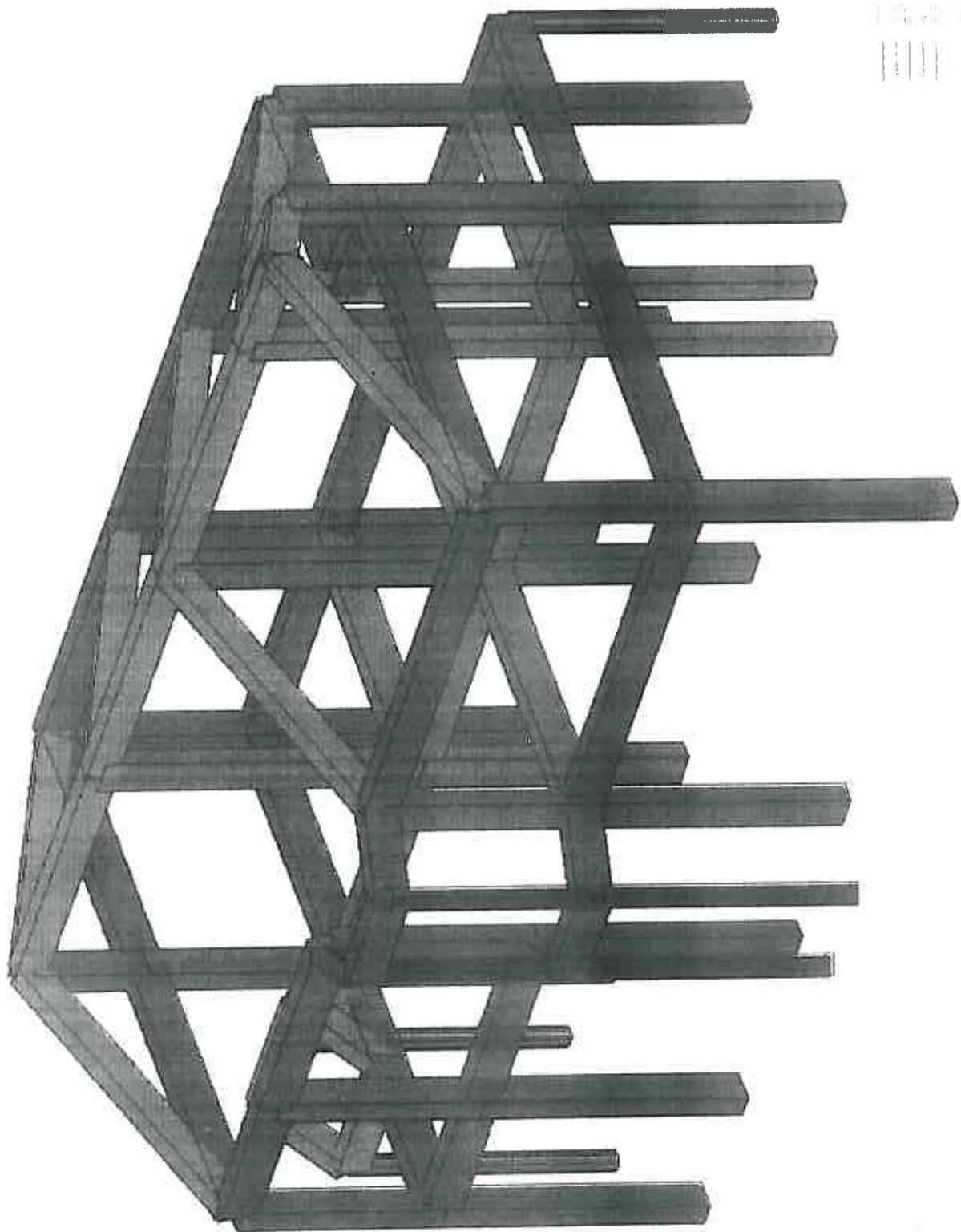




Handwritten signature in blue ink.

ÍNDICE DE PEÇAS ESCRITAS E DESENHADAS

Memória Descritiva

- 1 - Introdução
- 2 - Solução Estrutural
- 3 - Fundações
- 4 - Modelo estrutural
- 5 - Critérios de dimensionamento
- 6 - Acções
- 7 - Recobrimento das armaduras
- 8 - Materiais
- 9 - Regulamentação
- 10 - Metodologias empregues para o cálculo
- 11 - Análise do comportamento dinâmico da estrutura

II - Cálculos Justificativos

- Dimensionamento de Estruturas
- Elementos Verticais : Pilares
- Elementos Horizontais: Lajes
- Elementos Horizontais: Vigas
- Escadas
- Fundações
- Elementos Complementares

ANEXOS

MEMÓRIA DESCRITIVA

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo diz respeito ao projecto de Estruturas e Fundações de uma Moradia Unifamiliar isolada com 2 pisos que o requerente Manuel Fernando Correia Teixeira, pretende legalizar na Rua Vale do Jamor em Queijas, As obras a realizar serão de acordo com o Projecto de Arquitectura aprovado, e respeitante ao processo Nº

2. SOLUÇÃO ESTRUTURAL

A infra e a super-estrutura do edifício será em betão armado, e compreenderá basicamente pórticos constituídos por pilares e vigas, nas quais descarregarão as lajes de piso.

Os pisos serão deste modo constituídos por lajes vigadas, com espessuras de 0.15 m. As paredes divisórias serão em alvenaria de tijolo, e não possuirão para efeitos de cálculo qualquer rigidez adicional (elementos de enchimento).

Todos os elementos verticais resistentes (pilares) serão fundados por intermédio de sapatas, cuja face inferior em contacto com o solo situar-se-á pelo menos 0,55 m abaixo do pavimento. Todas estas sapatas de fundação possuirão a mesma altura H(m) e terão a configuração indicada na 'Planta de Implantação das Fundações'.

3. FUNDAÇÕES

As fundações directas serão constituídas exclusivamente por sapatas isoladas, agrupadas ou contínuas, 'travadas' entre si através de vigas de fundação, destinadas também a suportar, quando for o caso, o peso das paredes divisórias. Terão de igual modo as funções de evitar assentamentos diferenciais, como absorver os momentos flectores que poderão surgir em consequência da acção do sismo (na base dos pilares).

Na área de implantação do edifício não foram até à presente data executados furos de sondagem, não existindo portanto amostras intactas ou remexidas dos solo de fundação. Por esse facto, as sapatas foram dimensionadas por forma a que, para as combinações fundamentais não majoradas de acções, e sob as condições mais desfavoráveis da sua actuação, não fosse excedida a tensão de segurança do solo na base da sapata (admitida igual a $200 \text{ kN/m}^2 \approx 2.0 \text{ kgf/cm}^2 \approx 0.20 \text{ Mpa}$).

O valor desta tensão deverá nunca ser ultrapassado, pelo que, quando seja necessário dever-se-ão executar pegões de betão ciclópico sobre os quais descarregariam as sapatas.

As sapatas serão implantadas no terreno natural por intermédio da abertura de caboucos. Os elementos estruturais serão betonados directamente sobre uma camada de betão de regularização com uma espessura mínima de 0.05 m.

A laje térrea será constituída por um massame de betão armado com uma armadura do tipo malhasol LQ 47 (CQ 30) ou # $\phi 6/0.20$, que terá uma espessura de 12.0 cm; ou em alternativa poderá ser aplicado um betão com fibras plásticas ou metálicas a estudar. A laje térrea assentará directamente sobre o terreno compactado com a espessura mínima de 15 cm (regularizado também por uma camada de betão de regularização com 5 cm de espessura).

4. MODELOS ESTRUTURAIS

A estrutura resistente do edifício foi modelada numericamente (para efeitos de cálculo automático) com o rigor adequado por forma a obter uma avaliação tão fiel quanto possível do seu comportamento previsível futuro.

