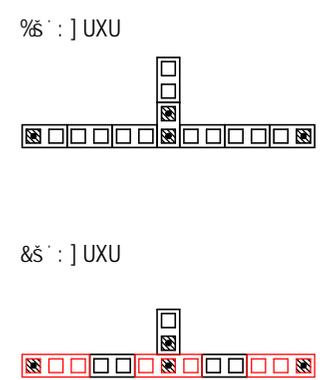
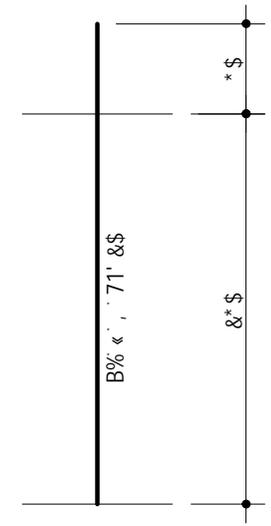
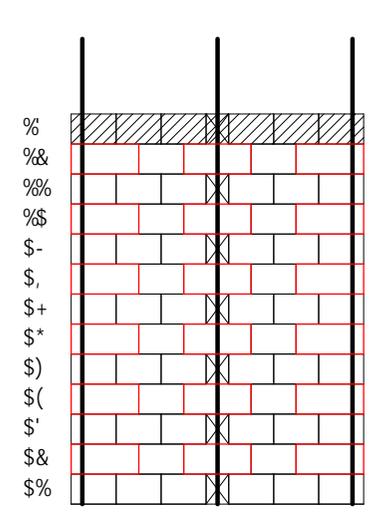
A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] f c' &' l' % (l' %	' ' &&\$
6' cWc' H' ((l' % (l' %	' ')
7UbU' YhU' % (l' % (l' %	' ' %+
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" %)
; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" &-
D] gclflgt' # ' F9G=GH4B7=5' A4B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' flZV_1' ' , \$\$' \$Z' Zd_1' ' (\$\$' \$Z' ZU1' ' * \$\$' \$Z' Z[_1' ' &\$\$ \$ \$ ' + U' ' ' flZV_1' ' %&\$\$ \$Z' Zd_1' ' ') (\$' \$Z' ZU1' ' , \$\$' \$Z' Z[_1' ' &) \$\$' \$ \$ ' (' U' ' ' flZV_1' ' % (\$ \$' \$Z' Zd_1' ' ' , (\$' \$Z' ZU1' ' %&\$\$ \$Z' Z[_1' ' &) \$\$' \$ \$ ' % U' ' ' flZV_1' ' % \$ \$' \$Z' Zd_1' ' % \$, \$' \$Z' ZU1' ' %) \$\$' \$Z' Z[_1' ' \$\$\$ \$ \$	



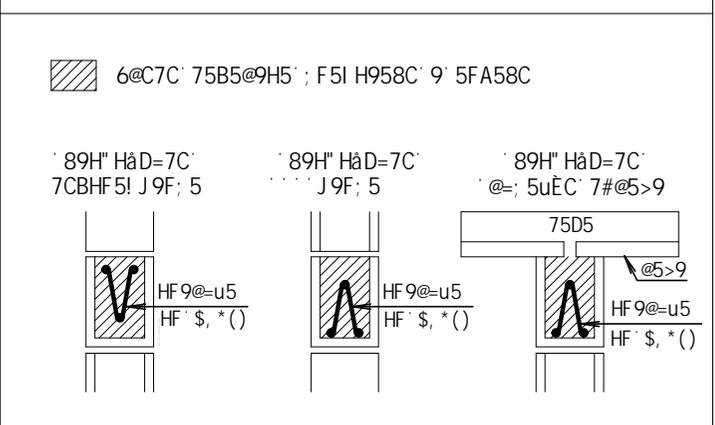
9ADF99B8=A9BHC	
98=: 47=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@	A5HF47i @5
>i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	\$ \$ & (') * \$
=BGH=HI =uEC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C'	: 9J # & \$ & (
' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uEC' H=DC' 9' 7C69FHI F5	&) # ((
D5F! % (+ ' 1 ' D5F! % +	

8ygn0e dfeXim]xc dcf jYfg~cUWUX::a]WUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfW]U`

D5F! %(- ' 1' D5F! %-)
 9G7" . ' %) \$



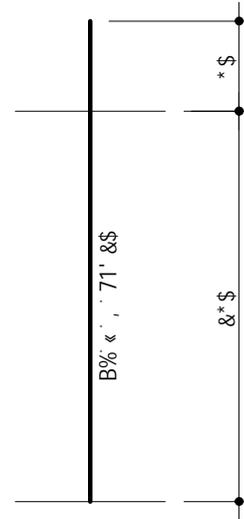
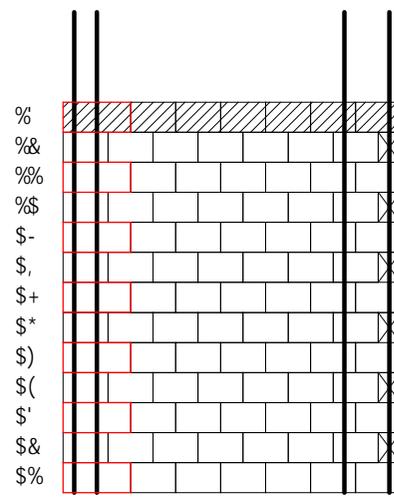
A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cV6'] bhY] fc' &- ' 1' %(- ' 1' %- 6' cV6' WUbU' YhU' &- ' 1' %(- ' 1' %-+&*
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$' \$) \$' \$' \$
D] gcflgt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' &\$\$' \$z' ' + ' U' ' - flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$z' ' (' U' ' * flZV_1' %(\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$z' ' %' U' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$z' ZU1' %' \$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$z'	



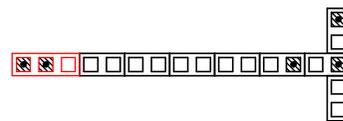
9ADF99B8=A9BHC	
98=: å7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGäJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFä7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %(- ' 1' D5F! %-)	DF5B7<5 &* #((

8ygn0e dfe xim]xc dcf j yfg~c uwux::aj wuz dfc] v] xc i gc wcaYfWU

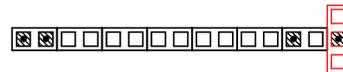
D5F! %) \$ ' 1' D5F! %) % 1' D5F! %- ' ' 1' D5F! %- (9G7" . ' %) \$



%& :] UXU

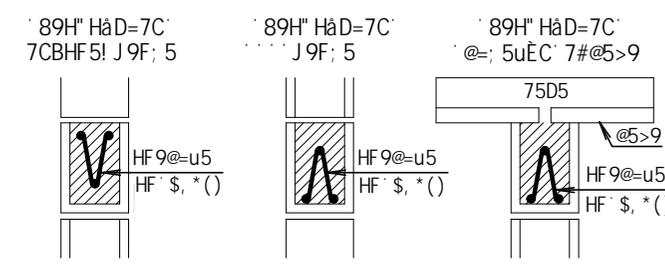


&\$:] UXU



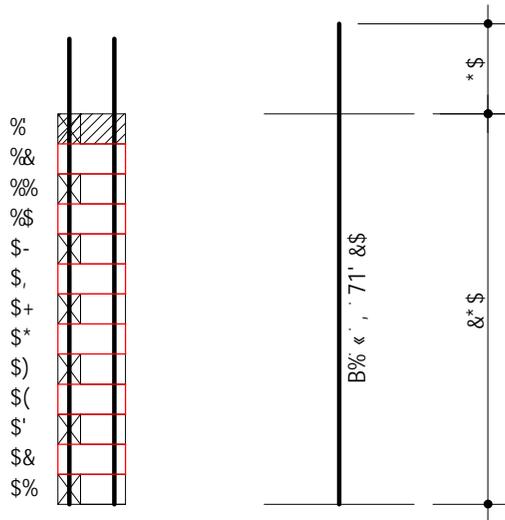
A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWk'] bhY] fc' &- ' l' % (' l' % 6' cWk' WUbU' YhU' &- ' l' % (' l' %-%*
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$* \$" \$()
D] gclgk' # ' F9G=GhB7=5' AaB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) ' flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' &\$\$' \$z' \$t ' + ' U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$t ' (' U' ' * flZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$t ' % ' U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' % \$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



9ADF99B8=A9BHC	
98=: a7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ 9@ >i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFã7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %) \$ ' 1' D5F! %) % 1' D5F! %- ' ' 1' D5F! %- (DF5B7<5 &+#((

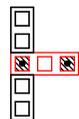
D5F! %) & ' 1' D5F! %) ' ' 1' D5F! %- % 1' D5F! %- &
 9G7" . ' %) \$



% :] UXU



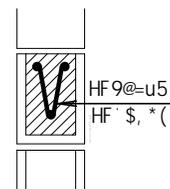
&š :] UXU



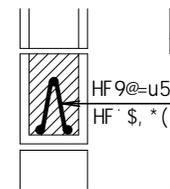
A5H9F=5=G' fl#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cWë'] bhY] f c' &- ' l' % (' l' %*
6' cWë' ' H' ((' l' % (' l' %*
6' cWë' ' WUbU' ' YhU' &- ' l' % (' l' %*
5f [UaUggU' ' Oa' Q	\$* \$*)
; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$* \$()
D] gçflgł' #' F9G=GhâB7=5' AâB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) flZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ('\$\$' \$Z' ZU1' ' *\$\$' \$Z' Z[_1' &\$\$' \$Ł + ' U' - flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1') ('\$\$' \$Z' ZU1' , \$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$' \$Ł (' U' * flZV_1' % ('\$\$' \$z' Zd_1' , ('\$\$' \$Z' ZU1' %&\$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$' \$Ł ' U' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$Z' ZU1' %) \$\$' \$Z' Z[_1' \$\$\$' \$Ł	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

