



## ACCIONES Y REACCIONES

- 1- Tipo de vínculos
- 2- calculo de reacciones
- 3-ejemplo de aplicación



# PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

## 3° Ley de Newton:

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual y de sentido opuesto.



**Acción-Reacción**



# EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS





¿QUE  
ENTENDEMOS POR  
EQUILIBRIO?

Es un estado en el que se ha  
logrado el **balance** entre dos o  
más fuerzas o situaciones.



HAY DIFERENTES  
TIPO DE  
EQUILIBRIOS

- EQUILIBRIO MECANICO
- EQUILIBRIO QUIMICO
- EQUILIBRIO EMOCIONAL
- EQUILIBRIO ECONÓMICO
- **EQUILIBRIO ESTÁTICO...**



# EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS

*Un cuerpo se encuentra en **EQUILIBRIO** si todas las fuerzas que actúan sobre él se contrarrestan o anulan entre sí.*

*Hablamos de **equilibrio estático** cuando el cuerpo **NO ESTA EN MOVIMIENTO***

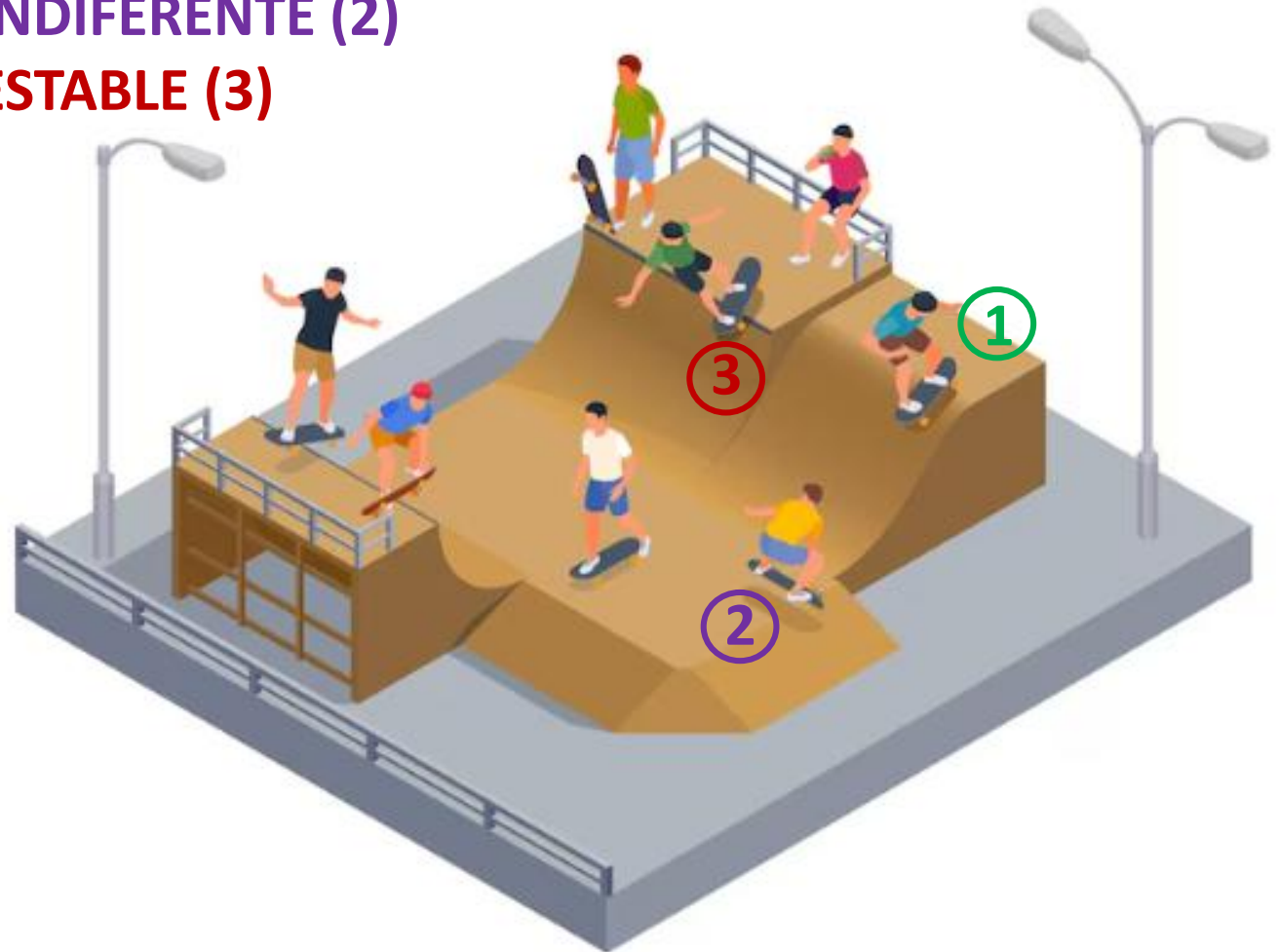




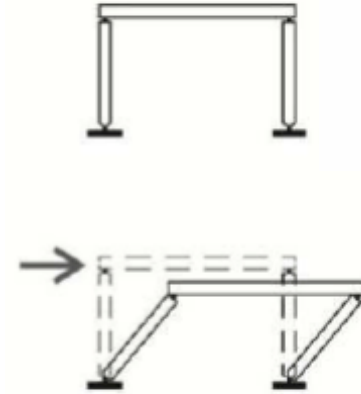
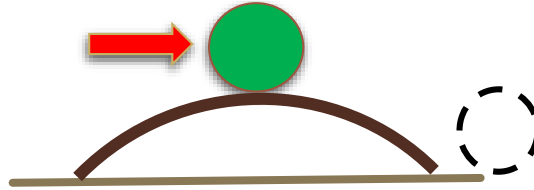
# TIPOS DE EQUILIBRIO

Existen tres posibles tipos de equilibrio:

- EQUILIBRIO **INESTABLE** (1)
- EQUILIBRIO **INDIFERENTE** (2)
- EQUILIBRIO **ESTABLE** (3)

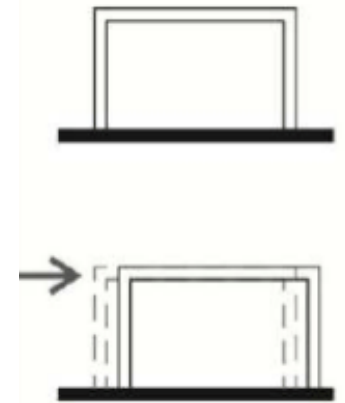
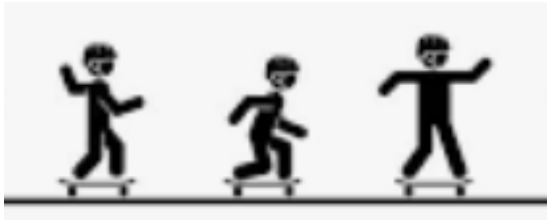


# TIPOS DE EQUILIBRIO



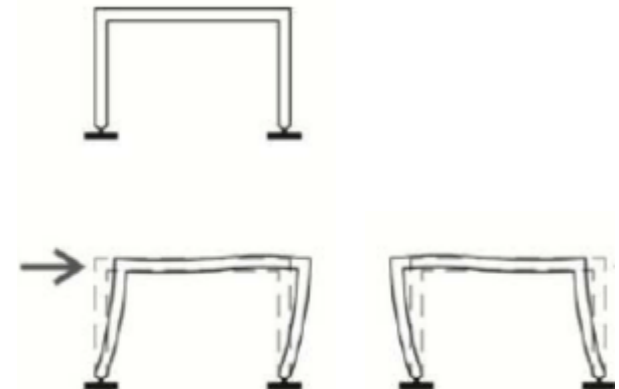
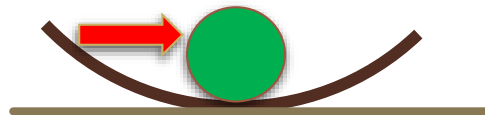
EQUILIBRIO INESTABLE

---



EQUILIBRIO INDIFERENTE

---



EQUILIBRIO ESTABLE

La Estática estudia los cuerpos que están en equilibrio, que es el estado de un cuerpo **no sometido** a **MOVIMIENTO**.

