

# Guía para el dimensionamiento de los amortiguadores SA

Para elegir la dimensión correcta del amortiguador son necesarios los parámetros siguientes:

- Peso del objeto de impacto	m	(kg)
- Velocidad de impacto	v	(m/s)
- Fuerza de empuje	F	(N)
- N° de ciclos de impacto por hora	C	(/hr)

### Algunas formulas

1. Energía cinética	$E_k = mv^2/2$
2. Energía de accionamiento	$E_D = F \cdot S$
3. Energía total	$E_T = E_k + E_D$
4. Energía de accionamiento	$v = \sqrt{2g \cdot h}$

### Algunas formulas

5. Fuerza de tracción del cilindro	$F = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100$
6. Fuerza de empuje del cilindro	$F = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100$
7. Fuerza máxima de impacto (aprox.)	$F_m = 1.2 E_T / S$
8. Consumo energético total por hora	$E_{Tc} = E_T \cdot C$
9. Masa efectiva	$M_e = 2E_T/v^2$

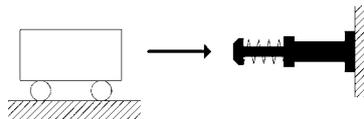
## Guía para el dimensionamiento: fórmulas y ejemplo

### Descripción símbolos

Símbolos	Unidad	Descripción	Símbolos	Unidad	Descripción
m		coeficiente de fricción	F <sub>m</sub>	(N)	máxima fuerza
a	(rad)	ángulo de inclinación	g	(m/s <sup>2</sup> )	aceleración de la gravedad (9.81 m/s <sup>2</sup> )
q	(rad)	ángulo de carga	h	(m)	altura
w	(rad/s)	velocidad angular	m	(kg)	masa a desacelerar
A	(m)	longitud	M <sub>e</sub>	(kg)	masa efectiva
B	(m)	espesor	P	(bar)	presión de trabajo
C	(/hr)	ciclo de impacto por hora	R	(m)	radio
D	(cm)	diámetro del cilindro	R <sub>s</sub>	(m)	montaje de amortiguador distancia desde el centro de rotación
d	(cm)	diámetro del vástago	S	(m)	carrera (amortiguable)
E <sub>D</sub>	(Nm)	energía de accionamiento por ciclo	T	(Nm)	fuerza de apriete
E <sub>K</sub>	(Nm)	energía cinética por ciclo	t	(s)	tiempo de deceleración
E <sub>T</sub>	(Nm)	energía total por ciclo	v	(m/s)	velocidad de la masa de impacto
E <sub>Tc</sub>	(Nm)	energía total por hora	vs	(m/s)	velocidad de impacto del amortiguador
F	(N)	fuerza de empuje			

### Ejemplo 1: impacto horizontal

Condición de trabajo:  
**v** = 1.0 m/s  
**m** = 50 kg  
**S** = 0.01 m  
**C** = 1500 ciclos/h



#### Cálculo:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \cdot 1^2}{2} = 25 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k = 25 \text{ Nm}$$

$$E_{Tc} = E_T \cdot C = 25 \cdot 1500 = 37500 \text{ Nm/h}$$

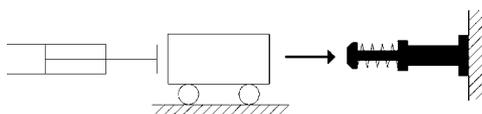
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 25}{1^2} = 50 \text{ kg}$$

El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 2015 donde obtenemos E<sub>T</sub> (max) = 59 Nm, E<sub>Tc</sub> (max) = 38000 Nm/h y M<sub>e</sub> (max) = 120 kg.

### Ejemplo 2: impacto horizontal con fuerza de empuje

Condición de trabajo:  
**m** = 40 kg  
**P** = 6 bar  
**S** = 0.01 m Primera hipótesis modelo SA 1210  
**v** = 1.2 m/s  
**D** = 50 mm  
**C** = 780 ciclos/h

Para simplificación, no se considera la presión presente en la cámara en descargo del cilindro (condición para la seguridad)



#### Cálculo:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{40 \cdot 1.2^2}{2} = 28,8 \text{ Nm}$$

El amortiguador con E<sub>T</sub> mas bajo pero mayor de 28.8 Nm: modelo SA15 S = 0.015m

$$E_D = F \cdot S = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100 \cdot S = \frac{50^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \cdot 9,81/100 \cdot 0,015 = 17,3 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_D = 28,8 + 17,3 = 46,1 \text{ Nm}$$

$$E_{Tc} = E_T \cdot C = 46,1 \cdot 780 = 35958 \text{ Nm/h}$$

$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 46,1}{1,2^2} = 64,0 \text{ Kg}$$

El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 2015 en base al resultado, donde obtenemos E<sub>T</sub> (max) = 59 Nm, E<sub>Tc</sub> (max) = 38000 Nm/h e M<sub>e</sub> (max) = 120 kg.

