

## Ensayo de puesta en carga de un anclaje mediante fases incrementales para la determinación del desplazamiento por fluencia de la cabeza del anclaje

### 1 OBJETO

El anclaje deberá cargarse en fases incrementales desde una carga de referencia hasta la carga máxima de ensayo. Se medirá el desplazamiento de la cabeza del anclaje bajo carga mantenida en cada fase de carga

### 2 ENSAYO DE INVESTIGACIÓN - PROCEDIMIENTO DE CARGA

El anclaje deberá cargarse hasta la rotura,  $R_a$ , o hasta una tensión de prueba,  $P_p$ , que deberá estar limitada por el menor valor de entre  $0,80P_{t0.1k}$  y  $0,90P_{t0.1k}$ .

El anclaje deberá cargarse hasta la carga máxima de ensayo en un mínimo de seis incrementos (Véase la Tabla 1).

Los incrementos de carga y los períodos de observación mínimos se indican en la Tabla 1.

Los períodos mínimos de observación, para los incrementos de carga, podrán reducirse a 30 minutos, en ausencia de fluencia apreciable.

### 3 ENSAYO DE ADECUACIÓN

La tensión de prueba exigida para el anclaje en funcionamiento será:

$$P_p \geq 1,25P_0 \text{ ó } P_p \geq R_d$$

Seleccionándose el mayor valor de los dos, siempre que  $1,25P_0$  y  $R_d$  sean menores que  $0,9P_{t0.1k}$ .

En caso contrario se tomará como tensión de prueba el valor de  $0,9P_{t0.1k}$ .

Los incrementos de carga y períodos de observación mínimos se indican en la Tabla 2.

Se podrá cargar el anclaje hasta la carga máxima de ensayo en un mínimo de cinco incrementos, suprimiendo el primer incremento de la Tabla 2.

El desplazamiento máximo por fluencia ( $\alpha$ ), para la tensión de prueba, deberá ser menor de 0,8 mm cuando no se hayan efectuado Ensayos de Investigación. Cuando sí se hayan efectuado Ensayos de Investigación, el desplazamiento máximo por fluencia ( $\alpha$ ), para la tensión de prueba deberá ser menor de:

- 1,2 mm/log. tiempo para un anclaje temporal
- 1,0 mm/log. tiempo para un anclaje permanente.

La tensión de prueba para los anclajes de proyecto no deberá sobrepasar el valor máximo de la tensión de fluencia,  $P_c$ , en ningún caso.

### 4 ENSAYO DE ACEPTACIÓN - PROCEDIMIENTO DE CARGA

El anclaje deberá cargarse desde la tensión de referencia,  $P_a$ , hasta la tensión de prueba,  $P_p$ , defi-

Incrementos de carga % $P_{t0.1k}$ 1) 2) 3)									
Carga de referencia	Incremento 1	Incremento 2	Incremento 3	Incremento 4	Incremento 5	Incremento 6	Incremento 7	Incremento 8	Nº de incremento de carga
10	20	30	40	50	60	70	80	90	% $P_{t0.1k}$
0	60 (30)	Período de observación (minutos)							

1) Comenzar con la carga y períodos mínimos de referencia = 0,1  $P_{t0.1k}$   
 2)  $P_{max} \leq 0,9 P_{t0.1k}$   
 3) Ejemplo dado para 8 incrementos de carga.

TABLA 1. Fases de carga y períodos mínimos de observación para los Ensayos de Investigación efectuados sobre los anclajes.