Un cuerpo, que está en reposo, o estático, se halla por lo tanto en **EQUILIBRIO ESTABLE**



Un sistema estructural, en **Arquitectura**, debe ser visto desde tres puntos bien definidos:

**ESTABILIDAD**

**RESISTENCIA**

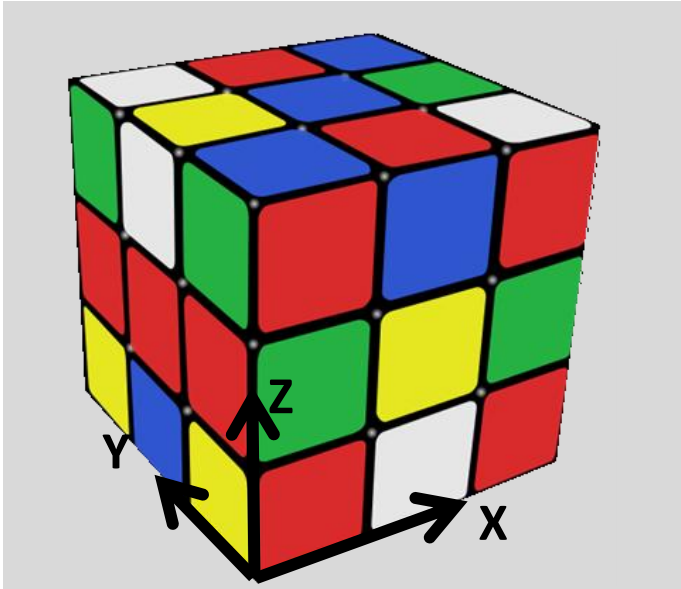
**DEFORMACION  
LIMITADA**



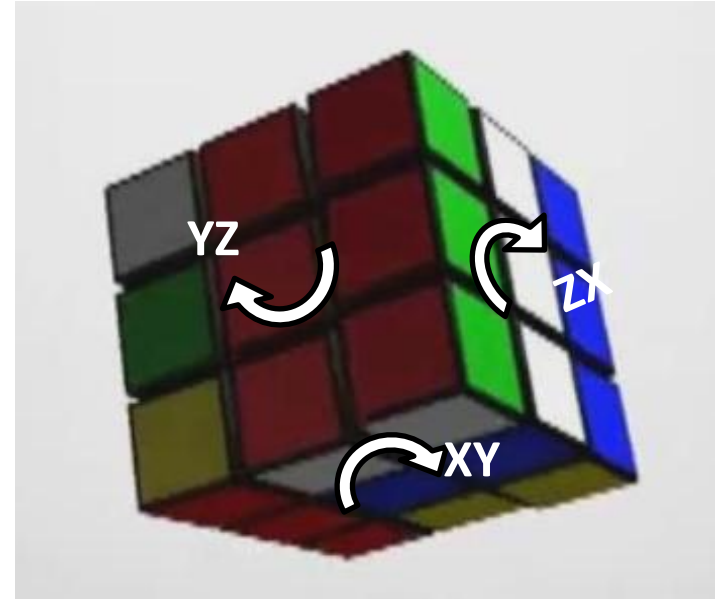
Garantiza que la estructura, entendida en su conjunto, **cumple las condiciones de la Estática**, al ser solicitada por las acciones exteriores que pueden actuar sobre ella.



# MOVIMIENTOS EN EL ESPACIO



TRASLACIÓN

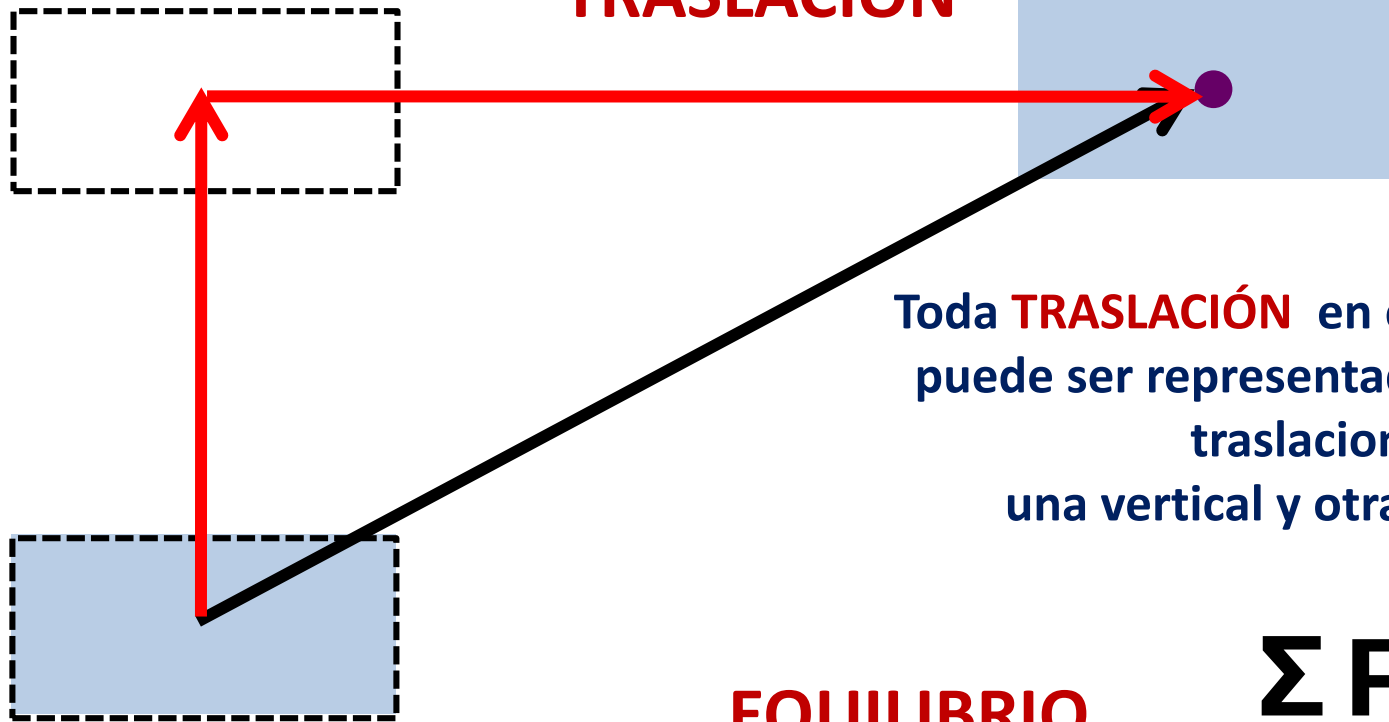


ROTACIÓN

***LIBERTADES***



# MOVIMIENTOS Y EQUILIBRIO EN EL PLANO: TRASLACIÓN



Toda **TRASLACIÓN** en el plano, siempre  
puede ser representada por otras dos  
traslaciones:  
una vertical y otra horizontal.

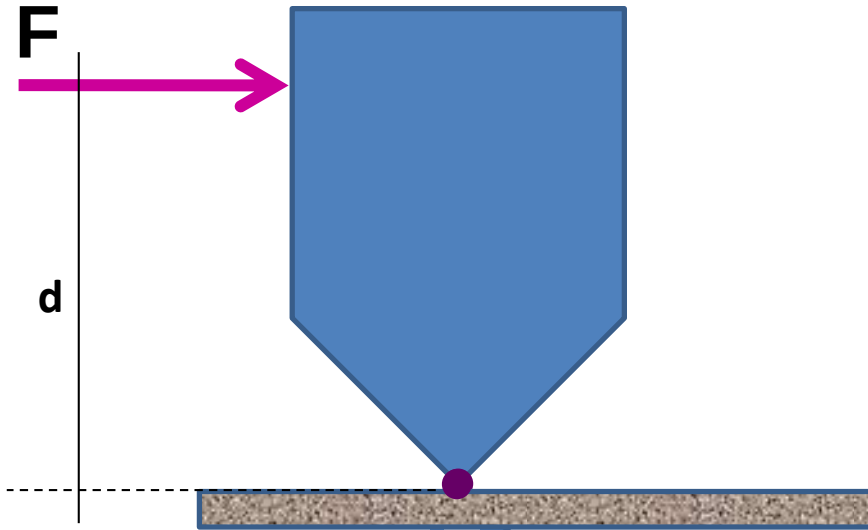
Por lo tanto, para que un cuerpo  
esté en  
**EQUILIBRIO TRASLACIONAL**  
basta con impedir el  
desplazamiento en esas dos  
direcciones.

**EQUILIBRIO  
TRASLACIONAL:**

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

# MOVIMIENTOS Y EQUILIBRIO EN EL PLANO: **ROTACIÓN**



Si se aplica una fuerza sobre un cuerpo, y existe un punto fijo, el cuerpo tenderá a rotar alrededor de este punto, por acción de dicha fuerza.

La **ROTACIÓN** se mide por el **MOMENTO**, definido como el producto de la intensidad de la fuerza por la mínima distancia al punto o centro de rotación:

Un cuerpo está en **EQUILIBRIO ROTACIONAL** si la suma de todos los momentos que pudieran producirse con respecto a cualquier punto del plano es cero.

$$M = F \cdot d$$

**EQUILIBRIO  
ROTACIONAL**

$$\Sigma M = 0$$

Para que un cuerpo este en **equilibrio estático** se tienen que cumplir las siguientes condiciones llamadas:



ECUACIONES DE  
EQUILIBRIO

$$\left\{ \begin{array}{l} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma M = 0 \end{array} \right.$$



## PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

### 3° Ley de Newton:

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual y de sentido opuesto.





