



5.1.

Teoría de vibraciones II

Rafael Torres

Responsable del Dpto. de Ingeniería en Vibroacústica de VIBCON
Gerente de AV ENGINYERS

rafa@vibcon.es

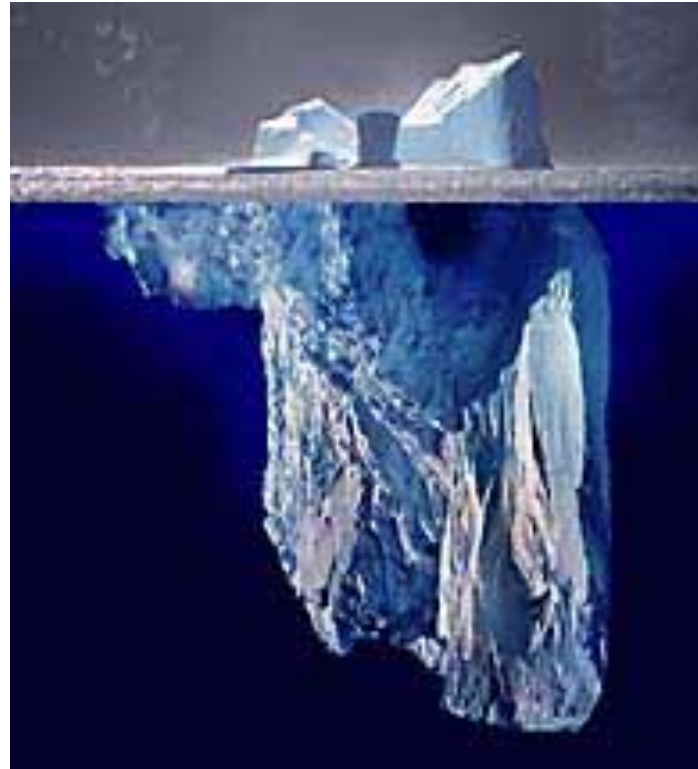


Todos los cuerpos que poseen masa y elasticidad son capaces de vibrar

INERCIA + ELASTICIDAD

Las **3** condiciones básicas para que un cuerpo vibre

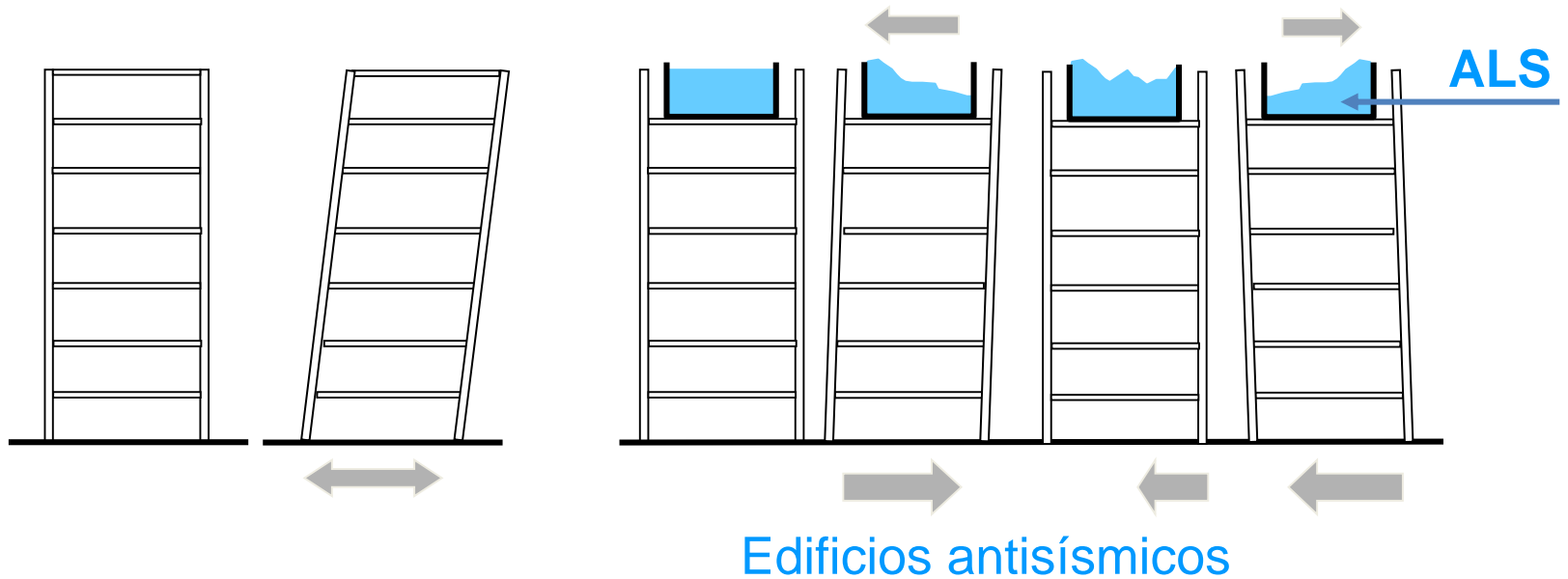
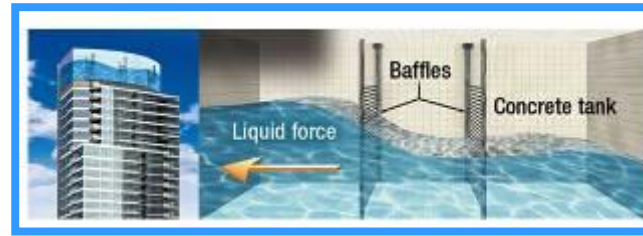
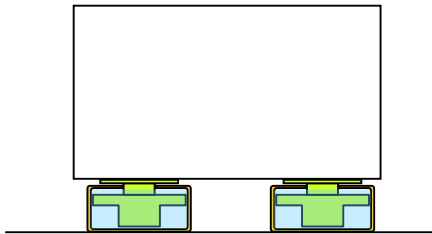
+ fuerzas externas



Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

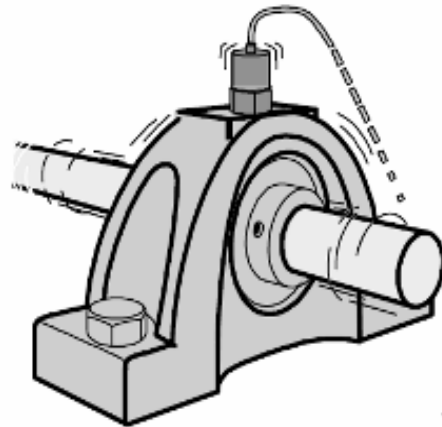


Ed:12 02/2013

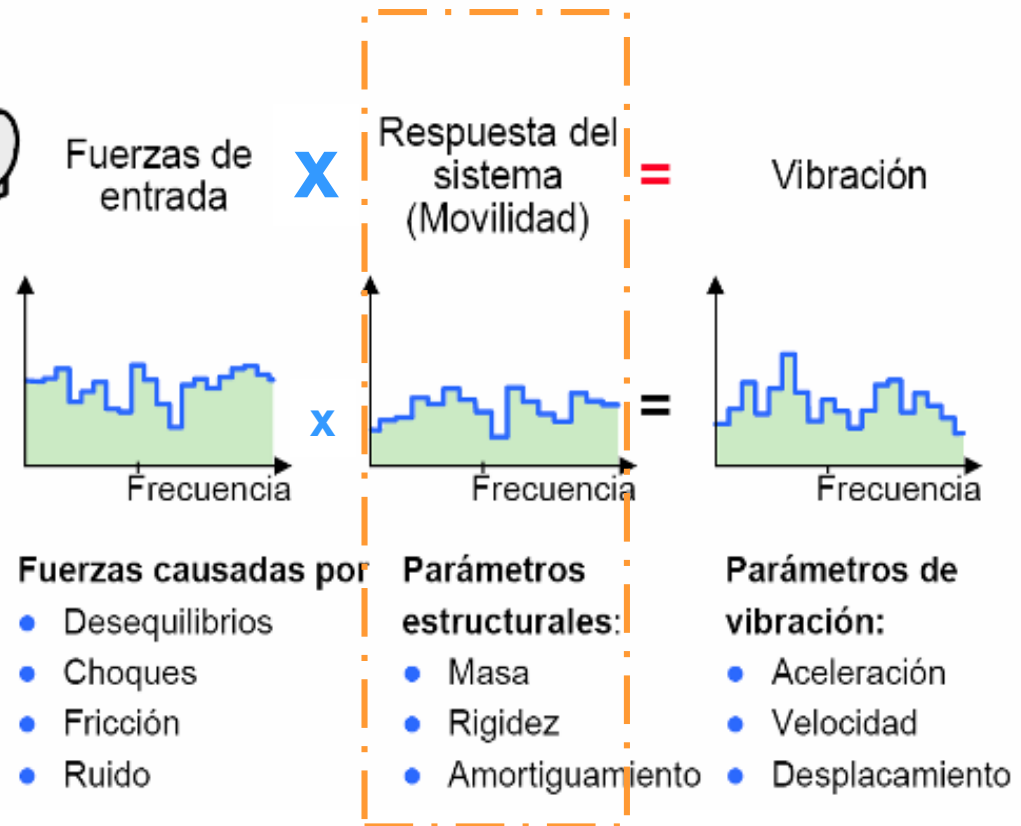
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Fuerza y vibración



Inercia+elasticidad



Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

....en la forma que son producidas: visión energética

Libres



Cris: 3 años

Forzadas



Autoexcitadas



Ed:12 02/2013

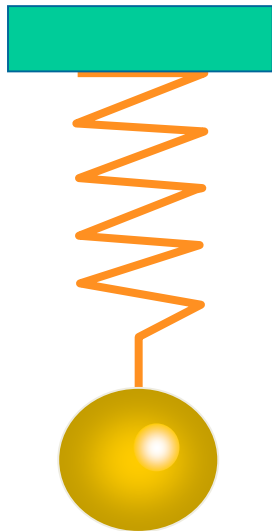
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

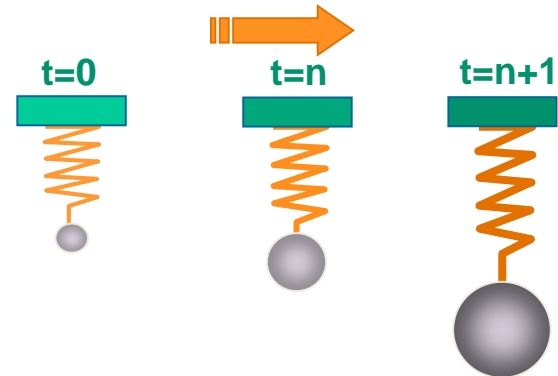
...en f. de su comportamiento durante la vibración.

Lineales

Sistema clásico de masa-muelle



No Lineales



Ref: Ángel Franco García Física. U.Pais Vasco

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

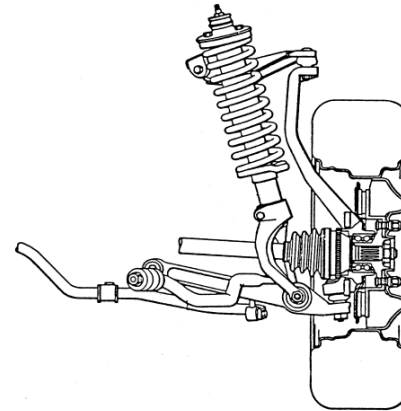
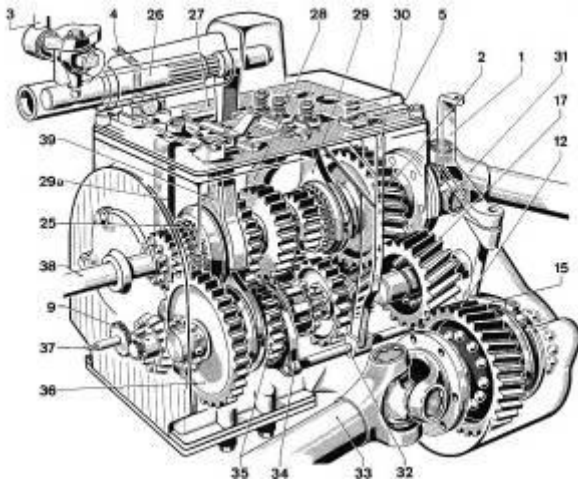


