

CYPEVAC III

Memória de cálculo

Manual do utilizador



Software para
Arquitetura,
Engenharia
e Construção

IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUER A SUA ATENÇÃO E A SUA LEITURA

A informação contida neste documento é propriedade da CYPE Ingenieros, S.A. e nenhuma parte dela pode ser reproduzida ou transferida sob nenhum conceito, de nenhuma forma e por nenhum meio, quer seja electrónico ou mecânico, sem a prévia autorização escrita da CYPE Ingenieros, S.A.

Este documento e a informação nele contida são parte integrante da documentação que acompanha a Licença de Utilização dos programas informáticos da CYPE Ingenieros, S.A. e da qual são inseparáveis. Por conseguinte, está protegida pelas mesmas condições e deveres. Não esqueça que deverá ler, compreender e aceitar o Contrato de Licença de Utilização do software, do qual esta documentação é parte, antes de utilizar qualquer componente do produto. Se NÃO aceitar os termos do Contrato de Licença de Utilização, devolva imediatamente o software e todos os elementos que o acompanham ao local onde o adquiriu, para obter um reembolso total.

Este manual corresponde à versão do software denominada pela CYPE Ingenieros, S.A. como CYPEVAC III. A informação contida neste documento descreve substancialmente as características e métodos de manuseamento do programa ou programas que acompanha. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, a CYPE Ingenieros, S.A. dispõe de outros serviços, entre os quais se encontra o de Actualizações, que lhe permitirá adquirir as últimas versões do software e a documentação que o acompanha. Se tiver dúvidas relativamente a este texto ou ao Contrato de Licença de Utilização do software, pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado Top-Informática, Lda., na direcção:

Rua Comendador Santos da Cunha, 304
4700-026 Braga
Tel: 00 351 253 20 94 30
<http://www.topinformatica.pt>

Traduzido e adaptado pela Top-Informática, Lda. para a
© CYPE Ingenieros, S.A.
Maio 2016

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

Índice

1. Memória de Cálculo	6
1.1. Introdução	6
1.2. Metodologias de cálculo.....	6
1.2.1. Isolamento sonoro a sons aéreos.....	6
1.2.2. Frequência de ressonância.....	7
1.2.3. Isolamento sonoro a sons de percussão	7
1.2.4. Cálculo e verificação	9
1.2.4.1. Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes simples.....	9
1.2.4.2. Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes duplas	9
1.2.4.3. Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes com envidraçados e ou com portas	9
1.2.4.4. Transmissões marginais	10
1.2.4.5. Índices de isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão	12
1.2.4.6. Tempo de reverberação	12
1.2.4.7. Equipamentos	13
1.3. Tipologias das divisões	13
2. Bibliografia	16

Nota prévia

Devido à implementação de novas funcionalidades e melhorias no CYPEVAC III, é possível que pontualmente surjam imagens ou textos que não correspondam à versão atual. Em caso de dúvida consulte a Assistência Técnica em <https://www.topinformatica.pt/>.

Apresentação

CYPEVAC III - Verificação da Acústica nas Construções, é um programa que permite a verificação dos índices de isolamentos sonoros de acordo com o Regulamento do Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de Junho, com a excepção do artigo 10.º-A.

Contém numerosas opções de verificação e permite inclusivamente uma definição personalizada de paredes e/ou pavimentos. Pode verificar vários tipos de paredes e/ou pavimentos ao mesmo tempo, de forma que se imprimam, na mesma listagem, todos os elementos da obra. Estas verificações podem-se visualizar no ecrã depois do cálculo.

Na edição de paredes e/ou pavimentos genéricos, é possível aplicar todo o tipo de materiais, de diferentes massas volúmicas e das mais variadas espessuras.

Imprime um documento de dados de entrada e resultados em impressora ou exporta-o como ficheiro de texto. Desenha elementos pormenorizados.

Agradecimento

A CYPE Ingenieros, S.A. e a Top-Informática, Lda., agradecem:

Ao Prof. Rui Calejo do Projecto NI&DEA-FEUP - Núcleos de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Acústica pelo parecer emitido sobre o Cypevac (v. 2008), o qual permitiu a identificação de oportunidades de melhorias a implementar nas versões futuras.