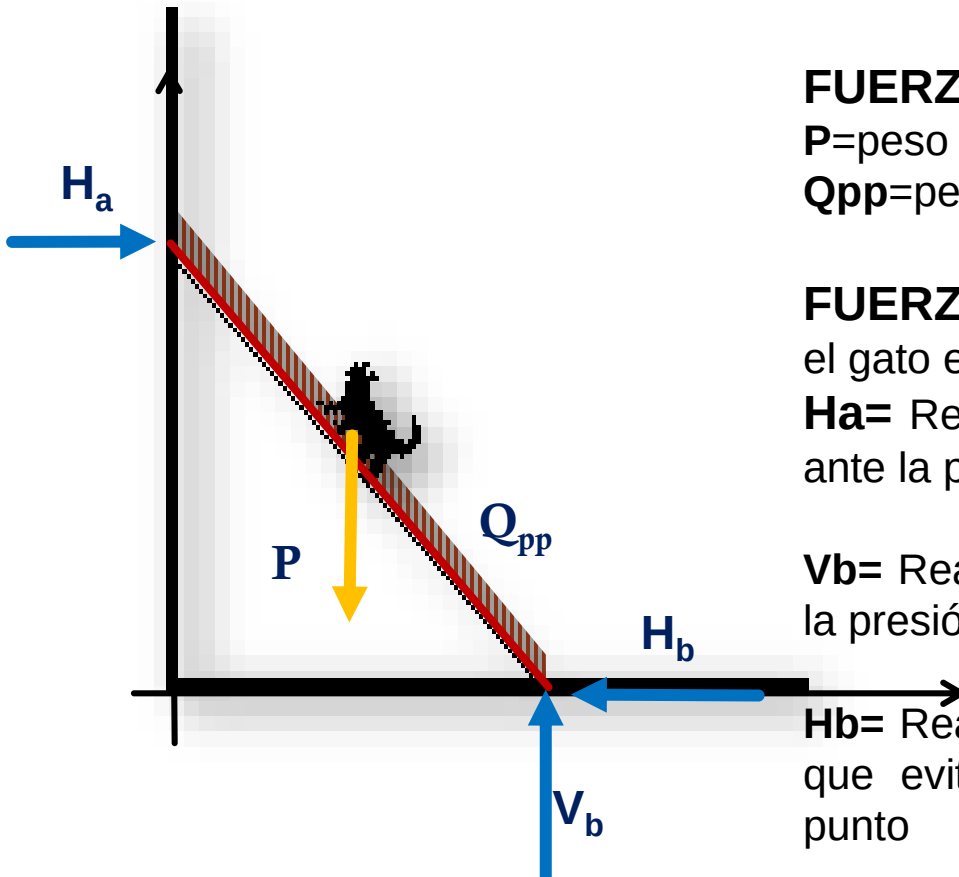
¿Cuáles son entonces las fuerzas que se aplican sobre un cuerpo?

Existen fuerzas **ACTIVAS** y fuerzas **REACTIVAS**

Tratemos de pensar en este gato subiendo la escalera

¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre la escalera?

¿Cuáles son las que impiden que esta se caiga ?



### FUERZAS ACTIVAS

$P$ =peso del gato (kg)

$Q_{pp}$ =peso de la escalera(kg/m)

**FUERZAS REACTIVAS** (mantienen la escalera y el gato en equilibrio)

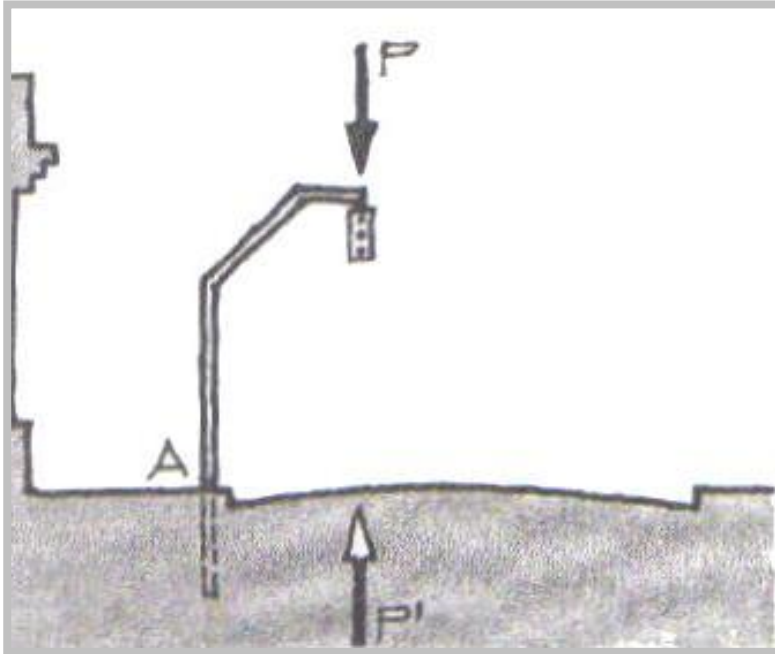
$H_a$ = Reacción HORIZONTAL (Kg) que hace la pared ante la presión de la escalera

$V_b$ = Reacción VERTICAL (Kg) que hace el piso ante la presión de la escalera

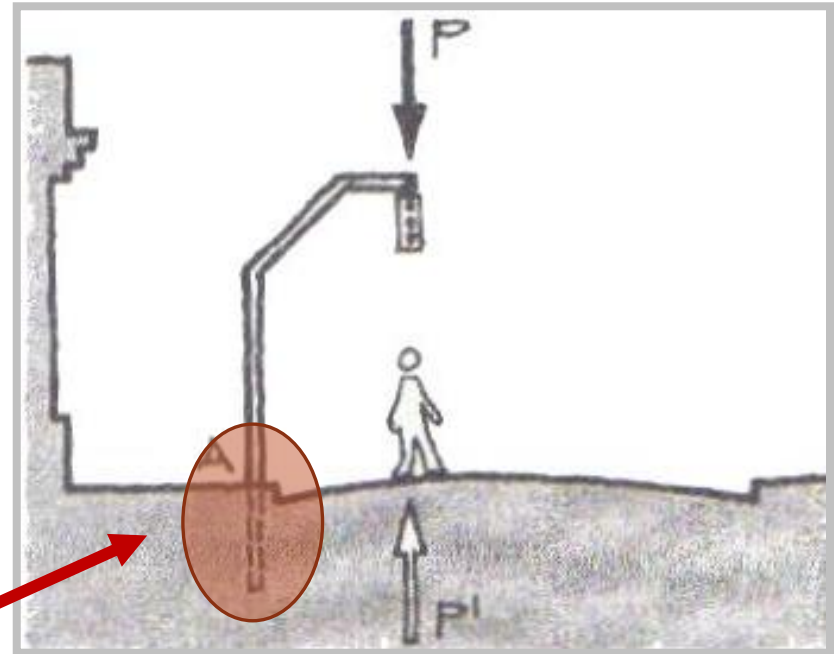
$H_b$ = Reacción HORIZONTAL (Kg) que hace el piso y que evita el deslizamiento de la escalera en ese punto

# Acción y Reacción - Equilibrio

¿Por qué no se cae el semáforo sobre las personas o vehículos que pasan por la calle?

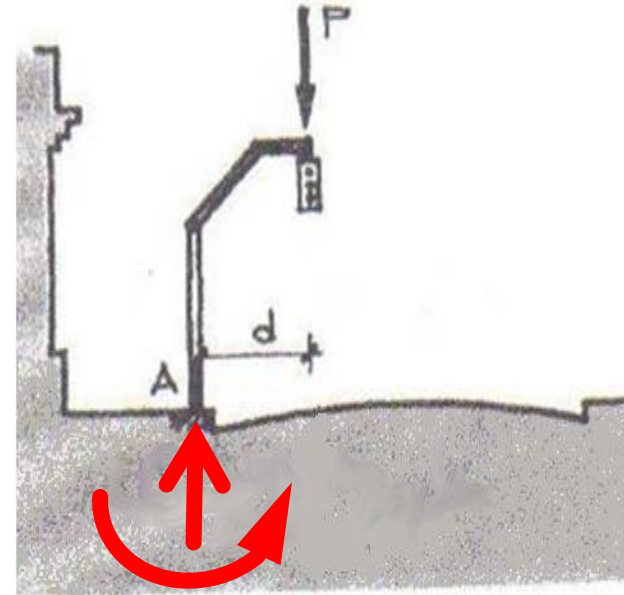
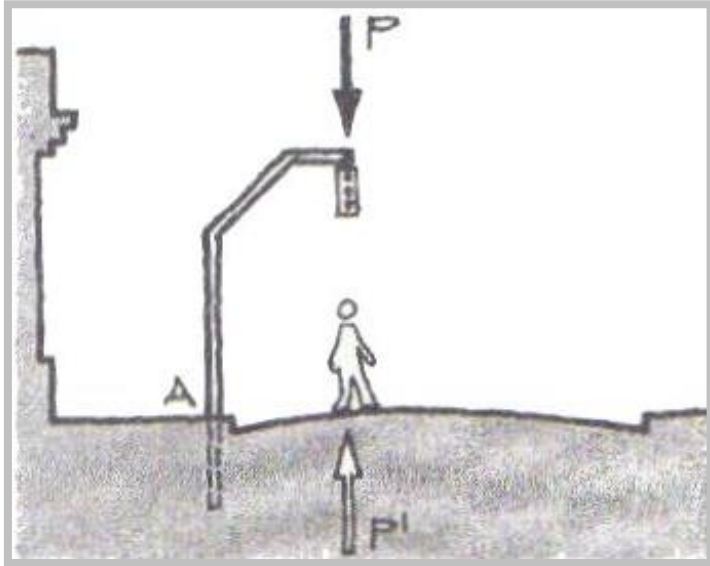


La Reacción  $P'$  debería estar sobre la misma recta de acción de la fuerza  $P$  ....  
¿pero como es posible si el apoyo  $A$  está desplazado?