Figura 3.a – Suspensión. Sistema real

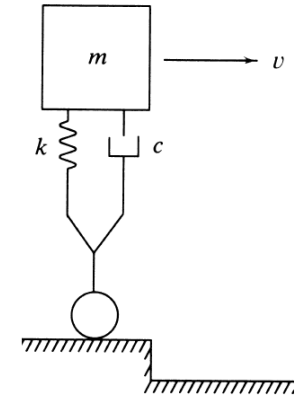


Figura 3.b – Modelo matemático discretizado

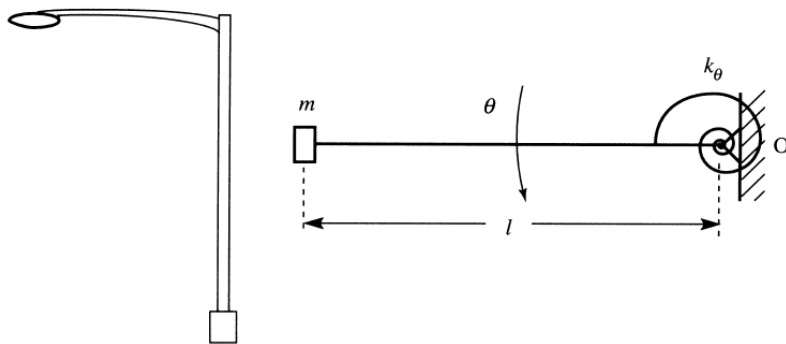


Figura 6.a – Farola modelizada como un sistema de 1 gdl

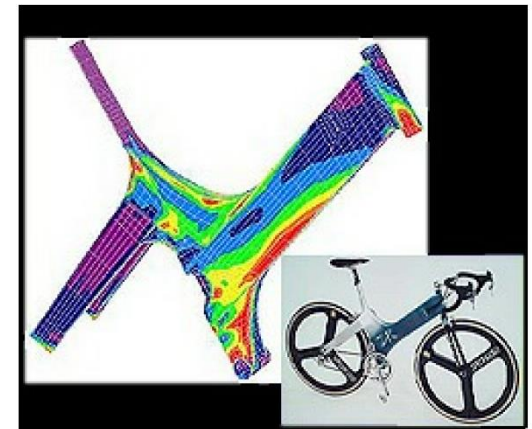


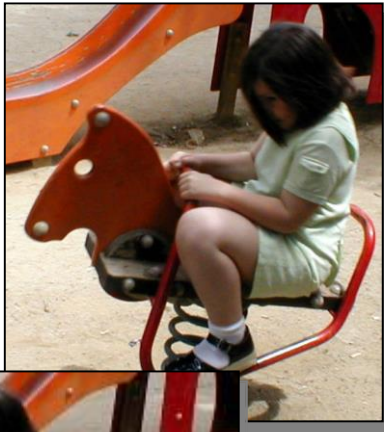
Figura 5 – Modelización por Elementos Finitos

Ed:12 02/2013

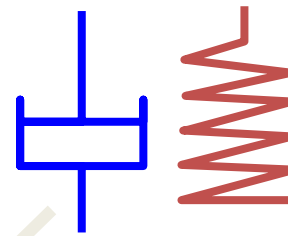
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Libres



m I
Masa y MI



Muelle

Disipador
de energía



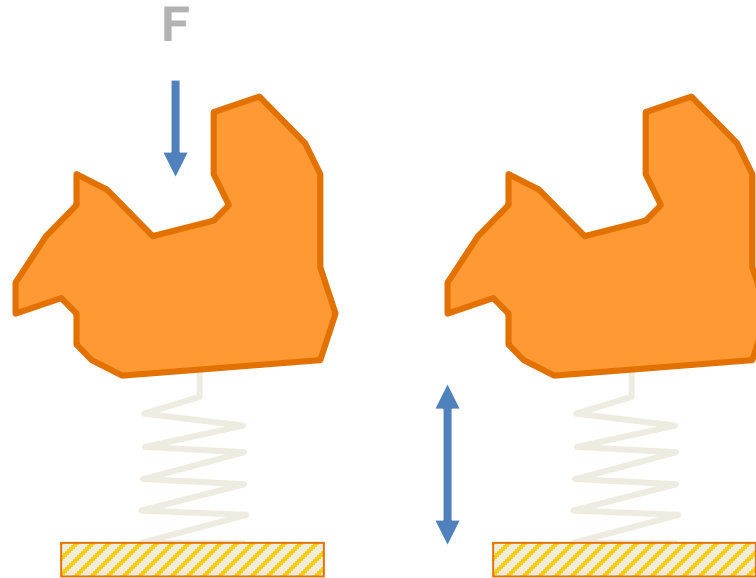
Con rigidez ∞

Ed:12 02/2013

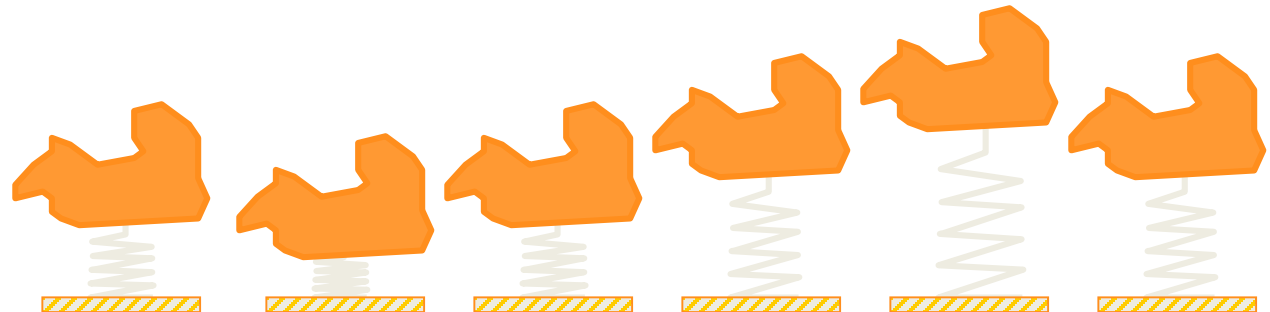
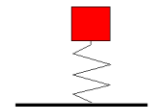
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Libres



1 GdL

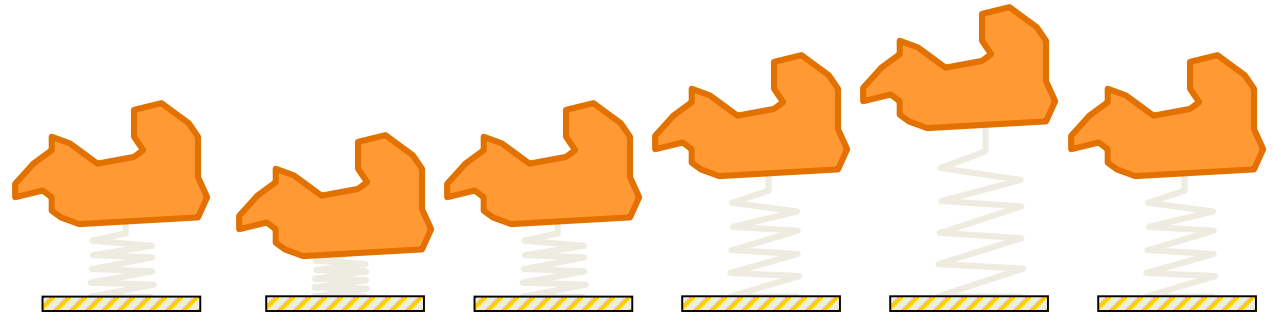


Ed:12 02/2013

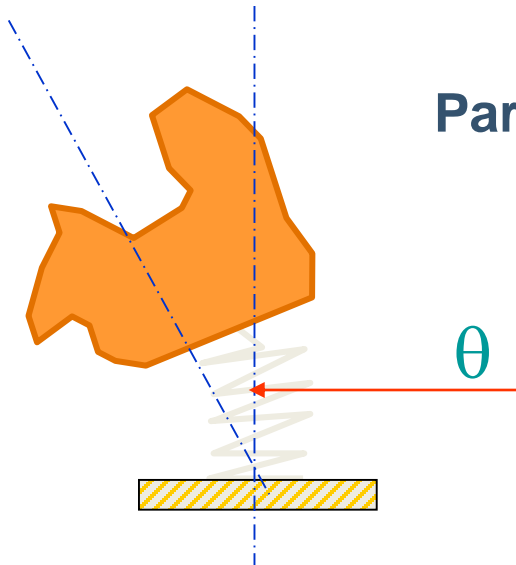
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Parámetro independiente 1: Amplitud Y



Parámetro independiente 2: grado de inclinación θ

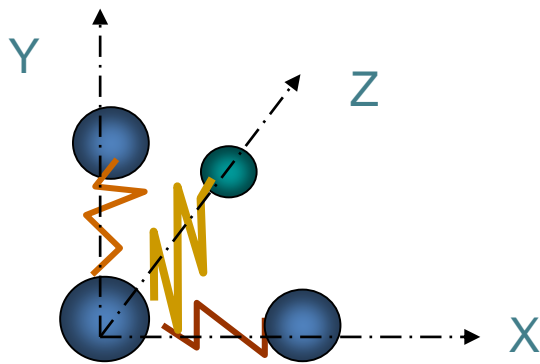


2 GdL

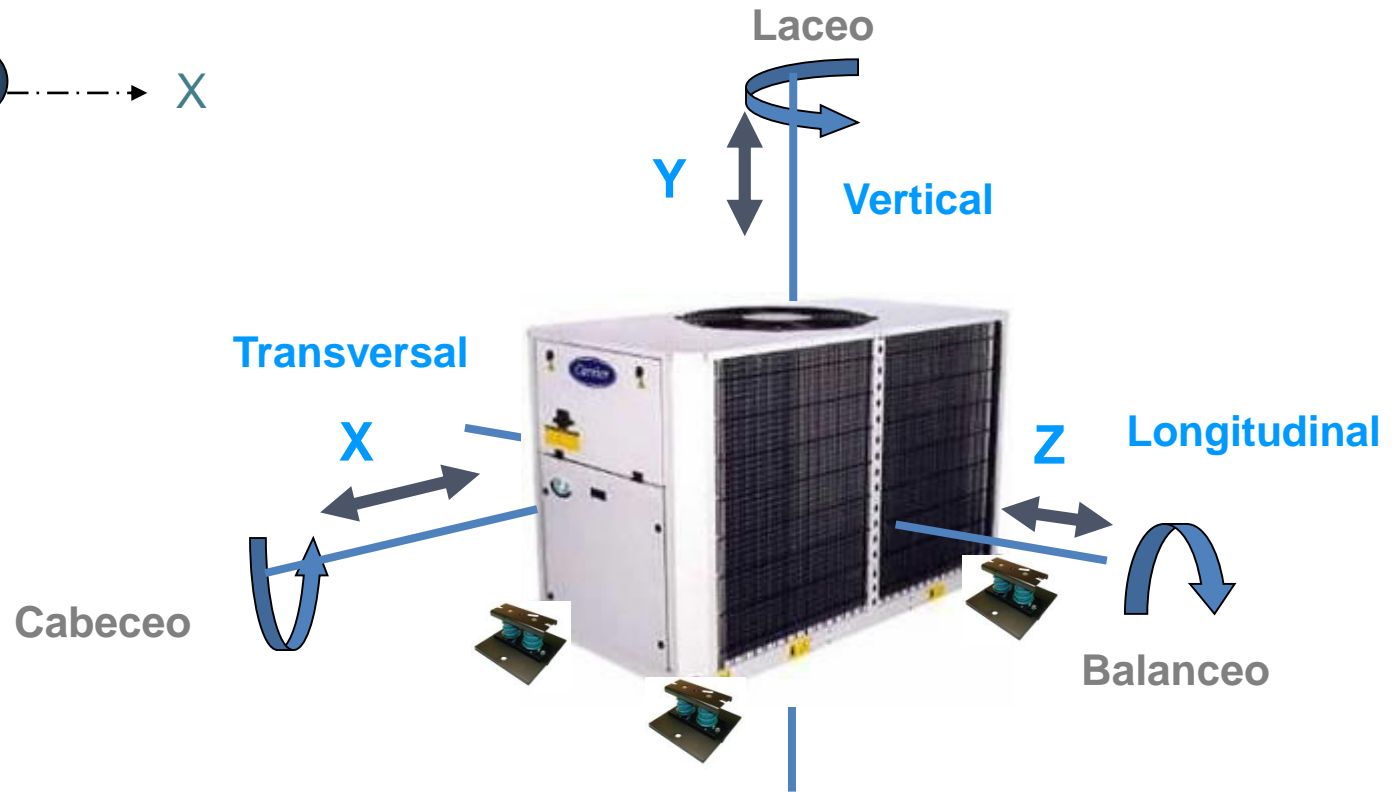
Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



