



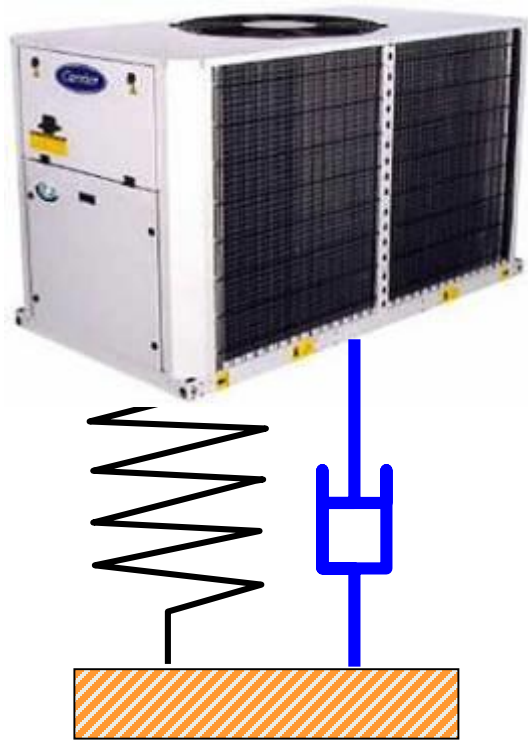
5.1.

Teoría de vibraciones VI

Rafael Torres

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

rafa@vibcon.es



$$F_{n'} = F_n \sqrt{1 - \left[\frac{C}{C_c} \right]^2}$$

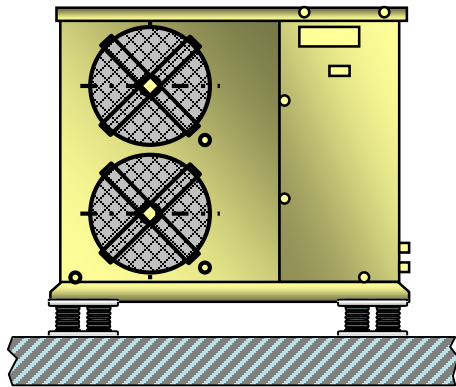
$$F_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_d}{m}}$$

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

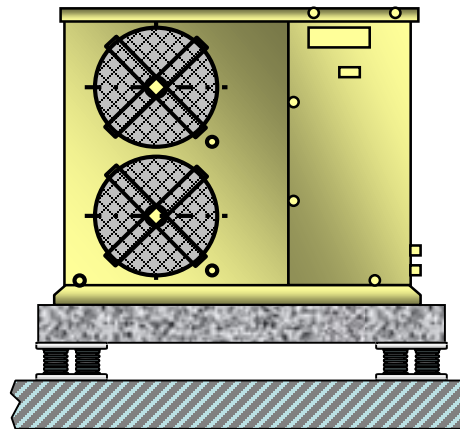
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

MA directo



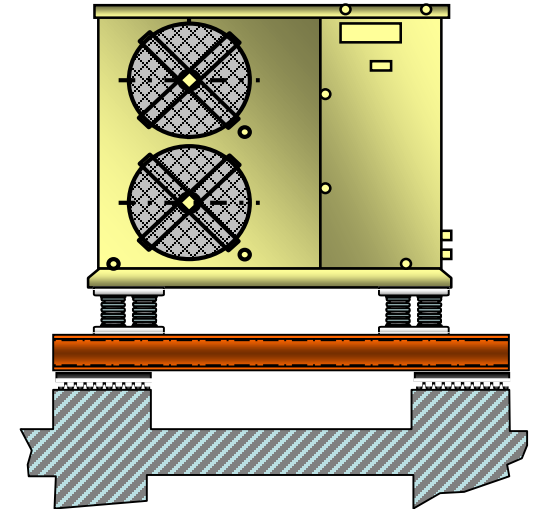
Climatizadores,
domésticos,
motoventiladores,etc

MA c/ bancada



Roof-Top,
ventiladores axiales,
Enfriadoras,
grupos de presión,
etc.

MA mixto



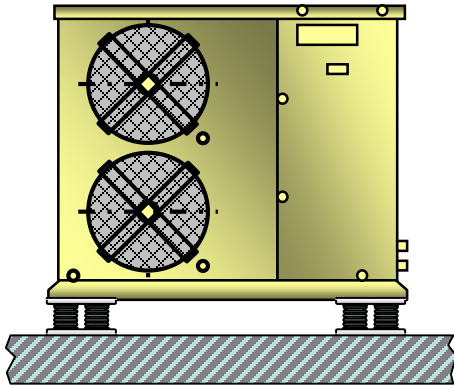
Enfriadoas,Bombas
de calor, torres
recuperación,etc

Ed:12-14/2/2013

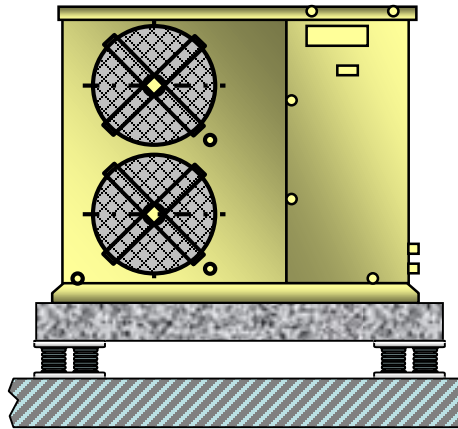
Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Los criterios “no son ciencia exacta” si no un juicio de valor y por tanto sometidos siempre al SCM