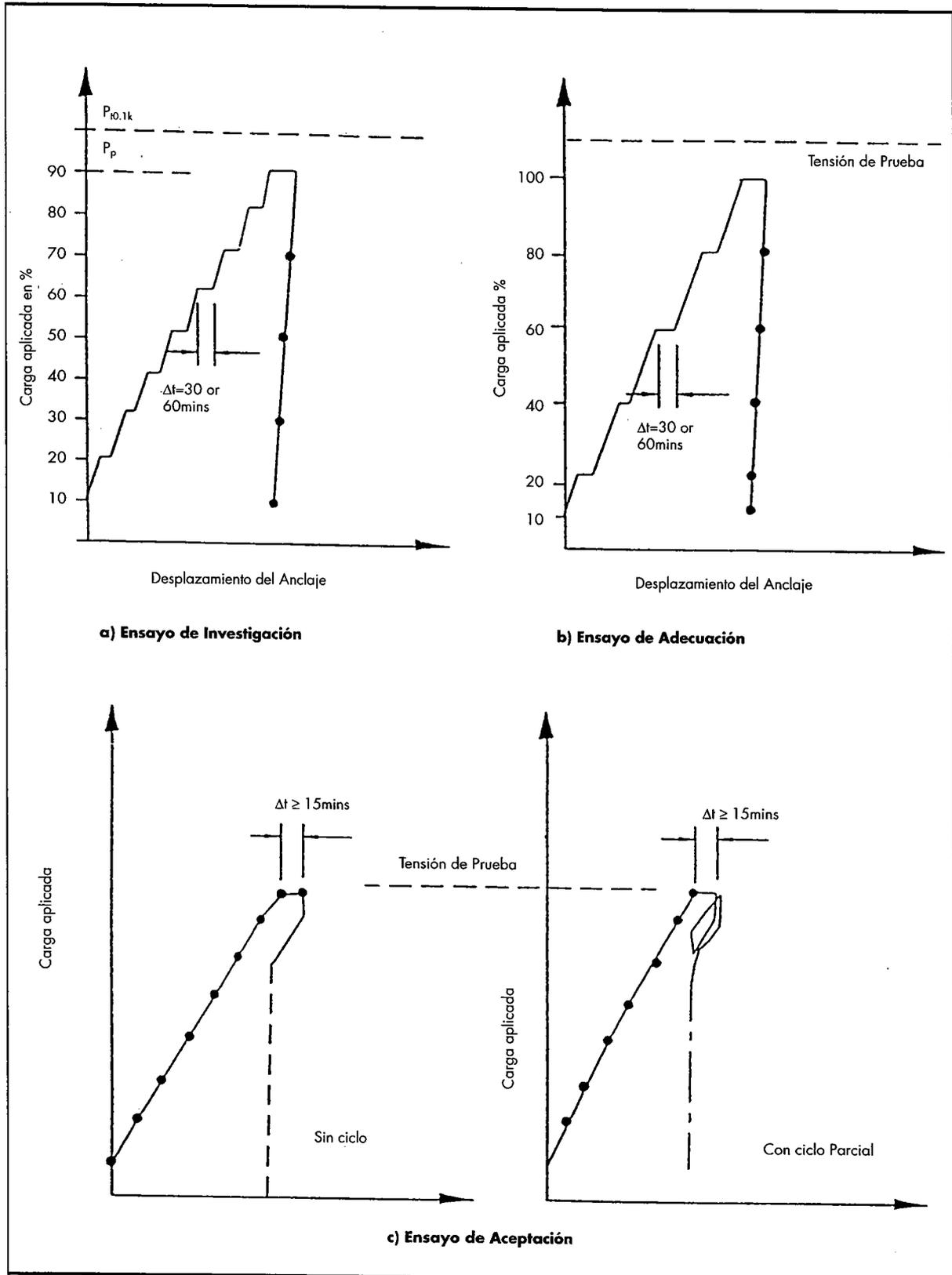


FIGURA 1. Procedimiento de carga para el Método de Ensayo.

Incrementos de carga para anclajes en funcionamiento							
Carga de referencia	Increm. 1	Increm. 2	Increm. 3	Increm. 4	Increm. 5	Increm. 6	Nº de incremento de carga
10	25	40	55	70	85	100	% $P_p$
0	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	Período de observación (minutos)

1) Comenzar con la carga de referencia  $P_p = 0,1 P_p$   
 2) Ejemplo dado para 6 incrementos de carga.

**TABLA 2.** Fases de carga y períodos mínimos de observación para los Ensayos de Adecuación efectuados sobre los anclajes.

nida ésta por el valor más pequeño de entre 1.25  $P_0$  (tensión de bloqueo) y  $R_d$  (resistencia de diseño del anclaje), en un mínimo de cuatro incrementos. La carga de prueba se mantendrá constante durante al menos 15 minutos.

Después de mantenerse la tensión de prueba durante el tiempo deseado, se podrá efectuar un ciclo de carga/descarga parcial o total.

**Nota:** Las curvas de cargas y deformaciones pueden facilitar información adicional sobre el terreno y el comportamiento de los componentes del anclaje en el mismo.