Ao Laboratório de Física das Construções da Universidade do Minho, nas pessoas do Prof. Luís Bragança e da Eng. Sandra Monteiro da Silva, a valiosa colaboração dispensada na concepção da primeira versão deste programa (v.2002) bem como da sua adaptação ao Decreto-lei 129/2002 de 11 de Maio, nomeadamente artigo 5º.

1. Memória de Cálculo

1.1. Introdução

O presente programa de cálculo automático tem por objectivo o cálculo e verificação de elementos de divisão (paredes e pavimentos), em termos dos seus índices de isolamento sonoro, permitindo assim o controle da poluição sonora, de modo que as construções possuam condições de conforto acústico que salvaguardem a saúde e bem-estar dos ocupantes dos edifícios.

Este controle realiza-se por meio da aplicação do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de Junho com a excepção do artigo 10.º-A).

1.2. Metodologias de cálculo

Para a análise das verificações a realizar do citado regulamento, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) proporciona publicações com metodologias que caracterizam o isolamento sonoro de paredes e pavimentos. De seguida discriminam-se alguns conceitos necessários para a avaliação do isolamento.

1.2.1. Isolamento sonoro a sons aéreos

Chama-se ruído aéreo aos sons transmitidos via aérea. Para o caso de edifícios, a fonte sonora originária desta excitação, pode ser o ruído do tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo, o funcionamento de equipamentos colectivos e/ou individuais, a própria conversação, actividades quotidianas, etc. A origem destas fontes sonoras podem estar tanto no interior como no exterior do edifício. Assim, o regulamento estabelece limites de isolamento sonoro, segundo a localização de cada elemento de divisão, diferenciando a envolvente exterior do edifício dos diferentes elementos de divisão interna.

Existem vários métodos para a caracterização do isolamento a sons aéreos. Dividem-se em métodos de medição "in situ" e métodos estimativos. Para calcular o isolamento sonoro a sons de condução aérea, de um determinado elemento de divisão, o programa utiliza a chamada Lei da Massa.

A lei da Massa é um método estimativo que estabelece que a redução de intensidade acústica através de um determinado elemento, é função do quadrado do produto da massa unitária 'm' pela frequência considerada 'f'. O resultado desta equação expressa-se decibel (dB).

$$a \approx 10 \cdot \log(f \cdot m)^2$$

Desta equação pode deduzir-se matematicamente que, para uma frequência fixa, o isolamento aumenta tão só 6 dB quando se duplica a massa. Analogamente, para uma dada massa fixa, o isolamento cresce 6 dB ao duplicar a frequência. Esta análise permite que na prática se utilizem divisões constituídas por vários elementos para aumentar o isolamento sonoro sem ter que recorrer a um aumento excessivo da massa. A representação gráfica para as divisões homogéneas, isto é, paredes simples, é uma recta logarítmica que mostra a evolução do isolamento sonoro em função da massa superficial.