3 GD

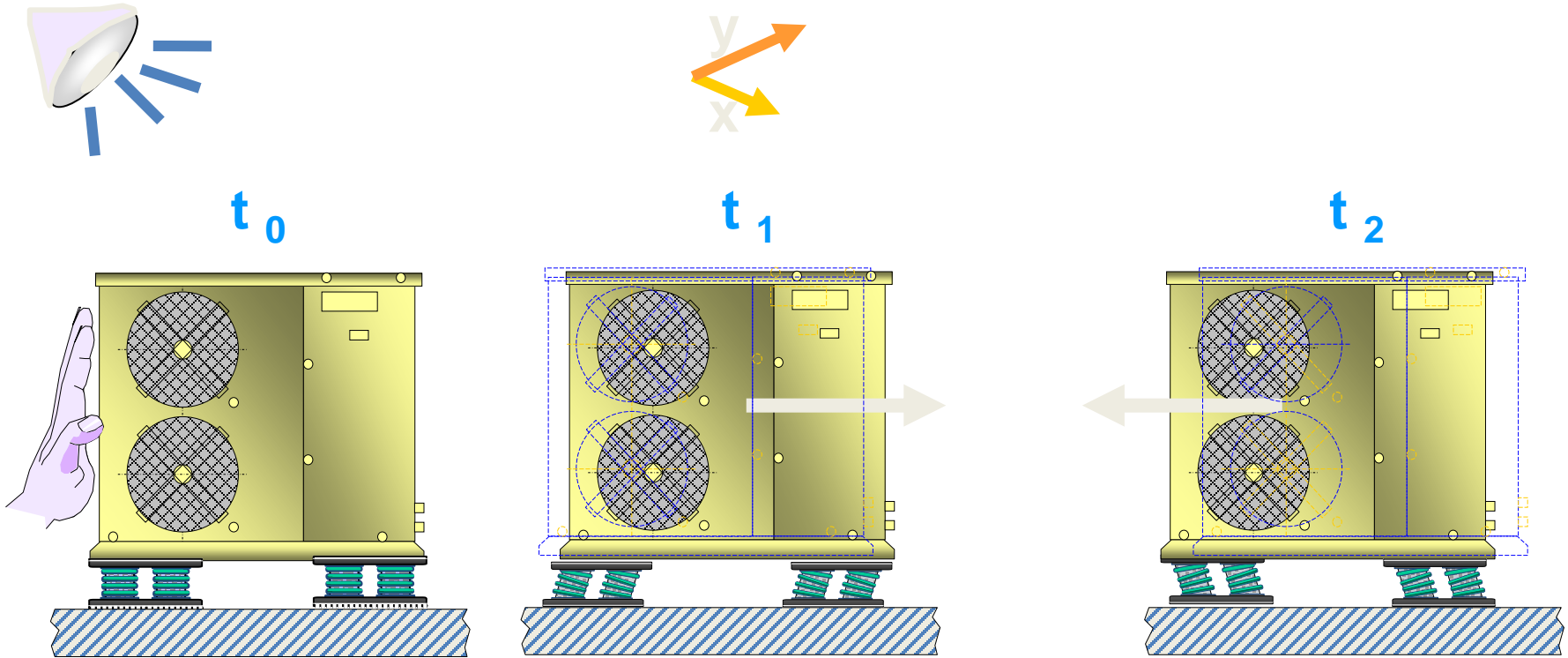


6 GD

Fuente: Apuntes Rafa VIB. 5/95

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Observación estática

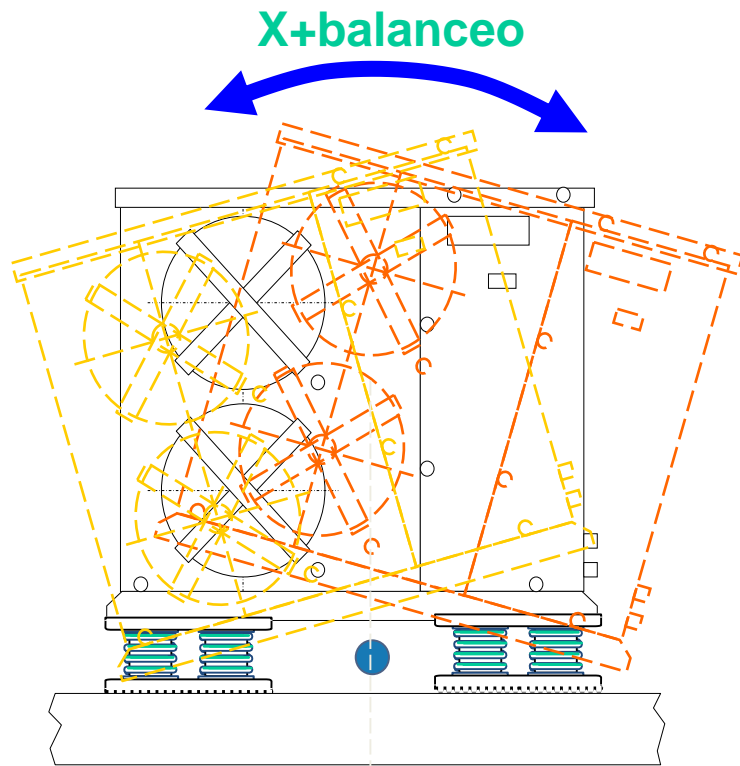


El sistema está DESACOPLADO

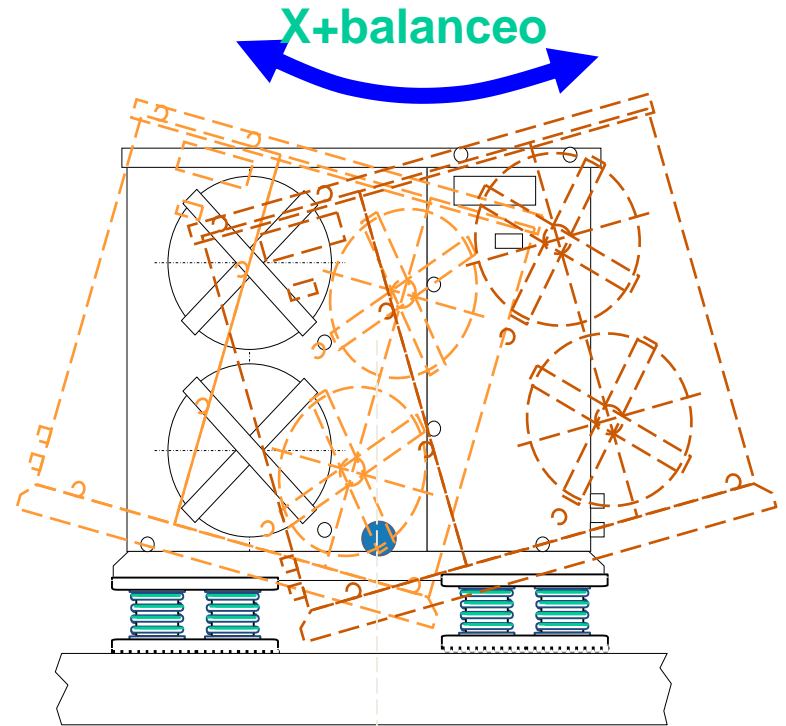
Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Eje imaginario de rotación X debajo



Eje imaginario de rotación X encima

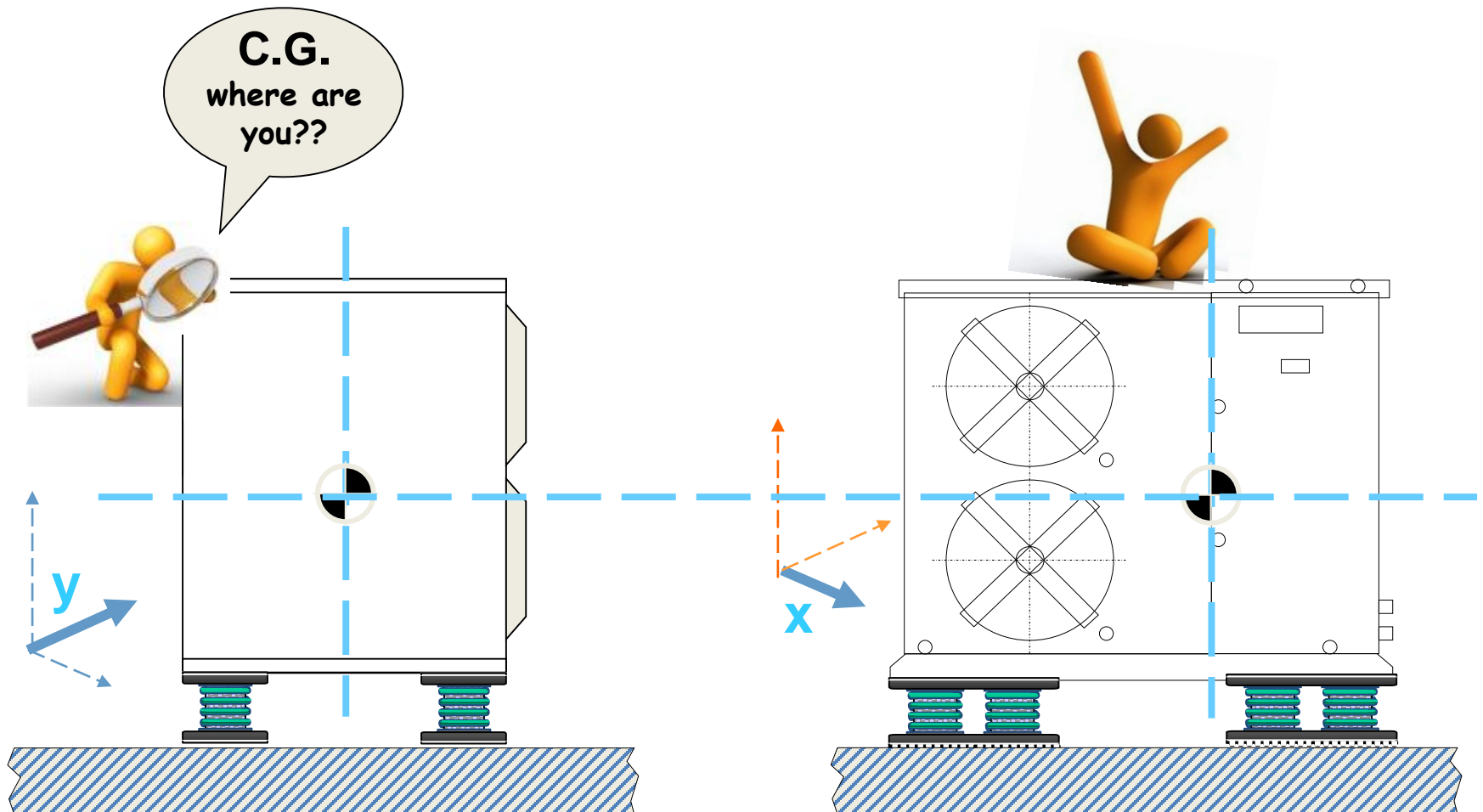
ACOPLAMIENTO

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

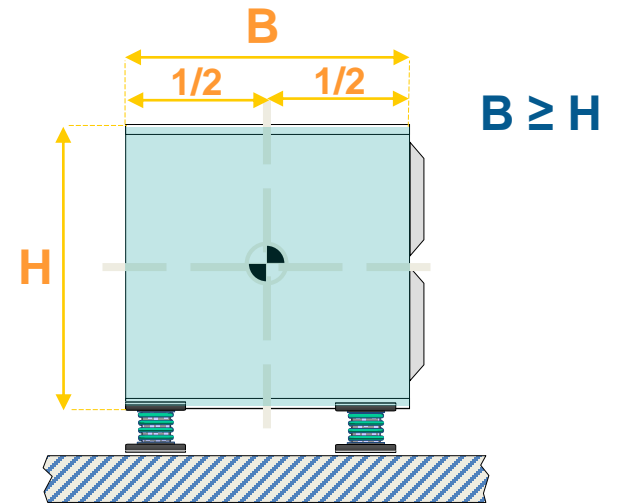
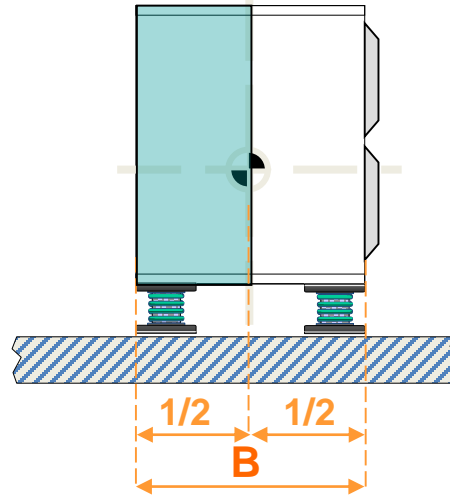
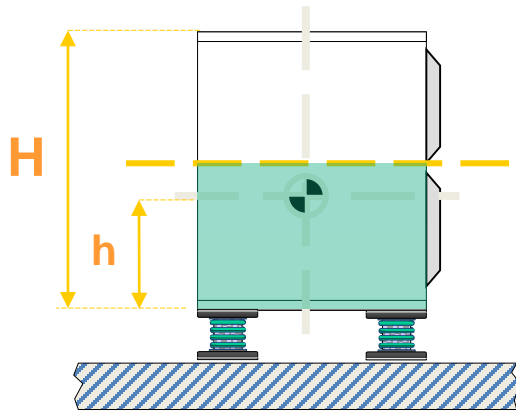
Asimetría mecánica ??



