

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTE- MAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO AR- MADO

ANA PATRÍCIA TEIXEIRA MENDES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS

Orientador: Professor Doutor Nelson Vila Pouca

Coorientador: Professor Doutor Xavier Romão

JULHO DE 2021

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2020/2021

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2020/2021 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2021*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais

Existirá alguém tão esperto que aprenda pela experiência dos outros?

Voltaire

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Nelson Vila Pouca, pelo apoio, pela compreensão e pela disponibilidade para transmitir os seus conhecimentos. Ao Professor Xavier Romão pela ajuda prestada ao longo da elaboração desta tese. A todos os professores que conheci durante estes 5 anos pela evidente dedicação demonstrada por aquilo que fazem.

Aos meus amigos Patrícia e Gonçalo, com quem partilhei grande parte da minha vida académica e que me deram a mão mesmo quando eu não sabia que precisava. Que os bons momentos se multipliquem ao longo de toda a vida. À Joana, Susana e Fernando pela amizade, pelo companheirismo e pela motivação transmitida. Um agradecimento especial ao David pela forma que sempre me motivou e compreendeu. A todos que, de alguma forma, me ajudaram a chegar até aqui.

Aos meus pais pela educação e princípios transmitidos ao longo da minha vida, que hoje espelham a pessoa que sou. Por nunca me terem impedido de concretizar nenhum dos meus objetivos e por me apoiarem em tudo. À minha irmã, por me mostrar que, sem sequer darmos conta, rapidamente uma criança se torna numa mulher que nos enche de orgulho. À minha família, principalmente aos meus avós.

A mim mesma.

RESUMO

O setor da construção é de enorme importância para a União Europeia, sendo a maior atividade económica individual e o maior empregador industrial da Europa. Em conformidade com a estratégia da União Europeia para um crescimento inteligente e sustentável, a normalização desempenha um papel importante. Os Eurocódigos formam então um agregado de normas europeias fornecendo regras para a conceção de obras de construção de modo a verificar a sua resistência e estabilidade face a cargas extremas, como sismos e incêndios.

O Eurocódigo 8, EN 1998, aplica-se ao projeto e construção de edifícios e obras de engenharia civil em regiões sísmicas. Os objetivos do mesmo são explícitos: proteger as vidas humanas, limitar os danos e permanecer operacionais as estruturas importantes para a proteção civil. Torna-se, assim, importante ter uma compreensão clara das regras impostas pelo EC8.

Será analisado ao longo desta tese uma estrutura mista pórtico-parede e será estudado e aplicado a primeira parte do EC8, visto ser a que diz respeito às regras gerais de edifícios de betão armado. Pretende-se assim formular um guia conciso para estruturas de características comuns.

PALAVRAS-CHAVE: Eurocódigo 8, Dimensionamento sísmico, Modelação estrutural, Edifício de betão armado, Estrutura pórtico - parede

ABSTRACT

The construction sector is of enormous importance to the European Union, being the largest single economic activity and the largest industrial employer in Europe. In line with the European Union's strategy for smart and sustainable growth, standardization plays an important role. The Eurocodes then form an aggregate of European standards providing rules for the design of construction works in order to verify their resistance and stability against extreme loads, such as earthquakes and fires.

Eurocode 8, EN 1998, applies to the design and construction of buildings and civil engineering works in seismic regions. Its objectives are explicit: to protect human lives, limit damage and keep the important structures for civil protection operational. It is therefore important to have a clear understanding of the rules imposed by EC8.

A mixed frame-wall structure will be analysed throughout this thesis and the first part of EC8 will be studied and applied, as it concerns the general rules for reinforced concrete buildings. The aim is to formulate a concise guide to structures with common characteristics.

KEYWORDS: Eurocode 8, Seismic Design, Structural Modelling, Reinforced Concrete Building, Frame – Wall Structure

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	III
ABSTRACT	V
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 ASPETOS GERAIS	1
1.2 OBJETIVOS DA TESE.....	1
1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE	2
2 REQUISITOS DO EC8 E AÇÃO SÍSMICA.....	3
2.1 INTRODUÇÃO	3
2.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	4
2.3 DEFINIÇÃO DA AÇÃO SÍSMICA.....	4
2.3.1 Zonamento do território.....	4
2.3.2 Classificação do tipo de terreno.....	6
2.3.3 Classes e coeficientes de importância.....	7
2.3.4 Representação da ação sísmica.....	8
2.3.5 Combinações da ação sísmica com outras ações.....	9
2.4 DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE BETÃO.....	11
2.4.1 Tipos de estruturas de betão armado.....	11
2.4.2 classes de ductilidade.....	11
2.4.3 Coeficiente de comportamento	12
2.4.4 Modelação do edifício para análise estrutural	13
2.4.5 Métodos de análise elástica linear.....	13
2.4.6 Métodos de análise não linear	14
2.4.7 Cálculo de deslocamentos.....	14
2.5 ESTADO LIMITE ÚLTIMO	14
2.5.1 Condições de resistência.....	14
2.5.2 Condição de ductilidade global	15
2.5.3 Condição de ductilidade local	15
2.6 ESTADO LIMITE DE LIMITAÇÃO DE DANOS.....	16
2.7 REQUISITOS DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE BETÃO ARMADO NA CLASSE DCM.....	17
2.7.1 Requisitos de materiais.....	17
2.7.2 Vigas.....	17
2.7.3 Pilares.....	21
2.7.4 Paredes.....	25
3 DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE UM EDIFÍCIO COM SISTEMA ESTRUTURAL PÓRTICO-PAREDE	32
3.1 INTRODUÇÃO	32
3.2 DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO E AÇÕES.....	32
3.2.1 Descrição do edifício.....	32
3.2.2 Ação vertical	35
3.2.3 Ação sísmica.....	35
3.3 MODELO ESTRUTURAL	37
3.4 ANÁLISE MODAL DO ESPECTRO DE RESPOSTA	38

3.4.1	Geral	38
3.4.2	Períodos, massas e formas modais.....	38
3.4.3	Forças de corte basal	40
3.4.4	Deslocamentos	41
3.4.5	Limitação de danos.....	42
3.4.6	Efeitos de segunda ordem	44
3.4.7	Situação de projeto sísmico.....	45
3.5	DIMENSIONAMENTO DE VIGAS	45
3.5.1	Requisitos gerais	45
3.5.2	Armaduras longitudinais	45
3.5.3	Armadura transversal.....	49
3.6	DIMENSIONAMENTO DE PILARES.....	52
3.6.1	Requisitos gerais	52
3.6.2	Armaduras longitudinais	53
3.6.3	Armadura transversal.....	55
3.7	DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES DÚCTEIS.....	60
3.7.1	Secção da parede.....	60
3.7.2	Esforços de cálculo.....	60
3.7.3	Dimensionamento da armadura longitudinal	62
3.7.4	Dimensionamento da armadura horizontal	64
3.7.5	dimensionamento da armadura de confinamento.....	65
3.7.6	Dimensionamento da armadura transversal	67
4	CONCLUSÕES	69
4.1	CONCLUSÕES GERAIS	69
4.2	PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Zonamento sísmico em Portugal Continental (CEN, 2010a)	5
Figura 2.2 – Valores de cálculo pela capacidade real dos esforços transversos nas vigas (CEN, 2010a).....	17
Figura 2.3 - Valores de cálculo pela capacidade real dos esforços transversos nos pilares (CEN, 2010a).....	21
Figura 2.4 – Envoltente de cálculo dos momentos fletores em paredes esbeltas (CEN, 2010a).....	25
Figura 2.5 – Envoltente de cálculo dos esforços transversos nas paredes de um sistema misto (CEN, 2010a).....	26
Figura 2.6 – Elementos de extremidade confinado de uma parede com os bordos livres (CEN, 2010a).	31
Figura 3.1 - Planta estrutural – piso <i>i</i>	33
Figura 3.2 – Alçados (à esquerda: pórtico 2; à direita: pórtico B).....	34
Figura 3.3 – Secções dos pilares.	34
Figura 3.4 – Espectros de resposta de cálculo.....	36
Figura 3.5 – Modelo estrutural do <i>SAP2000</i>	37
Figura 3.6 – Modo 1: translação em X.....	39
Figura 3.7 – Modo 2: translação em Y.....	39
Figura 3.8 – Modo 3: rotação em Z.	39
Figura 3.9 – Forças de corte de piso ao longo da altura para duas direções horizontais (à esquerda: direção X; à direita: direção Y).	40
Figura 3.10 – Deslocamentos reais nas duas direções.....	42
Figura 3.11 – Controlo do <i>drift</i> para ambas as direções (à esquerda: direção X; à direita: direção Y).....	43
Figura 3.12 – Planta das vigas numeradas.	46
Figura 3.13 – Vigas e secções de armadura – Pisos 2 a 8.	47
Figura 3.14 – Armadura longitudinal dos apoios – Pisos 2 a 8.	47
Figura 3.15 – Vigas a analisar.	50
Figura 3.16 – Imagem explicativa para o cálculo dos momentos finais nas vigas.	50
Figura 3.17 - Soluções de armaduras longitudinais dos pilares.....	53
Figura 3.18 - Imagem explicativa para o cálculo dos momentos finais nos pilares.....	55
Figura 3.19 – Secções dos pilares P3.	59
Figura 3.20 – Envoltente de momentos fletores da Par1.....	61
Figura 3.21 – Envoltente de esforço transverso da Par1.....	61
Figura 3.22 – Secção da Par1 nos pisos 0 a 2.....	66
Figura 3.23 – Pormenor da armadura do elemento de extremidade da Par1 nos pisos 0 a 2.....	66
Figura 3.24 – Armadura final da parede 1 do piso 2 ao piso 5.....	67
Figura 3.25 – Armadura final da parede 1 do piso 5 ao 9.	68

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Passos para dimensionamento de estruturas de betão armado.	3
Quadro 2.2 - Valores de aceleração máxima de referência, a_{gR} , nas várias zonas sísmicas e para os dois tipos de sismos (CEN, 2010a)	5
Quadro 2.3 - Classificação do terreno segundo o EC8.	6
Quadro 2.4 - Classes e coeficientes de importância para os edifícios.	7
Quadro 2.5 - Parâmetros que definem o espectro de resposta elástico para a ação sísmica Tipo 1.	9
Quadro 2.6 - Parâmetros que definem o espectro de resposta elástico para a ação sísmica Tipo 2.	9
Quadro 2.7 - Valores de φ	10
Quadro 2.8 - Resumo das regras relativas às vigas.	19
Quadro 2.9 - Termos e designações referentes às vigas.	20
Quadro 2.10 - Resumo das regras relativas aos pilares.	23
Quadro 2.11 - Termos e designações referentes aos pilares.	24
Quadro 2.12 - Resumo das regras relativas às paredes.	27
Quadro 2.13 - Termos e designações referentes às paredes.	29
Quadro 3.1 - Coeficiente de comportamento.	35
Quadro 3.2 - Dados para a definição dos espectros.	36
Quadro 3.3 - Os períodos elásticos (T) e as percentagens de massas efetivas (M_{eff}) dos primeiros seis modos.	38
Quadro 3.4 - Forças de corte na base.	40
Quadro 3.5 - Força de corte das paredes.	41
Quadro 3.6 - Deslocamentos dos pisos nas duas direções.	41
Quadro 3.7 - <i>Drifts</i> para limitação de danos.	43
Quadro 3.8 - Determinação do coeficiente de sensibilidade ao deslocamento relativo entre pisos, θ	44
Quadro 3.9 - Fatores de majoração para considerar os efeitos de segunda ordem.	44
Quadro 3.10 - Requisito da largura da viga.	45
Quadro 3.11 - Secções de armaduras.	48
Quadro 3.12 - Dados das secções de armadura longitudinal para vigas.	49
Quadro 3.13 - Esforço transversal nas vigas V2 no piso 8.	51
Quadro 3.14 - Armadura transversal da viga V2 do piso 8.	52
Quadro 3.15 - Controlo do valor do esforço normal reduzido de cálculo.	53
Quadro 3.16 - Taxa de armadura longitudinal dos pilares.	54
Quadro 3.17 - Armadura transversal de cálculo necessária.	56
Quadro 3.18 - Armadura transversal dos pilares P3.	57
Quadro 3.19 - Cálculo da taxa mecânica volumétrica de cintas, w_{wd}	58
Quadro 3.20 - Verificação dos cálculos para o confinamento do betão.	58
Quadro 3.21 - Verificações geométricas.	60
Quadro 3.22 - Determinação do comprimento mínimo dos EE.	62
Quadro 3.23 - Armadura vertical em cada EE.	63

Quadro 3.24 – Requisitos dos elementos de extremidade.....	63
Quadro 3.25 – Armadura vertical na alma da parede.....	64
Quadro 3.26 – Armadura horizontal de cálculo.	64
Quadro 3.27 – Solução final de armadura horizontal.	65
Quadro 3.28 – Valores para o dimensionamento das armaduras de confinamento.	65
Quadro 3.29 – Dimensionamento das armaduras de confinamento.	66

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

DCH – Classe de Ductilidade Alta

DCM – Classe de Ductilidade Média

DCL – Classe de Ductilidade Baixa

EC2 – Eurocódigo 2, EN – 1992-1-1

EC8 – Eurocódigo 8, EN – 1998-1

RSA – Regulamento de Segurança e Ações

ELU – Estado Limite Último

ELS – Estado Limite de Serviço

1

INTRODUÇÃO

1.1 ASPETOS GERAIS

Em Portugal, a atividade sísmica é expressiva, como se pode verificar por eventos ocorridos no passado. Porém, ainda não é possível uma previsão fiável da ocorrência de um episódio sísmico. Como o sismo é um dos fenómenos naturais que têm um forte impacto nas populações é necessário que as mesmas estejam preparadas para assim minimizar os danos materiais mas também humanos.

Assim torna-se necessário encontrar soluções congruentes com a ocorrência de um sismo, em que a segurança e a fiabilidade económica dos edifícios sismo-resistentes se relacionem num ambiente de equilíbrio.

Para tal foi criado o EC8, norma europeia que visa a uniformização de conceitos e regras para um correto dimensionamento de estruturas resistentes aos sismos. Contudo quando o EC8 é aplicado surgem dificuldades de interpretação e aplicação, sendo necessária uma minuciosa leitura e estudo das normas em conjunto com a experiência que vai sendo adquirida em cada estrutura dimensionada.

1.2 OBJETIVOS DA TESE

A presente dissertação tem como objetivo analisar as prescrições da parte I do EC8 (CEN, 2010a) aplicadas a estruturas de edifícios de betão armado, sintetizando e sobrepondo os respetivos fundamentos com as prescrições da parte I do EC2 (CEN, 2010b). Deste modo, para além de se fazer referência aos conceitos teóricos subjacentes ao EC8, procurou-se aplicar a metodologia apreendida a um exemplo simples de uma estrutura de um edifício em betão armado.

Este trabalho foi desenvolvido com uma preocupação de se integrar num ambiente de projeto, tomando algumas decisões em função do que também seria melhor na prática de projeto mas também respeitando as normas, chegando assim a soluções de armaduras coerentes para os elementos resistentes.

Todos os resultados são explícitos e explicados ao longo desta tese para os principais tipos de elementos sismo-resistentes de uma estrutura: paredes, vigas e pilares. As principais dificuldades foram analisadas e estudadas para que no fim se tornasse mais claro o caminho a seguir para um correto dimensionamento de uma estrutura de betão armado de um edifício constituído por um sistema pórtico-parede.

Esta dissertação torna-se assim útil para o dimensionamento sísmico de estruturas com características semelhantes à apresentada, formando um guia útil para ser usado para futuros projetos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE

São quatro os capítulos presentes nesta dissertação. O primeiro capítulo é a introdução, que dá uma abordagem para o trabalho desenvolvido, bem como os objetivos e apresentação da organização da mesma.

O segundo capítulo apresenta a regulamentação do EC8 necessária para caracterizar a ação sísmica em Portugal e as cláusulas para dimensionar um edifício de betão armado. São também descritos os requisitos para o dimensionamento de vigas, pilares e paredes.

No terceiro capítulo é apresentado o caso de estudo, a modelação do mesmo e o dimensionamento da estrutura sismo-resistente.

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões do desenvolvimento deste trabalho e são apresentados possíveis trabalhos futuros a desenvolver.

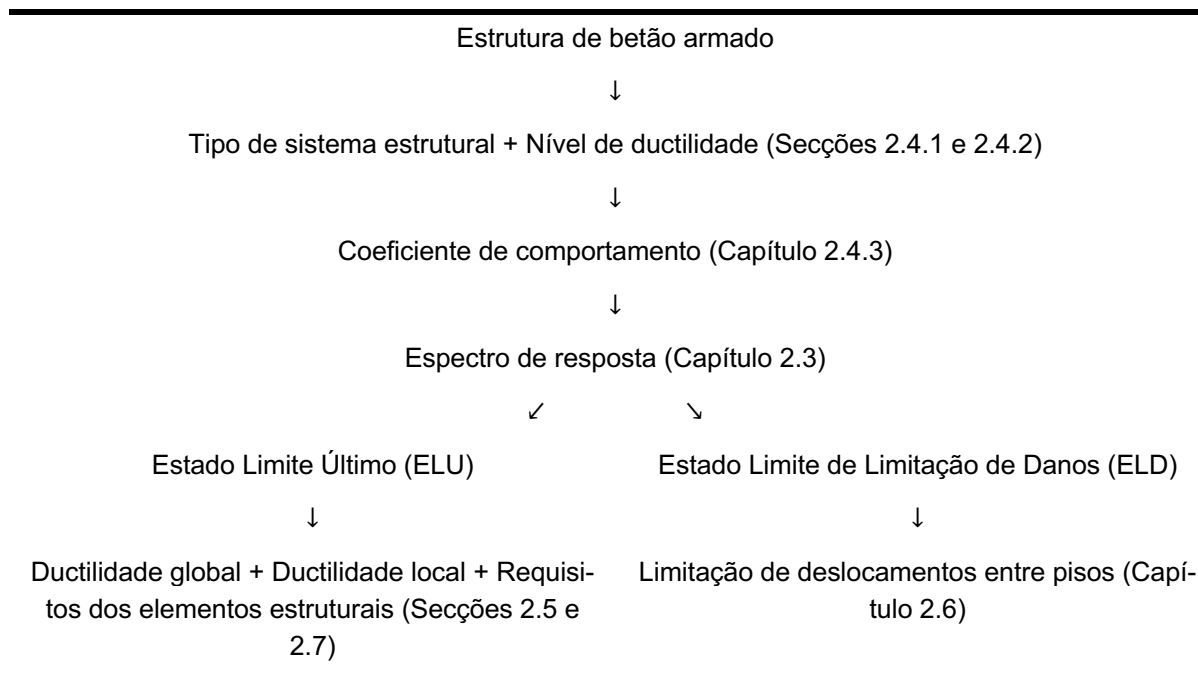
2

REQUISITOS DO EC8 E AÇÃO SÍSMICA

2.1 INTRODUÇÃO

Nos dias correntes torna-se imprescindível o estudo da ação sísmica de modo a que as estruturas não colapsem perante a ocorrência de um sismo e conseqüentemente não perder vidas humanas. Portugal, para estes acontecimentos, tinha em vigor o RSA que foi substituído pelo EC8, uma base para a elaboração de cadernos de encargos para a execução de obras de construção e para a prestação de serviços de engenharia. São especificações técnicas europeias que representam, assim, uma evolução muito positiva favorecendo a internacionalização do setor da construção. O EC8 é acompanhado de normas nacionais que transpõe para Portugal aquelas normas europeias. Neste capítulo serão apresentados os passos a dar (Quadro 2.1) para haver um correto dimensionamento de uma construção, concretamente de um edifício de betão armado.

Quadro 2.1 - Passos para dimensionamento de estruturas de betão armado.



2.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O EC8 estabelece um projeto sísmico de dois níveis que estabeleça explicitamente os dois seguintes requisitos:

- (1) O requisito de não colapso: a estrutura deve ser projetada e construída para suportar a ação sísmica de projeto sem colapso local ou global. Esta exigência está associada a um evento raro e o objetivo passa por manter a integridade estrutural e uma capacidade de carga residual após o sismo, para assim ocorrer com segurança a evacuação das pessoas. Está associado ao Estado Limite Último (ELU).
- (2) O requisito de limitação de danos: a estrutura deve ser projetada e construída para suportar uma ação sísmica com uma probabilidade de ocorrência maior que a ação sísmica de projeto. O propósito é não ser necessária uma intervenção de reabilitação/reforço estrutural após ocorrência de sismos frequentes. A estrutura deverá, assim, possuir rigidez para limitar a deformação dos elementos da estrutura e está ligado ao Estado Limite de Serviço (ELS).

Estes dois requisitos estão interligados com a sismicidade da região onde será a construção do edifício em causa. A definição destes níveis de ação sísmica torna-se assim variável de país para país.

2.3 DEFINIÇÃO DA AÇÃO SÍSMICA

2.3.1 ZONAMENTO DO TERRITÓRIO

A ação sísmica a ser considerada para fins de projeto deve ser baseada na estimativa do movimento do solo do local da construção, ou seja, deve ser baseada na avaliação de risco. O risco sísmico é descrito no EC8 pelo valor de referência da aceleração do solo, a_{gR} , que corresponde ao período de retorno de referência para a ação sísmica para o requisito de não colapso (475 anos). Para cada país, o risco sísmico é descrito por um mapa de zonamento definido pelas autoridades nacionais (Figura 2.1).

No Eurocódigo também são definidos dois tipos de ação sísmica: ação sísmica Tipo 1 que se caracteriza por sismos afastados de elevada magnitude de longa duração e ação sísmica Tipo 2 cujos sismos são próximos, de magnitude média e de curta duração. Os valores de a_{gR} para cada situação estão presentes no Quadro 2.2.

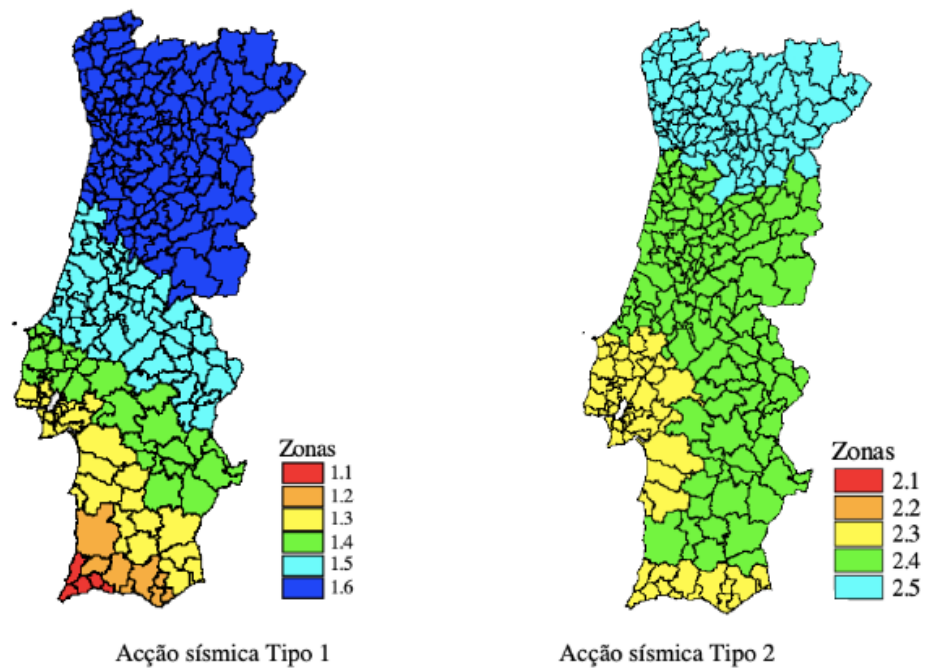


Figura 2.1 - Zonamento sísmico em Portugal Continental (CEN, 2010a)

Quadro 2.2 - Valores de aceleração máxima de referência, a_{gR} , nas várias zonas sísmicas e para os dois tipos de sismos (CEN, 2010a)

Ação sísmica Tipo 1		Ação sísmica Tipo 2	
Zona sísmica	a_{gR} [m/s ²]	Zona sísmica	a_{gR} [m/s ²]
1.1	2,50	2.1	2,50
1.2	2,00	2.2	2,00
1.3	1,50	2.3	1,70
1.4	1,00	2.4	1,10
1.5	0,60	2.5	0,80
1.6	0,35	-	-

2.3.2 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE TERRENO

A ação sísmica expressa pelo espectro de resposta do sismo depende do tipo de terreno em que decorre visto que a velocidade das ondas também será diferente. O EC8 considera 7 tipos de solo, A, B, C, D, E, S1 e S2, sobre o qual a estrutura é desenvolvida. O tipo de terreno é classificado de acordo com a descrição apresentada para o perfil estratigráfico e alguns parâmetros que o caracterizam, tal como se apresenta no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Classificação do terreno segundo o EC8.

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (pandas/30cm)	C_u (kPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	> 800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360 - 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compactada, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Depósitos de solos não coesivos de compactidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v_s do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5m a 20m, situado sobre um estrato mais rígido com $v_s > 800$ m/s			
S1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade ($PI > 40$) e um elevado teor de água	< 100 (indicativo)		10 - 20
S2	Depósitos de solos com potencial de liquefacção, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de solo não incluído nos tipos A- E ou S1			

Em que:

$v_{s,30}$ = valor médio da velocidade de propagação de ondas de corte, em m/s;

N_{SPT} = número de pancadas do ensaio de penetração dinâmica;

c_u = resistência ao corte não drenada do solo, em kPa.

2.3.3 CLASSES E COEFICIENTES DE IMPORTÂNCIA

Os edifícios no EC8 são classificados em 4 classes de importância, dependendo de:

- (1) As consequências do colapso para a vida humana;
- (2) A sua importância para a segurança pública e proteção civil no período pós-sismo imediato;
- (3) As consequências sociais e económicas do colapso.

A cada classe de importância é definido no Anexo Nacional do EC8 um coeficiente de importância, γ_I (Quadro 2.4). Assim, para as diferentes classes, a aceleração do solo para projeto será:

$$a_g = \gamma_I \times a_{gR} \quad (2.1)$$

Quadro 2.4 - Classes e coeficientes de importância para os edifícios.

Classe de importância	Edifícios	Coeficiente de importância	
		Ação Sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2 (Portugal Continental)
I	Edifícios de importância menor para a segurança pública. Exemplo: edifícios agrícolas.	0,65	0,75
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.	1,00	1,00
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao colapso. Exemplos: escolas, salas de reunião, instituições culturais.	1,45	1,25
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a proteção civil. Exemplos: hospitais, quartéis de bombeiros, centrais elétricas.	1,95	1,50

2.3.4 REPRESENTAÇÃO DA AÇÃO SÍSMICA

Para a caracterização da ação sísmica o EC8 considera o valor de referência da aceleração na base, a_{gR} , e a sua representação é designada de ‘‘espectro de resposta elástica’’. Como na análise da ação sísmica é necessário considerar o efeito direto da ação mas também a capacidade de resistência da estrutura num domínio não linear, o EC8 utiliza como espectro de projeto o designado ‘‘espectro de resposta de cálculo’’ ($S_d(T)$), que resulta da incorporação do coeficiente de comportamento.

O espectro de resposta de cálculo é definido por:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (2.2)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \quad (2.3)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (2.4)$$

$$T_D \leq T : S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (2.5)$$

Em que:

a_g já definido em 2.3.3;

$S_d(T)$ é o espectro de cálculo;

T , período do modo de vibração da estrutura na direção em análise;

q , coeficiente de comportamento;

β corresponde ao coeficiente do limite inferior do espectro de cálculo horizontal e o seu valor em Portugal é de 0,2;

S é o coeficiente do solo e deve ser determinado através da equação (2.6);

$$\begin{aligned} a_g \leq 1 \text{ m/s}^2 : S &= S_{\text{máx}} \\ 1 \text{ m/s}^2 \leq a_g \leq 4 \text{ m/s}^2 : S &= S_{\text{máx}} - \frac{S_{\text{máx}} - 1}{3} \cdot (a_g - 1) \\ a_g \geq 4 \text{ m/s}^2 : S &= 1 \end{aligned} \quad (2.6)$$

$S_{\text{máx}}$, T_B , T_C , T_D são valores que dependem do tipo de solo e do tipo de ação sísmica e estão definidos no Quadro 2.5 e Quadro 2.6 de acordo com o Anexo Nacional do EC8.

Quadro 2.5 - Parâmetros que definem o espectro de resposta elástico para a ação sísmica Tipo 1.

Tipo de terreno	$S_{máx}$	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,1	0,6	2,0
B	1,35	0,1	0,6	2,0
C	1,6	0,1	0,6	2,0
D	2,0	0,1	0,8	2,0
E	1,8	0,1	0,6	2,0

Quadro 2.6 - Parâmetros que definem o espectro de resposta elástico para a ação sísmica Tipo 2.

Tipo de terreno	$S_{máx}$	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,1	0,25	2,0
B	1,35	0,1	0,25	2,0
C	1,6	0,1	0,25	2,0
D	2,0	0,1	0,3	2,0
E	1,8	0,1	0,25	2,0

2.3.5 COMBINAÇÕES DA AÇÃO SÍSMICA COM OUTRAS AÇÕES

2.3.5.1 Cálculo da massa global

Para o cálculo da massa do edifício, a qual apresenta a sua inércia sob a ação sísmica, deve ser utilizada a seguinte expressão:

$$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2.7)$$

Em que:

$G_{k,j}$ = valor característico da ação permanente da ação j;

$Q_{k,i}$ = valor característico da ação variável da ação i;

$\psi_{E,i}$ = coeficientes de combinação para a ação variável i, que têm em conta que:

- As cargas variáveis poderão não estar presentes em toda a estrutura durante o sismo;
- A participação das massas associadas às ações variáveis (sobrecargas) pode ser reduzida tendo em consideração a correlação da ocupação dos pisos do edifício.

Os mesmos devem ser determinados a partir da seguinte expressão:

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2i} \quad (2.8)$$

Em que:

ψ_{2i} = coeficiente para determinação do valor quase-permanente de uma ação variável. Para sobrecargas de utilização da categoria B toma o valor 0,3.

φ = coeficiente de combinação que depende do tipo de ocupação do edifício e das atividades que nele se apresentam. apresentado no Quadro 2.7.

Quadro 2.7 - Valores de φ .

Tipo de ação variável	Piso	φ
Categorias A-C	Cobertura	1,0
	Pisos com ocupações correlacionadas	0,8
	Pisos com ocupações independentes	0,5
Categorias D-F e arquivos		1,0

2.3.5.2 Combinações de cálculo

Para determinar os esforços da estrutura é necessário considerar todas as ações a que a mesma está sujeita nas situações de projeto sísmicas. Nesta situação, as ações devem ser combinadas de acordo com:

$$\Sigma G_{k,j} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} + E_{E,d} \quad (2.9)$$

$G_{k,j}$ = valor característico da ação permanente;

$Q_{k,i}$ = valor característico da ação variável;

$E_{E,d}$ = efeito da ação sísmica.

2.3.5.3 Combinações dos efeitos das componentes da ação sísmica

Devem considerar-se as componentes horizontais da ação sísmica que atuam em simultâneo. A resposta estrutural de cada componente deve ser calculada separadamente podendo, de acordo com o EC8, obter-se o valor máximo de cada efeito da ação sísmica como a raiz quadrada da soma dos quadrados dos esforços devidos a cada direção horizontal. Esta regra fornece em geral valores conservativos para dimensionamento. Em alternativa o EC8 preconiza outro procedimento para a combinação dos efeitos das duas direções (direção X e direção Y) na qual são combinados os efeitos de uma direção com 30% dos efeitos da outra direção, resultando nas seguintes combinações:

$$E_{E,dx} + 0,3 \cdot E_{E,dy} \quad (2.10)$$

$$0,3 \cdot E_{E,dx} + E_{E,dy} \quad (2.11)$$

2.4 DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE BETÃO

Para satisfazer os requisitos indicados em 2.2, o EC8 define um conjunto de princípios que se deve ter em conta para obter um sistema estrutural com custos e desempenho aceitáveis.

Esses princípios são:

- (1) Simplicidade estrutural;
- (2) Uniformidade, simetria e redundância da estrutura, traduzindo-se numa regularidade em planta e em altura;
- (3) Resistência e rigidez nas duas direções;
- (4) Resistência e rigidez à torção;
- (5) Efeito de diafragma ao nível dos pisos;
- (6) Fundação adequada.

2.4.1 TIPOS DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

As estruturas de edifícios de betão armado podem ser classificadas num dos seguintes tipos consoante o seu comportamento face à ação sísmica:

- (1) Sistema porticado, no qual a resistência, tanto vertical como lateral, é assegurada por pórticos cuja resistência à força de corte na base é superior a 65% da resistência total à força de corte de todo o conjunto estrutural;
- (2) Sistema misto, equivalente a sistema porticado ou a um sistema de paredes. No primeiro caso a resistência à força de corte na base dos pórticos é superior a 50% da resistência total à força de corte de todo o edifício, enquanto no segundo caso a resistência das paredes à força de corte na base do edifício é superior a 50% da resistência sísmica de todo o sistema estrutural;
- (3) Sistema de paredes dúcteis, acopladas ou não acopladas (parede acoplada é um elemento estrutural constituído por duas ou mais paredes simples ligadas por vigas de acoplamento e que é capaz de reduzir pelo menos 25% a soma dos momentos fletores na base de cada parede se cada uma funcionasse separadamente). Neste sistema a resistência das paredes à força de corte na base do edifício é superior a 65% da resistência sísmica de todo o sistema estrutural;
- (4) Sistema de paredes de grandes dimensões de betão fracamente armado em que as paredes possuem uma dimensão horizontal não inferior a 4m ou a dois terços da altura da parede e que se prevê que desenvolvam fendilhação e um comportamento não elástico;
- (5) Sistema de pêndulo invertido que é um sistema no qual 50%, ou mais da massa, se localiza no terço superior da altura da estrutura ou no qual a principal dissipação de energia tem lugar na base de um único elemento do edifício;
- (6) Sistema torsionalmente flexível é um sistema misto ou sistema de paredes que não possui rigidez à torção mínima.

À exceção do sistema (6) todos os outros poderão ser classificados em sistemas estruturais diferentes em cada direção.

2.4.2 CLASSES DE DUCTILIDADE

O projeto sísmico deve assegurar uma adequada capacidade de dissipação de energia mas sem reduzir a resistência global às ações horizontais e verticais. Para isso todos os elementos sismo-resistentes têm requisitos a cumprir a nível de ductilidade local e global e também de resistência.

Os requisitos variam conforme a classe de ductilidade para que se vai projetar o edifício. Para uma capacidade de dissipação e uma ductilidade baixas, DCL (classe de ductilidade baixa), é necessário que as regras presentes no EC2 se verifiquem. Este tipo de ductilidade só é recomendado em zonas de baixa sismicidade.

Para os edifícios que não sejam projetados em DCL, os mesmos terão que garantir vários requisitos do EC8 de modo a garantirem capacidade de dissipação de energia e um comportamento dúctil global. Podem ser assim projetados em DCM (classe de ductilidade média) e em DCH (classe de ductilidade alta).

2.4.3 COEFICIENTE DE COMPORTAMENTO

Os edifícios de betão armado resistentes aos sismos devem ser projetados de forma a garantir uma capacidade de dissipação de energia e um comportamento dúctil global. Inserem-se neste contexto os edifícios projetados com as classes de ductilidade DCM (classe de ductilidade média) e DCH (classe de ductilidade alta).

Sendo o projeto desenvolvido com base numa análise linear elástica da estrutura com a ação sísmica traduzida por espetros de resposta, estes princípios de ductilidade e dissipação de energia são incorporados pelo coeficiente de comportamento q que, de uma forma simplista, promove uma redução da ação sísmica. Desta forma, a estrutura é projetada para um nível de força global reduzida comparativamente ao nível de força resultante da ação sísmica traduzida pelo espectro elástico. Assim, o coeficiente de comportamento reflete, em certa medida, o nível de exploração do comportamento não linear material em situação sísmica, ou seja, a formação de rótulas plásticas com dissipação histerética. Pode dizer-se que valores mais elevados de coeficientes de comportamento conduzem a estruturas com menos resistência lateral global mas com maior exigência de ductilidade, ou seja, com maior exploração da não linearidade.

O valor máximo do coeficiente de comportamento, q , deve ser determinado para cada direção da seguinte forma:

$$q = q_o \cdot k_w \geq 1,5 \quad (2.12)$$

Em que:

q_o corresponde ao valor básico do coeficiente de comportamento que depende do tipo de sistema estrutural e da sua regularidade em altura;

k_w é o coeficiente que reflete o modo de rotura predominante nos sistemas estruturais de paredes.

Para edifícios regulares em altura em que o sistema estrutural é o sistema porticado ou sistema misto, o coeficiente de comportamento toma o valor de $3 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$, em que α_u corresponde ao valor pelo qual a ação sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para formar rótulas plásticas num número de secções suficiente para provocar a instabilidade da estrutura. Por sua vez, α_1 corresponde ao valor pelo qual a ação sísmica horizontal de cálculo é multiplicada para ser atingida pela primeira vez a resistência à flexão, em qualquer elemento da estrutura (formação da primeira rótula). Este fator de majoração depende assim de um cálculo complexo devido ao facto de ser necessário recorrer a uma análise não linear global. O EC8 fornece valores aproximados desse fator de majoração dependendo do tipo de sistema estrutural do edifício a projetar.

O projeto de edifícios não regulares em altura deverá utilizar valores de coeficientes de comportamento mais reduzidos.

O valor de k_w deve ser considerado como se segue:

$$k_w = \begin{cases} 1 & \text{para sistemas porticados ou mistos equivalentes a pórticos} \\ 0,5 \leq \frac{1 + a_o}{3} \leq 1 & \text{para sistemas de paredes e sistemas equivalentes a paredes} \end{cases} \quad (2.13)$$

a_o corresponde à esbelteza predominante das paredes do sistema estrutural e é calculado por:

$$a_o = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}} \quad (2.14)$$

h_{wi} = altura da parede i ;

l_{wi} = comprimento da secção da parede i .

2.4.4 MODELAÇÃO DO EDIFÍCIO PARA ANÁLISE ESTRUTURAL

Na análise do edifício considera-se que a rigidez dos elementos estruturais deverá ser avaliada tendo em conta o efeito da fendilhação. Assim, essa rigidez deverá ser considerada como metade da rigidez elástica dos elementos não fendilhados, tal como proposto pelo EC8.

2.4.5 MÉTODOS DE ANÁLISE ELÁSTICA LINEAR

Em função das características estruturais do edifício, é possível utilizar um dos seguintes tipos de análise elástica linear:

- (1) Método de análise por forças laterais, para edifícios que cumpram a equação (2.15) e que satisfaçam os critérios de regularidade em altura.
- (2) Análise modal por espectro de resposta, para edifícios que não cumpram as regras do método dispostas em (1). É o método mais usual para a análise sísmica e é necessário que a soma das massas modais efetivas dos modos de vibração utilizados corresponda a pelo menos 90% da massa total e que todos os modos de vibração com massas modais efetivas superiores a 5% da massa total sejam considerados.

$$T_1 \leq \begin{cases} 4 \cdot T_C \\ 2,0 \text{ s} \end{cases} \quad (2.15)$$

Em que:

T_1 = períodos dos modos de vibração fundamentais nas duas direções principais;

T_C = definido em 2.3.4.

2.4.6 MÉTODOS DE ANÁLISE NÃO LINEAR

O EC8 viabiliza a utilização de métodos de análise não linear, nomeadamente o método de análise estática não linear (*pushover*) e o método de análise dinâmica não linear com recurso a acelerogramas que traduzem a ação sísmica. Em todo o caso, não permite que o dimensionamento conduza a estruturas com uma resistência lateral 25% inferior à resistência exigida por uma análise linear elástica, o que faz destes métodos não apropriados para o dimensionamento prático de estruturas.

2.4.7 CÁLCULO DE DESLOCAMENTOS

Caso seja realizada uma análise elástica linear, a estimativa dos deslocamentos resultantes da ação sísmica deve ser obtida através da seguinte expressão:

$$d_s = q_d \cdot d_e \quad (2.16)$$

d_s = deslocamento de um ponto do sistema estrutural devido à ação sísmica de cálculo (deslocamento efetivo resultante da ação sísmica);

q_d = coeficiente de comportamento em deslocamento, que se admite ser igual a q ;

d_e = deslocamento do mesmo ponto do sistema estrutural, determinado por uma análise linear baseada no espetro de resposta de cálculo (deslocamento obtido diretamente no modelo de cálculo).

2.5 ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Considera-se satisfeito o requisito de não ocorrência de colapso quando são cumpridas as condições relativas a resistência, ductilidade, equilíbrio, estabilidade das fundações e juntas sísmicas.

2.5.1 CONDIÇÕES DE RESISTÊNCIA

Para se cumprir as condições de resistência é necessário que a resistência de cálculo de cada elemento estrutural seja maior ou igual que o valor de cálculo do efeito da ação. Nesta análise não é necessário considerar os efeitos de segunda ordem se a condição (2.17) for satisfeita em todos os pisos.

$$\theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h} \leq 0,10 \quad (2.17)$$

θ = coeficiente de sensibilidade ao deslocamento relativo entre pisos, que não deve ser superior a 0,3. Se θ é inferior a 0,1 em todos os pisos, os efeitos de segunda ordem podem ser dispensados. Se $0,1 < \theta \leq 0,2$, os efeitos de segunda ordem poderão ser avaliados de modo aproximado multiplicando os esforços sísmicos por um fator igual a $\frac{1}{1 - \theta}$.

P_{tot} = carga gravítica total devida a todos os pisos acima do piso considerado, incluindo este;

d_r = valor de cálculo do deslocamento relativo entre pisos, calculado de acordo com 2.4.7;

V_{tot} = força de corte sísmica total no piso considerado;

h = altura entre pisos.

2.5.2 CONDIÇÃO DE DUCTILIDADE GLOBAL

A estrutura deve possuir uma ductilidade adequada, tendo em conta a classe de ductilidade estabelecida, o sistema estrutural e o seu coeficiente de comportamento.

O requisito de ductilidade global expresso no EC8 assenta no conceito de “pilar forte, viga fraca”, ou seja, assenta no princípio de que nos sistemas porticados as rótulas se formem nas vigas e não nos pilares de forma a impedir a formação de mecanismos de rotura de piso do tipo “*soft storey*”. Este requisito deve ser cumprido nos sistemas em pórtico ou sistemas mistos equivalentes a pórticos nos quais mais de 50% da resistência sísmica é assegurada pelos pórticos. Nos sistemas de paredes ou sistemas mistos equivalentes a paredes, nos quais mais de 50% da resistência sísmica é conferida pelas paredes, não é necessário cumprir este requisito.

Nas estruturas porticadas, incluindo os sistemas equivalentes a pórticos, com dois ou mais pisos, deve-se satisfazer a condição (2.18) em todos os nós das vigas com os pilares. Esta condição deve ser aplicada de forma independente em dois planos verticais ortogonais de flexão.

$$\Sigma M_{Rc} \geq 1,3 \cdot \Sigma M_{Rb} \quad (2.18)$$

ΣM_{Rc} = soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes dos pilares ligados ao nó. Deve-se utilizar o valor mínimo dos momentos resistentes dos pilares, avaliados na situação de flexão composta plana na direção em causa;

ΣM_{Rb} = soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes das vigas ligadas ao nó.

2.5.3 CONDIÇÃO DE DUCTILIDADE LOCAL

Dado que é necessária uma elevada capacidade de rotação sem que ocorra rotura, em todas as zonas críticas deve ser assegurada uma ductilidade suficiente em curvatura para assegurar a formação de rótulas plásticas. Neste contexto, o EC8 considera que as zonas de extremidade dos elementos estruturais são zonas críticas onde se poderão formar rótulas plásticas, havendo portanto um maior nível de rotação. Para garantir que essas zonas críticas possuem uma elevada capacidade de rotação sem que ocorra rotura, deve ser assegurada uma ductilidade suficiente que permita a formação de rótulas plásticas.