O modelo adoptado é composto por elementos lineares dispostos tridimensionalmente. Com base neste modelo simulou-se o efeito das acções estáticas verticais e da acção sísmica.

Em relação à determinação dos esforços de dimensionamento nas lajes considerou-se suficiente a análise de modelos simples baseados no método estático com um nível de redistribuição limitado.

5. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Com base nos esforços obtidos para as combinações fundamentais aos Estados Limites Últimos, a saber:

1 - $1.35 G + 1.5 Q$ (acções verticais)

2 - $1.0 G + \psi_2 Q + 1.5 E$ (acções quase-permanentes+sismo)

procedeu-se ao dimensionamento das armaduras e às outras verificações regulamentares de segurança.

O Estado Limite de Deformação foi verificado para a combinação frequente de acções, e o Estado Limite de Equilíbrio estrutural para a combinação quase frequente de acções, com o sismo tomado com acção variável de base.

6. ACÇÕES

As acções de dimensionamento respeitantes às cargas gravíticas foram em geral as seguintes:

Peso próprio do betão	$\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$
Peso próprio das Terras	$\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
Peso próprio da água	$\gamma = 10 \text{ KN/m}^3$
Revestimento dos pisos.....	$q = 1.0 \text{ KN/m}^2$
Carga distribuída das paredes de alvenaria	$q = 1.2 \text{ KN/m}^2$
Sobrecargas na zona de quartos	$q = 2 \text{ KN/m}^2$
Sobrecargas na zona de acessos (incluindo escadas)	$q = 3 \text{ KN/m}^2$

Em relação à acção sísmica realizou-se uma análise dinâmica, com base nos espectros de resposta para a envolvente de acelerações referentes aos dois tipos de sismos regulamentares. Adoptou-se um coeficiente de comportamento de 2.5 referente a estruturas tipo pórtico, de acordo com o R.S.A..

7. RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

O recobrimento das armaduras é descrito nas peças desenhadas.

- Fundações directas

- Sapatas, vigas de fundação = 4 cm
- Elementos não laminares:

- Pilares, vigas e paredes = 3 cm

- Elementos laminares:

- Lajes = 2 cm

Comprimento mínimo de amarração das armaduras é de 35ϕ

8. MATERIAIS

Os materiais adoptados no presente projecto de estrutura e fundações são os seguintes:

Betão: Betão estrutural :

Elementos verticais: B25.1.MP = C25/S3. da classe de abaixamento(S3)

Elementos horizontais: B25.1.MP = C25/S3. da classe de abaixamento(S3)

Betão em pegões: B20/seco= C20/S2/seco da classe de abaixamento(S2)

Betão não estrutural :

Betão de regularização: C15/S2=B15/seco.

Massame: C20/S2=B20/seco.

Armaduras: Ordinárias A400NR.

9. REGULAMENTAÇÃO

A verificação da segurança estrutural que se passará a apresentar nos Anexos desta memória, tem como objectivo confirmar, quer em termos de Estados Limites, como em termos das disposições de boa pormenorização e construção, a concepção estrutural proposta. Foram neste sentido verificados os vários elementos estruturais e as respectivas secções consideradas como críticas.

As acções adoptadas, os critérios para a sua correcta quantificação e combinação, assim como os critérios de verificação da segurança, são em geral os constantes na regulamentação nacional, nomeadamente no Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA), e no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP), NP ENV206 (Betão, comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade)
Recorreu-se, em situações omissas, à legislação estrangeira aplicável.

10. METODOLOGIAS EMPREGUES PARA O CÁLCULO ESTRUTURAL

Todos os elementos e os seus nós de conexão foram concebidos e calculados para as combinações de acções mais gravosas, tendo em consideração os Estados Limites Últimos de Resistência preconizados pelos Regulamentos Nacionais e os Estados Limites de Utilização, aos quais a estrutura tem que obedecer por forma a garantir condições aceitáveis de desempenho, em serviço (Deformação e Fendilhação).

Como acções permanentes foram considerados os Pesos Próprios Estruturais e Não Estruturais, e o peso das paredes divisórias. Como acções variáveis foram consideradas as sobrecargas de utilização dos pisos e da cobertura; e a acção sísmica, condicionante do dimensionamento dos pilares e do cálculo específico dos pórticos estruturais.

A acção sísmica foi empregue recorrendo aos espectros médios de acelerações sísmicas constantes no Regulamento de Segurança e Acções para Edifícios e Pontes. Utilizaram-se os espectros relativos ao Solo de Fundação do Tipo II (tendo-se encontrado a envolvente de esforços para o sismo tipo I - 'Sismo perto', e para o sismo tipo II - 'Sismo longe'), em zona sísmica 'A'.

Empreendeu-se, para tal efeito, uma análise dinâmica através do Programa de Cálculo Automático ROBOT V6 (licença n.º2469 pertencente à CTQ, Lda). Todas as demais análises (análise estática do edifício) considerando a sobrecarga de utilização como acção variável de base, foram também realizadas utilizando o programa ROBOT V6, assim como o cálculo de esforços, tensões e deformações em todos os modelos com vários graus de hiperestatia. Em modelações menos complexas recorreu-se ao uso de ábacos pré-definidos, tais como as tabelas de lajes de R.Barês, ou modelos simplificados de escoras-tirantes (Método de Bielas), para o cálculo das armaduras das fundações directas.

A actuação da Retracção e da Fluência (Fendilhação) foi contabilizada através da adopção de armaduras adequadas e seus espaçamentos. Da análise efectuada, não se justificou adoptar qualquer junta de dilatação. Em termos dos processos construtivos, não será também prevista a utilização de um plano de betonagens racional, em fase construtiva.

11. ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DA ESTRUTURA

O software utilizado ("ROBOT V6"), permitindo a realização de análises estáticas sobre modelos gerados no espaço, e análises dinâmicas por espectros de resposta sísmicos, foi o utilizado no estudo dos efeitos das diversas solicitações, sobre a estrutura, em particular a acção de natureza sísmica.

No caso do sismo, e visto ser a modelação do comportamento real das estruturas de betão armado sujeitas a acções dinâmicas fora do regime elástico, muito complexa (em virtude da intervenção de múltiplos factores interactuantes, em especial a Não-linearidade geométrica, a Não-linearidade física e a interacção com o solo de fundação), empreendeu-se uma análise elástica linear tradicional.

A análise linear elástica não consegue obviamente simular estes efeitos, pois assume a existência de apenas um material homogéneo, elástico e linear ao longo de toda a estrutura, com igual comportamento à tracção e compressão do betão .

Sendo válida a sobreposição linear dos vários esforços de diferentes carregamentos, os esforços assim determinados, para cada uma das acções consideradas, foram combinados de acordo com as combinações preconizadas pelo RSA. Não obstante não terem sido usadas explicitamente as 'Não linearidades geométrica e física', utilizou-se a metodologia corrente de contabilizar estes efeitos indirectamente. A 'Não-linearidade geométrica' foi controlada através da verificação dos deslocamentos máximos relativos entre pisos (tendo-se garantido que não se geram esforços significativos devidos à alteração da geometria da estrutura deformada), enquanto que a 'Não-linearidade física' foi contabilizada através da correcção dos resultados obtidos através dos coeficientes de comportamento médios (tendo-se adoptado um $\eta = 2.5$).

12. OBSERVAÇÕES

12.1 - O presente estudo foi baseado nas peças desenhadas fornecidas pela arquitectura.

12.2 - Caso não se verifique qualquer situação anómala, as peças estruturais e as disposições resultantes do presente projecto deverão ser integralmente respeitadas. Qualquer melhoria de pormenorização estrutural ou construtiva deverá ser objecto de ponderação e de uma análise cuidada.

12.3 - Todos os trabalhos deverão ser executados por empresas com capacidade técnica reconhecida (experiência no ramo) e detentoras de Alvará para o efeito.