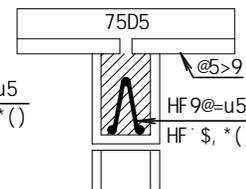
' 89H" HâD=7C'
7CBHF5! J 9F; 5



' 89H" HâD=7C'
..... J 9F; 5



' 89H" HâD=7C'
' @=; 5uËC' 7#@5>9



9ADF99B8=A9BHC

98=: â7=C' F 9G=89B7=5@

F9GDCBGâJ 9@

>ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC

A5HFâ7I @5

\$\$&(') * \$

=BGH=HI =uËC

I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C'
' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @

85H5

: 9J#&\$&(

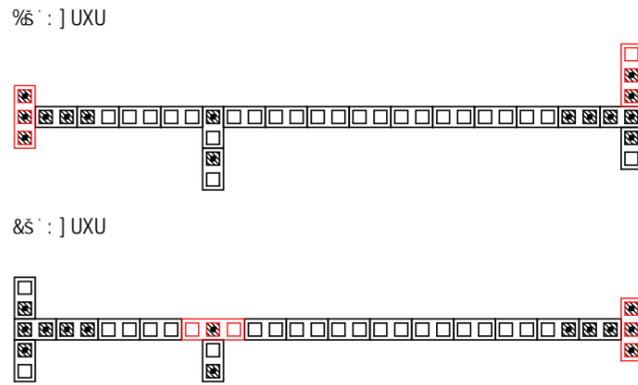
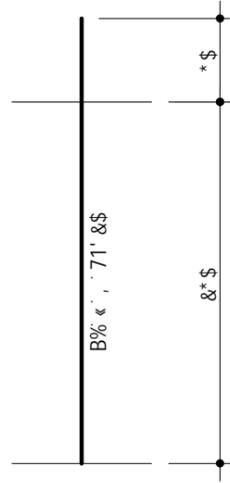
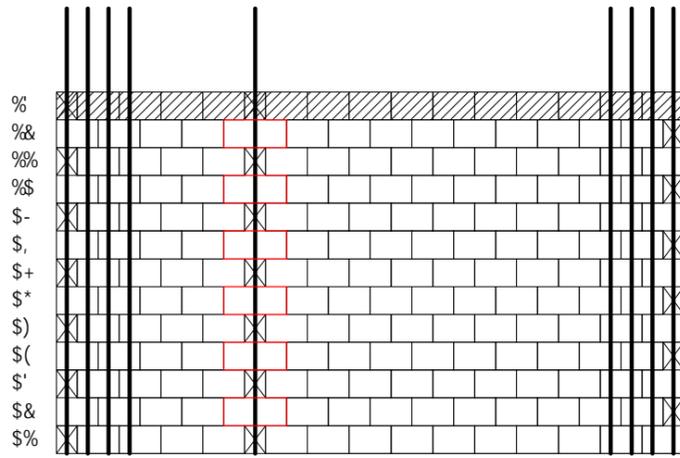
5GGI BHC

D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5
D5F! %) & ' 1' D5F! %) '
1' D5F! %- % 1' D5F! %- &

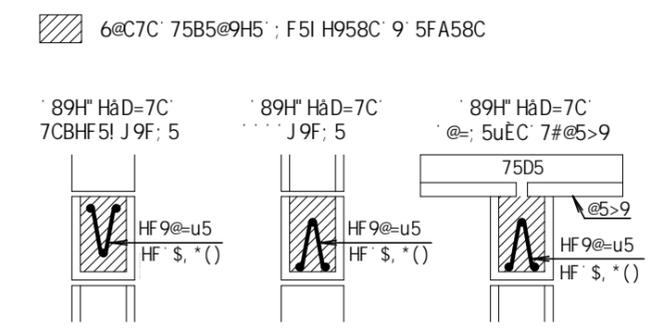
DF5B7<5

&, #((

D5F! %) (' 1' D5F! %)) ' 1' D5F! % - ' 1' D5F! %- \$
 9G7" . ' %) \$



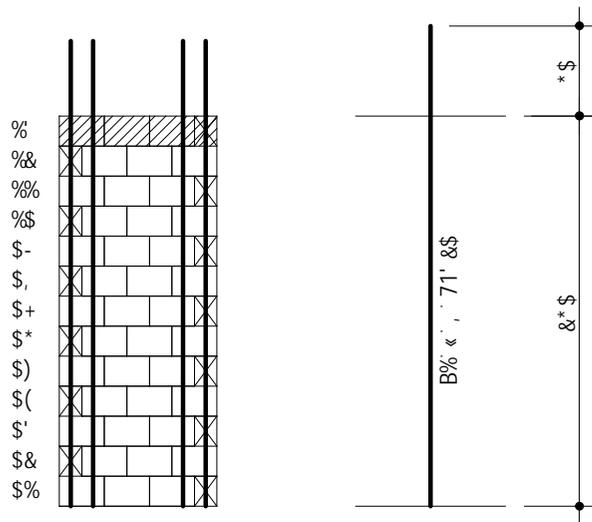
A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &- ' 1' % (' 1' % 6' cWc' H' ((1' % 7UbU' YhU' &- 1' % (1' %	... % + ... * ... % (
5f [UaUggU' ' Ca' Q ; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" %& \$" %&
D] gctflgt' # F9G=GhB7=5' AaB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$ U' %' flZV_1' ' , \$\$' \$Z' Zd_1' ' ('\$' \$Z' ZU1' ' * \$\$' \$Z' Z[_1' & \$\$\$ \$L ' + U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$Z' Zd_1' ') ('\$' \$Z' ZU1' ' , \$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$\$ \$L ' (U' ' * flZV_1' % ('\$' \$Z' Zd_1' ' , ('\$' \$Z' ZU1' %&\$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$\$ \$L ' % U' ' ' flZV_1' % \$\$\$' \$Z' Zd_1' % \$, '\$' \$Z' ZU1' %) \$\$\$' \$Z' Z[_1' \$\$\$' \$L	



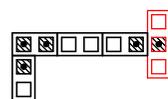
9ADF99B8=A9BHC	
98=: a7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	A5HFã7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uEC I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&&&(
5GGI BHC D5; =B5uEC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %) (' 1' D5F! %)) 1' D5F! % - ' 1' D5F! %- \$	DF5B7<5 &- # ((

WUŽ · dfc] V] Xc · i gc · WcaYfWJ U' ·
~c · UWX·:a] ·
· j · y · f · g ·
· d · c · f ·
· x · c ·
· x · i · m ·
· c ·
· c ·

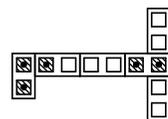
D5F! %) * ' 1' D5F! % ,
9G7" . ' %) \$



% :] UXU

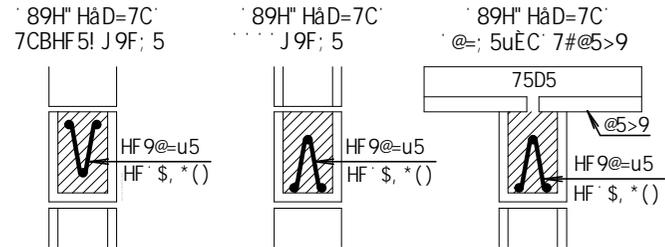


& s :] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWl'] bhY] fc' &- ' l' % (' l' % 7UbU' YhU' &- l' % (l' % &
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' ' Oa' Q	\$" \$&+ \$" \$* \$
D] gclgl' # ' F9G=GhB7=5' AaB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
% \$ ' U' %) ' flZV_1' ' , \$ \$ ' \$ z' Zd_1' ' (\$ \$ ' \$ z' ZU1' ' * \$ \$ ' \$ z' Z[_1' & \$ \$ \$ ' \$ t ' + ' U' ' - ' flZV_1' ' % & \$ \$ ' \$ z' Zd_1' ') (\$ ' \$ z' ZU1' ' , \$ \$ ' \$ z' Z[_1' &) \$ \$ ' \$ t ' (' U' ' * ' flZV_1' ' % (\$ \$ ' \$ z' Zd_1' ' , (\$ ' \$ z' ZU1' ' % & \$ \$ ' \$ z' Z[_1' &) \$ \$ ' \$ t ' % ' U' ' ' flZV_1' ' % \$ \$ ' \$ z' Zd_1' ' % \$, \$ ' \$ z' ZU1' ' %) \$ \$ ' \$ z' Z[_1' ' \$ \$ \$ ' \$ t	

