

## EL "Creep" EN EL CONCRETO: **Factores** que influyen en su desarrollo

E. Vidaud

**E**n general, cuando al concreto se le aplica un estado de esfuerzos cualquiera (Ejemplo: compresiones uniaxiales), se deforma progresivamente en función del tiempo. En este caso, la deformación final, dependiente del tiempo, está integrada por dos componentes: la primera asociada a una deformación elástica, y la segunda vinculada a una deformación progresiva de tendencia inelástica que en la literatura especializada se denomina "Creep". En la Fig. 1 se precisa este concepto.

Se conoce que la relación entre los esfuerzos y las deformaciones del concreto dependen del tiempo. En general, debido al "Creep", el concreto cuando se carga, sufre con el tiempo un aumento gradual de su deformación. Esta deformación puede ser varias veces mayor que la deformación elástica inicial. Generalmente tiene poco efecto en la resistencia de una estructura, aunque provoca una redistribución de esfuerzos en los miembros de concreto reforzado bajo cargas de servicio y conduce a un aumento de las deflexiones.

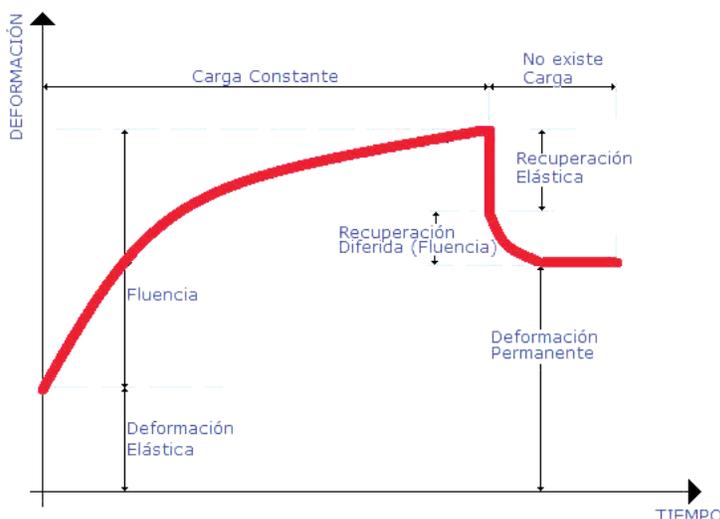
El Creep o fluencia del concreto, no es más que el incremento de las deformaciones que experimenta el concreto en estado endurecido cuando se somete a un estado de cargas permanente o sostenido en el tiempo.

Puede afirmarse que el "Creep" se desarrolla con una tasa decreciente. Si se eliminara la carga, se recuperaría la deformación elástica de inmediato: Sin embargo, esta deformación elástica recuperada es menor que la deformación elástica inicial, debido a que el módulo elástico en el concreto aumenta con la edad. A la recuperación elástica le sigue una recuperación de flujo plástico, que es una pequeña porción de la deformación total por flujo plástico. Análogamente, existe un comportamiento similar cuando una muestra de concreto se somete a ciclos de secado y rehumedecimiento, en este caso la tendencia es similar a la anterior (Fig. 2).

Las deformaciones debido al "Creep" se deben al reacondo de los componentes del material, fundamentalmente del agua y de la pasta, las cuales bajo los efectos de las cargas, intentan cubrir vacíos existentes en sus proximidades. Como es de suponerse, además del tiempo, la estimación de estas deformaciones en el concreto son también dependientes de la magnitud y duración de las cargas, de la edad del concreto al momento en que se aplican éstas, así como de las características de la mezcla y del medioambiente en el que éste se concibe. Es común

Fig. 1

Variación de la deformación del concreto en el tiempo debido a un proceso de carga uniaxial y descarga.



Fuente: Adaptado de Metha y Monteiro 1998.

considerar que en un espécimen del concreto, en proceso de secado y sujeto carga, el "Creep" y la contracción por secado son fenómenos independientes que se añaden entre sí. Por lo cual, el primero podrá ser estimado por medio de la diferencia entre la deformación total de un espécimen cargado, y la deformación medida en un espécimen similar sin cargar.