12.4 - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

- Nas zonas de emendas de varões o espaçamento dos estribos ou cintas será metade do indicado nas peças desenhadas.
- Numa mesma secção o nº máximo recomendado de varões a emendar é de dois.
- Nas zonas de amarrações e emendas por sobreposição os comprimentos a aplicar serão os regulamentares.

12.5 – FUNDAÇÕES DIRECTAS

- Nas fundações directas, para as sapatas admitiu-se uma tensão de segurança no solo de 200 kN/m^2 (Solo). Este valor deve ser confirmado após a abertura da fundação.

Se o valor mínimo não for atingido na face inferior da sapata esta deve atingir um estrato com aquele valor, sendo a diferença de profundidade preenchida com betão ciclopico ou betão C16/20/seco = B20/35/seco, de slump sempre inferior a 7 cm (classe S2).

- As fundações (sapatas) serão enterradas no solo à profundidade mínima de pelo menos 0.55 m, sendo as vigas de fundação de 0.35 m.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se, seguidamente, a sistematização das verificações de segurança efectuadas no presente projecto. A modelação tridimensional de estrutura assim como das plantas dos vários pisos são apresentadas em Anexo. As vigas e pilares dos pisos inferiores foram modeladas por barras lineares.

Os esforços obtidos por este modelo de análise, para as acções verticais (cargas permanentes e sobrecargas) e para as acções horizontais, permitiram o dimensionamento e verificação de segurança dos pilares e vigas.

Em relação à verificação de segurança dos pilares, foram identificadas as zonas mais esforçadas, traçando-se as curvas das envolventes de momentos resistentes, comparando-os com os esforços obtidos para as duas combinações de acções consideradas.

Em relação à verificação de segurança das vigas, analisou-se o dimensionamento com indicação das capacidades resistentes das zonas mais esforçadas.

A verificação da segurança das lajes vigadas foi estabelecida com recurso às tabelas de Richard Barés para os painéis tipo.

A verificação da segurança das lajes aligeiradas vigadas foi estabelecida com recurso ao Programa "Prélis" para os painéis tipo (mais desfavorável).

Cálculo das Lajes do edifício

I. Painel 5.30x4.20

A. Limites de esbelteza (artº 102.2º REBAP)

$L_{max} / L_{min} = 5.30 / 4.20 = 1.26$ - A laje é armada nas duas direcções.

$$h \geq l_i / 21 \quad \eta = 4.20 \times 0.6 / (21 \times 1) = 0.12 \text{ m}$$

A espessura da laje adoptada é igual a $h = 0.15 \text{ m}$.

B. Verificação da condição das deformações para que a laje não afecte as paredes divisórias:

$$l_i/h \leq 180\eta/l_i$$

$$(0.6 \times 4.20) / 0.15 \text{ m} \leq (180 \times 1) / (0.6 \times 4.20)$$

$$42.3 \leq 90$$

C. Acções

C.P. - Cargas permanentes

$$\text{Peso próprio da laje } 25 \text{ kN} / \text{m}^3 \times 0.15 \text{ m} = 3.75 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\text{Peso do revestimento dos pisos} = 1.00 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\text{Peso das alvenarias} = 1.20 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 2.00 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$q_{sd} = 1.35 \text{ cp} + 1.5 \text{ sc} = 11.0 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$q = \text{cp} + \text{sc} = 7.95 \text{ kN} / \text{m}^2$$

D. Modelo de calculo

Encastrada em duas faces, apoiada em duas faces

Altura útil $d = 0.120 \text{ m}$, Espessura da Laje = 0.15 m

E. Esforços de calculo

$$a/b = 4.20 / 5.30 = 0.79 \text{ Tabela 1.10}$$

$$w_s = 0.0361 (q a^4) / (E h^3)$$

$$w_s = 0.0361 (7.95 \times 4.2^4) / (29 \times 10^6 \times 0.15^3) = 0.00091 \text{ m} = 0.91 \text{ mm}$$

$$w_{s,t,inf} = 3.15 \text{ mm}$$

$$M_{sd+}(x_s) = 0.0385 q a^2 = 0.0385 \times 11.0 \times 4.2^2 = 7.5 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = 0.03916$$

$$w = 0.04116$$

$$A_s = 1.89 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 8 // 0.15 \text{ m}$$

$$M_{sd+}(y_s) = 0.0164 q b^2 = 0.0164 \times 11.0 \times 5.3^2 = 5.1 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = 0.02663$$

$$w = 0.02794$$

$$A_s = 1.28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 8 // 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Msd- (x)} = -0.0905 q a^2 = -0.0905 \times 11.0 \times 4.2^2 = -17.6 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = 0.09190$$

$$w = 0.09888$$

$$A_s = 4.53 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 10//0.15\text{m}$$

$$\text{Msd- (y)} = -0.0496 q b^2 = 0.0496 \times 11.0 \times 5.2^2 = -14.8 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = 0.07728$$

$$w = 0.08246$$

$$A_s = 3.78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 10//0.15\text{m}$$

F. Esforço transversal (artº 53º)

$$V_{sd} = P_{sd} \times d \times 0.5 = 11.0 \times 4.20 \times 0.634 = 29.3 \text{ kN/m}$$

$$V_{cd} = 0.6 \times (1.6 - d) \times \tau_1 \times b_w \times d$$

$$V_{cd} = 0.6 (1.6 - 0.12) \times 0.65 \times 10^3 \times 1.0 \times 0.12 = 69.3 \text{ kN / m}$$

G. Armadura mínima (artº 104º)

$$A_{s \text{ min}} (\text{Art. 104º}) = \rho_{\text{min}} \times b \times d \times 10^4 / 100 = 1.80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura mínima} = \varnothing 8//0.25$$

H. Espaçamento máximo das armaduras de cálculo (Art. 105º)

$$1.5 h$$

$$S_{\text{max}} = \min \{ 0.35 \text{ m}$$

$$2 \times 0.15 \text{ m}$$

O espaçamento máximo adoptado da armadura principal é $S_{\text{max}} = 0.225 \text{ m}$

I. Armadura de distribuição (artº 108 REBAP)

$$A_s (+) \text{ distribuição} = 0.20 \times 3.35 \text{ cm}^2 / \text{m} = 0.67 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s (-) \text{ distribuição} = 0.20 \times 5.24 \text{ cm}^2 / \text{m} = 1.05 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Armadura mínima } \varnothing 8//0.20\text{m}$$

II. Cálculo da Laje de Escada

A. Limites de esbelteza (artº 102.2º REBAP)

$$h \geq l_i / 30 \quad \eta = 5.46 \times 0.60 / 30 \times 1 = 0.109 \text{ m}$$

$$h \geq l_i / 21 \quad \eta = 5.46 \times 0.60 / 21 \times 1 = 0.150 \text{ m}$$

A espessura da laje adoptada é igual a $h = 0.15 \text{ m}$.