6@c7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



9ADF99B8=A9BHC
98=: a7=C' F9G=89B7=5@

F9GDCBGaJ9@
>i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC

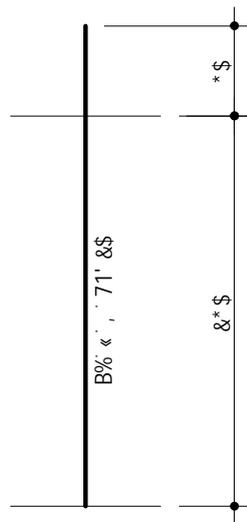
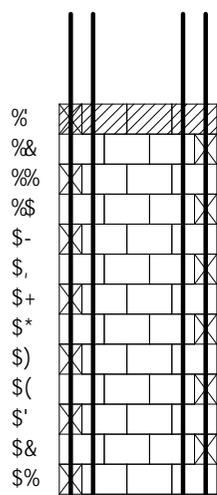
=BGH=HI =uEC
I B=J9FG=8589' : 989F5@ 8C'
' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @

5GGI BHC
D5; =B5uEC' H=DC' 9' 7C69FHI F5
D5F! %) * ' 1' D5F! % ,

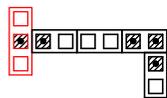
DF5B7<5
' \$#((

8YgmoAe dfeXimJxc dcf f 1 1 5F14f9~c UWX::a] WUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfWJU`

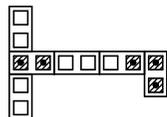
D5F! %) + ' 1' D5F! % +
9G7" . ' %) \$



%s :] UXU



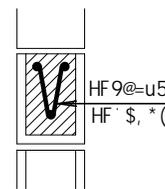
&s :] UXU



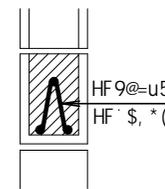
A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cW6'] bhY] fc' &- ' l' % (' l' % 7UbU' YhU' &- l' % (l' % &
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' ' Oa' Q	\$" \$&+ \$" \$* \$
D] gclglt' # ' F9G=GhB7=5' AaB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) ' fIZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' ('\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$t ' + ' U' ' - ' fIZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') ('\$' \$z' ZU1' ' , '\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t ' (' U' ' * ' fIZV_1' % ('\$\$' \$z' Zd_1' ' , ('\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t ' % ' U' ' ' fIZV_1' % '\$\$' \$z' Zd_1' %\$, '\$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

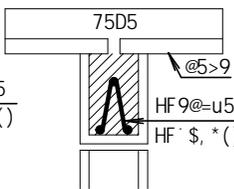
' 89H" HãD=7C'
7CBHF5! J 9F; 5



' 89H" HãD=7C'
..... J 9F; 5



' 89H" HãD=7C'
' @=; 5uËC' 7#>5>9



9ADF99B8=A9BHC

98=: å7=C' F 9G=89B7=5@

F9GDCBGãJ 9@

>ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC

A5HFã7I @5

\$\$&(') * \$

=BGH=HI =uËC

I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C'
' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @

85H5

: 9J #&\$&(

5GGI BHC

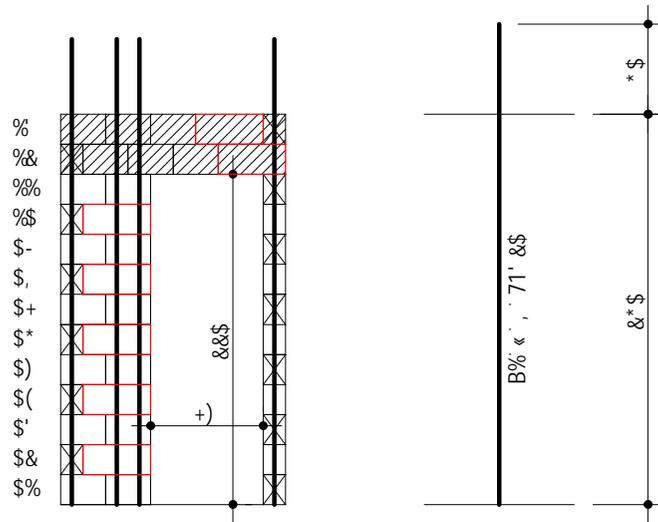
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5
D5F! %) + ' 1' D5F! % +

DF5B7<5

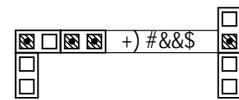
' %/# ((

D5F! %) , ' 1' D5F! %) - ' 1' D5F! %)) ' 1' D5F! %) *

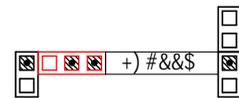
9G7" . ' %) \$



%& :] UXU

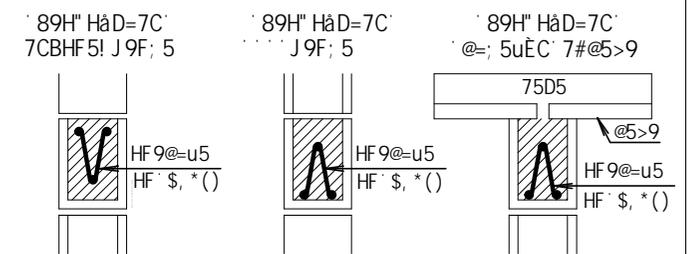


&\$:] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cV6'] bhY] fc' &- ' l' % (' l' % 6' cV6' H' ((' l' % (' l' % 7UbU' YhU' &- l' % (l' %%&),
dcfhU' ' +\$#&&\$' V&%
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" \$&& \$" \$),
D] gclgk' # F9G=GH&B7=5' A&B=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%&\$' U' %) ' flZV_1' , \$\$" \$z' Zd_1' ' (\$\$" \$z' ZU1' ' *\$\$" \$z' Z[_1' &\$\$"\$ \$L ' + U' ' - flZV_1' %&\$\$" \$z' Zd_1' ') (\$\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$L ' (' U' ' * flZV_1' %&\$\$" \$z' Zd_1' ' , (\$\$" \$z' ZU1' %&\$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$" \$L ' % U' ' flZV_1' %&\$\$" \$z' Zd_1' %&, \$\$" \$z' ZU1' %) \$\$" \$z' Z[_1' ' \$\$\$" \$L	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

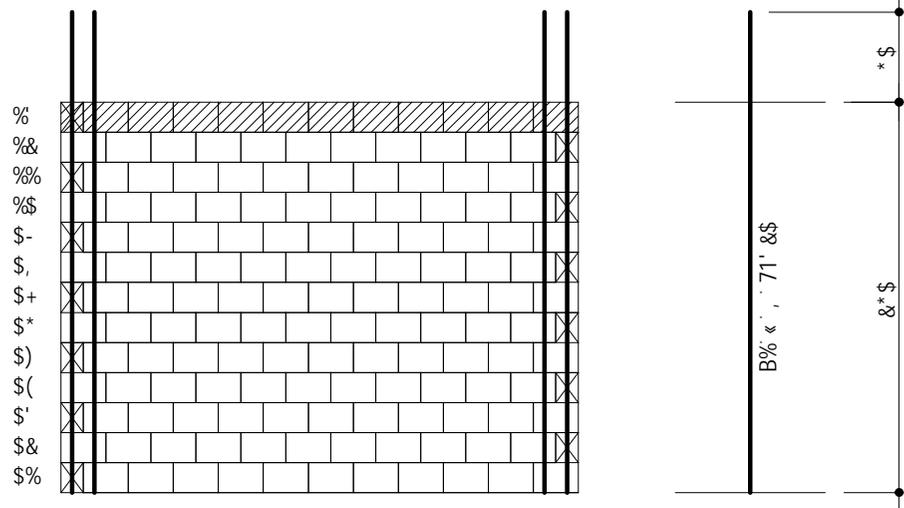


9ADF99B8=A9BHC

98=: &7=C' F 9G=89B7=5@

F9GD CBG&J 9@ >i @=C' N5D5FC@= ' N5BF CGGC	A5HF&7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =u&C I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$\$&(
5GGI BHC D5; =B5u&C' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %) , ' 1' D5F! %) - 1' D5F! %)) ' 1' D5F! %) *	' &#((

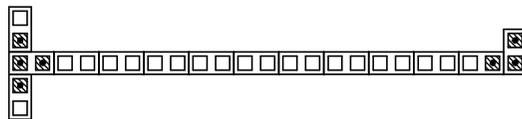
D5F! %* \$ ' 1' D5F! %* % 1' D5F! % ' ' 1' D5F! % (9G7" . ' %) \$



%& :] UXU

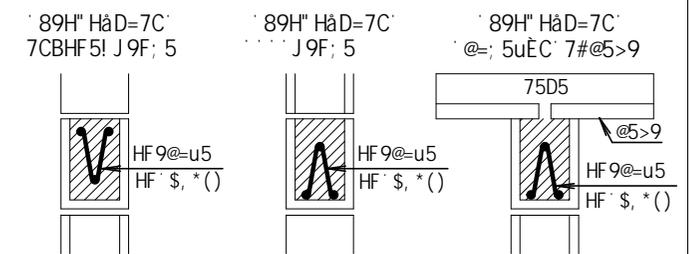


&\$:] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cWç'] bhY] f c' &-l % (l % 7UbU' YhU' &-l % (l %	· · %&% · · · %%
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; f Ui hY' ' ' Oa' Q	\$" %\$% \$" %+,
D] gçflgł # ' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xçg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) fIZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$' \$ł ' + ' U' ' ' fIZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$ł ' (' U' ' * fIZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$' \$ł ' % ' U' ' ' fIZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %& , \$' \$z' ZU1' %) \$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$ł	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