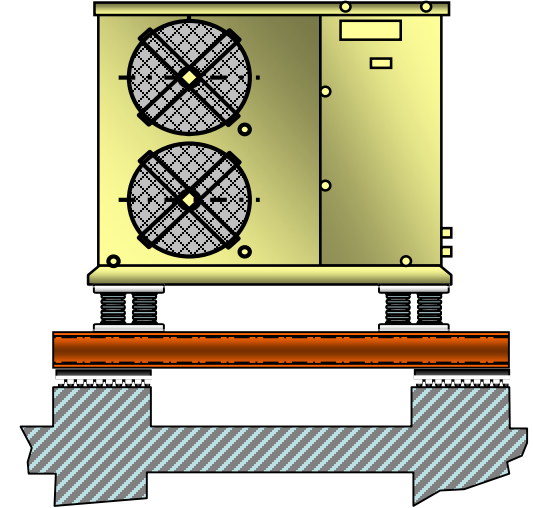
directo



con bancada



mixto

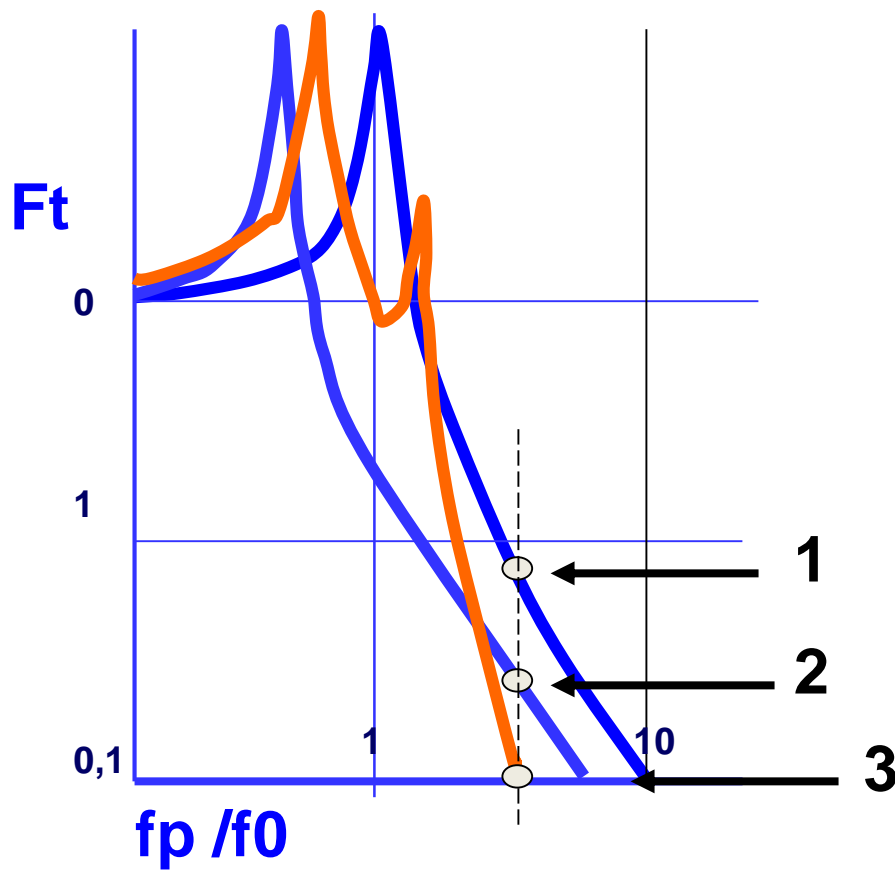


- ¿En qué tipo de estructura o edificio se ubicará la máquina?
- ¿Qué tipo de maquina es?
- ¿Cuál será su emplazamiento?

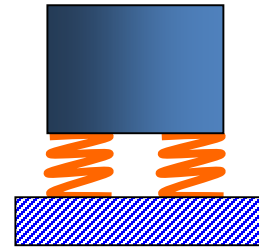
Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

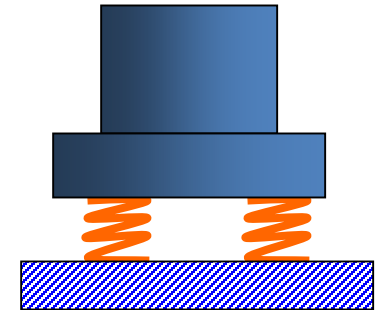
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



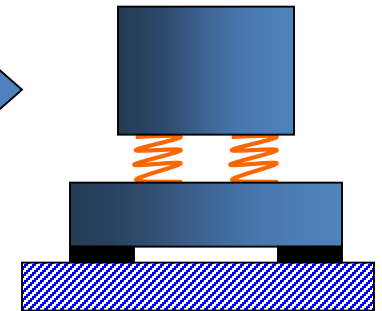
Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3
mixto



El $F.t._1 > F.t._2 > F.t._3$

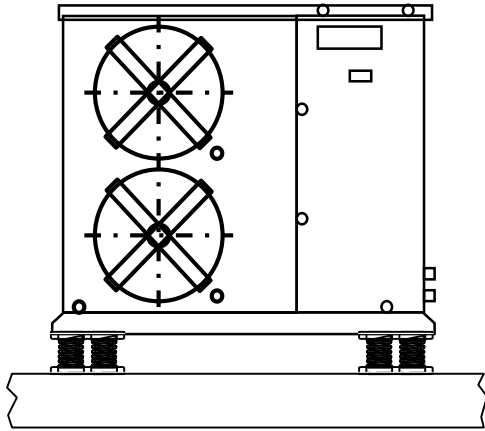
$A < F.t. \Rightarrow$ > Grado de Aislamiento

Ed:12-14/2/2013

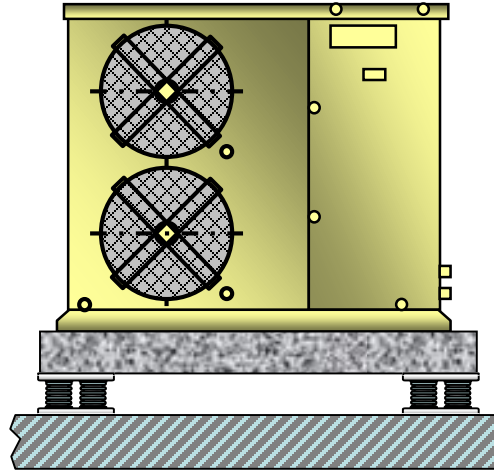
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

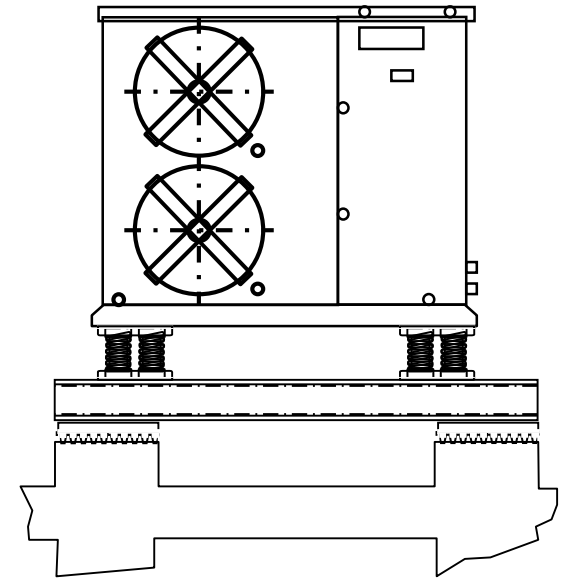
MA directo



MA c/ bancada



MA mixto

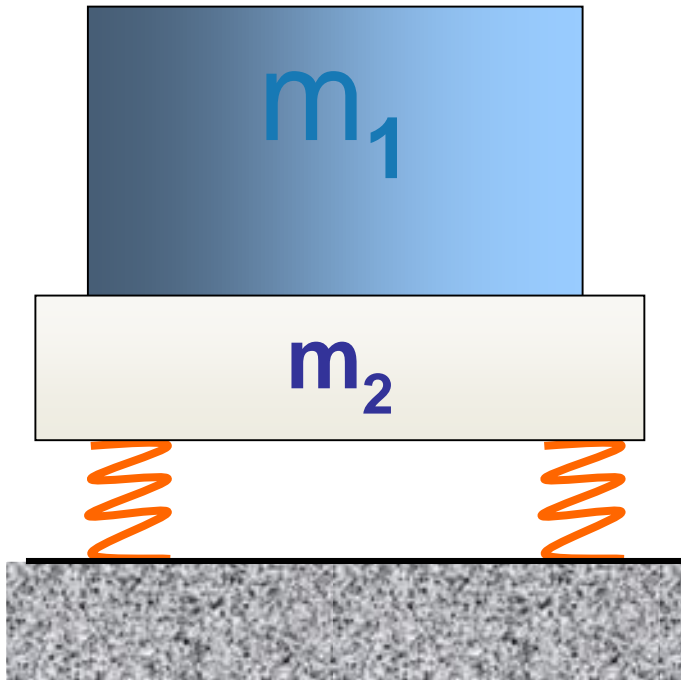


Roof-Top, ventiladores
axiales, Enfriadoras,
grupos de presión, etc.