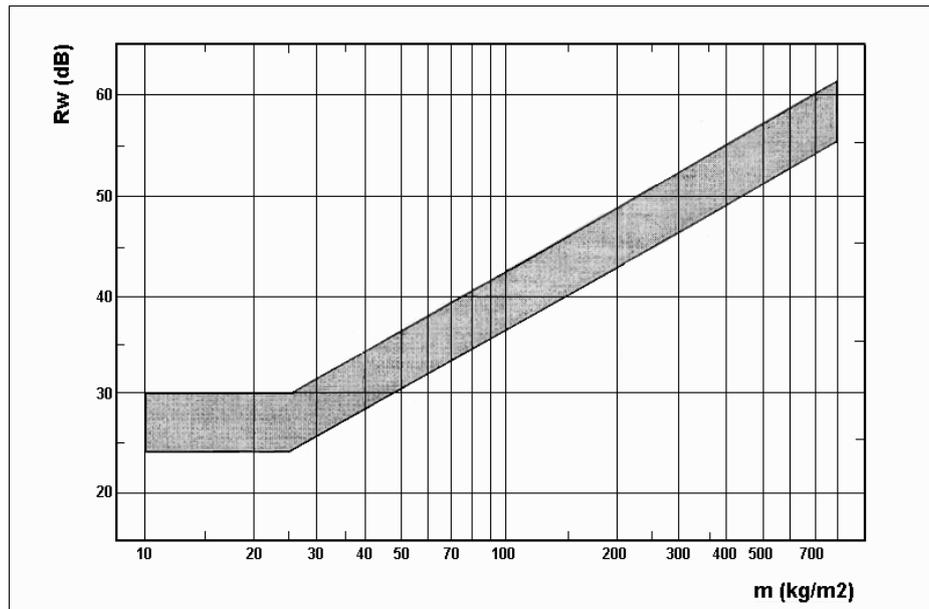


Fig. 1.1

1.2.2. Frequência de ressonância

Uma parede dupla (parede composta por painéis separados por uma caixa-de-ar) representa, a baixas frequências, um sistema massa-mola-massa, onde as massas correspondem aos dois panos de parede e a mola à caixa-de-ar que os separa.

Um sistema assim é capaz de vibrar e possui uma frequência própria de ressonância definida pela fórmula:

$$f_r = \frac{c}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) \cdot \rho}{m_1 \cdot m_2 \cdot d}}$$

Sendo:

c = Velocidade de propagação do som no ar (340 m/s)

m₁ = Massa superficial do pano i

ρ = Massa volúmica do ar (1.18 Kg/m³)

d = Espessura da lâmina de ar (m)

Esta frequência será tanto mais baixa quanto maiores forem as massas e/ou maior a distância entre elas. Para esta frequência o isolamento sonoro é baixo, praticamente nulo. Portanto, o objectivo será conseguir que esta frequência seja o mais baixa possível, já que a sensibilidade do ouvido diminui ao diminuir a frequência.

O programa avisa se esta frequência for superior a 63 Hz.

1.2.3. Isolamento sonoro a sons de percussão

Para o caso dos pavimentos é necessário verificar o isolamento que possuem, mediante a actividade produzida na parte superior dos mesmos e que provoca os sons de percussão que são considerados como os mais desagradáveis no comportamento acústico de um edifício. Isto deve-se à fácil propagação por toda a estrutura, através das uniões rígidas existentes, provocando campos sonoros que podem chegar a pontos distantes da origem da excitação sonora.

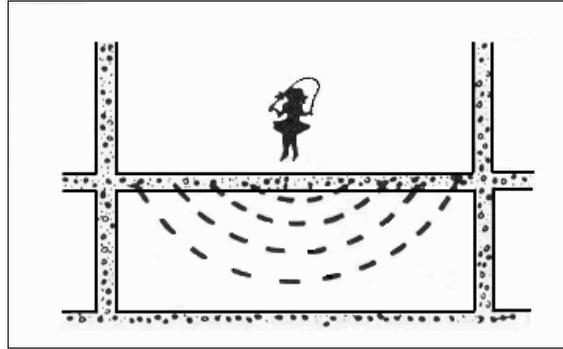


Fig. 1.2

Como no caso anterior, também existem vários métodos para a caracterização do isolamento a sons de percussão: métodos de medição “in situ” e métodos estimativos. O programa utiliza o método do invariante para avaliar as condições de isolamento a sons de percussão. Este método estimativo baseia-se numa formulação teórica que representa, de uma forma mais ou menos aproximada, a realidade. Em geral, os métodos estimativos usam-se na fase de desenho e concepção dos pavimentos, isto é, na formulação do projecto do edifício.

O fundamento teórico do método é o princípio da reciprocidade, que considera o seguinte: se uma determinada força F_1 , que actua no ponto 1, estabelece uma velocidade de vibração no ponto 2 de valor V_1 , outra força F_2 de igual valor a F_1 e aplicada no ponto 2, originará no ponto 1 uma velocidade $V_2 = V_1$.