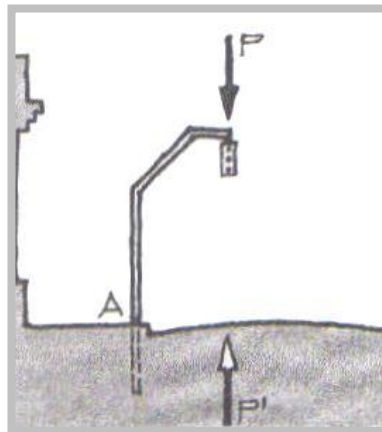
**El caminante no siente nada mientras no falle la base**

# TRASLACIÓN DE LA REACCIÓN AL PUNTO DE APOYO

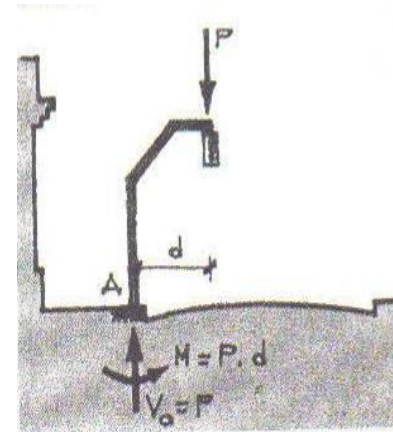


La reacción  $P'$  se trasladó al apoyo, que deberá asegurar que exista la reacción a la fuerza  $P$  que permite mantener el **equilibrio traslacional** y además que se evite el vuelco de la estructura y por ello aparece además un momento reactivo para mantener el **equilibrio rotacional**.

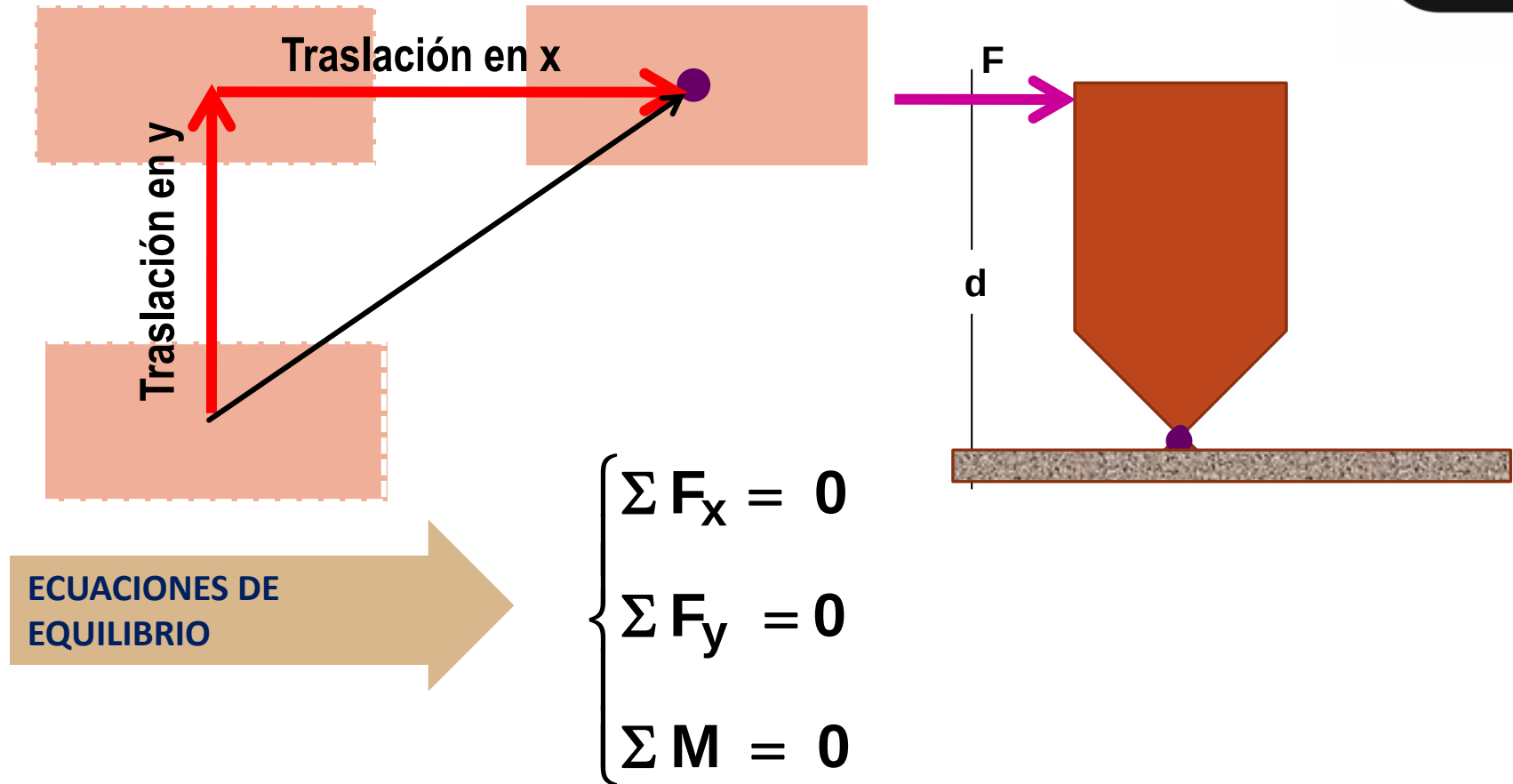
Entonces:



=



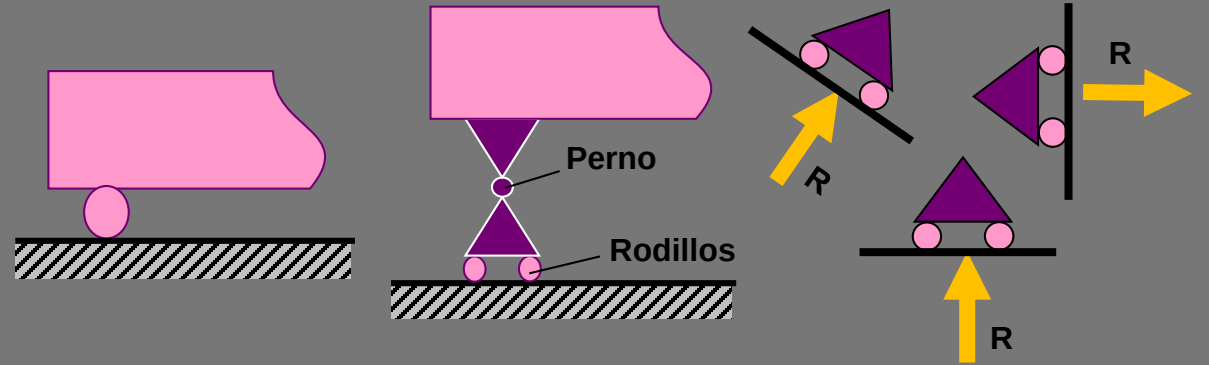
# GRADOS DE LIBERTAD EN EL PLANO- APOYOS



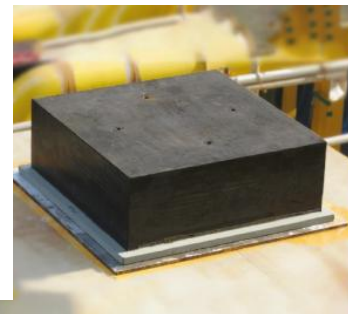
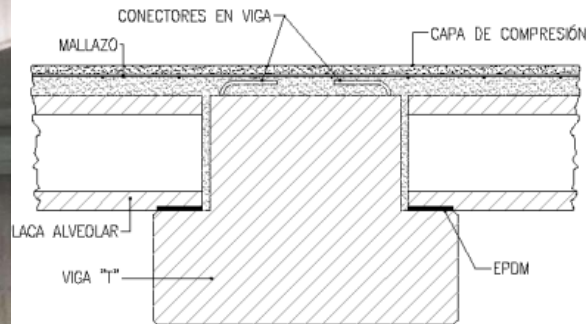
Se puede asegurar el **equilibrio estable de una estructura**, si los **vínculos o apoyos** de la misma son capaces de restringir estos tres grados de libertad, en cada uno de los tres planos que conforman el espacio.