9ADF99B8=A9BHC

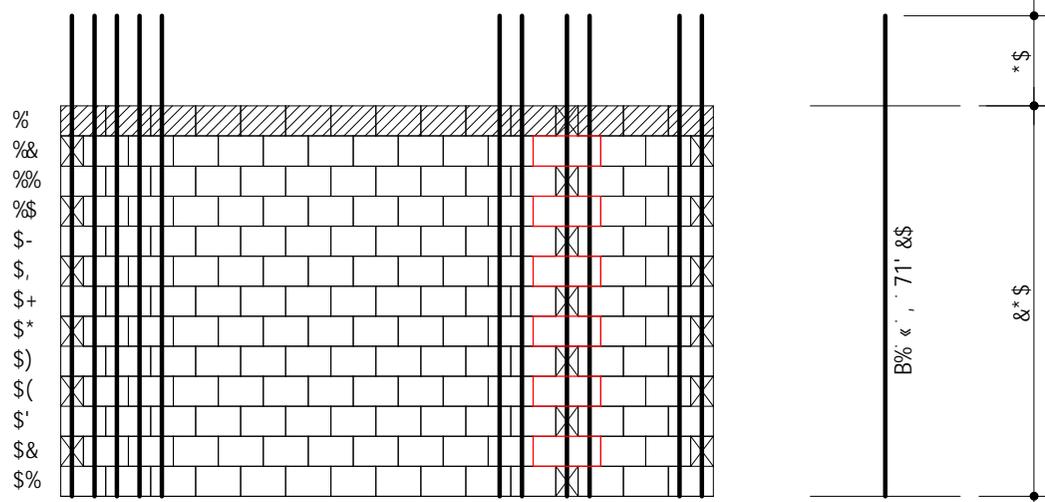
98=: å7=C' F 9G=89B7=5@

F9GDCBGäJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	A5HFä7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J #&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %* \$ ' 1' D5F! %* % 1' D5F! % ' ' 1' D5F! % (DF5B7<5 ' ' # ((

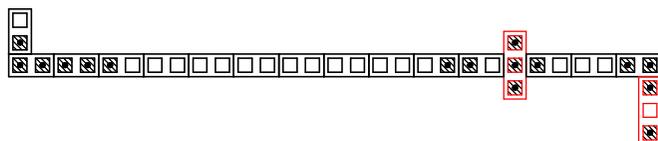
8YgMaCdfeximJxc dcf jYfgscUWUX:aJWUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfWU

D5F! %* & ' 1' D5F! % &

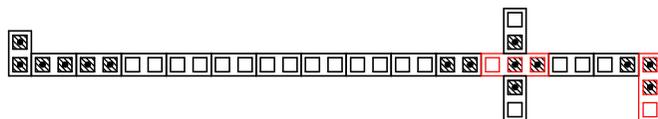
9G7" . ' %) \$



% :] UXU

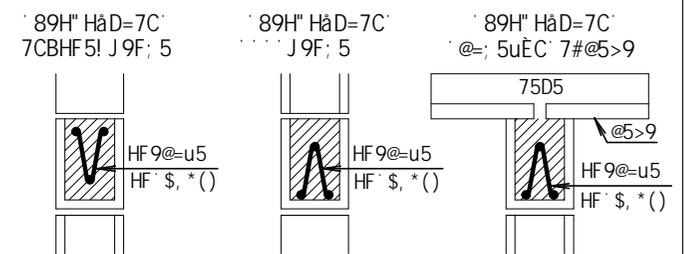


& :] UXU



A5H9F=5=G' f#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] f c' &-l%(l %	... % +
6' cWc' H' ((l%(l %	... *
7UbU' YhU' &-l%(l %	... &*
5f [UaUggU' ' Oa' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" ' (&
D] gcf]gt' # F9G=GHáB7=5' AáB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) fIZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' *\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$\$' \$t ' + U' ' - fIZV_1' %&\$\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$t ' (U' ' * fIZV_1' %(\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$\$' \$z' ZU1' %&\$\$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$t ' % U' ' ' fIZV_1' % \$\$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$\$' \$z' ZU1' % \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C

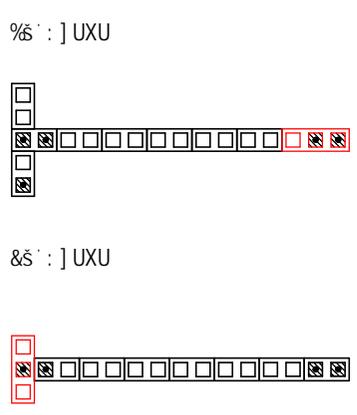
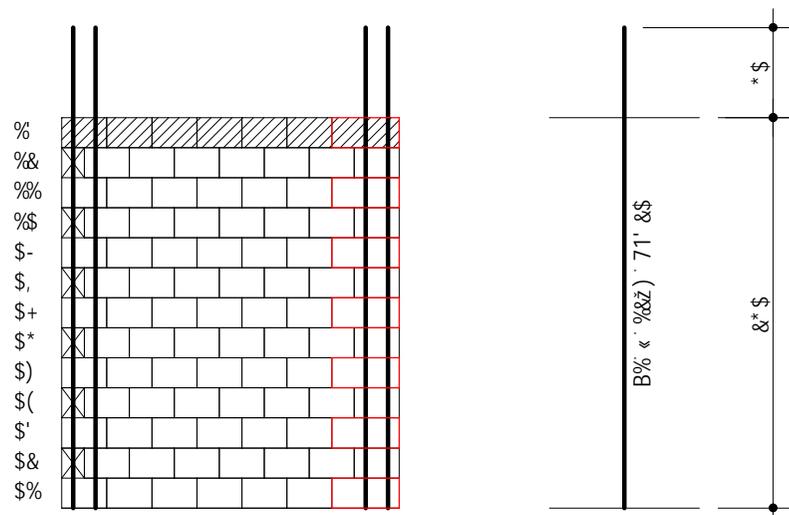


9ADF99B8=A9BHC

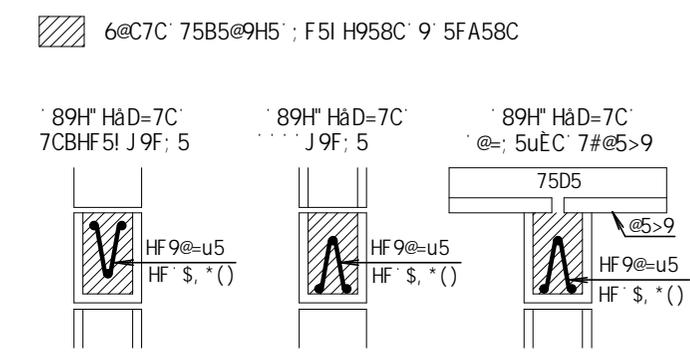
98=: á7=C' F9G=89B7=5@

F9GDcBGaJ9@	A5HFá7I @5
>i @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	\$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@ 8C'	: 9J#&\$\$(&
' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5	' (#((
D5F! %* & ' 1' D5F! % &	

D5F! %* (' 1' D5F! %*) ' 1' D5F! %+- ' 1' D5F! % \$
 9G7" . ' %) \$

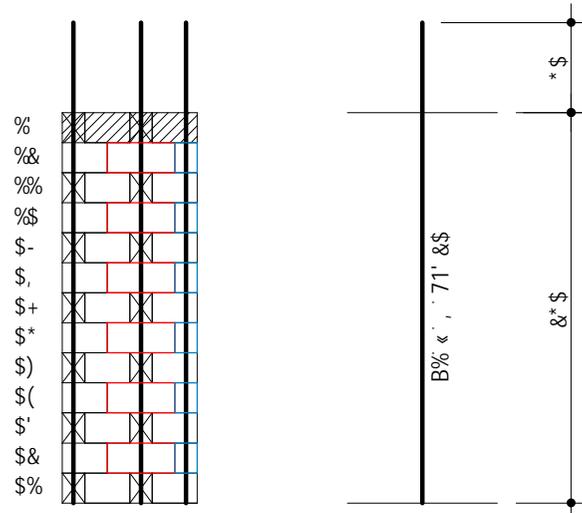


A5H9F=5=G' f#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cVč'] bhY] f c' &-l %l %++
6' cVč' H' ((l %l %*
7UbU' YhU' &-l %l %+
5f [UaUggU' ' Oa' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" ' (&
D] gçłgł' #' F9G=GHáB7=5' AáB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) fIZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' *\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$\$' \$ł	
' + U' ' - fIZV_1' %&\$\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &)' \$\$\$' \$ł	
' (U' ' * fIZV_1' %(\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$\$' \$z' Z[_1' &)' \$\$\$' \$ł	
' % U' ' ' fIZV_1' %' \$\$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$ł	



9ADF99B8=A9BHC	
98=: á7=C' F 9G=89B7=5@	
F9GDCBGâJ 9@ >ì @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	A5HFâ7l @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uĖC l B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' Gl @	85H5 : 9J #&\$\$&(')
5GGI BHC D5; =B5uĖC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %* (' 1' D5F! %*) ' 1' D5F! %+- ' 1' D5F! % \$	DF5B7<5 ' * # ((

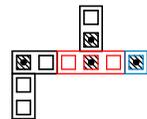
D5F! %* * ' 1' D5F! %* + ' 1' D5F! %++ ' 1' D5F! %+,
 9G7" . ' %) \$