Aplicando a um local reverberante temos que: quando uma divisão homogénea está excitada por um campo reverberante difuso originado por uma fonte de sons aéreos, a velocidade de vibração pode ser directamente determinada a partir da energia sonora irradiada pelo referido elemento, quando este se gera com uma fonte de excitação pontual; o inverso também é verdadeiro.

Para aplicar este método consideram-se os pavimentos classificados em “lajes-tipo”, aos quais corresponde um valor constante de $R_w + L'_n$ que será, para um determinado pavimento, a soma do seu índice de redução sonora (R_w) em dB e o nível sonoro médio relativo a sons de percussão (L'_n) em dB/oit. Este valor vem definido por tabelas, obtidas a partir de análises de um número elevado de dados experimentais.

De seguida reproduzem-se as tabelas usadas pelo programa para os cálculos:

Tipo de laje	$R_w + L'_n$
Laje maciça	135
Laje aligeirada de vigotas	145
Laje fungiforme aligeirada	140

Estes valores do invariante serão minorados num valor Δp dependente do revestimento dos pavimentos e da utilização de “lajeta flutuante”. Assim, para a obtenção do índice L'_n a partir dos dados R_w e Invariante, considera-se:

$$(R_w + L'_n) - \Delta p_{\text{lajeta flutuante}} - \Delta p_{\text{revestimento}}$$

$\Delta p_{\text{lajeta flutuante}}$:

Sem lajeta flutuante	Com lajeta flutuante de 4 cm, revestida a tacos de madeira	Com lajeta flutuante de 4 cm, e outros revestimentos *
0	15 a 20	10

Δp revestimento:

Δp	Soalho	Tacos madeira	Lamparquete	Revestimentos duros**	Alcatifa fina	Alcatifa espessa	Aglomerado de cortiça
Sem lajeta flutuante	18	10	0	0	12	26	14
Com lajeta flutuante	18	0	0	0	12	20	14

* Outros revestimentos: soalho, lamparquete, mosaico hidráulico, mosaico cerâmico, pedra, alcatifa fina e espessa, aglomerado composto de cortiça.

** Revestimentos duros: mosaico hidráulico, mosaico cerâmico e pedra.

1.2.4. Cálculo e verificação

Uma vez recolhidas e introduzidas as características do elemento, procede-se ao cálculo dos índices de isolamento sonoro, de acordo com a tipologia do elemento definido. Para tal empregam-se as formulações e métodos que se descrevem de seguida. Após o cálculo efectua-se a comparação com os valores regulamentares.

1.2.4.1. Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes simples

Geralmente, para aplicar o procedimento de cálculo da Lei da Massa, obtém-se o somatório de todas as massas superficiais dos elementos que compõem o elemento de divisão.

$Massa_{superficial} = PesoEspecifico \cdot Espessura$

$$[kg/m^2] = [kg/m^3] \cdot [m]$$

Com este valor entra-se no gráfico da Lei da Massa e obtém-se uma gama de valores, em dB. O programa toma como solução válida um valor médio.

1.2.4.2. Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes duplas

Em paredes heterogéneas, no caso das paredes duplas, é necessário aplicar correcções ao valor de isolamento obtido com a Lei da Massa.

Para que uma parede dupla seja tratada como tal importa cumprir algumas condições:

A frequência de ressonância dos painéis de uma parede dupla deve ser inferior a 63 Hz.

A espessura da caixa-de-ar da parede não deve ser inferior ao valor obtido pela seguinte expressão:

$$d > 0.9 \cdot \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)$$

A caixa-de-ar deve ser semi-preenchida com elemento absorvente com um mínimo de 4 cm de espessura.

Cumprindo-se estas três condições, o índice obtido do gráfico será aumentado entre 3 a 5 dB, consoante os casos. Caso contrário, a parede será tratada como uma parede simples.

1.2.4.3. Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes com envidraçados e ou com portas

Para a obtenção do isolamento sonoro dos envidraçados, também se recorre à Lei da Massa. Partindo do valor da massa superficial global da superfície envidraçada, obtém-se o valor médio do isolamento sonoro. Ou por outro lado, o programa permite a introdução directa do valor de isolamento sonoro de um envidraçado.