As qualidades do betão e do aço estão condicionadas:

- (1) O aço deve pertencer à classe B ou C e ter uma extensão plástica uniforme elevada;
- (2) $\frac{R_m}{R_{eH}} \gg 1$, em que R_m é a tensão de rotura à tração do aço e R_{eH} é a tensão de cedência superior;
- (3) Resistência à compressão adequada;
- (4) Extensão de rotura deve exceder, numa margem adequada, a extensão correspondente à resistência à compressão máxima.

Para avaliar a existência de ductilidade suficiente é necessário calcular o fator de ductilidade em curvatura, μ_ϕ , para cada zona crítica – equação (2.19). Caso o aço da armadura longitudinal utilizado na secção seja da classe B, o fator de ductilidade deve ser pelo menos 1,5 superior ao obtido pela equação referida.

$$\begin{cases} \mu_{\phi} = 2 \cdot q_o - 1 \text{ se } T_1 \geq T_c \\ \mu_{\phi} = 1 + 2 \cdot (q_o - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1} \text{ se } T_1 < T_c \end{cases} \quad (2.19)$$

q_o = valor básico do coeficiente de comportamento;

T_1 = período fundamental do edifício, na direção em análise;

T_c = limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante, referido em 2.3.4.

Importa referir que o fator de ductilidade em curvatura, dependente do coeficiente de comportamento, irá condicionar as exigências ao nível da secção crítica, nomeadamente das armaduras transversais de confinamento que permitem garantir a exigência em ductilidade. Desta forma, a utilização de aços de ductilidade C, aos quais correspondem valores inferiores de μ_{ϕ} , irá conduzir a uma menor armadura de cintagem, sendo portanto vantajosa a sua utilização.

2.6 ESTADO LIMITE DE LIMITAÇÃO DE DANOS

Considera-se satisfeito o requisito de limitação de danos quando os deslocamentos entre pisos forem limitados. Para a definição desses limites, o EC8 prevê as seguintes condições:

- Para os edifícios com elementos não estruturais constituídos por materiais frágeis fixos à estrutura:

$$d_r \cdot v \leq 0,005 \cdot h \quad (2.20)$$

- Para os edifícios com elementos não estruturais dúcteis:

$$d_r \cdot v \leq 0,0075 \cdot h \quad (2.21)$$

- Para os edifícios com elementos não estruturais fixos de forma a não interferir com as deformações estruturais ou sem elementos não estruturais:

$$d_r \cdot v \leq 0,010 \cdot h \quad (2.22)$$

Onde:

d_r = valor de cálculo do deslocamento relativo entre pisos, calculado de acordo com 2.4.7;

v = coeficiente de redução que tem em conta o mais baixo período de retorno da ação sísmica associada ao requisito de limitação de danos. Os valores recomendados são 0,4 para as classes de importância III e IV e 0,5 para as classes I e II;

h = altura entre pisos.

2.7 REQUISITOS DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE BETÃO ARMADO NA CLASSE DCM

São apresentados de seguida os requisitos para os elementos estruturais vigas, pilares e paredes em conformidade com o EC8 em conjunto com o Eurocódigo 2 (EC2). Só são apresentados para a classe de ductilidade média, DCM, dado que em Portugal é a classe usualmente considerada para projeto sísmico.

2.7.1 REQUISITOS DE MATERIAIS

Não se deve utilizar betão de classe inferior a C16/20 nos elementos sísmicos primários.

Nas zonas críticas dos elementos sísmicos, devem utilizar-se armaduras em aço de classe de ductilidade B ou C.

2.7.2 VIGAS

2.7.2.1 Esforços de cálculo

O EC8 estabelece uma verificação de capacidade a ser satisfeita em todas as vigas da estrutura, em todos os sistemas estruturais. Realça-se que esta verificação também deve ser cumprida nos sistemas de paredes ou sistemas mistos equivalentes a paredes. Esta verificação assenta no princípio da formação de rótulas nas extremidades das vigas sem que ocorra uma rotura de corte, permitindo assim a exploração da ductilidade nestas rótulas.

Para cumprir este princípio, os valores de cálculos dos esforços transversos devem ser determinados de acordo com a regra de cálculo pela capacidade real nas vigas sob a ação de (CEN, 2010a):

- (1) Carga transversal atuante na situação de projeto sísmico;
- (2) Momentos nas extremidades associados à formação de rótulas plásticas.

A cláusula 5.4.2.2 do EC8 apresenta o disposto na Figura 2.2:

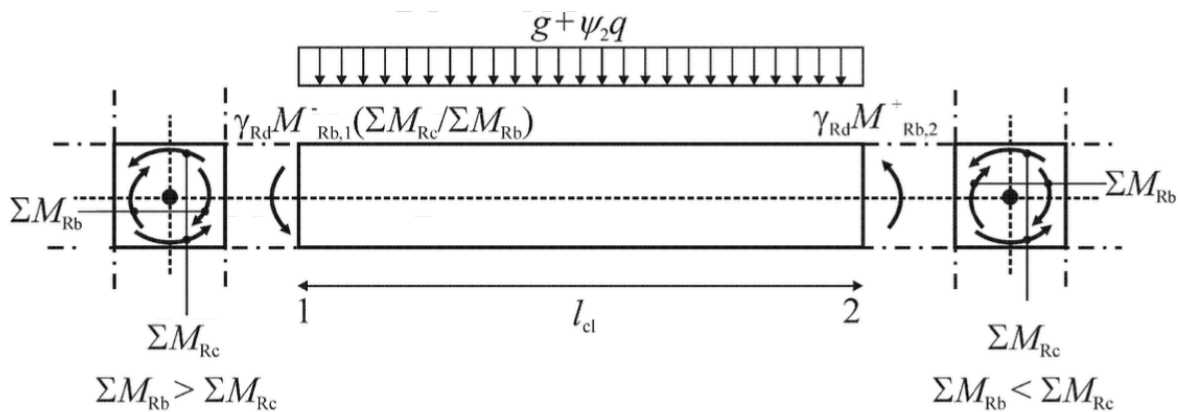


Figura 2.2 – Valores de cálculo pela capacidade real dos esforços transversos nas vigas (CEN, 2010a).

Assim, o esforço transversal é calculado por:

$$V_{ed} = \frac{M_{1,d}^- + M_{2,d}^+}{l_{cl}} + V_{ed}(g + \psi_2 \cdot q) \quad (2.23)$$

De modo a determinar o esforço transversal, é necessário calcular os momentos resistentes da viga, que é dado pela expressão (2.25).

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,i} \cdot \min \left(1, \frac{\Sigma M_{Rc}}{\Sigma M_{Rb}} \right) \quad (2.24)$$

γ_{Rd} = coeficiente que nas vigas de estruturas de DCM toma o valor de 1,0;

$M_{Rb,i}$ = valor de cálculo do momento resistente da viga na extremidade i no sentido do momento sísmico para o sentido considerado da ação sísmica;

ΣM_{Rc} = soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes dos pilares que concorrem no nó, na situação de projeto sísmico;

ΣM_{Rb} = soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes das vigas que concorrem no nó, na situação de projeto sísmico.

2.7.2.2 Requisitos das vigas

Para o correto dimensionamento da armadura é necessário que as vigas cumpram determinados requisitos. Tais requisitos estão expressos no Quadro 2.8. Nele estão descritas as verificações a fazer impostas pelo EC8, mas também algumas regras do EC2, o que no conjunto constitui o conjunto que é necessário para dimensionar as zonas críticas e o resto da viga.

No Quadro 2.9 é possível consultar o significado de cada termo presente nos requisitos para clarificação de cada um deles.

Quadro 2.8 - Resumo das regras relativas às vigas.

Parâmetro	Requisito para a classe DCM	Cláusula
Restrições geométricas	$e_{b,c}$	$e_{b,c} \leq \frac{b_c}{4}$ (2.25) 5.4.1.2.1 (2)
	b_w	$b_w \leq \min \{b_c + h_w; 2 \cdot b_c\}$ (2.26) 5.4.1.2.1 (3)
Comprimento da zona crítica	l_{cr}	h_w (2.27) 5.4.3.1.2 (1)
Armadura longitudinal	Armadura máxima de tração	$A_{s,máx} = 0,04 \cdot A_c$ [EC2] (2.28) 9.2.1.1 (3)
		$\rho_{máx} = \rho' + \frac{0,0018}{\mu_\phi \cdot \epsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$ (zonas críticas) (2.29) 5.4.3.1.2 (4)
	Armadura mínima de compressão na zona crítica	$\frac{A'_s}{A_s} \geq 0,5$ (2.30) 5.4.3.1.2 (4)
	Armadura mínima de tração	$A_{s,min} = \text{máximo} \left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right)$ [EC2] (2.31) 9.2.1.1 (1)
		$\rho_{min} = 0,5 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right)$ (zonas críticas) (2.32) 5.4.3.1.2 (5)
Armadura transversal	Diâmetro mínimo dos estribos na zona crítica	$d_{bw} \geq 6$ [mm] (2.33) 5.4.3.1.2 (6)
	Espaçamento máximo dos estribos na zona crítica	$S_{l,máx} = \min \begin{cases} h_w / 4 \\ 24 \cdot d_{bw} \\ 225 \\ 8 \cdot d_{bl} \end{cases}$ [mm] (2.34) 5.4.3.1.2 (6)
	Posição do primeiro estribo	$S_l \leq 50$ [mm] (2.35) 5.4.3.1.2 (6)
Esforço transversal	Esforço transversal resistente máximo, $V_{Rd, máx}$	$V_{Rd,máx} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$ [EC2] (2.36) 6.2.3 (3)
	Esforço transversal resistente, $V_{Rd, s}$	$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta$ [EC2] (2.37) 6.2.3 (3)
	Valor de $\cot \theta$ para verificação ao esforço transversal	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5$ [EC2] (2.38) 6.2.3 (2)

Quadro 2.9 - Termos e designações referentes às vigas.

Termo	Designação
$e_{b,c}$	Excentricidade do eixo da viga em relação ao pilar
b_c	Maior dimensão da secção transversal do pilar perpendicular ao eixo longitudinal da viga
b_w	Largura da viga
h_w	Altura da viga
$A_{s,máx}$	Área máxima de armadura longitudinal de tração
A_c	Área da secção transversal da viga
$\rho_{máx}$	Máxima taxa de armadura de tração
ρ'	Taxa de armadura de compressão
μ_φ	Fator de ductilidade relativo à compressão - Equação (2.19)
$\varepsilon_{sy,d}$	Valor de cálculo para a extensão de plastificação de aço
f_{cd}	Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão
f_{yd}	Valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço nas armaduras de betão armado
A'_s	Área efetiva de armadura na zona de compressão
A_s	Área efetiva de armadura na zona de tração
$A_{s,mín}$	Área mínima de armadura longitudinal de tração
f_{ctm}	Valor médio da tensão de rotura do betão à tração aos 28 dias
f_{yk}	Valor característico da tensão de cedência à tração do aço
b_t	Largura média da zona tracionada
d	Altura útil da viga
$\rho_{mín}$	Mínima taxa de armadura de tração
d_{bw}	Diâmetro dos varões para estribos
$S_{l,máx}$	Espaçamento máximo entre estribos
d_{bL}	Mínimo diâmetro dos varões longitudinais
S_l	Distância do primeiro estribo à face do apoio
α_{cw}	Coefficiente que tem em conta o estado de tensão do banzo comprimido
z	Braço do binário das forças interiores
ν_1	Coefficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal
θ	Ângulo formado pela escora comprimida de betão com o eixo da viga
A_{sw}	Área da secção transversal das armaduras de esforço transversal
s	Espaçamento dos estribos

2.7.3 PILARES

2.7.3.1 Esforços de cálculo

Os valores de cálculos dos esforços transversos devem ser determinados de acordo com a regra de cálculo pela capacidade real nos pilares sísmicos primários sob a ação dos momentos das extremidades, $M_{i,d}$ (CEN, 2010a).

A forma de determinar esses momentos nas extremidades da viga, $M_{i,d}$, é dada pela equação (2.39).

$$M_{i,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i} \cdot \min \left(1, \frac{\Sigma M_{Rb}}{\Sigma M_{Rc}} \right) \quad (2.39)$$

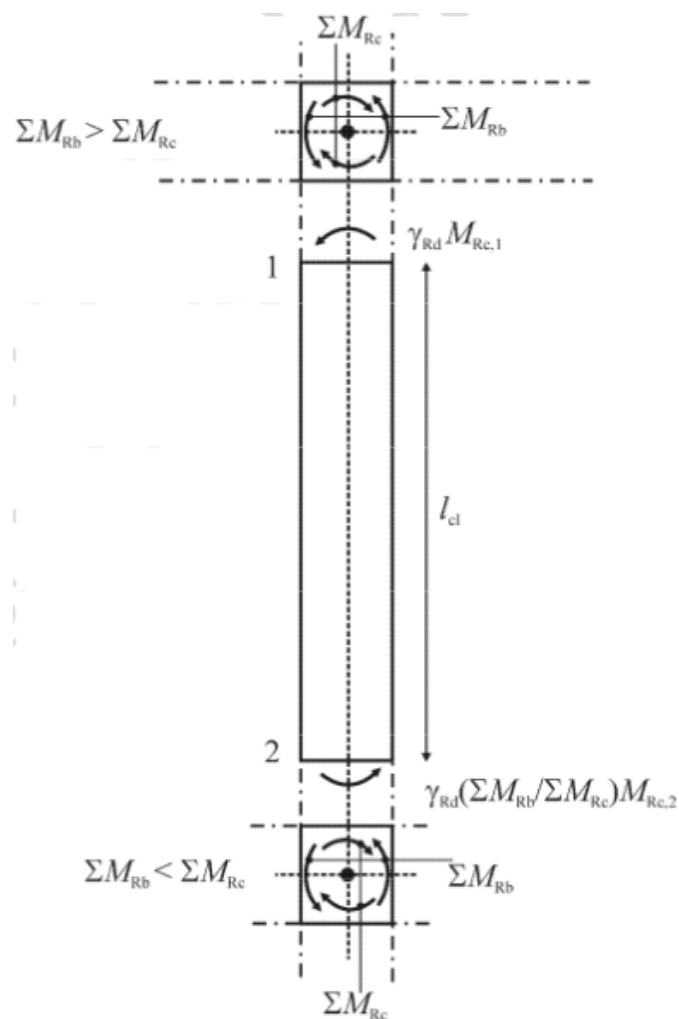


Figura 2.3 - Valores de cálculo pela capacidade real dos esforços transversos nos pilares (CEN, 2010a).

Em que:

γ_{Rd} = coeficiente que nos pilares de estruturas de DCM toma o valor de 1,1;

$M_{Rc,i}$ = valor de cálculo do momento resistente do pilar na extremidade i no sentido do momento sísmico para o sentido considerado da ação sísmica;

ΣM_{Rc} = soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes dos pilares que concorrem no nó, na situação de projeto sísmico;

ΣM_{Rb} = soma dos valores de cálculo dos momentos resistentes das vigas que concorrem no nó, na situação de projeto sísmico.

Assim, o esforço transversal é calculado por:

$$V_{ed} = \frac{M_{1,d}^- + M_{2,d}^+}{l_{cl}} \quad (2.40)$$

2.7.3.2 Requisitos dos pilares

Tal como as vigas, os pilares também têm requisitos a cumprir em função da classe de ductilidade. Esses requisitos estão expressos no Quadro 2.10 para a classe DCM. Nele estão descritas as verificações impostas pelo EC8, mas também algumas regras do EC2, o que no conjunto constituem o conjunto necessário para dimensionar as zonas críticas e o resto do pilar.

No Quadro 2.11 é possível consultar o significado de cada termo específico do pilar presente nos requisitos para clarificação de cada um deles.

As equações (2.55) a (2.58), ainda referentes aos pilares, são fórmulas para verificar se o confinamento do núcleo de betão do pilar está bem dimensionado.

É de salientar que deve ser utilizado o valor do esforço normal obtido na análise para a situação de projeto sísmica, considerando-se o valor mais condicionante, ou seja, máximo ou mínimo esforço normal.

Quadro 2.10 - Resumo das regras relativas aos pilares.

	Parâmetro	Requisito para a classe DCM		Cláusula
Esforço normal reduzido de cálculo	v_d	$v_d \leq 0,65$	(2.41)	5.4.3.2.1 (3)
Comprimento da região crítica	l_{crit}	$l_{cr} = \max \begin{cases} h_c \\ \frac{l_{cl}}{6} \\ 0,45 \end{cases} [m]$ Se $\frac{l_{cl}}{h_c} \leq 3 \Rightarrow l_{cr} = l_{cl}$	(2.42)	5.4.3.2.2 (4) e (5)
Armadura longitudinal	Taxa de armadura longitudinal	$0,01 \leq \rho \leq 0,04$	(2.43)	5.4.3.2.2 (1)
	Armadura simétrica	$\rho = \rho'$	(2.44)	5.4.3.2.2 (1)
	Diâmetro dos varões	$d_{bL} \geq 8 [mm] [EC2]$	(2.45)	9.5.2 (1)
	Varões por face	≥ 3	(2.46)	5.4.3.2.2 (2)
	Espaço máximo entre varões cintados consecutivos	$\leq 200 [mm]$	(2.47)	5.4.3.2.2 (11)
	Espaço máximo entre um varão cintado e um não cintado	$\leq 150 [mm] [EC2]$	(2.48)	9.5.3 (6)
Armadura transversal	Diâmetro dos estribos na zona crítica	$d_{bw} \geq \begin{cases} 6 \\ \frac{d_{bL}}{4} \end{cases} [mm]$	(2.49)	5.4.3.2.2 (10)
	Espaçamento máximo dos estribos na zona crítica	$s_{l,máx} = \min \begin{cases} \frac{b_o}{2} \\ 175 \\ 8 \cdot d_{bL} \end{cases} [mm]$	(2.50)	5.4.3.2.2 (11)
Confinamento do betão	ω_{wd}	$\omega_{wd} \geq 0,08$	(2.51)	5.4.3.2.2 (9)
	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot v_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035$	(2.52)	5.4.3.2.2 (8)
Esforço transversal	Esforço transversal resistente máximo, $V_{Rd, máx}$	$V_{Rd, máx} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} [EC2]$	(2.53)	6.2.3 (3)
	Esforço transversal resistente, $V_{Rd, s}$	$V_{Rd, s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta [EC2]$	(2.54)	6.2.3 (3)

Quadro 2.11 - Termos e designações referentes aos pilares.

Termo	Designação
h_c	Maior dimensão da secção transversal do pilar
l_{cl}	Comprimento livre do pilar
d_{bL}	Diâmetro dos varões longitudinais
d_{bw}	Diâmetro dos estribos
b_o	Largura do núcleo confinado
ω_{wd}	Taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas - Equação (2.55)
α	Coefficiente de eficácia do confinamento – Equações (2.56) a (2.58)
μ_ϕ	Valor necessário do fator de ductilidade em curvatura - Equação (2.19)
$\epsilon_{sy,d}$	Valor de cálculo para a extensão de plastificação de aço
b_c	Largura bruta da secção transversal
α_{cw}	Coefficiente que tem em conta o estado de tensão do banzo comprimido
b_w	Largura do pilar
z	Braço do binário das forças interiores
ν_1	Coefficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal
f_{cd}	Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão
θ	Ângulo formado pela escora comprimida de betão com o eixo do pilar
A_{sw}	Área da secção transversal das armaduras de esforço transversal
s	Espaçamento dos estribos
f_{yd}	Valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço nas armaduras de betão armado

$$\omega_{wd} = \frac{\text{volume das cintas}}{\text{volume do núcleo de betão}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (2.55)$$

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s \quad (2.56)$$

Para secções transversais retangulares:

$$\alpha_n = 1 - \sum_n \frac{b_i^2}{6 \cdot b_o \cdot h_o} \quad (2.57)$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_o}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_o}\right) \quad (2.58)$$

Em que:

n = número total de varões longitudinais abraçados lateralmente por cintas ou por ganchos;

b_i = distância entre varões consecutivos abraçados.

2.7.4 PAREDES

2.7.4.1 Esforços de cálculo

Na análise de paredes devem ser consideradas as incertezas da análise e dos efeitos dinâmicos pós-elásticos. Para tal efeito, o EC8 fornece um método simplificado adequado para a determinação das envolventes de cálculo para os momentos fletores e para os esforços transversos.

Para o diagrama dos momentos fletores é necessário a envolvente dos momentos fletores obtido da análise. A essa envolvente será imposto um deslocamento vertical (*tension shift*), que deverá ser consistente com a inclinação das escoras considerada na verificação do estado limite último em relação ao esforço transversal. A restante envolvente final é linear se a estrutura não apresentar descontinuidades significativas de massa, de rigidez ou de resistência ao longo da sua altura (CEN, 2010a). Tal processo está explicado na Figura 2.4, em que a envolvente da esquerda é a comum para sistemas de paredes e a direita se representa a de sistemas mistos, com maior participação dos pórticos na resposta sísmica.

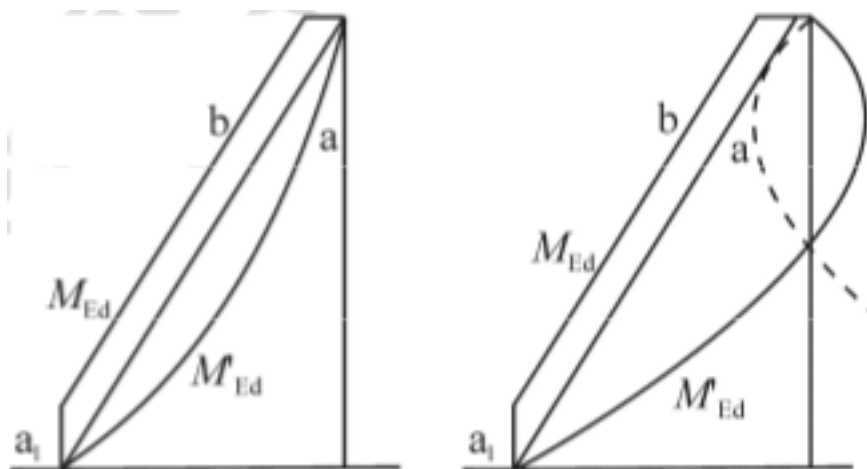


Figura 2.4 – Envolvente de cálculo dos momentos fletores em paredes esbeltas (CEN, 2010a).

Em que:

a = diagrama dos momentos fletores obtido da análise;

b = envolvente de cálculo final;

a_i = deslocamento vertical (*tension shift*).

Para a obtenção da envolvente de esforço transversal até $1/3$ da altura da parede, o esforço transversal é aumentando de 50% em relação ao obtido da análise. Acima dessa altura, o esforço transversal é linear e deve ser calculado conforme a Figura 2.5.

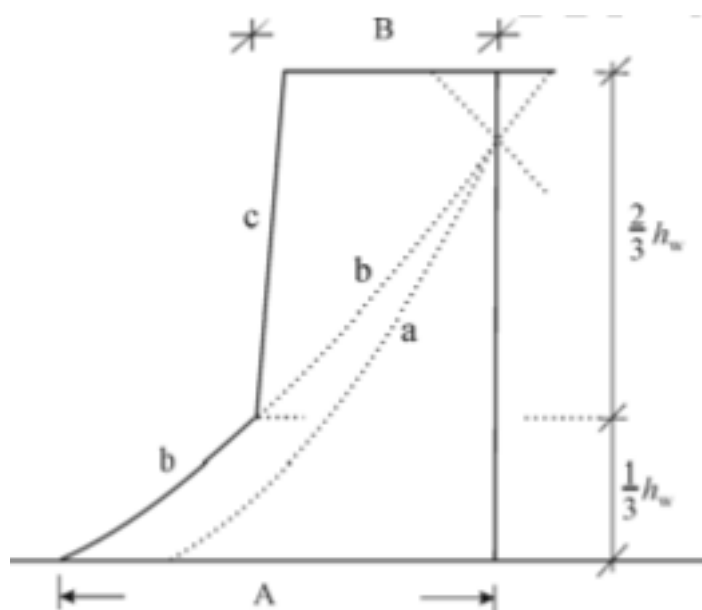


Figura 2.5 – Envolvente de cálculo dos esforços transversos nas paredes de um sistema misto (CEN, 2010a).

Em que:

a = envolvente dos esforços obtidos da análise;

b = diagrama dos esforços em que o esforço da base foi majorado de 50%;

c = envolvente de cálculo;

A = esforço transversal da base obtido majorando de 50% o valor obtido pela análise;

B = esforço transversal no topo igual ou superior a metade do valor de A .

2.7.4.2 Requisitos das paredes

Os requisitos das paredes simples (sem secções mistas e sem banzos) estão resumidos no Quadro 2.12 e os termos estão explicados no Quadro 2.13.

É de salientar que deve ser utilizado o valor do esforço normal obtido na análise para a situação de projeto sísmico e que a armadura vertical de alma deve ser considerada no cálculo da resistência à flexão das secções de parede.

Nas equações (2.80) a (2.83) estão presentes informações adicionais para o correto dimensionamento de paredes dúcteis.

Na Figura 2.6 é possível ver a caracterização de cada elemento da parede.

Quadro 2.12 - Resumo das regras relativas às paredes.

	Parâmetro	Requisito para a classe DCM		Cláus- sula
Restrição geométrica	Espessura da alma, b_{wo}	$b_{wo} \geq \max \left\{ \begin{matrix} 0,15 \\ \frac{h_s}{20} \end{matrix} \right\} [m]$	(2.59)	5.4.1.2.3 (1)
Esforço normal reduzido de cálculo	v_d	$v_d \leq 0,40$	(2.60)	5.4.3.4.1 (2)
Comprimento da região crítica acima da base da parede	h_{cr}	$h_{cr} = \max \left\{ \begin{matrix} l_w \\ \frac{h_w}{6} \end{matrix} \right\}$	(2.61)	5.4.3.4.2 (1)
		$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w \\ h_s \text{ para } n \leq 6 \text{ pisos} \\ 2 \cdot h_s \text{ para } n \geq 7 \text{ pisos} \end{cases}$	(2.62)	5.4.3.4.2 (1)
	l_c	$l_c = \max \left\{ \begin{matrix} 0,15 \cdot l_w \\ 1,5 \cdot b_w \end{matrix} \right\}$	(2.63)	5.4.3.4.2 (6)
	Taxa de armadura vertical, $\rho_{v,EE,critica}$	$0,005 \leq \rho_{v,EE,critica} \leq 0,04$	(2.64)	5.4.3.4.2 (8)
	Distância máxima entre 2 varões longitudinais cintados	200 [mm]	(2.65)	5.4.3.2.2 (11)
Elemento de extremidade (EE) na zona crítica	Diâmetro mínimo estribos	$d_{bw} \geq 6 [mm] [EC2]$	(2.66)	9.5.3 (1)
	Espaçamento máximo estribos	$s = \min \left\{ \begin{matrix} \frac{b_o}{2} \\ 175 \\ 8 \cdot d_{bL} \end{matrix} \right\} [mm]$	(2.67)	5.4.3.2.2 (11)
	ω_{wd}	$\omega_{wd} \geq 0,08$	(2.68)	5.4.3.2.2 (9)
	$\alpha \cdot \omega_{wd}$	$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035$	(2.69)	5.4.3.2.2 (8)

Ele- mento de extre- midade (EE) no resto da parede	Taxa de armadura vertical, $\rho_{v,EE}$	$\begin{cases} 0,005 \leq \rho_{v,EE} \leq 0,04 \text{ se } \varepsilon_c > 0,2\% \\ 0,002 \leq \rho_{v,EE} \leq 0,04 \text{ se } \varepsilon_c \leq 0,2\% \end{cases}$	(2.70)	5.4.3.2.2 (11)
	Espaçamento máximo dos estribos (se $A_{sl} \geq 0,02 \cdot A_c$)	$s = \min \left\{ \begin{array}{l} b_{wo} \\ 300 \\ 15 \cdot d_{bL} \end{array} \right. [mm] [EC2]$	(2.71)	9.5.3 (3)
	Espaçamento máximo dos estribos (se $A_{sl} \geq 0,02 \cdot A_c$ e distância à laje $\leq 4 \cdot b_w$)	$s = 0,6 \cdot \min \left\{ \begin{array}{l} b_{wo} \\ 300 \\ 15 \cdot d_{bL} \end{array} \right. [mm] [EC2]$	(2.72)	9.5.3 (4)
Alma da parede	Taxa de armadura vertical, $\rho_{v,alma}$	$\begin{cases} 0,005 \leq \rho_{v,alma} \leq 0,04 \text{ se } \varepsilon_c > 0,2\% \\ 0,002 \leq \rho_{v,alma} \leq 0,04 \text{ se } \varepsilon_c \leq 0,2\% \end{cases}$	(2.73)	5.4.3.2.2 (11)
	Espaçamento máximo dos varões longitudinais, $s_{v,alma}$	$s_{v,alma} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot b_{wo} \\ 400 \end{array} \right. [mm] [EC2]$	(2.74)	9.6.2 (3)
	Taxa de armadura horizontal mínima, $\rho_{h,min}$	$\rho_{h,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,1\% \\ 0,25 \cdot \rho_{v,alma} \end{array} \right. [EC2]$	(2.75)	9.6.3 (1)
	Espaçamento máximo da armadura horizontal	400 [mm] [EC2]	(2.76)	9.6.3 (2)
Esforço trans- verso	Esforço transversal resistente máximo, $V_{Rd,max}$	$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} [EC2]$	(2.77)	6.2.3 (3)
	Esforço transversal resistente, $V_{Rd,s}$	$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta [EC2]$	(2.78)	6.2.3 (3)
	Valor de $\cot \theta$ para verificação ao esforço transversal	$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 [EC2]$	(2.79)	6.2.3 (2)

Quadro 2.13 - Termos e designações referentes às paredes.

Termo	Designação
h_s	Altura livre do piso
l_w	Comprimento da secção da parede
h_w	Altura da parede
EE	Elementos de extremidade da secção que no EC8 são denominados de "boundary elements"
l_c	Comprimento da secção onde ocorre a elevada concentração de tensões de compressão
b_w	Largura do EE
d_{bw}	Diâmetro dos estribos
b_o	Largura do núcleo confinado
d_{bL}	Diâmetro dos varões longitudinais
ω_{wd}	Taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas - Equação (2.55)
α	Coefficiente de eficácia do confinamento – Equações (2.56) a (2.58)
μ_ϕ	Valor necessário do fator de ductilidade em curvatura - Equação (2.19)
ω_v	Rácio mecânico de armadura vertical na alma da parede – Equação (2.80)
$\varepsilon_{sy,d}$	Valor de cálculo para a extensão de plastificação de aço
b_c	Largura bruta da secção transversal
ε_c	Extensão de compressão
A_{sl}	Área total dos varões longitudinais da parede
A_c	Área total da parede
α_{cw}	Coefficiente que tem em conta o estado de tensão do banzo comprimido
z	Braço do binário das forças interiores
ν_1	Coefficiente de redução da resistência do betão fendilhado por esforço transversal
f_{cd}	Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão
θ	Ângulo formado pela escora comprimida de betão com o eixo da parede
A_{sw}	Área da secção transversal das armaduras de esforço transversal
s	Espaçamento dos estribos
f_{yd}	Valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço nas armaduras de betão armado

O valor do rácio mecânico de armadura vertical na alma da parede, ω_v , deve ser calculado normalizando à área total da parede e não a área total da alma, como se pode verificar pela equação seguinte:

$$\omega_v = \frac{A_{sv}}{l_w \cdot b_w} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (2.80)$$

Os comprimentos dos elementos de extremidade (EE) podem ser limitados a uma distância, presente na equação (2.81), desde o centro do estribo próximo da extremidade da parede mais comprimida.

$$l_c = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}} \right) \quad (2.81)$$

Em que:

x_u = posição do eixo neutro correspondente à curvatura última após o destacamento do betão situado fora do núcleo confinado dos elementos de extremidade, calculado de acordo com a equação (2.82);

ε_{cu2} = extensão de compressão para a qual se prevê o destacamento do betão devido a grandes extensões de compressão, que pode ser considerada igual a 0,0035;

$\varepsilon_{cu2,c}$ = extensão última do betão confinado, sendo considerado igual à expressão (2.83).

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_o} \quad (2.82)$$

$$\varepsilon_{cu,2c} = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd} \quad (2.83)$$

Os elementos de extremidade de uma parede com os bordos livres estão representados na Figura 2.6.

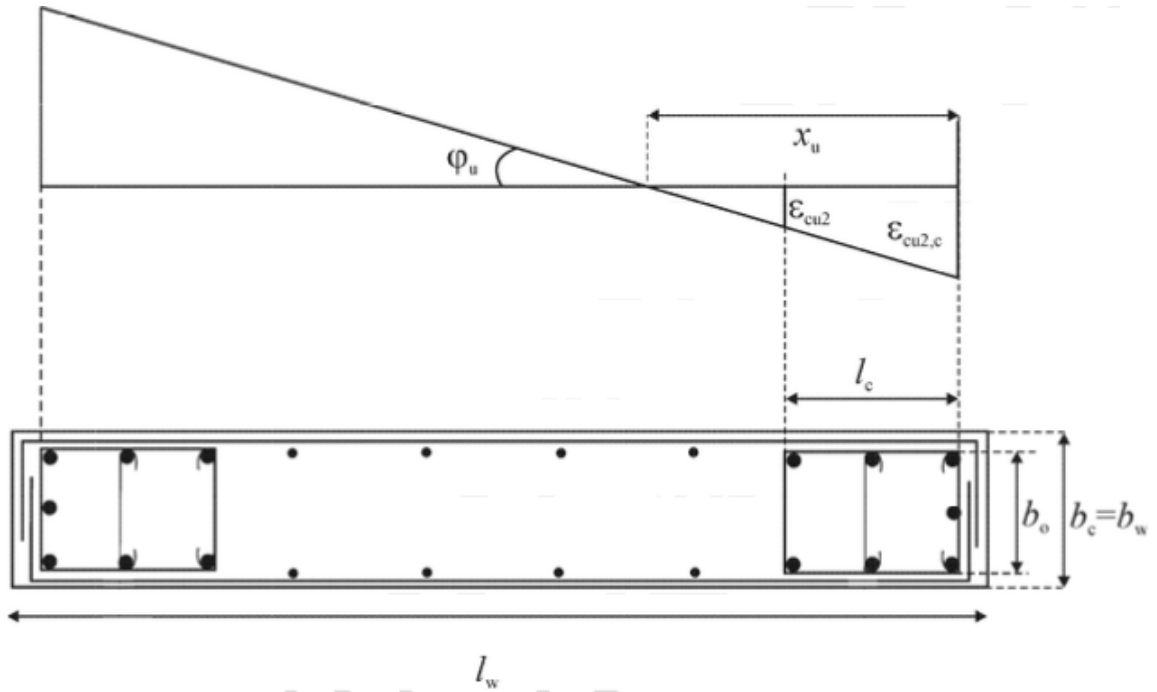


Figura 2.6 – Elementos de extremidade confinado de uma parede com os bordos livres (CEN, 2010a).

3

DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE UM EDIFÍCIO COM SISTEMA ESTRUTURAL PÓRTICO-PAREDE

3.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo é dedicado ao dimensionamento sísmico de um edifício de betão armado com uma estrutura sismo resistente constituída por um sistema pórtico-parede, seguindo as disposições do EC8. Adotou-se para este fim uma estrutura idealizada com sistemas de pórticos e paredes simples, regular em planta e em altura, de forma a permitir a aplicação das disposições do EC8 de uma forma mais clara e simples. Procurou-se que a estrutura fosse representativa de uma tipologia corrente para edifícios de média altura, retirando-se no entanto algumas particularidades que existirão sempre em edifícios concretos tais como, consolas, um posicionamento mais irregular dos pilares, entre outras, de forma a clarificar a aplicação das disposições regulamentares.

Na secção 3.2 é descrita a estrutura do edifício, a classificação do seu sistema estrutural, o coeficiente de comportamento e são definidas as ações relevantes para o dimensionamento sísmico. O modelo de cálculo é descrito na secção 3.3 e na secção seguinte são apresentados e discutidos os principais resultados globais da análise. O dimensionamento pormenorizado das vigas, pilares e paredes é apresentado nas secções 3.5, 3.6 e 3.7, respetivamente.

Todas as análises foram realizadas com o software *SAP2000* e algumas das armaduras foram dimensionadas usando a folha de Excel *2D DESIGN ULS* (Pinheiro, Costa, & Vila Pouca, 2006).

3.2 DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO E AÇÕES

3.2.1 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício estudado com uma estrutura de betão armado de vários andares situa-se na zona de Lisboa, será construída sobre um terreno tipo C e é um edifício habitacional.

O edifício tem 8 pisos acima do solo (piso 0) e um piso cave. A altura total do edifício acima do piso 0 é de 28 m. A altura do primeiro andar (entre os níveis 0 e 1) é de 4 m, enquanto as alturas dos demais andares são iguais a 3,0 m. Na cave existe um muro de suporte com espessura de 25cm. A planta estrutural tipo é apresentada na Figura 3.1 e os alçados dos pórticos nas duas direções são apresentados na Figura 3.2.

O sistema estrutural é composto por paredes, vigas e pilares. As dimensões das vigas são de 0,3m x 0,6m. As paredes têm todas elas secções transversais de 0,3m x 3m. As secções transversais dos pilares estão representadas na Figura 3.3.

Após alguns estudos sobre qual a melhor espessura de laje maciça, o dimensionamento das lajes fixou-se em 0,18 m de espessura, que satisfaz todos os critérios de segurança e de verificações de deformações. Tal procedimento foi possível usando o Regulamento Britânico em conjunto com o EC2.

O betão é da classe C25/30 e o aço da classe A500. A estrutura é projetada para a classe de ductilidade DCM.

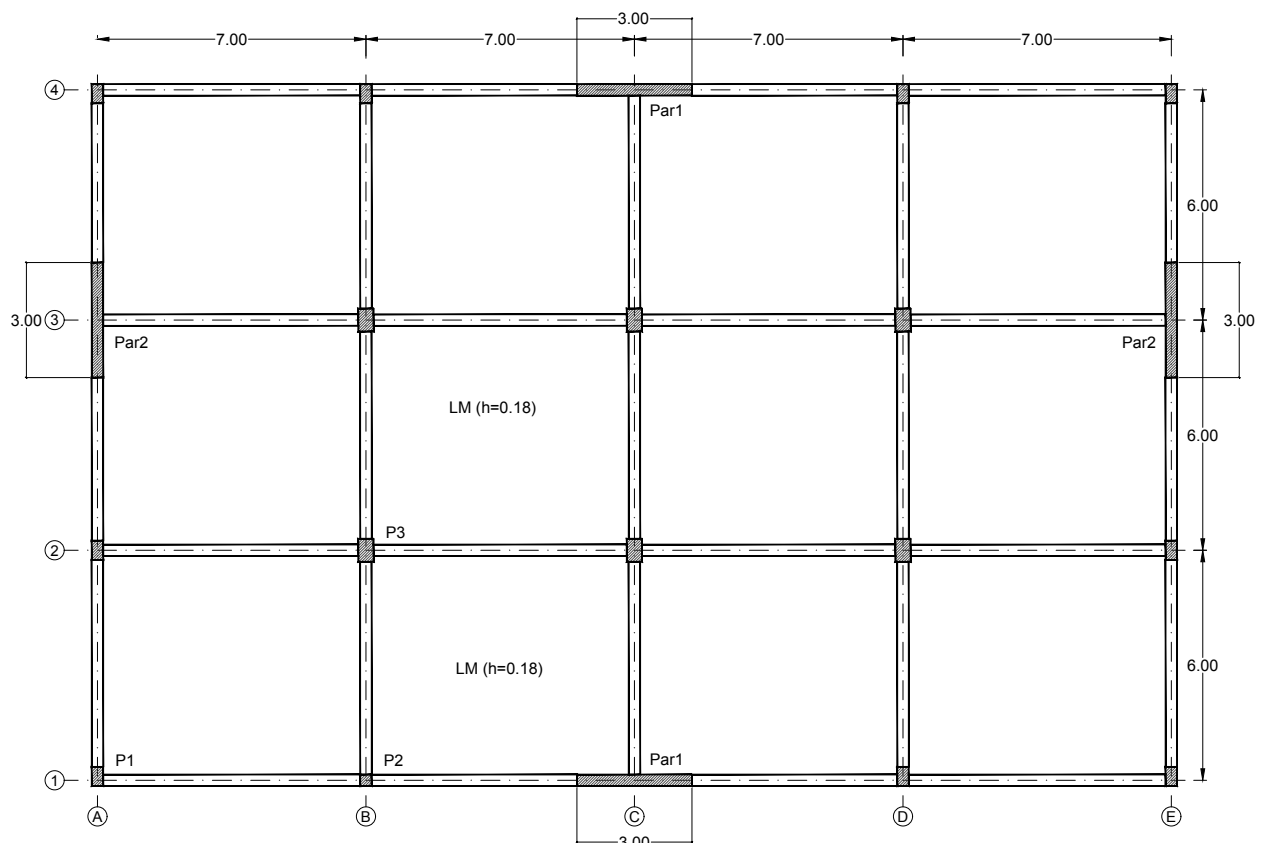


Figura 3.1 - Planta estrutural – piso *i*.

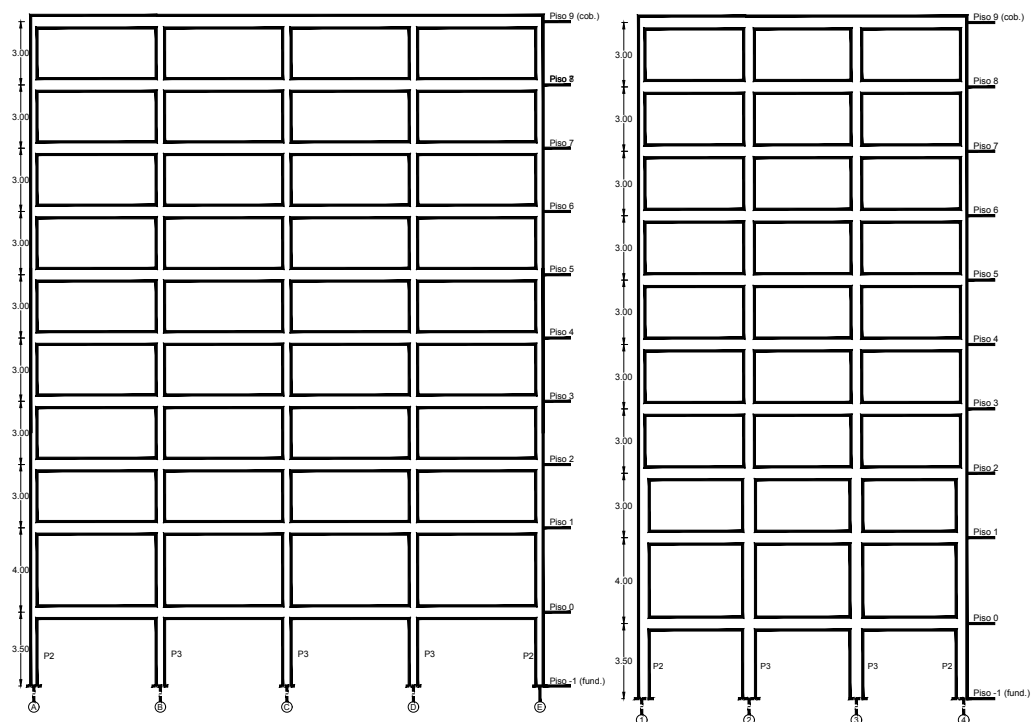


Figura 3.2 – Alçados (à esquerda: pórtico 2; à direita: pórtico B).

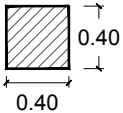
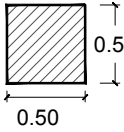
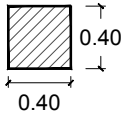
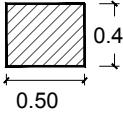
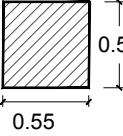
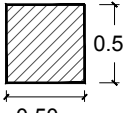
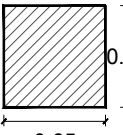
Pisos	P1	P2	P3
8 - 9	P1A 	P2A 	P3A 
7 - 8			
6 - 7			
5 - 6	P1B 		P3B 
4 - 5			
3 - 4			
2 - 3	P1C 	P3C 	
1 - 2			
0 - 1			
-1 - 0			

Figura 3.3 – Secções dos pilares.