%& :] UXU

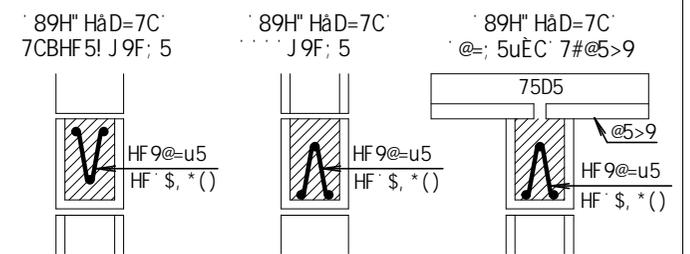


&\$:] UXU



A5H9F=5=G' f#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cWç] bhY] fç' &-l%(l %	...%
6' cWç' H' ((l%(l %	...*
AY]ç' V' cWç' %(l%(l %	...*
7UbU' YhU' &-l%(l %	...&
5f [UaUggU' ' Oa' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" ' (&
D] gçflçł' #' F9G=GHâB7=5' AâB=A5' Xçg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) ' fIZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' *\$\$' \$z' Z[_1' &\$\$' \$ł ' + U' ' ' fIZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &)\$\$' \$ł ' (U' ' * fIZV_1' %(\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &)\$\$' \$ł ' % U' ' ' fIZV_1' %' \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$z' ZU1' %) \$\$' \$z' Z[_1' '\$\$\$' \$ł	

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



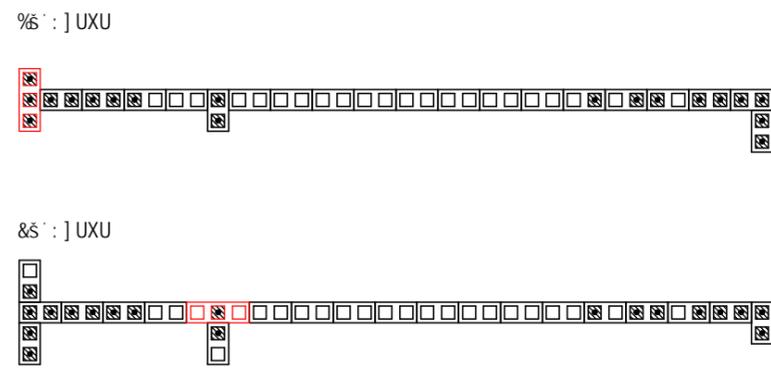
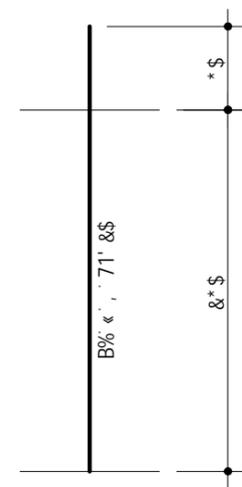
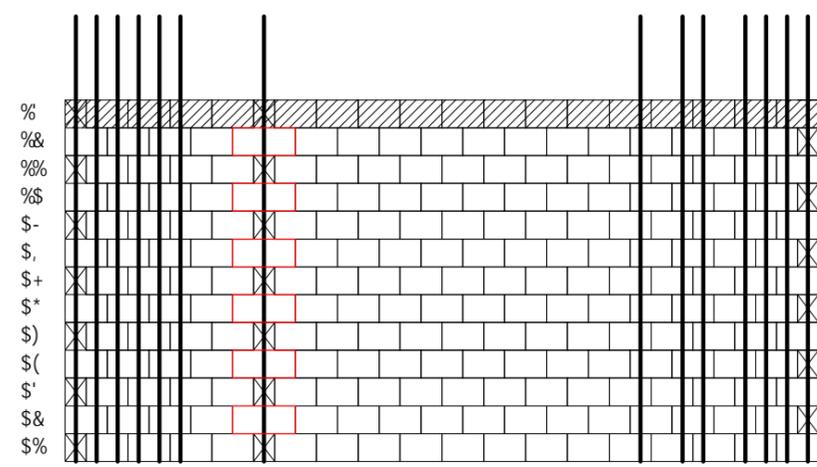
9ADF99B8=A9BHC

98=: â7=C' F 9G=89B7=5@

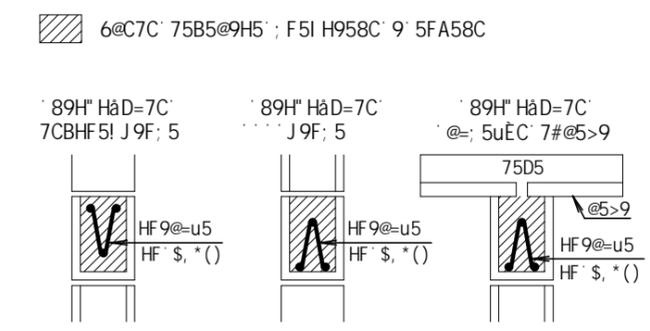
F9GDCBGâJ 9@	A5HFâ7I @5
>i @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	\$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC	85H5
I B=J 9FG=8589' : 989F5@ 8C'	: 9J#&\$&(&
' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5	' +#((
D5F! %* * ' 1' D5F! %* +'	
1' D5F! %++ ' 1' D5F! %+,	

8YgVbAe dF cxiMjXc dcf Yifg cCWUX.:a] WUž . dfc]V] Xc i gc WcaYfWU

D5F! %* , ' 1' D5F! %+*
 9G7" . ' %) \$



A5H9F=5=G' fl#d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6' cVc'] bhY] f c' &-l %\l %	... % %
6' cVc' ' H' ((l %\l %	... * %
7UbU' YhU' &-l %\l %	... %+
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" ' (&
D] gçflgł' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' : flZV_1' ' , \$\$' \$Z' Zd_1' ' ('\$' \$Z' ZU1' ' * \$\$' \$Z' Z[_1' &\$\$ \$' \$ł ' + ' U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$Z' Zd_1' ') ('\$' \$Z' ZU1' ' , \$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$' \$ł ' (' U' ' * ' flZV_1' % ('\$' \$Z' Zd_1' ' , ('\$' \$Z' ZU1' %&\$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$' \$ł ' % ' U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$Z' Zd_1' % \$, \$' \$Z' ZU1' %) \$\$' \$Z' Z[_1' ' \$\$\$' \$ł	

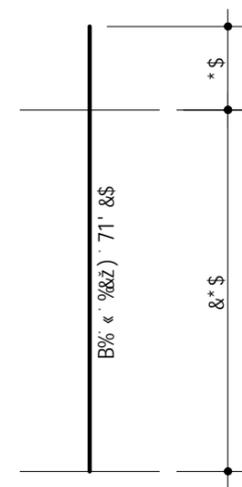
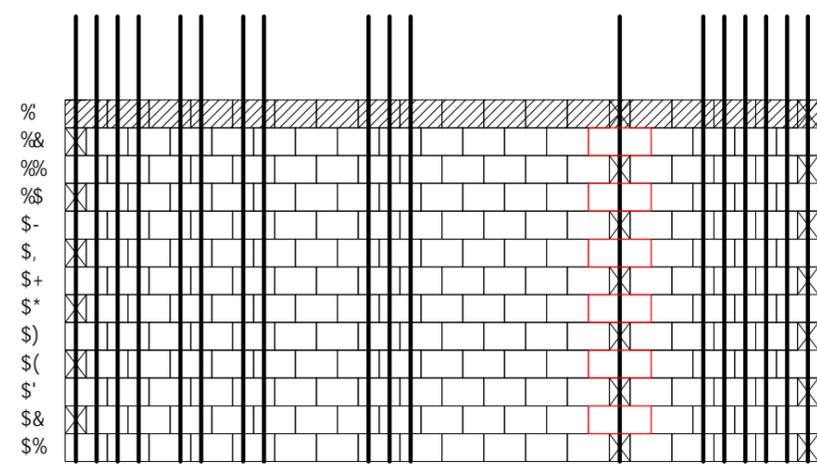


9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@	A5HFä7i @5
>i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	\$ \$&(') * \$
=BGH=HI =uËC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	: 9J #&\$&(&
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5	' , #((
D5F! %* , ' 1' D5F! %+*	

8YgVbAc df eximjxc dcf yrfc WUX.:a] WUž· dfc]V] Xc· i gc· WcaYfWU·

D5F! %* - ' 1' D5F! %t)

9G7" . ' %) \$



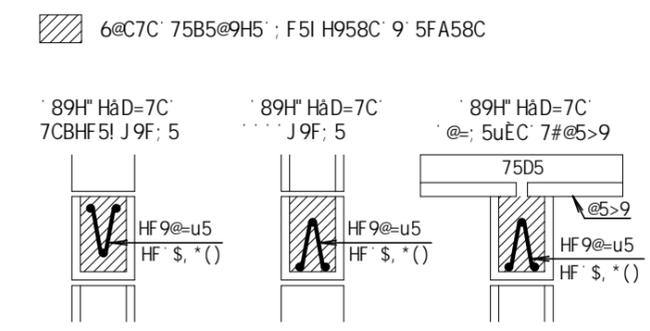
%s :] UXU



&s :] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gct	Ei Ubh] XUXY
6' cVc']bhY] fc' &-l %\1 %	· · % %
6' cVc' ' H' ((1 %\1 %	· · · · *
7UbU' YhU' &-l %\1 %	· · · %t
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" ' (&
D] gcf]gt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' : flZV_1' ' , \$\$' \$z' Zd_1' ' ('\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$t ' + ' U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') ('\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t ' (' U' ' * flZV_1' % ('\$\$' \$z' Zd_1' ' , ('\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t ' % U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' % \$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t	