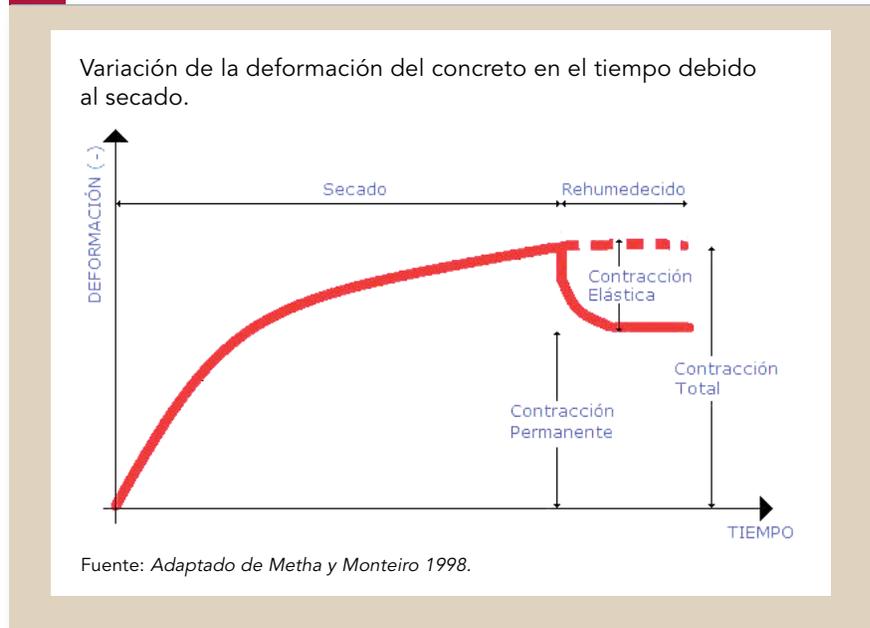
La evidencia experimental indica que la deformación por "creep" que ocurre en un determinado periodo es proporcional al esfuerzo aplicado, siempre que el nivel de esfuerzo no sea alto; aunque la evidencia de las investigaciones es confusa con respecto al nivel de esfuerzo en el que cesa la linealidad entre el flujo plástico y el esfuerzo aplicado.

Algunos estudios evidencian pérdida de linealidad para esfuerzos de compresión de apenas  $0.2 f'c$ , otros, sugieren un valor hasta de  $0.5 f'c$ ; sin embargo, la suposición de una relación lineal entre la deformación por "creep" y el esfuerzo aplicado conduce a una exactitud aceptable para el rango usual de esfuerzos por carga de servicio utilizado comúnmente en el diseño estructural.

Tal y como se aprecia en las figuras 1 y 2, el "Creep", al igual que la contracción por secado son deformaciones no instantáneas, es decir, que dependen del tiempo. La contracción por secado se debe a un gradiente de humedades entre el material y el medio en el que está inmerso; el "Creep" se debe a la aplicación de un esfuerzo originado por una deformación constante en el tiempo. Ambos fenómenos, es común que se evalúen de conjunto, debido a que poseen similares características (Fig. 3).

A continuación se realiza una síntesis de los principales factores que afectan las deformaciones por "Creep".

Fig. 2



### a) Agregados

Los agregados tienen la función de restringir los esfuerzos producidos por el "Creep" y que se materializan en la pasta de cemento hidratado. De acuerdo a lo anterior, los aspectos asociados a los agregados con mayor influencia en el "Creep", son:

#### a.1 Contenido de agregados:

En general la variación en el contenido de agregados entre mezclas de concreto bien diseñadas no es representativa, pero se ha demostrado que frecuentemente, un aumento en el contenido de agregados tiende a reducir la fluencia en el concreto.

#### a.2 Granulometría, tamaño máximo y forma de los agregados:

La influencia de estos tres aspectos en el "Creep", está relacionada con la influencia que tienen, directa o indirectamente sobre el contenido de agregados, siempre y cuando se haya logrado una aceptable compactación del concreto. Expresado de otra manera: si la granulometría, el tamaño máximo y la forma del agregado convergen en el aumento del

contenido de agregados, muy posiblemente el "Creep" tenderá a disminuir.