3.2.2 AÇÃO VERTICAL

Numa situação de projeto sísmico, as ações verticais (cargas permanentes “G” e cargas variáveis “Q”) devem ser levadas em consideração.

As cargas permanentes “G” são representadas pelo peso próprio da estrutura e pela restante carga permanente. Para a restante carga permanente, a carga uniformemente distribuída igual a 3 kN/m² é assumida. Nesta estrutura a carga variável, em termos de carga uniformemente distribuída, é de 2 kN/m². As cargas variáveis são, numa situação de projeto sísmico, reduzidas com um fator de $\gamma_2 = 0,3$.

O peso próprio dos elementos estruturais (pilares, vigas e paredes) foi calculado automaticamente no programa *SAP2000*.

3.2.3 AÇÃO SÍSMICA

3.2.3.1 Sistema estrutural e coeficiente de comportamento

Como o valor do coeficiente de comportamento não é por si só independente é necessário alguns processos de modo a obter o resultado mais coerente para o edifício. Sendo um edifício misto, ou seja, constituído por pórticos e paredes, é necessário apurar com base na ação sísmica se o edifício corresponde a um sistema misto equivalente a pórtico ou equivalente a paredes. Tal como descrito no capítulo 2.4.1, o que distingue um sistema do outro é que no primeiro caso a resistência à força de corte na base dos pórticos é superior a 50% da resistência total à força de corte de todo o edifício, enquanto no segundo caso a resistência das paredes à força de corte na base do edifício é superior a 50% da resistência sísmica de todo o sistema estrutural. Porém, para obter este valor é necessário primeiramente inserir a ação sísmica e consequentemente decidir um coeficiente de comportamento.

Foi imposto que a estrutura seria um sistema misto equivalente a paredes em ambas as direções, ou seja, o corte basal das paredes na base seria superior a 50% da força total. Além disso, decidiu-se projetar em classe de ductilidade média (DCM). A razão para tal em vez de DCH prende-se à vantagem em termos de carácter prático e económico da classe DCM em relação à mencionada anteriormente.

O valor máximo do coeficiente de comportamento, pelas equações (2.12), (2.13) e (2.14) toma o valor de 3 (Quadro 3.1) sendo que o fator de majoração é 1,0 dado pelo EC8 para duas paredes não acopladas em cada direção. Tal valor de majoração é explicado pelo facto de que neste edifício a dissipação de energia se concentrar nas rótulas formadas nas bases das paredes, o que torna a formação de rótulas nos pórticos pouco relevantes.

Quadro 3.1 - Coeficiente de comportamento.

q_0	$\frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	Σh_{wi}	Σl_{wi}	k_w	q
$3 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$	1,0	112	12	1	3

3.2.3.2 Espectro de resposta elástica

Com base no capítulo 2.3 é possível caracterizar os espectros de resposta sísmica referentes ao sismo tipo 1 e tipo 2, conforme indicado no Quadro 3.2. O edifício é classificado como sendo da classe de importância II por ser de habitação.

Quadro 3.2 - Dados para a definição dos espectros.

	Tipo 1	Tipo 2
Zona Sísmica	1.3	2.3
a_{gR} [m/s²]	1,5	1,7
γ_I	1,0	1,0
$S_{máx}$	1,6	1,6
T_B (s)	0,1	0,1
T_C (s)	0,6	0,25
T_D (s)	2,0	2,0
S	1,5	1,46

Através das equações (2.2) a (2.5), foi possível obter os dois espectros de resposta de cálculo, representados na Figura 3.4.

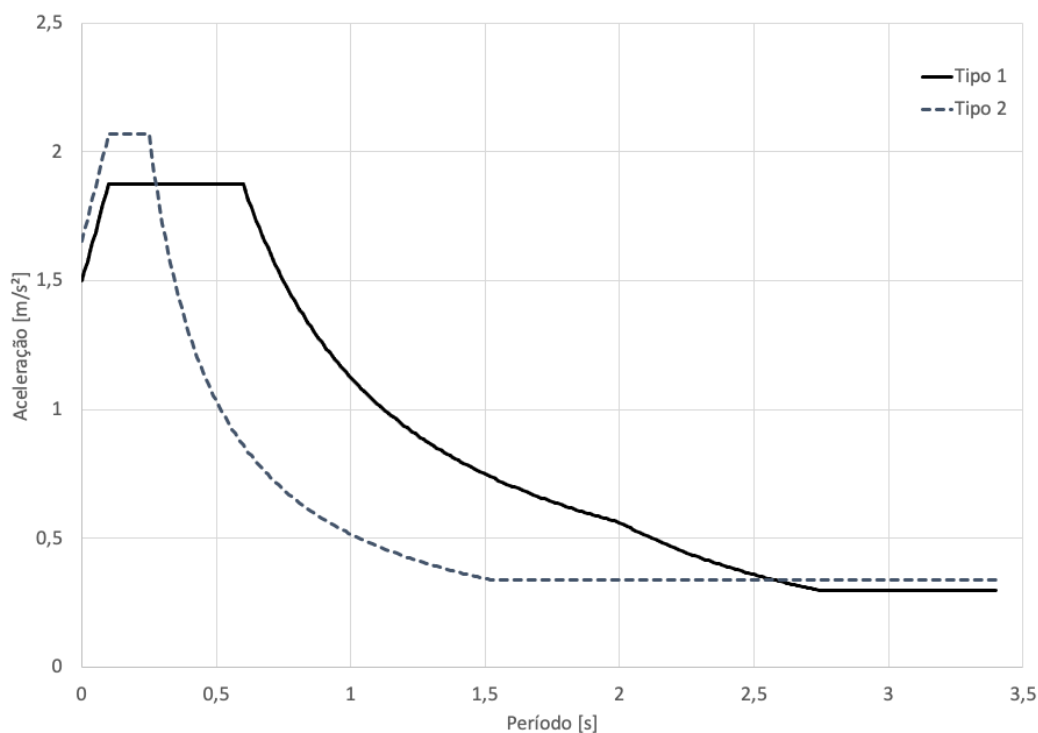


Figura 3.4 – Espectros de resposta de cálculo.

3.3 MODELO ESTRUTURAL

O software *SAP2000* foi utilizado para a análise do edifício. Foi usado um modelo estrutural tridimensional tal como representado na Figura 3.5. Os eixos principais e auxiliares também estão representados também nessa figura sendo que a origem do sistema de coordenadas global está localizada ao nível do piso 0, no canto do pórtico 1 com o pórtico A. As características básicas do modelo são as seguintes:

- (1) Os elementos estruturais (paredes, pilares e vigas) foram modeladas como elementos de barra;
- (2) Em cada piso, ao nível das lajes, foram colocadas barras rígidas com a finalidade de compatibilizar os deslocamentos da união da parede com a laje. Esta barra rígida apresenta-se assim com rigidez bastante elevada e com peso igual a 0 para não contribuir na massa do edifício;
- (3) Foi necessário encastrar as paredes ao nível da fundação para a correta contribuição sísmica;
- (4) O muro de suporte foi modelado como elemento de casca fina com elementos finitos de 1m, e na sua base foi restringida a translação vertical, a translação perpendicular ao muro e também foi restringida a rotação de flexão na direção do plano do muro;
- (5) Os pilares são totalmente fixados na fundação;
- (6) Foi quebrada a rigidez de torção de vigas e pilares para não haver momentos de torção das vigas que serão em parte equilibrados pelos momentos fletores dos pilares;
- (7) Os elementos sísmicos primários são considerados com metade da rigidez para entrar em linha de conta com aspetos de fendilhação;
- (8) Inicialmente as lajes foram modeladas como elementos de casca fina e sem rigidez, por não contribuírem para a resistência sísmica do edifício. Posteriormente, como um dos critérios para modelação é que a percentagem da participação da massa modal seja no mínimo de 90%, tornou-se necessário a criação de diafragmas rígidos por piso, o que substitui a primeira modelação em casca fina. Tal foi necessário devido ao facto que na massa total é contabilizado o muro de suporte e o piso 0 mas na ação sísmica não participam como elementos resistentes, não contribuindo para a massa deformável. Com esta opção fica obrigatório colocar sobre as vigas as cargas referentes ao peso próprio da laje, as restantes cargas permanentes e a sobrecarga.

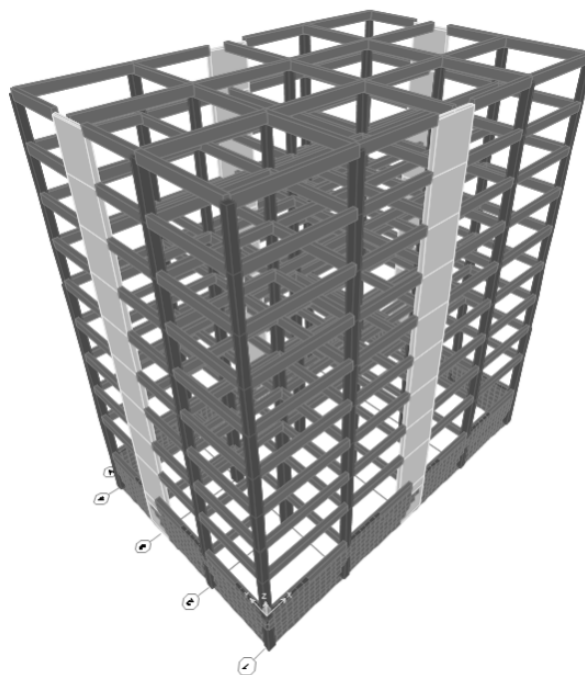


Figura 3.5 – Modelo estrutural do *SAP2000*.

3.4 ANÁLISE MODAL DO ESPECTRO DE RESPOSTA

3.4.1 GERAL

Nesta análise foi considerado o sismo Tipo 1, por ser o mais condicionante.

- (1) Foi considerada a massa correspondente à carga vertical da combinação quase-permanente para a obtenção dos diferentes modos.
- (2) Os resultados da análise espectral em ambas as direções horizontais foram combinadas conforme as equações (2.10) e (2.11).
- (3) As combinações sísmicas são designadas de “ELU_E1_100X_30Y”, ou seja, foi usada a combinação quase-permanente (combinação estado limite último dos sismos) em conjunto com 100% do sismo tipo 1 na direção X e 30% na direção Y. Por outro lado a combinação “ELU_E1_30X_100Y” foi com 100% do sismo tipo 1 na direção Y e 30% na direção X.

3.4.2 PERÍODOS, MASSAS E FORMAS MODAIS

As propriedades modais básicas do edifício estão resumidas no Quadro 3.3. Os três períodos fundamentais de vibração do edifício correspondem aos 3 primeiros modos:

- (1) O modo 1 com período de 1,67s que, segundo a massa efetiva, corresponde à translação na direção X, representado na Figura 3.6;
- (2) O modo 2 com período de 1,63s corresponde à translação na direção Y, tal como na Figura 3.7;
- (3) O modo 3 com período de 1,24s que é um modo predominantemente torsional, como se pode ver na Figura 3.8.

Na análise modal do espectro de resposta os 100 modos de vibração foram levados em consideração, em que a soma das massas modais efetivas equivale a 99% da massa total da estrutura.

Quadro 3.3 - Os períodos elásticos (T) e as percentagens de massas efetivas (M_{eff}) dos primeiros seis modos.

Modo	T (s)	$M_{eff,UX}$ (%)	$M_{eff,UY}$ (%)	$M_{eff,UZ}$ (%)
1	1,67	67,18	0,00	0,00
2	1,63	0,00	67,31	0,00
3	1,24	0,00	0,00	64,58
4	0,50	10,98	0,00	0,00
5	0,49	0,00	11,23	0,00
6	0,35	0,00	0,00	11,07

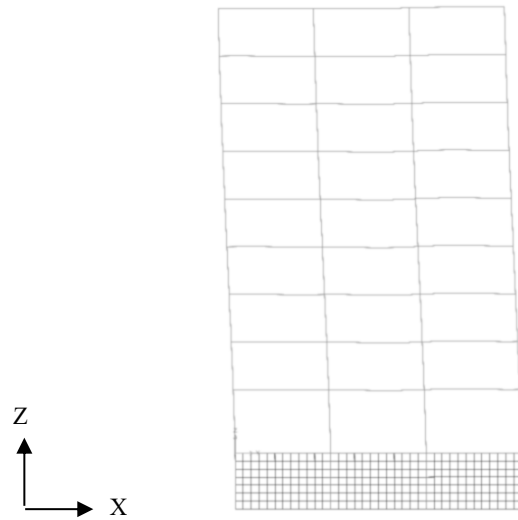


Figura 3.6 – Modo 1: translação em X.

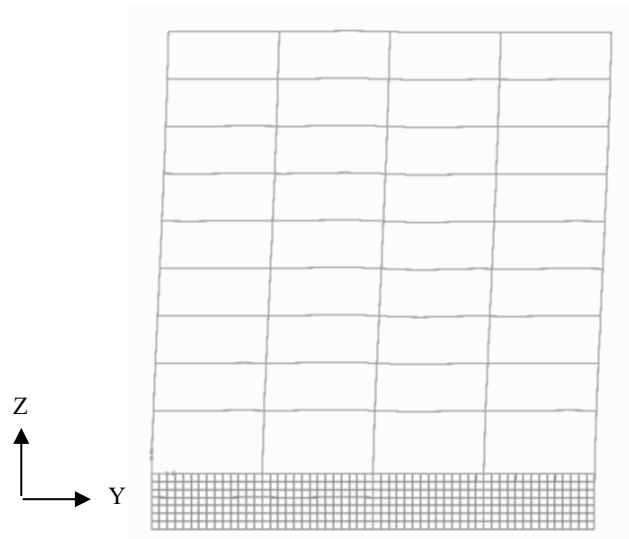


Figura 3.7 – Modo 2: translação em Y.

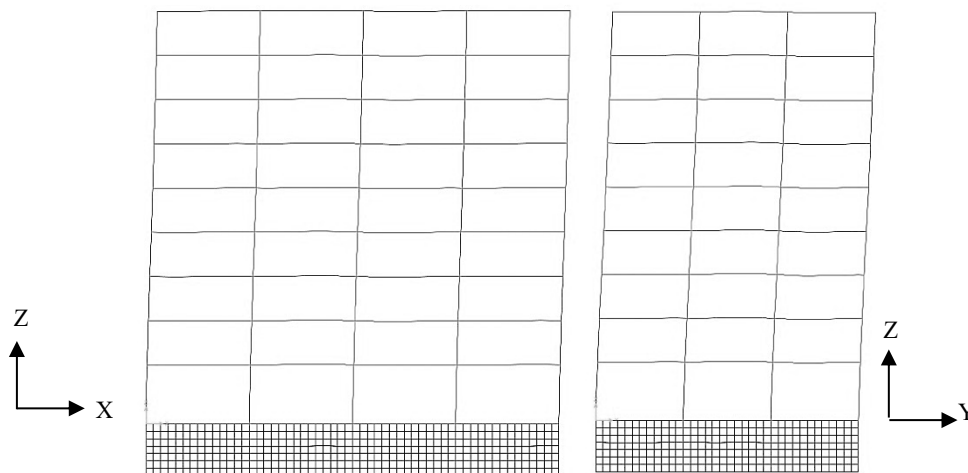


Figura 3.8 – Modo 3: rotação em Z.

3.4.3 FORÇAS DE CORTE BASAL

A força de corte na base da estrutura obtida pela análise para a direção X atinge os 2977 kN. A força de corte na direção Y é praticamente igual e soma 2973 kN. As forças de corte do piso ao longo da altura do edifício para ambas as direções são mostradas na Figura 3.9.

Pode-se ver que as forças de corte do piso 0 e do piso -1 são iguais às do nível 1, porque esses dois pisos não contribuem para a deformabilidade da estrutura.

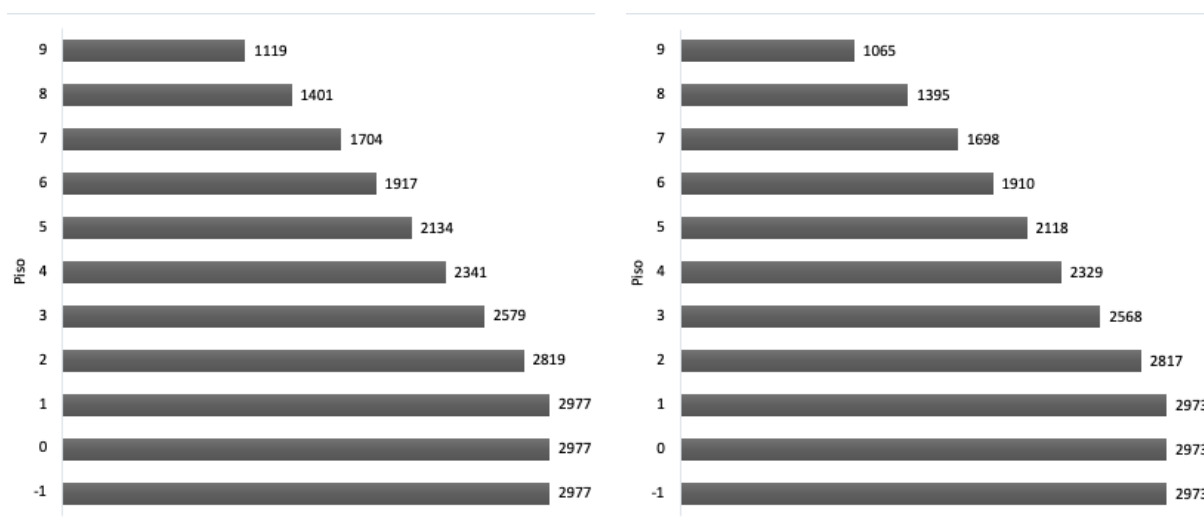


Figura 3.9 – Forças de corte de piso ao longo da altura para duas direções horizontais (à esquerda: direção X; à direita: direção Y).

Uma verificação rápida da força de corte da base calculada pode ser feita comparando-a com o valor da multiplicação da massa total com a aceleração espectral de projeto no período fundamental na direção relevante. Considerando a carga vertical acima do piso 0 na combinação quase-permanente de 49690 kN e $S_d(T=1,67s) = 0,67$ na direção X e $S_d(T=1,63s) = 0,69$ na direção Y, retirados pelas equações (2.2) a (2.5) os valores da força de corte são apresentados no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Forças de corte na base.

	Pela análise	Pelo cálculo
Direção X	2977	3394
Direção Y	2973	3495

Os valores obtidos do cálculo de forma simplificada permitem concluir que houve uma análise correta, embora os valores ainda sejam diferentes. Tal acontece porque estes valores de cálculo consideram que o edifício representa um sistema de um grau de liberdade, porém o edifício apresentado é mais complexo do que isso devido ao facto de ter muitos pisos e dos modos mais superiores também terem significado e interferirem no resultado final.

Para a escolha do sistema estrutural e do coeficiente de comportamento (capítulo 3.2.3.1) é necessário confirmar que as paredes recebem, em cada direção, mais de 50% das forças sísmicas totais na sua base. Através da análise é possível retirar que tal acontece, como se verifica no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Força de corte das paredes.

	E1X	E1Y
Força de corte total na base	2977	2973
Força de corte das paredes na base	2106	2139
%	71	72

3.4.4 DESLOCAMENTOS

De acordo com o EC8, os deslocamentos reais (d_s) de um ponto do sistema estrutural devem ser calculados como um produto do coeficiente de comportamento e o deslocamento (d_e) do mesmo ponto obtido da análise modal do espectro de resposta - equação (2.16). No Quadro 3.6 estão representados os deslocamentos obtidos para este edifício. Pela Figura 3.10 é possível verificar que o deslocamento real nas duas direções é muito semelhante, existindo maiores diferenças nos pisos superiores, ainda assim pouco significativas.

Quadro 3.6 - Deslocamentos dos pisos nas duas direções.

Piso	d_e (m)		d_s (m)	
	Direção X	Direção Y	Direção X	Direção Y
9	0,067	0,069	0,202	0,207
8	0,062	0,063	0,185	0,189
7	0,055	0,056	0,166	0,169
6	0,048	0,049	0,145	0,147
5	0,041	0,041	0,122	0,123
4	0,032	0,033	0,097	0,098
3	0,024	0,024	0,072	0,072
2	0,015	0,015	0,046	0,046
1	0,008	0,008	0,023	0,023
0	0,000	0,000	0,001	0,001
-1	0,000	0,000	0,000	0,000

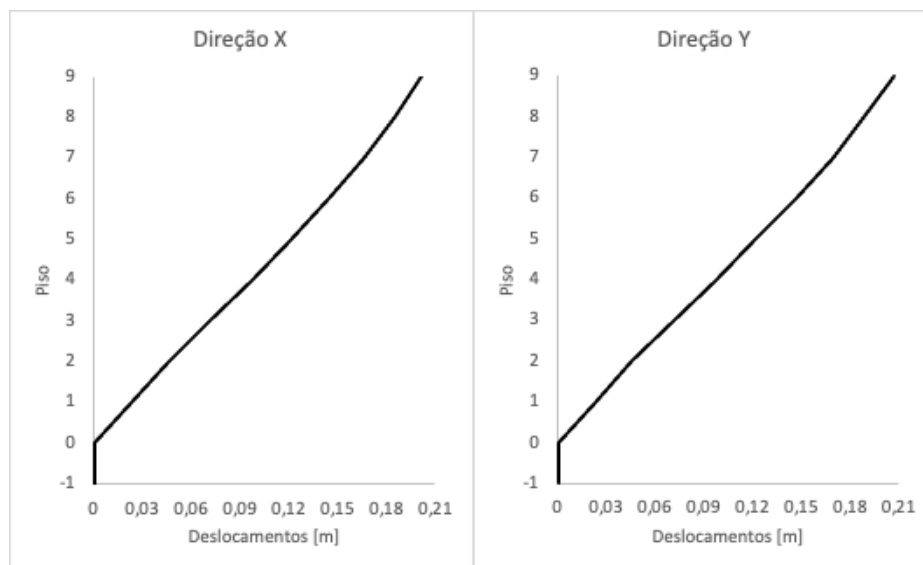


Figura 3.10 – Deslocamentos reais nas duas direções.

3.4.5 LIMITAÇÃO DE DANOS

O requisito de limitação de danos deve ser verificado em termos de *drift* (d_r) entre pisos usando as equações (2.20) a (2.22). O *drift* entre pisos é avaliado a partir da diferença entre deslocamentos laterais médios (d_s) no topo e na base do piso:

$$d_r \cdot v \leq \alpha \cdot h \Rightarrow v \cdot \frac{d_r}{h} \leq \alpha \quad (3.1)$$

O fator v é o fator de redução que reflete o menor período de retorno da ação sísmica associada ao requisito de limitação de danos. Depende da classe de importância do edifício e toma valor 0,5 para edifícios de classe de importância II, como é este caso.

α é o fator que atende ao tipo dos elementos não estruturais e à sua distribuição na estrutura. Toma os valores 0,005, 0,0075 e 0,01 dependendo disso (capítulo 2.6).

Aplicando a equação (3.1) é possível verificar no Quadro 3.7 e na Figura 3.11 que, para ambas as direções ortogonais, o limite mais severo que corresponde a $\alpha = 0,005$ não é excedido em nenhum piso, logo o requisito de limitação de danos é cumprido em todos os pisos. Este resultado revela que a estrutura apresenta uma rigidez lateral adequada que está diretamente associada às paredes. Observa-se assim que as duas paredes em cada direção, com secções relativamente contidas ($0,30 \times 3,00 \text{ m}^2$), são suficientes para controlar esta rigidez neste edifício com 9 pisos (8 pisos mais cobertura).

Quadro 3.7 - *Drifts* para limitação de danos.

Piso	d_r [m]		h [m]	ν	$\nu \cdot \frac{d_r}{h}$	
	Dir. X	Dir. Y			Dir. X	Dir. Y
9	0,017	0,018	3	0,5	0,0028	0,0030
8	0,019	0,020	3	0,5	0,0031	0,0033
7	0,021	0,022	3	0,5	0,0036	0,0037
6	0,023	0,024	3	0,5	0,0039	0,0041
5	0,024	0,025	3	0,5	0,0041	0,0042
4	0,025	0,026	3	0,5	0,0042	0,0043
3	0,025	0,026	3	0,5	0,0042	0,0043
2	0,023	0,023	3	0,5	0,0039	0,0038
1	0,022	0,022	4	0,5	0,0028	0,0027

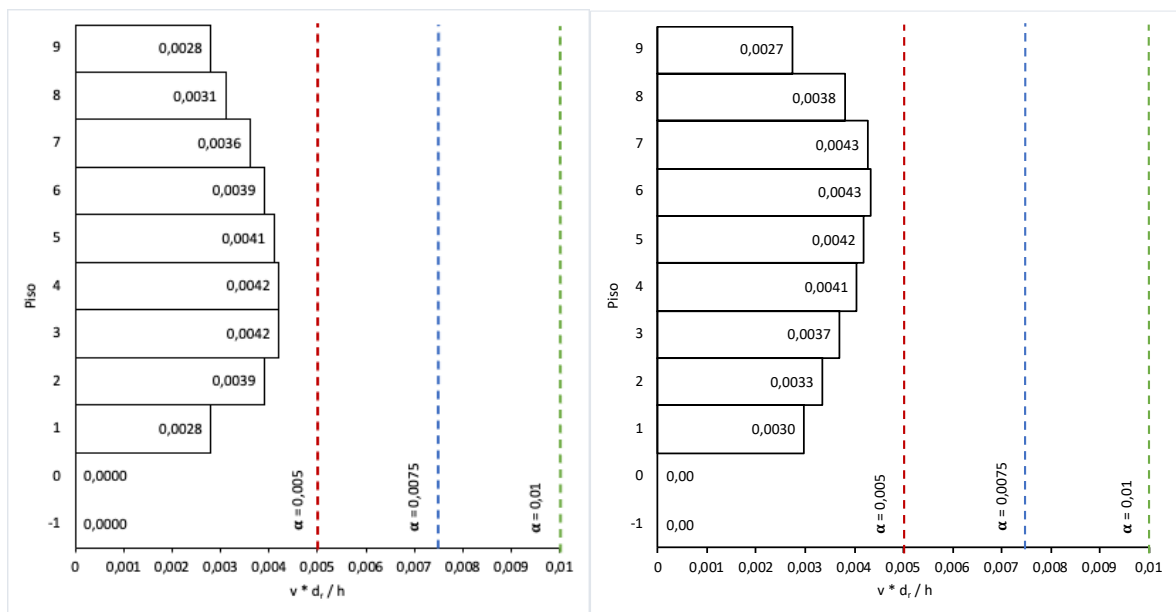


Figura 3.11 – Controlo do *drift* para ambas as direções (à esquerda: direção X; à direita: direção Y).

3.4.6 EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM

O critério para ter em consideração o efeito de segunda ordem é baseado no coeficiente de sensibilidade ao deslocamento relativo entre pisos, θ , tal como se pode confirmar pela equação (2.17).

Tal como se pode verificar no Quadro 3.8, tanto na direção X como na direção Y, há coeficientes superiores a 0,1 o que indica que é necessário considerar os efeitos de segunda ordem. Para coeficientes de sensibilidade entre 0,1 e 0,2, o EC8 refere que é possível avaliar os efeitos de modo aproximado multiplicando os esforços sísmicos por um fator igual a $\frac{1}{1-\theta}$. Para cada direção foi considerado o maior coeficiente de sensibilidade, tal como se pode verificar pelo Quadro 3.9. Estes fatores de majoração foram considerados nas combinações sísmicas da análise sísmica no modelo estrutural do *SAP2000*, através de um agravamento dos esforços sísmicos de cerca de 15%.

Quadro 3.8 - Determinação do coeficiente de sensibilidade ao deslocamento relativo entre pisos, θ .

Piso	P _{tot} [kN]	h [m]	V _{tot} [kN]		d _r [m]		θ	
			Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y
9	4964	3	1119	1065	0,017	0,018	0,025	0,028
8	10378	3	1401	1395	0,019	0,020	0,046	0,050
7	15792	3	1704	1698	0,021	0,022	0,066	0,069
6	21206	3	1917	1910	0,023	0,024	0,086	0,090
5	26620	3	2134	2118	0,024	0,025	0,102	0,106
4	32102	3	2341	2329	0,025	0,026	0,116	0,119
3	37583	3	2579	2568	0,025	0,026	0,123	0,125
2	43065	3	2819	2817	0,023	0,023	0,118	0,116
1	48633	4	2977	2973	0,022	0,022	0,090	0,090

Quadro 3.9 - Fatores de majoração para considerar os efeitos de segunda ordem.

	θ	$\frac{1}{1-\theta}$
Direção X	0,123	1,140
Direção Y	0,125	1,143

3.4.7 SITUAÇÃO DE PROJETO SÍSMICO

Para a determinação dos esforços sísmicos a combinação de cargas quase-permanentes e cargas sísmicas deve ser levada em consideração. Para tal foi utilizada a combinação:

$$1,0 \cdot G + \psi_{2,i} \cdot Q \pm EXY \quad (3.2)$$

Em que G representa as cargas permanentes (peso próprio e restantes cargas permanentes), Q representa as cargas variáveis, que são reduzidas pelo fator $\psi_{2,i} = 0,3$ e EXY é a ação sísmica combinada para ambas as direções, de acordo com as equações (2.10) e (2.11).

3.5 DIMENSIONAMENTO DE VIGAS

3.5.1 REQUISITOS GERAIS

Para o dimensionamento das vigas é necessária a verificação dos requisitos do capítulo 2.7.2.2.

O requisito (2.26), que impõe uma largura máxima para as vigas, é sempre verificado visto que a largura da viga é 0,3m e a largura condicionante é de 0,8m tal como se pode verificar pelo Quadro 3.10.

Quadro 3.10 - Requisito da largura da viga.

b_c condicionante [m]	h_w [m]	$b_w \leq$
0,4	0,3	mín [0,8;1,0]

A equação (2.27) impõe que o comprimento da zona crítica é o mesmo que a altura da viga, 0,60m. Nesse comprimento de viga as armaduras longitudinais e transversais têm que seguir requisitos específicos de modo a garantir a ductilidade necessária para a classe DCM.

3.5.2 ARMADURAS LONGITUDINAIS

Para o dimensionamento da armadura longitudinal foram analisados, através do programa *SAP2000*, os esforços das vigas por piso e em altura agrupando as vigas (V1 a V7) que tivessem esforços semelhantes. Com essa análise foi possível agrupar as vigas, em todos os pisos, da forma descrita pela Figura 3.12. O objetivo do agrupamento tem como objetivo uniformizar as soluções de armadura longitudinal tanto quanto possível. O valor dos esforços sísmicos que foram analisados para se chegar a este agrupamento estão descritos no Anexo 1.

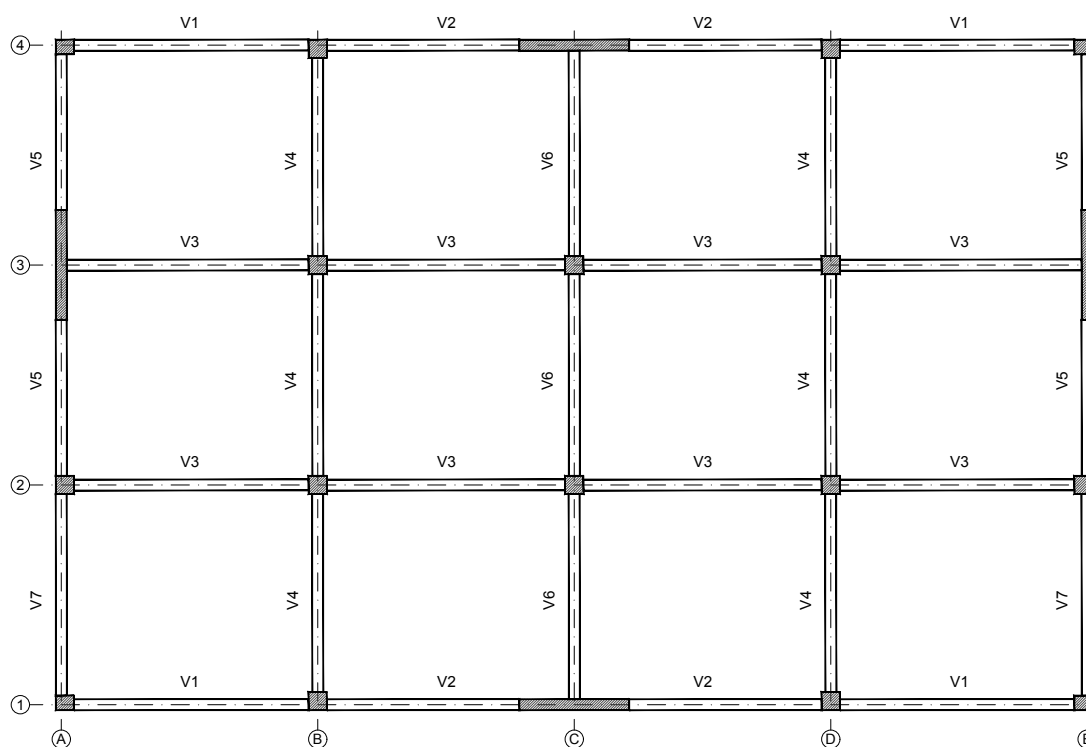


Figura 3.12 – Planta das vigas numeradas.

Com estes resultados foi possível criar secções de armadura longitudinal para vigas (SA a SI) utilizando o programa de cálculo 2D DESIGN ULS (Pinheiro, Costa, & Vila Pouca, 2006). Os resultados desse processo encontram-se no Anexo 2.

Estão representadas na Figura 3.13 as vigas e as designações das secções de armadura do piso 2 ao 8. Na Figura 3.14 é possível verificar em cada apoio a armadura longitudinal necessária dos pisos já mencionados. As vigas e respetivas armaduras longitudinais de todos os pisos estão apresentadas com mais pormenor no Anexo 3.

É de notar que foram criadas secções de armaduras de compatibilização de modo a que a realização prática das armaduras fosse coerente. Todas as secções de armadura estão representadas no Quadro 3.11.

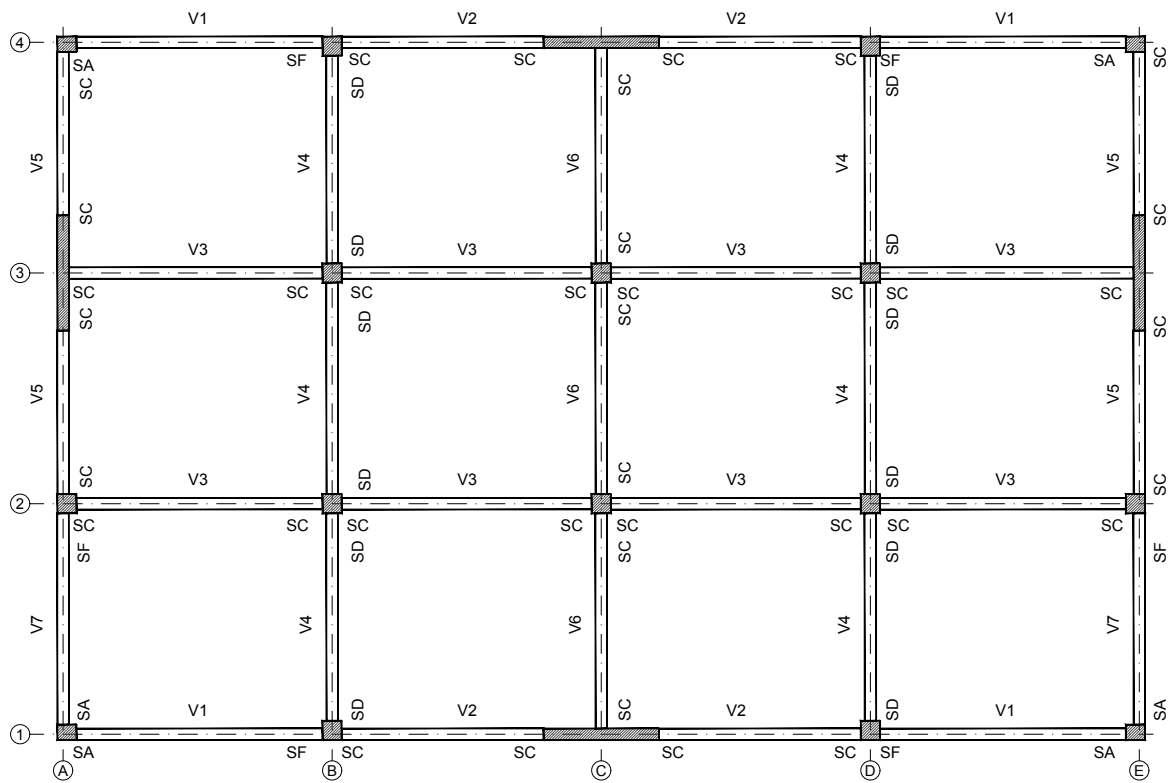


Figura 3.13 – Vigas e secções de armadura – Pisos 2 a 8.

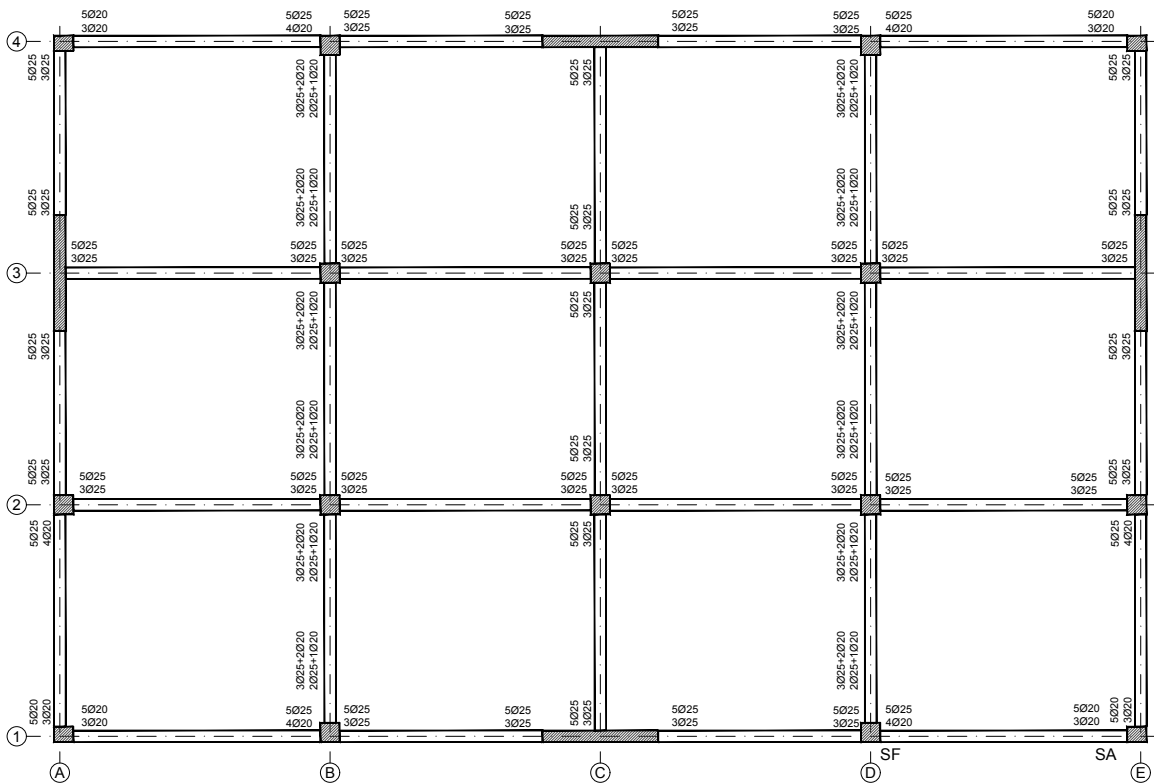


Figura 3.14 – Armadura longitudinal dos apoios – Pisos 2 a 8.

Quadro 3.11 – Secções de armaduras.

Secção	Compatibilização	Mrd + [kN.m]	Mrd - [kN.m]	Arm. Sup.	Arm. Inf.
SA		209	-343	5 ϕ 20	3 ϕ 20
SB		116	-178	4 ϕ 16	2 ϕ 16 + 1 ϕ 12
SC		325	-530	5 ϕ 25	3 ϕ 25
SD		286	-456	3 ϕ 25 + 2 ϕ 20	2 ϕ 25 + 1 ϕ 20
SE		179	-276	4 ϕ 20	4 ϕ 16
SF	SA "+" SC	278	-529	5 ϕ 25	4 ϕ 20
SG	SA "+" SD	278	-456	3 ϕ 25 + 2 ϕ 20	4 ϕ 20
SH	SB "+" SC	305	-529	5 ϕ 25	2 ϕ 25 + 2 ϕ 16
SI	SB "+" SA	179	-342	5 ϕ 20	4 ϕ 16

3.5.2.1 Requisitos da armadura longitudinal

Os requisitos da armadura longitudinal, expressos nas equações (2.28) a (2.32), foram todos verificados e são expostos a seguir.

O requisito (2.28), do EC2, que impõe uma taxa de armadura máxima de tração de 4% é verificada em todas as secções de armadura sendo o maior valor de $\rho = 0,82\%$ da secção C. Conclui-se então que este requisito não se torna condicionante no cálculo da armadura longitudinal.

O requisito (2.29) imposto pelo EC8, exclusivo para as zonas críticas, impõe também um limite máximo para a taxa de armadura de tração e depende da taxa de armadura de compressão, sendo assim característico de cada secção. Está calculado no Quadro 3.12 como $\rho_{m\acute{a}x}$ e é sempre verificado comparado com o valor de ρ . Tal como o requisito anterior não é condicionante.

A armadura de tração é sempre superior ao dobro da armadura de compressão, o que faz com que o requisito (2.30) seja sempre verificado (A_s/A'_s maior ou igual a 0,5).

O requisito (2.31), referente à armadura mínima de tração do EC2, deixa de ser condicionante e o requisito (2.32) do EC8 torna-se mais exigente, impondo em todas as secções de armadura uma taxa de armadura de tração mínima de 0,26%. Este requisito, neste estudo da armadura longitudinal, foi o mais condicionante levando a ser necessário a correção de armaduras de modo a satisfazê-lo.

Todos os cálculos necessários para as verificações são apresentados no Quadro 3.12.

Quadro 3.12 - Dados das secções de armadura longitudinal para vigas.

Secção	Área total de aço [cm ²]	A's [cm ²]	ρ' [%]	A _s [cm ²]	ρ [%]	A _s / A's	$\rho_{\text{máx}}$ [cm ²]
SA	25,12	15,7	0,87	9,42	0,52	0,60	0,872
SB	13,19	8,04	0,45	5,15	0,29	0,64	0,447
SC	39,28	24,55	1,36	14,73	0,82	0,60	1,364
SD	33,97	21,01	1,17	12,96	0,72	0,62	1,167
SE	20,6	12,56	0,70	8,04	0,45	0,64	0,698
SF	37,11	24,55	1,36	12,56	0,70	0,51	1,364
SG	33,57	21,01	1,17	12,56	0,70	0,60	1,167
SH	38,39	24,55	1,36	13,84	0,77	0,56	1,364
SI	23,74	15,7	0,87	8,04	0,45	0,51	0,872

3.5.3 ARMADURA TRANSVERSAL

Para o estudo da armadura transversal é necessário que o valor do esforço transversal seja calculado com base na equação (2.24). Para tal foi selecionada uma viga específica, dada a complexidade do edifício. Porém os cálculos realizados para esta viga servem de exemplo para toda e qualquer viga existente neste tipo de edifícios.

A viga analisada foi a viga V2 ao nível do piso 8 (Figura 3.15). Os resultados dos cálculos estão em concordância com a Figura 3.16, que é um auxílio à Figura 2.2, e podem ser verificados no Quadro 3.13.