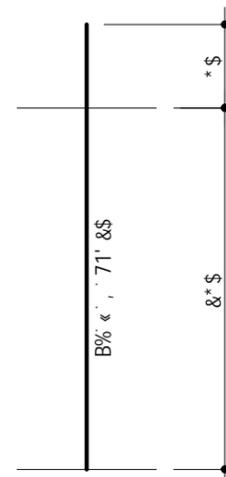
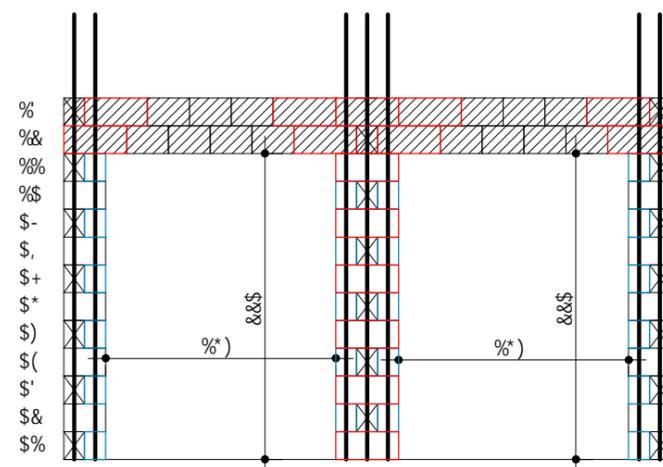


9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@	A5HFä7i @5
>i @=C' N5D5FC@= ' N5BFCGGC	\$ \$ & (') * \$
=BGH=HI =uËC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C'	: 9J # & \$ & (
' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5	' - # ((
D5F! %* - ' 1' D5F! %t)	

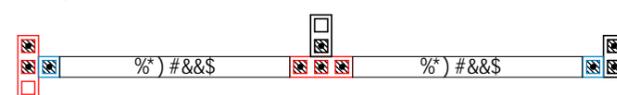
WUŽ . . %) \$
9G7" . . %) \$
D5F! %+\$

D5F! %+\$

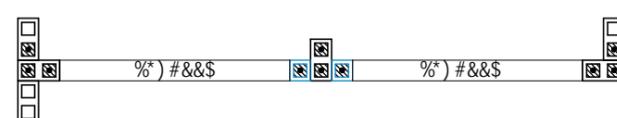
9G7" . . %) \$



% :] UXU



&\$:] UXU

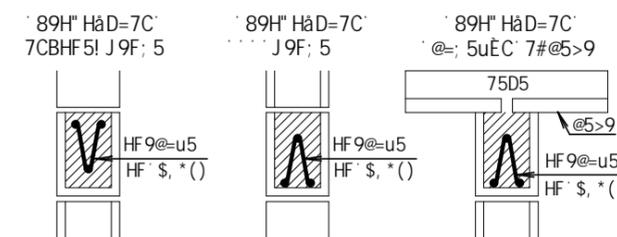


A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] f c' &-l % (l %	... %\$
6' cWc' H' (l % (l %	... *
AY] c' V' cWc' % (l % (l %	... &&
7UbU' YhU' &-l % (l %	... &
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" (&

D] gclglt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q

%\$' U' %' : flZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$t
' + ' U' ' - ' flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t
' (' U' ' * ' flZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t
' % ' U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t

6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



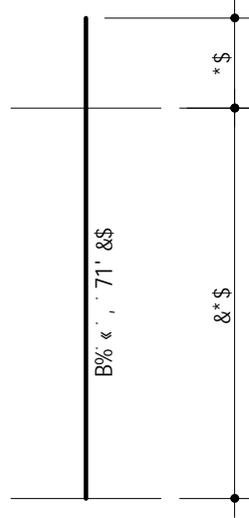
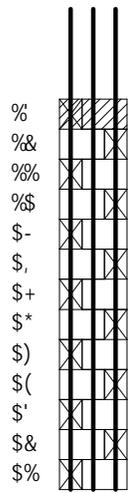
9ADF99B8=A9BHC

98=: ä7=C' F9G=89B7=5@

F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	A5HFä7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&&(&
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %+\$	DF5B7<5 (\$#((

8YgMa c d f e x i m j x c d c f j r f g e u w x . a j w u z . d f c j v j x c i g c w c a y f w j u

D5F! %+%
9G7" . ' %) \$



%& :] UXU

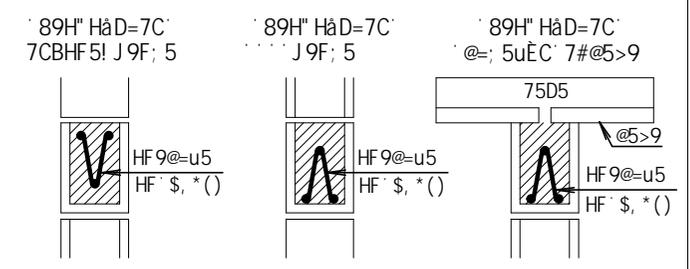


&\$:] UXU



A5H9F=5=G' fI#d] gçŁ	Ei Ubh] XUXY
6' cWŁ'] bhY] f c' &-l %l % 7UbU' YhU' &-l %l %	... % ... %
5f [UaUggU' ' Oa' Q ; fUi hY' ' ' Oa' Q	\$" %&) \$" ' (&
D] gçflgt' # ' F9G=GHáB7=5' AáB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %) fIZV_1' ' , \$\$" \$z' Zd_1' ' ("\$" \$z' ZU1' ' * \$\$" \$z' Z[_1' & \$\$\$" \$Ł ' + ' U' ' - ' fIZV_1' '%&\$\$" \$z' Zd_1' ') ("\$" \$z' ZU1' ' , \$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$\$" \$Ł ' (' U' ' * ' fIZV_1' '% (\$" \$z' Zd_1' ' , ("\$" \$z' ZU1' '%&\$\$" \$z' Z[_1' &) \$\$\$" \$Ł ' % ' U' ' ' fIZV_1' '% \$\$\$" \$z' Zd_1' '% \$, "\$" \$z' ZU1' '% \$\$\$" \$z' Z[_1' ' \$\$\$" \$Ł	

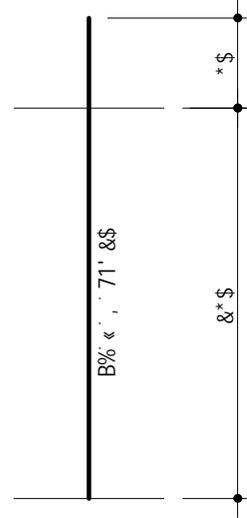
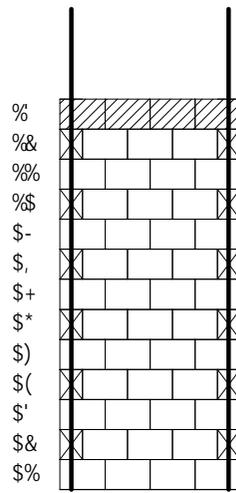
 6@C7C' 75B5@9H5' ; F5I H958C' 9' 5FA58C



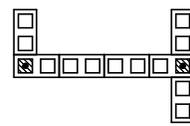
9ADF99B8=A9BHC	
98=: á7=C' F9G=89B7=5@	
F9GD CBGâJ9@ >i @=C' N5D5FC@=' N5BFCGGC	A5HFâ7I @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uĖC I B=J9FG=8589' : 989F5@ 8C' ' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$&(&
5GGI BHC D5; =B5uĖC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %+%	DF5B7<5 (%â# ((

8ygn0e dfeXim]xc dcf j rfg-c UWUX..a]WUž·dfc]V]Xc·igc·WcaYfW]U`

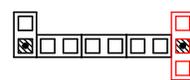
D5F! %+&
9G7" . %) \$



%š :] UXU



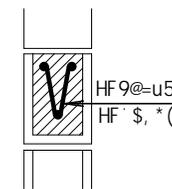
&š :] UXU



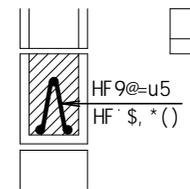
A5H9F=5=G` f #d] gçł	Ei Ubh] XUXY
6` cWç`] bhY] fç` &-l %(! % 7UbU` YhU` &-l %(! %	· · · (& · · · · (
5f [UaUggU` ` Oa' Q ; fUi hY` ` ` Oa' Q	\$" %& \$" ' (&
D] gçflçł` #` F9G=GHäB7=5` AäB=A5` Xcg` A5H9F=5=G` OhZ#a&Q	
%š` U` %` fIZV_1` ` , \$\$" \$z` Zd_1` ` (\$\$" \$z` ZU1` ` *\$\$" \$z` Z[_1` &\$\$\$" \$ł ` +` U` ` fIZV_1` %&\$\$\$" \$z` Zd_1` `) (\$\$" \$z` ZU1` ` , \$\$" \$z` Z[_1` &) \$\$\$" \$ł ` (U` ` *` fIZV_1` %(\$\$" \$z` Zd_1` ` , (\$\$" \$z` ZU1` %&\$\$\$" \$z` Z[_1` &) \$\$\$" \$ł ` %` U` ` fIZV_1` %` \$\$" \$z` Zd_1` %š, \$\$" \$z` ZU1` % \$\$\$" \$z` Z[_1` \$\$\$" \$ł	

