



DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL Y TIEMPOS DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRÁULICO

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la cantidad de agua requerida para la consistencia normal y el tiempo de fraguado de una pasta de cemento hidráulico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Elaborar una pasta de cemento hidráulico, siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 112.
- Establecer la consistencia normal del cemento hidráulico, siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 110.
- Evaluar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico, siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 118.
- Analizar los resultados obtenidos según el tipo de cemento y sus condiciones, con el fin de verificar su comportamiento e influencia en el diseño de mezclas de concreto

INTRODUCCIÓN

La consistencia es una propiedad importante de las mezclas que se refiere a la fluidez, cohesión y movilidad relativa de los materiales, en otras palabras, es una propiedad física que indica que tan espesa, aguada, firme o blanda se encuentra. En las mezclas de concreto se asocia directamente a la trabajabilidad que esta puede tener durante los procesos constructivos, además de otros aspectos importantes como el transporte, el vertido y la compactación que son propiedades que dan el resultado al producto final (Amy, 2025).

Cuando se habla de la consistencia normal del cemento se refiere a la cantidad de agua necesaria para que la pasta de cemento alcance una fluidez óptima y una plasticidad ideal, con respecto a la cantidad de cemento utilizada para la mezcla. Normalmente esta consistencia se alcanza con un 23% a 33% de agua, esto depende del tipo, del fabricante y las condiciones del ensayo, aunque no es un sea un índice utilizado para evaluar la calidad del cemento (Mario, 2008).

Figura 1. Ensayo de consistencia normal de cemento.



Fuente. Rivera (2026).

El ensayo empleado para medir la consistencia del cemento hidráulico a partir del aparato de Vicat, aparato que fue inventado por el ingeniero francés Louis-Joseph Vicat en el siglo XIX, es un punto de partida fundamental para el control de calidad del cemento, ya que el exceso de agua en la mezcla debilita el cemento endurecido, al tiempo que ralentiza la hidratación de las partículas lo que afecta directamente la resistencia final del concreto (Gopinath, 2025).

El fraguado por su parte es el proceso químico donde la mezcla comienza a endurecer y perder plasticidad, producto de la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos que se producen a partir de la reacción con el agua. Durante el fraguado es importante establecer el tiempo inicial y final de este proceso, puesto que todo esto afecta directamente el endurecimiento y el desarrollo de la resistencia de mezclas como la del concreto. Además, hay que tener en cuenta que luego del fraguado viene otra etapa muy importante que se conoce como el proceso de curado, donde la mezcla desarrolla gran parte de la resistencia de diseño bajo ciertas condiciones controladas (Mapei Colombia S.A.S, 2023).

El ensayo realizado con el aparato y aguja de Vicat es muy importante para establecer el intervalo de manejabilidad de una mezcla realizada con el tipo de cemento evaluado, que depende directamente de la cantidad y tipo de adiciones, la finura, su composición química, entre otros. Esto permite realizar una planificación de los tiempos requeridos para el transporte, vaciado y acabado antes de que el material endurezca, asegurando la calidad y desempeño de las estructuras (Patiño, 2025).

MATERIALES Y EQUIPOS

- (a) Aparato de Vicat
- (b) Vaso de precipitado
- (c) Balanza
- (d) Mezcladora mecánica
- (e) Recipiente y paleta mezcladora
- (f) Espátulas
- (g) Molde cónico rígido
- (h) Placa metálica
- (i) Aguja de Vicat
- (j) Cronometro

Figura 2. Materiales y equipos.





Nota. Registro fotográfico materiales y equipos de laboratorio.

Fuente. Rivera (2026).

PROCEDIMIENTO

Elaboración pasta de cemento:

Nota: El siguiente procedimiento descrito, es para la elaboración de una pasta de cemento según lo indicado por la norma NTC 112.

- Primero se deben pesar los materiales requeridos para la elaboración de la pasta, en el caso del cemento se utilizan 650 g normalmente, y para el agua se debe escoger una cantidad de acuerdo con el peso del cemento, ya que se está buscando la consistencia normal a partir de este porcentaje de agua.

Nota: Se recomienda iniciar con un 28-30 % de agua con respecto a la masa de cemento, e ir disminuyendo o aumentando esta cantidad según los resultados del ensayo de consistencia.