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



- Baja el centro de G.
- Mejora estabilidad
- Reducción de efectos por vibraciones pasivas

$$F = m_1 \times a \Rightarrow F = (m_1 + m_2) \times a'$$

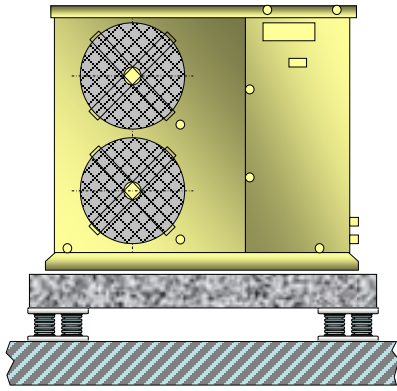
$$\text{Si } m_2 = m_1 \Rightarrow m_1 a = 2m_1 a'$$

$$a' = 1/2 a$$

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



$$a \cdot m = a' \cdot (m' + m)$$

$$a \cdot m = a' [(e \cdot \rho \cdot s) + m]$$

a: Valor de amplitud de aceleración de las máquinas

a': Valor de aceleración transmitida al suelo

m: masa de la máquina o conjunto de la instalación [Kg]

ρ: Densidad del material de la bancada [Kg/m³]

S: Superficie de la bancada [m²]

e: Espesor de la bancada [m]

m': Masa de la bancada (S·e·d)

$$\frac{a'}{a} = \frac{m}{(e \cdot \rho \cdot s) + m}$$

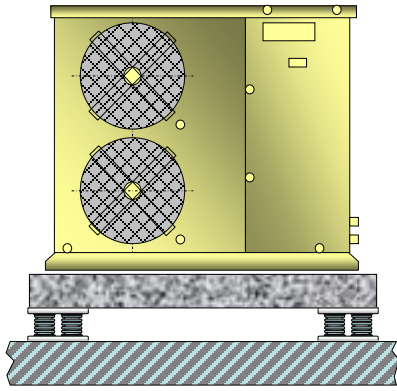
$$a_r = \frac{a'}{a}$$

a_r: aceleración
relativa o normalizada

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



$$a \cdot m = a' \cdot (m' + m)$$

$$a \cdot m = a' [(e \cdot \rho \cdot s) + m]$$

$$a_r = 1/2$$

$$a_r = 1/10$$

a_r : aceleración relativa o normalizada

$$a_r = \frac{m}{(e \cdot \rho \cdot s) + m}$$

$$e = \frac{\cancel{m/a_r} - m}{\rho \cdot S}$$

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Agrietamientos en hormigón inducido x vibración

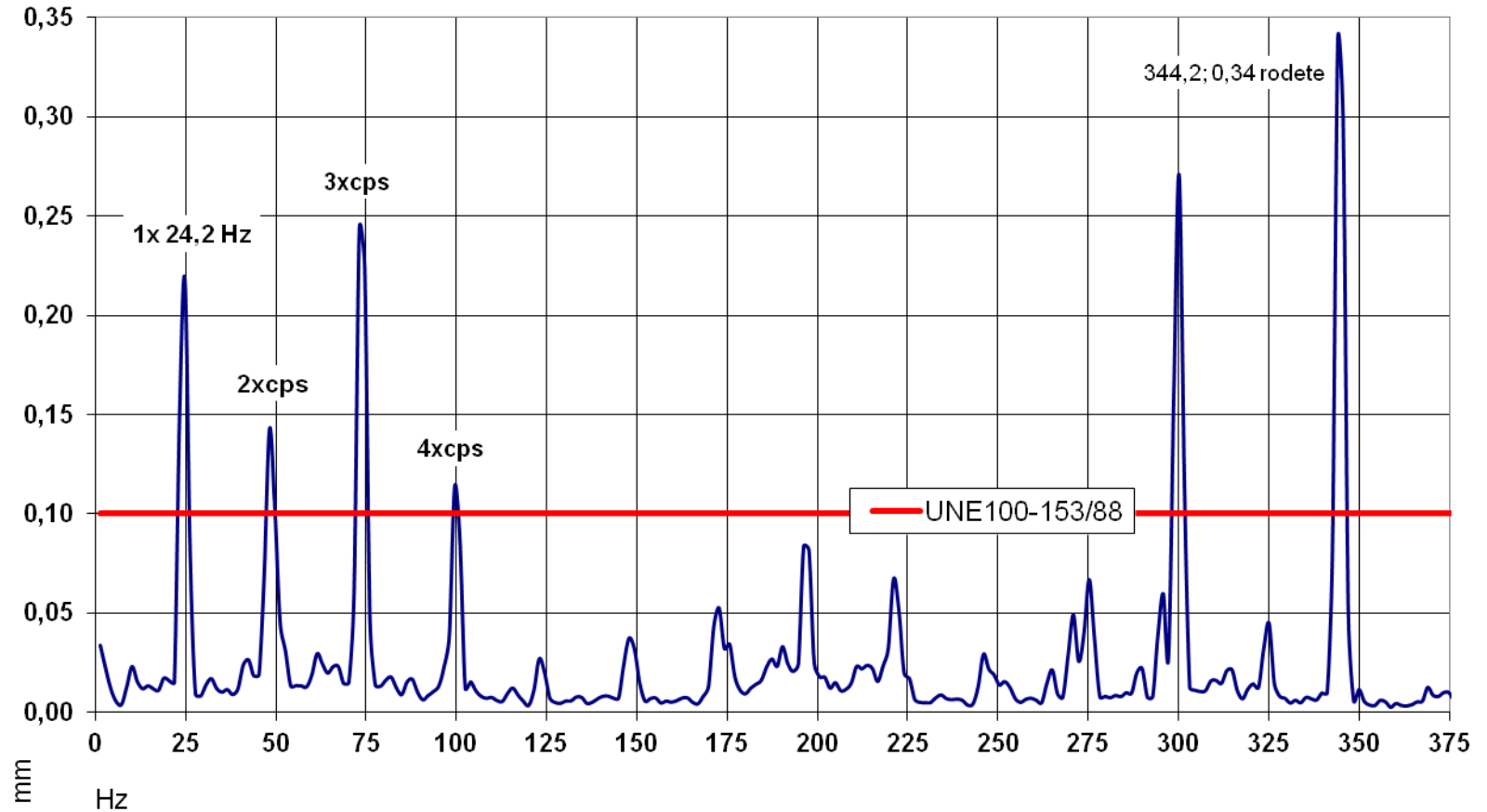
Ref: La Caixa zona Restringida A Plt-3 Torre1-4/2005