# TIPOS DE VÍNCULOS O APOYOS

## APOYO DE 1<sup>er</sup> GENERO Ó APOYO MÓVIL

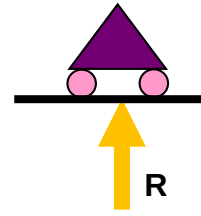


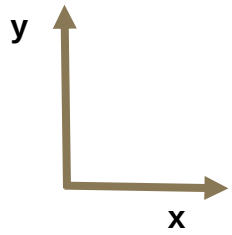
- Solo es capaz de **impedir una dirección del desplazamiento** perpendicular al plano de apoyo, por lo que solo genera **una reacción** y la misma es perpendicular al plano de apoyo.
- **Permite giros**



# APOYO MÓVIL

No es el tipo de apoyo habitual en obras de arquitectura, pero... pueden ver el uso de los apoyos móviles en estas construcciones móviles.





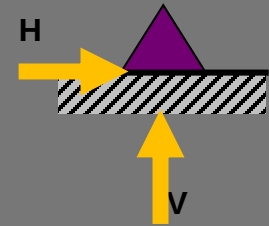
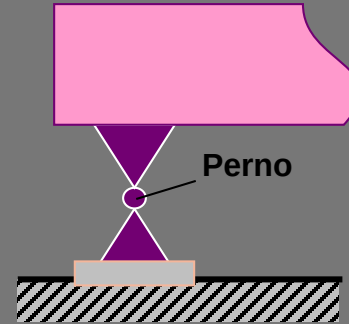
## TIPOS DE VÍNCULOS O APOYOS



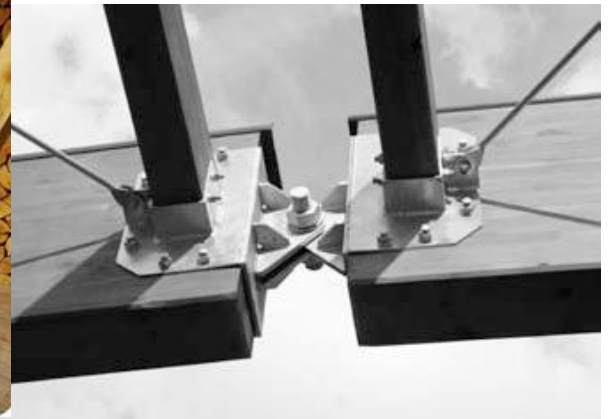
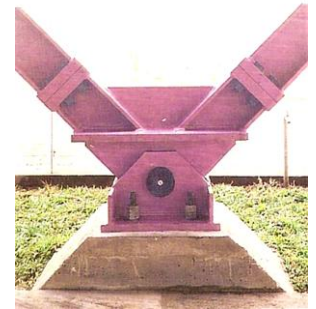
APOYO DE 2º GENERO

Ó

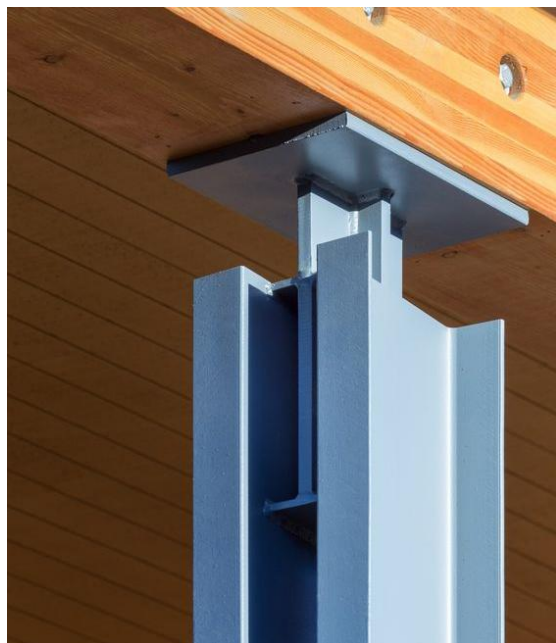
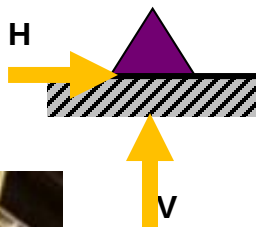
APOYO FIJO Ó ARTICULACIÓN

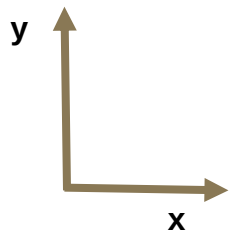


- Impide desplazamientos en cualquier dirección, por lo que genera **dos reacciones que contienen cualquier dirección**, una reacción perpendicular al plano de apoyo y otra paralela.
- **Permite giros**



# APOYO FIJO



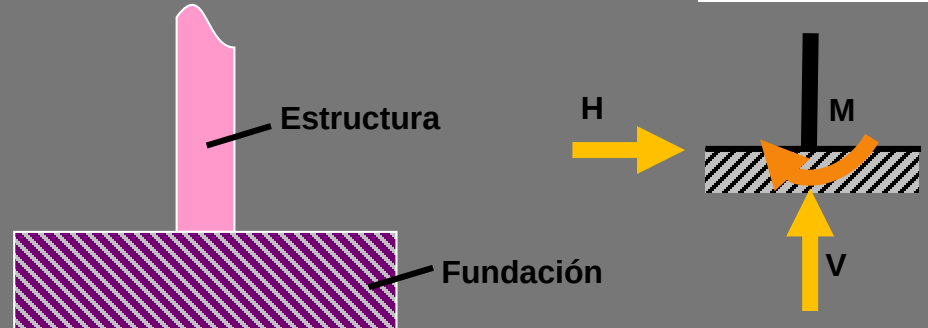


## TIPOS DE VÍNCULOS O APOYOS

APOYO DE 3<sup>er</sup> GENERO

Ó

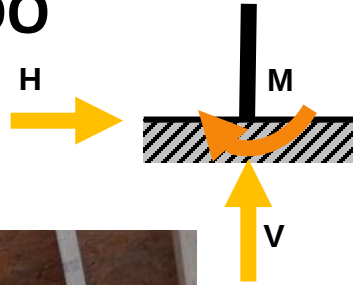
APOYO EMPOTRADO



- **Impide desplazamientos en cualquier dirección**, perpendiculares y paralelas al plano de apoyo
- **Impide giros.**
- Genera **tres reacciones** una reacción perpendicular al plano de apoyo y otra paralela **y un momento reactivo.**



# APOYO EMPOTRADO

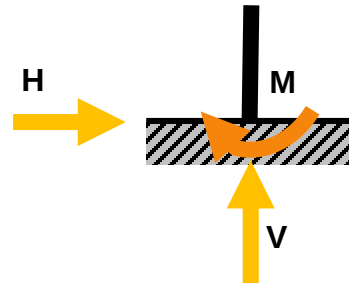


Nudo viga-columna empotrado  
Impide desplazamientos de la viga en  
cualquier dirección y giros.



Apooyo de columna empotrado  
Impide desplazamientos en  
cualquier dirección y giros.

