

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

## GUÍA DE LABORATORIO PARA ENSAYO DE DEFORMACIÓN EN PÓRTICOS CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	2
2.	OBJETIVOS .....	2
3.	MARCO TEÓRICO.....	2
4.	EQUIPO.....	5
5.	PROCEDIMIENTO .....	6
5.1.	Objeto de ensayo Pórtico con fuerza horizontal .....	6

### TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Montaje experimental para la determinación de deflexiones en pórticos.....	2
Ilustración 2.	Pórtico sometido a fuerza lateral. ....	3
Ilustración 3.	Momento flector ocasionado por la carga real $F$ y por la carga virtual $F' = 1$ . ....	4
Ilustración 4.	Montaje del equipo y sus diferentes componentes. ....	5
Ilustración 5.	Montaje Pórtico tipo U. ....	6
Ilustración 6.	Montaje de sistema de carga y medición de la deformación. ....	7

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

## 1. RESUMEN

El presente ensayo permite determinar de forma experimental deformaciones o deflexiones en pórticos isostáticos o hiperestáticos. Se tiene un pórtico sencillo, el cual puede ser sometido a cargas tanto verticales como horizontales y, mediante relojes de comparación medir las deformaciones de forma precisa en puntos de interés en la estructura. Los resultados obtenidos pueden ser comparados con las deformaciones obtenidas de forma teórica aplicando la teoría de la elasticidad y evaluando métodos de deflexiones clásicos como el principio del trabajo virtual o el segundo teorema de Castigliano.

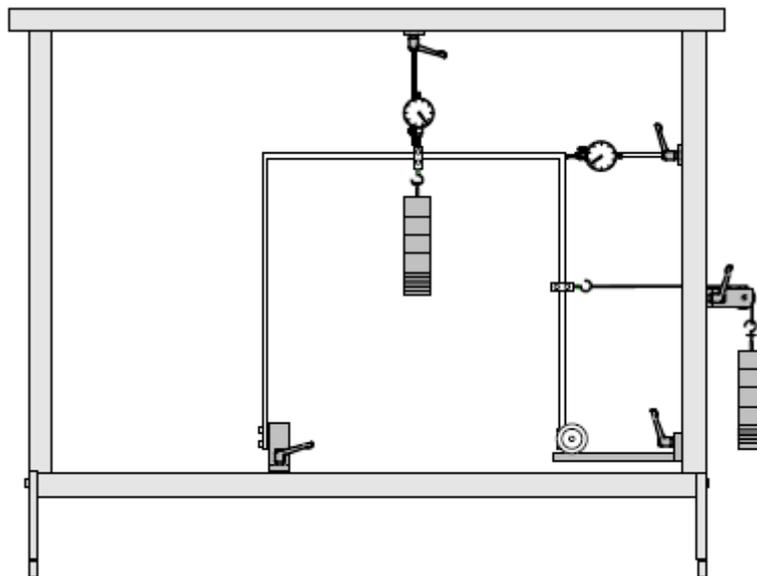


Ilustración 1. Montaje experimental para la determinación de deflexiones en pórticos.

## 2. OBJETIVOS

- Entender las nociones básicas del comportamiento de pórticos y sus deformaciones ante fuerzas aplicadas.
- Aplicar el método de trabajo virtual en pórticos para calcular deflexiones.
- Comparar los resultados teóricos con los resultados experimentales.

## 3. MARCO TEÓRICO

En la ilustración 2 se muestra un pórtico sometido a una fuerza horizontal  $F$ . Se desea determinar la deflexión horizontal  $w$  en el punto de aplicación de la fuerza.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

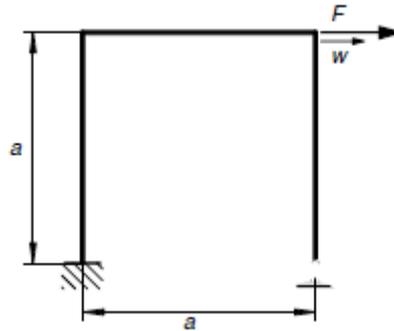


Ilustración 2. Pórtico sometido a fuerza lateral.