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

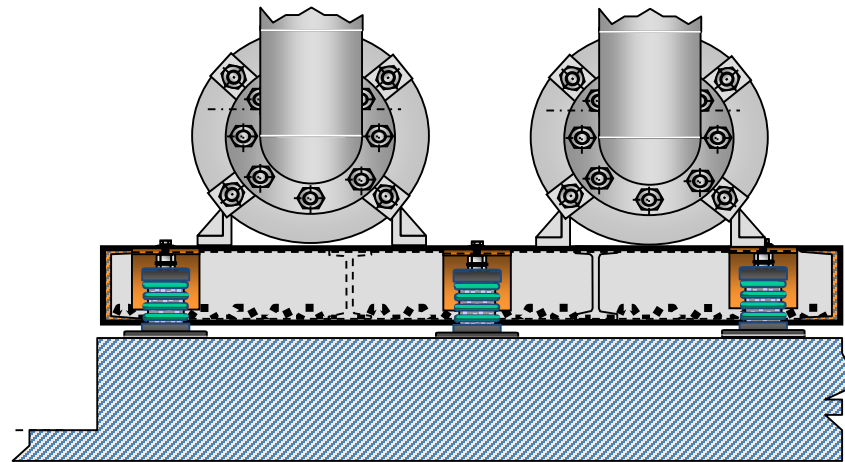
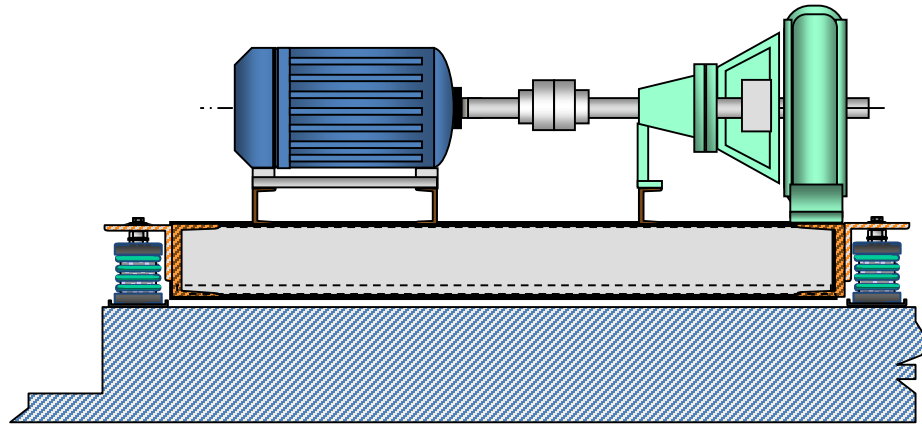
Amplitud de Desplazamiento RMS/ Comparada con UNE100-153/88 para bombas de 1500rpm



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

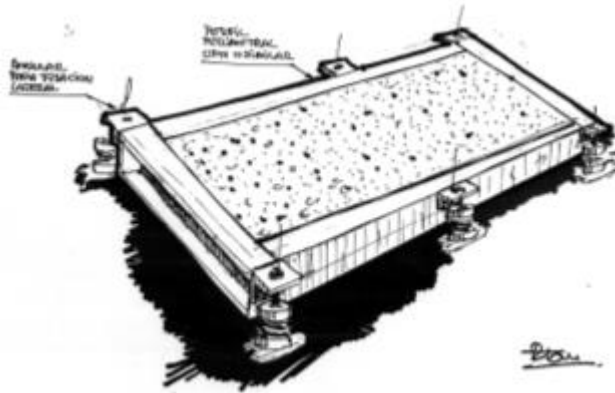
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



**Bancada
flotante de
hormigón**

BHF



**Bancada metálica a
partir de perfiles.
normalizados**

BM

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Fuente: AUDITORI FORUM2004

Ed:12-14/2/2013

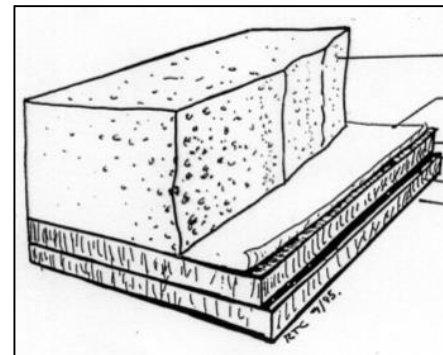
Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



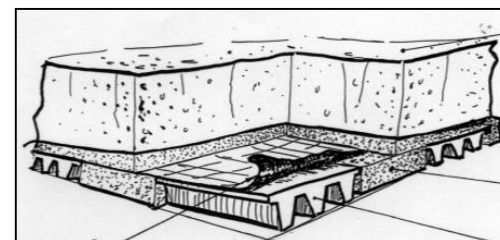
Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

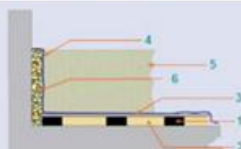
Suelo flotante de elemento Continuo (formado por elemento fibroso)