# APOYO EMPOTRADO

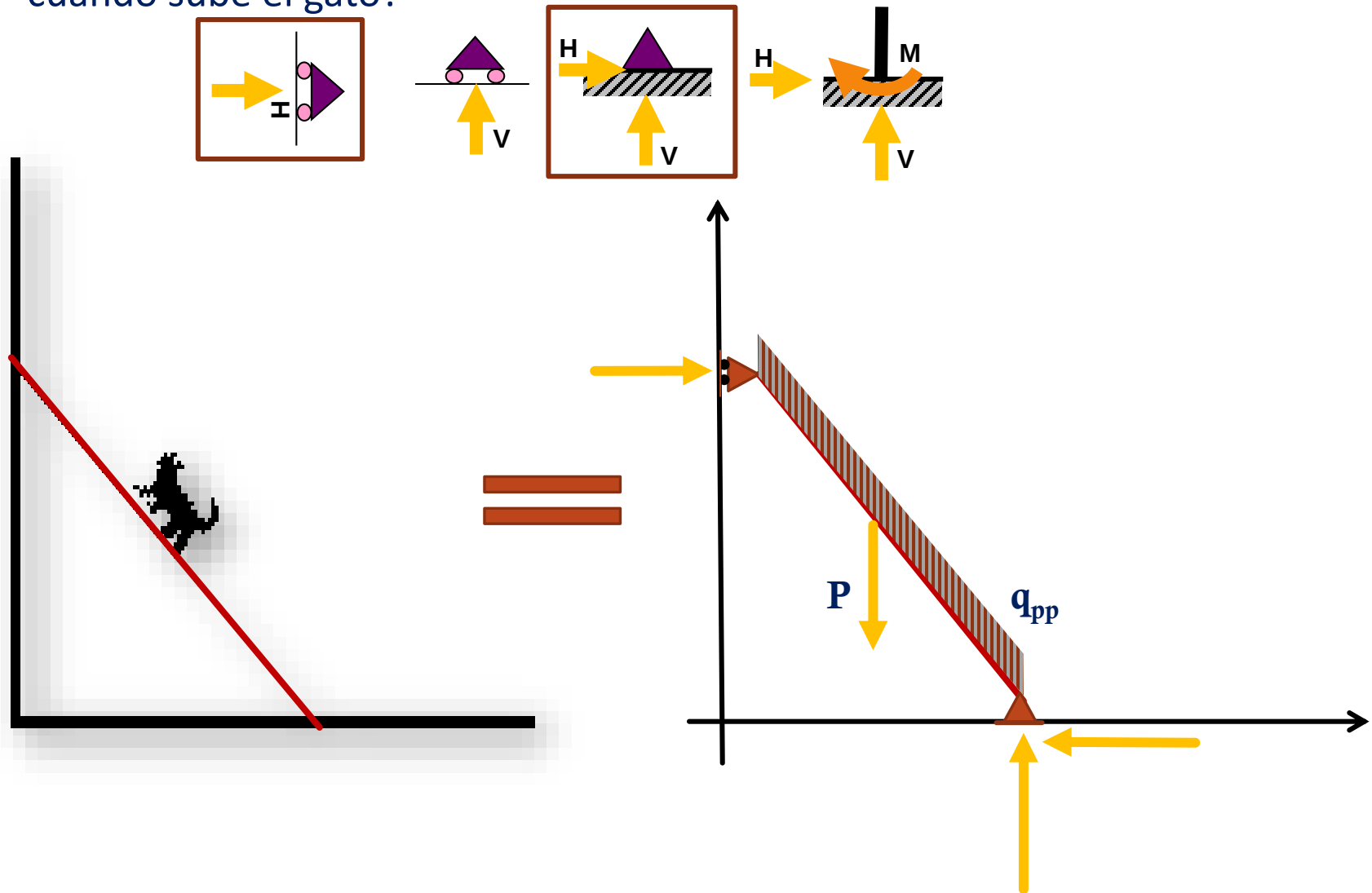


En este caso todas las fuerzas debidas a las cargas que soportan estos refugios deben ser soportadas por esas columna redondas de hormigón armado empotradas en una base que queda sumergida.



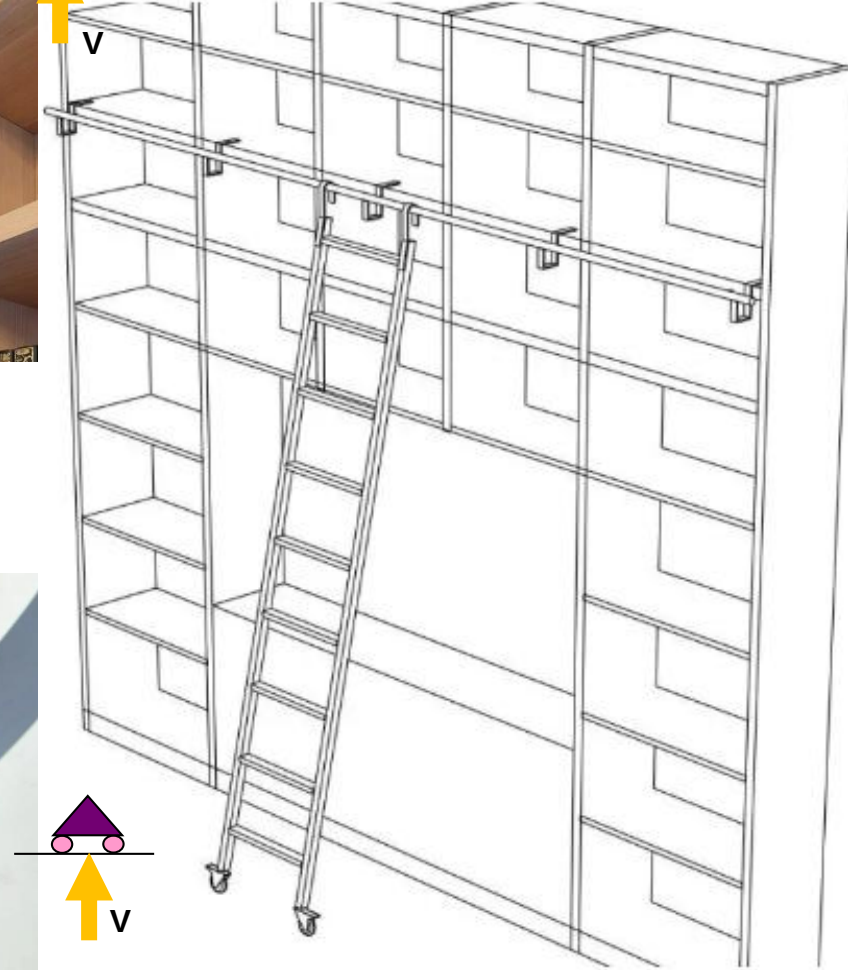
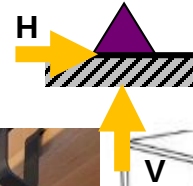


Volviendo al ejemplo...¿Qué tipo de apoyo o vínculo se materializa en los apoyos, que impide que la escalera se caiga cuando sube el gato?



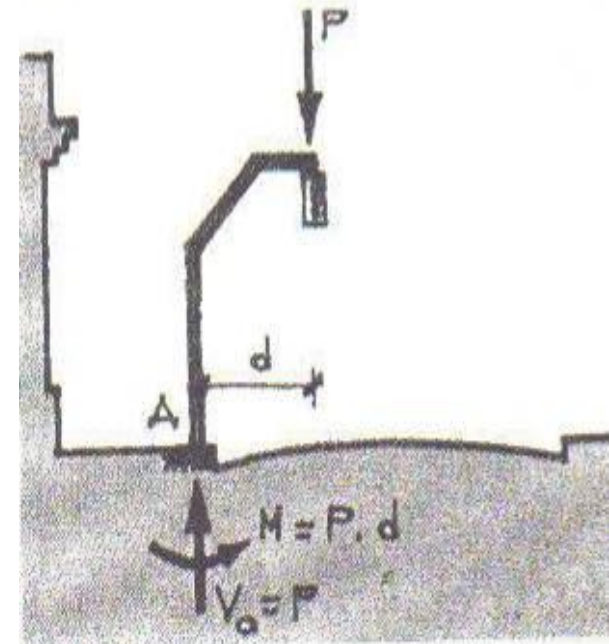
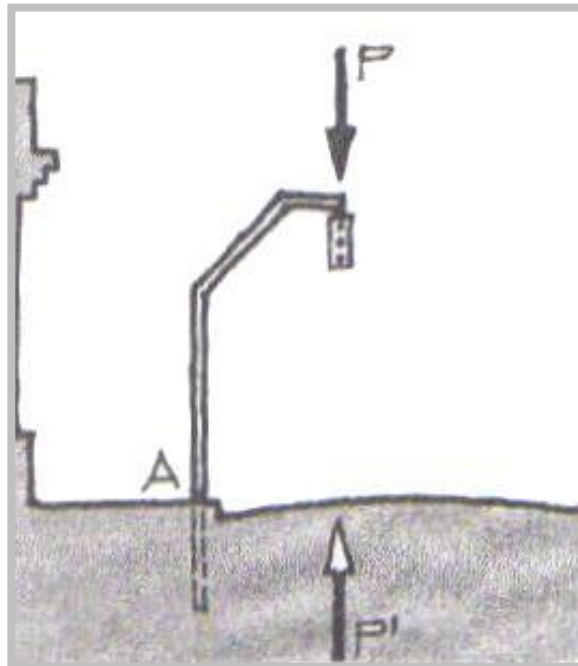
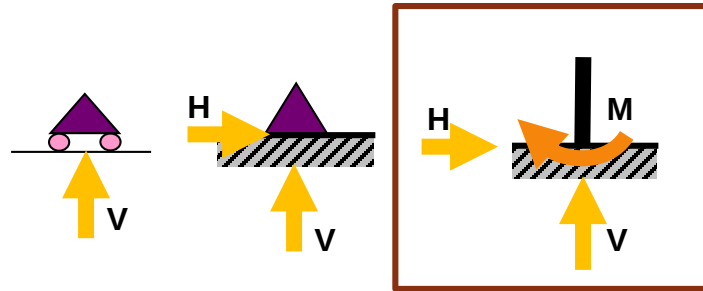


¿Qué tipo de apoyo o vínculo se materializa en los apoyos, que impide que la escalera se caiga cuando suba una persona?





Y en este caso...¿Qué tipo de apoyo o vínculo se materializa en el punto A, que impide que el semáforo caiga sobre el caminante?