El cálculo se realiza aplicando el principio del trabajo virtual. Primero se debe determinar las reacciones en los apoyos mediante ecuaciones de equilibrio si el pórtico es estáticamente determinado, o usando las relaciones de deformación de la estructura si el pórtico es estáticamente indeterminado. En el ejemplo mostrado, se calculan las reacciones en el apoyo empotrado. Una vez calculadas las reacciones en los apoyos, se aplica el principio del trabajo virtual cuya ecuación se establece a continuación:

$$(1) \cdot w = \frac{1}{EI} \int_0^L M(x) \cdot M_v(x) dx$$

Donde:

$w$  = Deflexión en el punto de interés

$E$  = Módulo de elasticidad del material

$I$  = Momento de inercia de la sección transversal

$M(x)$  = Ecuación del Momento flector en función de la longitud para cada elemento del pórtico producto de las fuerzas externas aplicadas.

$M_v(x)$  = Ecuación del momento flector en función de la longitud para cada elemento del pórtico producto de una carga unitaria aplicada en el punto en donde se desea determinar la deflexión.

El principio del trabajo virtual establece en otras palabras que el trabajo externo producido por las fuerzas externas aplicadas sobre la estructura es igual al trabajo interno. Se deben entonces determinar las ecuaciones de momento flector para todos los elementos que conforman el pórtico para las cargas externas originales, e igualmente para una carga virtual unitaria localizada en el punto en donde se desea

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

determinar la deformación. En este caso, como se busca calcular la deformación horizontal en el punto de aplicación de la fuerza, se debe aplicar una carga unitaria  $F' = 1$  en ese punto, en la dirección horizontal.

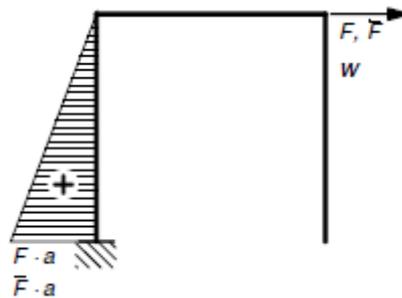


Ilustración 3. Momento flector ocasionado por la carga real  $F$  y por la carga virtual  $F' = 1$ .

Dado que las fuerzas axiales y cortantes son pequeñas en comparación con las fuerzas internas de flexión, en este caso se pueden despreciar dentro del análisis.

Una vez definidas las ecuaciones de momento tanto para el sistema de cargas real como para el sistema virtual, se aplica la ecuación anteriormente mostrada y se despeja la deflexión  $w$ . Si la deflexión obtenida es positiva, quiere decir que la dirección de la carga unitaria asumida es correcta. Si, por el contrario, es negativa, la deflexión es en el sentido contrario al de la carga unitaria.



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

**FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS**

Macroproceso: Gestión Académica

Proceso: Gestión de Docencia

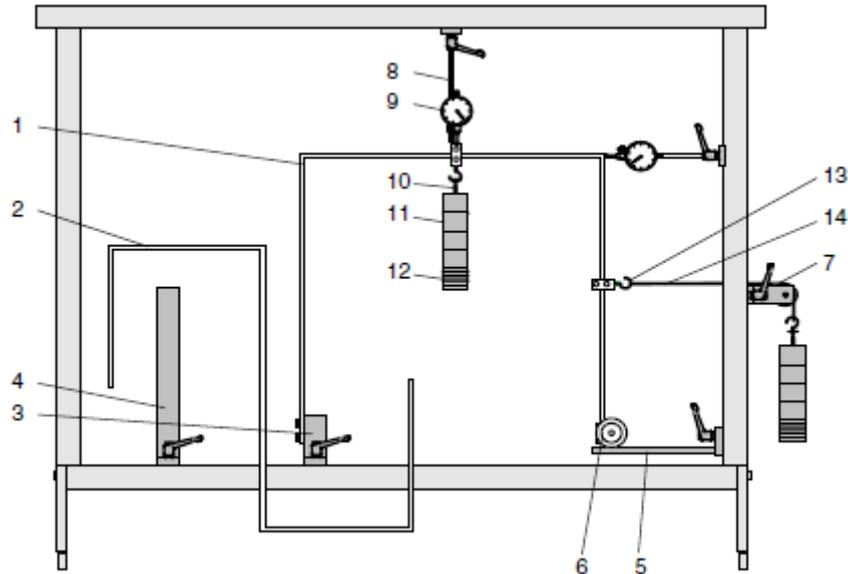
Código: GD-PR-010-FR-008

Versión: 02

Fecha de Aprobación:  
04/10/2017



**4. EQUIPO**



Item	Denominación	Cantidad
1	Pórtico en forma de U de 600mm x 600mm, sección 10mm x 20mm, acero	1
2	Pórtico en forma de S de 600mm x 600mm, sección 10mm x 20mm, acero	1
3	Columna de empotramiento corta	1
4	Columna de empotramiento larga	1
5	Placa de apoyo	1
6	Apoyo libre con poleas de reenvío	1
7	Polea de reenvío con rodamiento	1
8	Soporte de reloj de comparación, corto	2
9	Reloj de comparación, 0...20mm	2
10	Colgador portapesas, peso propio: 1N	2
11	Pesa, 5N	6
12	Pesa, 1N	8
13	Gancho desplazable	2
14	Cuerda	1

Ilustración 4. Montaje del equipo y sus diferentes componentes.