No caso das portas, o programa possui para cada tipo de porta predefinida um determinado valor de isolamento sonoro e por outro lado pode o utilizador introduzir um valor específico para uma determinada porta genérica.

O valor global do índice de redução sonora a sons de condução aérea, será obtido a partir do respectivo valor da parte opaca, da parte envidraçada e da porta, através da fórmula seguinte:

$$R_T = 10 \cdot \log \frac{\sum S_i}{\sum \frac{S_i}{10^{R_i/10}}}$$

Sendo:

S_i = Área da superfície i.

R_i = Isolamento sonoro de i.

R_T = Isolamento total resultante.

1.2.4.4. Transmissões marginais

A transmissão de energia sonora entre dois espaços pode-se considerar como a soma da transmissão do som estrutural através de vários caminhos. Cada caminho pode identificar-se por um elemento i sobre o qual o som incide no compartimento emissor e um elemento j no compartimento receptor. Os caminhos de propagação da energia sonora através de uma via directa e marginal mostram-se na seguinte figura:

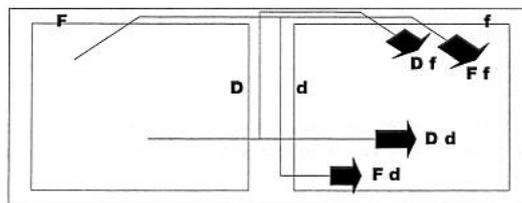


Fig. 1.3

A aplicação do modelo simplificado para o cálculo das transmissões marginais restringe-se para elementos de compartimentação fundamentalmente homogéneos. Para efeitos de amortecimento estrutural dos elementos, considera-se o seu valor médio, desprezando as particularidades de cada situação. Considerou-se como aproximação o valor de 500 Hz para todo o cálculo.

O índice de redução sonora vem dado pela seguinte fórmula:

$$R'_w = -10 \times \log \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right]$$

em que:

$R_{Dd,w}$ é o índice de redução sonora para a transmissão directa, em dB;

$R_{Ff,w}$ é o índice de redução sonora por via marginal para o caminho de transmissão Ff, em dB;

$R_{Df,w}$ é o índice de redução sonora por via marginal para o caminho de transmissão Df, em dB;

$R_{Fd,w}$ é o índice de redução sonora por via marginal para o caminho de transmissão Fd, em dB;

n é o número de elementos marginais no compartimento.

Os índices de redução sonora por via marginal determinam-se a partir das seguintes fórmulas:

$$R_{Ff,w} = \frac{R_{F,w} + R_{f,w}}{2} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{I_f}$$

$$R_{Fd,w} = \frac{R_{F,w} + R_{s,w}}{2} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{I_f}$$

$$R_{Df,w} = \frac{R_{s,w} + R_{f,w}}{2} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_s}{I_f}$$

onde:

$R_{F,w}$ é o índice de redução sonora do elemento marginal F, no compartimento emissor, em dB;

$R_{f,w}$ é o índice de redução sonora do elemento marginal f, no compartimento receptor, em dB;

$R_{s,w}$ é o índice de redução sonora do elemento principal, em dB;
 K_{Ff} é o índice de redução de transmissão de vibrações pelo encaminhamento Ff, em dB;
 K_{Fd} é o índice de redução de transmissão de vibrações pelo encaminhamento Fd, em dB;
 K_{Df} é o índice de redução de transmissão de vibrações pelo encaminhamento Df, em dB;
 S_s é a superfície do elemento de separação, em metros quadrados;
 L_i é o comprimento da linha de junção entre o elemento de separação e os elementos marginais F e f, em metros.

Este cálculo não tem em conta as melhorias do índice de redução sonora dos elementos, com a excepção dos pavimentos, cuja aplicação de revestimentos, lajetas flutuantes e tectos falsos tem uma função importante no isolamento sonoro.