#### a.3 Calidad de los agregados:

En este caso, tiene especial importancia el Módulo de Elasticidad del agregado empleado. Un concreto elaborado con un módulo elástico alto, tenderá a experimentar un menor nivel de "creep", que uno que tenga un módulo bajo. Así, un concreto elaborado con agregado grueso calizo o basáltico, tendrá menor "Creep" que uno elaborado con agregado grueso andesítico. Esta es la razón por la que sucede también que un agregado poroso, al tener menor módulo, tenderá a tener mayor fluencia. Por otro lado, el incremento de la porosidad de los agregados induce a una mayor transferencia de humedad en la mezcla, que a su vez tiende a aumentar la posibilidad de "Creep"; como una consecuencia del secado.

### b) Contenido de humedad y de cemento en la mezcla

En general, para una cantidad de cemento constante, un incremento en la relación agua/cemento ( $a/c$ )

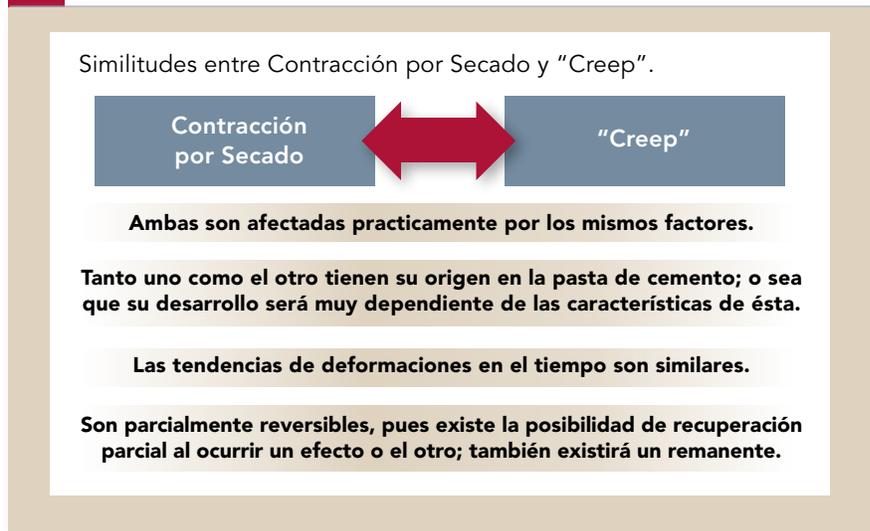
incrementará el "Creep". Respecto a la cantidad de cemento, para una a/c constante, existen en la literatura especializada opiniones encontradas. Algunas fuentes refieren que un incremento en el contenido de cemento reducirá el "Creep". Tendencia contraria a la contracción por secado, en donde un aumento de la cantidad de cemento tenderá a aumentar la contracción por secado. Otras fuentes plantean que al igual que en la contracción por secado, un aumento en la cantidad de cemento, reduce el "Creep". Para este autor, el incremento en las cantidades de cemento, inducirá a que se tengan mayores niveles de resistencia a la compresión en el concreto; por lo que a su vez, de manera indirecta y proporcional y bajo condiciones normales, se incrementará la rigidez del material y así también se reducirán las deformaciones asociadas.

### c) Humedad relativa del medio

Al igual que en la contracción por secado, en donde a medida que aumenta la humedad relativa del aire se reducen los niveles de deformación en el concreto, en el caso del "Creep" ocurre lo mismo. Es decir, a medida que la humedad relativa del aire es mayor, se reduce el "Creep".

Por otra parte, el "Creep" se reduce si se restringe la pérdida de agua del miembro. Estudios desarrollados han demostrado que cuanto mejor es el proceso de curado, menos propensa es la pieza a desarrollar "Creep". Estos mismos estudios demuestran que el "Creep" comienza después de la aplicación de las cargas sostenidas, y que las tasas de incrementos se hacen mayores después de los 28 días, pudiendo estarse desarrollando durante más de 20 años. Sin embargo, la rapidez de desarrollo del "Creep" a mediano y largo plazo es similar, independientemente

Fig. 3



de la calidad del proceso de curado. Lo anterior permite asegurar que la influencia de la humedad relativa es mucho menor, en el caso de piezas que hayan alcanzado el equilibrio hídrico con su medio circundante antes de cargarse; razón por la que el proceso de secado ("Creep" por secado) es más influyente en el desarrollo del "Creep" que la humedad relativa.