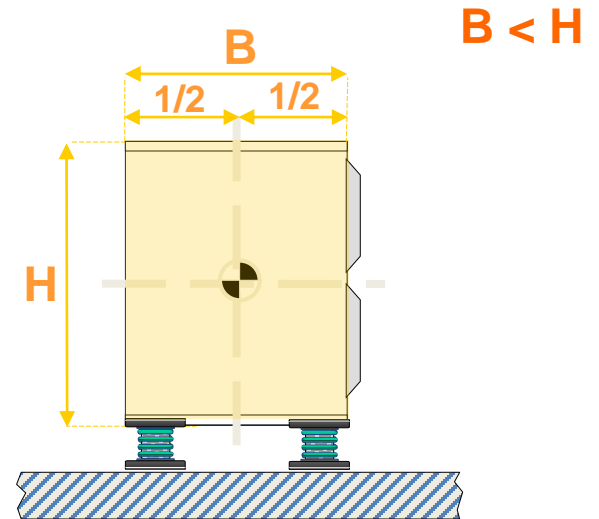
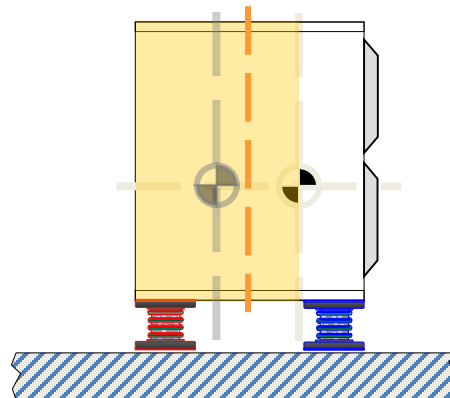
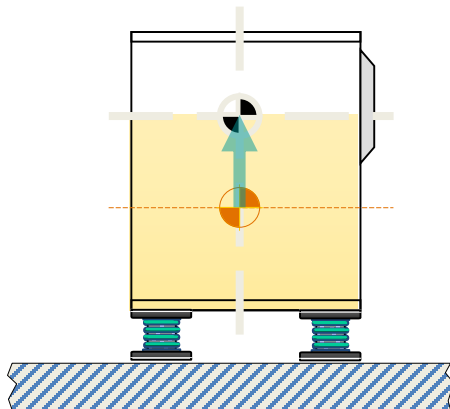
Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Tendencia al
cabeceo / balanceo



Ed:12 02/2013

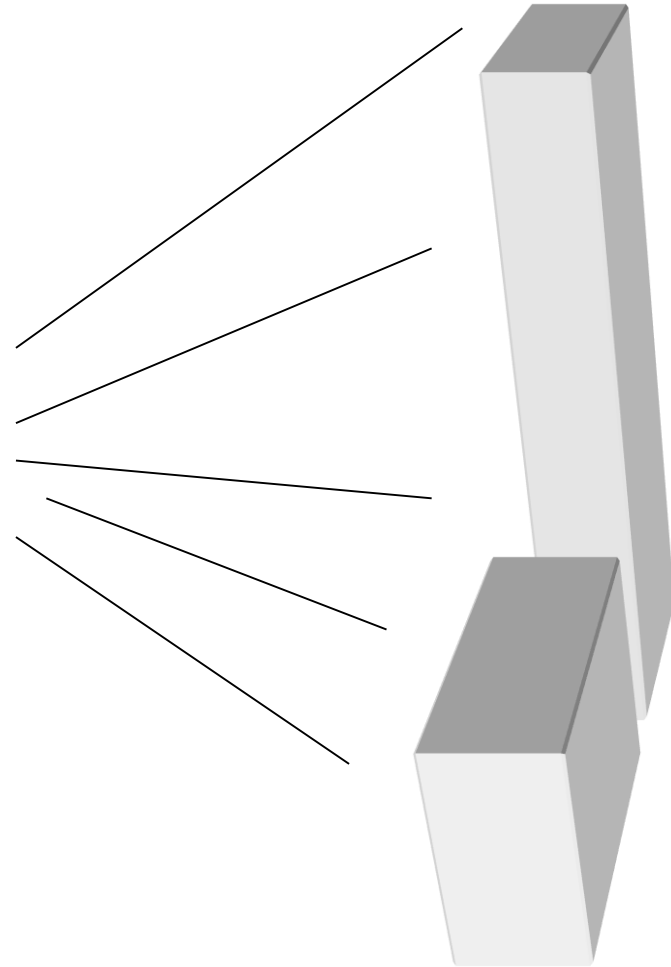
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Criterio esbeltez :H/B

$$H/B > 5$$

En maquinaria y edificios; carga de viento, lluvia y nieve



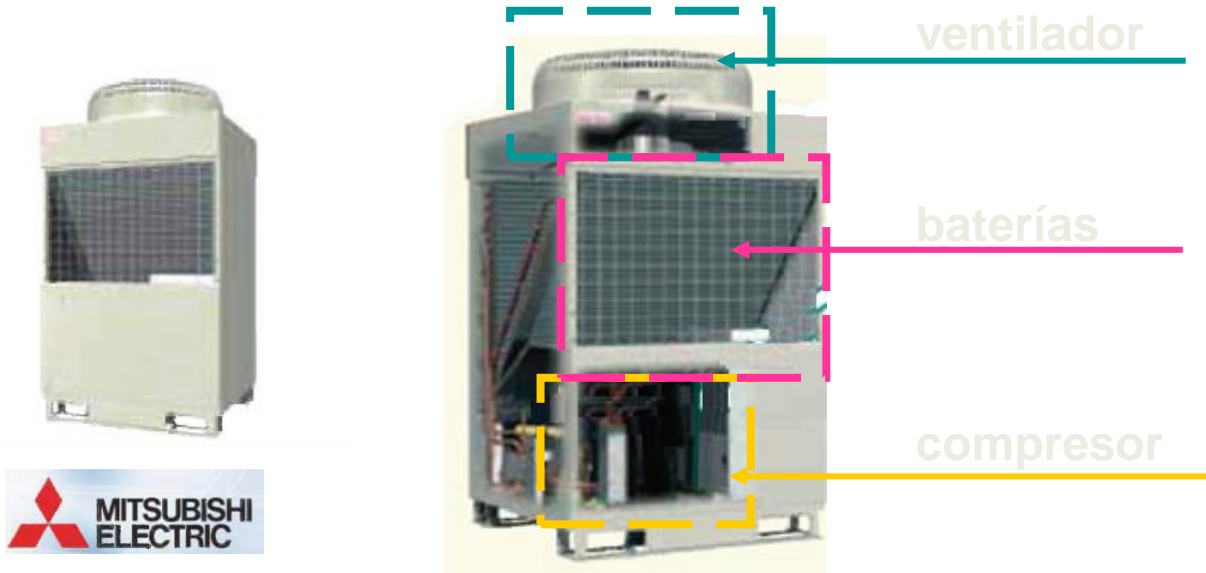
Modificado:20/02/2012

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

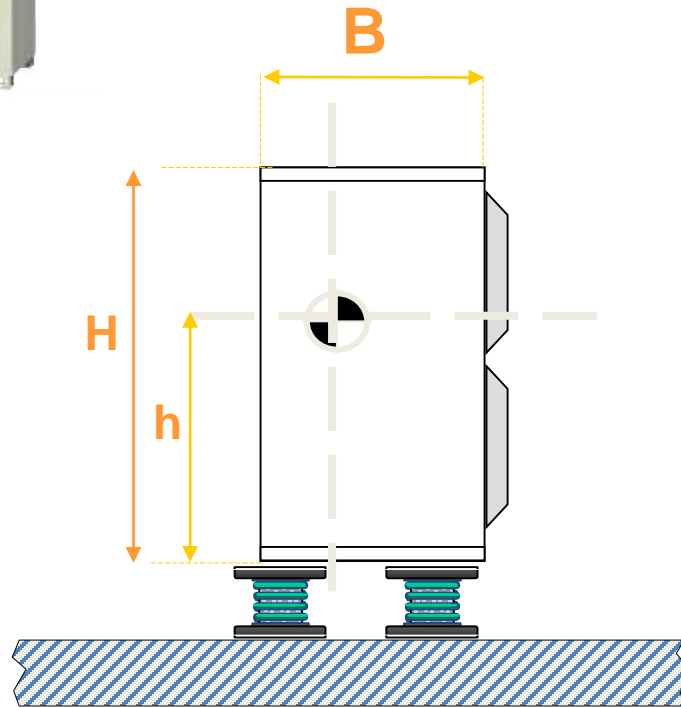
Unidades VRV de volumen variable de frio/calor



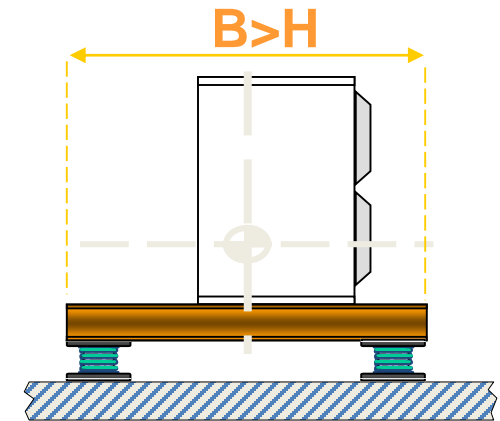
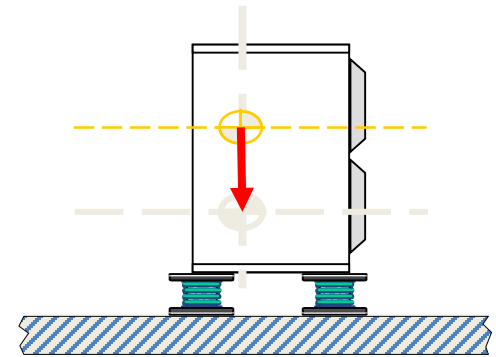
Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



medidas PREVENTIVAS “Control de Vibraciones”

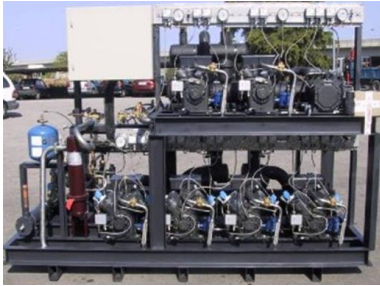


Estrategia adoptada: Rediseño del montaje antivibratorio.

Ed:12 02/2013

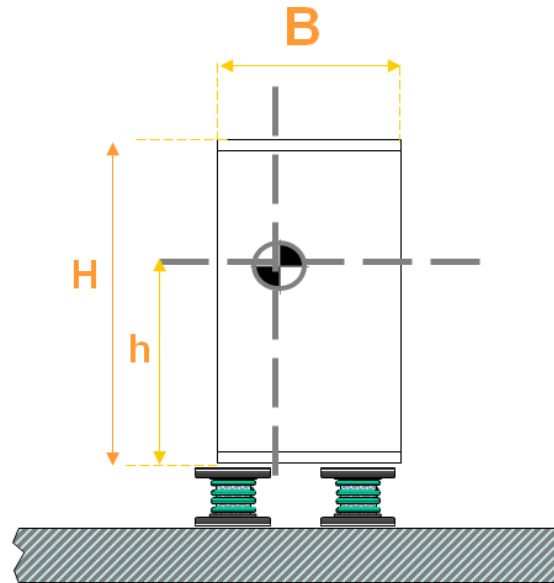
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



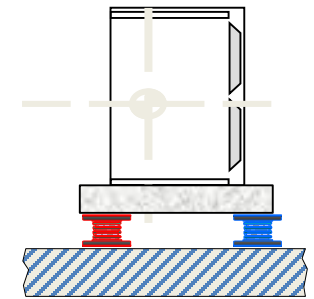
Criterio esbeltez : H/B

$H/B > 5$



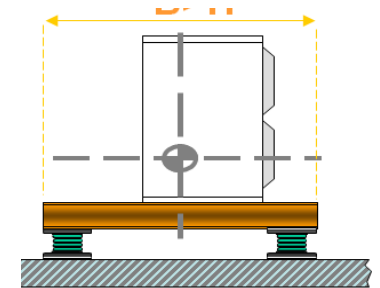
Estrategias adoptadas

1



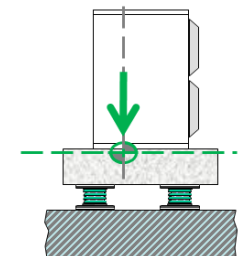
Colocar aisladores de rigideces diferentes.

2

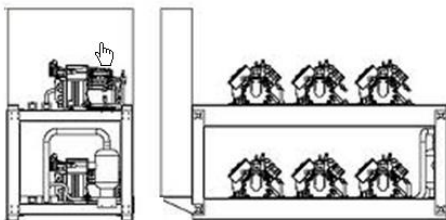


Realizar una bancada excéntrica con perfiles metálicos.