Suelo flotante de elementos Discontinuos: PADS de caucho y fibra sintética

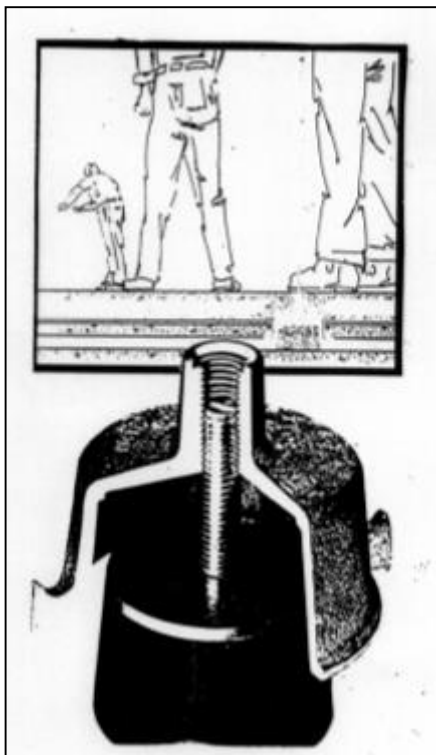


Ref: Centro geriátrico en Valldoreix en
Sant Cugat de Barcelona-Vibcon

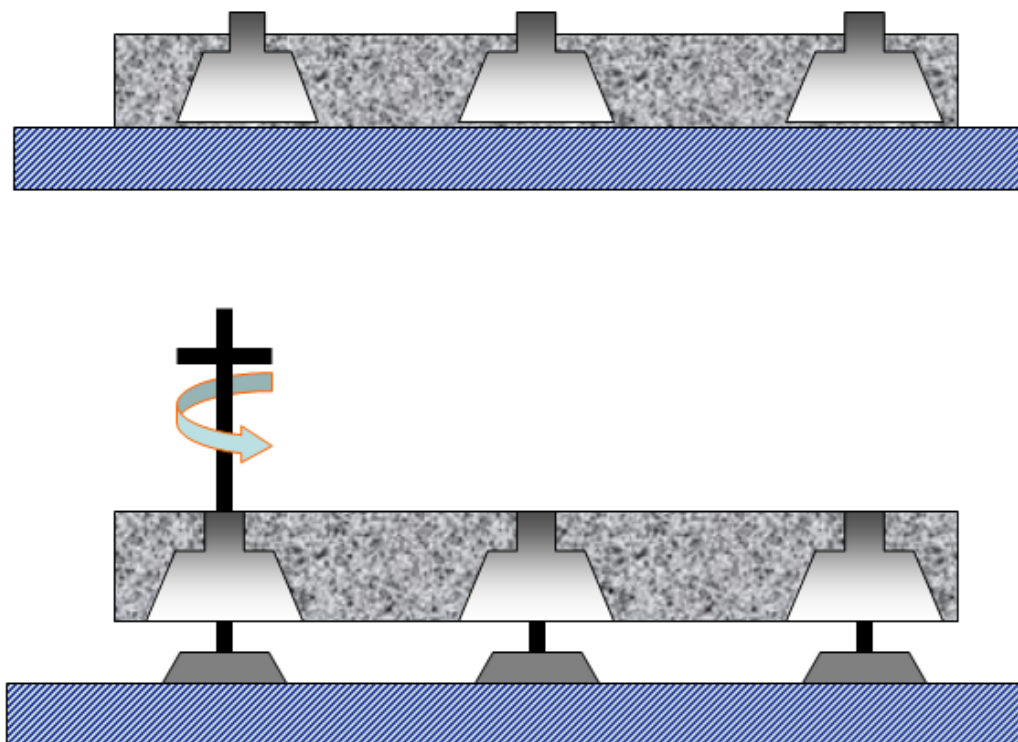


1. PA (70/100)
2. LR233-30
3. Film Polietileno
4. Encolrado
5. Purbancadas (desolarizar pared)

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



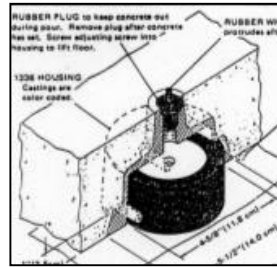
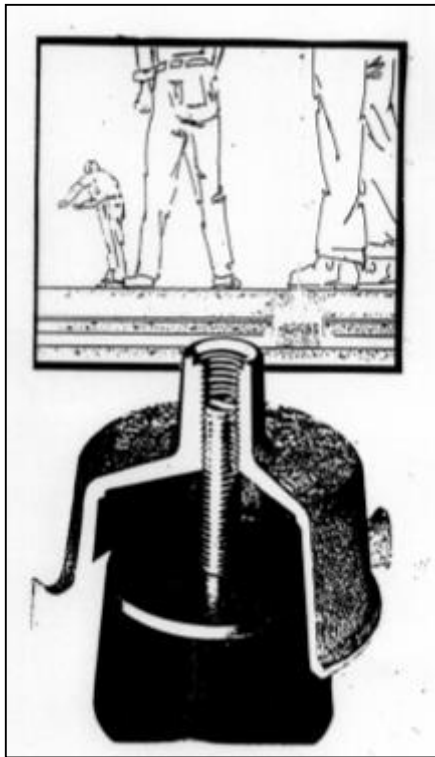
Fuente: MASON U.S.A



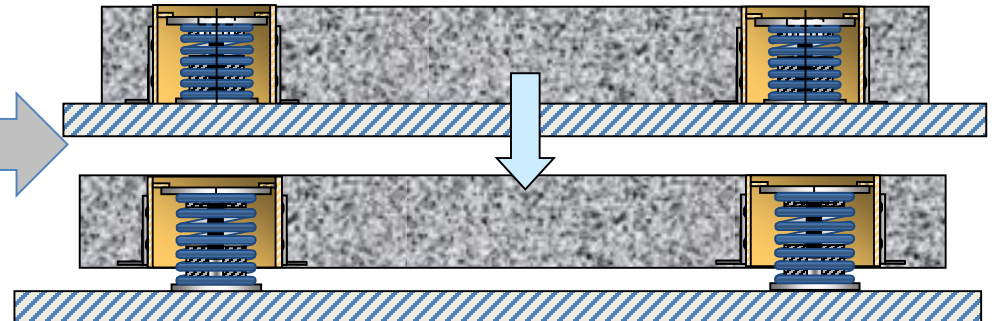
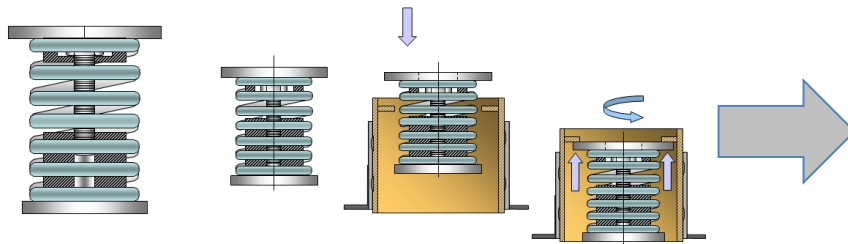
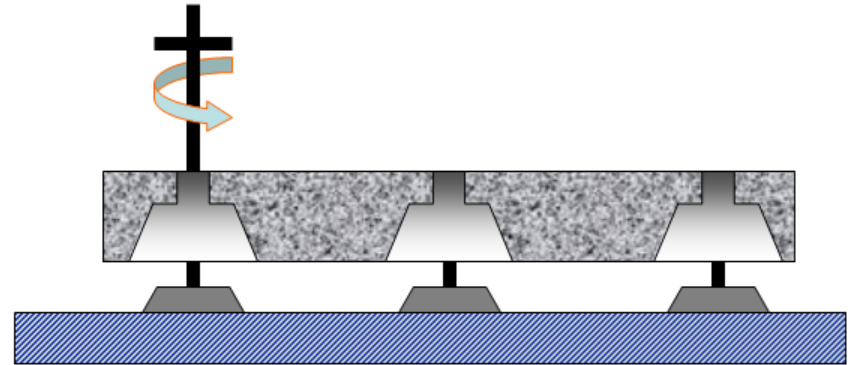
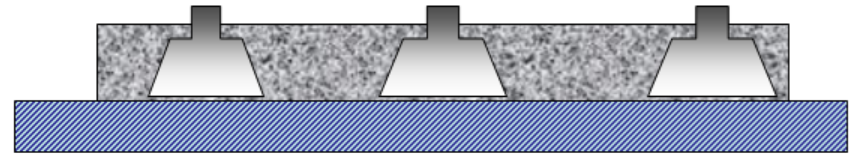
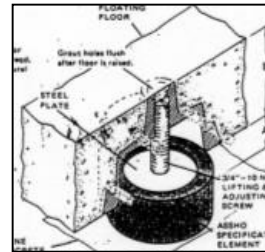
Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Fuente:
MASON U.S.A