Segundo a norma EN 12354-1 2000 os índices de redução de transmissão de vibrações podem-se calcular tomando como entrada o seguinte parâmetro:

$$M = \log \frac{m'_{ji}}{m'_i}$$

em que

m'_{ji} é a massa superficial do elemento i no caminho de transmissão ij, em kg/m²;

m'_i é a massa superficial do outro elemento, perpendicular ao i, que forma a união, em kg/m²

Seguidamente, descrevem-se os distintos tipos de uniões estabelecidas na norma europeia:

União rígida em cruz:

$$K_{13} = 8.7 + 17.1M + 5.7M^2$$

$$K_{12} = 8.7 + 5.7M^2 (= K_{23})$$

União rígida em T

$$K_{13} = 5.7 + 14.1M + 5.7M^2$$

$$K_{12} = 5.7 + 5.7M^2 (= K_{23})$$

União de paredes com interposição de elementos resilientes

$$K_{13} = 5.7 + 14.1M + 5.7M^2 + 2\Delta_1$$

$$K_{24} = 3.7 + 14.1M + 5.7M^2 \quad (-4 \leq K_{24} \leq 0)$$

$$K_{12} = 5.7 + 5.7M^2 + \Delta_1 (= K_{23})$$

$$\Delta_1 = 10 \log \frac{500}{125}$$

Junção em canto

$$K_{12} = 15|M| - 3 \quad \text{dB}; -2 \text{dB mínimo}$$

Varição de geometria

$$K_{12} = 5M^2 - 5 (= K_{21}) \quad \text{dB}$$

Para a determinação do índice de isolamento a sons de percussão calcula-se um índice de correcção K que se obtém da seguinte tabela:

Massa superficial do elemento separador em kg/m ²	Massa superficial média dos elementos marginais (paredes), homogéneos e não revestidos em kg/m ²								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

1.2.4.5. Índices de isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão

Uma vez definidas as transmissões marginais, calculam-se os respectivos índices com as seguintes fórmulas, segundo a norma EN12354:

$$D_{nT,w} = R_w - TR_{\text{aereo}} + 10 \times \log \left(\frac{0.16 \times V}{T_o \times S_s} \right)$$

$$L'_{nT,w} = L'_n + TR_{\text{percussao}} - 10 \times \log \left(\frac{0.16 \times V}{A_o \times T_o} \right)$$

onde:

T_o representa o tempo de reverberação de referência, em segundos;

V representa o volume do compartimento receptor, em m³;

S_s representa a área do elemento separador, em m²;

A_o representa a área de absorção equivalente de referência, de valor 10 m²;

TR representa a transmissão marginal.

1.2.4.6. Tempo de reverberação

O tempo de reverberação calcula-se mediante a fórmula de Sabine:

$$T = 0.161 \times \frac{V}{A}$$

em que:

T é o tempo de reverberação do compartimento em segundos;

V é o volume do compartimento em m³;

A é a área de absorção sonora equivalente.

Este último termo inclui a área de absorção sonora de cada uma das envolventes do compartimento, assim como os diferentes objectos e pessoas que estão no compartimento.

$$A = \sum_{n=1}^t \alpha_{s,n} S_n + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} S_k + A_{ar}$$

onde:

$\alpha_{s,n}$ é o coeficiente de absorção sonora equivalente de cada uma das paredes, tectos e pavimentos que formam o compartimento;

S_n é a área de cada uma das paredes, tectos e pavimentos que formam o compartimento em m²;

$A_{obj,j}$ é a área de absorção sonora de um objecto com dimensão irregular em m²;

$\alpha_{s,k}$ é o coeficiente de absorção sonora equivalente de objectos e pessoas que estão no compartimento;

S_k é a área sonora equivalente de objectos e pessoas que estão no compartimento em m²;

A_{ar} é a área sonora equivalente do volume de ar contido no compartimento em m².