3



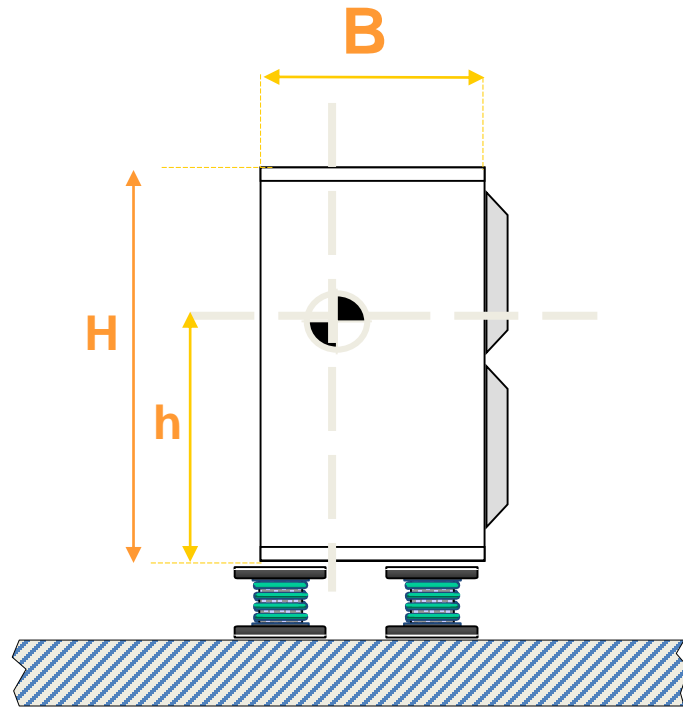
Realizar una bancada de hormigón suspendida con aisladores



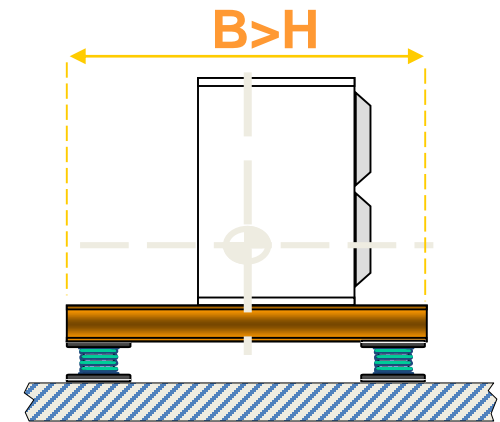
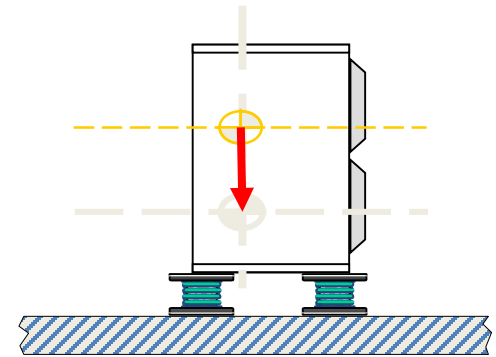
Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



medidas PREVENTIVAS “Control de Vibraciones”



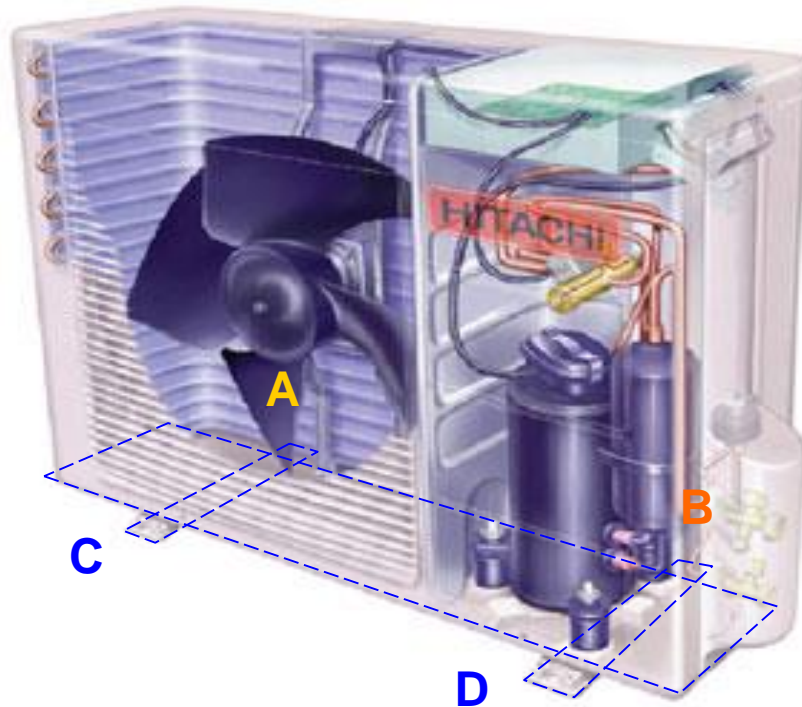
Estrategia adoptada: Rediseño
del montaje antivibratorio.

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Unidades exteriores splits



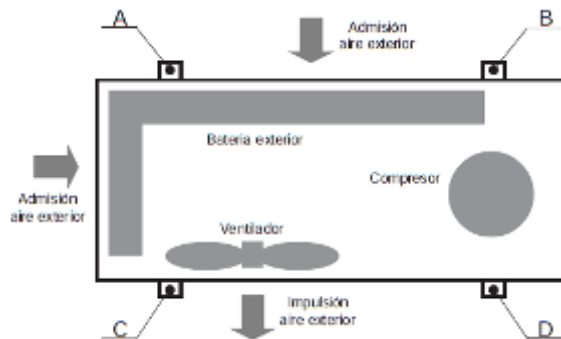
Apoyo	Reacciones carga en %
A	25%
B	35%
C	18%
D	22%

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Enfriadoras agua pequeñas



Apoyo	Reacciones carga en %
A	26%
B	25%
C	25%
D	24%

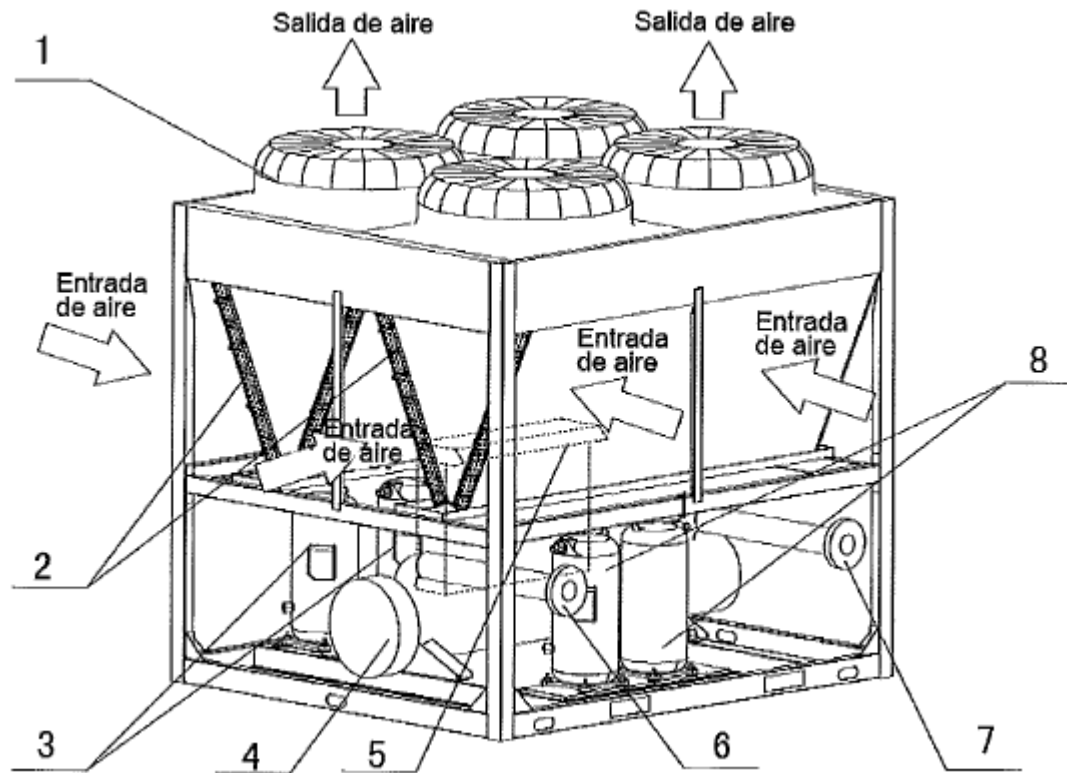
Ref: Elecnor 10/02/2012

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Enfriadoras agua grandes



Nº.	Nombre
1	Cubierta superior
2	Condensador
3	Compresor
4	Evaporador
5	Caja de control eléctrica de la entrada de aire
6	Salida de agua
7	Entrada de agua
8	Compresor

1.150Kg

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

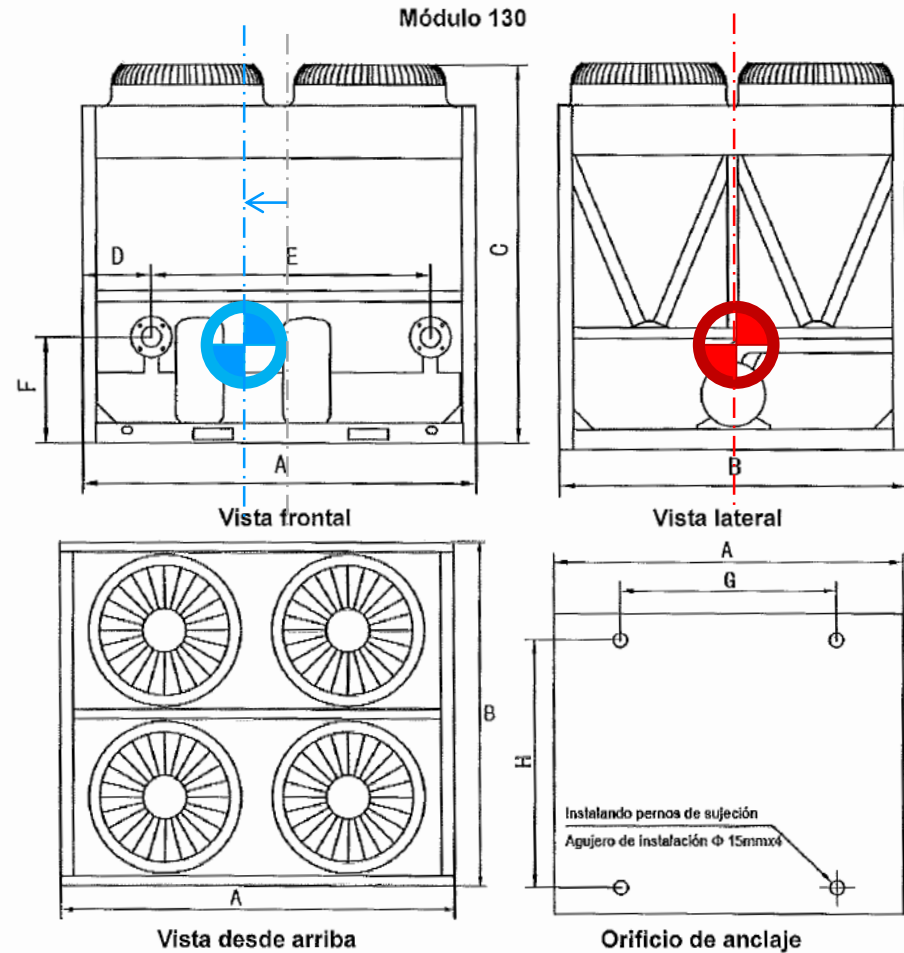
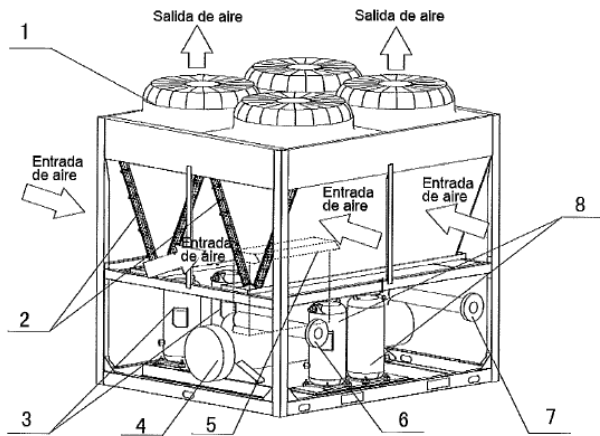
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Ref: enviado por Gasifred 3/07/2012

Enfriadoras agua grandes

MCAC-ATSM-2011-08

Unidad enfriadora modular refrigerada por aire 50 Hz



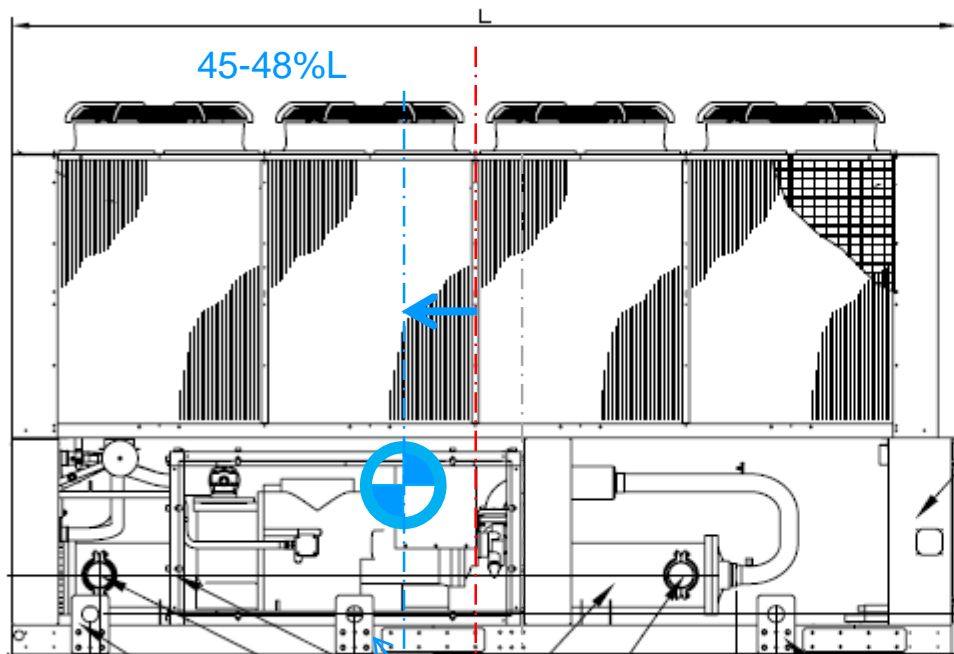
Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

