

Estado plástico

Condición temporal del concreto fresco de duración variable durante la cual el material puede trasladarse, colocarse y compactarse a voluntad sin tener deformaciones permanentes, no resistiéndose a ser deformado al no haberse desarrollado aún la matriz resistente de la pasta de cemento y la rigidez correspondiente.

Es el estado en que puede usarse sin problemas durante los procesos constructivos. Su duración depende del diseño de mezcla en particular, de la humedad, temperatura del concreto, temperatura ambiente y del tiempo. Se denomina también periodo latente.

Fraguado inicial

Condición temporal del concreto fresco de duración variable que marca el inicio del endurecimiento y del proceso químico de desarrollo de la matriz resistente de la pasta de cemento, en la que se originan deformaciones permanentes si se le aplica energía de desplazamiento (mezclado, vibrado, etc.) constituyendo el fin del estado plástico y de su vida útil durante el proceso constructivo.

La norma ASTM C 403 y la nacional equivalente NTP 339.082 estandarizan el fraguado inicial como el tiempo en el cual la fracción de mortero del concreto desarrolla una resistencia a la penetración de 500 lb/plg² (3.5 Mpa) con un pin de 25 mm de largo.

Su duración depende del diseño de mezcla en particular, de la humedad, temperatura del concreto, temperatura ambiente y del tiempo.

Una forma práctica aproximada de estimar si un concreto en obra ya está en esta condición, es verificar el momento en que al insertar un vibrador verticalmente por su peso propio y retirarlo lentamente queda un agujero visible (deformación permanente).

Fraguado final

Condición definitiva del concreto fresco de duración variable que marca el endurecimiento completo y la consolidación de la matriz resistente de la pasta de cemento, donde se requiere gran energía de deformación (impacto, percusión, abrasión, etc.) para alterar la estructura formada.

La norma ASTM C 403 y la nacional equivalente NTP 339.082 estandarizan el fraguado inicial como el tiempo en el cual la fracción de mortero del concreto desarrolla una resistencia a la penetración de 4000 lb/plg² (28.0 Mpa) con un pin de 25 mm de largo.

Depende del diseño de mezcla en particular, de la humedad, temperatura del concreto, temperatura ambiente y del tiempo.

En la Tabla N° 1 se pueden apreciar los rangos de tiempos de fraguado inicial y final en Lima para los periodos de Verano e Invierno en concreto a pie de obra sin aditivos y concreto industrializado o premezclado con aditivos.

Trabajabilidad

Condición temporal del concreto de duración variable y apreciación relativa que se define como la mayor o menor facilidad para mezclarlo, transportarlo, colocarlo y compactarlo mientras está en estado plástico. No existe un valor estándar de trabajabilidad, definiéndola el proyectista o el constructor en función de la estructura y el proceso constructivo mediante la exigencia de un valor de slump o asentamiento para el concreto en obra, que da una idea de esta condición sin ser totalmente concluyente, ya que antes que una medida de trabajabilidad es un indicador de uniformidad del concreto entre tandas.

Depende del diseño de mezcla en particular, de la humedad,

temperatura del concreto, temperatura ambiente y del tiempo.

No necesariamente la pérdida de slump de un concreto es evidencia de haberse llegado a la condición de fraguado inicial ya que son dos conceptos independientes pero que con frecuencia se confunden erradamente en obra.

En la Tabla N° 2 se pueden apreciar los rangos de pérdida de trabajabilidad en Lima para los periodos de Verano e Invierno en concreto a pie de obra sin aditivos y concreto industrializado o premezclado con aditivos.

Relación agua/cemento y trabajabilidad

Todo aquél que tiene conocimientos de tecnología del concreto sabe que la resistencia en compresión depende de la relación agua/cemento en peso, pero pocos conocen que este parámetro que representa la concentración del pegante tiene una influencia primordial en la trabajabilidad de las mezclas.

En el Gráfico N° 1 podemos apreciar la curva típica $f'c$ vs agua/cemento del Comité ACI 211.1 conocida y empleada internacionalmente para hacer diseños de mezcla, donde hemos resaltado valores significativos que vamos a proceder a comentar a continuación.

En el Gráfico N° 2 se muestra como se distribuye la estructura de hidratación de la pasta de cemento vs la relación agua/cemento cuando no se usan aditivos, y que permite entender varios aspectos del comportamiento

Tabla N° 1: Comportamiento típico del fraguado de concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lima

	Fraguado inicial sin aditivos en horas	Fraguado inicial con aditivos en horas	Fraguado final sin aditivos en horas	Fraguado final con aditivos en horas	Rango de temperatura referencial
Verano	02:05	04:00	04:00	05:38	24°C a 28°C
Invierno	05:04	06:10	06:57	08:07	17°C a 18°C

Tabla N° 2: Comportamiento típico de pérdida de slump en concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lima

	Pérdida de slump sin aditivos en pulgadas/hora	Pérdida de slump con aditivos en pulgadas/hora	Temperatura referencial del concreto
Verano	2.7"	1.7"	29°C
Invierno	2.3"	1.5"	17°C