**Ejemplo 3: impacto en caída libre**

Condición de trabajo:

$$h = 0,35 \text{ m}$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$S = 0,01 \text{ m}$$

Primera hipótesis modelo SA 1210

$$C = 1500 \text{ ciclos/h}$$


**Cálculo:**

$$v = \sqrt{2g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} = 2,6 \text{ m/s}$$

$$E_k = m \cdot g \cdot h = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,35 = 17,2 \text{ Nm}$$

 El amortiguador con  $E_T$  mas bajo pero mayor de 17.2 Nm: modelo SA 1412  $S = 0,012 \text{ m}$ 

$$E_D = F \cdot S = m \cdot g \cdot s = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,012 = 0,6 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_D = 17,2 + 0,6 = 17,8 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 17,8 \cdot 1500 = 26700 \text{ Nm/h}$$

$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 17,5}{2,6^2} = 5 \text{ Kg}$$

 El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 1412 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 20 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 33000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 40 kg.

**Ejemplo 4: impacto vertical hacia abajo con fuerza de empuje**

Condición de trabajo:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$S = 0,025 \text{ m}$$

$$P = 6 \text{ bar}$$

$$D = 63 \text{ mm}$$

$$C = 600 \text{ ciclos/h}$$

$$v = 1,0 \text{ m/s}$$


**Cálculo:**

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \cdot 1^2}{2} = 25 \text{ Nm}$$

$$E_D = F \cdot S = (m \cdot g + \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100) \cdot S = (50 \cdot 9,81 + \frac{63^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \cdot 9,81/100) \cdot 0,025 = 58,1 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_D = 25 + 58,1 = 83,1 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 83,1 \cdot 600 = 49860 \text{ Nm/h}$$

$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 84}{1^2} = 168 \text{ Kg}$$

 El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 2725 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 147 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 72000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 270 kg.

**Ejemplo 5: impacto vertical hacia arriba con fuerza de empuje**

Condición de trabajo:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$S = 0,025 \text{ m}$$

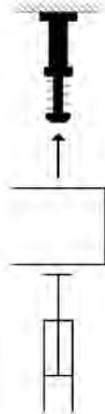
Primera hipótesis modelo SA 2525

$$P = 6 \text{ bar} = 0,6 \text{ MPa}$$

$$D = 63 \text{ mm}$$

$$C = 600 \text{ ciclos/h}$$

$$v = 1,0 \text{ m/s}$$


**Cálculo:**

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{50 \cdot 1^2}{2} = 25 \text{ Nm}$$

 El amortiguador con  $E_T$  mas bajo pero mayor de 25 Nm: modelo SA 2015  $S = 0,015 \text{ m}$ 

$$E_D = F \cdot S = (\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot P \cdot g/100 - m \cdot g) \cdot S = (\frac{63^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \cdot 9,81/100 - 50 \cdot 9,81) \cdot 0,015 = 20,1 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_D = 25 + 20,1 = 45,7 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 45,1 \cdot 600 = 27060 \text{ Nm/h}$$

$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 45,7}{1^2} = 91,4 \text{ Kg}$$

 El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 2015 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 59 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 38000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 120 kg.

**Ejemplo 6: impacto oblicuo**

Condición de trabajo:

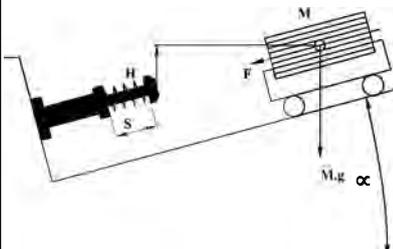
$$m = 10 \text{ kg}$$

$$h = 0,3 \text{ m}$$

$$S = 0,015 \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$C = 600 \text{ ciclos/h}$$


**Calculation:**

$$v = \sqrt{2g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3} = 2,43 \text{ m/s}$$

$$E_k = m \cdot g \cdot h = 10 \cdot 9,81 \cdot 0,3 = 29,4 \text{ Nm}$$

$$E_D = F \cdot S = m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot s = 10 \cdot 9,81 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,015 = 10 \cdot 9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,015 = 0,7 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_D = 29,4 + 0,7 = 30,1 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 30,1 \cdot 600 = 18060 \text{ Nm/h}$$

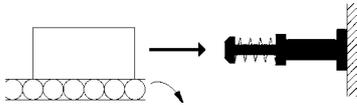
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 30,1}{2,43^2} = 10,2 \text{ Kg}$$

 El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 2015 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 59 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 38000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 120 kg.