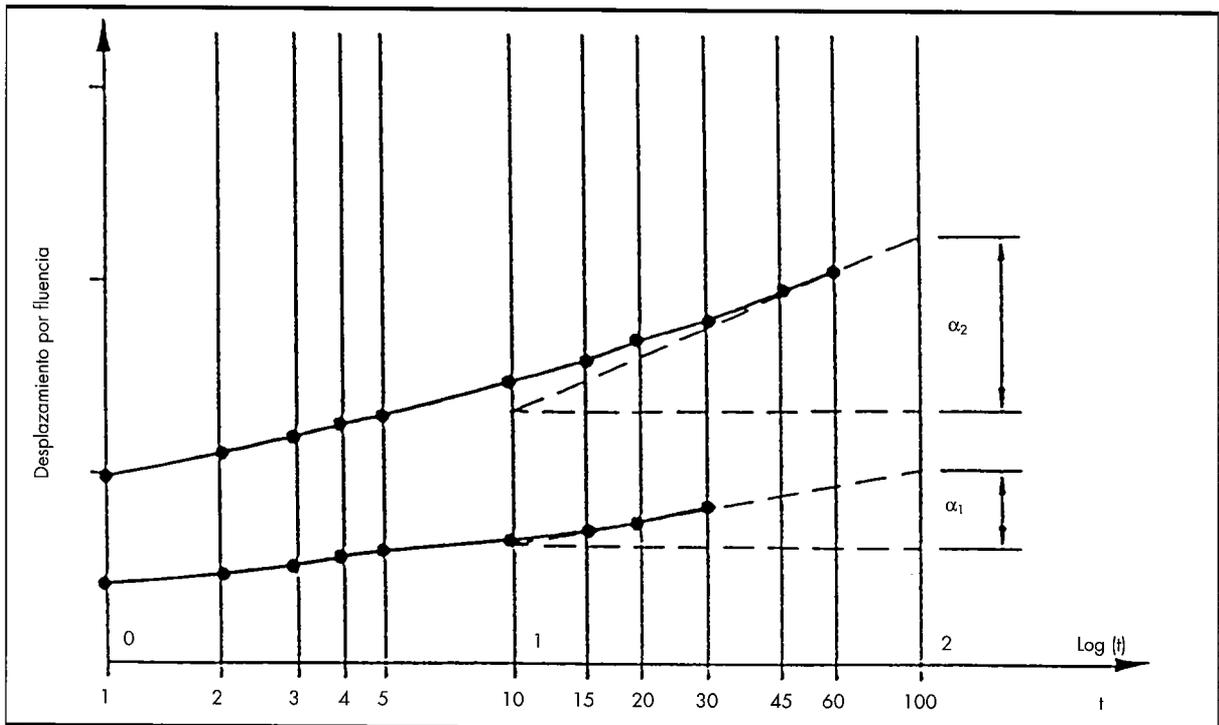
Los desplazamientos debidos a la fluencia para la tensión de prueba, deberán medirse entre el minuto tres (3) y el minuto quince (15). El despla-

zamiento máximo por fluencia  $\alpha$  correspondiente deberá ser menor que:

- 1,2 mm. para los anclajes permanentes o temporales sin Ensayos de Investigación
- 1,5 mm. para los anclajes permanentes con Ensayos de Investigación
- 1,8 mm. para los anclajes temporales con Ensayos de Investigación.

### 5 MEDICIÓN DE FLUENCIA, DE LA CARGA CARACTERÍSTICA Y DE LA LONGITUD LIBRE APARENTE

La fluencia y la carga característica deberán medirse y evaluarse como se indica a continuación:



**FIGURA 2.** Desplazamiento por fluencia se obtiene como la pendiente de la curva definitiva por el desplazamiento de la cabeza del anclaje y el log. del tiempo.

- El incremento del desplazamiento de la cabeza del anclaje relativo a un punto fijo, deberá medirse en cada fase de carga y en tiempos distintos.

- El desplazamiento por fluencia,  $\alpha$ , deberá determinarse en cada fase de carga, tal como se indica en la Figura 2. El desplazamiento por fluencia  $\alpha$  se define como la inclinación de la curva definida por el desplazamiento de la cabeza del anclaje y el log. tiempo, al final de cada fase de carga.

- La resistencia del anclaje,  $R_a$ , es la carga que corresponde a la asíntota vertical de la curva definida por el valor de  $\alpha$  y la carga. Si no se puede determinar la asíntota, se considerará que  $R_a$  es la carga que corresponde a un valor de  $\alpha$  igual a 5 mm (Véase la Figura 3).

La carga por fluencia crítica,  $P_c$ , deberá determinarse como se indica en la Figura 3. La carga por fluencia crítica es la carga que corresponde al final de la primera parte lineal de la curva definida por  $\alpha$  y la carga. En los casos donde resulte difícil determinar  $P_c$ , con precisión, se podrá determinar una resistencia alternativa  $P_c'$ , tal como se indica en la Figura 5, definiéndose  $P_c$  como  $0.9 P_c'$ .