6@C7C` 75B5@9H5` ; F5I H958C` 9` 5FA58C

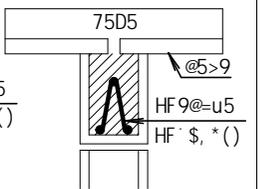
89H" Häd=7C`
7CBHF5! J 9F; 5



89H" Häd=7C`
· · · · J 9F; 5



89H" Häd=7C`
@=; 5uËC` 7#>5>9



9ADF99B8=A9BHC

98=: å7=C` F 9G=89B7=5@

F9GDCBGäJ 9@

>ì @=C` N5D5FC@= ` N5BFCGGC

A5HFä7I @5

\$\$&(') * \$

=BGH=HI =uËC

I B=J 9FG=8589` : 989F5@` 8C`
` ` F=C` ; F5B89` 8C` GI @

85H5

: 9J #&\$\$&(

5GGI BHC

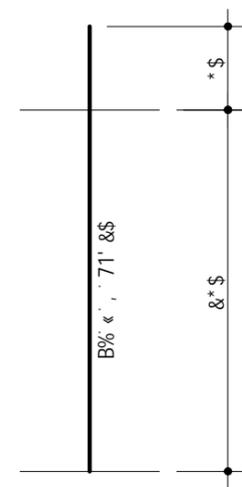
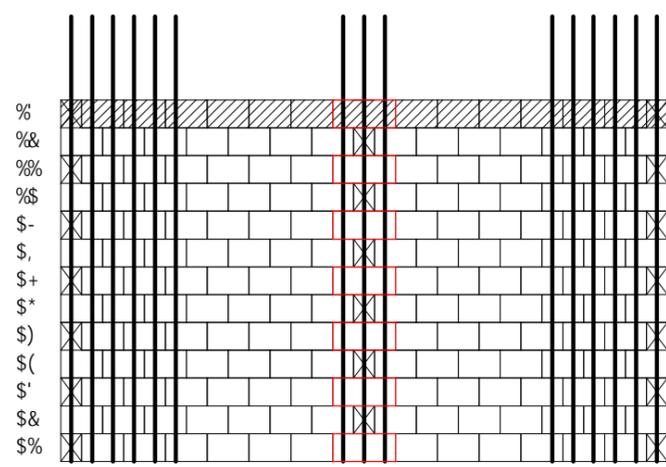
D5; =B5uËC` H=DC` 9` 7C69FHI F5
D5F! %+&

DF5B7<5

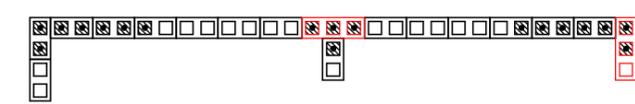
(&#((

8YgMba c df cximjxc dcf j yfg c UWX..a] WUž . dfc] V] Xc i gc WcaYf WU

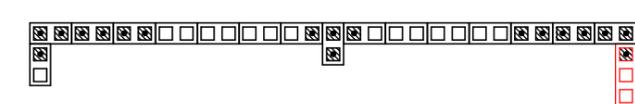
D5F! %t'
9G7" . %) \$



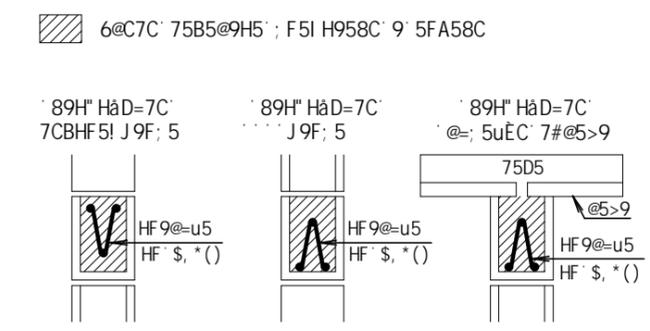
% :] UXU



&\$:] UXU



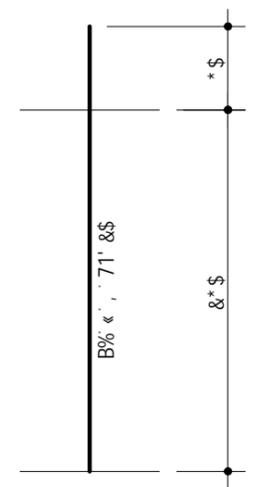
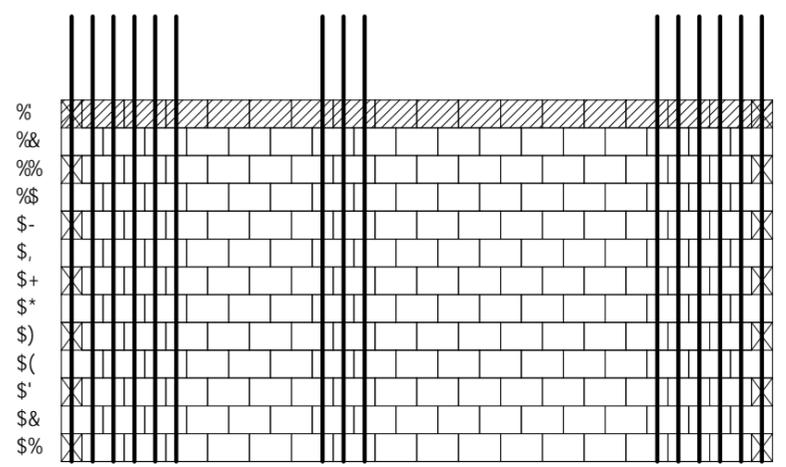
A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &-l %\l %	... % *
6' cWc' H' ((l %\l %	... *
7UbU' YhU' &-l %\l %	... %
5f [UaUggU' ' Ca' Q	\$" %&)
; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" ' (&
D] gclglt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%\$' U' %' : flZV_1' , \$\$' \$z' Zd_1' ' (\$\$' \$z' ZU1' ' * \$\$' \$z' Z[_1' & \$\$\$' \$t '+ U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$z' Zd_1' ') (\$' \$z' ZU1' ' , \$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t ' (' U' ' * flZV_1' % (\$\$' \$z' Zd_1' ' , (\$' \$z' ZU1' %&\$\$' \$z' Z[_1' &) \$\$\$' \$t ' % U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$z' Zd_1' %\$, \$' \$z' ZU1' %) \$\$\$' \$z' Z[_1' ' \$\$\$' \$t	



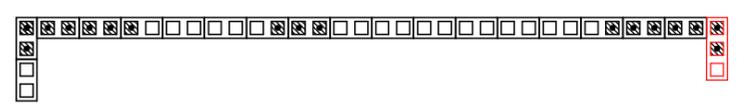
9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@	A5HFä7l @5
>i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	\$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC	85H5
I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' Gl @	: 9J #&\$\$&(
5GGI BHC	DF5B7<5
D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %t'	(' #((

8YgVbAe df eximjxc dcf jmg-c UWUX..a] WUž· dfc]V] Xc· i gc· WcaYfWU·

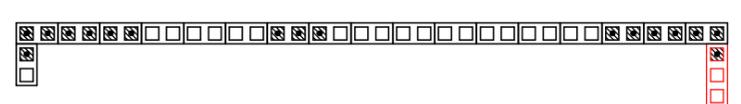
D5F! %+(
9G7" . ' % &)



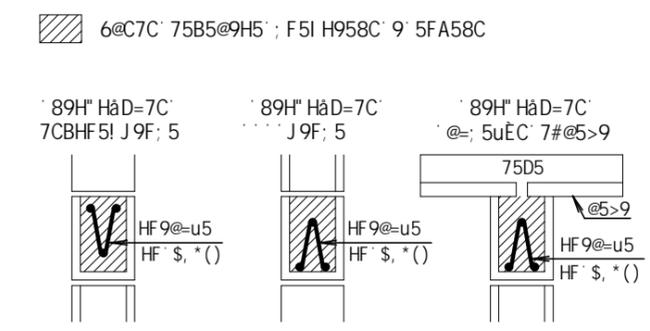
%& :] UXU



&S' :] UXU



A5H9F=5=G' fl#d] gcl	Ei Ubh] XUXY
6' cWc'] bhY] fc' &-l %\l % 7UbU' YhU' &-l %\l %	... % ... %
5f [UaUggU' ' Ca' Q ; fUi hY' ' ' Ca' Q	\$" %& \$*' (&
D] gcf]gt' #' F9G=GHäB7=5' AäB=A5' Xcg' A5H9F=5=G' OhZ#a&Q	
%S' U' %' flZV_1' , \$\$' \$Z' Zd_1' ' (\$\$' \$Z' ZU1' ' * \$\$' \$Z' Z[_1' &\$\$S' \$L ' + ' U' ' ' flZV_1' %&\$\$' \$Z' Zd_1' ') (\$' \$Z' ZU1' ' , \$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$' \$L ' (' U' ' * ' flZV_1' %(\$\$' \$Z' Zd_1' ' , (\$' \$Z' ZU1' %&\$\$' \$Z' Z[_1' &) \$\$' \$L ' % U' ' ' flZV_1' % \$\$' \$Z' Zd_1' %S, \$' \$Z' ZU1' %) \$\$' \$Z' Z[_1' ' \$\$\$' \$L	