**Ejemplo 7: Masa horizontal transportada**

Condición de trabajo:

- m** = 5 kg
- v** = 0,5 m/s
- μ** = 0,25
- S** = 0,006 m
- C** = 3000 ciclos/h



**Cálculo:**

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{5 \cdot 0,5^2}{2} = 0,63 \text{ Nm}$$

$$E_d = F \cdot S = m \cdot g \cdot \mu \cdot s = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,25 \cdot 0,006 = 0,07 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_d = 0,63 + 0,07 = 0,7 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 0,7 \cdot 3000 = 2100 \text{ Nm/h}$$

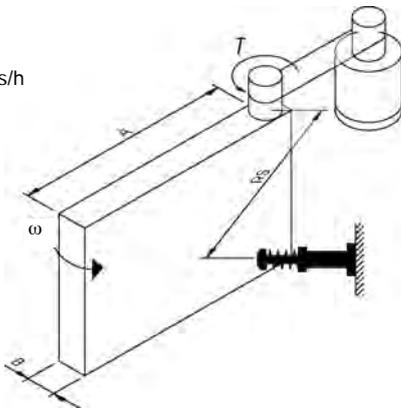
$$M_e = \frac{2E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 0,7}{0,5^2} = 5,6 \text{ Kg}$$

El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 0806 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 3 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 7000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 6 kg.

**Ejemplo 8: Puerta giratoria horizontal**

Condición de trabajo:

- m** = 20 kg
- ω** = 2,0 rad/s
- T** = 20 Nm
- Rs** = 0,8 m
- A** = 1,0 m
- S** = 0,015 m
- C** = 600 ciclos/h



**Cálculo:**

$$I = \frac{m(4A^2 + B^2)}{12} = \frac{20(4 \cdot 1,0^2 + 0,05^2)}{12} = 6,67 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{6,67 \cdot 2,0^2}{2} = 13,34 \text{ Nm}$$

$$\theta = \frac{S}{R_s} = \frac{0,015}{0,8} = 0,019 \text{ rad}$$

$$E_d = T \cdot \theta = 20 \cdot 0,018 = 0,36 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_d = 13,34 + 0,36 = 13,7 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 13,7 \cdot 600 = 8220 \text{ Nm/h}$$

$$v = \omega \cdot R_s = 2,0 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ m/s}$$

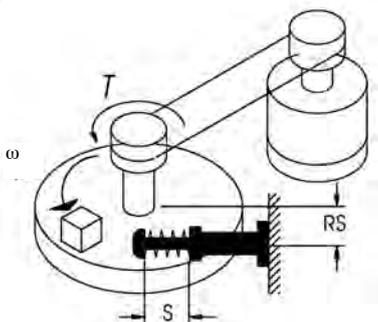
$$M_e = \frac{2 E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 13,7}{1,6^2} = 10,7 \text{ Kg}$$

El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 1412 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 20 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 33000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 40 kg.

**Ejemplo 9: Mesa rotativa motorizada**

Condición de trabajo:

- m** = 200 kg
- ω** = 1,0 rad/s
- T** = 100 Nm
- R** = 0,5 m
- Rs** = 0,4 m
- S** = 0,015 m
- C** = 100 ciclos/h



**Cálculo:**

$$I = \frac{mR^2}{2} = \frac{200 \cdot 0,5^2}{2} = 25 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{25 \cdot 1,0^2}{2} = 12,5 \text{ Nm}$$

$$\theta = \frac{S}{R_s} = \frac{0,015}{0,4} = 0,0375 \text{ rad}$$

$$E_d = T \cdot \theta = 100 \cdot 0,0375 = 3,75 \text{ Nm}$$

$$E_T = E_k + E_d = 12,5 + 3,75 = 16,25 \text{ Nm}$$

$$E_{TC} = E_T \cdot C = 16,25 \cdot 100 = 1625 \text{ Nm/h}$$

$$v = \omega \cdot R_s = 1,0 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ m/s}$$

$$M_e = \frac{2 E_T}{v^2} = \frac{2 \cdot 16,25}{0,4^2} = 203 \text{ Kg}$$

El amortiguador más adaptado para utilizarse en este caso es el SA 2015 en base al resultado, donde obtenemos  $E_T$  (max) = 59 Nm,  $E_{TC}$  (max) = 38000 Nm/h y  $M_e$  (max) = 720 kg.

**Perpendicularidad de la carga**

Para garantizar una mayor vida del amortiguador, el movimiento de carga debe ser perpendicular al eje central del mismo.

**NOTA:** desplazamiento máximo del eje  $\theta \leq 2,5^\circ$  (0,044 rad).