La medición del desplazamiento por fluencia deberá realizarse en los tiempos indicados, después de cada incremento de carga. Los períodos de observación para cada fase son:

Ensayo de Investigación - de 30 hasta 60 minutos.  
 Ensayo de Adecuación - de 30 hasta 60 minutos.  
 Ensayo de Aceptación - no menor de 15 minutos para la tensión de prueba.  
 Los tiempos sucesivos de seguimiento (en minutos) para cada fase son:  
 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 10 - 15 - 20 - 30 - 60

La longitud libre aparente ( $L_{ap}$ ) se calculará a partir de la expresión:

$$L_{ap} = \frac{(A_a \cdot E_a \cdot \Delta S)}{\Delta P}$$

donde:

- $A_a$ : área de la sección de armadura.
- $E_a$ : módulo de elasticidad de la armadura.
- $\Delta S$ : deformación elástica de la armadura.
- $\Delta P$ : valor de la tensión de prueba menos la tensión de referencia.

La longitud libre aparente deberá estar comprendida entre los siguientes valores:

$$L_{ap} \leq L_{libre} + 0.5 L_{bulbo} + L_{externa}$$

$$L_{ap} > 0.8 L_{libre} + L_{externa}$$

siendo  $L_{externa}$  la longitud existente entre la cabeza del anclaje y el punto de aplicación de la carga.

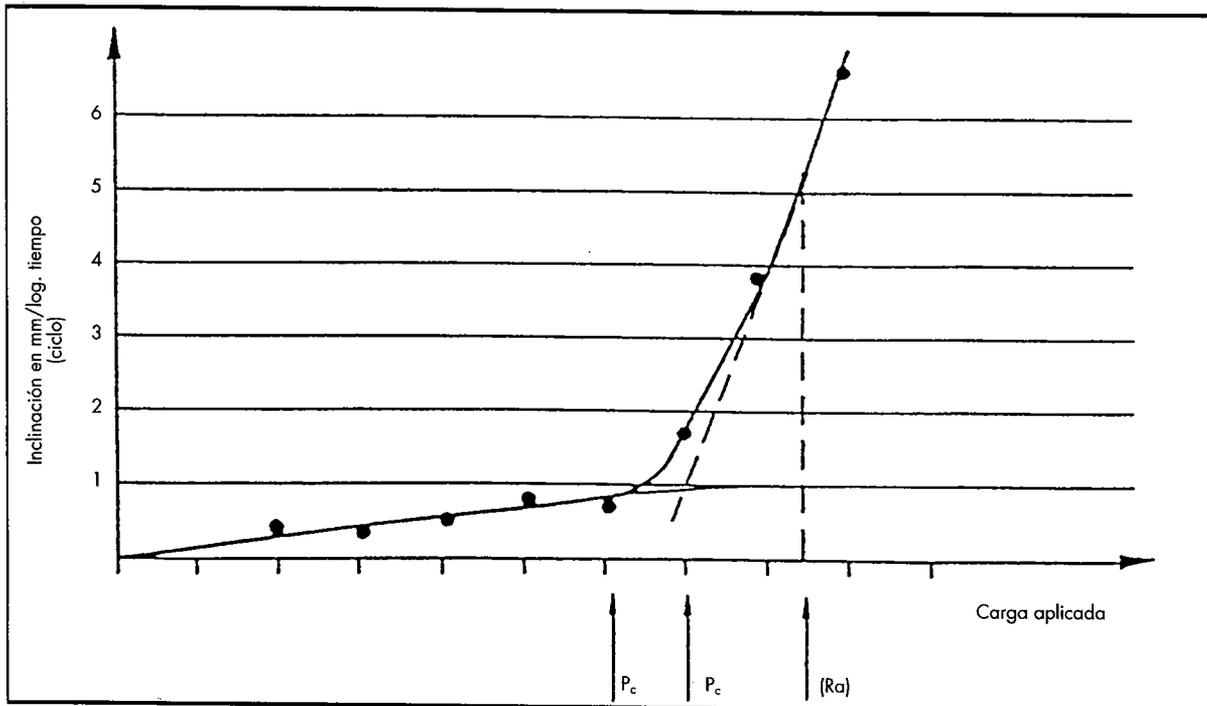


FIGURA 3. Curva fluencia carga aplicada.