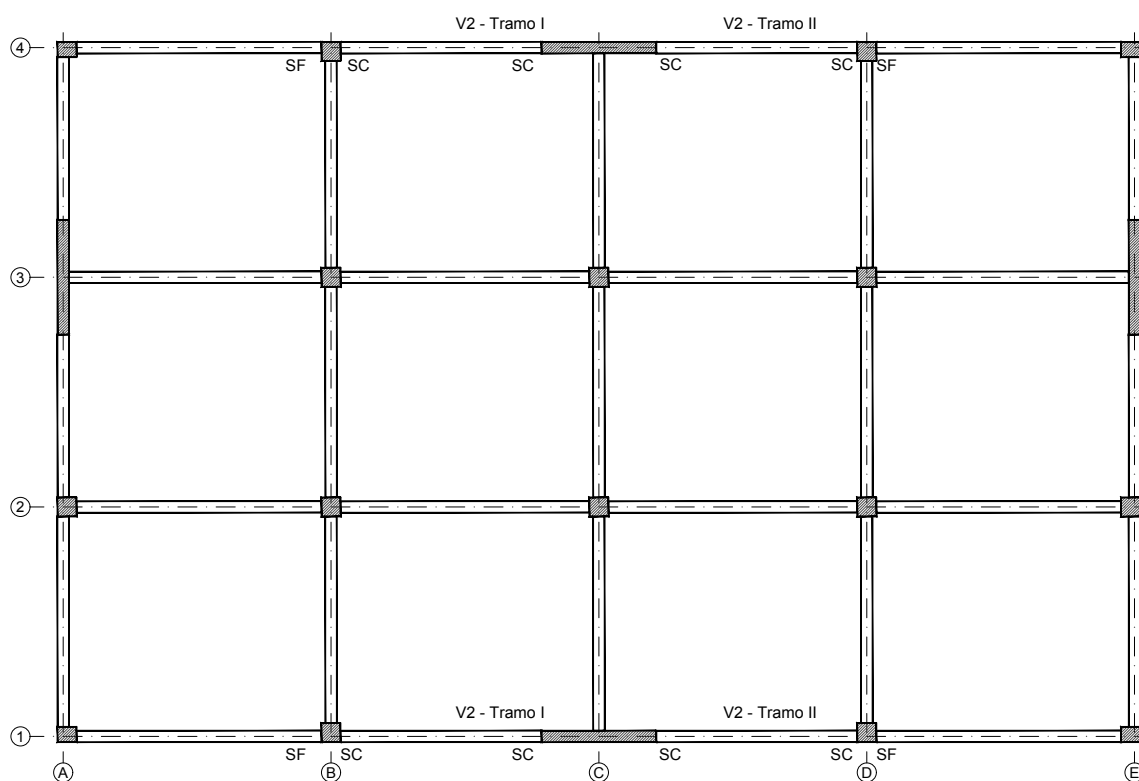


Figura 3.15 – Vigas a analisar.

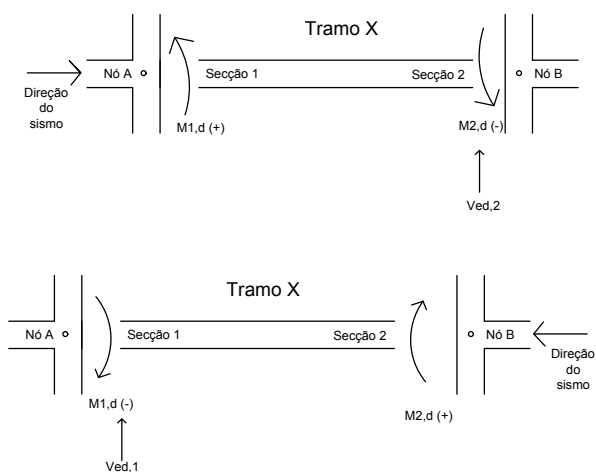


Figura 3.16 – Imagem explicativa para o cálculo dos momentos finais nas vigas.

Em que, no nó A:

$$M_{1,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,1} \cdot \min \left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}} \right)$$

$$\sum M_{Rb} = M_{rb,A,esq} + M_{rb,A,dir}$$

$$\Sigma M_{Rc} = M_{rb,A,sup} + M_{rb,A,inf}$$

E no nó B:

$$M_{2,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,2} \cdot \min\left(1, \frac{\Sigma M_{Rc}}{\Sigma M_{Rb}}\right)$$

$$\Sigma M_{Rb} = M_{rb,B,esq} + M_{rb,B,dir}$$

$$\Sigma M_{Rc} = M_{rb,B,sup} + M_{rb,B,inf}$$

Quadro 3.13 – Esforço transverso nas vigas V2 no piso 8.

	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO I	TRAMO II	
M_{rb, A, esq}	-529		278		M_{rb, A, esq}
M_{rb, A, dir}	325	325	-530	-530	M_{rb, A, dir}
M_{rc, A, sup}	271		271		M_{rc, A, sup}
M_{rc, A, inf}	314		314		M_{rc, A, inf}
ΣM_{rc}/ΣM_{rb}	0,68		0,72		ΣM_{rc}/ΣM_{rb}
M_{1,d}	222	325	-383	-530	M_{1,d}
M_{rb, B, esq}	-530	-530	325	325	M_{rb, B, esq}
M_{rb, B, dir}		278		-529	M_{rb, B, dir}
M_{rc, B, sup}		271		271	M_{rc, B, sup}
M_{rc, B, inf}		314		314	M_{rc, B, inf}
ΣM_{rc}/ΣM_{rb}		0,72		0,68	ΣM_{rc}/ΣM_{rb}
M_{2,d}	-530	-383	325	222	M_{2,d}
 ΔM 	752	708	708	752	 ΔM
V_{ΔM} [kN]	137	129	129	137	V_{ΔM} [kN]
L [m]	5,50	5,50	5,50	5,50	L [m]
Localização	Extremidade	Extremidade	Extremidade	Extremidade	Localização
V_{cv} [kN]	51	51	51	51	V_{cv} [kN]
V_{ed,2} [kN]	188	180	180	188	V_{ed,1} [kN]

V_{CV} corresponde ao valor do esforço transverso resultante das cargas verticais em cada viga, que depende do comprimento da mesma e da sua localização no edifício (no interior ou nas extremidades do edifício).

Os momentos de pilares sem valor correspondem às paredes onde se considerou que o valor do momento resistente era o da viga, devido ao facto de ser muito complexo calcular o momento da rótula na parede.

O cálculo das armaduras de esforço transverso para vigas estão nas equações (2.36), (2.37) e (2.38). A armadura adotada foi dimensionada para o esforço transverso mais condicionante, que resulta da combinação sísmica através dos esforços de cálculo ou da combinação vertical de estado limite último, tal como representado no Quadro 3.14. Escolheu-se $\cot \theta = 2,5$ devido a ser a opção mais económica em projeto.

Quadro 3.14 – Armadura transversal da viga V2 do piso 8.

	EC8	ELU_V
Ved [kN]	188	133
z [m]	0,5	
f_{ywd} [kPa]	434783	
cot θ	2,5	
Asw/s [cm²/m]	3,5	
Estribos	$\phi 8$	
Espaçamento máximo [m]	0,14	
Solução adotada	$\phi 8//0,125$	

3.5.3.1 Requisitos da armadura transversal

Os requisitos para estas armaduras estão nas equações (2.33) a (2.35).

O requisito (2.35) passa por um pormenor construtivo, sendo que o primeiro estribo tem que ser colocado a 5cm ou menos da face da secção da viga.

O requisito (2.33) expressa o diâmetro mínimo dos estribos ($\phi 6$) e é cumprido, sendo que na solução foi utilizado $\phi 8$.

O requisito (2.34) do espaçamento máximo dos estribos na zona crítica é de 150 mm e é satisfeito.

$$S_{l,m\acute{a}x} = \min \begin{cases} h_w / 4 = 600/4 = 150 \\ 24 \cdot d_{bw} = 24 \cdot 8 = 192 \\ 225 \\ 8 \cdot d_{bl} = 8 \cdot 20 = 160 \end{cases} \quad [mm]$$

3.6 DIMENSIONAMENTO DE PILARES

3.6.1 REQUISITOS GERAIS

Os requisitos gerais dos pilares encontram-se nas expressões (2.41) e (2.42), que condicionam o valor máximo do esforço normal reduzido de cálculo e expressam o valor do comprimento da região crítica.

No Quadro 3.15 é possível verificar o requisito de valor máximo de 0,65 do esforço normal reduzido. Este requisito condicionou as dimensões das secções transversais, sendo as secções transversais finais as da Figura 3.3 através do processo de afinação de pilares.

O comprimento da região crítica é calculado para os pilares P3 na secção 3.6.3.1, necessário para o cálculo das armaduras transversais e de confinamento do betão.

Quadro 3.15 – Controlo do valor do esforço normal reduzido de cálculo.

Pilar	A_c [m ²]	f_{cd} [kPa]	$N_{ed,máx,sismico}$ [kN]	v_d
P1A	0,16	16666,67	-724,60	0,27
P1B	0,20	16666,67	-1404,86	0,42
P1C	0,25	16666,67	-1880,82	0,45
P2A	0,25	16666,67	-2420,62	0,58
P3A	0,16	16666,67	-1602,35	0,60
P3B	0,30	16666,67	-2817,96	0,56
P3C	0,42	16666,67	-4097,68	0,58

3.6.2 ARMADURAS LONGITUDINAIS

Para o dimensionamento da armadura longitudinal foram analisados, através do programa *SAP2000*, os esforços dos pilares por piso e em altura.

Para cada tipologia de pilar por piso (P1, P2 e P3) foi criada uma armadura longitudinal com recurso ao programa de cálculo 2D DESIGN ULS (Pinheiro, Costa, & Vila Pouca, 2006).

Os esforços usados em cada pilar para dimensionamento da armadura estão dispostos no Anexo 4.

As soluções finais de armaduras encontram-se na seguinte figura:








Pisos	P1		Pisos	P2		Pisos	P3	
8 - 9	P1A 	4Ø20 + 4Ø16	8 - 9	P2A 	8Ø20	8 - 9	P3A 	8Ø20
7 - 8		8Ø16	7 - 8			8Ø16		
6 - 7			6 - 7			4Ø20 + 4Ø16		
5 - 6			5 - 6			8Ø20		
4 - 5	P1B 	10Ø16	4 - 5	8Ø20	8Ø20	4 - 5	P3B 	12Ø20
3 - 4			3 - 4					
2 - 3			2 - 3					
1 - 2	P1C 	8Ø20	1 - 2	8Ø20	8Ø20	1 - 2	P3C 	16Ø20
0 - 1			0 - 1					
-1 - 0			-1 - 0					

Figura 3.17 - Soluções de armaduras longitudinais dos pilares.

3.6.2.1 Requisitos das armaduras longitudinais

Os requisitos da armadura longitudinal, expressos nas equações (2.43) a (2.48), foram todos verificados e são expostos a seguir.

O requisito (2.43) indica o intervalo em que a taxa de armadura longitudinal do pilar deve estar. A taxa de armadura máxima ($0,04 A_c$) não é condicionante. Porém em alguns casos a taxa de armadura mínima ($0,01 A_c$) torna-se bastante condicionante obrigando à mudança da solução de armadura longitudinal. Este requisito é sempre cumprido como se pode verificar pelo Quadro 3.16.

O requisito (2.44) é sempre cumprido nas secções transversais simétricas, havendo uma distribuição uniforme pelas faces dos pilares.

O diâmetro mínimo (10mm) dos varões longitudinais (requisito (2.45)) é atingido, visto que só são utilizados varões de diâmetro de 16 e 20 mm.

Ao longo de cada face do pilar deve ser colocado pelo menos um varão intermédio, expresso pelo requisito (2.46), o que é sempre executado com base na correta distribuição da armadura longitudinal de cada pilar.

Os requisitos (2.47) e (2.48) dependem da cintagem dos pilares e serão analisados na próxima secção.

Quadro 3.16 – Taxa de armadura longitudinal dos pilares.

Pilar	Pisos	Armadura	A_c [m ²]	A_s [m ²]	ρ [%]
P1A	8 a 9	4 ϕ 20 + 4 ϕ 16	0,16	20,60	1,29
	5 a 8	8 ϕ 16		16,08	1,01
P1B	2 a 5	10 ϕ 16	0,20	20,10	1,01
P1C	-1 a 2	8 ϕ 20	0,25	25,12	1,00
P2A	8 a 9	8 ϕ 20	0,25	25,12	1,00
P3A	8 a 9	8 ϕ 20	0,16	25,12	1,57
	7 a 8	8 ϕ 16		16,08	1,01
	6 a 7	4 ϕ 20 + 4 ϕ 16		20,6	1,29
	5 a 6	8 ϕ 20		25,12	1,57
P3B	2 a 5	12 ϕ 20	0,3025	37,68	1,25
P3C	-1 a 2	16 ϕ 20	0,4225	50,24	1,19

3.6.3 ARMADURA TRANSVERSAL

Para o estudo da armadura transversal é necessário que o valor do esforço transversal seja calculado com base na equação (2.39). Para o estudo de tal foram seleccionados somente os pilares P3 ao longo de toda a sua altura, dado que o processo para os restantes pilares é idêntico.

Para o cálculo dos momentos finais são necessários os momentos resistentes de cálculo de cada pilar por piso. Essa informação encontra-se no Anexo 5 e tal foi possível com recurso ao programa de cálculo 2D DESIGN ULS (Pinheiro, Costa, & Vila Pouca, 2006) em que de acordo com o N_{\min} e para o N_{\max} foi adotado o momento resistente mais condicionante para os cálculos do esforço transversal, não havendo distinção da direção do sismo.

Os resultados dos cálculos estão em concordância com a Figura 3.18, que é um auxílio à Figura 2.3, e os resultados para ambas as direções podem ser consultados no Anexo 6. Na Direção Y torna-se necessário dois cálculos devido à existência de duas combinações diferentes de vigas com os pilares.

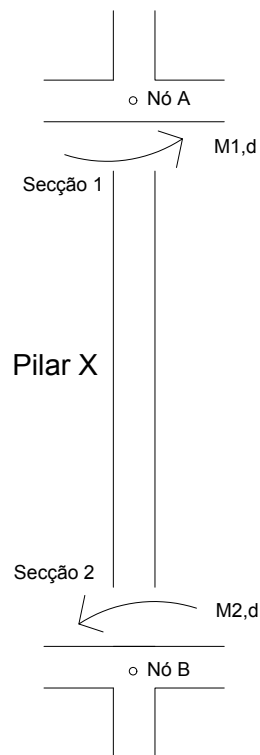


Figura 3.18 - Imagem explicativa para o cálculo dos momentos finais nos pilares.

Em que, no nó A:

$$M_{1,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,1} \cdot \min \left(1, \frac{\Sigma M_{Rb}}{\Sigma M_{Rc}} \right)$$

$$\Sigma M_{Rb} = M_{rb,A,esq} + M_{rb,A,dir}$$

$$\Sigma M_{Rc} = M_{rb,A,sup} + M_{rb,A,inf}$$

E no nó B:

$$M_{2,d} = \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,2} \cdot \min \left(1, \frac{\Sigma M_{Rb}}{\Sigma M_{Rc}} \right)$$

$$\Sigma M_{Rb} = M_{rb,B,esq} + M_{rb,B,dir}$$

$$\Sigma M_{Rc} = M_{rb,B,sup} + M_{rb,B,inf}$$

Através dos coeficientes $\Sigma M_{rb} / \Sigma M_{rc}$ foi possível calcular o esforço transversal em cada piso para o pilar P3 e consequentemente a armadura necessária de esforço transversal, através das expressões (2.53), (2.54) e (2.55).

Os resultados da armadura de cálculo necessária estão dispostos no Quadro 3.17.

A armadura adotada foi dimensionada para o esforço transversal mais condicionante e escolheu-se $\cot \theta = 2,5$ devido a ser a opção mais económica em projeto.

Quadro 3.17 – Armadura transversal de cálculo necessária.

Pisos	$M_{2,d,X}$ [kN.m]	$M_{1,d,X}$ [kN.m]	$M_{2,d,Y}$ [kN.m]	$M_{1,d,Y}$ [kN.m]	$V_{ed,X}$ [kN]	$V_{ed,Y}$ [kN]	$A_{sw/s,X}$ [cm ² /m]	$A_{sw/s,Y}$ [cm ² /m]	$A_{sw/s,final}$ [cm ² /m]
-1 ao 0	824	297	824	245	320	305	5,36	5,11	5,36
0 ao 1	310	401	256	401	178	164	2,97	2,75	2,97
1 ao 2	415	573	415	497	330	304	5,51	5,09	5,51
2 ao 3	367	463	367	463	277	277	5,66	5,66	5,66
3 ao 4	477	471	477	471	316	316	6,47	6,47	6,47
4 ao 5	469	673	469	673	381	381	7,78	7,78	7,78
5 ao 6	257	257	257	257	171	171	5,25	5,25	5,25
6 ao 7	257	257	257	257	171	171	5,25	5,25	5,25
7 ao 8	212	212	212	212	142	142	4,34	4,34	4,34
8 ao 9	242	242	242	242	161	161	4,95	4,95	4,95

3.6.3.1 Requisitos da armadura transversal

Dado que os requisitos do EC8 referentes à armadura transversal são bastante condicionantes só é possível chegar a uma solução final de estribos após um processo iterativo.

A solução de estribos de cada pilar tem que respeitar os requisitos (2.47) a (2.52). A solução final de estribos do pilar P3 encontra-se no Quadro 3.18 e resulta da aplicação de todos os requisitos necessários que são apresentados a seguir.

Quadro 3.18 – Armadura transversal dos pilares P3.

Pisos	$A_{sw/s, cálculo} [cm^2/m]$	Solução estribos	$A_{sw/s, solução} [cm^2/m]$
-1 a 0	5,36	5r ϕ 10//0,150	26,33
0 a 1	2,97	5r ϕ 10//0,160	24,69
1 a 2	5,51	5r ϕ 10//0,160	24,69
2 a 3	5,66	4r ϕ 10//0,150	21,07
3 a 4	6,47	4r ϕ 8//0,100	20,00
4 a 5	7,78	4r ϕ 8//0,125	13,33
5 a 6	5,25	3r ϕ 10//0,125	18,96
6 a 7	5,25	3r ϕ 8//0,100	15,00
7 a 8	4,34	3r ϕ 8//0,125	12,00
8 a 9	4,95	3r ϕ 8//0,150	10,00

Como é possível verificar os requisitos do EC8 tornam-se bastante condicionantes, havendo um grande aumento da cintagem para os pilares, de modo a respeitar o fator de ductilidade em curvatura.

As secções dos pilares estão representadas e cotadas na Figura 3.19. As cotagens só se apresentam na face de um pilar mas estende-se às restantes três faces dado serem pilares quadrados.

Os requisitos (2.47) e (2.48) são cumpridos em todos os pilares. Todos os varões longitudinais estão cintados e apresentam um espaçamento máximo de 150mm entre eles. Este requisito torna-se condicionante no dimensionamento de cintas levando a uma maior taxa de estribos.

O requisito (2.49) que estabelece um diâmetro de estribos superior a 6mm ou a um quarto do diâmetro dos varões longitudinais é sempre cumprido, sendo que foi utilizado estribos de 8 ou de 10, superior ao exigido.

O requisito (2.50) que determina o espaçamento máximo dos estribos na zona crítica está calculado para cada secção no Quadro 3.19, juntamente com o comprimento da zona crítica (critério (2.42)). Foi sempre respeitado, condicionando a solução final de estribos.

Os requisitos do confinamento do betão, (2.51) e (2.52) são os que mais condicionam o dimensionamento da armadura transversal dos pilares, sendo necessário grande quantidade de cintas para satisfazer as exigências. O requisito correspondente à taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas ser maior ou igual a 0,08 é sempre respeitado. Para o satisfazer é sempre necessário ou aumentar o volume de cintas ou diminuir o seu espaçamento.

Quadro 3.19 - Cálculo da taxa mecânica volumétrica de cintas, w_{wd} .

Pisos	$l_{crítico}$ [m]	$S_{imáx,zona crítica}$	Volume cintas	Volume betão	w_{wd}
8 a 9	0,50	0,150	0,00010	0,01350	0,19
7 a 8	0,50	0,128	0,00010	0,01125	0,23
6 a 7	0,50	0,128	0,00010	0,00900	0,29
5 a 6	0,50	0,150	0,00016	0,01125	0,38
4 a 5	0,55	0,160	0,00020	0,02531	0,20
3 a 4	0,55	0,160	0,00020	0,02025	0,25
2 a 3	0,55	0,160	0,00031	0,03038	0,27
1 a 2	0,65	0,160	0,00047	0,04840	0,26
0 a 1	0,67	0,160	0,00047	0,04840	0,26
-1 a 0	0,65	0,160	0,00047	0,04538	0,27

Os cálculos relativos ao requisito do confinamento do betão, (2.52), estão expressos no Quadro 3.20. O valor necessário para o fator de ductilidade em curvatura, pela equação (2.15) toma o valor 5 visto que $T_c=0,6$ e T_1 é igual a 1,67s.

Quadro 3.20 – Verificação dos cálculos para o confinamento do betão.

Pisos	μ_o	v_d	$\epsilon_{sy,d}$	α_n	α_s	$w_{wd} * \alpha$	\geq
8 a 9		0,15		0,67	0,96	0,123	0,032
7 a 8		0,30		0,67	0,96	0,149	0,095
6 a 7		0,45		0,67	0,97	0,188	0,159
5 a 6		0,60		0,67	0,96	0,241	0,224
4 a 5	5	0,40	0,0022	0,78	0,94	0,148	0,124
3 a 4		0,48		0,78	0,96	0,187	0,156
2 a 3		0,56		0,78	0,93	0,196	0,188
1 a 2		0,46		0,83	0,91	0,194	0,142
0 a 1		0,52		0,83	0,91	0,194	0,166

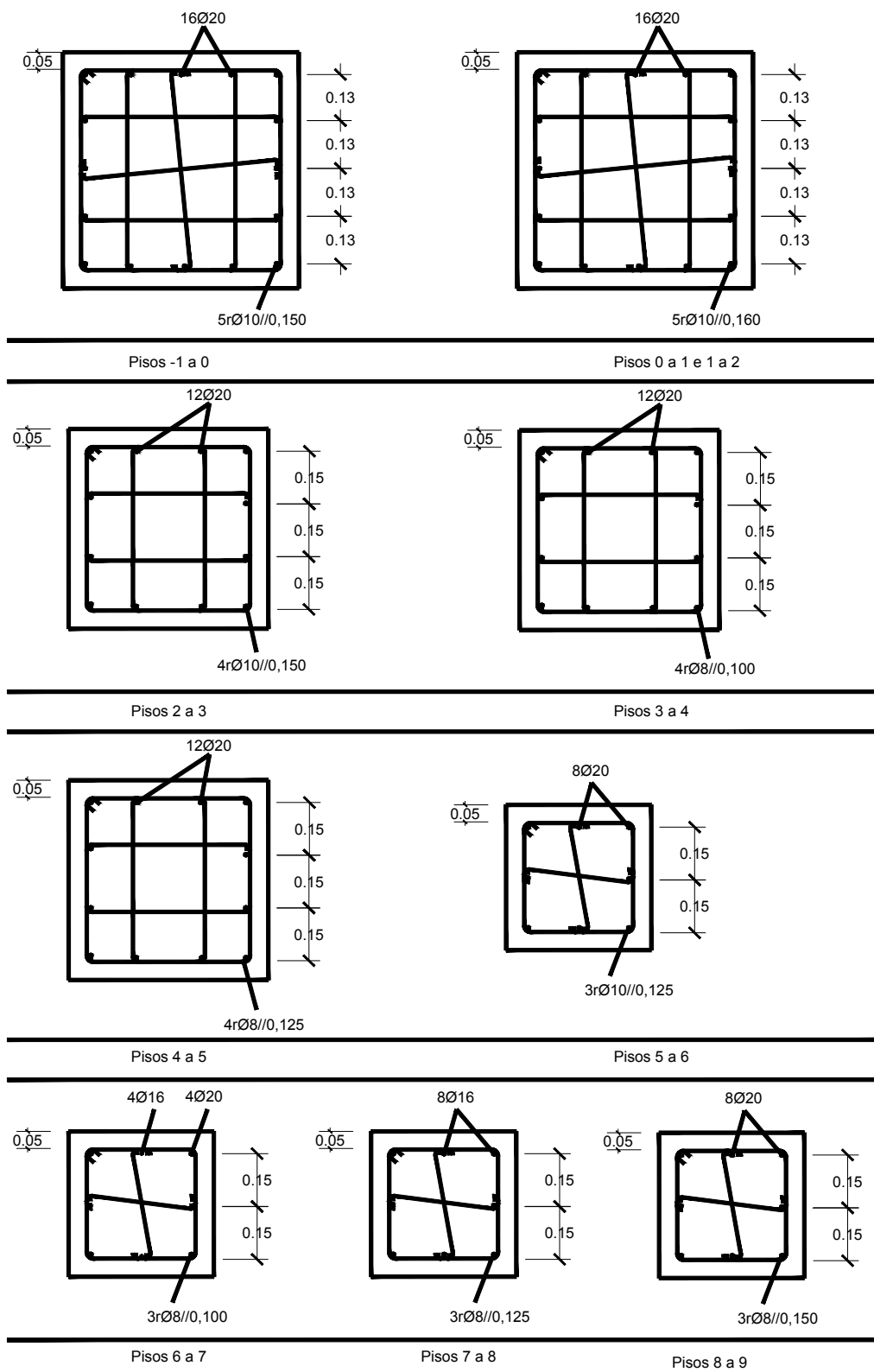


Figura 3.19 – Secções dos pilares P3.

3.7 DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES DÚCTEIS

Nesta secção irá apresentar-se o dimensionamento de uma das paredes dúcteis, de modo a respeitar os limites e as disposições do EC8 e do EC2.

3.7.1 SECÇÃO DA PAREDE

A parede que se irá dimensionar será a parede 1 (Par1) que se encontra no pórtico 1 (Figura 3.1). A parede possui um comprimento de secção transversal de 3m, uma largura de 0,30m e a sua altura é de 28m (do piso 0 até ao piso 9).

Com estes dados é possível verificar a restrição geométrica que o EC8 impõe (expressão (2.59)) e também é possível calcular o comprimento da região crítica acima da base da parede (expressões (2.61) e (2.62)). Essas verificações estão disponíveis no Quadro 3.21.

Quadro 3.21 – Verificações geométricas.

Requisito	Verificação
$b_{wo} \geq \max \left\{ \frac{0,15}{h_s} \right\} [m]$	$b_{wo} \geq \max \left\{ \frac{0,15}{\frac{4}{20}} \right\} = 0,15m$ Verifica
$h_{cr} = \max \left\{ \frac{l_w}{6} \right\}$	$h_{cr} = \max \left\{ \frac{3}{\frac{28}{6}} \right\} = 5m$
$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w & \text{para } n \leq 6 \text{ pisos} \\ 2 \cdot h_s & \text{para } n \geq 7 \text{ pisos} \end{cases}$	$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot 3 & \\ 2 \cdot 3 & \end{cases} = 6m$ Verifica

3.7.2 ESFORÇOS DE CÁLCULO

Como explicito em 2.7.4.1 os valores a serem considerados no dimensionamento devem ser os valores calculados através de uma envolvente de modo a ser considerado o *capacity design*. As envolventes do esforço transversal e do momento fletor foram realizadas a partir da Figura 2.4 e da Figura 2.5. As envolventes estão representadas na Figura 3.20 e na Figura 3.21.

O valor do deslocamento vertical (a_1) considerado foi o comprimento de 4m, correspondente ao pé direito do primeiro piso.

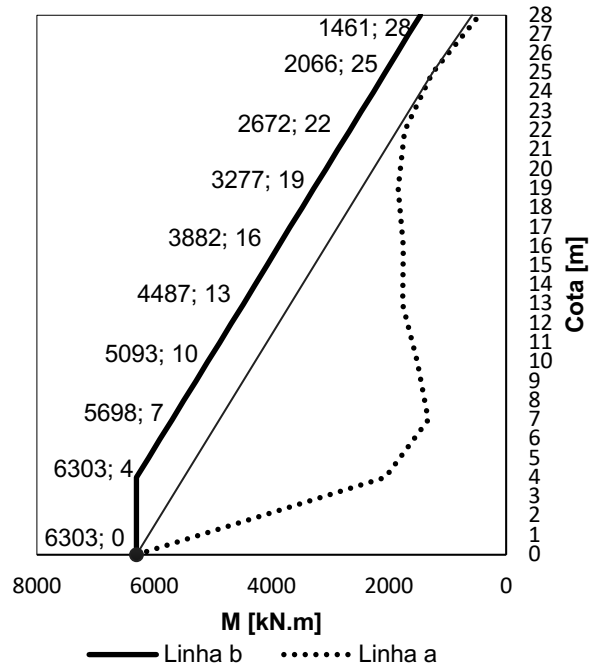


Figura 3.20 – Envelope de momentos fletores da Par1.

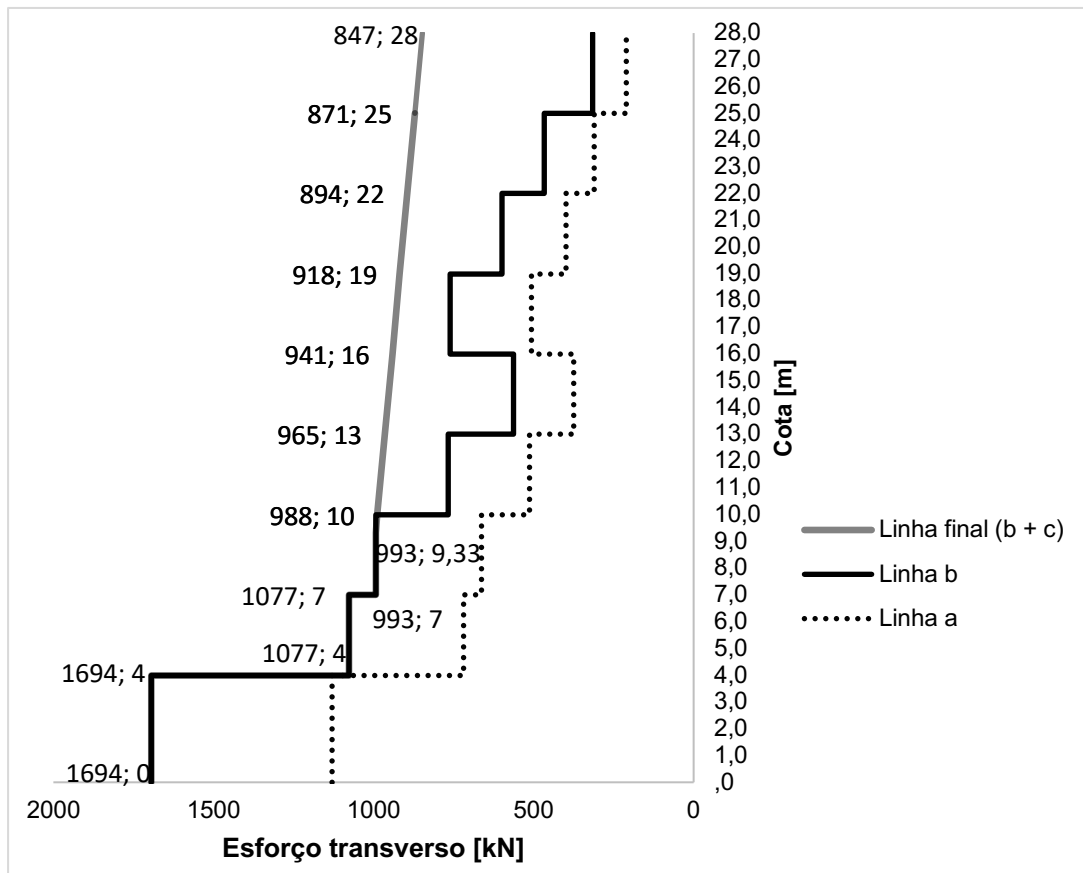


Figura 3.21 – Envelope de esforço transversal da Par1.

3.7.3 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL

O dimensionamento da armadura, tal como nas vigas e pilares, tem regras diferentes para as zonas críticas comparado com o dimensionamento do resto da parede. Nesta dissertação será estudada a parede na sua totalidade.

O comprimento dos elementos de extremidade foi calculado com base na equação (2.63) e está representado no Quadro 3.22.

Quadro 3.22 – Determinação do comprimento mínimo dos EE.

Requisito	Valor
$l_c \geq \max \begin{cases} 0,15 \cdot l_w \\ 1,5 \cdot b_w \end{cases}$	$l_c \geq \max \begin{cases} 0,15 \cdot 3 = 0,45m \\ 1,5 \cdot 0,3 = 0,45m \end{cases}$
	$l_{c,admitido} = 1,15m$

A diferença do comprimento mínimo dos elementos de extremidade de cálculo e do comprimento admitido deve-se ao facto que a correta dimensão destes elementos passa por um processo iterativo, pois é necessário arbitrar primeiramente uma dimensão para se saber qual é a armadura contida na alma da parede e só com essa armadura é que se consegue obter o valor de x_u , que revela a dimensão dos elementos de extremidade. Os resultados aqui descritos são o resultado de uma segunda iteração, sendo que da primeira foi admitido um $l_c = 0,5m$, o que levou a um $l_{c,min} = 1,13m$.

Os cálculos da armadura para os elementos de extremidade da parede foram realizados através dos ábacos de flexão com as várias combinações de momentos flectores e esforço axial mínimo e máximo. Após isso, foi realizada uma verificação através do programa de cálculo 2D DESIGN ULS (Pinheiro, Costa, & Vila Pouca, 2006). As combinações realizadas encontram-se no Anexo7, juntamente com os resultados do programa, em que o rácio representa a distância das ações que se introduziu até ao ponto de resistência mantendo as mesmas excentricidades de carga.

No Quadro 3.23 encontram-se as armaduras adotadas para cada elemento de extremidade ao longo da altura da parede.

Quadro 3.23 – Armadura vertical em cada EE.

Piso	Armadura	A _s [cm ²]
0 ao 2 (zona crítica)	11Ø20 + 8Ø12	43,58
2 ao 5	9Ø20 + 8Ø12	37,30
5 ao 9	11Ø16 + 8Ø12	31,15

Com esta armadura é possível verificar alguns requisitos, explícitos no Quadro 3.24. As paredes de contraventamento, por norma, possuem $\varepsilon_c > 0,2\%$, logo a taxa de armadura longitudinal terá que ser sempre no mínimo 0,005.

Quadro 3.24 – Requisitos dos elementos de extremidade.

Requisito	Verificação
$v_d \leq 0,40$	$v_d = \frac{3320}{3 \cdot 0,3 \cdot 25000/1,5} = 0,22$ Verifica
$0,005 \leq \rho \leq 0,04$ (zona crítica dos EE)	$\rho = \frac{43,58 \cdot 10^{-4}}{0,3 \cdot 1,15} = 0,01$ Verifica
$\begin{cases} 0,005 \leq \rho_v \leq 0,04 \text{ se } \varepsilon_c > 0,2\% \\ 0,002 \leq \rho_v \leq 0,04 \text{ se } \varepsilon_c \leq 0,2\% \end{cases}$ (EE no resto da parede)	$\rho = \frac{37,30 \cdot 10^{-4}}{0,3 \cdot 1,15} = 0,01$ Verifica
	$\rho = \frac{31,15 \cdot 10^{-4}}{0,3 \cdot 1,15} = 0,01$ Verifica

A armadura da alma deve ser considerada no cálculo à flexão da secção da parede. Optou-se por colocar a armadura mínima na alma, que corresponde a uma taxa de 0,005 - equação (2.73). A solução está presente no Quadro 3.25.

O requisito da armadura mínima na alma de 0,005% torna-se bastante condicionante no dimensionamento das paredes, levando a uma grande quantidade de armadura comparativamente com o estabelecido no EC2.

Quadro 3.25 – Armadura vertical na alma da parede.

Piso	$A_{s, \text{mínimo}} [\text{cm}^2]$	Armadura	$A_{s, \text{final}} [\text{cm}^2]$
0 ao 2 (zona crítica)	9,00	10Ø12	11,30
2 ao 5	9,00	10Ø12	11,30
5 ao 9	9,00	10Ø12	11,30

3.7.4 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA HORIZONTAL

Para o cálculo do esforço transversal resistente foram utilizadas as equações do EC2, presentes nas expressões (2.77), (2.78) e (2.79). Foi usada $\cot \theta = 2$ dado ser a opção mais usual quando o esforço transversal não é o mais condicionante, que é o que acontece neste caso, respeitando assim o requisito (2.79). O valor de armadura horizontal de cálculo está presente no Quadro 3.26.

Quadro 3.26 – Armadura horizontal de cálculo.

Piso	$V_{ed} [\text{kN}]$	$V_{rd, \text{máx}} [\text{kN}]$	$A_{sw}/s [\text{cm}^2/\text{m}]$
0 ao 2 (zona crítica)	1694	1944	11
2 ao 5	1077	1944	7
5 ao 9	941	1944	6

Esta armadura horizontal possui um requisito, (2.75), que corresponde à armadura horizontal mínima, representada por $A_{s, \text{mín}}$ (requisito), no Quadro 3.27.

Quadro 3.27 – Solução final de armadura horizontal.

Piso	$A_{s,min}$ (requisito) [cm ² /m]	$A_{s,min}$ (cálculo) [cm ² /m]	Solução	$A_{s,final}$ [cm ² /m]
0 ao 2 (zona crítica)	8	11	2r ϕ 10//0,140	16
2 ao 5	7	7	2r ϕ 8//0,125	8
5 ao 9	4	6	2r ϕ 8//0,160	6

3.7.5 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DE CONFINAMENTO

O dimensionamento da armadura transversal é necessário para o correto confinamento do núcleo de betão da parede. Tal só é necessário nos elementos de extremidade da zona crítica da parede, ou seja, para os primeiros dois pisos, até uma altura de 7m. Para isso é necessário respeitar os requisitos (2.68) e (2.69).

Os valores para o dimensionamento de armaduras de confinamento estão presentes no Quadro 3.28 e que mostra o valor a respeitar no requisito (2.68).

Quadro 3.28 – Valores para o dimensionamento das armaduras de confinamento.

μ_{ϕ}	5,00
ν_d	0,22
ω_v - equação (2.80)	0,03
$\varepsilon_{sy,d}$	0,0022
b_c	0,30
b_o	0,20
$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq$	0,089

A seguir, foi necessário calcular o espaçamento máximo da cintagem, dada pela expressão (2.67).

$$s = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{200}{2} \\ \frac{175}{8 \cdot 20} \end{array} \right. = 100 \text{ mm}$$

Optou-se por colocar 8r ϕ 8//0,100.

O requisito (2.68) foi satisfeito tendo uma taxa mecânica volumétrica de cintas nas zonas críticas superior a 0,08 (0,34) e o requisito (2.69) também foi atingido, como se pode comprovar pelo Quadro 3.29.

O cálculo de x_u foi conforme a expressão (2.82), $\epsilon_{cu2,c}$ pela equação (2.83) e finalmente o $l_{c,min}$ pela fórmula (2.81).

Quadro 3.29 – Dimensionamento das armaduras de confinamento.

α_n	0,60
α_s	0,72
α	0,43
ω_{wd}	0,34
$\alpha \cdot \omega_{wd}$	0,148
x_u	1,14
ϵ_{cu2}	0,0035
$\epsilon_{cu2,c}$	0,0183
$l_{c,min}$ [m]	0,92

A secção da parede do piso 0 até ao piso 2 está representada na totalidade na Figura 3.22. A pormenorização dos elementos de extremidade encontra-se na Figura 3.23.

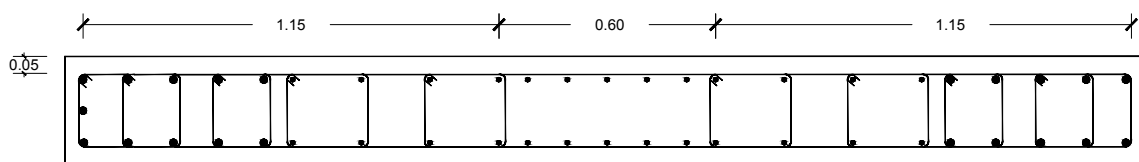


Figura 3.22 – Secção da Par1 nos pisos 0 a 2.

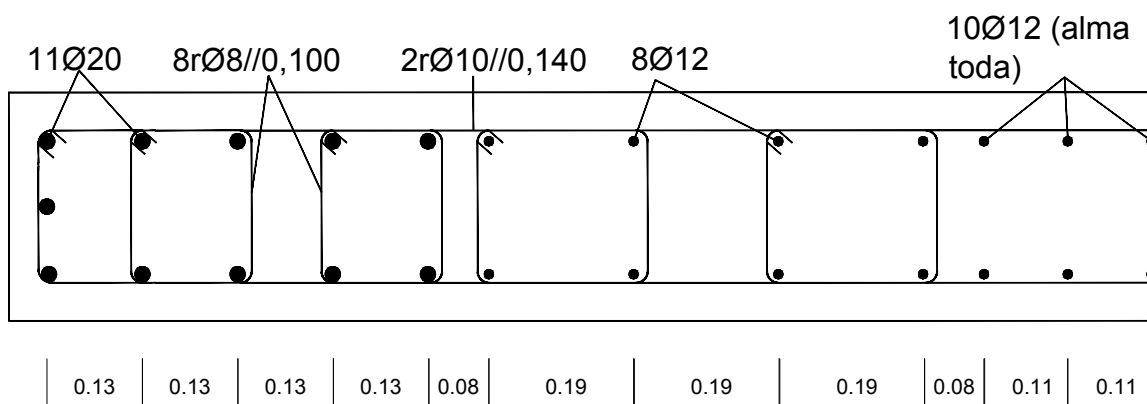


Figura 3.23 – Pormenor da armadura do elemento de extremidade da Par1 nos pisos 0 a 2.

Com a representação das duas figuras anteriores, é de notar que o requisito (2.65) em que o espaçamento entre varões longitudinais cintados nos EE tem que ser no máximo 200mm é cumprido, sendo que a maior distância é entre os varões de 12mm que possuem 190mm de espaçamento.

O requisito de estribos de, pelo menos, 6mm de diâmetro também é satisfeito, sendo utilizado de 8 e 10mm.

O requisito na alma da parede passa pelo espaçamento máximo dos varões longitudinais que possuem 110mm, sendo que o valor máximo é de 400mm (equação (2.74)).

3.7.6 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL

Este dimensionamento será para os pisos 2 a 9, em que o diâmetro mínimo dos estribos é de 6mm e o espaçamento máximo está expresso no requisito (2.71) e explicado a seguir:

$$s = \min \left\{ \begin{array}{l} 300 \\ 300 \\ 15 \cdot 12 \end{array} \right. = 180 \text{ [mm]}$$

Pelo EC2 também é imposto que a distância máxima entre um varão longitudinal cintado e um não cintado seja de 150mm.

Através destas regras foi possível fazer uma correta distribuição da armadura longitudinal e a criação de uma armadura transversal ponderada.

As duas soluções finais apresentam-se na Figura 3.24 e na Figura 3.25. É de notar que o recobrimento é de 5cm e as soluções apresentadas são simétricas no plano da parede, daí que só seja representada metade da parede.