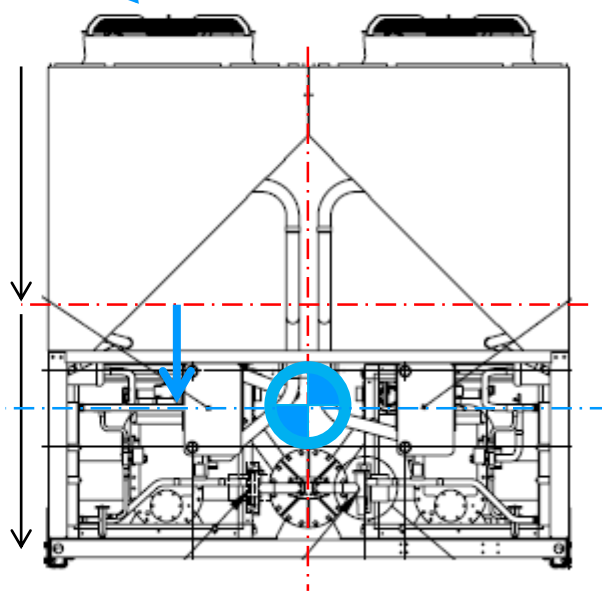
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Ref: enviado por Gasifred 3/07/2012

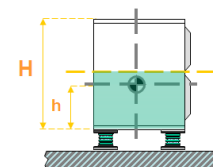
Ventiladores a 900rpm



Compresores a 2.500-3000rpm



!!!!



Ed:12 02/2013

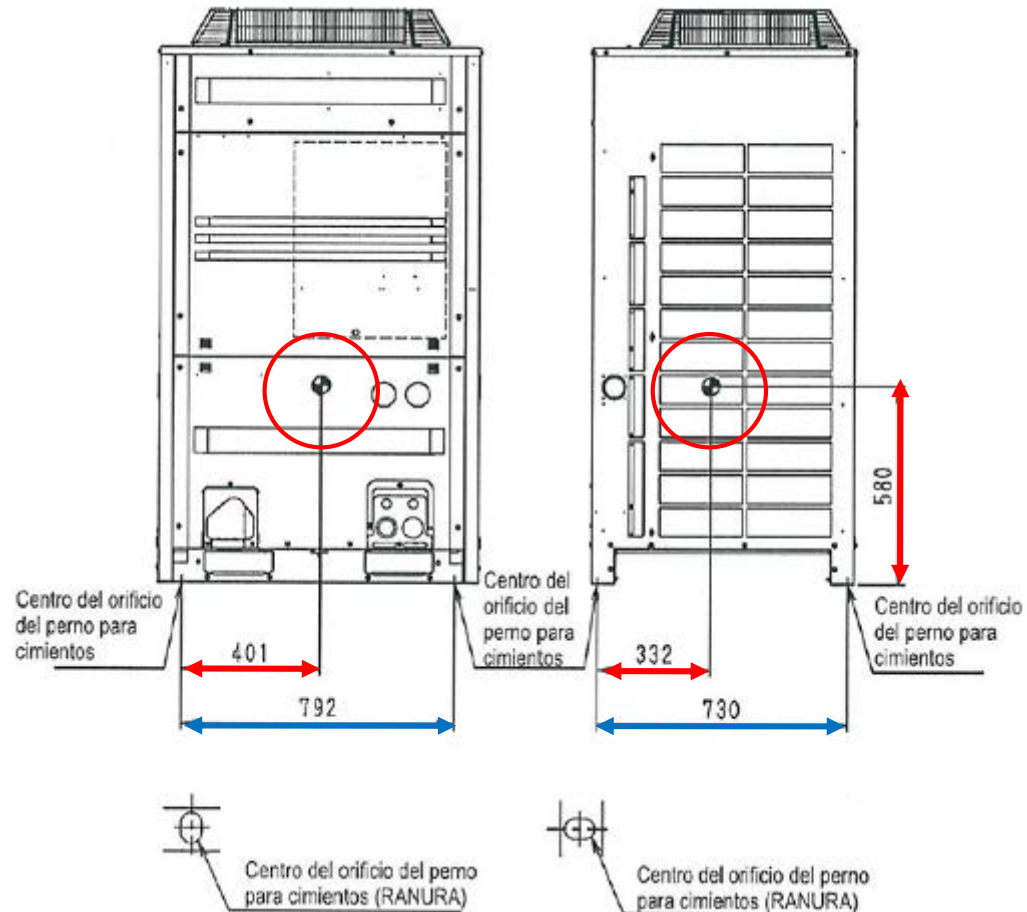
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Fuente: Consulta de Dasil MAAM 2010:30/08/2012

No siempre es frecuente que el fabricante facilite la distribución de cargas

RXYQ8P **DAIKIN** • Sistemas/VRV® • Unidades exteriores

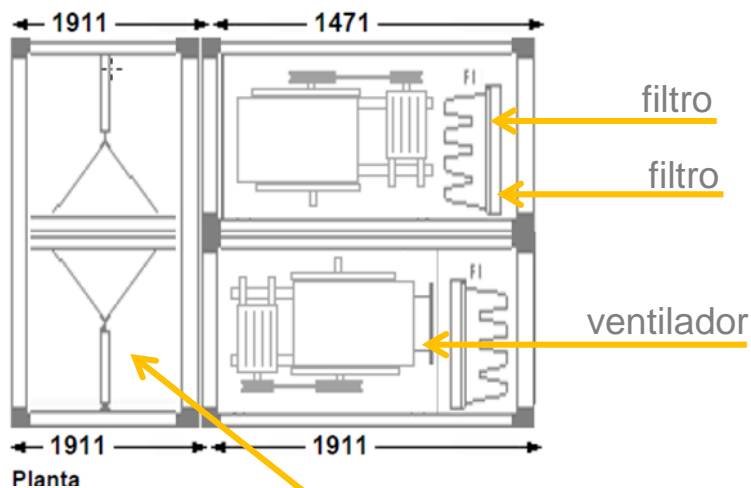


Ed:12 02/2013

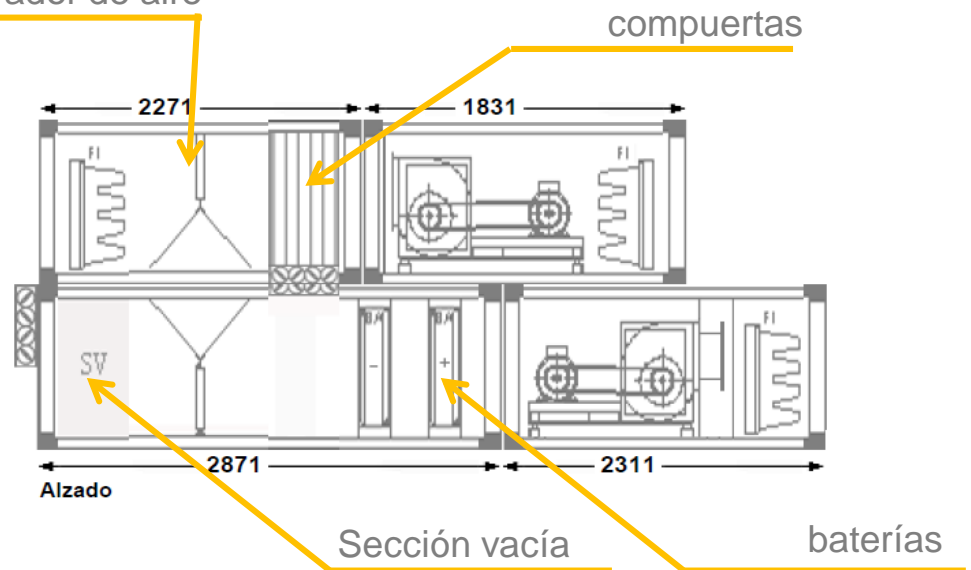
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Rafa 10/08/2011



Recuperador de aire



Aplicaciones: Hospitales

Ed:12 02/2013

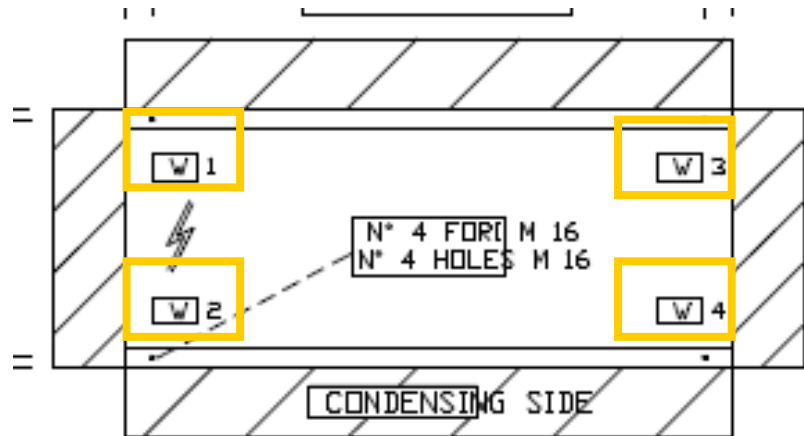
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

No siempre es frecuente que el fabricante facilite la distribución de cargas



Enfriadoras refrigeradas por agua condensadas por aire

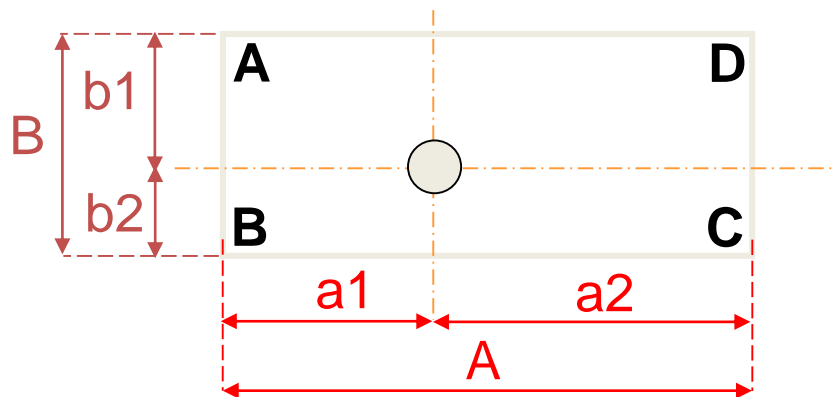


1000					
DISTRIBUZIONE PESI (Kg)					
TYPE	W1	W2	W3	W4	TOTAL
HRWB 0412	378	254	296	172	1100

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

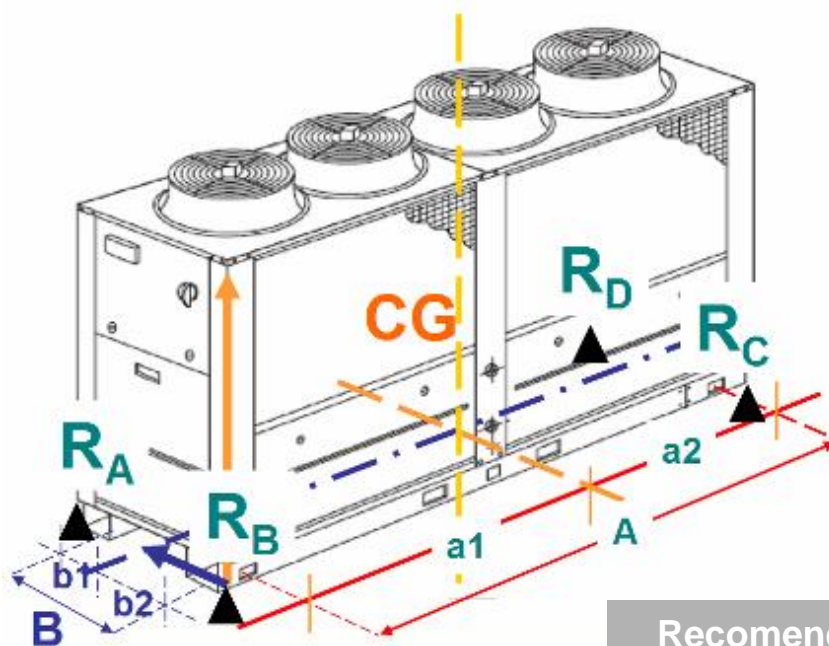
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



$$\sum F = 0 \text{ y } \sum M = 0$$

$$M_x = R_x \cdot d_x$$

$$R_A + R_B + R_C + R_D + P = 0$$



Recomendable
para $A < 3,5\text{m}$
(ref: Criterio Rafa Torres)