- Luego se debe acomodar el recipiente y la paleta en la mezcladora, y se vierte toda el agua de la mezcla dentro de este. Seguido a esto, se adiciona el cemento y se deja reposar por 30 segundos para que vaya absorbiendo el agua.
- Se inicia la mezcla durante 30 segundos a velocidad lenta (140 ± 5 rpm) para integrar inicialmente los materiales. Luego de este tiempo se detiene la mezcladora, y con ayuda de una espátula se deben raspar las paredes del recipiente y la paleta en un tiempo de 15 segundos, de modo que la mezcla que se encuentre adherida a estos dos se deposite en el fondo del recipiente para mezclar de nuevo.
- Se cambia la velocidad de la mezcladora a velocidad media (285 ± 5 rpm), y se mezcla de nuevo por un periodo de 60 segundos para que se integren bien los materiales.

Consistencia normal del cemento:

- Después de obtener la pasta de cemento se puede medir la consistencia a partir del aparato de Vicat, lo primero es tomar una muestra representativa de la mezcla con las manos enguantadas, que luego se lanza seis veces de mano a mano a través de una distancia de 150 mm aproximadamente, con el objetivo de formar una bola sin apretar la muestra.
- Luego de formar la masa esférica, se introduce en el molde cónico o anillo de Vicat, y se presiona contra la placa metálica, con ayuda de un palustre se dan ligeros golpes alrededor del molde para que la pasta se acomode al volumen de este. Asimismo, se debe retirar el exceso de pasta con una pasada ligera del palustre que se sostiene en un leve ángulo de inclinación con respecto a la superficie del anillo.

Nota: Es importante evitar comprimir la muestra durante este proceso, si es necesario, se debe pasar nuevamente el palustre sobre el anillo hasta obtener una superficie lisa y suave en la superficie.

- Se coloca la placa con la muestra de ensayo sobre la base del aparato de Vicat, y se debe acomodar lo más centrado posible la punta de la barra móvil del aparato sobre la superficie de la pasta, donde estas deben quedar en contacto para apretar el tornillo de fijación. Antes de realizar el ensayo se debe ajustar el indicador de penetración del aparato para que quede sobre la marca del cero superior de la escala.
- Con todo listo se procede a realizar el ensayo de consistencia, se debe soltar el tornillo que fija el émbolo para que caiga libremente sobre la pasta de cemento, durante un periodo de 30 segundos, luego de este tiempo se debe apretar de nuevo el tornillo y tomar la lectura de penetración que se observa en la escala del aparato.

Nota: La consistencia normal del cemento se da cuando el émbolo penetra 10 ± 1 mm, en caso de que no se obtenga este resultado se deberá repetir todo el proceso de mezclado a partir de una cantidad de agua diferente y volver a realizar el ensayo. Por ejemplo, si la penetración dio mayor a este valor, se debe utilizar una cantidad de agua menor a la utilizada previamente, teniendo en cuenta que las variaciones no deben ser muy lejanas entre sí, se recomienda variar de 1-2 % ya que la mezcla cambia considerablemente su consistencia a partir de la cantidad de agua.

Tiempos de fraguado:

Nota: La cantidad de agua requerida para realizar la mezcla de este ensayo, debe ser la que se determinó previamente con el ensayo de consistencia normal.

- Después de obtener la pasta de cemento se pueden obtener los tiempos de fraguado a mediante la aguja de Vicat, lo primero es tomar una muestra representativa de la mezcla con las manos enguantadas, que luego se lanza seis veces de mano a mano a través de una distancia de 150 mm aproximadamente, con el objetivo de formar una bola sin apretar la muestra.
- Luego de formar la masa esférica, se introduce en el molde cónico o anillo de Vicat, y se presiona contra la placa metálica, con ayuda de un palustre se dan ligeros golpes alrededor del molde para que la pasta se acomode al volumen de este. Asimismo, se debe retirar el exceso de pasta con una pasada ligera del palustre que se sostiene en un leve ángulo de inclinación con respecto a la superficie del anillo.

Nota: Es importante evitar comprimir la muestra durante este proceso, si es necesario, se debe pasar nuevamente el palustre sobre el anillo hasta obtener una superficie lisa y suave en la superficie.