O coeficiente de absorção sonora de cada uma das envolventes do compartimento calcula-se com a seguinte fórmula:

$$\alpha_{s,n} = \frac{\alpha_{500,n} + \alpha_{1000,n} + \alpha_{2000,n}}{3}$$

em que:

$\alpha_{500,n}$ é o coeficiente de absorção sonora a 500 Hz;

$\alpha_{1000,n}$ é o coeficiente de absorção sonora a 1000 Hz;

$\alpha_{2000,n}$ é o coeficiente de absorção sonora a 2000 Hz.

1.2.4.7. Equipamentos

O ruído produzido pelos equipamentos situados em compartimentos contíguos calcula-se da seguinte forma:

$$L_{Ar} = L_{Aeq} + K$$

$$L_{Ar,nT} = L_w + 10 \times \log\left(\frac{D}{4 \times \pi \times r^2} + \frac{4}{R}\right) - D_{nT,w} + K$$

onde:

L_w representa o nível de potência sonora do equipamento.

D representa o factor de direccionalidade para caracterizar o ângulo sólido da transmissão. Pode tomar valores segundo a posição do equipamento no compartimento (centro, canto, lateral e suspensa).

r representa o raio da maior esfera que pode ser inscrita no espaço, ou seja, metade do pé direito do compartimento onde está o equipamento. O programa calcula-o automaticamente através da divisão do volume do compartimento pela área do pavimento.

R representa a correcção da área de absorção do compartimento emissor.

$D_{nT,w}$ representa o índice de isolamento sonoro a sons aéreos, padronizado (em dB).

K representa a correcção tonal do equipamento cujo valor é 3 dB(A).

Para além destes parâmetros, o programa pede para cada equipamento o tipo de funcionamento para realizar as verificações de acordo com o regulamento.

1.3. Tipologias das divisões

Neste programa vêm definidas por defeito as paredes e pavimentos mais comuns, permitindo ao utilizador a selecção das espessuras entre as soluções e materiais mais comuns.

Em termos acústicos as paredes podem dividir-se em dois tipos fundamentais:

Paredes simples

Entende-se por parede simples aquela que não é constituída por várias paredes independentes. Não é necessário que seja uma parede homogénea (de um só material), mas deve garantir que os pontos situados numa mesma normal não modifiquem a sua distância mútua, quando a parede é sujeita a vibrações.

Para obter um bom isolamento sonoro, estas paredes devem-se construir de acordo com os seguintes pontos:

Suficientemente pesadas

Debilmente rígidas

Estanques ao ar

Paredes duplas

São paredes que melhoram consideravelmente o isolamento sonoro, sem um incremento económico excessivo nem uma sobrecarga excessiva na estrutura.

Enquanto que a melhoria do isolamento sonoro resultante da duplicação do peso das paredes simples (6 dB, segundo a lei de massa) compensa o gasto no caso de paredes ligeiras, para paredes pesadas já não é tão rentável. Ou seja, para uma parede de 100 kg/m², que tem um isolamento de 40 dB, aumentando a sua massa outros 100 kg/m² obteríamos 46 dB. Se colocarmos estes panos de 100 kg/m² separados uma certa distância, em teoria obtém-se um isolamento médio de 80 dB em vez dos 46 dB.

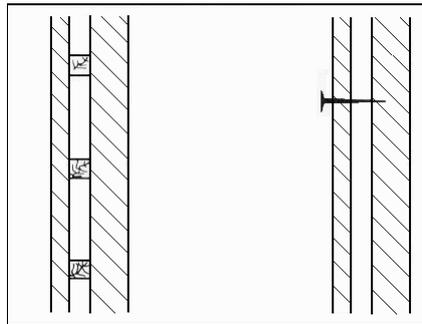


Fig. 1.4

Em obra, a completa separação não se pode realizar devido principalmente às uniões mecânicas existentes, que fazem com que os elementos estejam parcialmente acoplados. Assim, é conveniente evitar, se possível, que existam uniões rígidas entre os panos já que estas provocam uma ponte acústica, que reduz o efeito de parede dupla.