B. Acções

C.P. – Cargas Permanentes

$$\text{Peso próprio da laje} - 25 \text{ kN} / \text{m}^3 \times 0.15 \text{ m} = 3.75 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\text{Revestimento} = 1.00 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$SC = 3.00 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$P_{sd} = 1.35 \times c_p + 1.5 \times s_c = 1.35 \times 4.75 + 1.5 \times 3.0 = 10.9 \text{ kN} / \text{m}^2$$

C. Esforço de cálculo

$$\text{Msd (1)} = -Pl^2/12 = 10.9 \times 5.46^2/12 = 27.1 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = 0.14150$$

$$w = 0.15747$$

$$A_s = 7.22 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 10//0.10 \text{ m}$$

$$\text{Msd (1/2V)} = -Pl^2/24 = 10.9 \times 5.46^2/24 = 13.5 \text{ kNm/m}$$

$$\mu = 0.07049$$

$$w = 0.07496$$

$$A_s = 3.44 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura adoptada} = \varnothing 10//0.15 \text{ m}$$

D. Esforço transversal (artº 53º)

$$V_{sd}(1) = Pl / 2 = 10.9 \times 5.46 / 2 = 29.8 \text{ kN/m}$$

$$V_{cd} = 0.6 \times (1.6 - d) \times \tau_1 \times b_w \times d$$

$$V_{cd} = 0.6 (1.6 - 0.12) \times 0.65 \times 10^3 \times 1.0 \times 0.12 = 69.3 \text{ kN} / \text{m}$$

E. Armadura mínima

$$A_{s \text{ min}} (\text{Art. 104º}) = \rho_{\text{min}} \times b \times d \times 10^4 / 100 = 1.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 6//0.15$$

1.000

F. Espaçamento máximo das armaduras de cálculo (Art. 105º)

$$1.5 h$$

$$S_{\max} = \min \{ 0.35 m \\ 0.25 m$$

O espaçamento é $S_{\max}$, armadura principal = 0.225 m

G. Armadura de distribuição (artº 108 REBAP)

$$As (+) \text{ distribuição} = 0.20 \times 5.24 \text{ cm}^2 / m = 1.05 \text{ cm}^2 / m$$

$$As (-) \text{ distribuição} = 0.20 \times 7.85 \text{ cm}^2 / m = 1.57 \text{ cm}^2 / m$$

$$\text{Armadura} = \varnothing 8 // 0.20$$

III. Cálculo das Fundações Superficiais (ver em ANEXO)

Nota: A tensão de segurança do solo foi admitida como 0.20Mpa 200 kN/m².

Este valor deve ser confirmado após a abertura das fundações.

Se o valor mínimo não for atingido na face inferior da sapata, deverá ser atingido pelas fundações um estrato com aquele valor, devendo ser a diferença de profundidade preenchida com betão B20/35 inferior a 7cm.

As fundações superficiais serão enterradas no solo à profundidade mínima de pelo menos 0.50m.

1 – Escolha da Dimensão da Sapata, S

$$(axb)_S > Nsd / 1.5 \sigma \text{ solo} > N / \sigma \text{ solo}$$

$$(axb)_S > N / \sigma \text{ solo}$$

Os momentos foram absorvidos pelos linteis de fundação ou viga de travamento.

Escolha da altura da sapata para que esta seja rígida

$$d \geq (a' - a) / 4$$

2.Verificação de Tensões Terreno-Sapata

$$\sigma \text{ apl.no terreno} = Nsd / A \times B$$

$$\sigma \text{ máx aplicado na sapata} < \sigma \text{ solo.}$$

3 – Cálculo das armaduras efectuado pelo método das bielas

4.Cálculo dos lintéis de Fundação

Acções

$$\text{Peso próprio da viga } 25 \text{ kN} / m^3 \times .30 \text{ m} \times .40 \text{ m} = 3.00 \text{ N/m}$$

$$\text{Peso próprio da parede } 2.60 \text{ kN} / m^2 \times 2.80 \text{ m} = 7.28 \text{ kN/m}$$

$$\text{Peso próprio do revestimento } 0.10 \text{ kN} / m^2 \times 2.50 \text{ m} = 0.28 \text{ kN/m}$$

$$\text{total} \dots\dots\dots 10.56 \text{ kN/m}$$

$$Psd = 1.35 \times 11.00 = 15.00 \text{ kN/m}$$

$$Msd \text{ maxi} = -Pl^2 / 12 = 15.00 \times 5.0^2 / 12 = 31.3 \text{ kN/m.}$$

$$Vsd \text{ maxi} = -Pl / 2 = 15.00 \times 5.0 / 2 = 37.50 \text{ kN.}$$

$$\mu = 0.039$$

$$\omega = 0.041$$

$$As = 2.11 \text{ cm}^2$$

A armadura adoptada é 3 $\varnothing$ 12

Verificação do esforço transverso.

$$Vsd = 38.20 \text{ kN}$$

$$Vcd = 87.75 \text{ kN}$$

$$Vrd = 540.00 \text{ kN}$$

$$Vwd < 0 \Rightarrow As \text{ mínimo} = 3.0 \text{ cm}^2 / m.$$

Os estribos adoptados são de $\varnothing$ 8 // .15

LAJES ALIGEIRADAS PRE-ESFORÇADAS - CÁLCULOS EFECTUADOS COM BASE NOS PAVIMENTOS PRELIS

LAJES:		L COBERTURA			
DADOS DE CÁLCULO					
Vão (m)		4.80			
Accoes perman. s/ p.p. (KN/m ²)		2.45			
Accoes variaveis (KN/m ²)		0.30			
Peso proprio (KN/m ²)		3.00			
Momento neg. apoio esq. (KN.m/m)		0.00			
Momento neg. apoio dir. (KN.m/m)		0.00			
PAVIMENTO ESCOLHIDO					
Tipo		PG2-345/16-19			
Altura total (cm)		19.00			
Lamina de compressao (cm)		3.00			
Quantidades/m ² :					
vigotas (m)		2.91			
blocos (un)		11.63			
betao (l)		74.30			
VERIFICACAO DE SEGURANCA (BLU)					
Momento (KN.m/m):	Med	24.84			
	Mrd	28.50			
Esf. transversa (KN/m):	Vsd	20.70			
	Vrd	36.50			
VERIFICACAO DE SEGURANCA (ELS)					
Fissuracao:	Med (KN.m/m)	15.96			
	Mfctk (KN.m/m)	18.20			
Deformacao: flecha longo prazo		11.77			
(mm) vão / 400		12.00			
REACOES DE APOIO NAO MAJORADAS					
Accoes permanentes:	esq.	13.08			
(KN/m)	dir.	13.08			
sobrecarga:	esq.	0.72			
(KN/m)	dir.	0.72			
DISPOSICOES CONSTRUTIVAS					
Zona a macicar devido	esq.	0.00			
a Msd- ou Vrd<Vsd (m)	dir.	0.00			
Armadura momentos neg.	esq.	0.00			
(A400) (cm ² /m)	dir.	0.00			
Armadura dist. (A400) (cm ² /m)		1.05 (4ø6/m)			
Numero de tarugos		2			
Armadura/tarugo (A400) (cm ²)		0.84 (2ø8)			
Contra-flecha escoramento (mm)		0			