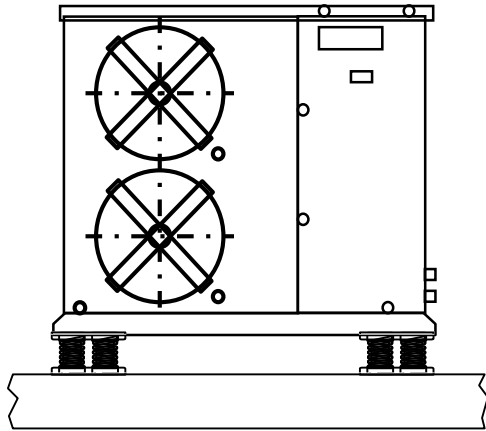


Fuente:Vibcon

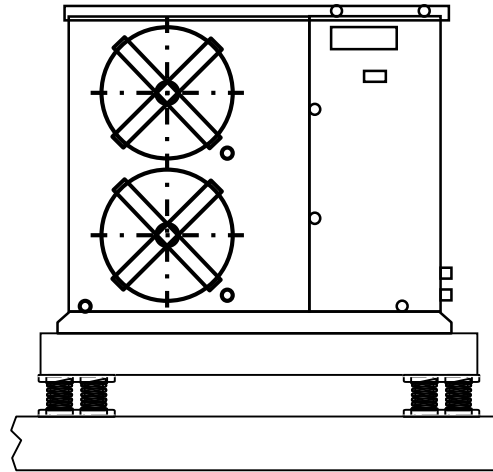
Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

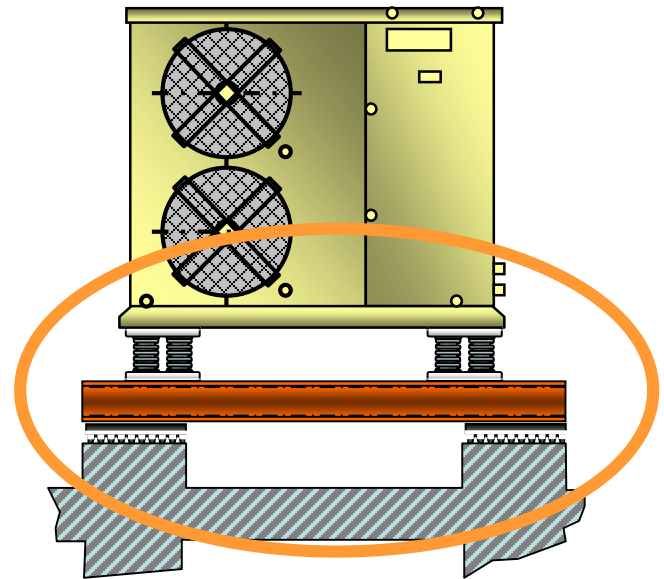
MA directo



MA c/ bancada



MA mixto



Enfriadoas, Bombas
de calor, torres
recuperación, etc

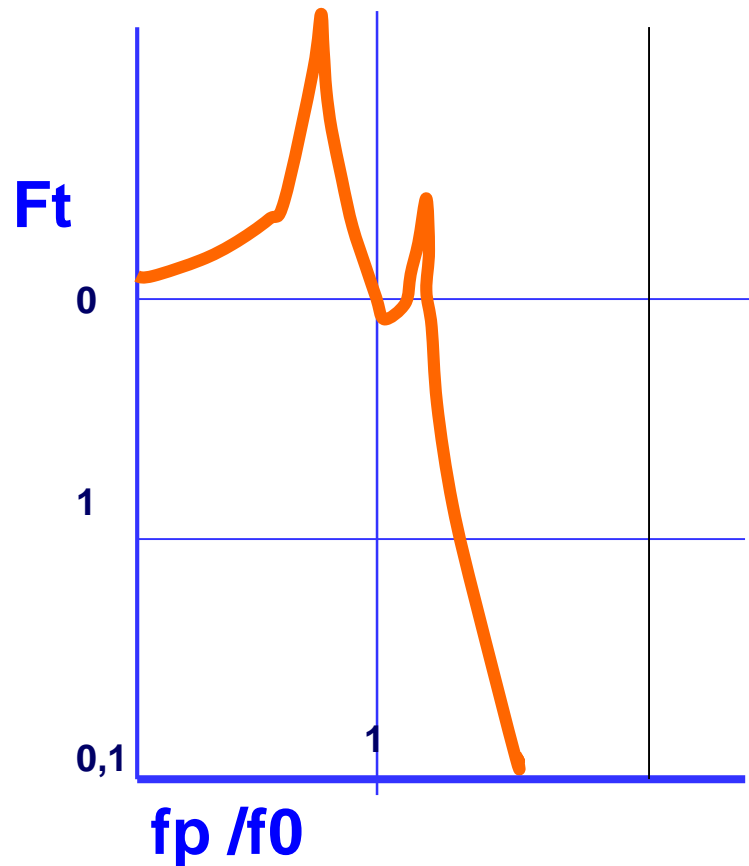
$$T_3 > T_2 > T_1$$

Ed:12-14/2/2013

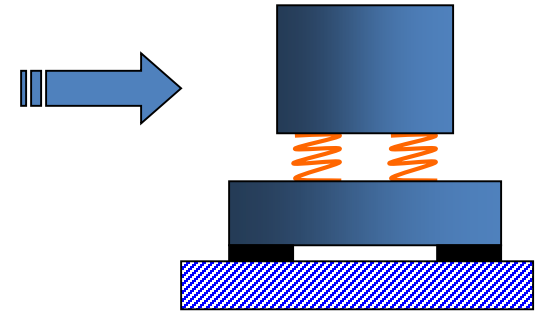
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