- Con el espécimen sobre la placa se debe llevar a un cuarto húmedo durante 30 minutos sin ninguna perturbación, después de ese tiempo se debe determinar la penetración de la aguja de 1 mm sobre la muestra, para esto se acomoda el espécimen sobre la base del aparato y se pone en contacto la punta de la aguja con la superficie de la muestra, apretando el tornillo de ajuste y verificando que el indicador de penetración este en cero superior de la escala.
- A partir de esto, se deja caer la aguja sobre la muestra durante un periodo de 30 segundos y se toma la lectura de penetración en la escala del equipo. Luego se regresa el espécimen al cuarto húmedo ya que se debe repetir este proceso 15 minutos hasta obtener una penetración de 25 mm o menos, ya que en este tiempo se considera el fraguado inicial de la muestra. Este tiempo se mide desde que se da el contacto inicial del cemento con el agua hasta que se obtiene la penetración de 25 mm.

Nota: Al repetir el ensayo, cada penetración debe hacerse a una distancia mínima de 5 mm de cualquier penetración anterior, del mismo modo debe hacerse a 10 mm de distancia del lado interno del molde.

- Se deben seguir realizando estas penetraciones hasta que se obtenga una penetración en la muestra en donde la aguja no deje una marca circular completa sobre la superficie del espécimen o ya no penetre sobre la misma. Aquí obtiene el tiempo de fraguado final de la muestra, y se mide desde que se da el contacto inicial del cemento con el agua hasta este punto.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Consistencia normal del cemento

Con los resultados obtenidos durante el ensayo, se debe determinar el valor de la consistencia normal del cemento, la cual se da con una penetración de 10 ± 1 mm, en caso de haber encontrado esta penetración reportar el porcentaje de consistencia correspondiente.

Si durante el ensayo no se encontró el porcentaje correspondiente a esta penetración, se debe realizar una interpolación con los datos registrados para obtenerlo.

Además de debe realizar la curva de fluidez [Cantidad de agua (%) vs Penetración (mm)] correspondiente a los datos registrados.

Tiempos de fraguado

Se deben reportar los tiempos de fraguado de la mezcla, el tiempo inicial de fraguado corresponde al tiempo desde el momento de hidratación del cemento hasta donde se da una lectura de penetración con la aguja de 25 mm, en caso de obtener esta lectura durante el ensayo se debe reportar el tiempo correspondiente. Si durante el ensayo no se registró esta penetración se debe interpolar con los datos registrados para el obtener el tiempo de fraguado.

El tiempo de fraguado final se da en el momento donde exista una penetración donde no se observe una marca de la aguja sobre la muestra o se dé una lectura de 0 mm, este será el tiempo final de fraguado y se debe registrar durante la toma de datos.

A partir de los resultados obtenidos se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el valor de consistencia normal del cemento utilizado?
- Según el tipo y marca de cemento ¿Cuáles son los valores típicos de consistencia normal?
- ¿Cuáles fueron los tiempos de fraguado inicial y final de la mezcla?
- Según el tipo y marca de cemento ¿Cuáles son los valores reportados para los tiempos de fraguado?

BIBLIOGRAFÍA

- Amy. (2025, February 26). *¿Cuáles son las razones de la consistencia y trabajabilidad de las mezclas de hormigón, y cómo pueden regularse?* <https://es.vitchem.com/noticias-de-la-industria/cuales-son-las-razones-de-la-consistencia-y-trabajabilidad-de-las-mezclas-de-hormigon-y-como-pueden-regularse/>
- Mario, J. (2008, October 7). *Método de ensayo para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico*. <https://ingevil.blogspot.com/2008/10/mtodo-de-ensayo-para-determinar-la.html>
- Mapei Colombia S.A.S. (2023, February 28). *El fraguado y aditivos para acelerar el proceso*. Colombia. <https://www.mapei.com/co/es-co/blog-mapei-colombia/detalle/blogmapei/2023/02/28/el-fraguado-y-aditivos-para-acelerar-el-proceso>
- Gopinath, V. (2025, December 9). Consistency test on cement – Significance and Procedure. Vin Civilworld. <https://vincivilworld.com/2025/12/08/consistency-test-on-cement-procedure/>
- Patiño, J. C. (2025, November 21). ENSAYOS DE CALIDAD EN EL CEMENTO. 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-calidad-cemento/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2024). *Cantidad de agua requerida para la consistencia normal de una pasta de cemento hidráulico* (NTC 110:2024, 6.ª ed.). ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2021). *Cementos. Mezcla mecánica de pastas y morteros de cemento hidráulico de consistencia plástica* (NTC 112:2021, 7.ª ed.). ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2022). *Cementos. Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante aguja de Vicat* (NTC 118:2022, 10.ª ed.). ICONTEC.