Affichage des efforts

Résultats individuels

Convention des signes - efforts internes

Elément 1101A3415
 1101A3415
 Noeud tous
 1A415
 Cas 19S> 19S<
 1A13 14 15 18A22

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1101	101	14S>	0.0	0.00	38.65	13.61	0.00
1101	101	14S<	0.0	0.00	13.23	-38.27	0.00
1101	122	14S>	0.0	0.00	-14.06	3.55	0.00
1101	122	14S<	0.0	0.00	-39.48	-31.01	0.00
1102	102	14S>	0.0	0.00	72.13	0.36	0.00
1102	102	14S<	0.0	0.00	7.28	-36.05	0.00
1102	123	14S>	0.0	0.00	62.19	4.26	0.00
1102	123	14S<	0.0	0.00	-2.67	1.73	0.00
1105	105	14S>	0.0	0.00	45.39	3.27	0.00
1105	105	14S<	0.0	0.00	25.03	-38.71	0.00
1105	106	14S>	0.0	0.00	-23.62	2.65	0.00
1105	106	14S<	0.0	0.00	-43.98	-32.73	0.00
1107	107	14S>	0.00	0.00	51.31	24.52	0.00
1107	107	14S<	0.00	0.00	-24.42	-28.14	0.00
1107	117	14S>	0.00	0.00	25.05	13.95	0.00
1107	117	14S<	0.00	0.00	-50.68	-16.88	0.00
1108	108	14S>	0.0	0.00	42.31	8.46	0.00
1108	108	14S<	0.0	0.00	21.77	-37.63	0.00
1108	109	14S>	0.0	0.00	-27.62	-9.73	0.00
1108	109	14S<	0.0	0.00	-48.16	-41.69	0.00
1109	109	14S>	0.0	0.00	50.57	-16.10	0.00
1109	109	14S<	0.0	0.00	36.21	-39.09	0.00
1109	110	14S>	0.0	0.00	-33.62	-9.16	0.00
1109	110	14S<	0.0	0.00	-47.49	-35.94	0.00
1111	111	14S>	0.0	0.00	42.08	30.69	0.00
1111	111	14S<	0.0	0.00	-0.82	-46.55	0.00
1111	112	14S>	0.0	0.00	-0.83	13.28	0.00
1111	112	14S<	0.0	0.00	-43.72	-33.91	0.00
1112	112	14S>	0.0	0.00	68.89	13.62	0.00
1112	112	14S<	0.0	0.00	-36.28	-28.61	0.00
1112	113	14S>	0.0	0.00	55.58	27.45	0.00
1112	113	14S<	0.0	0.00	-49.59	-25.07	0.00
1114	114	14S>	0.0	0.00	34.26	17.76	0.00
1114	114	14S<	0.0	0.00	-3.23	-21.40	0.00
1114	115	14S>	0.0	0.00	-7.86	16.87	0.00
1114	115	14S<	0.0	0.00	-45.34	-52.67	0.00
1115	115	14S>	0.0	0.00	57.87	0.17	0.00
1115	115	14S<	0.0	0.00	28.11	-67.20	0.00
1115	116	14S>	0.0	0.00	-25.84	9.68	0.00
1115	116	14S<	0.0	0.00	-55.60	-65.82	0.00
1117	117	14S>	0.0	0.00	43.07	21.25	0.00
1117	117	14S<	0.0	0.00	-18.67	-24.11	0.00
1117	118	14S>	0.0	0.00	15.56	16.78	0.00

Affichage des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1117	118	14S<	0.0	0.00	-46.17	-23.21	0.00
1118	118	14S>	0.00	0.00	60.03	20.58	0.00
1118	118	14S<	0.00	0.00	-52.50	-28.46	0.00
1118	110	14S>	0.00	0.00	34.36	22.35	0.00
1118	110	14S<	0.00	0.00	-78.17	-49.71	0.00
1119	119	14S>	5.70	1.40	5.42	4.73	0.61
1119	119	14S<	-0.93	-3.63	-3.46	-5.34	-2.37
1119	121	14S>	4.20	1.40	3.27	-0.02	2.07
1119	121	14S<	-2.43	-3.63	-5.61	-0.83	-1.12
1121	121	14S>	10.73	0.25	3.82	0.55	0.81
1121	121	14S<	-2.98	-4.22	-3.24	0.28	-2.61
1121	120	14S>	12.24	0.25	1.68	3.64	2.57
1121	120	14S<	-1.47	-4.22	-5.39	-4.72	0.48
1122	122	14S>	0.0	0.00	-16.68	5.41	0.00
1122	122	14S<	0.0	0.00	-28.96	-12.81	0.00
1122	102	14S>	0.0	0.00	-23.32	-5.21	0.00
1122	102	14S<	0.0	0.00	-35.59	-23.10	0.00
1123	123	14S>	0.0	0.00	19.24	0.70	0.00
1123	123	14S<	0.0	0.00	10.30	-3.45	0.00
1123	124	14S>	0.0	0.00	2.66	11.52	0.00
1123	124	14S<	0.0	0.00	-6.28	-1.30	0.00
1124	124	14S>	0.0	0.00	28.78	22.37	0.00
1124	124	14S<	0.0	0.00	-11.73	-7.64	0.00
1124	103	14S>	0.0	0.00	-9.36	14.74	0.00
1124	103	14S<	0.0	0.00	-49.87	-48.50	0.00
1201	201	14S>	47.31	1.77	10.09	-0.92	3.54
1201	201	14S<	-10.82	-0.47	7.48	-9.16	-1.30
1201	202	14S>	41.11	1.77	-8.02	-4.98	0.61
1201	202	14S<	-17.02	-0.47	-10.63	-7.26	-3.58
1202	202	14S>	53.23	0.73	10.43	-4.55	0.97
1202	202	14S<	7.68	-1.57	7.79	-6.82	-3.31
1202	203	14S>	59.42	0.73	-8.16	-2.13	3.15
1202	203	14S<	13.88	-1.57	-10.80	-10.77	-2.02
1205	205	14S>	48.41	1.48	17.61	-1.17	2.88
1205	205	14S<	2.09	-1.80	11.61	-16.27	-3.51
1205	206	14S>	38.82	1.48	-10.42	-1.81	3.73
1205	206	14S<	-7.50	-1.80	-16.42	-10.82	-3.08
1207	207	14S>	0.00	0.00	26.21	10.18	0.00
1207	207	14S<	0.00	0.00	-7.62	-12.60	0.00
1207	217	14S>	0.00	0.00	8.94	6.70	0.00
1207	217	14S<	0.00	0.00	-24.88	-7.67	0.00
1208	208	14S>	64.92	0.74	16.93	1.03	1.99
1208	208	14S<	4.18	-0.74	10.13	-16.29	-1.99
1208	209	14S>	55.33	0.74	-11.10	-4.59	0.99
1208	209	14S<	-5.41	-0.74	-17.90	-14.60	-0.99
1209	209	14S>	81.67	0.33	16.60	-5.25	0.45
1209	209	14S<	-8.36	-0.97	11.95	-12.93	-1.33
1209	210	14S>	91.26	0.33	-12.17	-3.81	2.67
1209	210	14S<	1.23	-0.97	-16.82	-15.26	-0.89
1211	211	14S>	42.67	1.14	9.98	4.86	1.65
1211	211	14S<	-24.68	-2.59	3.05	-10.54	-4.44
1211	212	14S>	37.94	1.14	-3.85	0.10	3.50