# TRANSFERENCIA DE CARGAS SUPERFICIAL A LINEAL

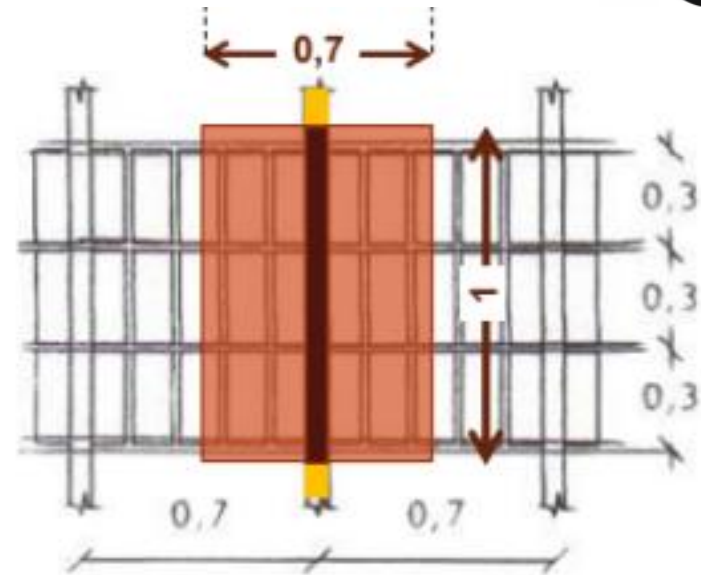
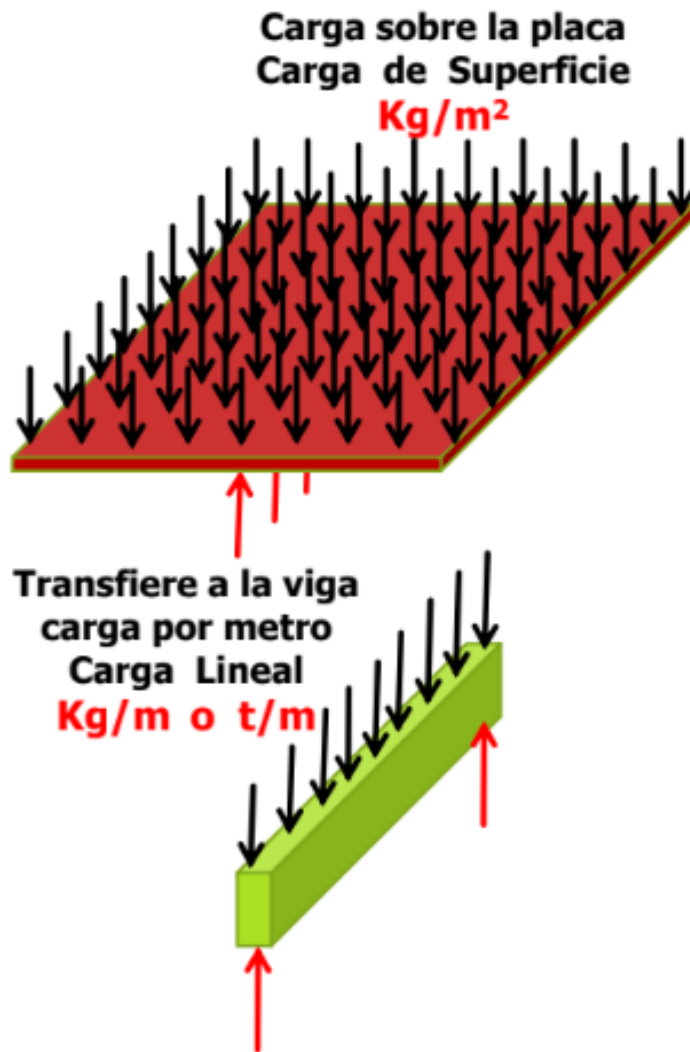
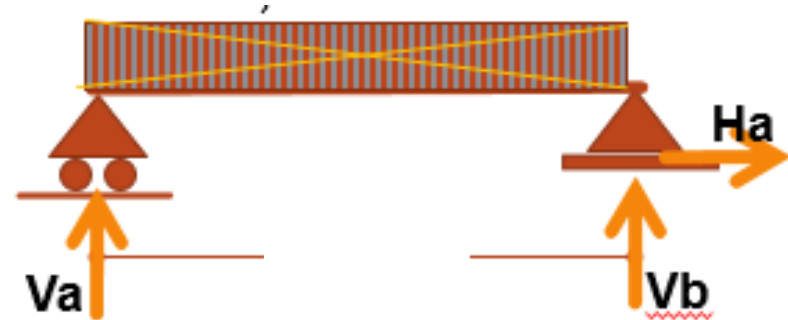


Diagrama de cargas de Viga



## Estructura ISOSTÁTICA

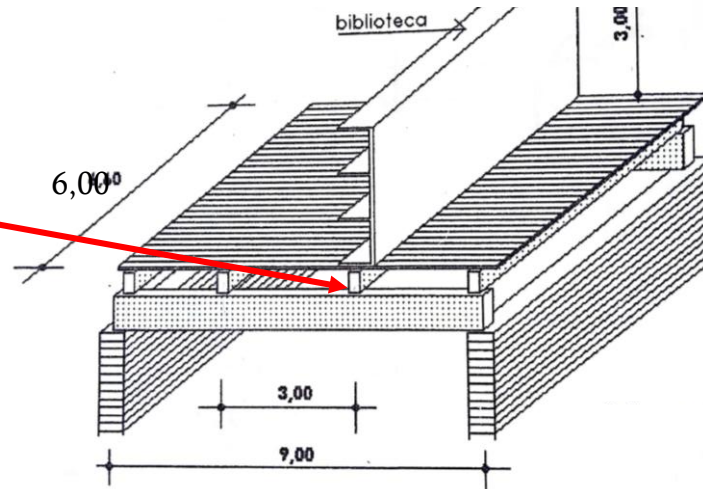
Las ecuaciones de equilibrio de la estática son suficientes para calcular las reacciones de los apoyos

# CALCULO DE REACCIONES



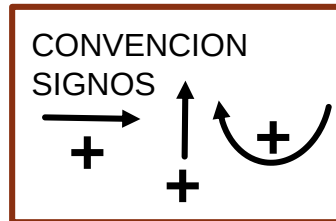
## APLICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE EQUILIBRIO PARA ENCONTRAR EL VALOR DE LAS REACCIONES DE APOYO

**EJEMPLO 1:** Iniciamos el proceso de CALCULO DE LAS REACCIONES de la **viga secundaria** de madera que se ve en la imagen soportando una biblioteca:

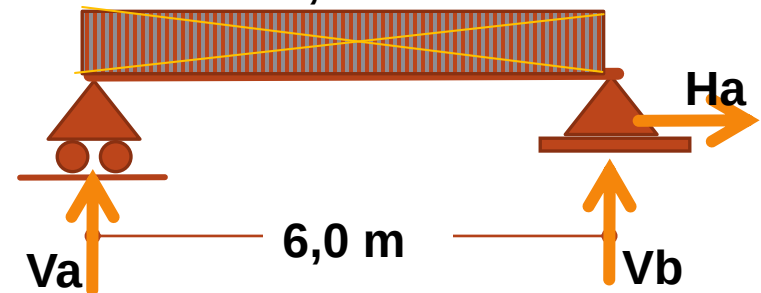


Aplicamos las ecuaciones de equilibrio:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma M = 0 \end{cases}$$



Dibujamos las reacciones en los apoyos:



### 1) CALCULO DE REACCION HORIZONTAL

Usamos la sumatoria de todas las fuerzas horizontales igual a cero-como la única fuerza horizontal es la reacción  $H_a$  esta debe ser CERO

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow H_a = 0$$

## 2) CALCULAMOS LAS REACCIONES VERTICALES $V_a$ y $V_b$



$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma M = 0 \end{cases}$$



Si usamos la sumatoria de fuerzas verticales tendremos 2 incógnitas:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\boxed{-2,1 \text{ t/m} \cdot 6,0 \text{ m}} + V_b + V_a = 0$$

$$-12,6 \text{ t} + V_b + V_a = 0$$

Por eso utilizaremos la sumatoria de momentos en algún punto, elegimos para tomar momento el punto A

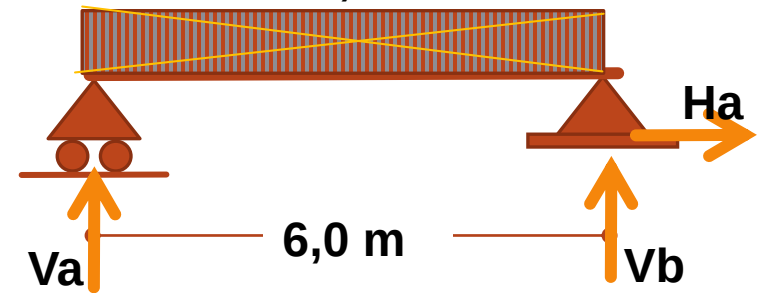
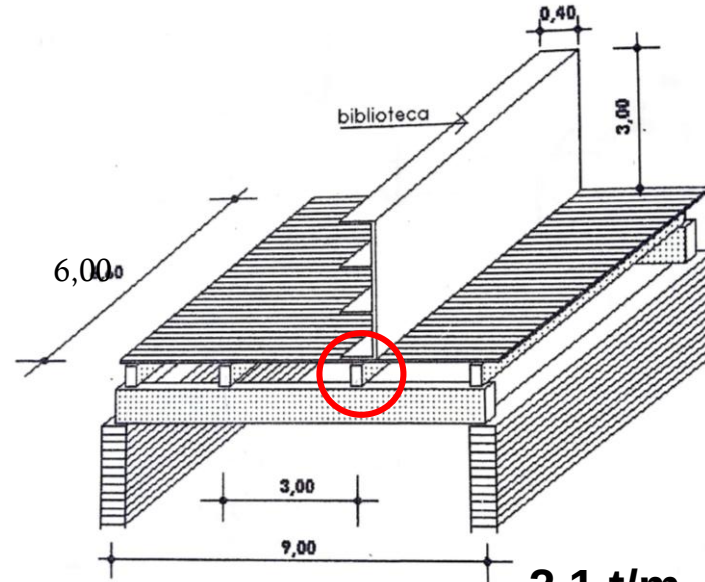
$$\Sigma M = 0 \rightarrow$$

$$\boxed{\Sigma M_A = 0}$$

$$\boxed{2,1 \text{ t/m} \cdot 6,0 \text{ m}} \cdot 3,0 \text{ m} - V_b \cdot 6,0 \text{ m} = 0$$

$$37,8 \text{ tm} / 6 \text{ m} = V_b$$

$$\boxed{V_b = 6,3 \text{ t}}$$



## 3) CALCULAMOS LA OTRA REACCION VERTICAL USANDO

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-2,1 \text{ t/m} \cdot 6,0 \text{ m} + 6,3 \text{ t} + V_a = 0$$