**Datos técnicos**

**Pórticos:**

Forma: U o S

Longitud de canto,  $a = 600 \text{ mm}$

Sección:  $10 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$

Momento de inercia de la sección:  $1667 \text{ mm}^4$

Material: Acero

Módulo de elasticidad:  $205000 \text{ N/mm}^2$

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

### Relojes de comparación

Rango: 0.20 mm

Resolución: 0.01 mm

### Juego de pesas

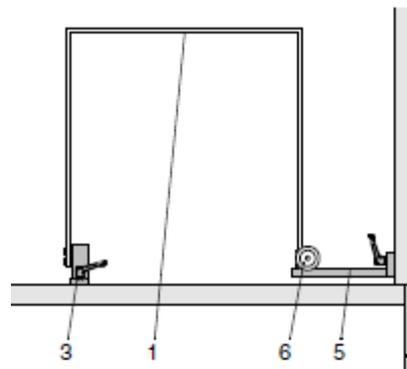
Colgador portapesas, peso propio: 1 N

Juego de pesas: 8x 1 N

6x 5 N

## 5. PROCEDIMIENTO

### 5.1. Objeto de ensayo Pórtico con fuerza horizontal



1	Pórtico en U
3	Columna de empotramiento corta
5	Placa de apoyo
6	Apoyo libre con poleas de reenvío

Ilustración 5. Montaje Pórtico tipo U.

- Fijar la columna de empotramiento corta (3) sobre el elemento inferior del bastidor. La distancia hasta el elemento vertical derecho del bastidor es de 750 mm.
- Montar en el lado derecho del pórtico en U (1) el apoyo libre con la polea (6).
- Atornillar el pórtico en U (1) a la columna de empotramiento corta (3).
- Fijar la placa de apoyo (5) al bastidor de manera que la polea haga contacto ligeramente.

### Aplicación de la carga horizontal

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

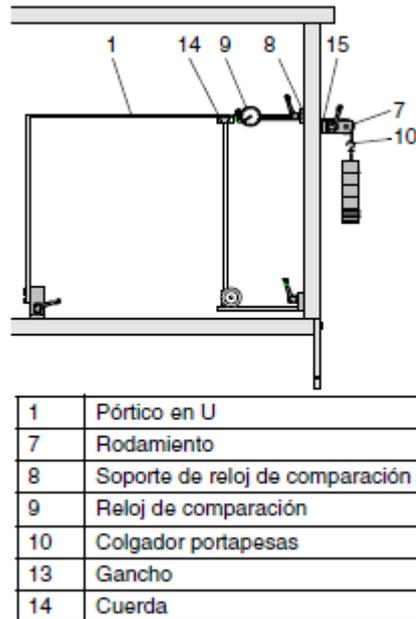


Ilustración 6. Montaje de sistema de carga y medición de la deformación.

- Fijar la polea de reenvío con rodamiento (7) al bastidor, desde el exterior, a la altura del punto de aplicación de la fuerza.
- Colocar el gancho (13) en el punto de aplicación de la fuerza y enganchar en él la cuerda (14) con el colgador portapesas (10).
- Alinear la polea de reenvío (7) de manera que la dirección de actuación de la cuerda sea exactamente horizontal.
- Fijar al bastidor, desde el interior, el soporte del reloj de comparación (8) con el reloj de comparación (9) a la altura del punto de ataque de la fuerza y alinear el reloj respecto a dicho punto de ataque de la fuerza.

### Realización del ensayo

- Retirar el colgador portapesas.
- Poner a cero el reloj de comparación.
- Equipar el colgador con 3 pesas de 5 N y 4 pesas de 1 N (carga total: 20 N)
- Colgar de nuevo el colgador portapesas.
- Leer el reloj de comparación y anotar la deformación.

El ensayo se puede repetir con otros puntos de aplicación de la fuerza y otros puntos de medición. Finalmente se compara la deformación medida con la deformación calculada.