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MZ (kNm)
1211	212	14S<	-29.41	-2.59	-10.78	-8.23	-1.84
1212	212	14S>	122.12	15.49	14.81	1.42	7.09
1212	212	14S<	-21.05	-31.43	1.10	-10.36	-12.73
1212	213	14S>	120.65	15.49	10.52	6.42	17.17
1212	213	14S<	-22.51	-31.43	-3.19	-4.32	-7.64
1215	215	14S>	79.25	16.04	6.14	1.70	6.60
1215	215	14S<	4.90	-19.79	-5.84	-5.18	-8.46
1215	225	14S>	77.78	16.04	1.85	-1.38	10.37
1215	225	14S<	3.43	-19.79	-10.13	-5.91	-8.65
1217	217	14S>	0.0	0.00	19.24	8.16	0.00
1217	217	14S<	0.0	0.00	-8.37	-9.97	0.00
1217	218	14S>	0.0	0.00	1.15	3.94	0.00
1217	218	14S<	0.0	0.00	-26.46	-14.06	0.00
1218	218	14S>	0.00	0.00	33.56	6.69	0.00
1218	218	14S<	0.00	0.00	-18.14	-16.82	0.00
1218	210	14S>	0.00	0.00	16.68	10.20	0.00
1218	210	14S<	0.00	0.00	-35.02	-21.89	0.00
1225	225	14S>	41.09	2.03	11.11	-0.85	3.70
1225	225	14S<	-19.15	-0.64	6.03	-7.04	-1.68
1225	216	14S>	47.29	2.03	-7.48	0.41	0.95
1225	216	14S<	-12.95	-0.64	-12.56	-14.28	-4.63
1401	201	14S>	0.0	0.00	10.57	10.74	0.00
1401	201	14S<	0.0	0.00	-1.75	-13.15	0.00
1401	402	14S>	0.0	0.00	0.50	7.89	0.00
1401	402	14S<	0.0	0.00	-11.82	-15.04	0.00
1402	402	14S>	0.0	0.00	10.74	8.91	0.00
1402	402	14S<	0.0	0.00	-1.09	-13.24	0.00
1402	203	14S>	0.0	0.00	0.41	8.51	0.00
1402	203	14S<	0.0	0.00	-11.42	-15.50	0.00
1411	211	14S>	0.0	0.00	15.11	17.23	0.00
1411	211	14S<	0.0	0.00	-7.53	-19.61	0.00
1411	412	14S>	0.0	0.00	7.43	13.08	0.00
1411	412	14S<	0.0	0.00	-15.21	-15.74	0.00
1412	412	14S>	0.0	0.00	46.14	31.34	0.00
1412	412	14S<	0.0	0.00	-50.19	-27.37	0.00
1412	415	14S>	0.0	0.00	42.69	30.37	0.00
1412	415	14S<	0.0	0.00	-53.63	-36.15	0.00
1415	415	14S>	0.0	0.00	12.53	6.94	0.00
1415	415	14S<	0.0	0.00	1.15	-18.51	0.00
1415	216	14S>	0.0	0.00	-0.19	11.10	0.00
1415	216	14S<	0.0	0.00	-11.57	-18.08	0.00
1902	302	14S>	44.02	5.44	52.42	10.13	4.20
1902	302	14S<	-77.44	-9.68	-18.58	-26.61	-5.45
1902	223	14S>	43.12	5.44	51.14	11.31	1.94
1902	223	14S<	-78.34	-9.68	-19.87	-3.94	-0.09
1922	122	14S>	-4.86	7.69	31.13	-1.34	3.01
1922	122	14S<	-81.81	-17.45	5.10	-17.94	-5.89
1922	302	14S>	-5.46	7.69	30.27	1.45	2.64
1922	302	14S<	-82.41	-17.45	4.24	-3.45	-0.75
1923	223	14S>	44.18	0.84	13.70	3.49	0.35
1923	223	14S<	-83.77	-2.18	-5.91	-4.96	-0.98
1923	124	14S>	45.69	0.84	11.55	10.45	1.72

Affichage des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1923	124	14S<	-82.27	-2.18	-8.05	-5.04	-0.71
2101	101	14S>	0.0	0.00	41.46	22.13	0.00
2101	101	14S<	0.0	0.00	2.10	-39.62	0.00
2101	105	14S>	0.0	0.00	-4.81	19.02	0.00
2101	105	14S<	0.0	0.00	-44.16	-45.17	0.00
2102	102	14S>	0.0	0.00	43.26	6.86	0.00
2102	102	14S<	0.0	0.00	17.73	-28.63	0.00
2102	106	14S>	0.0	0.00	-23.76	2.58	0.00
2102	106	14S<	0.0	0.00	-49.29	-43.63	0.00
2103	103	14S>	0.0	0.00	36.99	24.12	0.00
2103	103	14S<	0.0	0.00	-11.72	-25.61	0.00
2103	104	14S>	0.0	0.00	3.17	9.53	0.00
2103	104	14S<	0.0	0.00	-45.55	-26.00	0.00
2104	104	14S>	0.0	0.00	43.61	11.01	0.00
2104	104	14S<	0.0	0.00	3.69	-28.63	0.00
2104	107	14S>	0.0	0.00	-3.75	20.22	0.00
2104	107	14S<	0.0	0.00	-43.67	-37.98	0.00
2105	105	14S>	0.0	0.00	44.79	22.08	0.00
2105	105	14S<	0.0	0.00	1.18	-46.93	0.00
2105	108	14S>	0.0	0.00	-1.47	22.39	0.00
2105	108	14S<	0.0	0.00	-45.08	-48.16	0.00
2106	106	14S>	0.0	0.00	49.51	8.48	0.00
2106	106	14S<	0.0	0.00	17.12	-44.99	0.00
2106	109	14S>	0.0	0.00	-17.51	6.21	0.00
2106	109	14S<	0.0	0.00	-49.90	-43.98	0.00
2108	108	14S>	0.0	0.00	42.48	10.09	0.00
2108	108	14S<	0.0	0.00	15.56	-44.14	0.00
2108	111	14S>	0.0	0.00	-14.16	6.84	0.00
2108	111	14S<	0.0	0.00	-41.09	-35.86	0.00
2109	109	14S>	0.0	0.00	50.04	-2.71	0.00
2109	109	14S<	0.0	0.00	27.99	-43.31	0.00
2109	113	14S>	0.0	0.00	-23.10	5.20	0.00
2109	113	14S<	0.0	0.00	-45.14	-33.58	0.00
2110	110	14S>	0.0	0.00	52.56	-13.62	0.00
2110	110	14S<	0.0	0.00	35.98	-55.84	0.00
2110	116	14S>	0.0	0.00	-32.89	-7.64	0.00
2110	116	14S<	0.0	0.00	-49.47	-46.67	0.00
2111	111	14S>	0.0	0.00	35.46	14.97	0.00
2111	111	14S<	0.0	0.00	-12.57	-27.07	0.00
2111	114	14S>	0.0	0.00	21.23	9.79	0.00
2111	114	14S<	0.0	0.00	-26.81	-10.64	0.00
2112	112	14S>	0.0	0.00	42.97	18.49	0.00
2112	112	14S<	0.0	0.00	-29.66	-24.91	0.00
2112	115	14S>	0.0	0.00	35.49	26.10	0.00
2112	115	14S<	0.0	0.00	-37.14	-24.93	0.00
2119	119	14S>	0.0	0.00	13.11	7.74	0.00
2119	119	14S<	0.0	0.00	-7.81	-7.75	0.00
2119	122	14S>	0.0	0.00	4.40	6.26	0.00
2119	122	14S<	0.0	0.00	-16.52	-11.73	0.00
2120	120	14S>	0.0	0.00	13.12	3.23	0.00
2120	120	14S<	0.0	0.00	1.14	-8.69	0.00
2120	124	14S>	0.0	0.00	4.40	5.46	0.00