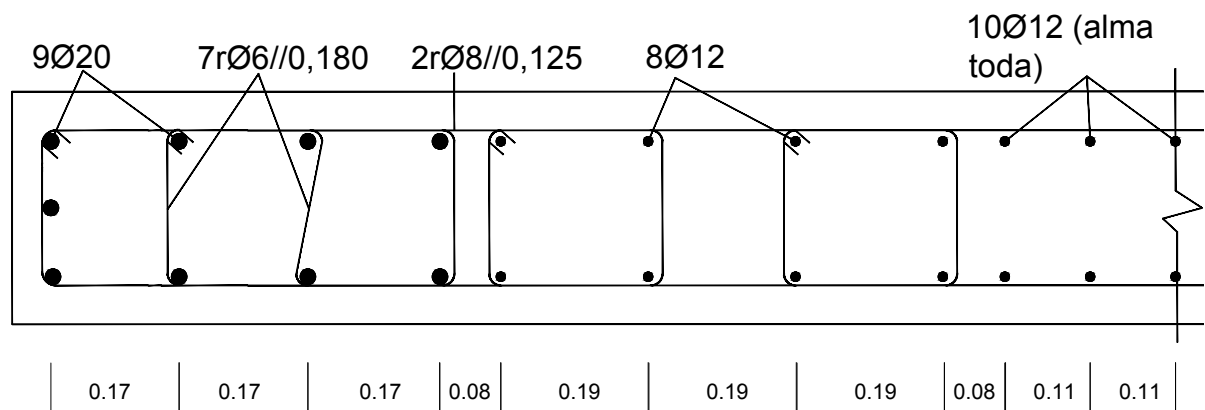


Figura 3.24 – Armadura final da parede 1 do piso 2 ao piso 5.

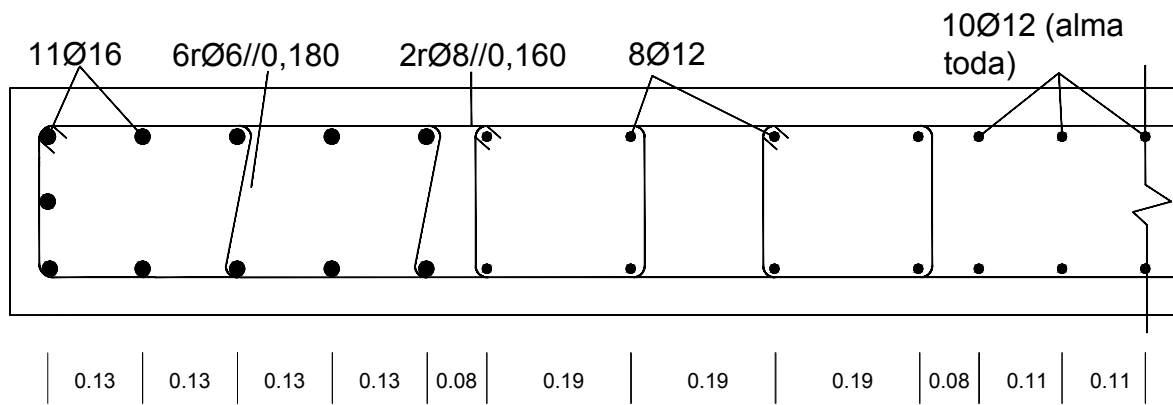


Figura 3.25 – Armadura final da parede 1 do piso 5 ao 9.

4

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES GERAIS

Ao longo deste trabalho foram analisados os principais aspetos presentes no EC8 relativos ao dimensionamento sísmico de edifícios pórtico-parede com o principal objetivo de se identificarem as principais dificuldades e discutirem-se as implicações das prescrições deste código na solução final de armaduras de cada elemento sísmico primário. O dimensionamento destas estruturas foi efetuado para a classe de ductilidade média prevista no EC8.

É de notar que sendo a estrutura considerada equivalente a paredes, não foi necessário cumprir a condição de ductilidade global o que fez com que o trabalho desenvolvido fosse menos exigente. Ou seja, uma das grandes vantagens para estruturas do género passa sempre por ter uma percentagem de resistência sísmica das paredes ao nível da base superior a 50% da resistência total necessária. No presente caso avaliou-se o impacto nas soluções dos pilares caso tivesse que ser respeitada esta condição e verificou-se que conduzia à necessidade do aumento da secção para se conseguir respeitar a condição ‘‘pilar forte, viga fraca’’, pelo que a introdução das paredes se revela por isso vantajosa.

No dimensionamento dos elementos sísmicos primários verifica-se que as grandes dificuldades ocorrem ao nível das paredes, sendo necessário despender mais tempo na realização da armadura final.

Ao nível das vigas e dos pilares, a verificação da capacidade real para prevenir roturas de corte é muito exigente, sendo necessário proceder ao processo em cada nó da estrutura. Dos dois elementos, os pilares são os que acarretam mais dificuldade de dimensionamento devido às inúmeras regras para a solução final de estribos tem que resistir ao esforço transversal e tem que cumprir um correto confinamento do núcleo do betão, levando a soluções bastante exigentes do ponto de vista de armadura de cintagem. Importante realçar que a verificação de capacidade real nos pilares é muito exigente do ponto de vista de cálculo. Esta verificação exige o conhecimento e manuseamento dos esforços resultantes das combinações sísmicas e também o cálculo dos momentos resistentes dos pilares no cenário de flexão composta plana, dependentes das armaduras adotadas e do esforço axial da combinação sísmica condicionante. Deste facto resulta um trabalho de cálculo acrescido, difícil de automatizar, que exige um grande controlo e verificação dos cálculos realizados.

As paredes na zona crítica, tal como os pilares, têm que ser dimensionadas respeitando as normas específicas para o confinamento do núcleo do betão, tendo também soluções de armaduras rigorosas. O comprimento mínimo dos elementos de extremidade, constante em toda a altura da parede, condiciona a armadura longitudinal e transversal no interior dos mesmos e leva a armaduras fortes mesmo após o fim da zona crítica da parede.

Em suma, no dimensionamento dos três elementos foi necessário uma leitura bastante precisa do EC8 em conjunto com o EC2. Vários processos aqui desenvolvidos foram realizados várias vezes até se obter o correto processo. Tal acontecia devido aos inúmeros parâmetros a utilizar, alguns deles com (CEN, 2010b) incertezas e dúvidas relacionadas com os mesmos.

O trabalho realizado permitiu organizar as principais verificações exigidas no dimensionamento sísmico pelo EC8 e ao mesmo tempo avaliar no caso estudado as dificuldades de implementar estas verificações bem como avaliar o seu impacto nas soluções finais das secções das vigas, pilares e paredes da estrutura.

4.2 PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como desenvolvimentos futuros há várias sugestões, sendo apresentadas a seguir:

- (1) Estudo de edifícios com núcleos rígidos, de forma a aferir quais são os resultados obtidos no caso de termos uma estrutura mais rígida;
- (2) Estudo de edifícios com irregularidades em planta e em altura;
- (3) Estudo da mesma estrutura para a classe mais alta, DCH, e comparação com esta estudada, DCM, de modo a perceber as diferenças nas soluções finais de secções e armaduras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, Carlos Miguel Margarido Vaz. (2008). *Análise da influência das zonas sísmicas e classes de ductilidade no projecto de estruturas de edifícios*. Dissertação de Mestrado. FEUP.
- Carvalho, José Manuel Ferreira. (2012). *Metodologias de análise e dimensionamento de edifícios de betão armado de acordo com os eurocódigos*. Dissertação de Mestrado. FEUP.
- CEN. 2010b. *Norma Europeia EN 1992-1-1: Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão; Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios*. s.l. : Instituto Português da Qualidade.
- CEN. 2010a. *Norma Europeia EN 1998-1: Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos; Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios*. s.l. : Instituto Português da Qualidade.
- Dias, Carlos Manuel Martins. (2008). *Dimensionamento sísmico de edifícios de acordo com o Eurocódigo 8 e avaliação do seu comportamento*. Dissertação de Mestrado. FEUP.
- P. Bisch, E. Carvalho, H. Degee, P. Fajfar, M. Fardis, P. Franchin, M. Kreslin, A. Pecker, P. Pinto, A. Plumier, H. Somja, G. Tsionis. (2011). *Eurocode 8: Seismic Design of Buildings; Worked examples*. s.l. : B. Acun, A. Athanasopoulou, A. Pinto E. Carvalho, M. Fardis.
- Pinheiro, Costa, & Vila Pouca. (2006). *Dimensionamento à flexão Composta Desviada de Secções Genéricas de Betão Armado - Programa 2D Design*. s.l. : LNEC, Ed.

ANEXOS

A.1 ANEXO 1

Quadro A.0.1 - Esforços da viga 1 ao longo dos pisos.

VIGA 1					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0					
1	ELU_E1_100X_30Y	-230,65	ELU_E1_100X_30Y	64,82	1.1
2	ELU_E1_100X_30Y	-260,37	ELU_E1_100X_30Y	76,20	1.2
3	ELU_E1_100X_30Y	-264,27	ELU_E1_100X_30Y	83,51	1.2
4	ELU_E1_100X_30Y	-267,58	ELU_E1_100X_30Y	84,96	1.2
5	ELU_E1_100X_30Y	-249,54	ELU_E1_100X_30Y	76,89	1.1
6	ELU_E1_100X_30Y	-219,16	ELU_E1_100X_30Y	60,98	1.1
7	ELU_E1_100X_30Y	-209,58	ELU_E1_100X_30Y	50,83	1.1
8	ELU_E1_100X_30Y	-203,77	ELU_E1_100X_30Y	43,48	1.1
9	ELU_E1_100X_30Y	-133,17			1.3

Quadro A.0.2 - Esforços da viga 2 ao longo dos pisos.

VIGA 2					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0					
1	ELU_E1_100X_30Y	-294,85	ELU_E1_100X_30Y	161,62	2.1
2	ELU_E1_100X_30Y	-348,40	ELU_E1_100X_30Y	211,22	2.1
3	ELU_E1_100X_30Y	-367,97	ELU_E1_100X_30Y	228,27	2.1
4	ELU_E1_100X_30Y	-368,74	ELU_E1_100X_30Y	229,01	2.1
5	ELU_E1_100X_30Y	-361,98	ELU_E1_100X_30Y	223,33	2.1
6	ELU_E1_100X_30Y	-348,37	ELU_E1_100X_30Y	211,51	2.1
7	ELU_E1_100X_30Y	-325,07	ELU_E1_100X_30Y	189,14	2.1
8	ELU_E1_100X_30Y	-302,94	ELU_E1_100X_30Y	173,60	2.1
9	ELU_E1_100X_30Y	-263,29	ELU_E1_100X_30Y	105,26	2.1

Quadro A.0.3 - Esforços da viga 3 ao longo dos pisos.

VIGA 3					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0	ELU_V	-253,85			3.1
1	ELU_E1_100X_30Y	-331,62	ELU_E1_100X_30Y	20,12	3.2
2	ELU_E1_100X_30Y	-365,99	ELU_E1_100X_30Y	47,45	3.3
3	ELU_E1_100X_30Y	-379,04	ELU_E1_100X_30Y	51,33	3.3
4	ELU_E1_100X_30Y	-387,14	ELU_E1_100X_30Y	62,81	3.3
5	ELU_E1_100X_30Y	-380,69	ELU_E1_100X_30Y	46,61	3.3
6	ELU_E1_100X_30Y	-370,22	ELU_E1_100X_30Y	21,12	3.3
7	ELU_E1_100X_30Y	-368,93	ELU_E1_100X_30Y	18,90	3.3
8	ELU_E1_100X_30Y	-392,02	ELU_E1_100X_30Y	17,23	3.3
9	ELU_E1_100X_30Y	-328,56			3.2

Quadro A.0.4 - Esforços da viga 4 ao longo dos pisos.

VIGA 4					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0	ELU_E1_30X_100Y	-169,34			4.1
1	ELU_E1_30X_100Y	-278,45	ELU_E1_30X_100Y	81,17	4.2
2	ELU_E1_30X_100Y	-309,07	ELU_E1_30X_100Y	103,06	4.2
3	ELU_E1_30X_100Y	-319,23	ELU_E1_30X_100Y	102,75	4.2
4	ELU_E1_30X_100Y	-324,66	ELU_E1_30X_100Y	112,01	4.2
5	ELU_E1_30X_100Y	-316,33	ELU_E1_30X_100Y	92,14	4.2
6	ELU_E1_30X_100Y	-305,57	ELU_E1_30X_100Y	64,35	4.2
7	ELU_E1_30X_100Y	-297,40	ELU_E1_30X_100Y	62,05	4.2
8	ELU_E1_30X_100Y	-295,85	ELU_E1_30X_100Y	59,29	4.2
9	ELU_E1_30X_100Y	-223,11			4.1

Quadro A.0.5 - Esforços da viga 5 ao longo dos pisos.

VIGA 5					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0					
1	ELU_E1_30X_100Y	-306,74	ELU_E1_30X_100Y	230,37	5.1
2	ELU_E1_30X_100Y	-364,98	ELU_E1_30X_100Y	266,79	5.2
3	ELU_E1_30X_100Y	-385,87	ELU_E1_30X_100Y	284,97	5.2
4	ELU_E1_30X_100Y	-384,73	ELU_E1_30X_100Y	283,63	5.2
5	ELU_E1_30X_100Y	-375,77	ELU_E1_30X_100Y	276,00	5.2
6	ELU_E1_30X_100Y	-359,08	ELU_E1_30X_100Y	261,40	5.2
7	ELU_E1_30X_100Y	-331,55	ELU_E1_30X_100Y	235,44	5.2
8	ELU_E1_30X_100Y	-304,38	ELU_E1_30X_100Y	215,72	5.1
9	ELU_E1_30X_100Y	-260,40	ELU_E1_30X_100Y	139,68	5.3

Quadro A.0.6 - Esforços da viga 6 ao longo dos pisos.

VIGA 6					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0	ELU_E1_30X_100Y	-180,74			6.1
1	ELU_E1_30X_100Y	-306,34	ELU_E1_30X_100Y	101,92	6.2
2	ELU_E1_30X_100Y	-345,12	ELU_E1_30X_100Y	132,20	6.3
3	ELU_E1_30X_100Y	-362,71	ELU_E1_30X_100Y	137,76	6.3
4	ELU_E1_30X_100Y	-374,91	ELU_E1_30X_100Y	153,97	6.3
5	ELU_E1_30X_100Y	-369,98	ELU_E1_30X_100Y	135,89	6.3
6	ELU_E1_30X_100Y	-360,55	ELU_E1_30X_100Y	106,54	6.3
7	ELU_E1_30X_100Y	-354,48	ELU_E1_30X_100Y	106,65	6.3
8	ELU_E1_30X_100Y	-368,14	ELU_E1_30X_100Y	106,58	6.3
9	ELU_E1_30X_100Y	-299,09	ELU_E1_30X_100Y	34,86	6.2

Quadro A.0.7 - Esforços da viga 7 ao longo dos pisos.

VIGA 7					
Piso	M - (apoio) [kN.m]		M + (apoio) [kN.m]		Viga
0					
1	ELU_E1_30X_100Y	-214,48	ELU_E1_30X_100Y	96,64	7.1
2	ELU_E1_30X_100Y	-237,12	ELU_E1_30X_100Y	112,02	7.1
3	ELU_E1_30X_100Y	-228,11	ELU_E1_30X_100Y	115,13	7.1
4	ELU_E1_30X_100Y	-232,69	ELU_E1_30X_100Y	118,53	7.1
5	ELU_E1_30X_100Y	-222,24	ELU_E1_30X_100Y	114,13	7.1
6	ELU_E1_30X_100Y	-206,52	ELU_E1_30X_100Y	104,24	7.1
7	ELU_E1_30X_100Y	-193,54	ELU_E1_30X_100Y	92,00	7.1
8	ELU_E1_30X_100Y	-185,81	ELU_E1_30X_100Y	83,49	7.1
9	ELU_E1_30X_100Y	-116,51	ELU_E1_30X_100Y	28,10	7.2

A.2 ANEXO 2

Quadro A.0.8 - Secções de armaduras para vigas calculadas pelo programa 2D DESIGN ULS (Pinheiro, Costa, & Vila Pouca, 2006).

Viga	M- (apoio) [kN.m]	M+ (apoio) [kN.m]	Armadura	Secção
1.1	-249,54	76,89	5 ϕ 20 + 3 ϕ 20	A
1.2	-267,58	84,96	5 ϕ 20 + 3 ϕ 20	A
1.3	-133,17	0,00	4 ϕ 16 + 2 ϕ 16+1 ϕ 12	B
2.1	-368,74	229,01	5 ϕ 25 + 3 ϕ 25	C
3.1	-253,85		5 ϕ 20 + 3 ϕ 20	A
3.2	-331,62	20,12	3 ϕ 25+2 ϕ 20 + 2 ϕ 25+1 ϕ 20	D
3.3	-392,02	17,23	5 ϕ 25 + 3 ϕ 25	C
4.1	-223,11		4 ϕ 20 + 4 ϕ 16	E
4.2	-324,66	112,01	3 ϕ 25+2 ϕ 20 + 2 ϕ 25+1 ϕ 20	D
5.1	-306,74	230,37	3 ϕ 25+2 ϕ 20 + 2 ϕ 25+1 ϕ 20	D
5.2	-385,87	284,97	5 ϕ 25 + 3 ϕ 25	C
5.3	-260,40	139,68	5 ϕ 20 + 3 ϕ 20	A
6.1	-180,74		4 ϕ 20 + 4 ϕ 16	E
6.2	-306,34	101,92	5 ϕ 20 + 3 ϕ 20	A
6.3	-374,91	153,97	5 ϕ 25 + 3 ϕ 25	C
7.1	-237,12	112,02	5 ϕ 20 + 3 ϕ 20	A
7.2	-116,51	28,10	4 ϕ 16 + 2 ϕ 16+1 ϕ 12	B

A.3 ANEXO 3

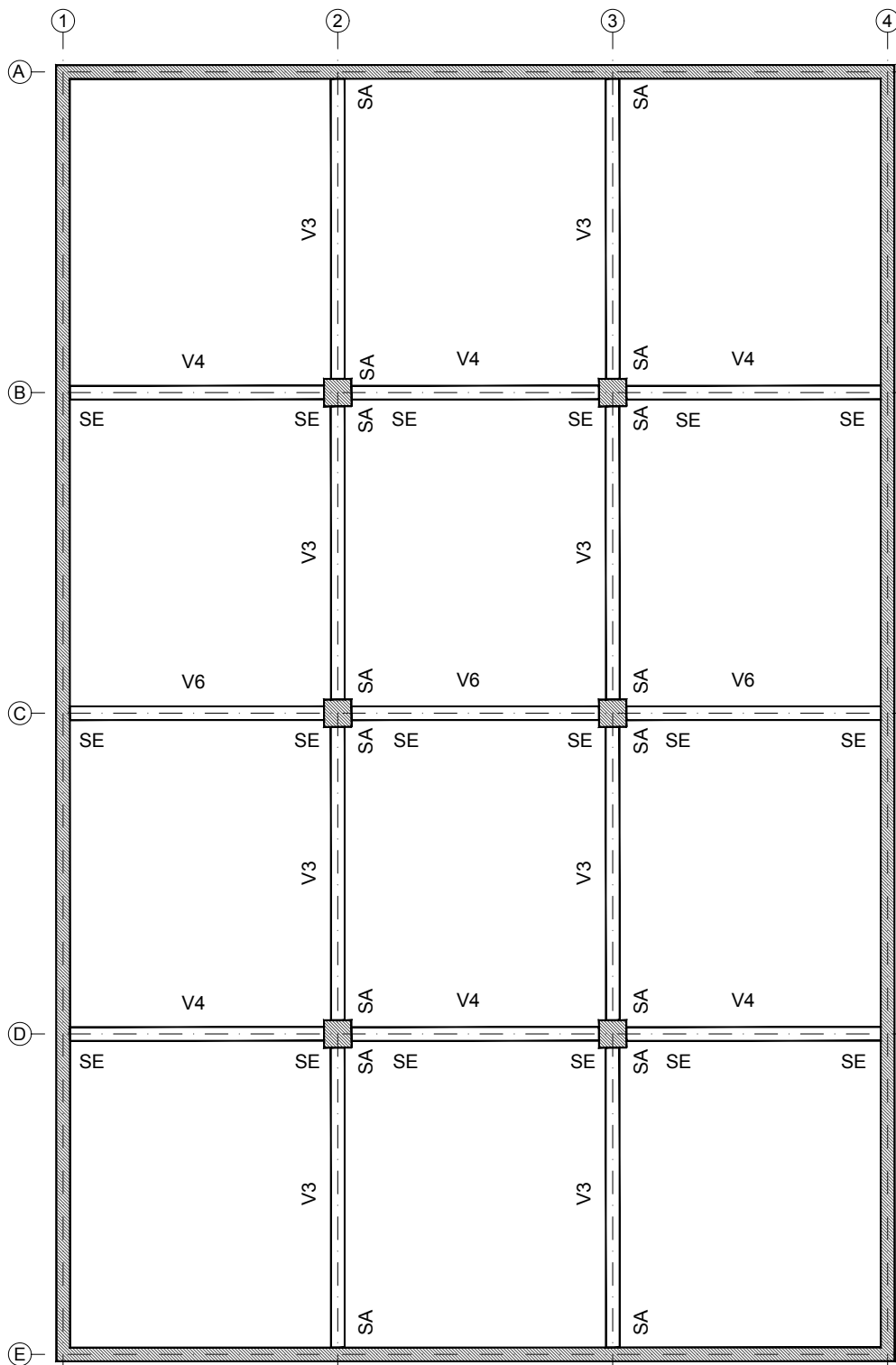


Figura A.1 – Vigas e secções de armadura das vigas – Piso 0.

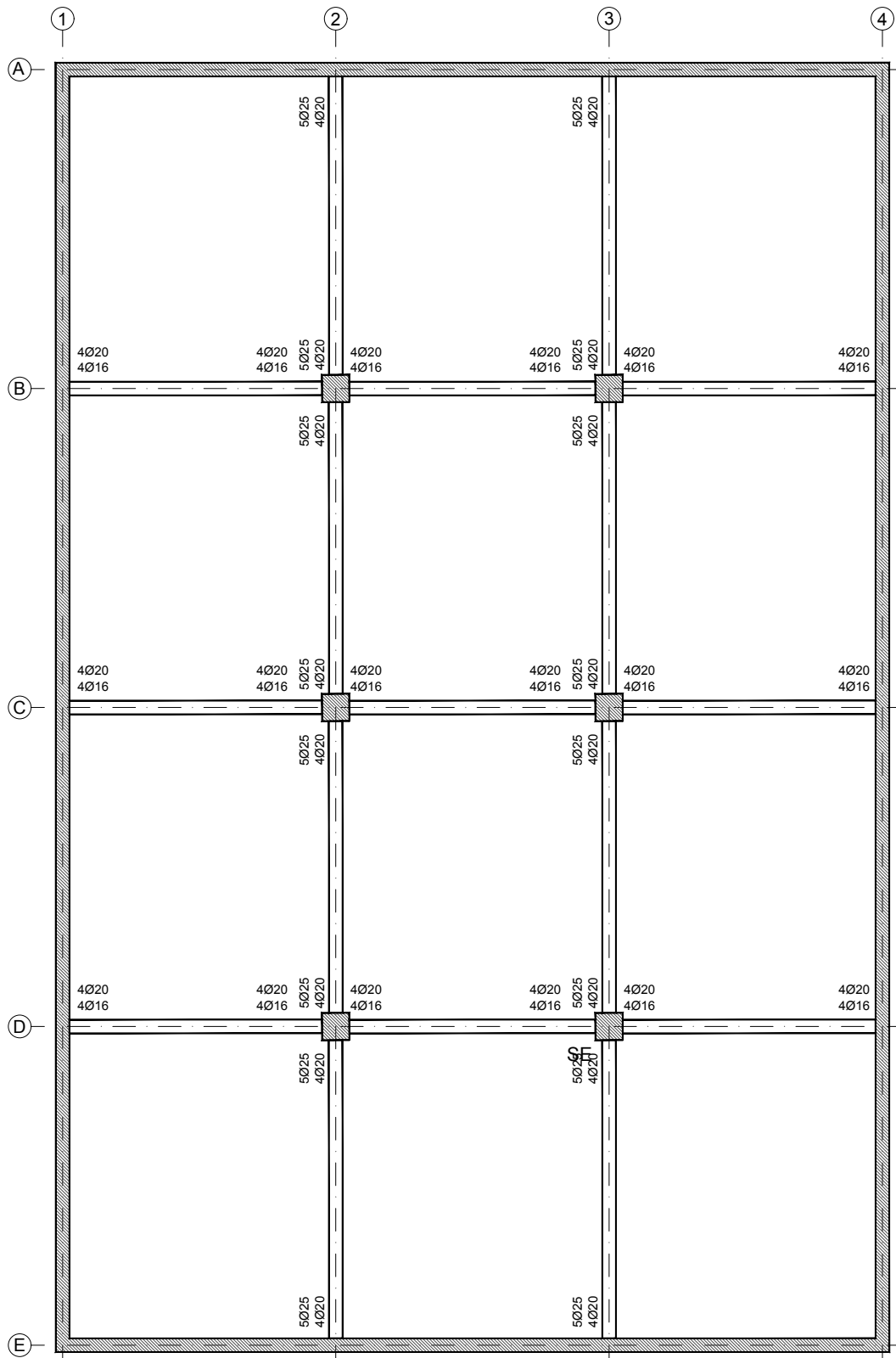


Figura A.2 – Armadura longitudinal das vigas – Piso 0.

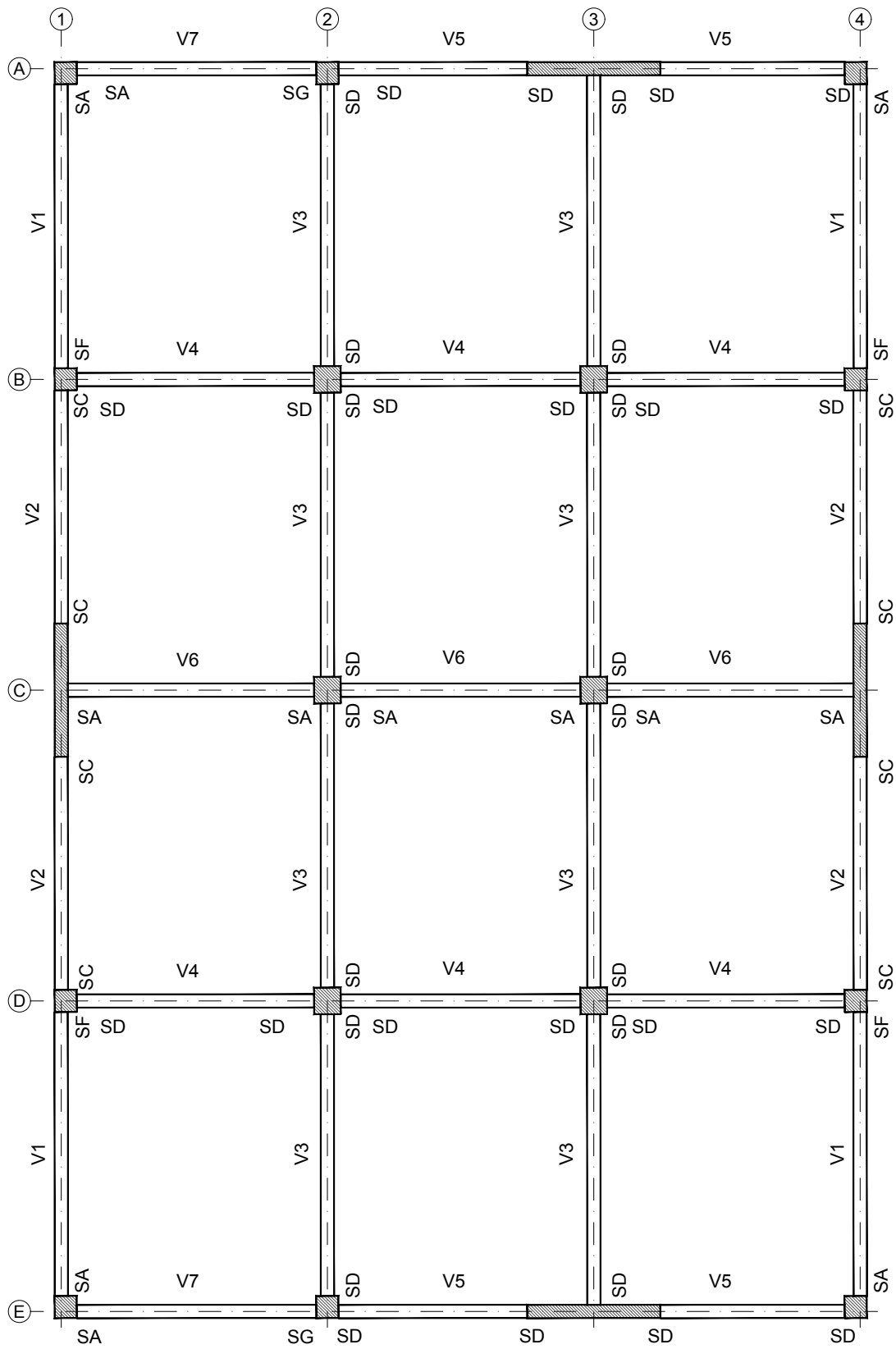


Figura A.3 - Vigas e secções de armadura das vigas – Piso 1.

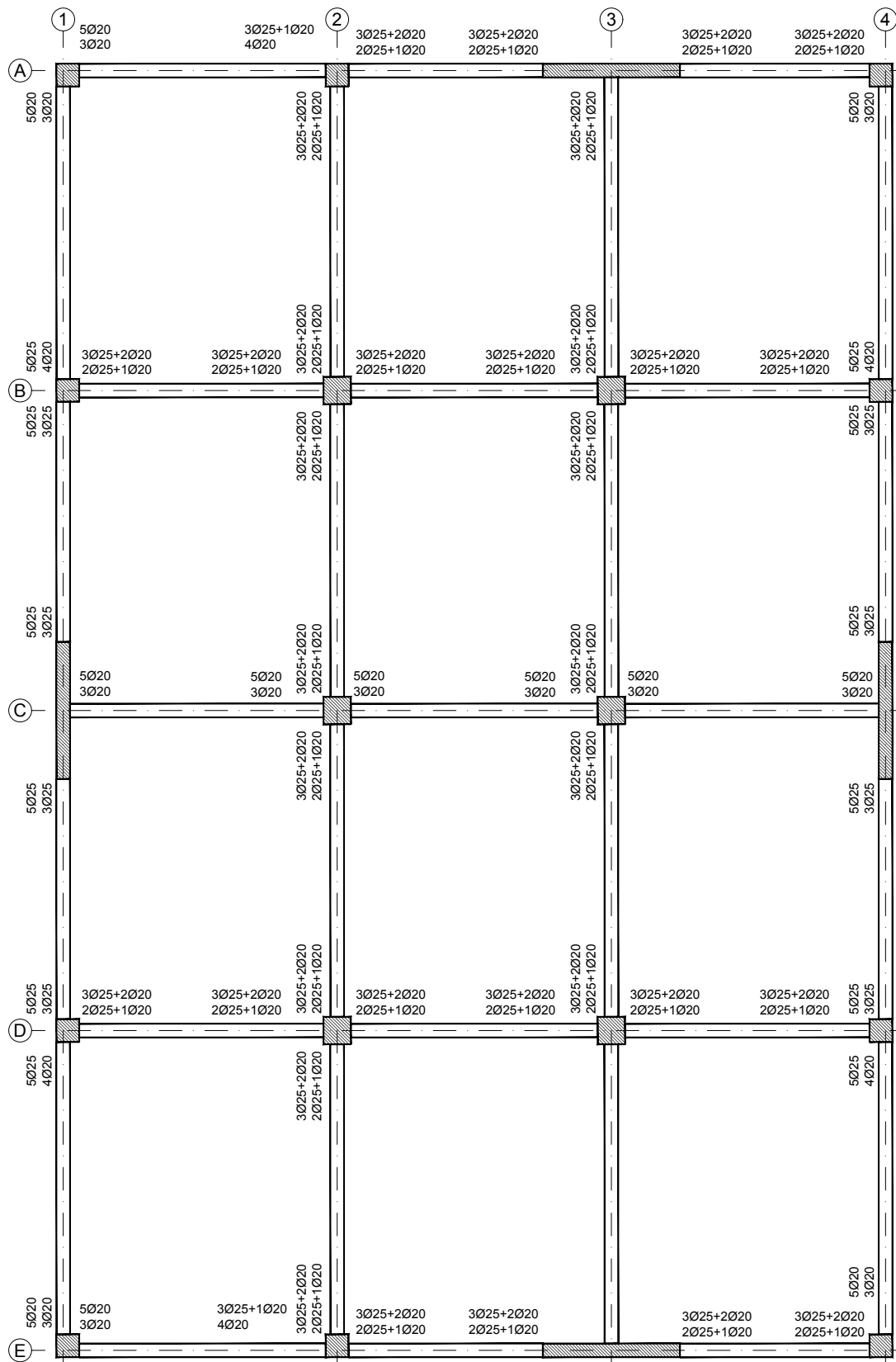


Figura A.4 - Armadura longitudinal das vigas – Piso 1.

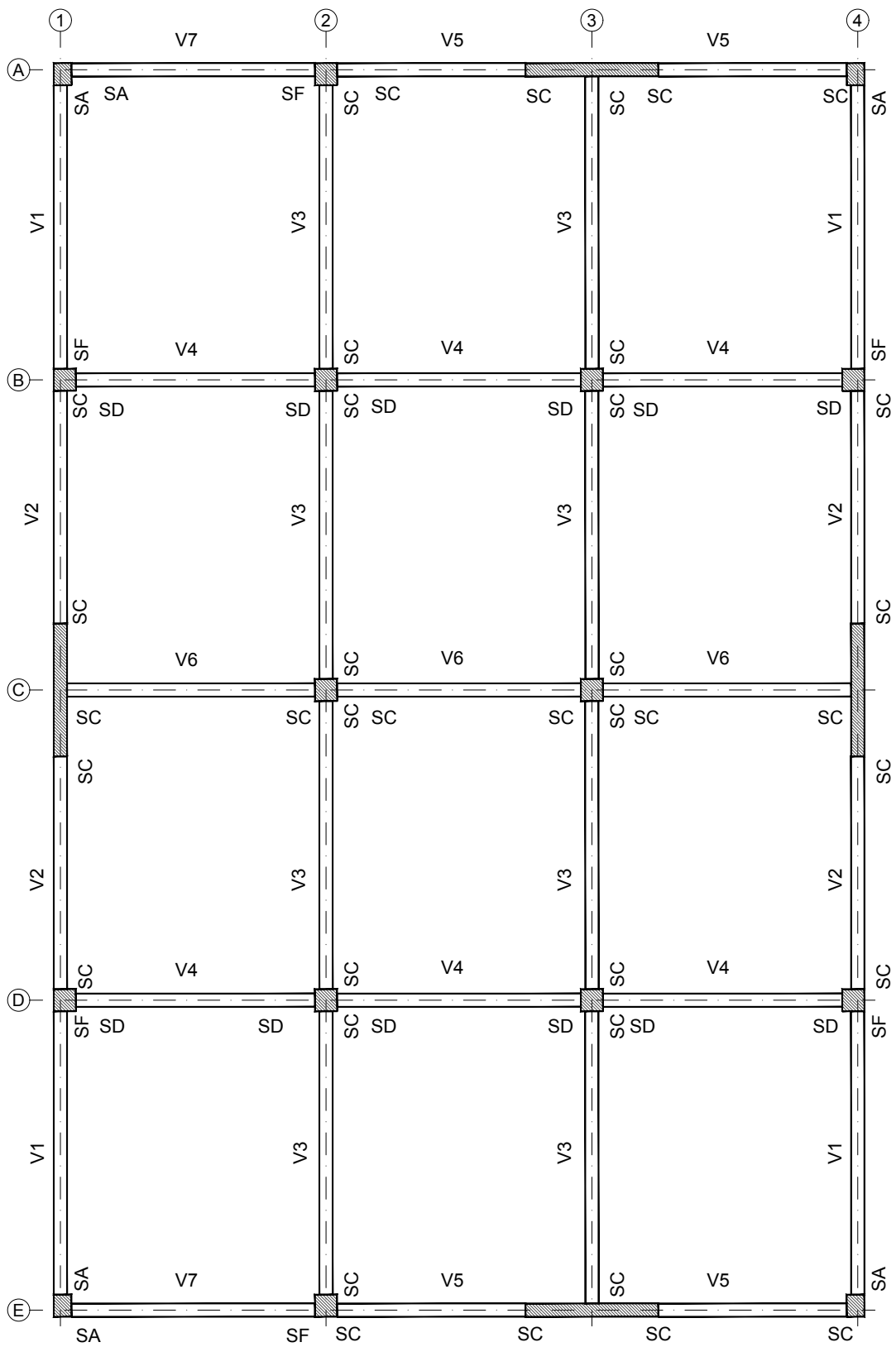


Figura A.5 - Vigas e secções de armadura das vigas – Pisos 2 a 8.

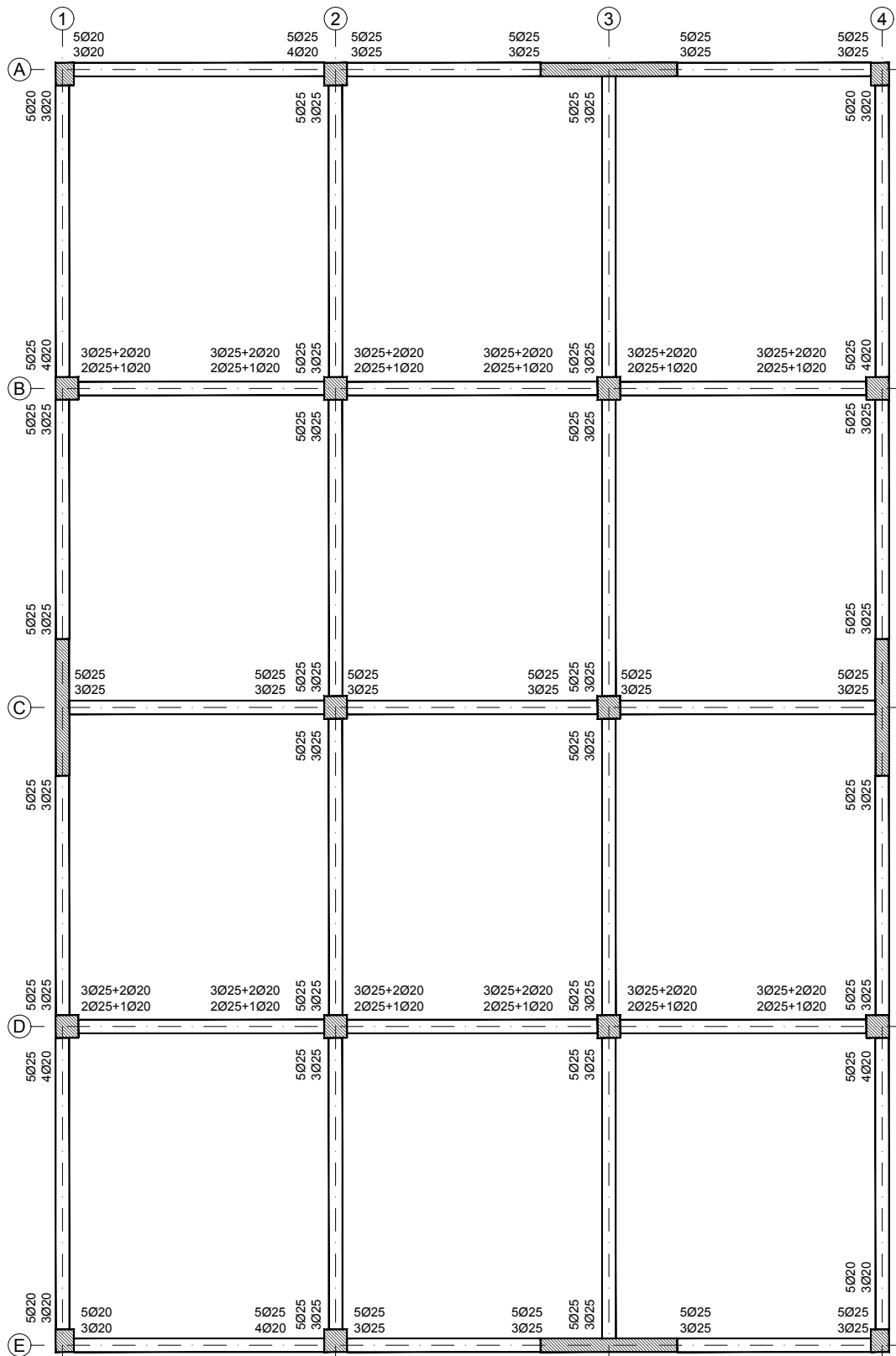


Figura A.6 - Armadura longitudinal das vigas – Pisos 2 a 8.

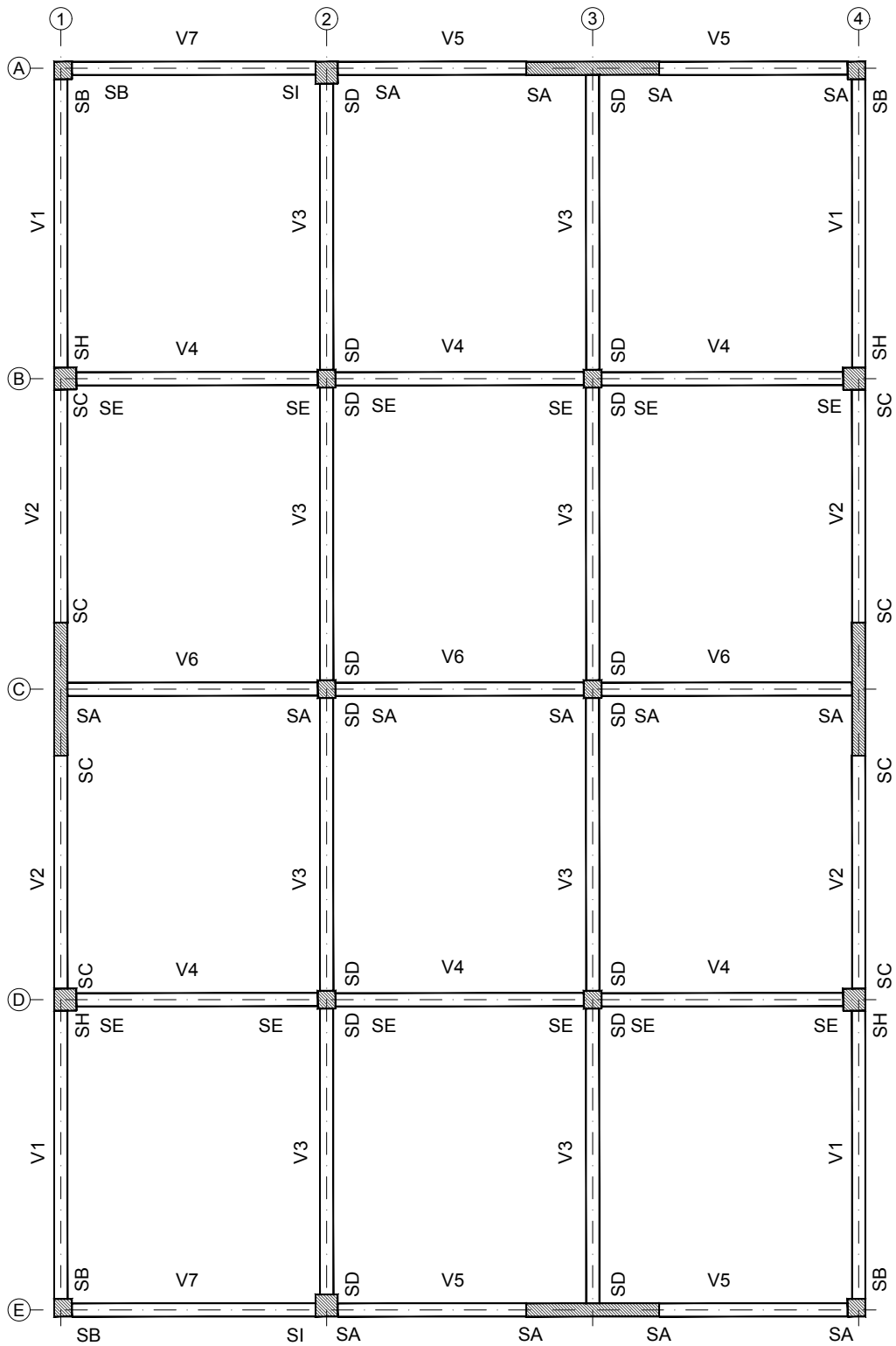


Figura A.7 - Vigas e secções de armadura das vigas – Piso 9.