9ADF99B8=A9BHC	
98=: ä7=C' F9G=89B7=5@	
F9GDCBGaJ9@ >i @=C' N5D5FC@= N5BFCGGC	A5HFä7i @5 \$\$&(') * \$
=BGH=HI =uËC I B=J9FG=8589' : 989F5@' 8C' ' F=C' ; F5B89' 8C' GI @	85H5 : 9J#&\$\$&(
5GGI BHC D5; =B5uËC' H=DC' 9' 7C69FHI F5 D5F! %+(DF5B7<5 ((#((

APÊNDICE C – Relatório de Estabilidade Global

 Cálculo dos parâmetros de estabilidade global do pórtico

T Q S N G E V23.10.62 13/11/23 11:12:26
 C:\TQS\TESTE TCC\ESPACIAL
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SU
 AV PAULO GAMA, 110 5° ANDAR FARROUPILHA

Projeto 1
 Pórtico 'CAD/Alvest - Modelo Estimado'
 'CAD/Alvest - Modelo Estimado'

Informações de cálculo

=====

Caso de carga vertical	1
==>> 'Todas permanentes e acidentais dos pavimentos'	
Caso vertical tem carga acidental reduzida	Não
Majorador de cargas verticais GamaF/GamaF3.....	1.27
Majorador de cargas horizontais GamaF/GamaF3.....	1.27
Coeficiente de não linearidade física	1.00
Módulo de elasticidade (Alv12).....	192000.00
Tipo de módulo de elasticidade usado	Secante+10%
Correção no GamaZ para transferência de esforços..	0.95
Norma para cálculo de imperfeições globais	NBR-6118:2014
1/Ângulo mínimo p/desaprumo preponderante	300.00
Número de prumadas p/cálculo de Tetal	1
Considerar deslocamento horiz das cargas verticais	Sim
Fator de redução dos desloc horiz por peso próprio	0.50
Fator de redução dos desloc horiz por carga perm..	0.75
Coeficiente p/classificar estrutura deslocável ...	FAVt
Valor de referência de estrutura deslocável.....	1.10
Valor de referência de Alfa	0.60
Número mínimo de pisos no edifício p/aplicar GamaZ	4
Cota final	32.40
Cota inicial	0.00

Casos de carregamento horizontal

=====

Caso	Prefixo	Título
5	VENT1	Vento (1) 90°
6	VENT2	Vento (2) 270°
7	VENT3	Vento (3) 0°
8	VENT4	Vento (4) 180°

Combinações de ELU para vigas e lajes

=====

Caso	Prefixo	Título
11		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT1
12		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2
13		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT3
14		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT4
15		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT1
16		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT2
17		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT3
18		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT4

Combinações de ELU para pilares e fundações

=====

Caso	Prefixo	Título
11		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT1
12		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2
13		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT3
14		ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT4

15 ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT1
 16 ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT2
 17 ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT3
 18 ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT4

Legenda para as tabelas de parâmetros de instabilidade

Legenda	Valor
Caso	Caso simples de vento ou combinação
Ang	Ângulo de vento (graus)
CTot	Somatória de cargas verticais (tf - característico)
M2	Momento de 2a ordem das cargas verticais (tfm - característico)
CHor	Cargas horizontais (tf - característico)
M1	Momento de 1a ordem das cargas horizontais (tfm - característico)
Mig	Momento de desaprumo por imperfeições globais (tfm - característico)
GamaZ	Coeficiente de avaliação da importância dos esforços de 2a ordem globais para estruturas reticuladas com pelo menos 4 andares. (1/(1-M2/M1*GamaF/GamaF3))
FAVt	Fator de amplificação de esforços horizontais (vento) de 1a ordem para consideração simplificada de esforços de 2a ordem. Calculado como GamaZ, mas leva em consideração o deslocamento horizontal das cargas verticais.
MultH	Multiplicador de esforços horizontais derivado de FAVt
Alfa	Parâmetro de instabilidade para estrutura reticulada simétrica
Obs	Observações (A/B/C..). Quando definidas, ver significado a seguir.
RM2M1	Relação 1+(M2/M1*GamaF/GamaF3) p/cálculo por P-Delta

Parâmetro de estabilidade (GamaZ) para os carregamentos simples de vento

Caso	Ang	CTot	M2	CHor	M1	Mig	GamaZ	Alfa	Obs
5	90.	3898.3	84.7	157.7	2892.8	120.1	1.039	0.504	
6	270.	3898.3	84.7	157.7	2892.8	120.1	1.039	0.504	
7	0.	3898.3	28.5	98.8	1812.5	120.1	1.020	0.369	
8	180.	3898.3	28.5	98.8	1812.5	120.1	1.020	0.369	

Parâmetro de estabilidade (FAVt) para combinações de ELU - vigas e lajes

Caso	Ang	CTot	M2	CHor	M1	MultH	FAVt	Alfa	Obs
11	90.	3898.3	50.8	94.6	1735.7	1.000	1.039	0.504	
12	270.	3898.3	50.8	94.6	1735.7	1.000	1.039	0.504	
13	0.	3898.3	17.1	59.3	1087.5	1.000	1.020	0.369	
14	180.	3898.3	17.1	59.3	1087.5	1.000	1.020	0.369	
15	90.	3898.3	84.7	157.7	2892.8	1.000	1.039	0.504	
16	270.	3898.3	84.7	157.7	2892.8	1.000	1.039	0.504	
17	0.	3898.3	28.5	98.8	1812.5	1.000	1.020	0.369	
18	180.	3898.3	28.5	98.8	1812.5	1.000	1.020	0.369	

Parâmetro de estabilidade (FAVt) para combinações de ELU - pilares e fundações

Caso	Ang	CTot	M2	CHor	M1	MultH	FAVt	Alfa	Obs
11	90.	3898.3	50.8	94.6	1735.7	1.000	1.039	0.504	
12	270.	3898.3	50.8	94.6	1735.7	1.000	1.039	0.504	
13	0.	3898.3	17.1	59.3	1087.5	1.000	1.020	0.369	
14	180.	3898.3	17.1	59.3	1087.5	1.000	1.020	0.369	
15	90.	3898.3	84.7	157.7	2892.8	1.000	1.039	0.504	
16	270.	3898.3	84.7	157.7	2892.8	1.000	1.039	0.504	
17	0.	3898.3	28.5	98.8	1812.5	1.000	1.020	0.369	
18	180.	3898.3	28.5	98.8	1812.5	1.000	1.020	0.369	

Observações IMPORTANTES

Para efeito de verificação da capacidade de rotação dos elementos estruturais, este edifício será considerado indeslocável.

Notas

=====

Embora o sistema permita controlar a transferência ou não de esforços e o uso ou não dos parâmetros de estabilidade para majorar os esforços horizontais, recomendamos que os esforços solicitantes com vento sejam sempre transferidos para dimensionamento e detalhamento, majorados se necessário conforme o cálculo dos parâmetros de estabilidade ou por processo P-Delta.

Sugerimos a majoração automática dos esforços horizontais pelo GamaZ para valores de GamaZ entre 1.1 e 1.3, e somente para edificações com 4 pisos ou mais. Edificações com menos de 4 pisos podem ser analisada pelo parâmetro Alfa, desde que sejam simétricas. Em qualquer outro caso os parâmetros mostrados aqui não tem precisão e os efeitos de segunda ordem deverão ser analisados por um processo mais refinado, como P-Delta.

O carregamento vertical usado para cálculo de momentos de segunda ordem é composto de todas as cargas verticais permanentes e acidentais, possivelmente com redução de sobrecargas. Isto vale tanto para os casos simples quanto para as combinações.

Nas combinações são considerados os deslocamentos horizontais provocados pelas cargas verticais, mas somente de maneira desfavorável. Os GamaZ obtidos nos casos de vento simples servem como um valor mínimo.

Verificações em ELS

=====

Caso	Prefixo	Título
5		.30VENT1
6		.30VENT2
7		.30VENT3
8		.30VENT4

Valores máximos permitidos de deslocamento

=====

Horizontal absoluto	:	H/1700.
Altura do edifício	:	H= 32.40m
Horizontal entre pavimentos	:	Hi/850.

Legenda para a tabela de deslocamentos máximos

=====

Legenda	Valor
Caso	Caso de carregamento de ELS
DeslH	Máximo deslocamento horizontal absoluto (cm)
Relat1	Valor relativo à altura total do edifício
Piso	Piso de deslocamento máximo relativo
DeslHp	Máximo deslocamento horizontal entre pisos (cm)
Relat3	Valor relativo ao pé-direito do pavimento
Obs	Observações (A/B/C..). Quando definidas, ver significado a seguir.

Deslocamentos máximos

=====

Caso	DeslH	Relat1	Obs
5	1.48	H/2194.	D
6	1.48	H/2194.	
7	0.50	H/6529.	
8	0.50	H/6529.	

Deslocamentos máximos entre pisos

```
=====
Caso  Piso    DeslHp  Relat3      Obs
  5     -1      0.00    Hi/0.
  6     -1      0.00    Hi/0.
  7     -1      0.00    Hi/0.
  8     -1      0.00    Hi/0.
```

Observações IMPORTANTES
=====

Observações para os casos com Obs="D":
Caso de carregamento com deslocamento absoluto máximo