A tipologia de divisões disponíveis no programa:

Paredes exteriores

Parede dupla de tijolo furado

Parede dupla de tijolo furado e placas de gesso

Parede dupla de tijolo maciço e furado

Parede dupla de tijolo maciço e placas de gesso

Parede dupla de pedra e tijolo furado

Parede dupla de pedra e placas de gesso

Parede de fachada ventilada

Paredes interiores

Parede dupla de tijolo furado

Parede simples de tijolo furado

Parede maciça de betão armado

Pavimentos

Os pavimentos compõem-se em várias camadas de materiais, com revestimento na sua parte superior. Na parte inferior ao elemento resistente, existem várias soluções a escolher: com reboco, sem reboco ou com tecto falso suspenso, que permitirá incrementar o isolamento sonoro do pavimento.

O elemento resistente é também seleccionado (laje maciça, aligeirada de vigotas e fungiforme aligeirada).

Divisões genéricas

Para casos particulares em que se deseje avaliar acusticamente uma divisão específica, parede ou pavimento, não incluídas nas tipologias definidas anteriormente, poderá usar-se este tipo de elementos, para os quais se podem definir combinações de materiais.

O tratamento dos materiais realiza-se através do uso de bibliotecas, das quais se obtêm os materiais a empregar nas obras. Para cada material deve definir-se a sua espessura e massa superficial, assim como a trama que se usará para representação gráfica. Estas bibliotecas são definidas pelo utilizador e podem ser importadas de umas obras para as outras.

As divisões definidas nesta opção também estão divididas em: paredes simples e paredes duplas; com ou sem tecto falso e reboco, no caso de pavimentos. Assim o programa aplicará para cada caso o cálculo correspondente, fundamentado na Lei da Massa.

No entanto, para paredes em placa de gesso e materiais semelhantes, não é adequada a utilização da Lei da Massa, pelo que deve ter-se o cuidado de verificar se a metodologia se pode aplicar em paredes constituídas por elementos desta natureza.

A existência de um elemento absorvente acústico e a definição das espessuras, são as condições suficientes para definir uma divisão composta e assim aplicar o cálculo, sem o afectar com a eventual melhoria acústica da caixa-de-ar.

Para os pavimentos genéricos solicita-se a informação do Invariante $R_w + L'_n$ que será a soma, para um determinado pavimento, do seu índice de redução sonora R_w com o nível sonoro médio relativo a sons de percussão L'_n . Este valor obtém-se por ensaios e/ou por aproximação aos tipos de pavimento já definidos.

2. Bibliografia

MARTINS DA SILVA, P. – Acústica de edifícios. Lisboa, LNEC, 1978. Informação Técnica de Edifícios ITE 8.

PATRÍCIO, J.V. – Isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão. Metodologias de caracterização. Lisboa, LNEC, 1999, Informação Técnica de Edifícios ITE 45.

PATRÍCIO, J.V. – Acústica nos edifícios. Lisboa, 2003.

CEN: Comité Européen de Normalisation – Building Acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms. EN ISO Standard 12354-1, 2000.

CEN: Comité Européen de Normalisation – Building Acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms. EN ISO Standard 12354-2, 2000.

CEN: Comité Européen de Normalisation – Building Acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound. EN ISO Standard 12354-3, 2000.

CEN: Comité Européen de Normalisation – Building Acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 4: Transmission of indoor sound to the outside. EN ISO Standard 12354-4, 2000.

PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc. – Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR). Decreto-Lei nº9/2007 de 17 de Janeiro.

PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc. – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE). Decreto-Lei nº96/2008, de 9 de Junho.

OLIVEIRA DE CARVALHO, A. P.; CALEJO, R.; FERREIRA, T. – Apontamentos do curso sobre projectos de condicionamento acústico. Versão 1.0, Outubro 2003.

J.S. BRAZÃO FARINHA, M. BRAZÃO FARINHA, J.P. BRAZÃO FARINHA, A. CORREIA DOS REIS. – Tabelas técnicas. Lisboa 2003.

J. LLINARES, A. LLOPIS, J. SANCHO – ACUSTICA ARQUITECTONICA Y URBANISTICA – Universidad Politecnica de Valencia.