Alignement des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
2120	124	14S<	0.0	0.00	-7.58	-2.06	0.00
2121	121	14S>	4.66	3.98	5.19	2.42	3.02
2121	121	14S<	-2.91	-0.08	-2.12	-2.66	0.18
2121	223	14S>	4.66	3.98	1.76	2.89	0.34
2121	223	14S<	-2.91	-0.08	-5.56	-3.72	-3.38
2201	201	14S>	0.0	0.00	34.27	10.03	0.00
2201	201	14S<	0.0	0.00	12.18	-26.30	0.00
2201	205	14S>	0.0	0.00	-16.07	2.82	0.00
2201	205	14S<	0.0	0.00	-38.16	-31.54	0.00
2202	202	14S>	0.0	0.00	49.54	-0.94	0.00
2202	202	14S<	0.0	0.00	33.97	-30.53	0.00
2202	206	14S>	0.0	0.00	-41.04	-16.92	0.00
2202	206	14S<	0.0	0.00	-56.61	-37.16	0.00
2203	203	14S>	0.0	0.00	24.45	14.96	0.00
2203	203	14S<	0.0	0.00	-3.67	-16.67	0.00
2203	204	14S>	0.0	0.00	-3.08	2.03	0.00
2203	204	14S<	0.0	0.00	-31.19	-15.55	0.00
2204	204	14S>	0.0	0.00	29.78	3.02	0.00
2204	204	14S<	0.0	0.00	9.13	-17.26	0.00
2204	207	14S>	0.0	0.00	-8.76	8.50	0.00
2204	207	14S<	0.0	0.00	-29.41	-21.82	0.00
2205	205	14S>	0.0	0.00	35.45	3.12	0.00
2205	205	14S<	0.0	0.00	14.42	-30.51	0.00
2205	208	14S>	0.0	0.00	-14.88	2.40	0.00
2205	208	14S<	0.0	0.00	-35.91	-31.26	0.00
2206	206	14S>	0.0	0.00	57.62	-10.50	0.00
2206	206	14S<	0.0	0.00	33.64	-39.71	0.00
2206	209	14S>	0.0	0.00	-32.96	-0.27	0.00
2206	209	14S<	0.0	0.00	-56.94	-47.80	0.00
2208	208	14S>	0.0	0.00	40.54	-1.06	0.00
2208	208	14S<	0.0	0.00	20.59	-35.60	0.00
2208	211	14S>	0.0	0.00	-16.08	8.43	0.00
2208	211	14S<	0.0	0.00	-36.03	-28.86	0.00
2209	209	14S>	0.0	0.00	62.24	-8.67	0.00
2209	209	14S<	0.0	0.00	41.98	-53.07	0.00
2209	213	14S>	0.0	0.00	-39.66	-12.42	0.00
2209	213	14S<	0.0	0.00	-59.92	-40.97	0.00
2210	210	14S>	0.0	0.00	44.53	-17.63	0.00
2210	210	14S<	0.0	0.00	35.29	-40.84	0.00
2210	216	14S>	0.0	0.00	-32.54	-11.48	0.00
2210	216	14S<	0.0	0.00	-41.78	-33.55	0.00
2212	212	14S>	0.0	0.00	42.79	23.10	0.00
2212	212	14S<	0.0	0.00	-30.92	-22.04	0.00
2212	215	14S>	0.0	0.00	22.99	20.71	0.00
2212	215	14S<	0.0	0.00	-50.72	-29.97	0.00
2213	213	14S>	0.0	0.00	38.19	-15.25	0.00
2213	213	14S<	0.0	0.00	26.27	-19.45	0.00
2213	225	14S>	0.0	0.00	1.39	6.94	0.00
2213	225	14S<	0.0	0.00	-10.53	-5.68	0.00
3001	1	14S>	141.55	16.60	15.51	35.67	26.69
3001	1	14S<	65.75	-14.02	-20.58	-31.21	-24.11
3001	101	14S>	133.58	16.60	15.51	15.35	17.94

Affichage des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
3001	101	14S<	57.78	-14.02	-20.58	-26.09	-23.12
3002	2	14S>	205.06	17.30	24.97	41.12	25.96
3002	2	14S<	180.22	-13.13	-26.02	-40.68	-21.88
3002	102	14S>	197.09	17.30	24.97	34.23	17.51
3002	102	14S<	172.25	-13.13	-26.02	-36.94	-25.94
3003	3	14S>	152.74	12.15	21.66	31.13	19.53
3003	3	14S<	32.86	-11.57	-16.04	-37.36	-19.12
3003	103	14S>	144.78	12.15	21.66	27.64	15.58
3003	103	14S<	24.89	-11.57	-16.04	-17.00	-16.93
3004	4	14S>	103.86	13.79	15.56	31.89	21.17
3004	4	14S<	87.17	-13.68	-15.32	-32.66	-21.23
3004	104	14S>	95.89	13.79	15.56	14.11	19.80
3004	104	14S<	79.20	-13.68	-15.32	-14.16	-20.21
3005	5	14S>	191.40	8.16	32.69	54.50	16.51
3005	5	14S<	150.22	-14.47	-32.26	-54.96	-22.61
3005	105	14S>	183.43	8.16	32.69	43.13	20.80
3005	105	14S<	142.25	-14.47	-32.26	-42.29	-7.98
3006	6	14S>	245.78	13.53	25.84	42.72	20.16
3006	6	14S<	199.48	-7.68	-25.05	-43.69	-14.14
3006	106	14S>	238.40	13.53	25.84	33.85	8.89
3006	106	14S<	192.10	-7.68	-25.05	-32.46	-20.44
3007	7	14S>	140.66	11.05	24.03	37.81	19.80
3007	7	14S<	18.56	-11.42	-21.56	-40.67	-19.99
3007	107	14S>	132.69	11.05	24.03	31.47	14.32
3007	107	14S<	10.59	-11.42	-21.56	-26.93	-13.39
3008	8	14S>	203.39	10.51	31.18	54.35	20.32
3008	8	14S<	153.32	-15.80	-32.11	-53.45	-25.47
3008	108	14S>	195.42	10.51	31.18	40.12	21.94
3008	108	14S<	145.35	-15.80	-32.11	-42.00	-11.22
3009	9	14S>	306.37	13.81	25.99	45.90	21.60
3009	9	14S<	268.19	-14.05	-28.22	-43.86	-21.73
3009	109	14S>	299.00	13.81	25.99	34.11	20.42
3009	109	14S<	260.82	-14.05	-28.22	-38.76	-19.84
3010	10	14S>	248.44	18.61	16.79	40.61	28.41
3010	10	14S<	146.98	-14.38	-24.38	-33.41	-24.04
3010	110	14S>	240.47	18.61	16.79	18.31	19.10
3010	110	14S<	139.01	-14.38	-24.38	-33.89	-27.43
3011	11	14S>	151.46	16.35	30.01	59.17	26.44
3011	11	14S<	73.93	-18.61	-33.69	-55.62	-28.71
3011	111	14S>	143.49	16.35	30.01	34.43	27.13
3011	111	14S<	65.97	-18.61	-33.69	-41.93	-22.61
3012	12	14S>	164.84	9.68	14.79	22.10	15.73
3012	12	14S<	22.57	-10.26	-14.32	-22.61	-16.35
3012	112	14S>	159.48	9.68	14.79	21.77	14.43
3012	112	14S<	17.20	-10.26	-14.32	-20.85	-13.32
3013	13	14S>	158.98	7.03	13.83	21.99	12.85
3013	13	14S<	52.23	-11.62	-14.21	-21.65	-17.51
3013	113	14S>	153.61	7.03	13.83	19.85	17.35
3013	113	14S<	46.86	-11.62	-14.21	-20.65	-8.23
3014	14	14S>	46.93	5.58	6.49	11.01	8.52
3014	14	14S<	-3.09	-5.85	-7.44	-10.08	-8.79
3014	114	14S>	43.32	5.58	6.49	9.40	8.75