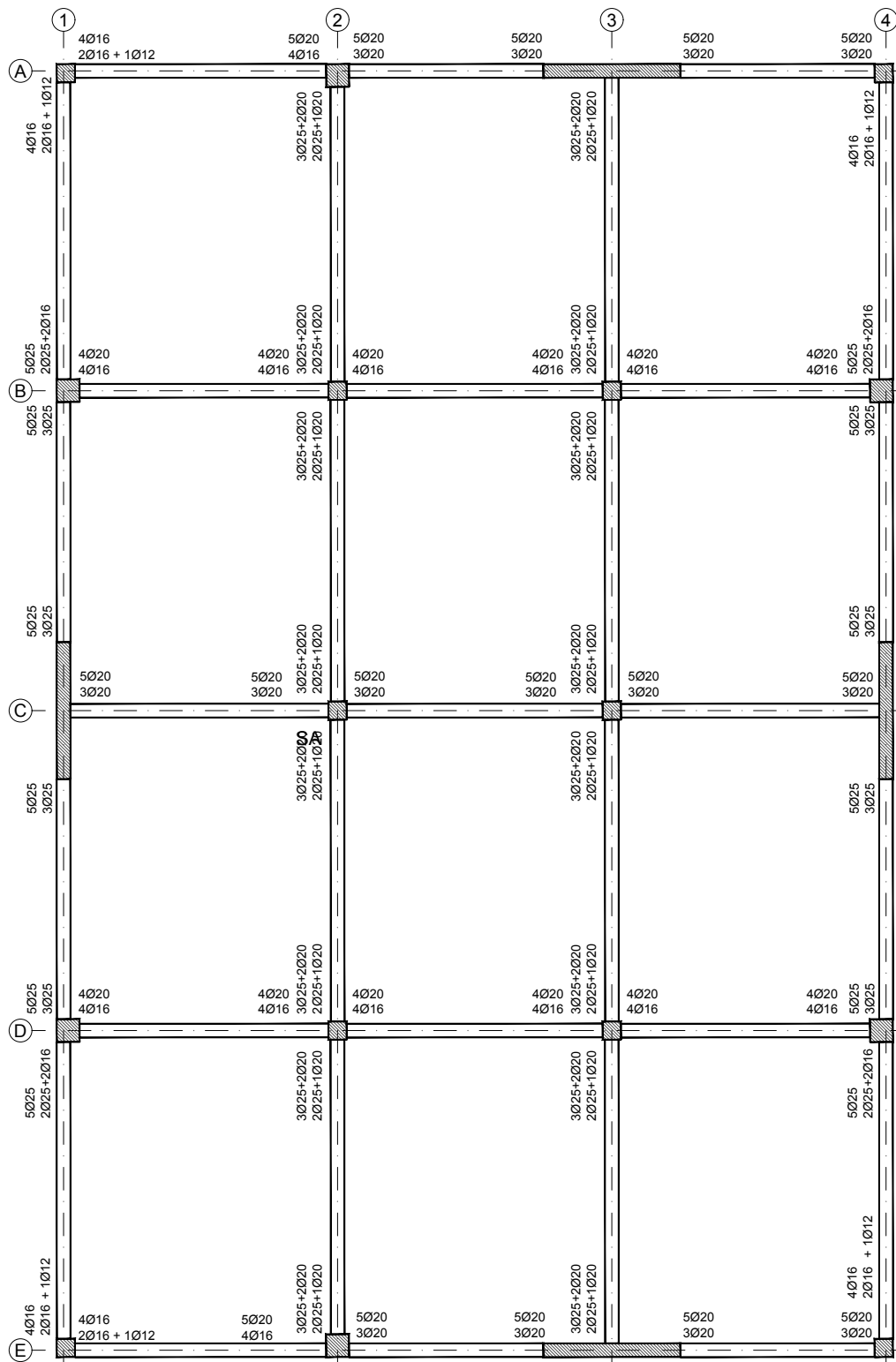


Figura A.8 - Armadura longitudinal das vigas – Piso 9.

A.4 ANEXO 4

Quadro A.0.9 – Esforços de cálculo do P1 – Piso -1 ao 0.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-334,8 (C)	-0,8	4,6
ELU_V	-910,7 (C)	-32,2	-40,7
ELU_E1_100X_30Y	-11,0 (C)	5,0	55,4
ELU_E1_100X_30Y	-349,2 (C)	-6,5	25,9
ELU_E1_100X_30Y	-425,2 (C)	-5,9	-49,2
ELU_E1_100X_30Y	-836,7 (C)	-35,4	-78,7
ELU_E1_30X_100Y	30,2 (T)	14,3	26,0
ELU_E1_30X_100Y	-341,5 (C)	8,8	-3,6
ELU_E1_30X_100Y	-466,4 (C)	-15,3	-19,8
ELU_E1_30X_100Y	-844,4 (C)	-50,7	-49,2
ELU_V	-334,5 (C)	-0,8	-4,7
ELU_V	-910,2 (C)	-32,2	40,6
ELU_E1_100X_30Y	-14,1 (C)	4,9	48,5
ELU_E1_100X_30Y	-352,3 (C)	-7,4	79,3
ELU_E1_100X_30Y	-421,7 (C)	-5,8	-54,8
ELU_E1_100X_30Y	-833,0 (C)	-34,4	-26,6
ELU_E1_30X_100Y	21,7 (T)	13,5	17,5
ELU_E1_30X_100Y	-350,6 (C)	5,9	51,6
ELU_E1_30X_100Y	-457,5 (C)	-14,4	-23,8
ELU_E1_30X_100Y	-834,6 (C)	-47,8	1,1
ELU_V	-267,6 (C)	0,7	1,0
ELU_V	-715,6 (C)	23,8	-34,0
ELU_E1_100X_30Y	53,8 (T)	5,2	53,7
ELU_E1_100X_30Y	-156,5 (C)	34,1	30,8
ELU_E1_100X_30Y	-404,3 (C)	-4,3	-52,1
ELU_E1_100X_30Y	-779,7 (C)	-3,0	-75,1
ELU_E1_30X_100Y	140,8 (T)	13,7	28,3
ELU_E1_30X_100Y	11,8 (T)	55,5	7,5
ELU_E1_30X_100Y	-491,2 (C)	-12,9	-26,7

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-947,9 (C)	-24,3	-51,8
ELU_V	-260,1 (C)	0,9	-0,5
ELU_V	-690,1 (C)	22,8	33,3
ELU_E1_100X_30Y	60,3 (T)	5,0	51,7
ELU_E1_100X_30Y	-130,7 (C)	33,4	75,8
ELU_E1_100X_30Y	-401,5 (C)	-3,9	-52,7
ELU_E1_100X_30Y	-773,4 (C)	-3,5	-32,5
ELU_E1_30X_100Y	148,3 (T)	12,8	24,6
ELU_E1_30X_100Y	56,0 (T)	53,9	55,2
ELU_E1_30X_100Y	-489,5 (C)	-11,7	-25,6
ELU_E1_30X_100Y	-960,1 (C)	-24,0	-11,9

Quadro A.0.10 – Esforços de cálculo do P2 – Piso -1 ao 0.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-677,1 (C)	-20,6	-1,9
ELU_V	-1543,4 (C)	80,8	2,3
ELU_E1_100X_30Y	-336,3 (C)	-10,5	74,2
ELU_E1_100X_30Y	-771,1 (C)	68,8	49,8
ELU_E1_100X_30Y	-538,4 (C)	-15,5	-76,7
ELU_E1_100X_30Y	-1219,8 (C)	33,3	-46,8
ELU_E1_30X_100Y	-343,8 (C)	-5,0	25,0
ELU_E1_30X_100Y	-761,9 (C)	107,0	18,8
ELU_E1_30X_100Y	-531,0 (C)	-21,0	-27,5
ELU_E1_30X_100Y	-1229,0 (C)	-4,8	-15,8
ELU_V	-677,2 (C)	-20,6	1,7
ELU_V	-1543,6 (C)	80,7	-2,4
ELU_E1_100X_30Y	-335,6 (C)	-10,6	76,1
ELU_E1_100X_30Y	-770,2 (C)	67,8	46,5
ELU_E1_100X_30Y	-539,2 (C)	-15,4	-73,8
ELU_E1_100X_30Y	-1220,9 (C)	34,2	-49,5
ELU_E1_30X_100Y	-341,7 (C)	-5,4	25,8
ELU_E1_30X_100Y	-759,6 (C)	103,7	14,8

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRТИCO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-533,1 (C)	-20,6	-23,6
ELU_E1_30X_100Y	-1231,5 (C)	-1,7	-17,9
ELU_V	-652,0 (C)	20,2	-3,5
ELU_V	-1477,8 (C)	-81,1	2,1
ELU_E1_100X_30Y	-295,5 (C)	15,4	72,4
ELU_E1_100X_30Y	-666,1 (C)	-33,1	49,4
ELU_E1_100X_30Y	-547,4 (C)	10,1	-76,9
ELU_E1_100X_30Y	-1241,9 (C)	-69,3	-46,7
ELU_E1_30X_100Y	-321,1 (C)	20,8	25,7
ELU_E1_30X_100Y	-694,9 (C)	4,9	19,6
ELU_E1_30X_100Y	-521,8 (C)	4,7	-30,3
ELU_E1_30X_100Y	-1213,1 (C)	-107,3	-16,9
ELU_V	-652,3 (C)	20,2	3,7
ELU_V	-1477,6 (C)	-81,2	-1,9
ELU_E1_100X_30Y	-294,0 (C)	15,3	76,1
ELU_E1_100X_30Y	-662,6 (C)	-34,1	46,3
ELU_E1_100X_30Y	-549,3 (C)	10,3	-71,3
ELU_E1_100X_30Y	-1245,3 (C)	-68,5	-48,7
ELU_E1_30X_100Y	-315,3 (C)	20,5	27,4
ELU_E1_30X_100Y	-682,3 (C)	1,6	15,0
ELU_E1_30X_100Y	-528,0 (C)	5,1	-22,6
ELU_E1_30X_100Y	-1225,5 (C)	-104,1	-17,5
ELU_V	-624,2 (C)	-1,3	-39,5
ELU_V	-1459,3 (C)	2,2	112,5
ELU_E1_100X_30Y	-317,1 (C)	8,4	-11,9
ELU_E1_100X_30Y	-723,8 (C)	15,4	128,6
ELU_E1_100X_30Y	-489,6 (C)	-10,1	-37,9
ELU_E1_100X_30Y	-1157,9 (C)	-12,6	13,1
ELU_E1_30X_100Y	-279,4 (C)	27,4	-20,7
ELU_E1_30X_100Y	-636,5 (C)	42,3	89,1
ELU_E1_30X_100Y	-527,3 (C)	-29,1	-29,1
ELU_E1_30X_100Y	-1245,2 (C)	-39,5	52,6

ELU_V	-612,7 (C)	-1,5	39,5
ELU_V	-1428,3 (C)	2,3	-112,5
ELU_E1_100X_30Y	-306,7 (C)	7,8	37,9
ELU_E1_100X_30Y	-695,5 (C)	14,4	-13,1
ELU_E1_100X_30Y	-485,7 (C)	-9,7	11,8
ELU_E1_100X_30Y	-1147,6 (C)	-11,5	-128,7
ELU_E1_30X_100Y	-254,3 (C)	25,5	29,1
ELU_E1_30X_100Y	-568,3 (C)	38,5	-52,4
ELU_E1_30X_100Y	-538,1 (C)	-27,4	20,6
ELU_E1_30X_100Y	-1274,8 (C)	-35,6	-89,3

Quadro A.0.11 – Esforços de cálculo do P3 – Piso -1 ao 0.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-3096,3 (C)	-32,3	-20,4
ELU_V	-3071,0 (C)	36,3	22,5
ELU_E1_100X_30Y	-1960,0 (C)	45,3	152,6
ELU_E1_100X_30Y	-1941,3 (C)	95,6	198,5
ELU_E1_100X_30Y	-1979,5 (C)	-85,6	-178,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,8 (C)	-50,3	-170,4
ELU_E1_30X_100Y	-1955,0 (C)	165,1	47,7
ELU_E1_30X_100Y	-1936,2 (C)	228,1	81,9
ELU_E1_30X_100Y	-1984,6 (C)	-205,4	-73,2
ELU_E1_30X_100Y	-1965,8 (C)	-182,8	-53,8
ELU_V	-3023,3 (C)	-70,9	-0,1
ELU_V	-2998,0 (C)	82,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1905,8 (C)	12,7	162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1887,1 (C)	116,0	181,0
ELU_E1_100X_30Y	-1939,6 (C)	-102,1	-162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1920,9 (C)	-11,6	-180,9
ELU_E1_30X_100Y	-1868,1 (C)	140,5	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1849,3 (C)	258,0	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-1977,4 (C)	-229,8	-52,6

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-1958,6 (C)	-153,6	-58,3
ELU_V	-3094,0 (C)	-33,1	21,2
ELU_V	-3068,7 (C)	37,2	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-1957,6 (C)	40,8	177,6
ELU_E1_100X_30Y	-1938,9 (C)	91,7	168,8
ELU_E1_100X_30Y	-1979,0 (C)	-82,1	-151,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,3 (C)	-45,4	-198,1
ELU_E1_30X_100Y	-1948,8 (C)	150,3	69,8
ELU_E1_30X_100Y	-1930,1 (C)	212,9	48,9
ELU_E1_30X_100Y	-1987,8 (C)	-191,6	-43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1969,1 (C)	-166,5	-78,3
ELU_V	-2989,4 (C)	24,4	-44,3
ELU_V	-2964,1 (C)	-29,2	52,4
ELU_E1_100X_30Y	-1884,7 (C)	74,9	136,5
ELU_E1_100X_30Y	-1865,9 (C)	48,6	217,5
ELU_E1_100X_30Y	-1919,3 (C)	-44,6	-192,4
ELU_E1_100X_30Y	-1900,5 (C)	-84,9	-151,4
ELU_E1_30X_100Y	-1887,0 (C)	198,0	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1868,2 (C)	184,5	94,0
ELU_E1_30X_100Y	-1917,0 (C)	-167,6	-82,2
ELU_E1_30X_100Y	-1898,2 (C)	-220,9	-27,9
ELU_V	-3052,7 (C)	55,1	0,3
ELU_V	-3027,4 (C)	-66,5	-0,3
ELU_E1_100X_30Y	-1926,4 (C)	92,1	160,1
ELU_E1_100X_30Y	-1907,6 (C)	22,0	177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1956,8 (C)	-22,7	-159,8
ELU_E1_100X_30Y	-1938,1 (C)	-105,7	-177,7
ELU_E1_30X_100Y	-1892,3 (C)	219,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1873,5 (C)	164,1	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,9 (C)	-150,6	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1972,2 (C)	-247,7	-57,7
ELU_V	-2992,2 (C)	23,6	43,7

ELU_V	-2966,8 (C)	-28,4	-51,7
ELU_E1_100X_30Y	-1887,2 (C)	69,9	191,4
ELU_E1_100X_30Y	-1868,5 (C)	44,0	151,2
ELU_E1_100X_30Y	-1920,6 (C)	-40,5	-136,3
ELU_E1_100X_30Y	-1901,8 (C)	-79,4	-216,3
ELU_E1_30X_100Y	-1890,7 (C)	182,7	79,9
ELU_E1_30X_100Y	-1871,9 (C)	168,6	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1917,1 (C)	-153,3	-24,9
ELU_E1_30X_100Y	-1898,4 (C)	-204,0	-91,3

Quadro A.0.12 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 0 ao 1.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1763,0 (C)	-1,9	-4,9
ELU_V	-1736,0 (C)	21,2	37,9
ELU_E1_100X_30Y	-788,9 (C)	28,5	110,2
ELU_E1_100X_30Y	-768,9 (C)	31,4	77,2
ELU_E1_100X_30Y	-1507,6 (C)	-30,7	-116,1
ELU_E1_100X_30Y	-1487,6 (C)	-4,3	-28,9
ELU_E1_30X_100Y	-768,7 (C)	82,0	39,2
ELU_E1_30X_100Y	-748,7 (C)	64,8	43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1527,8 (C)	-84,2	-45,1
ELU_E1_30X_100Y	-1507,8 (C)	-37,7	5,0
ELU_V	-1761,8 (C)	-2,1	4,8
ELU_V	-1734,8 (C)	21,2	-37,9
ELU_E1_100X_30Y	-793,5 (C)	26,2	114,7
ELU_E1_100X_30Y	-773,5 (C)	30,1	28,4
ELU_E1_100X_30Y	-1501,5 (C)	-28,6	-108,8
ELU_E1_100X_30Y	-1481,5 (C)	-3,1	-76,7
ELU_E1_30X_100Y	-783,0 (C)	73,3	40,3
ELU_E1_30X_100Y	-763,0 (C)	59,9	-6,7
ELU_E1_30X_100Y	-1512,0 (C)	-75,7	-34,5
ELU_E1_30X_100Y	-1492,0 (C)	-32,9	-41,6

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-1387,5 (C)	-3,4	-8,5
ELU_V	-1360,5 (C)	-7,5	40,2
ELU_E1_100X_30Y	-419,8 (C)	27,7	105,2
ELU_E1_100X_30Y	-399,8 (C)	20,0	77,8
ELU_E1_100X_30Y	-1396,0 (C)	-32,3	-115,7
ELU_E1_100X_30Y	-1376,0 (C)	-29,5	-26,6
ELU_E1_30X_100Y	-91,6 (C)	89,3	40,3
ELU_E1_30X_100Y	-71,6 (C)	71,1	47,1
ELU_E1_30X_100Y	-1724,2 (C)	-93,9	-50,8
ELU_E1_30X_100Y	-1704,2 (C)	-80,6	4,1
ELU_V	-1338,1 (C)	-3,9	9,3
ELU_V	-1311,1 (C)	-6,3	-40,6
ELU_E1_100X_30Y	-369,9 (C)	25,5	114,2
ELU_E1_100X_30Y	-349,9 (C)	21,1	25,6
ELU_E1_100X_30Y	-1384,0 (C)	-30,7	-102,8
ELU_E1_100X_30Y	-1364,0 (C)	-29,1	-77,3
ELU_E1_30X_100Y	-4,3 (C)	82,0	44,8
ELU_E1_30X_100Y	15,6 (T)	71,6	-6,7
ELU_E1_30X_100Y	-1749,5 (C)	-87,2	-33,3
ELU_E1_30X_100Y	-1729,5 (C)	-79,6	-45,0

Quadro A.0.13 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 0 ao 1.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-2885,9 (C)	-79,4	7,8
ELU_V	-2852,2 (C)	78,4	-18,0
ELU_E1_100X_30Y	-1429,1 (C)	-12,2	177,8
ELU_E1_100X_30Y	-1404,1 (C)	68,8	111,3
ELU_E1_100X_30Y	-2297,0 (C)	-88,1	-167,8
ELU_E1_100X_30Y	-2272,0 (C)	30,1	-134,3
ELU_E1_30X_100Y	-1419,5 (C)	67,6	65,0
ELU_E1_30X_100Y	-1394,5 (C)	107,7	31,4
ELU_E1_30X_100Y	-2306,6 (C)	-167,9	-55,0

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-2281,6 (C)	-8,8	-54,4
ELU_V	-2886,2 (C)	-79,6	-8,0
ELU_V	-2852,5 (C)	78,4	18,0
ELU_E1_100X_30Y	-1427,2 (C)	-14,1	167,5
ELU_E1_100X_30Y	-1402,2 (C)	68,2	133,9
ELU_E1_100X_30Y	-2299,2 (C)	-86,4	-177,7
ELU_E1_100X_30Y	-2274,2 (C)	30,7	-110,9
ELU_E1_30X_100Y	-1414,4 (C)	61,0	54,2
ELU_E1_30X_100Y	-1389,4 (C)	105,3	53,0
ELU_E1_30X_100Y	-2312,1 (C)	-161,5	-64,4
ELU_E1_30X_100Y	-2287,1 (C)	-6,4	-30,0
ELU_V	-2756,9 (C)	77,4	8,8
ELU_V	-2723,1 (C)	-77,7	-19,6
ELU_E1_100X_30Y	-1222,5 (C)	85,8	176,7
ELU_E1_100X_30Y	-1197,5 (C)	-30,0	115,1
ELU_E1_100X_30Y	-2340,6 (C)	11,8	-165,6
ELU_E1_100X_30Y	-2315,6 (C)	-68,0	-140,1
ELU_E1_30X_100Y	-1286,5 (C)	166,2	66,8
ELU_E1_30X_100Y	-1261,5 (C)	9,0	34,2
ELU_E1_30X_100Y	-2276,6 (C)	-68,5	-55,6
ELU_E1_30X_100Y	-2251,6 (C)	-107,0	-59,2
ELU_V	-2756,4 (C)	77,2	-8,3
ELU_V	-2722,6 (C)	-77,7	19,2
ELU_E1_100X_30Y	-1215,3 (C)	83,9	165,4
ELU_E1_100X_30Y	-1190,3 (C)	-30,7	138,7
ELU_E1_100X_30Y	-2347,4 (C)	13,6	-175,9
ELU_E1_100X_30Y	-2322,4 (C)	-67,3	-114,3
ELU_E1_30X_100Y	-1260,9 (C)	159,5	54,2
ELU_E1_30X_100Y	-1235,9 (C)	6,5	55,4
ELU_E1_30X_100Y	-2301,7 (C)	-62,0	-64,7
ELU_E1_30X_100Y	-2276,7 (C)	-104,5	-31,0
ELU_V	-2682,2 (C)	4,9	-112,4

ELU_V	-2648,4 (C)	-13,4	111,2
ELU_E1_100X_30Y	-1317,5 (C)	63,8	42,5
ELU_E1_100X_30Y	-1292,5 (C)	37,7	122,5
ELU_E1_100X_30Y	-2146,0 (C)	-57,4	-184,0
ELU_E1_100X_30Y	-2121,0 (C)	-54,9	17,6
ELU_E1_30X_100Y	-1138,7 (C)	184,2	-34,4
ELU_E1_30X_100Y	-1113,8 (C)	128,9	87,7
ELU_E1_30X_100Y	-2324,7 (C)	-177,8	-107,2
ELU_E1_30X_100Y	-2299,7 (C)	-146,1	52,3
ELU_V	-2621,2 (C)	5,1	112,5
ELU_V	-2587,5 (C)	-14,6	-111,4
ELU_E1_100X_30Y	-1261,6 (C)	59,6	183,9
ELU_E1_100X_30Y	-1236,6 (C)	36,0	-17,7
ELU_E1_100X_30Y	-2125,8 (C)	-53,1	-42,2
ELU_E1_100X_30Y	-2100,8 (C)	-54,7	-122,6
ELU_E1_30X_100Y	-1004,4 (C)	168,6	106,5
ELU_E1_30X_100Y	-979,4 (C)	123,1	-52,6
ELU_E1_30X_100Y	-2383,0 (C)	-162,1	35,2
ELU_E1_30X_100Y	-2358,0 (C)	-141,8	-87,7

Quadro A.0.14 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 0 ao 1.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-3096,3 (C)	-32,3	-20,4
ELU_V	-3071,0 (C)	36,3	22,5
ELU_E1_100X_30Y	-1960,0 (C)	45,3	152,6
ELU_E1_100X_30Y	-1941,3 (C)	95,6	198,5
ELU_E1_100X_30Y	-1979,5 (C)	-85,6	-178,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,8 (C)	-50,3	-170,4
ELU_E1_30X_100Y	-1955,0 (C)	165,1	47,7
ELU_E1_30X_100Y	-1936,2 (C)	228,1	81,9
ELU_E1_30X_100Y	-1984,6 (C)	-205,4	-73,2
ELU_E1_30X_100Y	-1965,8 (C)	-182,8	-53,8

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-3023,3 (C)	-70,9	-0,1
ELU_V	-2998,0 (C)	82,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1905,8 (C)	12,7	162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1887,1 (C)	116,0	181,0
ELU_E1_100X_30Y	-1939,6 (C)	-102,1	-162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1920,9 (C)	-11,6	-180,9
ELU_E1_30X_100Y	-1868,1 (C)	140,5	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1849,3 (C)	258,0	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-1977,4 (C)	-229,8	-52,6
ELU_E1_30X_100Y	-1958,6 (C)	-153,6	-58,3
ELU_V	-3094,0 (C)	-33,1	21,2
ELU_V	-3068,7 (C)	37,2	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-1957,6 (C)	40,8	177,6
ELU_E1_100X_30Y	-1938,9 (C)	91,7	168,8
ELU_E1_100X_30Y	-1979,0 (C)	-82,1	-151,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,3 (C)	-45,4	-198,1
ELU_E1_30X_100Y	-1948,8 (C)	150,3	69,8
ELU_E1_30X_100Y	-1930,1 (C)	212,9	48,9
ELU_E1_30X_100Y	-1987,8 (C)	-191,6	-43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1969,1 (C)	-166,5	-78,3
ELU_V	-2989,4 (C)	24,4	-44,3
ELU_V	-2964,1 (C)	-29,2	52,4
ELU_E1_100X_30Y	-1884,7 (C)	74,9	136,5
ELU_E1_100X_30Y	-1865,9 (C)	48,6	217,5
ELU_E1_100X_30Y	-1919,3 (C)	-44,6	-192,4
ELU_E1_100X_30Y	-1900,5 (C)	-84,9	-151,4
ELU_E1_30X_100Y	-1887,0 (C)	198,0	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1868,2 (C)	184,5	94,0
ELU_E1_30X_100Y	-1917,0 (C)	-167,6	-82,2
ELU_E1_30X_100Y	-1898,2 (C)	-220,9	-27,9
ELU_V	-3052,7 (C)	55,1	0,3
ELU_V	-3027,4 (C)	-66,5	-0,3

ELU_E1_100X_30Y	-1926,4 (C)	92,1	160,1
ELU_E1_100X_30Y	-1907,6 (C)	22,0	177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1956,8 (C)	-22,7	-159,8
ELU_E1_100X_30Y	-1938,1 (C)	-105,7	-177,7
ELU_E1_30X_100Y	-1892,3 (C)	219,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1873,5 (C)	164,1	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,9 (C)	-150,6	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1972,2 (C)	-247,7	-57,7
ELU_V	-2992,2 (C)	23,6	43,7
ELU_V	-2966,8 (C)	-28,4	-51,7
ELU_E1_100X_30Y	-1887,2 (C)	69,9	191,4
ELU_E1_100X_30Y	-1868,5 (C)	44,0	151,2
ELU_E1_100X_30Y	-1920,6 (C)	-40,5	-136,3
ELU_E1_100X_30Y	-1901,8 (C)	-79,4	-216,3
ELU_E1_30X_100Y	-1890,7 (C)	182,7	79,9
ELU_E1_30X_100Y	-1871,9 (C)	168,6	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1917,1 (C)	-153,3	-24,9
ELU_E1_30X_100Y	-1898,4 (C)	-204,0	-91,3

Quadro A.0.15 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 1 ao 2.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1562,5 (C)	-53,1	-82,5
ELU_V	-1542,3 (C)	53,0	75,3
ELU_E1_100X_30Y	-701,1 (C)	-1,7	35,7
ELU_E1_100X_30Y	-686,2 (C)	65,9	126,2
ELU_E1_100X_30Y	-1331,9 (C)	-66,3	-141,1
ELU_E1_100X_30Y	-1316,9 (C)	1,8	-30,1
ELU_E1_30X_100Y	-686,5 (C)	59,8	-21,6
ELU_E1_30X_100Y	-671,5 (C)	126,6	75,5
ELU_E1_30X_100Y	-1346,5 (C)	-127,8	-83,7
ELU_E1_30X_100Y	-1331,5 (C)	-58,9	20,6
ELU_V	-1561,3 (C)	-53,2	82,3

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-1541,0 (C)	52,9	-75,2
ELU_E1_100X_30Y	-704,6 (C)	-5,2	141,3
ELU_E1_100X_30Y	-689,6 (C)	62,6	30,1
ELU_E1_100X_30Y	-1326,8 (C)	-62,9	-36,1
ELU_E1_100X_30Y	-1311,8 (C)	4,9	-126,1
ELU_E1_30X_100Y	-697,5 (C)	47,2	84,5
ELU_E1_30X_100Y	-682,5 (C)	114,8	-20,6
ELU_E1_30X_100Y	-1333,9 (C)	-115,2	20,7
ELU_E1_30X_100Y	-1318,9 (C)	-47,3	-75,4
ELU_V	-1214,5 (C)	20,4	-84,1
ELU_V	-1194,2 (C)	-18,6	77,8
ELU_E1_100X_30Y	-366,7 (C)	62,6	30,8
ELU_E1_100X_30Y	-351,7 (C)	38,2	125,5
ELU_E1_100X_30Y	-1220,7 (C)	-36,5	-138,4
ELU_E1_100X_30Y	-1205,7 (C)	-62,0	-26,2
ELU_E1_30X_100Y	-80,6 (C)	161,8	-21,6
ELU_E1_30X_100Y	-65,6 (C)	139,3	79,6
ELU_E1_30X_100Y	-1506,9 (C)	-135,6	-85,9
ELU_E1_30X_100Y	-1491,9 (C)	-163,2	19,8
ELU_V	-1169,5 (C)	17,6	84,8
ELU_V	-1149,3 (C)	-16,2	-78,4
ELU_E1_100X_30Y	-323,8 (C)	60,8	137,8
ELU_E1_100X_30Y	-308,8 (C)	39,7	24,5
ELU_E1_100X_30Y	-1207,2 (C)	-38,0	-29,5
ELU_E1_100X_30Y	-1192,2 (C)	-60,6	-124,7
ELU_E1_30X_100Y	-7,7 (C)	156,4	83,2
ELU_E1_30X_100Y	7,3 (T)	137,6	-24,3
ELU_E1_30X_100Y	-1523,4 (C)	-133,7	25,2
ELU_E1_30X_100Y	-1508,4 (C)	-158,5	-75,9

Quadro A.0.16 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 1 ao 2.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-2534,8 (C)	-108,1	33,7
ELU_V	-2509,5 (C)	114,5	-32,1
ELU_E1_100X_30Y	-1249,6 (C)	-29,3	234,7
ELU_E1_100X_30Y	-1230,8 (C)	108,1	178,6
ELU_E1_100X_30Y	-2020,7 (C)	-107,0	-191,5
ELU_E1_100X_30Y	-2002,0 (C)	36,2	-219,7
ELU_E1_30X_100Y	-1250,5 (C)	44,7	98,5
ELU_E1_30X_100Y	-1231,7 (C)	175,1	51,3
ELU_E1_30X_100Y	-2019,8 (C)	-181,0	-55,4
ELU_E1_30X_100Y	-2001,1 (C)	-30,8	-92,3
ELU_V	-2535,0 (C)	-108,4	-34,0
ELU_V	-2509,7 (C)	114,7	32,3
ELU_E1_100X_30Y	-1247,4 (C)	-32,1	190,4
ELU_E1_100X_30Y	-1228,7 (C)	106,1	218,8
ELU_E1_100X_30Y	-2023,1 (C)	-104,5	-233,9
ELU_E1_100X_30Y	-2004,3 (C)	38,4	-177,5
ELU_E1_30X_100Y	-1244,6 (C)	35,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1225,9 (C)	168,0	89,1
ELU_E1_30X_100Y	-2025,9 (C)	-172,5	-95,5
ELU_E1_30X_100Y	-2007,1 (C)	-23,5	-47,8
ELU_V	-2414,6 (C)	104,7	36,9
ELU_V	-2389,3 (C)	-112,2	-34,7
ELU_E1_100X_30Y	-1064,4 (C)	102,5	244,2
ELU_E1_100X_30Y	-1045,7 (C)	-36,2	185,9
ELU_E1_100X_30Y	-2054,1 (C)	29,4	-197,2
ELU_E1_100X_30Y	-2035,3 (C)	-105,2	-230,1
ELU_E1_30X_100Y	-1127,9 (C)	177,8	107,4
ELU_E1_30X_100Y	-1109,1 (C)	31,4	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,6 (C)	-45,9	-60,4
ELU_E1_30X_100Y	-1971,9 (C)	-172,8	-101,5

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-2414,2 (C)	104,4	-35,7
ELU_V	-2388,9 (C)	-112,0	33,6
ELU_E1_100X_30Y	-1057,6 (C)	99,8	195,6
ELU_E1_100X_30Y	-1038,9 (C)	-38,2	226,8
ELU_E1_100X_30Y	-2060,4 (C)	31,8	-241,0
ELU_E1_100X_30Y	-2041,7 (C)	-102,9	-184,0
ELU_E1_30X_100Y	-1103,9 (C)	168,8	52,9
ELU_E1_30X_100Y	-1085,2 (C)	24,1	92,2
ELU_E1_30X_100Y	-2014,1 (C)	-37,2	-98,4
ELU_E1_30X_100Y	-1995,4 (C)	-165,3	-49,4
ELU_V	-2343,8 (C)	26,7	-141,5
ELU_V	-2318,5 (C)	-28,4	141,0
ELU_E1_100X_30Y	-1151,0 (C)	103,8	11,9
ELU_E1_100X_30Y	-1132,2 (C)	68,1	172,3
ELU_E1_100X_30Y	-1873,4 (C)	-69,5	-190,0
ELU_E1_100X_30Y	-1854,6 (C)	-104,5	5,1
ELU_E1_30X_100Y	-986,5 (C)	267,4	-54,0
ELU_E1_30X_100Y	-967,8 (C)	231,0	118,4
ELU_E1_30X_100Y	-2037,9 (C)	-233,2	-124,1
ELU_E1_30X_100Y	-2019,1 (C)	-267,4	59,0
ELU_V	-2287,5 (C)	28,6	142,0
ELU_V	-2262,2 (C)	-30,5	-141,5
ELU_E1_100X_30Y	-1102,3 (C)	101,0	189,9
ELU_E1_100X_30Y	-1083,5 (C)	63,6	-5,6
ELU_E1_100X_30Y	-1851,8 (C)	-64,5	-11,2
ELU_E1_100X_30Y	-1833,1 (C)	-102,5	-172,5
ELU_E1_30X_100Y	-872,4 (C)	252,6	122,7
ELU_E1_30X_100Y	-853,6 (C)	215,5	-60,2
ELU_E1_30X_100Y	-2081,7 (C)	-216,0	56,0
ELU_E1_30X_100Y	-2063,0 (C)	-254,4	-117,9

Quadro A.0.17 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 1 ao 2.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-3096,3 (C)	-32,3	-20,4
ELU_V	-3071,0 (C)	36,3	22,5
ELU_E1_100X_30Y	-1960,0 (C)	45,3	152,6
ELU_E1_100X_30Y	-1941,3 (C)	95,6	198,5
ELU_E1_100X_30Y	-1979,5 (C)	-85,6	-178,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,8 (C)	-50,3	-170,4
ELU_E1_30X_100Y	-1955,0 (C)	165,1	47,7
ELU_E1_30X_100Y	-1936,2 (C)	228,1	81,9
ELU_E1_30X_100Y	-1984,6 (C)	-205,4	-73,2
ELU_E1_30X_100Y	-1965,8 (C)	-182,8	-53,8
ELU_V	-3023,3 (C)	-70,9	-0,1
ELU_V	-2998,0 (C)	82,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1905,8 (C)	12,7	162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1887,1 (C)	116,0	181,0
ELU_E1_100X_30Y	-1939,6 (C)	-102,1	-162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1920,9 (C)	-11,6	-180,9
ELU_E1_30X_100Y	-1868,1 (C)	140,5	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1849,3 (C)	258,0	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-1977,4 (C)	-229,8	-52,6
ELU_E1_30X_100Y	-1958,6 (C)	-153,6	-58,3
ELU_V	-3094,0 (C)	-33,1	21,2
ELU_V	-3068,7 (C)	37,2	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-1957,6 (C)	40,8	177,6
ELU_E1_100X_30Y	-1938,9 (C)	91,7	168,8
ELU_E1_100X_30Y	-1979,0 (C)	-82,1	-151,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,3 (C)	-45,4	-198,1
ELU_E1_30X_100Y	-1948,8 (C)	150,3	69,8
ELU_E1_30X_100Y	-1930,1 (C)	212,9	48,9
ELU_E1_30X_100Y	-1987,8 (C)	-191,6	-43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1969,1 (C)	-166,5	-78,3

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-2989,4 (C)	24,4	-44,3
ELU_V	-2964,1 (C)	-29,2	52,4
ELU_E1_100X_30Y	-1884,7 (C)	74,9	136,5
ELU_E1_100X_30Y	-1865,9 (C)	48,6	217,5
ELU_E1_100X_30Y	-1919,3 (C)	-44,6	-192,4
ELU_E1_100X_30Y	-1900,5 (C)	-84,9	-151,4
ELU_E1_30X_100Y	-1887,0 (C)	198,0	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1868,2 (C)	184,5	94,0
ELU_E1_30X_100Y	-1917,0 (C)	-167,6	-82,2
ELU_E1_30X_100Y	-1898,2 (C)	-220,9	-27,9
ELU_V	-3052,7 (C)	55,1	0,3
ELU_V	-3027,4 (C)	-66,5	-0,3
ELU_E1_100X_30Y	-1926,4 (C)	92,1	160,1
ELU_E1_100X_30Y	-1907,6 (C)	22,0	177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1956,8 (C)	-22,7	-159,8
ELU_E1_100X_30Y	-1938,1 (C)	-105,7	-177,7
ELU_E1_30X_100Y	-1892,3 (C)	219,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1873,5 (C)	164,1	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,9 (C)	-150,6	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1972,2 (C)	-247,7	-57,7
ELU_V	-2992,2 (C)	23,6	43,7
ELU_V	-2966,8 (C)	-28,4	-51,7
ELU_E1_100X_30Y	-1887,2 (C)	69,9	191,4
ELU_E1_100X_30Y	-1868,5 (C)	44,0	151,2
ELU_E1_100X_30Y	-1920,6 (C)	-40,5	-136,3
ELU_E1_100X_30Y	-1901,8 (C)	-79,4	-216,3
ELU_E1_30X_100Y	-1890,7 (C)	182,7	79,9
ELU_E1_30X_100Y	-1871,9 (C)	168,6	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1917,1 (C)	-153,3	-24,9
ELU_E1_30X_100Y	-1898,4 (C)	-204,0	-91,3

Quadro A.0.18 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 2 ao 3.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1363,7 (C)	-27,7	-57,1
ELU_V	-1348,6 (C)	32,2	63,1
ELU_E1_100X_30Y	-620,4 (C)	2,4	44,6
ELU_E1_100X_30Y	-609,2 (C)	41,7	119,5
ELU_E1_100X_30Y	-1152,7 (C)	-37,8	-117,4
ELU_E1_100X_30Y	-1141,4 (C)	-0,7	-39,0
ELU_E1_30X_100Y	-608,8 (C)	39,7	-7,3
ELU_E1_30X_100Y	-597,6 (C)	81,2	68,5
ELU_E1_30X_100Y	-1164,3 (C)	-75,1	-65,6
ELU_E1_30X_100Y	-1153,0 (C)	-40,2	12,0
ELU_V	-1362,6 (C)	-27,7	56,9
ELU_V	-1347,4 (C)	32,1	-63,0
ELU_E1_100X_30Y	-622,9 (C)	0,3	117,2
ELU_E1_100X_30Y	-611,6 (C)	39,5	39,0
ELU_E1_100X_30Y	-1148,7 (C)	-35,7	-44,5
ELU_E1_100X_30Y	-1137,4 (C)	1,4	-119,3
ELU_E1_30X_100Y	-617,1 (C)	32,2	65,0
ELU_E1_30X_100Y	-605,8 (C)	73,3	-12,3
ELU_E1_30X_100Y	-1154,5 (C)	-67,5	7,7
ELU_E1_30X_100Y	-1143,2 (C)	-32,4	-68,1
ELU_V	-1046,9 (C)	6,7	-59,8
ELU_V	-1031,7 (C)	-6,7	66,4
ELU_E1_100X_30Y	-325,4 (C)	33,3	40,0
ELU_E1_100X_30Y	-314,1 (C)	27,1	119,4
ELU_E1_100X_30Y	-1042,0 (C)	-24,8	-116,3
ELU_E1_100X_30Y	-1030,7 (C)	-35,6	-34,7
ELU_E1_30X_100Y	-84,3 (C)	91,6	-6,4
ELU_E1_30X_100Y	-73,0 (C)	90,3	74,0
ELU_E1_30X_100Y	-1283,1 (C)	-83,1	-69,9
ELU_E1_30X_100Y	-1271,8 (C)	-98,9	10,7

ELU_V	-1006,3 (C)	5,4	60,6
ELU_V	-991,1 (C)	-5,3	-67,2
ELU_E1_100X_30Y	-289,4 (C)	31,7	115,3
ELU_E1_100X_30Y	-278,2 (C)	27,0	32,6
ELU_E1_100X_30Y	-1027,0 (C)	-24,7	-37,9
ELU_E1_100X_30Y	-1015,7 (C)	-33,8	-118,4
ELU_E1_30X_100Y	-25,3 (C)	86,6	65,4
ELU_E1_30X_100Y	-14,1 (C)	86,4	-16,2
ELU_E1_30X_100Y	-1291,1 (C)	-79,5	12,0
ELU_E1_30X_100Y	-1279,8 (C)	-93,3	-69,6

Quadro A.0.19 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 2 ao 3.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-2199,8 (C)	-75,0	27,8
ELU_V	-2179,5 (C)	86,1	-31,6
ELU_E1_100X_30Y	-1088,7 (C)	-18,6	209,8
ELU_E1_100X_30Y	-1073,7 (C)	84,1	174,3
ELU_E1_100X_30Y	-1748,1 (C)	-75,9	-174,3
ELU_E1_100X_30Y	-1733,1 (C)	24,3	-214,8
ELU_E1_30X_100Y	-1097,1 (C)	34,0	87,9
ELU_E1_30X_100Y	-1082,1 (C)	137,9	51,0
ELU_E1_30X_100Y	-1739,7 (C)	-128,5	-52,4
ELU_E1_30X_100Y	-1724,7 (C)	-29,5	-91,4
ELU_V	-2199,8 (C)	-75,3	-28,2
ELU_V	-2179,6 (C)	86,3	31,9
ELU_E1_100X_30Y	-1086,4 (C)	-20,6	173,0
ELU_E1_100X_30Y	-1071,4 (C)	82,4	213,8
ELU_E1_100X_30Y	-1750,4 (C)	-74,1	-209,0
ELU_E1_100X_30Y	-1735,4 (C)	26,3	-172,9
ELU_E1_30X_100Y	-1091,0 (C)	27,8	48,6
ELU_E1_30X_100Y	-1076,0 (C)	131,9	87,6
ELU_E1_30X_100Y	-1745,9 (C)	-122,5	-84,7

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-1730,9 (C)	-23,3	-46,7
ELU_V	-2090,0 (C)	71,8	29,7
ELU_V	-2069,8 (C)	-83,3	-33,3
ELU_E1_100X_30Y	-927,9 (C)	72,1	216,3
ELU_E1_100X_30Y	-912,9 (C)	-23,9	179,7
ELU_E1_100X_30Y	-1770,2 (C)	18,2	-178,5
ELU_E1_100X_30Y	-1755,2 (C)	-81,1	-222,2
ELU_E1_30X_100Y	-986,7 (C)	125,6	95,5
ELU_E1_30X_100Y	-971,7 (C)	30,5	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1711,4 (C)	-35,3	-57,7
ELU_E1_30X_100Y	-1696,4 (C)	-135,4	-99,8
ELU_V	-2089,6 (C)	71,5	-28,3
ELU_V	-2069,3 (C)	-83,2	31,9
ELU_E1_100X_30Y	-921,9 (C)	70,2	176,6
ELU_E1_100X_30Y	-906,9 (C)	-25,6	218,3
ELU_E1_100X_30Y	-1775,8 (C)	19,9	-212,7
ELU_E1_100X_30Y	-1760,8 (C)	-79,1	-177,5
ELU_E1_30X_100Y	-965,2 (C)	119,2	49,4
ELU_E1_30X_100Y	-950,2 (C)	24,3	88,7
ELU_E1_30X_100Y	-1732,4 (C)	-29,1	-85,5
ELU_E1_30X_100Y	-1717,4 (C)	-129,0	-48,0
ELU_V	-2022,2 (C)	18,5	-120,5
ELU_V	-2002,0 (C)	-23,1	129,4
ELU_E1_100X_30Y	-1002,0 (C)	72,2	13,6
ELU_E1_100X_30Y	-987,0 (C)	49,5	167,2
ELU_E1_100X_30Y	-1606,4 (C)	-48,4	-165,2
ELU_E1_100X_30Y	-1591,4 (C)	-79,1	-4,4
ELU_E1_30X_100Y	-857,0 (C)	184,2	-43,8
ELU_E1_30X_100Y	-842,0 (C)	168,5	112,7
ELU_E1_30X_100Y	-1751,4 (C)	-160,4	-107,7
ELU_E1_30X_100Y	-1736,4 (C)	-198,1	50,2
ELU_V	-1971,1 (C)	19,5	120,9