$\rightarrow$

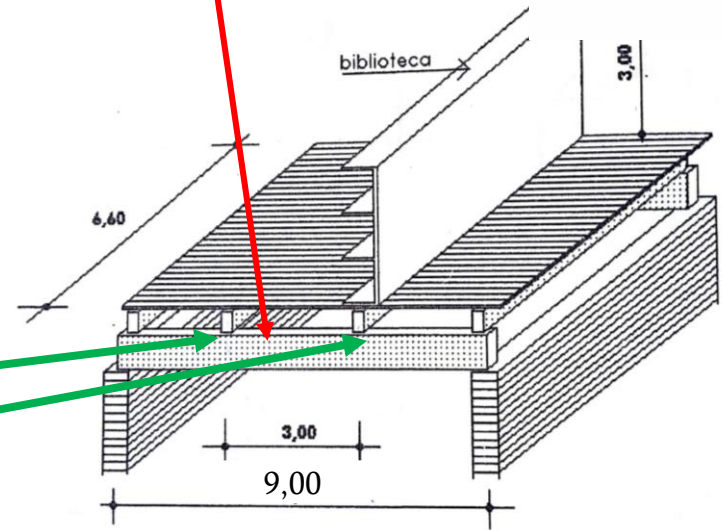
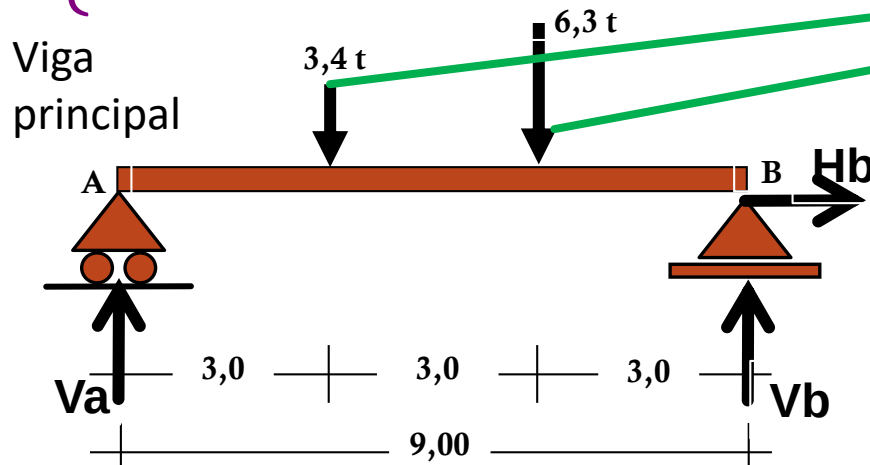
$$\boxed{V_a = 6,3 \text{ t}}$$

## EJEMPLO 2: CALCULO DE LAS REACCIONES de la **viga principal** de madera que recibe las vigas que se ven en la figura:



Aplicamos las ecuaciones de equilibrio:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma M = 0 \end{cases}$$

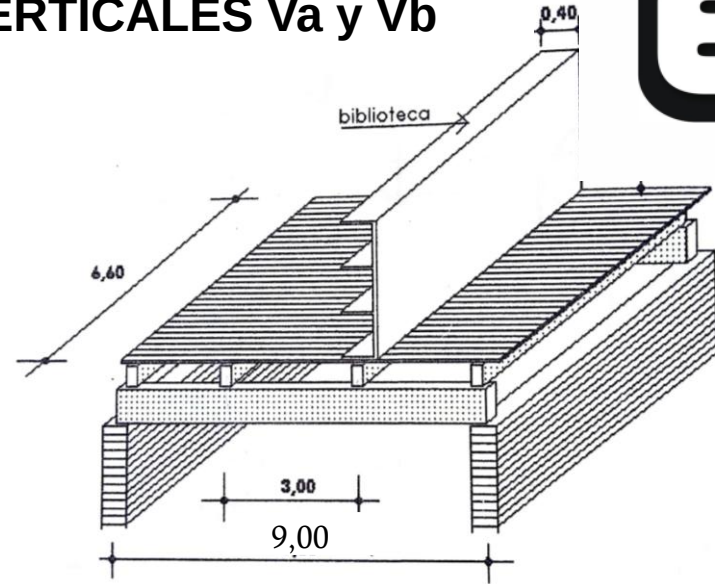
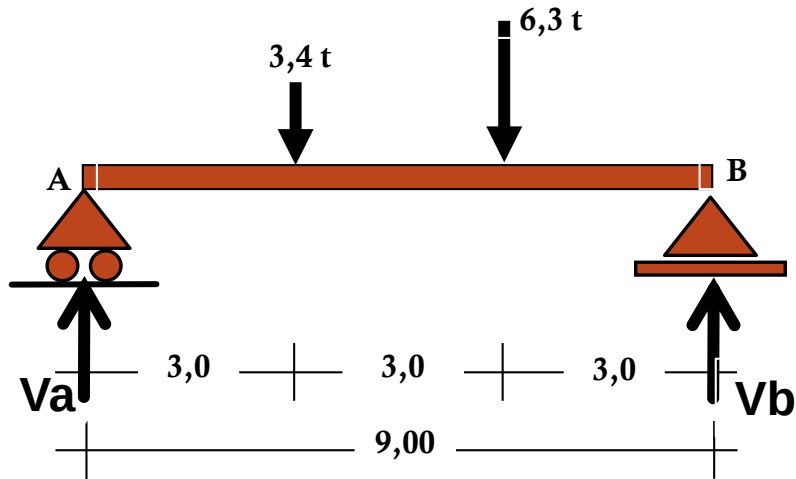


### 1) CALCULO DE LA REACCION HORIZONTAL

Usamos la sumatoria de todas las fuerzas horizontales igual a cero, como la única fuerza horizontal es la reacción  $H_a$  esta debe ser CERO

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow H_a = 0$$

## 2) CALCULAMOS LAS REACCIONES VERTICALES $V_a$ y $V_b$



2-1) CALCULAMOS LA REACCION  $V_b$  usando  $\sum M_A = 0$

$$\begin{aligned}\sum M_A &= 3,4 \text{ t} \cdot 3 \text{ m} + 6,3 \text{ t} \cdot 6 \text{ m} - V_b \cdot 9 \text{ m} = 0 \\ \frac{10,2 \text{ tm} + 37,8 \text{ tm}}{9 \text{ m}} &= V_b\end{aligned}$$

$$V_b = 5,33 \text{ t}$$

2-2) CALCULAMOS LA REACCION  $V_a$  usando  $\sum M_B = 0$

$$\begin{aligned}\sum M_B &= V_a \cdot 9 \text{ m} - 3,4 \text{ t} \cdot 6 \text{ m} - 6,3 \text{ t} \cdot 3 \text{ m} = 0 \\ \frac{-20,4 \text{ tm} - 18,9 \text{ tm}}{9 \text{ m}} &= -V_a\end{aligned}$$

$$V_a = 4,37 \text{ t}$$

3) Verificación:  $\sum F_Y = 0$   $4,37 \text{ t} - 3,4 \text{ t} - 6,3 \text{ t} + 5,33 \text{ t} = 0$



# síntesis

- ✓ Es necesario garantizar la **ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES** para lo cual los vínculos deben asegurar un **EQUILIBRIO ESTABLE**.
- ✓ Los objetos arquitectónicos están en equilibrio si se cumplen las **TRES ECUACIONES** de Equilibrio
- ✓ Existen tres posibles vínculos de las estructuras con el plano de apoyo, **1ª ESPECIE** o apoyo móvil, **2ª ESPECIE** o apoyo fijo y **3ª ESPECIE** o empotramiento.
- ✓ Si cambia el estado de Carga cambian las Reacciones por lo tanto un cuerpo que se encuentra en Equilibrio Estable para una situación de Carga puede no estarlo para otra situación de cargas. **LAS ESTRUCTURAS EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS TIENE QUE ESTAR SIEMPRE EN EQUILIBRIO ESTABLE** para cualquier sistema de cargas
- ✓ La materialidad del apoyo tiene que garantizar el comportamiento previsto en el modelo de calculo