Affichage des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
3014	114	14S<	-6.70	-5.85	-7.44	-11.30	-8.22
3015	15	14S>	240.67	13.78	35.03	67.99	22.76
3015	15	14S<	13.44	-14.21	-40.95	-62.15	-23.26
3015	115	14S>	232.70	13.78	35.03	42.97	19.38
3015	115	14S<	5.48	-14.21	-40.95	-54.87	-18.59
3016	16	14S>	189.66	6.30	37.18	52.77	13.68
3016	16	14S<	118.26	-14.66	-25.73	-64.29	-22.20
3016	116	14S>	181.69	6.30	37.18	47.31	21.77
3016	116	14S<	110.29	-14.66	-25.73	-24.47	-5.25
3017	17	14S>	119.20	8.21	7.11	10.40	13.48
3017	17	14S<	-26.11	-7.99	-6.79	-10.86	-13.27
3017	117	14S>	114.60	8.21	7.11	10.49	10.70
3017	117	14S<	-30.71	-7.99	-6.79	-9.97	-11.16
3018	18	14S>	96.54	10.24	6.32	9.49	15.70
3018	18	14S<	-1.41	-9.87	-5.70	-10.23	-15.34
3018	118	14S>	91.94	10.24	6.32	8.74	14.26
3018	118	14S<	-6.01	-9.87	-5.70	-7.61	-15.03
3019	19	14S>	21.67	5.28	3.50	5.21	7.84
3019	19	14S<	-4.80	-4.50	-3.37	-5.44	-7.09
3019	119	14S>	18.06	5.28	3.50	5.07	6.41
3019	119	14S<	-8.42	-4.50	-3.37	-4.89	-7.99
3020	20	14S>	27.15	5.03	3.56	5.26	7.39
3020	20	14S<	3.54	-3.59	-3.42	-5.49	-5.99
3020	120	14S>	23.53	5.03	3.56	5.18	4.78
3020	120	14S<	-0.07	-3.59	-3.42	-4.99	-7.69
3101	101	14S>	63.07	17.61	3.15	14.44	18.85
3101	101	14S<	32.86	-5.99	-15.78	1.28	-6.28
3101	201	14S>	56.96	17.61	3.15	8.84	7.53
3101	201	14S<	26.75	-5.99	-15.78	-22.16	-21.69
3102	102	14S>	104.46	19.52	52.22	9.62	5.48
3102	102	14S<	57.69	-9.82	-98.26	-8.05	2.52
3102	302	14S>	103.72	19.52	52.22	6.81	7.55
3102	302	14S<	56.95	-9.82	-98.26	-18.14	-2.26
3103	103	14S>	65.72	10.74	18.39	-2.80	12.02
3103	103	14S<	19.45	-8.93	-1.18	-18.30	-9.77
3103	203	14S>	59.61	10.74	18.39	24.21	10.79
3103	203	14S<	13.34	-8.93	-1.18	-5.73	-12.70
3104	104	14S>	46.46	16.47	4.72	9.56	18.49
3104	104	14S<	38.94	-15.83	-3.36	-11.40	-17.75
3104	204	14S>	40.35	16.47	4.72	2.20	18.67
3104	204	14S<	32.83	-15.83	-3.36	-0.91	-19.39
3105	105	14S>	90.97	-1.88	25.97	25.52	-4.01
3105	105	14S<	69.34	-14.07	-25.27	-25.99	-16.26
3105	205	14S>	84.86	-1.88	25.97	33.83	16.13
3105	205	14S<	63.23	-14.07	-25.27	-32.69	0.28
3106	106	14S>	122.52	5.68	12.58	16.57	10.01
3106	106	14S<	99.34	0.64	-10.70	-19.72	2.48
3106	206	14S>	113.66	5.68	12.58	25.64	0.19
3106	206	14S<	90.49	0.64	-10.70	-22.01	-10.45
3107	107	14S>	50.34	7.05	20.73	11.35	7.98
3107	107	14S<	18.63	-7.90	-12.03	-21.01	-8.95
3107	207	14S>	44.23	7.05	20.73	26.92	9.26

Affichage des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
3107	207	14S<	12.52	-7.90	-12.03	-16.57	-8.29
3108	108	14S>	99.04	-0.23	21.09	27.03	-2.30
3108	108	14S<	73.07	-13.64	-27.38	-20.36	-15.13
3108	208	14S>	92.93	-0.23	21.09	28.27	16.30
3108	208	14S<	66.96	-13.64	-27.38	-36.07	-1.82
3109	109	14S>	117.11	3.89	1.74	11.21	6.52
3109	109	14S<	110.45	-3.99	-3.82	-7.09	-6.81
3109	209	14S>	108.26	3.89	1.74	-0.79	7.57
3109	209	14S<	101.60	-3.99	-3.82	-2.57	-7.48
3110	110	14S>	90.15	21.10	-5.53	30.65	24.59
3110	110	14S<	76.97	-9.88	-30.62	7.21	-10.36
3110	210	14S>	84.04	21.10	-5.53	-5.41	12.37
3110	210	14S<	70.86	-9.88	-30.62	-39.90	-23.95
3111	111	14S>	63.23	9.06	12.02	18.28	11.89
3111	111	14S<	26.83	-20.89	-21.04	-6.61	-23.63
3111	211	14S>	57.12	9.06	12.02	21.45	24.43
3111	211	14S<	20.73	-20.89	-21.04	-30.53	-8.95
3112	112	14S>	84.48	5.87	15.79	16.91	7.23
3112	112	14S<	1.72	-6.82	-14.62	-18.44	-8.56
3112	412	14S>	80.36	5.87	15.79	17.88	7.13
3112	412	14S<	-2.39	-6.82	-14.62	-16.72	-6.29
3113	113	14S>	94.50	1.40	3.04	6.91	1.84
3113	113	14S<	43.72	-7.37	-4.10	-5.36	-12.91
3113	213	14S>	88.07	1.40	3.04	5.59	13.63
3113	213	14S<	37.28	-7.37	-4.10	-7.84	-3.20
3115	115	14S>	127.26	6.50	22.68	34.21	8.30
3115	115	14S<	-29.91	-7.06	-33.65	-18.07	-9.07
3115	415	14S>	121.15	6.50	22.68	34.18	7.22
3115	415	14S<	-36.02	-7.06	-33.65	-43.27	-6.69
3116	116	14S>	83.13	-9.02	24.01	-9.26	-10.65
3116	116	14S<	45.04	-23.06	-0.51	-23.68	-24.74
3116	216	14S>	77.02	-9.02	24.01	33.00	28.37
3116	216	14S<	38.94	-23.06	-0.51	-11.89	10.03
3117	117	14S>	35.68	6.42	8.49	8.33	6.98
3117	117	14S<	-1.81	-5.58	-7.21	-9.77	-5.97
3117	217	14S>	32.15	6.42	8.49	9.77	6.87
3117	217	14S<	-5.34	-5.58	-7.21	-8.24	-7.78
3118	118	14S>	39.93	11.79	5.86	4.00	13.39
3118	118	14S<	7.85	-9.37	-3.77	-6.43	-10.98
3118	218	14S>	36.41	11.79	5.86	7.06	10.57
3118	218	14S<	4.33	-9.37	-3.77	-4.68	-13.73
3123	123	14S>	51.55	3.80	-0.93	7.69	0.72
3123	123	14S<	-21.58	-2.65	-21.78	1.03	0.47
3123	223	14S>	50.30	3.80	-0.93	0.38	2.40
3123	223	14S<	-22.84	-2.65	-21.78	-7.55	-2.06
3202	302	14S>	75.66	7.03	32.68	34.53	13.97
3202	302	14S<	54.32	-2.86	-33.73	-31.39	-5.84
3202	402	14S>	70.29	7.03	32.68	34.62	1.10
3202	402	14S<	48.96	-2.86	-33.73	-33.60	-1.38
3402	402	14S>	59.45	27.03	8.77	10.67	6.86
3402	402	14S<	38.84	-3.72	-5.83	-12.47	-3.69
3402	202	14S>	56.00	27.03	8.77	3.19	1.21

Affichage des efforts

Elém.	Noeud	Cas	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	MZ (kNm)
3402	202	14S<	35.38	-3.72	-5.83	-1.16	-28.35
3412	412	14S>	45.82	40.60	3.50	3.40	20.57
3412	412	14S<	28.42	-51.73	-3.21	-4.38	-26.26
3412	212	14S>	44.05	40.60	3.50	1.02	25.06
3412	212	14S<	26.65	-51.73	-3.21	-1.72	-19.71
3415	415	14S>	63.26	44.88	25.64	25.79	23.21
3415	415	14S<	-2.74	-61.92	-31.24	-23.83	-31.64
3415	215	14S>	60.62	44.88	25.64	1.62	29.80
3415	215	14S<	-5.37	-61.92	-31.24	-5.21	-21.32
MAX TOTAUX			306.37	44.88	72.13	67.99	29.80
Elément			3009	3415	1102	3015	3415
Noeud			9	215	102	15	215
Cas			1S	4S	2S	2S	4S
MIN TOTAUX			-83.77	-61.92	-98.26	-67.20	-31.64
Elément			1923	3415	1102	1115	3415
Noeud			223	215	302	115	415
Cas			3S	5S	3S	3S	5S