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-1950,8 (C)	-24,4	-130,0
ELU_E1_100X_30Y	-960,4 (C)	69,4	165,1
ELU_E1_100X_30Y	-945,4 (C)	45,3	3,8
ELU_E1_100X_30Y	-1584,2 (C)	-44,4	-12,9
ELU_E1_100X_30Y	-1569,2 (C)	-76,5	-167,4
ELU_E1_30X_100Y	-763,1 (C)	171,4	106,5
ELU_E1_30X_100Y	-748,1 (C)	154,0	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1781,5 (C)	-146,5	45,7
ELU_E1_30X_100Y	-1766,5 (C)	-185,2	-112,0

Quadro A.0.20 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 2 ao 3.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-3096,3 (C)	-32,3	-20,4
ELU_V	-3071,0 (C)	36,3	22,5
ELU_E1_100X_30Y	-1960,0 (C)	45,3	152,6
ELU_E1_100X_30Y	-1941,3 (C)	95,6	198,5
ELU_E1_100X_30Y	-1979,5 (C)	-85,6	-178,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,8 (C)	-50,3	-170,4
ELU_E1_30X_100Y	-1955,0 (C)	165,1	47,7
ELU_E1_30X_100Y	-1936,2 (C)	228,1	81,9
ELU_E1_30X_100Y	-1984,6 (C)	-205,4	-73,2
ELU_E1_30X_100Y	-1965,8 (C)	-182,8	-53,8
ELU_V	-3023,3 (C)	-70,9	-0,1
ELU_V	-2998,0 (C)	82,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1905,8 (C)	12,7	162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1887,1 (C)	116,0	181,0
ELU_E1_100X_30Y	-1939,6 (C)	-102,1	-162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1920,9 (C)	-11,6	-180,9
ELU_E1_30X_100Y	-1868,1 (C)	140,5	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1849,3 (C)	258,0	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-1977,4 (C)	-229,8	-52,6
ELU_E1_30X_100Y	-1958,6 (C)	-153,6	-58,3

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-3094,0 (C)	-33,1	21,2
ELU_V	-3068,7 (C)	37,2	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-1957,6 (C)	40,8	177,6
ELU_E1_100X_30Y	-1938,9 (C)	91,7	168,8
ELU_E1_100X_30Y	-1979,0 (C)	-82,1	-151,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,3 (C)	-45,4	-198,1
ELU_E1_30X_100Y	-1948,8 (C)	150,3	69,8
ELU_E1_30X_100Y	-1930,1 (C)	212,9	48,9
ELU_E1_30X_100Y	-1987,8 (C)	-191,6	-43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1969,1 (C)	-166,5	-78,3
ELU_V	-2989,4 (C)	24,4	-44,3
ELU_V	-2964,1 (C)	-29,2	52,4
ELU_E1_100X_30Y	-1884,7 (C)	74,9	136,5
ELU_E1_100X_30Y	-1865,9 (C)	48,6	217,5
ELU_E1_100X_30Y	-1919,3 (C)	-44,6	-192,4
ELU_E1_100X_30Y	-1900,5 (C)	-84,9	-151,4
ELU_E1_30X_100Y	-1887,0 (C)	198,0	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1868,2 (C)	184,5	94,0
ELU_E1_30X_100Y	-1917,0 (C)	-167,6	-82,2
ELU_E1_30X_100Y	-1898,2 (C)	-220,9	-27,9
ELU_V	-3052,7 (C)	55,1	0,3
ELU_V	-3027,4 (C)	-66,5	-0,3
ELU_E1_100X_30Y	-1926,4 (C)	92,1	160,1
ELU_E1_100X_30Y	-1907,6 (C)	22,0	177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1956,8 (C)	-22,7	-159,8
ELU_E1_100X_30Y	-1938,1 (C)	-105,7	-177,7
ELU_E1_30X_100Y	-1892,3 (C)	219,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1873,5 (C)	164,1	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,9 (C)	-150,6	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1972,2 (C)	-247,7	-57,7
ELU_V	-2992,2 (C)	23,6	43,7
ELU_V	-2966,8 (C)	-28,4	-51,7

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-1887,2 (C)	69,9	191,4
ELU_E1_100X_30Y	-1868,5 (C)	44,0	151,2
ELU_E1_100X_30Y	-1920,6 (C)	-40,5	-136,3
ELU_E1_100X_30Y	-1901,8 (C)	-79,4	-216,3
ELU_E1_30X_100Y	-1890,7 (C)	182,7	79,9
ELU_E1_30X_100Y	-1871,9 (C)	168,6	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1917,1 (C)	-153,3	-24,9
ELU_E1_30X_100Y	-1898,4 (C)	-204,0	-91,3

Quadro A.0.21- Esforços de cálculo do P1 – Piso 3 ao 4.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1170,8 (C)	-36,8	-67,0
ELU_V	-1155,6 (C)	36,5	65,2
ELU_E1_100X_30Y	-543,1 (C)	0,1	39,1
ELU_E1_100X_30Y	-531,8 (C)	46,8	123,3
ELU_E1_100X_30Y	-978,7 (C)	-47,0	-124,6
ELU_E1_100X_30Y	-967,4 (C)	-0,2	-40,2
ELU_E1_30X_100Y	-529,6 (C)	43,2	-13,1
ELU_E1_30X_100Y	-518,4 (C)	89,8	71,0
ELU_E1_30X_100Y	-992,1 (C)	-90,2	-72,3
ELU_E1_30X_100Y	-980,9 (C)	-43,2	12,2
ELU_V	-1169,7 (C)	-36,7	66,7
ELU_V	-1154,5 (C)	36,4	-65,1
ELU_E1_100X_30Y	-545,0 (C)	-2,3	124,3
ELU_E1_100X_30Y	-533,7 (C)	44,3	40,2
ELU_E1_100X_30Y	-975,4 (C)	-44,5	-39,2
ELU_E1_100X_30Y	-964,1 (C)	2,1	-123,1
ELU_E1_30X_100Y	-536,1 (C)	34,4	71,9
ELU_E1_30X_100Y	-524,8 (C)	81,0	-12,4
ELU_E1_30X_100Y	-984,3 (C)	-81,2	13,3
ELU_E1_30X_100Y	-973,0 (C)	-34,6	-70,5
ELU_V	-889,3 (C)	5,2	-70,8

ELU_V	-874,1 (C)	-4,2	69,4
ELU_E1_100X_30Y	-288,4 (C)	37,2	34,2
ELU_E1_100X_30Y	-277,1 (C)	30,6	124,0
ELU_E1_100X_30Y	-872,9 (C)	-30,6	-124,6
ELU_E1_100X_30Y	-861,6 (C)	-35,9	-35,5
ELU_E1_30X_100Y	-85,9 (C)	105,4	-11,5
ELU_E1_30X_100Y	-74,6 (C)	97,6	78,1
ELU_E1_30X_100Y	-1075,4 (C)	-98,8	-78,8
ELU_E1_30X_100Y	-1064,1 (C)	-102,9	10,4
ELU_V	-853,5 (C)	3,5	71,9
ELU_V	-838,3 (C)	-2,7	-70,5
ELU_E1_100X_30Y	-258,7 (C)	34,7	123,5
ELU_E1_100X_30Y	-247,4 (C)	30,0	33,1
ELU_E1_100X_30Y	-857,6 (C)	-30,1	-31,7
ELU_E1_100X_30Y	-846,4 (C)	-33,4	-122,9
ELU_E1_30X_100Y	-38,7 (C)	97,9	73,6
ELU_E1_30X_100Y	-27,5 (C)	91,9	-16,8
ELU_E1_30X_100Y	-1077,5 (C)	-93,3	18,2
ELU_E1_30X_100Y	-1066,3 (C)	-95,4	-73,1

Quadro A.0.22 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 3 ao 4.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1877,0 (C)	-97,3	35,1
ELU_V	-1856,8 (C)	96,8	-35,3
ELU_E1_100X_30Y	-936,5 (C)	-28,4	222,2
ELU_E1_100X_30Y	-921,5 (C)	93,8	174,9
ELU_E1_100X_30Y	-1483,5 (C)	-94,1	-177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1468,5 (C)	28,0	-220,1
ELU_E1_30X_100Y	-948,8 (C)	28,3	96,6
ELU_E1_30X_100Y	-933,8 (C)	150,2	50,7
ELU_E1_30X_100Y	-1471,2 (C)	-150,8	-51,8
ELU_E1_30X_100Y	-1456,2 (C)	-28,4	-96,0

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-1877,0 (C)	-97,6	-35,7
ELU_V	-1856,7 (C)	97,0	35,9
ELU_E1_100X_30Y	-934,3 (C)	-30,8	175,5
ELU_E1_100X_30Y	-919,3 (C)	91,8	218,9
ELU_E1_100X_30Y	-1485,6 (C)	-92,0	-221,1
ELU_E1_100X_30Y	-1470,6 (C)	30,3	-173,0
ELU_E1_30X_100Y	-942,9 (C)	21,0	46,4
ELU_E1_30X_100Y	-928,0 (C)	143,4	91,1
ELU_E1_30X_100Y	-1477,0 (C)	-143,9	-92,0
ELU_E1_30X_100Y	-1462,0 (C)	-21,3	-45,2
ELU_V	-1779,4 (C)	92,8	36,7
ELU_V	-1759,2 (C)	-92,9	-36,7
ELU_E1_100X_30Y	-801,0 (C)	89,5	228,8
ELU_E1_100X_30Y	-786,0 (C)	-27,0	179,8
ELU_E1_100X_30Y	-1495,7 (C)	27,3	-182,0
ELU_E1_100X_30Y	-1480,7 (C)	-89,9	-226,6
ELU_E1_30X_100Y	-852,4 (C)	146,9	105,5
ELU_E1_30X_100Y	-837,4 (C)	29,9	58,1
ELU_E1_30X_100Y	-1444,3 (C)	-30,2	-58,6
ELU_E1_30X_100Y	-1429,3 (C)	-146,8	-104,9
ELU_V	-1779,0 (C)	92,5	-35,0
ELU_V	-1758,8 (C)	-92,7	35,0
ELU_E1_100X_30Y	-795,9 (C)	87,2	179,5
ELU_E1_100X_30Y	-780,9 (C)	-29,0	221,8
ELU_E1_100X_30Y	-1500,5 (C)	29,2	-224,1
ELU_E1_100X_30Y	-1485,5 (C)	-87,7	-177,2
ELU_E1_30X_100Y	-834,1 (C)	139,3	47,5
ELU_E1_30X_100Y	-819,1 (C)	22,7	91,4
ELU_E1_30X_100Y	-1462,3 (C)	-22,9	-92,1
ELU_E1_30X_100Y	-1447,3 (C)	-139,4	-46,7
ELU_V	-1712,1 (C)	27,0	-135,4
ELU_V	-1691,8 (C)	-28,2	133,0

ELU_E1_100X_30Y	-859,5 (C)	87,1	1,9
ELU_E1_100X_30Y	-844,5 (C)	51,0	171,3
ELU_E1_100X_30Y	-1348,6 (C)	-52,4	-172,2
ELU_E1_100X_30Y	-1333,6 (C)	-87,3	-4,0
ELU_E1_30X_100Y	-735,8 (C)	213,7	-52,5
ELU_E1_30X_100Y	-720,8 (C)	176,2	116,6
ELU_E1_30X_100Y	-1472,3 (C)	-179,0	-117,8
ELU_E1_30X_100Y	-1457,3 (C)	-212,4	50,6
ELU_V	-1666,7 (C)	28,3	136,0
ELU_V	-1646,4 (C)	-29,7	-133,7
ELU_E1_100X_30Y	-824,4 (C)	83,6	172,3
ELU_E1_100X_30Y	-809,4 (C)	45,9	3,3
ELU_E1_100X_30Y	-1327,0 (C)	-47,3	-1,2
ELU_E1_100X_30Y	-1312,0 (C)	-83,9	-171,5
ELU_E1_30X_100Y	-659,8 (C)	197,9	116,8
ELU_E1_30X_100Y	-644,8 (C)	158,8	-52,3
ELU_E1_30X_100Y	-1491,6 (C)	-161,6	54,3
ELU_E1_30X_100Y	-1476,6 (C)	-196,8	-115,9

Quadro A.0.23 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 3 ao 4.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-3096,3 (C)	-32,3	-20,4
ELU_V	-3071,0 (C)	36,3	22,5
ELU_E1_100X_30Y	-1960,0 (C)	45,3	152,6
ELU_E1_100X_30Y	-1941,3 (C)	95,6	198,5
ELU_E1_100X_30Y	-1979,5 (C)	-85,6	-178,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,8 (C)	-50,3	-170,4
ELU_E1_30X_100Y	-1955,0 (C)	165,1	47,7
ELU_E1_30X_100Y	-1936,2 (C)	228,1	81,9
ELU_E1_30X_100Y	-1984,6 (C)	-205,4	-73,2
ELU_E1_30X_100Y	-1965,8 (C)	-182,8	-53,8
ELU_V	-3023,3 (C)	-70,9	-0,1

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-2998,0 (C)	82,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1905,8 (C)	12,7	162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1887,1 (C)	116,0	181,0
ELU_E1_100X_30Y	-1939,6 (C)	-102,1	-162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1920,9 (C)	-11,6	-180,9
ELU_E1_30X_100Y	-1868,1 (C)	140,5	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1849,3 (C)	258,0	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-1977,4 (C)	-229,8	-52,6
ELU_E1_30X_100Y	-1958,6 (C)	-153,6	-58,3
ELU_V	-3094,0 (C)	-33,1	21,2
ELU_V	-3068,7 (C)	37,2	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-1957,6 (C)	40,8	177,6
ELU_E1_100X_30Y	-1938,9 (C)	91,7	168,8
ELU_E1_100X_30Y	-1979,0 (C)	-82,1	-151,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,3 (C)	-45,4	-198,1
ELU_E1_30X_100Y	-1948,8 (C)	150,3	69,8
ELU_E1_30X_100Y	-1930,1 (C)	212,9	48,9
ELU_E1_30X_100Y	-1987,8 (C)	-191,6	-43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1969,1 (C)	-166,5	-78,3
ELU_V	-2989,4 (C)	24,4	-44,3
ELU_V	-2964,1 (C)	-29,2	52,4
ELU_E1_100X_30Y	-1884,7 (C)	74,9	136,5
ELU_E1_100X_30Y	-1865,9 (C)	48,6	217,5
ELU_E1_100X_30Y	-1919,3 (C)	-44,6	-192,4
ELU_E1_100X_30Y	-1900,5 (C)	-84,9	-151,4
ELU_E1_30X_100Y	-1887,0 (C)	198,0	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1868,2 (C)	184,5	94,0
ELU_E1_30X_100Y	-1917,0 (C)	-167,6	-82,2
ELU_E1_30X_100Y	-1898,2 (C)	-220,9	-27,9
ELU_V	-3052,7 (C)	55,1	0,3
ELU_V	-3027,4 (C)	-66,5	-0,3
ELU_E1_100X_30Y	-1926,4 (C)	92,1	160,1

ELU_E1_100X_30Y	-1907,6 (C)	22,0	177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1956,8 (C)	-22,7	-159,8
ELU_E1_100X_30Y	-1938,1 (C)	-105,7	-177,7
ELU_E1_30X_100Y	-1892,3 (C)	219,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1873,5 (C)	164,1	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,9 (C)	-150,6	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1972,2 (C)	-247,7	-57,7
ELU_V	-2992,2 (C)	23,6	43,7
ELU_V	-2966,8 (C)	-28,4	-51,7
ELU_E1_100X_30Y	-1887,2 (C)	69,9	191,4
ELU_E1_100X_30Y	-1868,5 (C)	44,0	151,2
ELU_E1_100X_30Y	-1920,6 (C)	-40,5	-136,3
ELU_E1_100X_30Y	-1901,8 (C)	-79,4	-216,3
ELU_E1_30X_100Y	-1890,7 (C)	182,7	79,9
ELU_E1_30X_100Y	-1871,9 (C)	168,6	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1917,1 (C)	-153,3	-24,9
ELU_E1_30X_100Y	-1898,4 (C)	-204,0	-91,3

Quadro A.0.24 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 4 ao 5.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-974,3 (C)	-38,1	-71,0
ELU_V	-959,1 (C)	39,4	79,2
ELU_E1_100X_30Y	-465,6 (C)	-0,7	36,5
ELU_E1_100X_30Y	-454,3 (C)	49,2	139,5
ELU_E1_100X_30Y	-800,4 (C)	-47,8	-127,0
ELU_E1_100X_30Y	-789,1 (C)	1,0	-38,5
ELU_E1_30X_100Y	-451,2 (C)	41,8	-15,5
ELU_E1_30X_100Y	-439,9 (C)	92,7	82,8
ELU_E1_30X_100Y	-814,8 (C)	-90,4	-75,0
ELU_E1_30X_100Y	-803,5 (C)	-42,5	18,1
ELU_V	-973,3 (C)	-38,0	70,7
ELU_V	-958,2 (C)	39,2	-78,9

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-466,9 (C)	-3,0	126,7
ELU_E1_100X_30Y	-455,7 (C)	46,7	38,5
ELU_E1_100X_30Y	-797,7 (C)	-45,4	-36,5
ELU_E1_100X_30Y	-786,5 (C)	3,3	-139,2
ELU_E1_30X_100Y	-456,0 (C)	33,3	74,4
ELU_E1_30X_100Y	-444,8 (C)	83,8	-18,4
ELU_E1_30X_100Y	-808,6 (C)	-81,6	15,8
ELU_E1_30X_100Y	-797,4 (C)	-33,9	-82,2
ELU_V	-732,7 (C)	2,1	-76,0
ELU_V	-717,6 (C)	-1,5	85,1
ELU_E1_100X_30Y	-253,1 (C)	33,5	31,4
ELU_E1_100X_30Y	-241,9 (C)	31,8	141,4
ELU_E1_100X_30Y	-703,4 (C)	-31,0	-128,4
ELU_E1_100X_30Y	-692,1 (C)	-33,5	-32,9
ELU_E1_30X_100Y	-88,9 (C)	98,6	-13,2
ELU_E1_30X_100Y	-77,7 (C)	97,6	93,0
ELU_E1_30X_100Y	-867,6 (C)	-96,0	-83,7
ELU_E1_30X_100Y	-856,4 (C)	-99,4	15,5
ELU_V	-702,1 (C)	0,4	77,4
ELU_V	-686,9 (C)	0,2	-86,6
ELU_E1_100X_30Y	-229,3 (C)	30,7	127,3
ELU_E1_100X_30Y	-218,1 (C)	30,8	29,9
ELU_E1_100X_30Y	-688,6 (C)	-30,2	-28,6
ELU_E1_100X_30Y	-677,4 (C)	-30,6	-140,3
ELU_E1_30X_100Y	-52,6 (C)	90,3	78,1
ELU_E1_30X_100Y	-41,3 (C)	90,9	-23,4
ELU_E1_30X_100Y	-865,4 (C)	-89,7	20,6
ELU_E1_30X_100Y	-854,2 (C)	-90,7	-87,0

Quadro A.0.25 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 4 ao 5.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1557,2 (C)	-101,8	40,3

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-1537,0 (C)	106,2	-45,7
ELU_E1_100X_30Y	-785,7 (C)	-31,6	226,4
ELU_E1_100X_30Y	-770,7 (C)	100,3	187,8
ELU_E1_100X_30Y	-1221,4 (C)	-96,4	-174,8
ELU_E1_100X_30Y	-1206,4 (C)	33,2	-246,4
ELU_E1_30X_100Y	-802,9 (C)	21,4	101,3
ELU_E1_30X_100Y	-787,9 (C)	154,7	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1204,2 (C)	-149,4	-49,7
ELU_E1_30X_100Y	-1189,2 (C)	-21,2	-111,2
ELU_V	-1557,1 (C)	-102,1	-41,1
ELU_V	-1536,8 (C)	106,5	46,6
ELU_E1_100X_30Y	-783,6 (C)	-34,1	172,4
ELU_E1_100X_30Y	-768,6 (C)	98,2	244,8
ELU_E1_100X_30Y	-1223,4 (C)	-94,4	-225,0
ELU_E1_100X_30Y	-1208,4 (C)	35,7	-185,2
ELU_E1_30X_100Y	-797,3 (C)	14,1	42,9
ELU_E1_30X_100Y	-782,3 (C)	147,7	104,6
ELU_E1_30X_100Y	-1209,7 (C)	-142,6	-95,5
ELU_E1_30X_100Y	-1194,7 (C)	-13,8	-44,9
ELU_V	-1473,8 (C)	96,2	41,6
ELU_V	-1453,6 (C)	-101,1	-46,9
ELU_E1_100X_30Y	-676,1 (C)	91,3	232,5
ELU_E1_100X_30Y	-661,2 (C)	-31,4	192,8
ELU_E1_100X_30Y	-1225,6 (C)	29,6	-179,5
ELU_E1_100X_30Y	-1210,6 (C)	-95,7	-252,5
ELU_E1_30X_100Y	-721,9 (C)	144,7	110,9
ELU_E1_30X_100Y	-706,9 (C)	23,3	61,8
ELU_E1_30X_100Y	-1179,8 (C)	-23,8	-57,9
ELU_E1_30X_100Y	-1164,8 (C)	-150,4	-121,6
ELU_V	-1473,5 (C)	95,9	-39,4
ELU_V	-1453,2 (C)	-100,8	44,6
ELU_E1_100X_30Y	-671,9 (C)	89,1	176,5

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-656,9 (C)	-33,3	246,3
ELU_E1_100X_30Y	-1229,5 (C)	31,5	-226,8
ELU_E1_100X_30Y	-1214,6 (C)	-93,4	-189,4
ELU_E1_30X_100Y	-706,7 (C)	137,2	44,6
ELU_E1_30X_100Y	-691,7 (C)	15,9	104,0
ELU_E1_30X_100Y	-1194,7 (C)	-16,6	-94,9
ELU_E1_30X_100Y	-1179,7 (C)	-142,7	-47,1
ELU_V	-1408,5 (C)	30,2	-146,0
ELU_V	-1388,3 (C)	-32,6	163,1
ELU_E1_100X_30Y	-720,8 (C)	88,0	-5,3
ELU_E1_100X_30Y	-705,9 (C)	49,3	197,8
ELU_E1_100X_30Y	-1095,5 (C)	-49,2	-178,3
ELU_E1_100X_30Y	-1080,5 (C)	-91,2	7,3
ELU_E1_30X_100Y	-617,1 (C)	209,8	-58,0
ELU_E1_30X_100Y	-602,1 (C)	173,9	140,1
ELU_E1_30X_100Y	-1199,2 (C)	-171,0	-125,7
ELU_E1_30X_100Y	-1184,2 (C)	-215,8	65,0
ELU_V	-1369,7 (C)	31,5	146,9
ELU_V	-1349,4 (C)	-34,1	-164,1
ELU_E1_100X_30Y	-692,2 (C)	84,2	178,6
ELU_E1_100X_30Y	-677,2 (C)	43,7	-8,1
ELU_E1_100X_30Y	-1075,6 (C)	-43,8	6,1
ELU_E1_100X_30Y	-1060,6 (C)	-87,3	-198,2
ELU_E1_30X_100Y	-558,0 (C)	193,3	124,8
ELU_E1_30X_100Y	-543,0 (C)	155,0	-67,0
ELU_E1_30X_100Y	-1209,9 (C)	-152,9	59,9
ELU_E1_30X_100Y	-1194,9 (C)	-198,6	-139,3

Quadro A.0.26 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 4 ao 5.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-3096,3 (C)	-32,3	-20,4
ELU_V	-3071,0 (C)	36,3	22,5

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-1960,0 (C)	45,3	152,6
ELU_E1_100X_30Y	-1941,3 (C)	95,6	198,5
ELU_E1_100X_30Y	-1979,5 (C)	-85,6	-178,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,8 (C)	-50,3	-170,4
ELU_E1_30X_100Y	-1955,0 (C)	165,1	47,7
ELU_E1_30X_100Y	-1936,2 (C)	228,1	81,9
ELU_E1_30X_100Y	-1984,6 (C)	-205,4	-73,2
ELU_E1_30X_100Y	-1965,8 (C)	-182,8	-53,8
ELU_V	-3023,3 (C)	-70,9	-0,1
ELU_V	-2998,0 (C)	82,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1905,8 (C)	12,7	162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1887,1 (C)	116,0	181,0
ELU_E1_100X_30Y	-1939,6 (C)	-102,1	-162,9
ELU_E1_100X_30Y	-1920,9 (C)	-11,6	-180,9
ELU_E1_30X_100Y	-1868,1 (C)	140,5	52,5
ELU_E1_30X_100Y	-1849,3 (C)	258,0	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-1977,4 (C)	-229,8	-52,6
ELU_E1_30X_100Y	-1958,6 (C)	-153,6	-58,3
ELU_V	-3094,0 (C)	-33,1	21,2
ELU_V	-3068,7 (C)	37,2	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-1957,6 (C)	40,8	177,6
ELU_E1_100X_30Y	-1938,9 (C)	91,7	168,8
ELU_E1_100X_30Y	-1979,0 (C)	-82,1	-151,1
ELU_E1_100X_30Y	-1960,3 (C)	-45,4	-198,1
ELU_E1_30X_100Y	-1948,8 (C)	150,3	69,8
ELU_E1_30X_100Y	-1930,1 (C)	212,9	48,9
ELU_E1_30X_100Y	-1987,8 (C)	-191,6	-43,3
ELU_E1_30X_100Y	-1969,1 (C)	-166,5	-78,3
ELU_V	-2989,4 (C)	24,4	-44,3
ELU_V	-2964,1 (C)	-29,2	52,4
ELU_E1_100X_30Y	-1884,7 (C)	74,9	136,5
ELU_E1_100X_30Y	-1865,9 (C)	48,6	217,5

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-1919,3 (C)	-44,6	-192,4
ELU_E1_100X_30Y	-1900,5 (C)	-84,9	-151,4
ELU_E1_30X_100Y	-1887,0 (C)	198,0	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1868,2 (C)	184,5	94,0
ELU_E1_30X_100Y	-1917,0 (C)	-167,6	-82,2
ELU_E1_30X_100Y	-1898,2 (C)	-220,9	-27,9
ELU_V	-3052,7 (C)	55,1	0,3
ELU_V	-3027,4 (C)	-66,5	-0,3
ELU_E1_100X_30Y	-1926,4 (C)	92,1	160,1
ELU_E1_100X_30Y	-1907,6 (C)	22,0	177,3
ELU_E1_100X_30Y	-1956,8 (C)	-22,7	-159,8
ELU_E1_100X_30Y	-1938,1 (C)	-105,7	-177,7
ELU_E1_30X_100Y	-1892,3 (C)	219,9	52,0
ELU_E1_30X_100Y	-1873,5 (C)	164,1	57,3
ELU_E1_30X_100Y	-1990,9 (C)	-150,6	-51,6
ELU_E1_30X_100Y	-1972,2 (C)	-247,7	-57,7
ELU_V	-2992,2 (C)	23,6	43,7
ELU_V	-2966,8 (C)	-28,4	-51,7
ELU_E1_100X_30Y	-1887,2 (C)	69,9	191,4
ELU_E1_100X_30Y	-1868,5 (C)	44,0	151,2
ELU_E1_100X_30Y	-1920,6 (C)	-40,5	-136,3
ELU_E1_100X_30Y	-1901,8 (C)	-79,4	-216,3
ELU_E1_30X_100Y	-1890,7 (C)	182,7	79,9
ELU_E1_30X_100Y	-1871,9 (C)	168,6	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-1917,1 (C)	-153,3	-24,9
ELU_E1_30X_100Y	-1898,4 (C)	-204,0	-91,3

Quadro A.0.27 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 5 ao 6.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-777,4 (C)	-34,2	-51,3
ELU_V	-765,2 (C)	35,3	57,5
ELU_E1_100X_30Y	-382,2 (C)	-2,0	21,4

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-373,2 (C)	42,8	96,1
ELU_E1_100X_30Y	-627,4 (C)	-41,5	-86,8
ELU_E1_100X_30Y	-618,4 (C)	2,1	-22,7
ELU_E1_30X_100Y	-368,9 (C)	33,5	-13,1
ELU_E1_30X_100Y	-359,9 (C)	79,3	58,2
ELU_E1_30X_100Y	-640,6 (C)	-77,0	-52,2
ELU_E1_30X_100Y	-631,6 (C)	-34,3	15,2
ELU_V	-776,6 (C)	-34,0	51,1
ELU_V	-764,5 (C)	35,1	-57,3
ELU_E1_100X_30Y	-383,1 (C)	-3,8	86,6
ELU_E1_100X_30Y	-374,1 (C)	40,8	22,8
ELU_E1_100X_30Y	-625,5 (C)	-39,5	-21,5
ELU_E1_100X_30Y	-616,5 (C)	3,9	-95,9
ELU_E1_30X_100Y	-372,3 (C)	26,7	51,9
ELU_E1_30X_100Y	-363,3 (C)	72,1	-15,3
ELU_E1_30X_100Y	-636,3 (C)	-70,0	13,3
ELU_E1_30X_100Y	-627,3 (C)	-27,4	-57,8
ELU_V	-579,1 (C)	-0,6	-55,3
ELU_V	-567,0 (C)	1,4	62,2
ELU_E1_100X_30Y	-212,8 (C)	25,6	18,0
ELU_E1_100X_30Y	-203,8 (C)	27,4	98,2
ELU_E1_100X_30Y	-542,8 (C)	-26,5	-88,5
ELU_E1_100X_30Y	-533,8 (C)	-25,4	-18,9
ELU_E1_30X_100Y	-86,9 (C)	78,3	-11,3
ELU_E1_30X_100Y	-77,9 (C)	80,6	66,2
ELU_E1_30X_100Y	-668,7 (C)	-79,2	-59,2
ELU_E1_30X_100Y	-659,7 (C)	-78,7	13,1
ELU_V	-553,9 (C)	-2,1	56,4
ELU_V	-541,8 (C)	2,9	-63,4
ELU_E1_100X_30Y	-194,5 (C)	23,0	87,9
ELU_E1_100X_30Y	-185,5 (C)	26,3	16,7
ELU_E1_100X_30Y	-529,4 (C)	-25,6	-16,0

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-520,4 (C)	-22,6	-97,6
ELU_E1_30X_100Y	-60,1 (C)	70,8	55,7
ELU_E1_30X_100Y	-51,1 (C)	74,4	-18,6
ELU_E1_30X_100Y	-663,8 (C)	-73,4	16,3
ELU_E1_30X_100Y	-654,8 (C)	-70,7	-62,3

Quadro A.0.28 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 5 ao 6.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1239,8 (C)	-93,7	30,6
ELU_V	-1223,6 (C)	98,3	-34,9
ELU_E1_100X_30Y	-633,9 (C)	-31,7	149,6
ELU_E1_100X_30Y	-621,9 (C)	90,0	118,6
ELU_E1_100X_30Y	-963,5 (C)	-86,1	-110,4
ELU_E1_100X_30Y	-951,5 (C)	33,7	-163,4
ELU_E1_30X_100Y	-652,2 (C)	10,8	68,7
ELU_E1_30X_100Y	-640,2 (C)	133,8	31,0
ELU_E1_30X_100Y	-945,2 (C)	-128,6	-29,5
ELU_E1_30X_100Y	-933,2 (C)	-10,2	-75,8
ELU_V	-1239,7 (C)	-94,0	-31,2
ELU_V	-1223,5 (C)	98,6	35,6
ELU_E1_100X_30Y	-632,0 (C)	-33,7	108,6
ELU_E1_100X_30Y	-620,0 (C)	88,3	162,2
ELU_E1_100X_30Y	-965,2 (C)	-84,5	-148,6
ELU_E1_100X_30Y	-953,2 (C)	35,7	-116,6
ELU_E1_30X_100Y	-647,2 (C)	4,9	24,4
ELU_E1_30X_100Y	-635,2 (C)	128,2	70,9
ELU_E1_30X_100Y	-950,0 (C)	-123,1	-64,4
ELU_E1_30X_100Y	-938,0 (C)	-4,1	-25,3
ELU_V	-1171,6 (C)	87,9	31,2
ELU_V	-1155,4 (C)	-92,9	-35,4
ELU_E1_100X_30Y	-549,2 (C)	81,4	152,8
ELU_E1_100X_30Y	-537,2 (C)	-31,1	121,3

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-962,0 (C)	29,1	-113,1
ELU_E1_100X_30Y	-950,0 (C)	-85,6	-166,5
ELU_E1_30X_100Y	-587,3 (C)	123,9	75,0
ELU_E1_30X_100Y	-575,3 (C)	12,6	37,3
ELU_E1_30X_100Y	-923,9 (C)	-13,4	-35,2
ELU_E1_30X_100Y	-911,9 (C)	-129,4	-82,5
ELU_V	-1171,3 (C)	87,6	-29,6
ELU_V	-1155,2 (C)	-92,6	33,7
ELU_E1_100X_30Y	-545,9 (C)	79,6	111,0
ELU_E1_100X_30Y	-533,9 (C)	-32,7	162,0
ELU_E1_100X_30Y	-965,0 (C)	30,6	-148,8
ELU_E1_100X_30Y	-953,0 (C)	-83,7	-119,0
ELU_E1_30X_100Y	-575,3 (C)	117,8	26,0
ELU_E1_30X_100Y	-563,3 (C)	6,6	70,2
ELU_E1_30X_100Y	-935,6 (C)	-7,6	-63,7
ELU_E1_30X_100Y	-923,6 (C)	-123,0	-27,2
ELU_V	-1112,6 (C)	28,9	-106,7
ELU_V	-1096,4 (C)	-31,2	120,6
ELU_E1_100X_30Y	-580,8 (C)	75,9	-8,3
ELU_E1_100X_30Y	-568,8 (C)	38,6	141,1
ELU_E1_100X_30Y	-853,5 (C)	-38,6	-125,8
ELU_E1_100X_30Y	-841,5 (C)	-78,9	10,6
ELU_E1_30X_100Y	-498,8 (C)	176,2	-43,5
ELU_E1_30X_100Y	-486,9 (C)	141,3	102,1
ELU_E1_30X_100Y	-935,5 (C)	-138,9	-90,6
ELU_E1_30X_100Y	-923,5 (C)	-181,5	49,5
ELU_V	-1080,7 (C)	30,0	107,4
ELU_V	-1064,5 (C)	-32,5	-121,4
ELU_E1_100X_30Y	-558,3 (C)	72,5	126,1
ELU_E1_100X_30Y	-546,3 (C)	33,6	-11,2
ELU_E1_100X_30Y	-836,2 (C)	-34,0	8,9
ELU_E1_100X_30Y	-824,2 (C)	-75,4	-141,4

ELU_E1_30X_100Y	-455,0 (C)	161,9	90,2
ELU_E1_30X_100Y	-443,0 (C)	124,9	-50,9
ELU_E1_30X_100Y	-939,5 (C)	-123,4	44,7
ELU_E1_30X_100Y	-927,5 (C)	-166,6	-101,8

Quadro A.0.29 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 5 ao 6.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-2468,5 (C)	-21,7	-11,6
ELU_V	-2452,4 (C)	25,6	13,1
ELU_E1_100X_30Y	-1562,2 (C)	23,3	86,7
ELU_E1_100X_30Y	-1550,2 (C)	57,5	113,6
ELU_E1_100X_30Y	-1577,1 (C)	-50,5	-101,3
ELU_E1_100X_30Y	-1565,1 (C)	-25,5	-97,2
ELU_E1_30X_100Y	-1559,6 (C)	88,7	27,7
ELU_E1_30X_100Y	-1547,6 (C)	130,4	47,6
ELU_E1_30X_100Y	-1579,7 (C)	-115,8	-42,3
ELU_E1_30X_100Y	-1567,7 (C)	-98,4	-31,3
ELU_V	-2407,0 (C)	-49,4	0,0
ELU_V	-2390,8 (C)	58,9	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1515,5 (C)	0,7	91,2
ELU_E1_100X_30Y	-1503,5 (C)	72,8	101,7
ELU_E1_100X_30Y	-1544,5 (C)	-63,0	-91,3
ELU_E1_100X_30Y	-1532,5 (C)	1,5	-101,7
ELU_E1_30X_100Y	-1483,0 (C)	71,7	29,4
ELU_E1_30X_100Y	-1471,0 (C)	152,2	32,8
ELU_E1_30X_100Y	-1576,9 (C)	-134,0	-29,4
ELU_E1_30X_100Y	-1564,9 (C)	-77,9	-32,7
ELU_V	-2466,6 (C)	-22,3	12,2
ELU_V	-2450,4 (C)	26,2	-13,8
ELU_E1_100X_30Y	-1560,2 (C)	20,8	101,1
ELU_E1_100X_30Y	-1548,2 (C)	55,4	96,2
ELU_E1_100X_30Y	-1576,7 (C)	-48,6	-85,9

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-1564,7 (C)	-22,7	-113,4
ELU_E1_30X_100Y	-1554,7 (C)	80,6	40,4
ELU_E1_30X_100Y	-1542,7 (C)	122,0	28,4
ELU_E1_30X_100Y	-1582,2 (C)	-108,4	-25,2
ELU_E1_30X_100Y	-1570,2 (C)	-89,3	-45,6
ELU_V	-2376,4 (C)	16,5	-30,8
ELU_V	-2360,2 (C)	-20,6	37,0
ELU_E1_100X_30Y	-1494,6 (C)	43,8	75,6
ELU_E1_100X_30Y	-1482,6 (C)	24,9	130,5
ELU_E1_100X_30Y	-1527,8 (C)	-23,2	-114,4
ELU_E1_100X_30Y	-1515,8 (C)	-50,6	-83,8
ELU_E1_30X_100Y	-1495,9 (C)	111,0	11,9
ELU_E1_30X_100Y	-1483,9 (C)	99,8	58,8
ELU_E1_30X_100Y	-1526,5 (C)	-90,4	-50,8
ELU_E1_30X_100Y	-1514,5 (C)	-125,5	-12,1
ELU_V	-2434,5 (C)	39,0	0,2
ELU_V	-2418,3 (C)	-47,8	-0,2
ELU_E1_100X_30Y	-1534,6 (C)	56,4	89,3
ELU_E1_100X_30Y	-1522,6 (C)	5,6	99,0
ELU_E1_100X_30Y	-1560,7 (C)	-7,3	-89,0
ELU_E1_100X_30Y	-1548,7 (C)	-65,7	-99,3
ELU_E1_30X_100Y	-1505,5 (C)	127,4	28,9
ELU_E1_30X_100Y	-1493,5 (C)	85,0	31,9
ELU_E1_30X_100Y	-1589,8 (C)	-78,4	-28,6
ELU_E1_30X_100Y	-1577,8 (C)	-145,2	-32,2
ELU_V	-2378,6 (C)	16,0	30,4
ELU_V	-2362,4 (C)	-20,1	-36,5
ELU_E1_100X_30Y	-1496,8 (C)	41,0	113,7
ELU_E1_100X_30Y	-1484,8 (C)	22,4	83,6
ELU_E1_100X_30Y	-1528,8 (C)	-21,0	-75,4
ELU_E1_100X_30Y	-1516,8 (C)	-47,5	-129,7
ELU_E1_30X_100Y	-1499,3 (C)	102,6	49,3

ELU_E1_30X_100Y	-1487,3 (C)	91,0	10,9
ELU_E1_30X_100Y	-1526,3 (C)	-82,6	-10,9
ELU_E1_30X_100Y	-1514,3 (C)	-116,1	-57,0

Quadro A.0.30 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 6 ao 7.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-583,5 (C)	-37,0	-63,2
ELU_V	-571,3 (C)	37,2	63,1
ELU_E1_100X_30Y	-293,2 (C)	-4,3	15,9
ELU_E1_100X_30Y	-284,2 (C)	43,3	98,9
ELU_E1_100X_30Y	-464,5 (C)	-42,8	-96,5
ELU_E1_100X_30Y	-455,5 (C)	4,0	-18,4
ELU_E1_30X_100Y	-283,8 (C)	29,8	-19,8
ELU_E1_30X_100Y	-274,8 (C)	78,2	61,5
ELU_E1_30X_100Y	-473,9 (C)	-76,9	-60,7
ELU_E1_30X_100Y	-464,9 (C)	-30,8	18,9
ELU_V	-582,9 (C)	-36,8	63,0
ELU_V	-570,7 (C)	37,0	-62,9
ELU_E1_100X_30Y	-293,7 (C)	-5,9	96,3
ELU_E1_100X_30Y	-284,7 (C)	41,4	18,5
ELU_E1_100X_30Y	-463,3 (C)	-40,9	-16,0
ELU_E1_100X_30Y	-454,3 (C)	5,6	-98,6
ELU_E1_30X_100Y	-285,6 (C)	23,4	60,3
ELU_E1_30X_100Y	-276,6 (C)	71,5	-19,0
ELU_E1_30X_100Y	-471,3 (C)	-70,3	19,9
ELU_E1_30X_100Y	-462,3 (C)	-24,5	-61,1
ELU_V	-432,2 (C)	-3,1	-68,6
ELU_V	-420,1 (C)	3,7	68,7
ELU_E1_100X_30Y	-167,6 (C)	22,4	12,0
ELU_E1_100X_30Y	-158,7 (C)	26,8	102,1
ELU_E1_100X_30Y	-396,3 (C)	-26,6	-99,5
ELU_E1_100X_30Y	-387,3 (C)	-21,9	-14,5

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-80,1 (C)	71,8	-17,4
ELU_E1_30X_100Y	-71,1 (C)	75,7	71,1
ELU_E1_30X_100Y	-483,9 (C)	-76,0	-70,1
ELU_E1_30X_100Y	-474,9 (C)	-70,8	16,5
ELU_V	-413,0 (C)	-4,7	70,0
ELU_V	-400,9 (C)	5,3	-70,1
ELU_E1_100X_30Y	-154,5 (C)	19,5	99,1
ELU_E1_100X_30Y	-145,5 (C)	25,7	12,2
ELU_E1_100X_30Y	-385,3 (C)	-25,6	-9,8
ELU_E1_100X_30Y	-376,3 (C)	-18,9	-101,5
ELU_E1_30X_100Y	-61,6 (C)	63,8	66,3
ELU_E1_30X_100Y	-52,6 (C)	69,3	-22,1
ELU_E1_30X_100Y	-478,1 (C)	-69,9	22,9
ELU_E1_30X_100Y	-469,1 (C)	-62,5	-67,2

Quadro A.0.31 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 6 ao 7.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-927,3 (C)	-105,3	39,4
ELU_V	-911,1 (C)	107,1	-40,0
ELU_E1_100X_30Y	-481,4 (C)	-40,3	162,8
ELU_E1_100X_30Y	-469,4 (C)	94,6	112,4
ELU_E1_100X_30Y	-713,3 (C)	-92,1	-112,2
ELU_E1_100X_30Y	-701,3 (C)	40,0	-163,8
ELU_E1_30X_100Y	-496,4 (C)	-2,8	78,0
ELU_E1_30X_100Y	-484,5 (C)	134,7	27,3
ELU_E1_30X_100Y	-698,3 (C)	-129,6	-27,4
ELU_E1_30X_100Y	-686,3 (C)	-0,1	-78,6
ELU_V	-927,1 (C)	-105,6	-40,2
ELU_V	-910,9 (C)	107,4	40,8
ELU_E1_100X_30Y	-479,9 (C)	-42,2	109,9
ELU_E1_100X_30Y	-467,9 (C)	93,1	162,4
ELU_E1_100X_30Y	-714,6 (C)	-90,6	-161,5