$$R_A = \frac{b2}{B} \cdot \frac{a2}{A} P$$

$$R_B = \frac{b1}{B} \cdot \frac{a2}{A} P$$

$$R_D = \frac{b1}{B} \cdot \frac{a1}{A} P$$

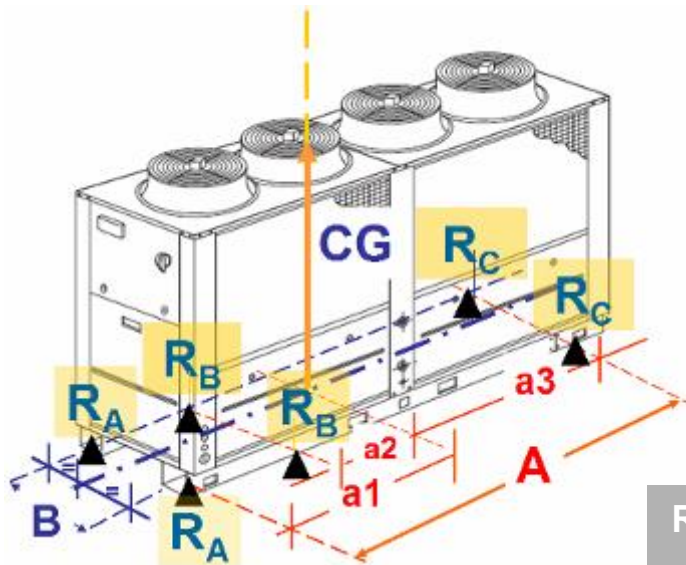
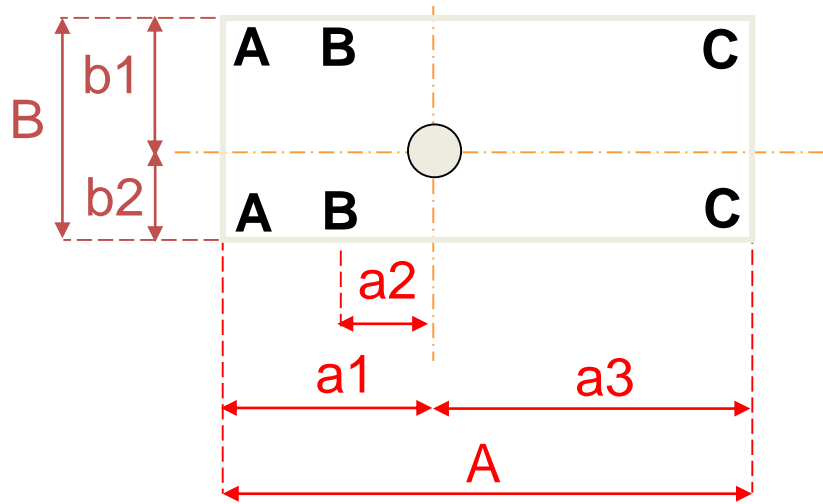
$$R_C = \frac{b2}{B} \cdot \frac{a1}{A} P$$

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

6 Apoyos es + ESTABLE



Recomendable para
 $3,5 < A < 5$ m.
 (ref: Criterio Rafa Torres)

$$2R_A + 2R_B + 2R_D = P$$

$$R_A = R_B = R_C = \frac{1}{6} P$$

$$MR_A + MR_B - MR_C = 0$$

$$MR_A + MR_B = MR_C$$

$$(R_A \cdot a1) + (R_A \cdot a2) = R_A \cdot a3$$

$$R_A (a1 + a2) = R_A a3$$

$$a1 + a2 = a3$$

$$R_A = \frac{1}{6} P$$

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



HGT



HCT-40C



THT THT/ATEX



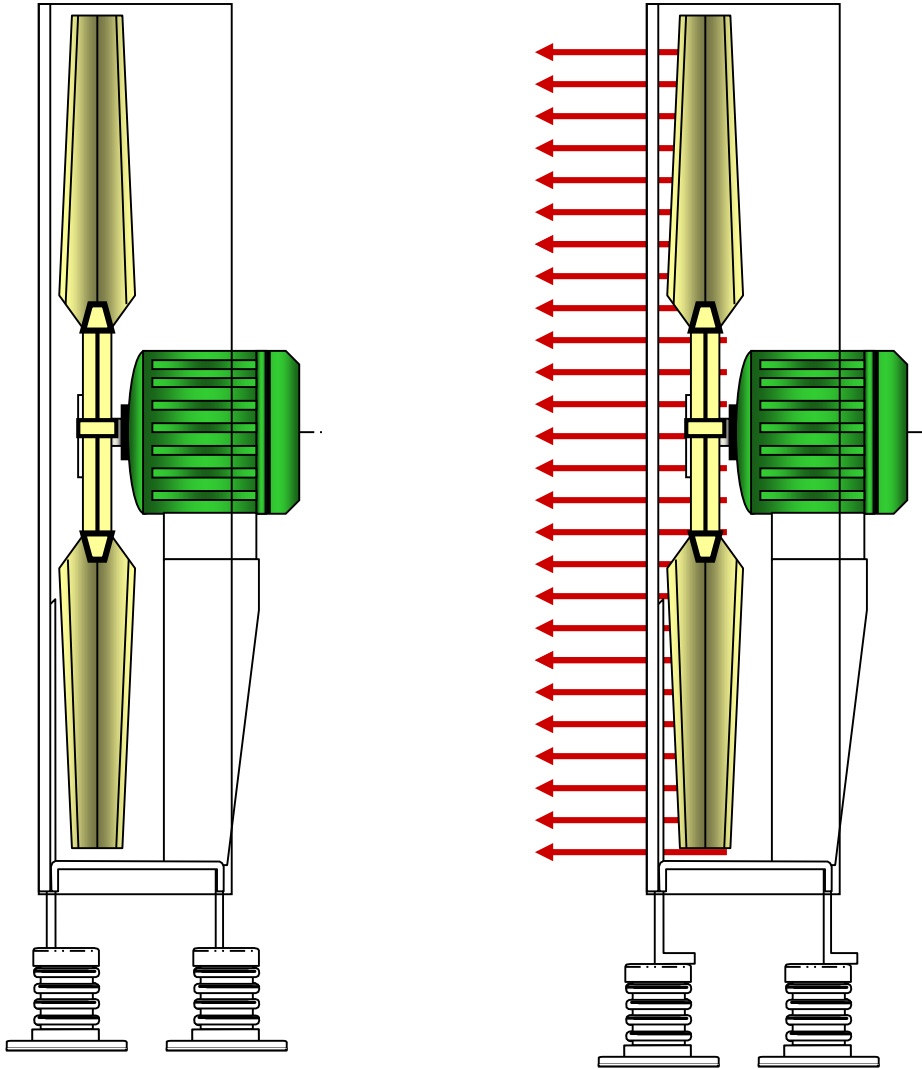
Ed:12 02/2013

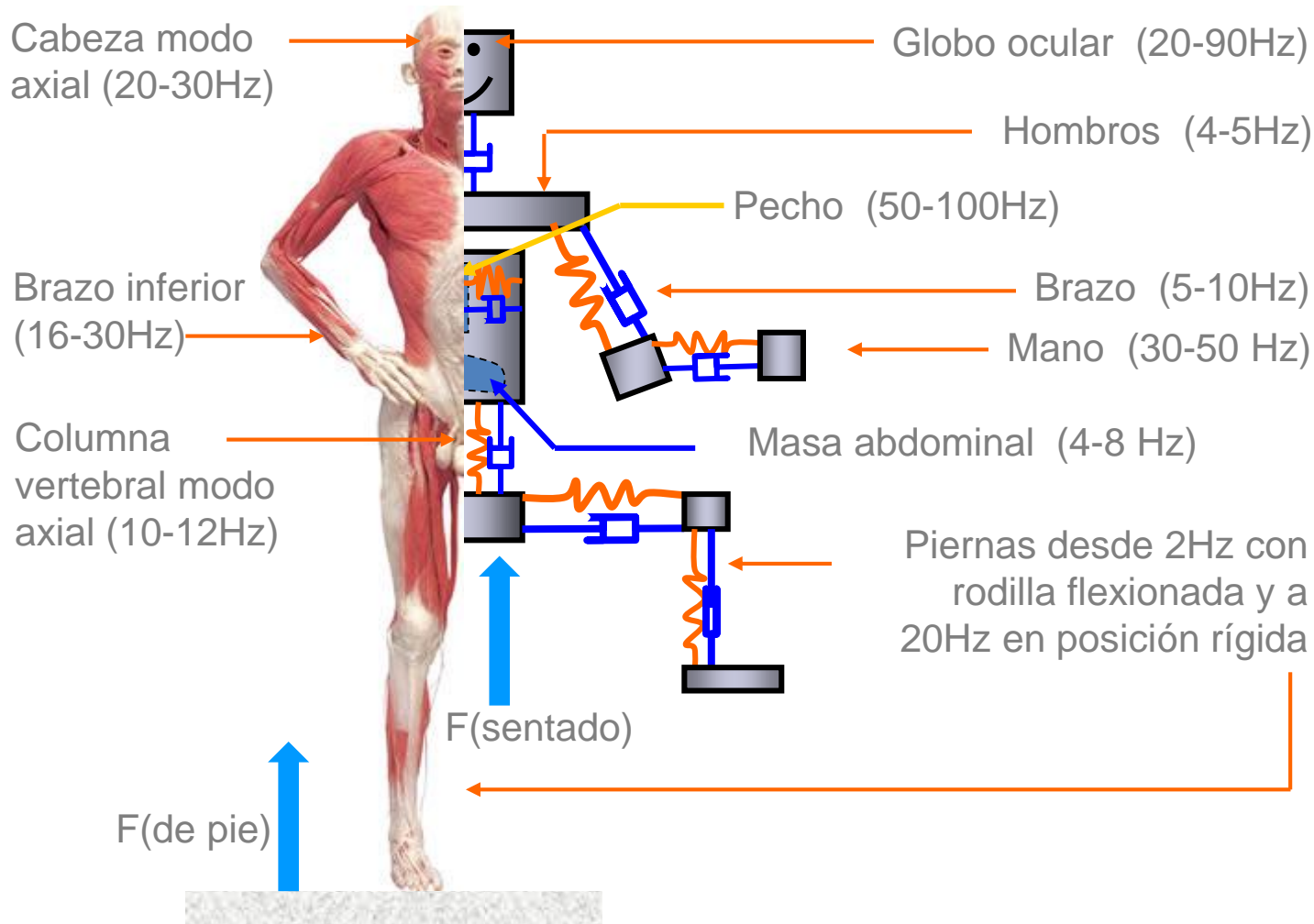
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Caso 3: Aislamiento ventiladores axiales





Actualizado 18/12/2012. Ref: Curso B&K-2008

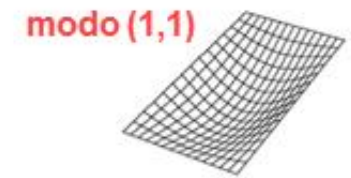
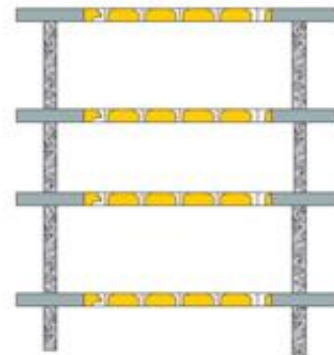
Ed: 12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

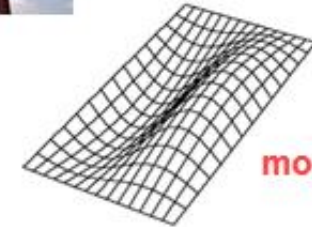
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Ref: Jesús Uriol Acusticsambient
30/04/2012 en Sort (Lleida)

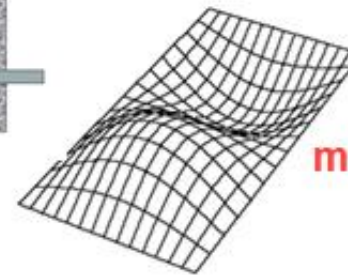
Vigas y forjados en edificios



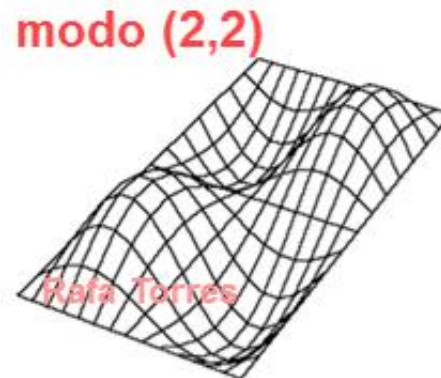
modo (1,1)



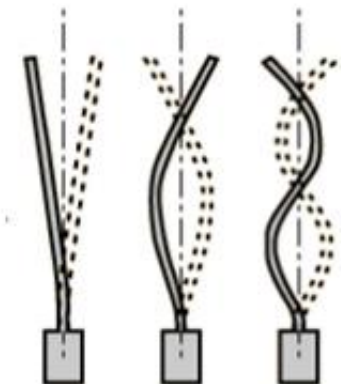
modo (1,2)



modo (2,1)



modo (2,2)