Sistema de dos grados de libertad



Tipo 3
mixto



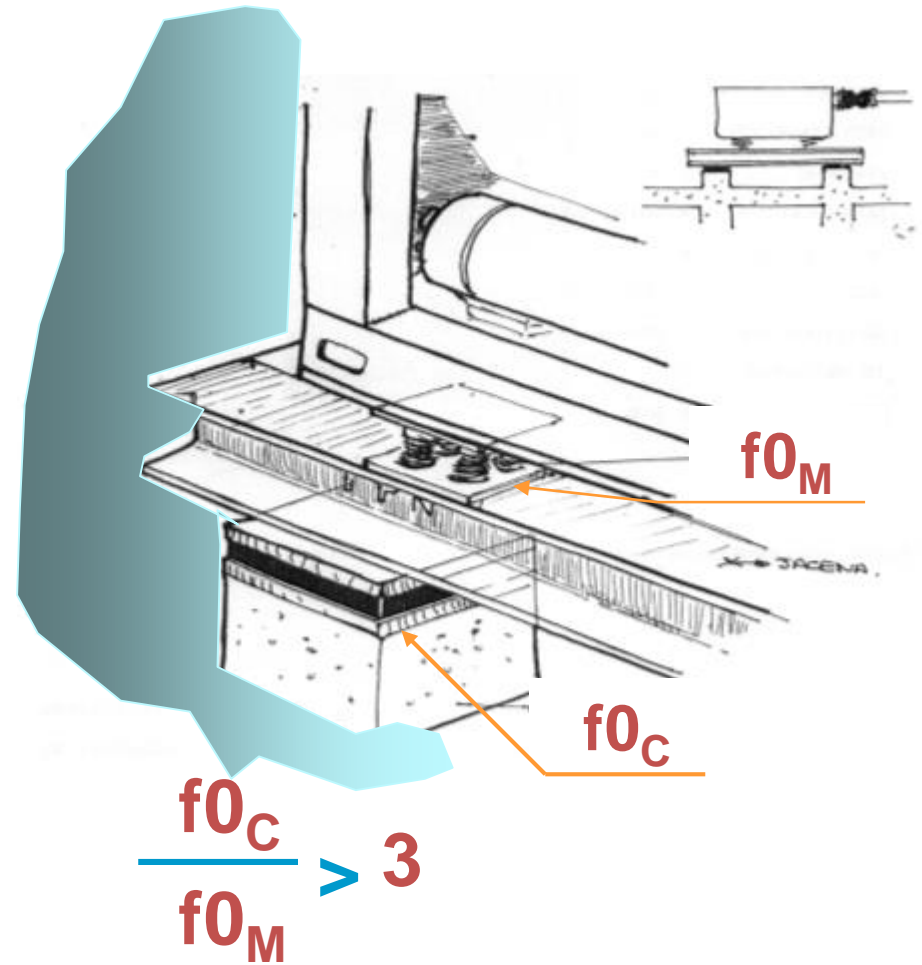
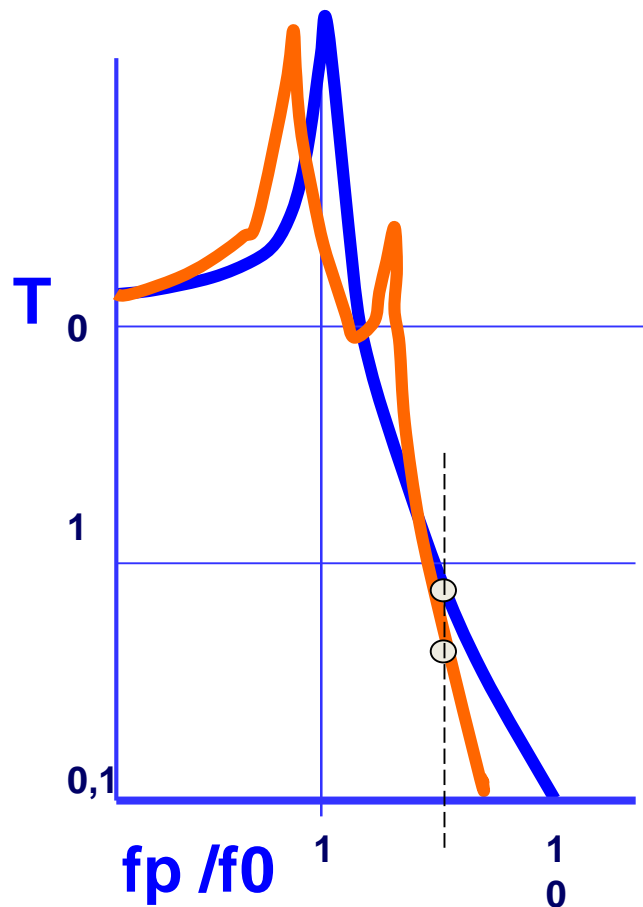
f_p =Frecuencia perturbadora máquina en Hz

f_0 =Frecuencia natural del montaje antivibratorio en Hz

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



f_{0M} =Frecuencia natural antivibradores máquina en Hz

f_{0C} =Frecuencia natural del montaje antivibratorio enano-bancada en Hz

Ed:12-14/2/2013

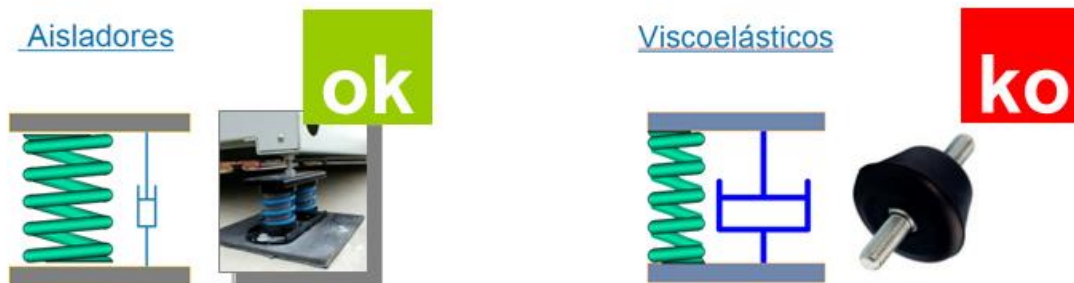
Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

1. Aproximar el sistema a aislar a un sistema de 1GL



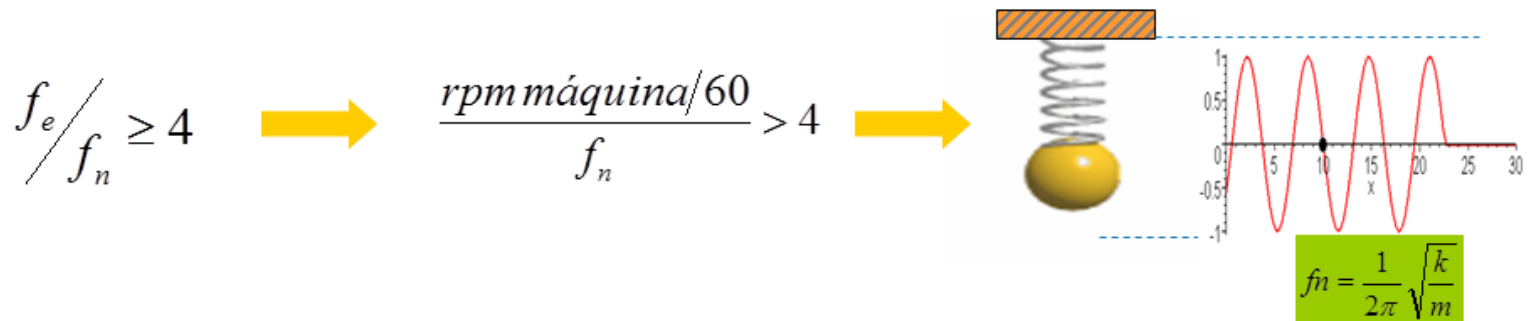
2. El montaje antivibratorio ha de ser aislante más que amortiguante.