### d) Geometría del elemento

El tamaño y la forma del elemento afectan la magnitud del flujo plástico. Es posible representar la influencia del tamaño y la forma del miembro de concreto mediante la relación del volumen al área superficial (A), o mediante la evaluación de un espesor teórico o equivalente ( $h_E$ ), que puede ser obtenido en función del perímetro (p) como:

$$h_E = \frac{2A}{p}$$

En general, a medida que se incrementa el espesor equivalente, se reduce tanto la contracción por secado como el "Creep".

### e) Temperatura

Las piezas de concreto sometidas a elevados niveles de temperatura

tendrán mayores niveles de "Creep", que las que se someten a bajos niveles en las que incluso el "Creep" es muy poco representativo.

### f) Edad del proceso de carga

Existe una relación directamente proporcional entre la magnitud de la carga sostenida y el "Creep" del concreto, como consecuencia de la influencia que tiene la resistencia del concreto sobre el "Creep"; de ahí que se ha demostrado que los valores de "Creep" son menores en piezas curadas durante importantes periodos antes de que se inicie el proceso de carga. Esta es la razón por la que debe tenerse especial interés en la evaluación de los tiempos de descimbrado y puntales en la construcción de edificios de varios niveles.

Cabe decir, que es común en la construcción de los sistemas de pisos de edificios de múltiples niveles, establecer secuencias encaminadas a darle rapidez al proceso constructivo; relegando a un segundo plano la interrelación entre el "Creep", los niveles de resistencia y de rigidez del material, y la carga sostenida. De ahí que no es difícil darnos cuenta, que en las primeras edades se tienen

las condiciones más desfavorables por varias razones: porque el concreto tiene los más bajos niveles de resistencia y rigidez; porque se comienza a aplicar el proceso de carga (muchas veces incrementado en zonas puntuales, al retirarse cimbras y algunos puntales, que hace que un número limitado de puntales absorban los niveles de carga en los entrepisos superiores y los transmiten de manera directa, prácticamente concentrados, al entrepiso inmediato inferior); y adicionalmente, dado que se comienza a desarrollar la contracción por secado, que muchas veces es importante debido a que el curado es deficiente (e incluso inexistente) y a que el concreto utilizado, a pesar de que cumple con las especificaciones

(asociadas a la resistencia de proyecto), no es el idóneo para emplearse en este tipo de elementos (elementos planos).

En este caso lo más común es que ocurra un agrietamiento en el sistema de piso por contracción por secado, que después se incrementa por la acción del "Creep" y de las grandes cargas concentradas que se transmiten a través de los puntales que permanecen transmitiendo las acciones de los niveles superiores.

Cabe aclarar que lo presentado en este escrito no es más que un breve recuento de la importancia que tiene el fenómeno del "Creep" en el correcto desempeño de un elemento de concreto. Aspectos tales como las características medioambientales y de la mezcla de concreto

empleada, así como el curado, la edad de aplicación y la magnitud de las cargas, deben de evaluarse definitivamente a detalle para conocer, evaluar y a su vez atenuar este fenómeno, tan poco considerado, y que tanta influencia tiene sobre los elementos el concreto. **C**

#### Referencias

ACI Committee 209: *Prediction of Creep, shrinkage, and temperature effects in concrete structures*, American Concrete Institute, Farmington Hills, 1992.

P. K. Metha, P. Monteiro: *Concreto. Estructuras, propiedades y materiales*, editado por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 1998.

A. Neville: *Tecnología del concreto*, editado por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., 1999.

R. Park, T. Paulay: *Reinforced concrete structures*, editado por John Wiley & Sons, 1988.



¡Suscríbese!



"Un mundo de soluciones en concreto"

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO<sup>®</sup>

Es la revista especializada en construcción con cemento y concreto.

● **\$450 M.N.** por 12 ediciones

Más gastos de envío.

[www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)



#### CONTACTO:

Michael López Villanueva

Tel.: 01 (55) 5322 5740

Ext. 210

Fax: 01 (55) 5322 5745

E-mail: [mlopez@mail.imcyc.com](mailto:mlopez@mail.imcyc.com)