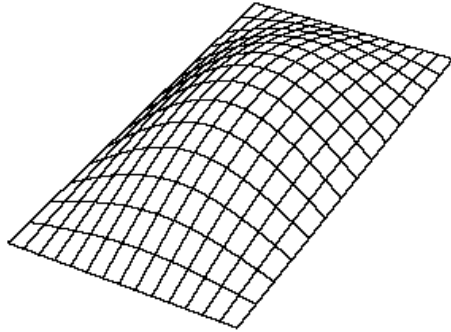
Ref: Acústica Aparejadores BCN 2013

Ed:12 02/2013

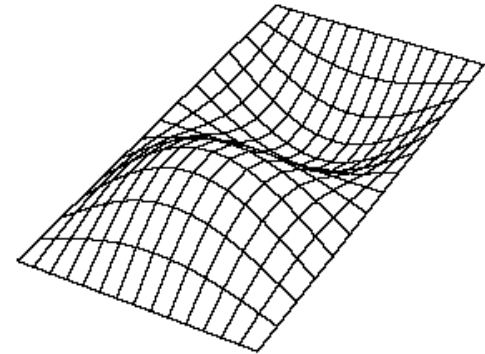
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

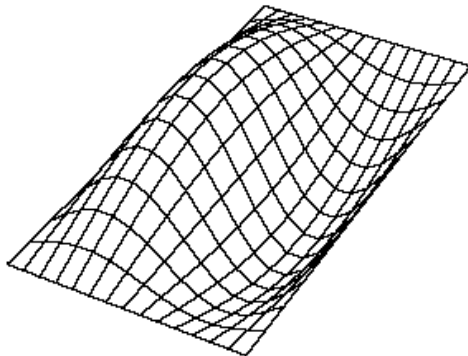
Modo (1,1)



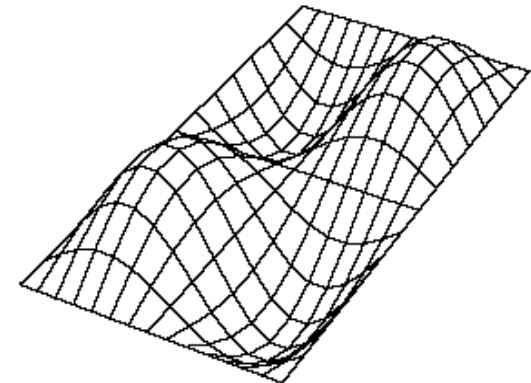
Modo (1,2)

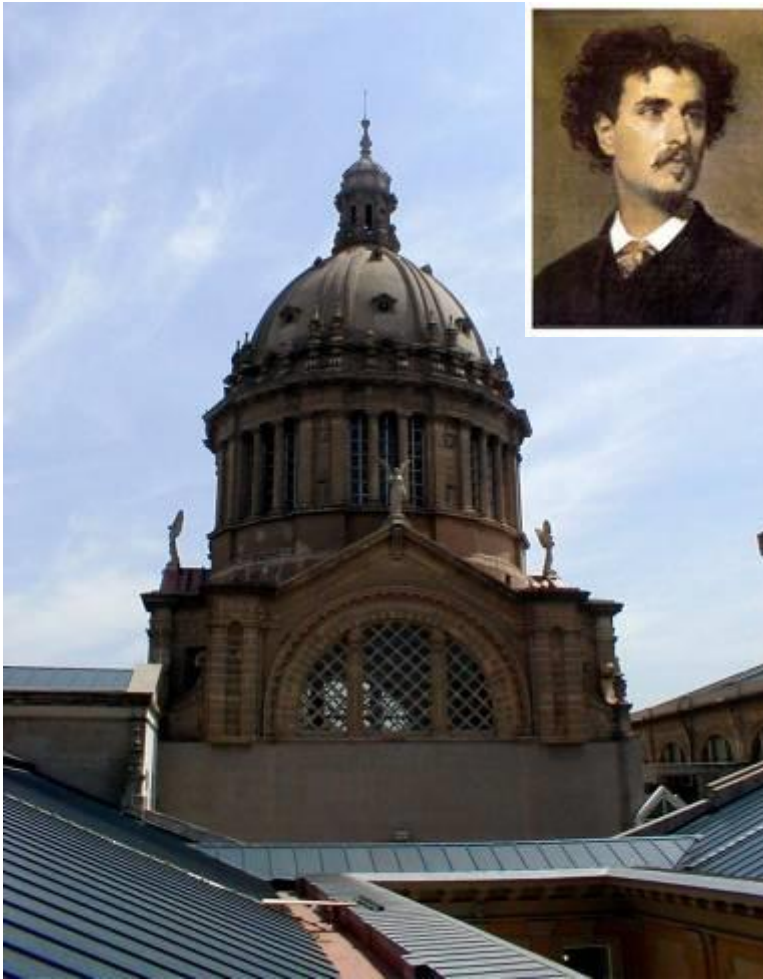


Modo (2,1)



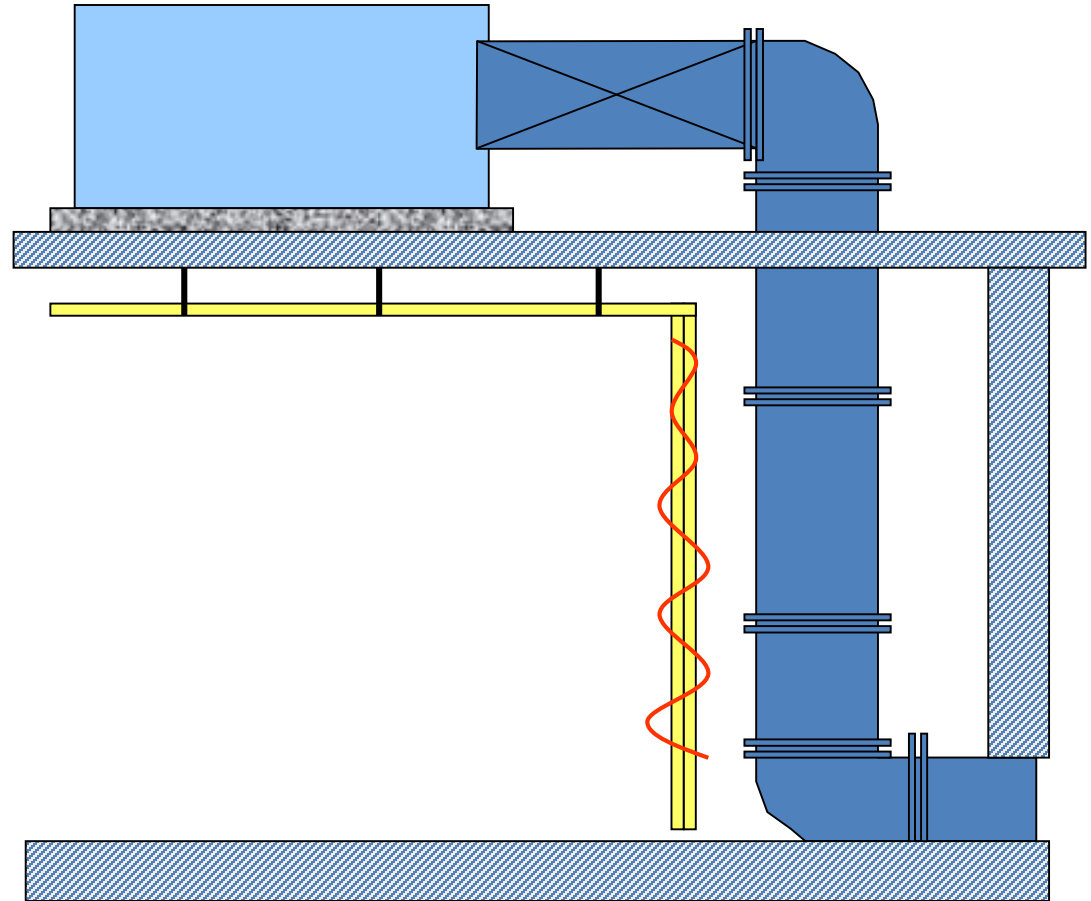
Modo (2,2)





Ed:12 02/2013
Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

750 rpm (12,5 hz.)

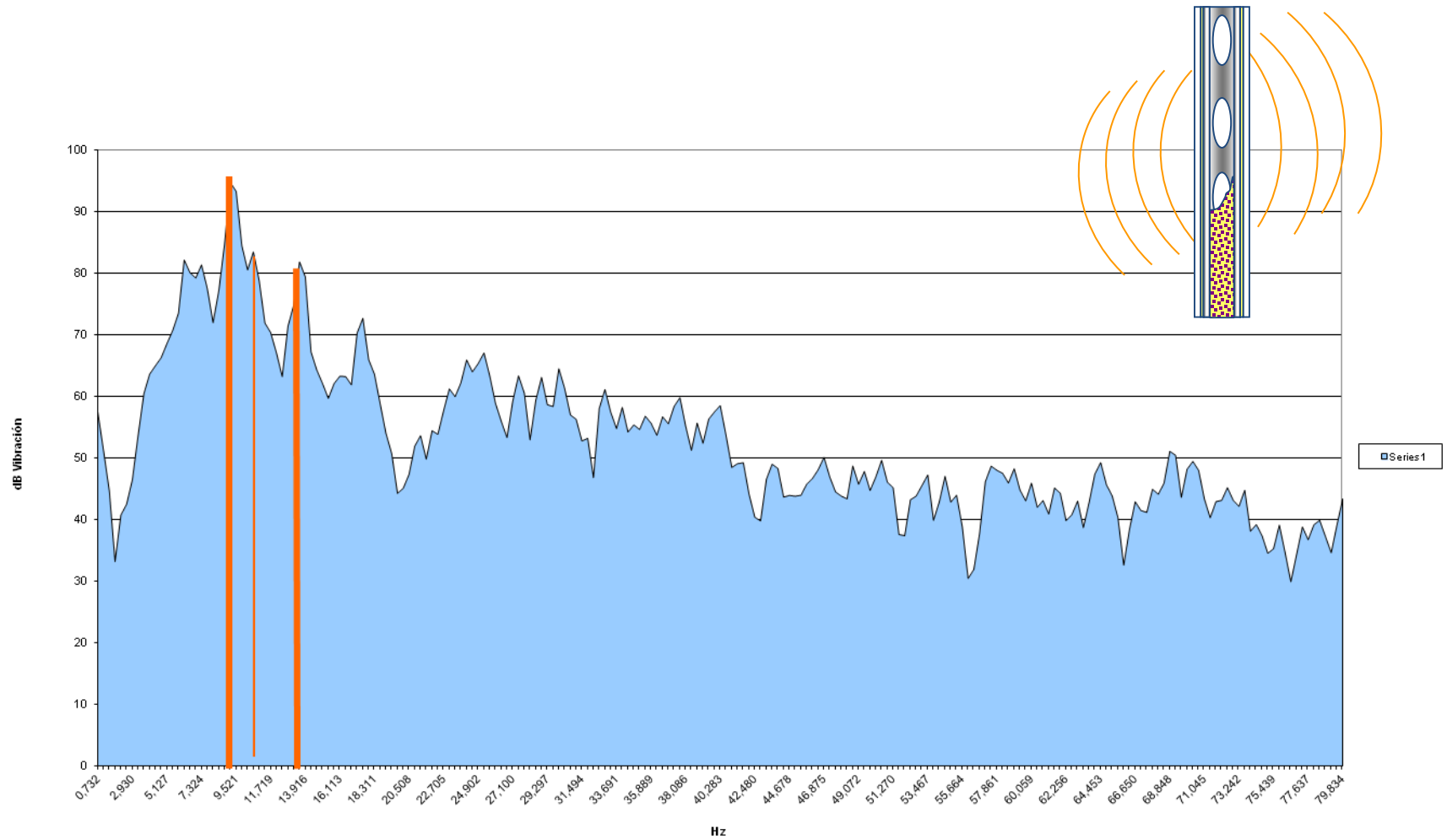


Fuente: MNAC SALA 2 FORTUNY 12/2004

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

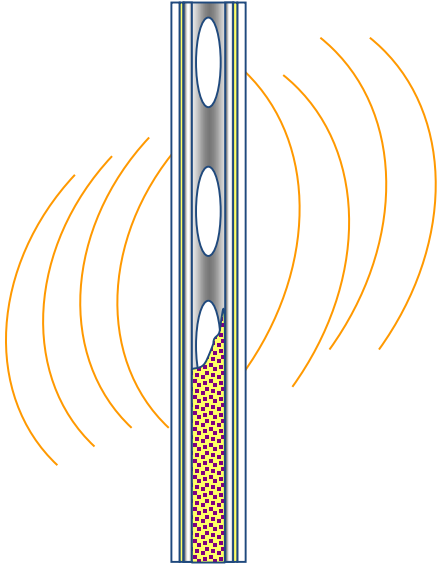


Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

$$f_0 = \frac{600}{\sqrt{md}}$$



- m=masa superficial de la membrana Kg/m²
- d= distancia de la cámara de aire en cm.

m	d	f ₀
28	70	14 Hz

Ed:12 02/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

1. Estrategias de actuación



2. Grado de libertad-1



3. Montaje antivibratorio



4. Vibraciones forzadas



5. Tipos de MA