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_100X_30Y	-702,6 (C)	42,0	-110,1
ELU_E1_30X_100Y	-492,6 (C)	-8,3	20,8
ELU_E1_30X_100Y	-480,6 (C)	129,4	72,9
ELU_E1_30X_100Y	-701,9 (C)	-124,5	-72,4
ELU_E1_30X_100Y	-689,9 (C)	5,7	-20,6
ELU_V	-875,2 (C)	98,5	39,9
ELU_V	-859,0 (C)	-100,6	-40,3
ELU_E1_100X_30Y	-420,0 (C)	87,2	165,9
ELU_E1_100X_30Y	-408,0 (C)	-36,6	114,9
ELU_E1_100X_30Y	-708,8 (C)	36,6	-114,9
ELU_E1_100X_30Y	-696,8 (C)	-89,9	-166,4
ELU_E1_30X_100Y	-447,8 (C)	124,3	85,1
ELU_E1_30X_100Y	-435,8 (C)	3,1	34,1
ELU_E1_30X_100Y	-681,1 (C)	-0,5	-34,1
ELU_E1_30X_100Y	-669,1 (C)	-129,6	-85,6
ELU_V	-875,0 (C)	98,2	-37,9
ELU_V	-858,8 (C)	-100,3	38,4
ELU_E1_100X_30Y	-417,6 (C)	85,4	112,7
ELU_E1_100X_30Y	-405,6 (C)	-38,0	161,6
ELU_E1_100X_30Y	-711,1 (C)	38,0	-161,1
ELU_E1_100X_30Y	-699,1 (C)	-88,1	-112,6
ELU_E1_30X_100Y	-439,1 (C)	118,5	23,5
ELU_E1_30X_100Y	-427,1 (C)	-2,7	72,4
ELU_E1_30X_100Y	-689,6 (C)	4,9	-71,9
ELU_E1_30X_100Y	-677,6 (C)	-123,4	-23,4
ELU_V	-830,0 (C)	33,6	-134,1
ELU_V	-813,8 (C)	-34,8	134,7
ELU_E1_100X_30Y	-441,0 (C)	77,1	-23,5
ELU_E1_100X_30Y	-429,0 (C)	33,4	148,9
ELU_E1_100X_30Y	-629,1 (C)	-33,8	-145,1
ELU_E1_100X_30Y	-617,1 (C)	-78,1	20,4
ELU_E1_30X_100Y	-382,9 (C)	172,1	-58,6

ELU_E1_30X_100Y	-370,9 (C)	128,8	111,6
ELU_E1_30X_100Y	-687,2 (C)	-128,7	-110,0
ELU_E1_30X_100Y	-675,2 (C)	-173,5	57,8
ELU_V	-805,7 (C)	34,9	135,0
ELU_V	-789,5 (C)	-36,2	-135,6
ELU_E1_100X_30Y	-424,6 (C)	73,7	145,6
ELU_E1_100X_30Y	-412,6 (C)	28,3	-21,1
ELU_E1_100X_30Y	-615,1 (C)	-28,9	24,1
ELU_E1_100X_30Y	-603,1 (C)	-74,7	-149,5
ELU_E1_30X_100Y	-352,8 (C)	157,9	109,8
ELU_E1_30X_100Y	-340,8 (C)	112,4	-59,2
ELU_E1_30X_100Y	-686,8 (C)	-113,1	59,9
ELU_E1_30X_100Y	-674,8 (C)	-158,9	-111,4

Quadro A.0.32 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 6 ao 7.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1850,1 (C)	-30,9	-15,4
ELU_V	-1833,9 (C)	31,6	16,3
ELU_E1_100X_30Y	-1169,1 (C)	22,7	94,3
ELU_E1_100X_30Y	-1157,1 (C)	62,2	115,7
ELU_E1_100X_30Y	-1183,7 (C)	-61,3	-113,5
ELU_E1_100X_30Y	-1171,7 (C)	-22,7	-95,3
ELU_E1_30X_100Y	-1166,2 (C)	94,0	30,3
ELU_E1_30X_100Y	-1154,3 (C)	134,3	50,7
ELU_E1_30X_100Y	-1186,6 (C)	-132,6	-49,5
ELU_E1_30X_100Y	-1174,6 (C)	-94,8	-30,4
ELU_V	-1803,1 (C)	-70,0	-0,1
ELU_V	-1786,9 (C)	71,5	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-1136,0 (C)	-8,8	99,6
ELU_E1_100X_30Y	-1124,0 (C)	80,8	101,7
ELU_E1_100X_30Y	-1156,2 (C)	-79,5	-99,7
ELU_E1_100X_30Y	-1144,2 (C)	9,4	-101,6

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-1113,2 (C)	70,1	32,1
ELU_E1_30X_100Y	-1101,2 (C)	160,5	32,8
ELU_E1_30X_100Y	-1178,9 (C)	-158,4	-32,2
ELU_E1_30X_100Y	-1167,0 (C)	-70,3	-32,7
ELU_V	-1848,6 (C)	-31,6	16,1
ELU_V	-1832,5 (C)	32,3	-17,1
ELU_E1_100X_30Y	-1167,6 (C)	19,7	113,4
ELU_E1_100X_30Y	-1155,6 (C)	60,0	94,3
ELU_E1_100X_30Y	-1183,4 (C)	-59,2	-93,3
ELU_E1_100X_30Y	-1171,4 (C)	-19,7	-115,6
ELU_E1_30X_100Y	-1162,6 (C)	84,8	47,5
ELU_E1_30X_100Y	-1150,6 (C)	125,9	27,4
ELU_E1_30X_100Y	-1188,4 (C)	-124,2	-27,4
ELU_E1_30X_100Y	-1176,4 (C)	-85,6	-48,7
ELU_V	-1779,3 (C)	24,4	-43,8
ELU_V	-1763,2 (C)	-25,6	44,9
ELU_E1_100X_30Y	-1120,1 (C)	53,2	78,4
ELU_E1_100X_30Y	-1108,1 (C)	22,4	135,6
ELU_E1_100X_30Y	-1143,0 (C)	-22,7	-133,6
ELU_E1_100X_30Y	-1131,0 (C)	-54,4	-78,9
ELU_E1_30X_100Y	-1121,3 (C)	126,6	7,6
ELU_E1_30X_100Y	-1109,3 (C)	96,6	64,0
ELU_E1_30X_100Y	-1141,8 (C)	-96,1	-62,9
ELU_E1_30X_100Y	-1129,8 (C)	-128,6	-7,3
ELU_V	-1824,7 (C)	56,4	0,2
ELU_V	-1808,5 (C)	-58,1	-0,2
ELU_E1_100X_30Y	-1151,0 (C)	70,9	97,1
ELU_E1_100X_30Y	-1139,0 (C)	-0,9	98,9
ELU_E1_100X_30Y	-1169,0 (C)	0,1	-96,8
ELU_E1_100X_30Y	-1157,0 (C)	-72,3	-99,2
ELU_E1_30X_100Y	-1130,8 (C)	149,9	31,4
ELU_E1_30X_100Y	-1118,8 (C)	78,9	31,8

ELU_E1_30X_100Y	-1189,2 (C)	-78,9	-31,1
ELU_E1_30X_100Y	-1177,2 (C)	-152,1	-32,1
ELU_V	-1781,0 (C)	23,8	43,2
ELU_V	-1764,8 (C)	-25,0	-44,3
ELU_E1_100X_30Y	-1121,6 (C)	50,0	132,7
ELU_E1_100X_30Y	-1109,6 (C)	20,0	78,7
ELU_E1_100X_30Y	-1143,9 (C)	-20,3	-78,2
ELU_E1_100X_30Y	-1131,9 (C)	-51,2	-134,6
ELU_E1_30X_100Y	-1123,5 (C)	117,0	60,7
ELU_E1_30X_100Y	-1111,5 (C)	87,7	5,9
ELU_E1_30X_100Y	-1142,0 (C)	-87,3	-6,2
ELU_E1_30X_100Y	-1130,0 (C)	-118,9	-61,8

Quadro A.0.33 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 7 ao 8.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-387,6 (C)	-37,0	-60,7
ELU_V	-375,4 (C)	36,3	58,1
ELU_E1_100X_30Y	-201,1 (C)	-5,8	10,7
ELU_E1_100X_30Y	-192,1 (C)	41,2	89,0
ELU_E1_100X_30Y	-302,3 (C)	-41,3	-87,9
ELU_E1_100X_30Y	-293,3 (C)	4,9	-15,0
ELU_E1_30X_100Y	-195,2 (C)	25,0	-20,5
ELU_E1_30X_100Y	-186,2 (C)	72,8	56,1
ELU_E1_30X_100Y	-308,1 (C)	-72,1	-56,8
ELU_E1_30X_100Y	-299,1 (C)	-26,7	18,0
ELU_V	-387,2 (C)	-36,8	60,4
ELU_V	-375,1 (C)	36,1	-57,8
ELU_E1_100X_30Y	-201,2 (C)	-7,2	87,7
ELU_E1_100X_30Y	-192,2 (C)	39,5	15,0
ELU_E1_100X_30Y	-301,6 (C)	-39,6	-10,7
ELU_E1_100X_30Y	-292,6 (C)	6,4	-88,7
ELU_E1_30X_100Y	-195,9 (C)	19,4	56,2

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-186,9 (C)	66,9	-18,3
ELU_E1_30X_100Y	-306,9 (C)	-66,2	20,8
ELU_E1_30X_100Y	-297,9 (C)	-21,0	-55,4
ELU_V	-286,4 (C)	-4,9	-66,3
ELU_V	-274,3 (C)	5,2	63,7
ELU_E1_100X_30Y	-119,2 (C)	18,1	7,1
ELU_E1_100X_30Y	-110,2 (C)	24,6	92,6
ELU_E1_100X_30Y	-254,5 (C)	-24,6	-91,6
ELU_E1_100X_30Y	-245,5 (C)	-17,7	-11,4
ELU_E1_30X_100Y	-65,4 (C)	60,6	-18,0
ELU_E1_30X_100Y	-56,4 (C)	66,5	65,7
ELU_E1_30X_100Y	-308,3 (C)	-67,1	-66,5
ELU_E1_30X_100Y	-299,3 (C)	-59,6	15,5
ELU_V	-273,5 (C)	-6,5	67,8
ELU_V	-261,4 (C)	6,8	-65,1
ELU_E1_100X_30Y	-111,0 (C)	15,2	91,3
ELU_E1_100X_30Y	-102,0 (C)	23,5	9,3
ELU_E1_100X_30Y	-246,6 (C)	-23,6	-4,9
ELU_E1_100X_30Y	-237,6 (C)	-14,7	-92,2
ELU_E1_30X_100Y	-54,6 (C)	52,8	63,2
ELU_E1_30X_100Y	-45,6 (C)	60,4	-20,8
ELU_E1_30X_100Y	-303,0 (C)	-61,3	23,1
ELU_E1_30X_100Y	-294,0 (C)	-51,5	-62,2

Quadro A.0.34 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 7 ao 8.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-616,1 (C)	-106,2	39,4
ELU_V	-599,9 (C)	102,5	-38,3
ELU_E1_100X_30Y	-325,1 (C)	-43,2	145,4
ELU_E1_100X_30Y	-313,1 (C)	88,8	95,9
ELU_E1_100X_30Y	-468,8 (C)	-90,3	-94,8
ELU_E1_100X_30Y	-456,8 (C)	40,1	-145,0

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-337,4 (C)	-11,6	72,0
ELU_E1_30X_100Y	-325,4 (C)	122,7	22,3
ELU_E1_30X_100Y	-456,5 (C)	-121,8	-21,5
ELU_E1_30X_100Y	-444,5 (C)	6,2	-71,4
ELU_V	-616,0 (C)	-106,5	-40,3
ELU_V	-599,8 (C)	102,9	39,1
ELU_E1_100X_30Y	-324,0 (C)	-45,0	92,4
ELU_E1_100X_30Y	-312,0 (C)	87,4	143,6
ELU_E1_100X_30Y	-469,7 (C)	-88,9	-144,0
ELU_E1_100X_30Y	-457,7 (C)	41,9	-93,6
ELU_E1_30X_100Y	-334,6 (C)	-16,6	14,7
ELU_E1_30X_100Y	-322,6 (C)	118,0	65,6
ELU_E1_30X_100Y	-459,1 (C)	-117,3	-66,3
ELU_E1_30X_100Y	-447,1 (C)	11,3	-15,5
ELU_V	-581,5 (C)	98,9	39,7
ELU_V	-565,3 (C)	-95,8	-38,5
ELU_E1_100X_30Y	-286,4 (C)	85,3	147,9
ELU_E1_100X_30Y	-274,4 (C)	-36,3	98,0
ELU_E1_100X_30Y	-463,7 (C)	39,0	-97,2
ELU_E1_100X_30Y	-451,7 (C)	-84,1	-147,2
ELU_E1_30X_100Y	-305,6 (C)	116,3	79,0
ELU_E1_30X_100Y	-293,6 (C)	-3,0	29,1
ELU_E1_30X_100Y	-444,5 (C)	8,1	-28,3
ELU_E1_30X_100Y	-432,5 (C)	-117,4	-78,2
ELU_V	-581,4 (C)	98,6	-37,6
ELU_V	-565,2 (C)	-95,4	36,4
ELU_E1_100X_30Y	-284,8 (C)	83,7	95,2
ELU_E1_100X_30Y	-272,8 (C)	-37,5	142,5
ELU_E1_100X_30Y	-465,2 (C)	40,2	-143,2
ELU_E1_100X_30Y	-453,2 (C)	-82,4	-96,0
ELU_E1_30X_100Y	-299,9 (C)	111,0	18,3
ELU_E1_30X_100Y	-287,9 (C)	-8,0	65,6

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-450,1 (C)	13,0	-66,4
ELU_E1_30X_100Y	-438,1 (C)	-111,9	-19,1
ELU_V	-550,6 (C)	34,7	-130,1
ELU_V	-534,4 (C)	-34,1	124,5
ELU_E1_100X_30Y	-299,2 (C)	71,9	-29,7
ELU_E1_100X_30Y	-287,2 (C)	27,5	133,5
ELU_E1_100X_30Y	-410,7 (C)	-27,2	-133,8
ELU_E1_100X_30Y	-398,7 (C)	-71,5	23,0
ELU_E1_30X_100Y	-261,4 (C)	154,4	-58,7
ELU_E1_30X_100Y	-249,4 (C)	110,1	102,2
ELU_E1_30X_100Y	-448,5 (C)	-109,8	-104,9
ELU_E1_30X_100Y	-436,5 (C)	-154,1	54,4
ELU_V	-534,4 (C)	36,1	131,0
ELU_V	-518,2 (C)	-35,7	-125,4
ELU_E1_100X_30Y	-288,9 (C)	68,8	134,4
ELU_E1_100X_30Y	-276,9 (C)	22,6	-23,6
ELU_E1_100X_30Y	-400,8 (C)	-22,5	30,3
ELU_E1_100X_30Y	-388,8 (C)	-68,3	-134,1
ELU_E1_30X_100Y	-243,8 (C)	141,2	104,8
ELU_E1_30X_100Y	-231,9 (C)	94,7	-55,6
ELU_E1_30X_100Y	-445,8 (C)	-94,9	59,9
ELU_E1_30X_100Y	-433,8 (C)	-140,5	-102,0

Quadro A.0.35 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 7 ao 8.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-1238,6 (C)	-34,5	-19,0
ELU_V	-1222,4 (C)	36,0	21,0
ELU_E1_100X_30Y	-782,1 (C)	16,3	78,8
ELU_E1_100X_30Y	-770,1 (C)	61,0	106,1
ELU_E1_100X_30Y	-792,9 (C)	-59,4	-102,6
ELU_E1_100X_30Y	-780,9 (C)	-16,0	-79,9
ELU_E1_30X_100Y	-779,9 (C)	77,9	24,2

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-767,9 (C)	124,0	50,0
ELU_E1_30X_100Y	-795,1 (C)	-121,0	-48,0
ELU_E1_30X_100Y	-783,1 (C)	-79,0	-23,7
ELU_V	-1203,7 (C)	-74,9	-0,1
ELU_V	-1187,5 (C)	76,3	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-758,5 (C)	-16,3	87,2
ELU_E1_100X_30Y	-746,5 (C)	79,7	89,7
ELU_E1_100X_30Y	-771,7 (C)	-78,2	-87,3
ELU_E1_100X_30Y	-759,7 (C)	16,6	-89,6
ELU_E1_30X_100Y	-743,7 (C)	53,0	28,1
ELU_E1_30X_100Y	-731,7 (C)	150,2	29,0
ELU_E1_30X_100Y	-786,4 (C)	-147,5	-28,2
ELU_E1_30X_100Y	-774,5 (C)	-53,9	-28,9
ELU_V	-1237,6 (C)	-35,2	19,8
ELU_V	-1221,4 (C)	36,7	-21,8
ELU_E1_100X_30Y	-781,2 (C)	13,4	102,6
ELU_E1_100X_30Y	-769,2 (C)	59,0	78,9
ELU_E1_100X_30Y	-792,6 (C)	-57,4	-77,8
ELU_E1_100X_30Y	-780,6 (C)	-13,1	-106,1
ELU_E1_30X_100Y	-777,5 (C)	69,4	46,2
ELU_E1_30X_100Y	-765,5 (C)	116,4	20,9
ELU_E1_30X_100Y	-796,3 (C)	-113,4	-21,5
ELU_E1_30X_100Y	-784,3 (C)	-70,5	-48,2
ELU_V	-1189,0 (C)	27,6	-47,4
ELU_V	-1172,8 (C)	-29,5	49,1
ELU_E1_100X_30Y	-748,5 (C)	51,2	62,0
ELU_E1_100X_30Y	-736,5 (C)	16,2	124,9
ELU_E1_100X_30Y	-763,8 (C)	-16,7	-121,9
ELU_E1_100X_30Y	-751,8 (C)	-53,0	-62,9
ELU_E1_30X_100Y	-749,5 (C)	114,7	0,8
ELU_E1_30X_100Y	-737,5 (C)	81,1	62,3
ELU_E1_30X_100Y	-762,7 (C)	-80,2	-60,7

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-750,7 (C)	-117,9	-0,3
ELU_V	-1220,1 (C)	60,4	0,2
ELU_V	-1203,9 (C)	-62,0	-0,2
ELU_E1_100X_30Y	-769,8 (C)	69,1	85,3
ELU_E1_100X_30Y	-757,8 (C)	-7,5	87,5
ELU_E1_100X_30Y	-781,4 (C)	7,0	-84,9
ELU_E1_100X_30Y	-769,4 (C)	-70,7	-87,8
ELU_E1_30X_100Y	-756,9 (C)	138,4	27,6
ELU_E1_30X_100Y	-744,9 (C)	63,1	28,1
ELU_E1_30X_100Y	-794,3 (C)	-62,3	-27,3
ELU_E1_30X_100Y	-782,3 (C)	-141,3	-28,4
ELU_V	-1190,2 (C)	27,0	46,9
ELU_V	-1174,0 (C)	-28,8	-48,5
ELU_E1_100X_30Y	-749,4 (C)	48,3	120,9
ELU_E1_100X_30Y	-737,4 (C)	14,1	62,7
ELU_E1_100X_30Y	-764,4 (C)	-14,7	-61,8
ELU_E1_100X_30Y	-752,4 (C)	-50,1	-123,9
ELU_E1_30X_100Y	-750,8 (C)	105,9	58,4
ELU_E1_30X_100Y	-738,8 (C)	73,1	-1,1
ELU_E1_30X_100Y	-763,0 (C)	-72,3	0,6
ELU_E1_30X_100Y	-751,0 (C)	-109,1	-60,1

Quadro A.0.36 - Esforços de cálculo do P1 – Piso 8 ao 9.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-189,1 (C)	-42,7	-73,2
ELU_V	-177,0 (C)	49,8	92,0
ELU_E1_100X_30Y	-105,3 (C)	-9,9	1,0
ELU_E1_100X_30Y	-96,3 (C)	50,4	115,0
ELU_E1_100X_30Y	-140,5 (C)	-44,3	-94,2
ELU_E1_100X_30Y	-131,5 (C)	13,0	2,2
ELU_E1_30X_100Y	-103,2 (C)	19,3	-28,9
ELU_E1_30X_100Y	-94,2 (C)	82,6	79,4

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_E1_30X_100Y	-142,6 (C)	-73,6	-64,3
ELU_E1_30X_100Y	-133,6 (C)	-19,2	37,8
ELU_V	-189,0 (C)	-42,4	72,8
ELU_V	-176,8 (C)	49,5	-91,6
ELU_E1_100X_30Y	-105,3 (C)	-11,2	93,9
ELU_E1_100X_30Y	-96,3 (C)	48,6	-1,9
ELU_E1_100X_30Y	-140,3 (C)	-42,7	-1,1
ELU_E1_100X_30Y	-131,3 (C)	14,3	-114,8
ELU_E1_30X_100Y	-103,1 (C)	14,0	63,8
ELU_E1_30X_100Y	-94,1 (C)	76,5	-37,7
ELU_E1_30X_100Y	-142,5 (C)	-67,9	29,0
ELU_E1_30X_100Y	-133,5 (C)	-13,6	-79,0
ELU_V	-140,6 (C)	-6,6	-80,1
ELU_V	-128,4 (C)	7,6	100,4
ELU_E1_100X_30Y	-66,5 (C)	15,8	-2,8
ELU_E1_100X_30Y	-57,5 (C)	27,3	121,3
ELU_E1_100X_30Y	-117,0 (C)	-24,6	-99,2
ELU_E1_100X_30Y	-108,0 (C)	-17,3	6,7
ELU_E1_30X_100Y	-41,9 (C)	55,2	-25,8
ELU_E1_30X_100Y	-32,9 (C)	70,6	93,8
ELU_E1_30X_100Y	-141,7 (C)	-63,9	-76,2
ELU_E1_30X_100Y	-132,7 (C)	-60,6	34,2
ELU_V	-134,3 (C)	-8,4	81,8
ELU_V	-122,1 (C)	9,5	-102,5
ELU_E1_100X_30Y	-62,7 (C)	12,6	99,0
ELU_E1_100X_30Y	-53,7 (C)	25,8	-9,5
ELU_E1_100X_30Y	-112,9 (C)	-23,4	5,2
ELU_E1_100X_30Y	-103,9 (C)	-13,5	-121,1
ELU_E1_30X_100Y	-37,3 (C)	46,4	72,9
ELU_E1_30X_100Y	-28,3 (C)	62,6	-40,5
ELU_E1_30X_100Y	-138,3 (C)	-57,2	31,3
ELU_E1_30X_100Y	-129,3 (C)	-50,3	-90,0

Quadro A.0.37 - Esforços de cálculo do P2 – Piso 8 ao 9.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-305,6 (C)	-128,0	48,1
ELU_V	-289,4 (C)	158,8	-59,9
ELU_E1_100X_30Y	-163,4 (C)	-56,4	147,4
ELU_E1_100X_30Y	-151,4 (C)	129,4	95,4
ELU_E1_100X_30Y	-230,6 (C)	-104,6	-85,7
ELU_E1_100X_30Y	-218,6 (C)	70,2	-172,1
ELU_E1_30X_100Y	-174,2 (C)	-27,6	77,3
ELU_E1_30X_100Y	-162,2 (C)	165,4	15,0
ELU_E1_30X_100Y	-219,8 (C)	-133,4	-15,6
ELU_E1_30X_100Y	-207,8 (C)	34,3	-91,7
ELU_V	-305,5 (C)	-128,4	-49,0
ELU_V	-289,3 (C)	159,3	60,9
ELU_E1_100X_30Y	-162,7 (C)	-58,3	83,0
ELU_E1_100X_30Y	-150,7 (C)	127,7	170,2
ELU_E1_100X_30Y	-231,1 (C)	-103,1	-145,8
ELU_E1_100X_30Y	-219,2 (C)	72,6	-92,2
ELU_E1_30X_100Y	-172,3 (C)	-32,9	7,7
ELU_E1_30X_100Y	-160,3 (C)	159,6	83,9
ELU_E1_30X_100Y	-221,6 (C)	-128,6	-70,6
ELU_E1_30X_100Y	-209,6 (C)	40,7	-5,8
ELU_V	-289,8 (C)	119,3	48,2
ELU_V	-273,6 (C)	-148,3	-59,9
ELU_E1_100X_30Y	-146,6 (C)	98,9	149,1
ELU_E1_100X_30Y	-134,6 (C)	-63,7	96,6
ELU_E1_100X_30Y	-227,4 (C)	51,1	-87,5
ELU_E1_100X_30Y	-215,4 (C)	-122,7	-173,1
ELU_E1_30X_100Y	-159,8 (C)	126,8	84,5
ELU_E1_30X_100Y	-147,8 (C)	-28,9	22,9
ELU_E1_30X_100Y	-214,2 (C)	23,2	-22,9
ELU_E1_30X_100Y	-202,2 (C)	-157,4	-99,4

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-289,8 (C)	119,0	-45,8
ELU_V	-273,6 (C)	-147,8	57,2
ELU_E1_100X_30Y	-145,7 (C)	97,3	85,5
ELU_E1_100X_30Y	-133,7 (C)	-65,2	167,4
ELU_E1_100X_30Y	-228,3 (C)	52,3	-144,0
ELU_E1_100X_30Y	-216,3 (C)	-120,7	-94,3
ELU_E1_30X_100Y	-156,6 (C)	121,1	12,5
ELU_E1_30X_100Y	-144,6 (C)	-35,3	84,1
ELU_E1_30X_100Y	-217,4 (C)	28,4	-71,1
ELU_E1_30X_100Y	-205,4 (C)	-150,5	-11,0
ELU_V	-273,4 (C)	41,8	-158,5
ELU_V	-257,3 (C)	-50,9	200,7
ELU_E1_100X_30Y	-154,1 (C)	75,4	-48,7
ELU_E1_100X_30Y	-142,1 (C)	21,8	190,6
ELU_E1_100X_30Y	-198,6 (C)	-21,6	-150,6
ELU_E1_100X_30Y	-186,6 (C)	-87,3	61,8
ELU_E1_30X_100Y	-132,6 (C)	153,0	-75,4
ELU_E1_30X_100Y	-120,6 (C)	109,1	156,5
ELU_E1_30X_100Y	-220,2 (C)	-99,1	-123,8
ELU_E1_30X_100Y	-208,2 (C)	-174,6	95,9
ELU_V	-265,9 (C)	43,3	159,6
ELU_V	-249,7 (C)	-52,3	-202,2
ELU_E1_100X_30Y	-149,7 (C)	71,8	151,3
ELU_E1_100X_30Y	-137,7 (C)	15,8	-62,7
ELU_E1_100X_30Y	-193,7 (C)	-16,3	49,4
ELU_E1_100X_30Y	-181,7 (C)	-82,9	-191,5
ELU_E1_30X_100Y	-126,0 (C)	138,4	123,9
ELU_E1_30X_100Y	-114,0 (C)	90,2	-97,6
ELU_E1_30X_100Y	-217,4 (C)	-82,9	76,8
ELU_E1_30X_100Y	-205,4 (C)	-157,3	-156,7

Quadro A.0.38 - Esforços de cálculo do P3 – Piso 8 ao 9.

Combinação	N [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]
ELU_V	-636,7 (C)	-38,5	-19,5
ELU_V	-620,5 (C)	39,1	15,8
ELU_E1_100X_30Y	-402,4 (C)	13,5	74,8
ELU_E1_100X_30Y	-390,4 (C)	66,7	109,3
ELU_E1_100X_30Y	-407,0 (C)	-61,5	-99,1
ELU_E1_100X_30Y	-395,0 (C)	-17,9	-89,6
ELU_E1_30X_100Y	-401,1 (C)	71,0	23,9
ELU_E1_30X_100Y	-389,1 (C)	131,5	51,0
ELU_E1_30X_100Y	-408,3 (C)	-119,1	-48,2
ELU_E1_30X_100Y	-396,3 (C)	-82,6	-31,3
ELU_V	-609,7 (C)	-88,0	-0,1
ELU_V	-593,5 (C)	98,7	0,1
ELU_E1_100X_30Y	-383,9 (C)	-25,9	83,3
ELU_E1_100X_30Y	-371,9 (C)	95,8	95,5
ELU_E1_100X_30Y	-391,1 (C)	-85,2	-83,4
ELU_E1_100X_30Y	-379,1 (C)	28,8	-95,3
ELU_E1_30X_100Y	-375,9 (C)	40,6	27,0
ELU_E1_30X_100Y	-363,9 (C)	170,8	31,0
ELU_E1_30X_100Y	-399,1 (C)	-151,6	-27,1
ELU_E1_30X_100Y	-387,1 (C)	-46,2	-30,8
ELU_V	-636,3 (C)	-39,3	20,4
ELU_V	-620,1 (C)	40,0	-16,9
ELU_E1_100X_30Y	-401,9 (C)	10,4	99,1
ELU_E1_100X_30Y	-389,9 (C)	64,5	88,3
ELU_E1_100X_30Y	-406,9 (C)	-59,5	-73,7
ELU_E1_100X_30Y	-394,9 (C)	-14,5	-109,3
ELU_E1_30X_100Y	-400,0 (C)	62,3	46,5
ELU_E1_30X_100Y	-388,0 (C)	122,9	28,0
ELU_E1_30X_100Y	-408,9 (C)	-111,4	-21,0
ELU_E1_30X_100Y	-396,9 (C)	-72,9	-49,0

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO
DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

ELU_V	-608,8 (C)	30,9	-54,8
ELU_V	-592,6 (C)	-31,1	59,2
ELU_E1_100X_30Y	-382,5 (C)	52,6	53,8
ELU_E1_100X_30Y	-370,5 (C)	18,2	139,2
ELU_E1_100X_30Y	-391,6 (C)	-14,1	-123,0
ELU_E1_100X_30Y	-379,6 (C)	-56,9	-64,4
ELU_E1_30X_100Y	-383,7 (C)	112,1	-4,7
ELU_E1_30X_100Y	-371,7 (C)	85,2	71,8
ELU_E1_30X_100Y	-390,4 (C)	-73,6	-64,5
ELU_E1_30X_100Y	-378,4 (C)	-123,9	3,0
ELU_V	-621,5 (C)	71,4	0,3
ELU_V	-605,4 (C)	-80,3	-0,4
ELU_E1_100X_30Y	-392,0 (C)	74,7	81,0
ELU_E1_100X_30Y	-380,0 (C)	-17,0	91,9
ELU_E1_100X_30Y	-398,1 (C)	15,2	-80,6
ELU_E1_100X_30Y	-386,1 (C)	-84,1	-92,4
ELU_E1_30X_100Y	-385,2 (C)	141,2	26,3
ELU_E1_30X_100Y	-373,2 (C)	58,1	29,5
ELU_E1_30X_100Y	-404,9 (C)	-51,3	-25,9
ELU_E1_30X_100Y	-392,9 (C)	-159,3	-29,9
ELU_V	-609,4 (C)	30,1	54,2
ELU_V	-593,2 (C)	-30,2	-58,5
ELU_E1_100X_30Y	-382,9 (C)	49,7	121,9
ELU_E1_100X_30Y	-370,9 (C)	15,9	64,1
ELU_E1_100X_30Y	-391,9 (C)	-12,1	-53,6
ELU_E1_100X_30Y	-379,9 (C)	-53,6	-137,9
ELU_E1_30X_100Y	-384,2 (C)	103,1	61,9
ELU_E1_30X_100Y	-372,2 (C)	76,2	-4,9
ELU_E1_30X_100Y	-390,6 (C)	-65,5	6,4
ELU_E1_30X_100Y	-378,6 (C)	-113,9	-68,8

A.5 ANEXO 5

Quadro A.0.39 – Momentos resistentes do pilar quadrado P1A.

Pisos	N _{min} [kN]	N _{máx} [kN]	M _{rd} [kN.m]
8 a 9	-28	-143	162,50
7 a 8	-46	-308	155,50
6 a 7	-53	-484	175,50
5 a 6	-51	-669	186,70

Quadro A.0.40 - Momentos resistentes do pilar retangular P1B.

Pisos	N _{min} [kN]	M _{rd,x} [kN.m]	M _{rd,y} [kN.m]	N _{máx} [kN]	M _{rd,x} [kN.m]	M _{rd,y} [kN.m]
4 a 5	-41	146,90	188,40	-868	240,10	291,60
3 a 4	-27	144,80	185,80	-1078	250,90	300,90
2 a 3	-14	142,90	183,40	-1291	259,20	308,00

Quadro A.0.41 - Momentos resistentes do pilar quadrado P1C.

Pisos	N _{min} [kN]	N _{máx} [kN]	M _{rd} [kN.m]
1 a 2	-66	-1523	401,30
0 a 1	-72	-1750	409,50
-1 a 0	-11	-960	368,90

Quadro A.0.42 - Momentos resistentes do pilar quadrado P2A.

Pisos	N _{min} [kN]	N _{máx} [kN]	M _{rd} [kN.m]
8 a 9	-126	-231	270,70
7 a 8	-232	-470	313,50
6 a 7	-341	-715	349,60
5 a 6	-443	-965	369,20
4 a 5	-543	-1230	386,20
3 a 4	-645	-1500	400,30
2 a 3	-748	-1781	410,30
1 a 2	-854	-2082	402,50
0 a 1	-979	-2383	384,20

-1 a 0	-254	-1275	388,80
--------	------	-------	--------

Quadro A.0.43 - Momentos resistentes do pilar quadrado P3A.

Pisos	N_{min} [kN]	N_{máx} [kN]	M_{rd} [kN.m]
8 a 9	-364	-409	220,10
7 a 8	-732	-796	193,00
6 a 7	-1101	-1189	233,60
5 a 6	-1471	-1590	233,30

Quadro A.0.44 - Momentos resistentes do pilar quadrado P3B.

Pisos	N_{min} [kN]	N_{máx} [kN]	M_{rd} [kN.m]
4 a 5	-1856	-2008	586,20
3 a 4	-2263	-2410	588,60
2 a 3	-2671	-2818	570,80

Quadro A.0.45 - Momentos resistentes do pilar quadrado P3C.

Pisos	N_{min} [kN]	N_{máx} [kN]	M_{rd} [kN.m]
1 a 2	-3086	-3236	890,90
0 a 1	-3513	-3667	860,00
-1 a 0	-3954	-4098	823,50

A.6 ANEXO 6

Quadro A.0.46 – Capacity Design do pilar P3 na Direção Y.

Nó	$M_{rc, inf}$	$M_{rc, sup}$	ΣM_{rc}	$M_{rb, esq}$	$M_{rb, dir}$	ΣM_{rb}	$\Sigma M_{rb} / \Sigma M_{rc}$
Piso -1 a 0							
A	823,50	860,00	1683,50	179	-276	455	0,27
B							
Piso 0 a 1							
A	860,00	890,90	1750,90	209	-343	552	0,32
B	823,50	860,00	1683,50	179	-276	455	0,27
Piso 1 a 2							
A	890,90	570,80	1461,70	286	-456	742	0,51
B	860,00	890,90	1750,90	286	-456	742	0,42
Piso 2 a 3							
A	570,80	588,60	1159,40	286	-456	742	0,64
B	890,90	570,80	1461,70	286	-456	742	0,51
Piso 3 a 4							
A	588,60	586,20	1174,80	286	-456	742	0,63
B	570,80	588,60	1159,40	286	-456	742	0,64
Piso 4 a 5							
A	586,20	233,30	819,50	286	-456	742	0,91
B	588,60	586,20	1174,80	286	-456	742	0,63
Piso 5 a 6							
A	233,30	233,60	466,90	286	-456	742	1,59
B	586,20	233,30	819,50	286	-456	742	0,91
Piso 6 a 7							
A	233,60	193,00	426,60	286	-456	742	1,74
B	233,30	233,60	466,90	286	-456	742	1,59
Piso 7 a 8							
A	193,00	220,10	413,10	286	-456	742	1,80
B	233,60	193,00	426,60	286	-456	742	1,74
Piso 8 a 9							

REVISÃO E APLICAÇÃO DAS DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES DO EC8 COM VISTA AO DIMENSIONAMENTO SÍSMICO DE SISTEMAS EM PÓRTICO-PAREDE DE BETÃO ARMADO

A	220,10	0,00	220,10	179	-276	455	2,07
B	193,00	220,10	413,10	286	-456	742	1,80

Quadro A.0.47 - Capacity Design do pilar P3 na Direção Y.

Nó	$M_{rc, inf}$	$M_{rc, sup}$	ΣM_{rc}	$M_{rb, esq}$	$M_{rb, dir}$	ΣM_{rb}	$\Sigma M_{rb} / \Sigma M_{rc}$
Piso 0 a 1							
A	860,00	890,90	1750,90	286	-456	742	0,42
B	823,50	860,00	1683,50	179	-276	455	0,27
Piso 1 a 2							
A	890,90	570,80	1461,70	325	-530	855	0,58
B	860,00	890,90	1750,90	209	-343	552	0,32
Piso 2 a 3							
A	570,80	588,60	1159,40	325	-530	855	0,74
B	890,90	570,80	1461,70	325	-530	855	0,58
Piso 3 a 4							
A	588,60	586,20	1174,80	325	-530	855	0,73
B	570,80	588,60	1159,40	325	-530	855	0,74
Piso 4 a 5							
A	586,20	233,30	819,50	325	-530	855	1,04
B	588,60	586,20	1174,80	325	-530	855	0,73
Piso 5 a 6							
A	233,30	233,60	466,90	325	-530	855	1,83
B	586,20	233,30	819,50	325	-530	855	1,04
Piso 6 a 7							
A	233,60	193,00	426,60	325	-530	855	2,00
B	233,30	233,60	466,90	325	-530	855	1,83
Piso 7 a 8							
A	193,00	220,10	413,10	325	-530	855	2,07
B	233,60	193,00	426,60	325	-530	855	2,00
Piso 8 a 9							
A	220,10	0,00	220,10	209	-343	552	2,51
B	193,00	220,10	413,10	325	325	650	1,57

Quadro A.0.48 - Capacity Design do pilar P3 na Direção X.

Nó	M _{rc, inf}	M _{rc, sup}	ΣM _{rc}	M _{rb, esq}	M _{rb, dir}	ΣM _{rb}	ΣM _{rb} / ΣM _{rc}
Piso -1 a 0							
A	823,50	860,00	1683,50	209	-343	552	0,33
B							
Piso 0 a 1							
A	860,00	890,90	1750,90	286	-456	742	0,42
B	823,50	860,00	1683,50	209	-343	552	0,33
Piso 1 a 2							
A	890,90	570,80	1461,70	325	-530	855	0,58
B	860,00	890,90	1750,90	286	-456	742	0,42
Piso 2 a 3							
A	570,80	588,60	1159,40	325	-530	855	0,74
B	890,90	570,80	1461,70	325	-530	855	0,58
Piso 3 a 4							
A	588,60	586,20	1174,80	325	-530	855	0,73
B	570,80	588,60	1159,40	325	-530	855	0,74
Piso 4 a 5							
A	586,20	233,30	819,50	325	-530	855	1,04
B	588,60	586,20	1174,80	325	-530	855	0,73
Piso 5 a 6							
A	233,30	233,60	466,90	325	-530	855	1,83
B	586,20	233,30	819,50	325	-530	855	1,04
Piso 6 a 7							
A	233,60	193,00	426,60	325	-530	855	2,00
B	233,30	233,60	466,90	325	-530	855	1,83
Piso 7 a 8							
A	193,00	220,10	413,10	325	-530	855	2,07
B	233,60	193,00	426,60	325	-530	855	2,00
Piso 8 a 9							
A	220,10	0,00	220,10	286	-456	742	3,37
B	193,00	220,10	413,10	325	-530	855	2,07

A.7 ANEXO 7

Quadro A.0.49 – Combinações de ações para as paredes – Pisos 0 a 2.

Combinação	N _z [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]	N _{z,adm} [kN]	M _{x,adm} [kN.m]	M _{y,adm} [kN.m]	Rácio
Comb1	-3017,4	6303,0	0,0	-3966,3	8285,3	0,0	76,1%
Comb2	-3317,0	6303,0	0,0	-4528,8	8605,6	0,0	73,2%
Comb3	-3227,0	6303,0	0,0	-4360,4	8516,8	0,0	74,0%
Comb4	-2927,4	6303,0	0,0	-3796,7	8174,7	0,0	77,1%
Comb5	-2695,9	6303,0	0,0	-3365,8	7869,1	0,0	80,1%
Comb6	-2962,0	6303,0	0,0	-3862,4	8218,9	0,0	76,7%
Comb7	-2628,5	5697,8	0,0	-3759,4	8149,3	0,0	69,9%
Comb8	-2894,6	5697,8	0,0	-4313,8	8491,4	0,0	67,1%

Quadro A.0.50 - Combinações de ações para as paredes – Pisos 2 a 5.

Combinação	N _z [kN]	M _x [kN.m]	M _y [kN.m]	N _{z,adm} [kN]	M _{x,adm} [kN.m]	M _{y,adm} [kN.m]	Rácio
Comb1	-2628,5	5697,8	0,0	-3314,6	7185,1	0,0	79,3%
Comb2	-2894,6	5697,8	0,0	-3838,7	7556,2	0,0	75,4%
Comb3	-2386,8	5697,8	0,0	-2862,8	6834,1	0,0	83,4%
Comb4	-2319,3	4487,3	0,0	-3939,0	7621,0	0,0	58,9%
Comb5	-2614,1	5697,8	0,0	-3287,0	7164,5	0,0	79,5%
Comb6	-2546,6	4487,3	0,0	-4511,8	7950,0	0,0	56,4%
Comb7	-2068,3	4487,3	0,0	-3310,4	7182,0	0,0	62,5%
Comb8	-2000,9	3882,0	0,0	-3922,7	7610,6	0,0	51,0%
Comb9	-2255,5	4487,3	0,0	-3777,1	7514,6	0,0	59,7%
Comb10	-2188,0	3882,0	0,0	-4467,9	7927,1	0,0	49,0%
Comb11	-1740,5	3882,0	0,0	-3173,9	7079,1	0,0	54,8%
Comb12	-1886,5	3882,0	0,0	-3588,0	7383,4	0,0	52,6%

Quadro A.0.51 - Combinações de ações para as paredes – Pisos 5 a 9

Combinação	N_z [kN]	M_x [kN.m]	M_y [kN.m]	N_{z,adm} [kN]	M_{x,adm} [kN.m]	M_{y,adm} [kN.m]	Rácio
Comb1	-1404,7	3882,0	0,0	-1936,1	5350,6	0,0	72,6%
Comb2	-1337,2	3276,8	0,0	-2345,4	5747,2	0,0	57,0%
Comb3	-1512,6	3882,0	0,0	-2178,8	5591,7	0,0	69,4%
Comb4	-1445,1	3276,8	0,0	-2659,2	6029,4	0,0	54,3%
Comb5	-1060,1	3276,8	0,0	-1627,2	5029,9	0,0	65,1%
Comb6	-992,6	2671,5	0,0	-2019,7	5435,9	0,0	49,1%
Comb7	-1136,0	3276,8	0,0	-1809,9	5220,6	0,0	62,8%
Comb8	-1068,5	2671,5	0,0	-2271,1	5678,2	0,0	47,0%
Comb9	-640,5	2671,5	0,0	-1057,1	4408,9	0,0	60,6%
Comb10	-708,0	2066,3	0,0	-1777,2	5186,7	0,0	39,8%
Comb11	-686,7	2671,5	0,0	-1164,0	4528,6	0,0	59,0%
Comb12	-754,2	2066,3	0,0	-1963,0	5378,1	0,0	38,4%
Comb13	-346,8	2066,3	0,0	-664,6	3960,3	0,0	52,2%
Comb14	-279,3	1461,0	0,0	-783,2	4097,3	0,0	35,7%
Comb15	-365,6	2066,3	0,0	-709,9	4012,8	0,0	51,5%
Comb16	-298,1	1461,0	0,0	-852,1	4176,3	0,0	35,0%