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

3. El montaje antivibratorio deberá tener $G_{AV} \geq 90\%$



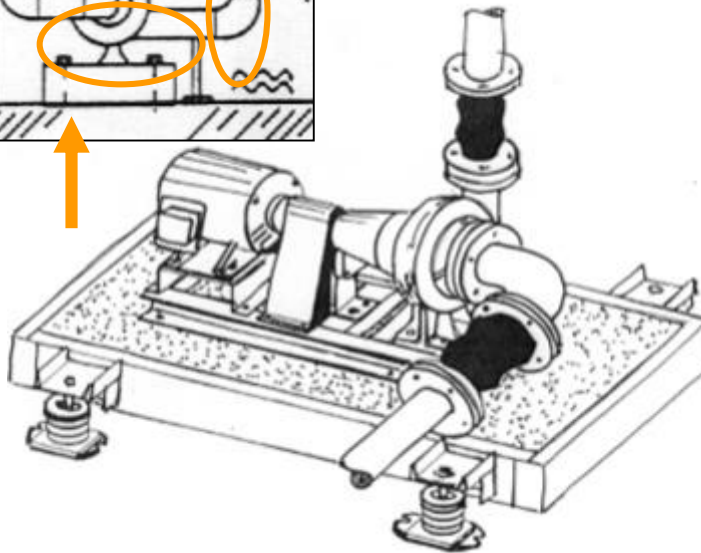
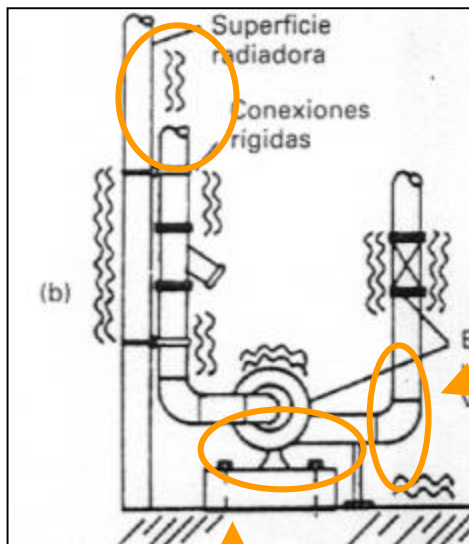
4. La compresión de los aisladores de vibración (básicamente de muelle), es inversamente proporcional a la f_n .



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Se ha de aislar también la tubería

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Fuente: GYMSA
10/2003



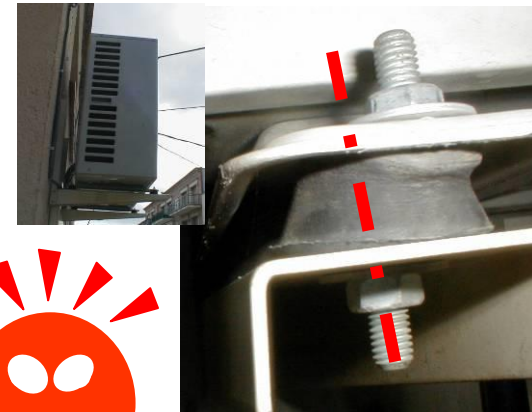
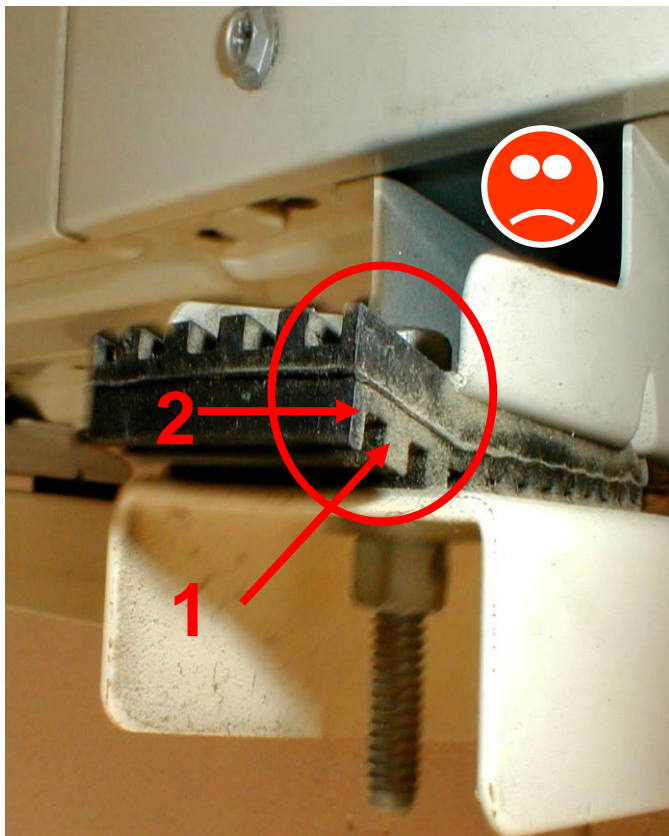
$$f_0 = f_0'$$

“Resonancia”



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Despegue de la armadura metálica superior



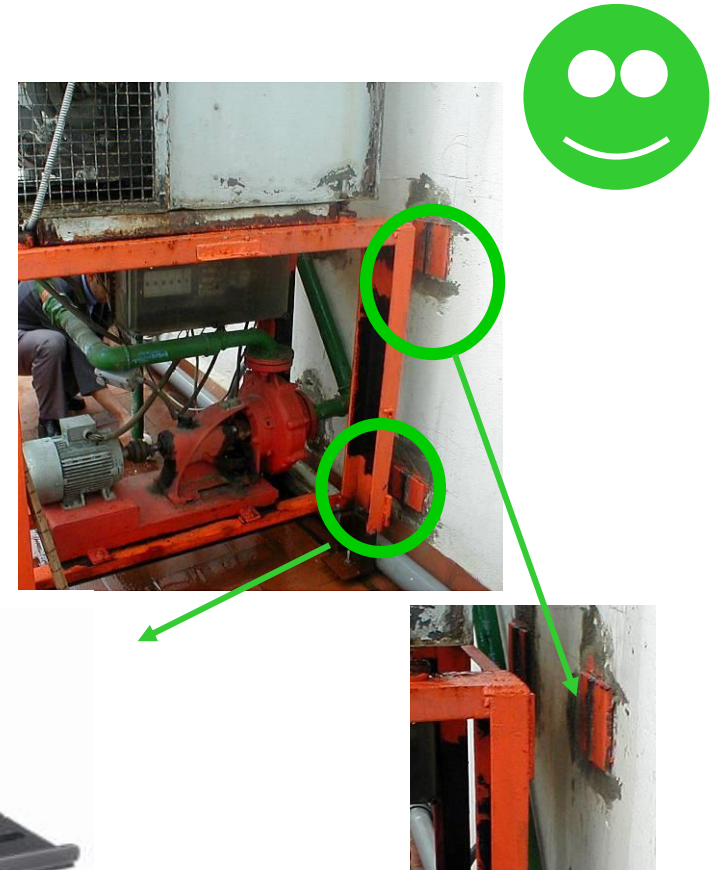
Síndrome de piel de naranja

-1 La vibración pasa a través del tornillo.

-2 Si el tornillo toca la ranura de los orificios

=> transmisión

Patologías: Se han dejado uniones rígida



Fuentes: EMTE-KLIMACAL Juan Carlos Bo.

Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL

- Patología vibroacústica por instalación de bombas que afecta a habitaciones plantas inferiores



Residencia geriátrica Centre Parc

Av. De Madrid 210 BARCELONA(2006)

Antes!!!!



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo
Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL



Residencia geriátrica Centre Parc

Av. De Madrid 210 BARCELONA(2006)

Después!!!!

- Se consiguió reducir el ruido estructural inducido por vibración mecánica



Ed:12-14/2/2013

Rafael Torres del Castillo

Profesor externo Ingeniería Arquitectura La Salle URL