

# CONSOLIDACION DEL HORMIGON

ACI JOURNAL — Abril 1960.  
Redactado por el Comité 609 del ACI.

El primer capítulo contiene una breve historia de los métodos de consolidación del hormigón armado. Está seguida por un estudio de las ventajas de la vibración, tipos de equipo y frecuencia de operación, encofrados y dosificados del hormigón (para estructuras, masa, pavimentos, pisos, etc.).

El segundo capítulo se refiere a las técnicas recomendadas y da una información sobre el tiempo de vibración, efecto del aire "arrastrado", sobre-vibración, revibración y uso de retardadores. Las técnicas recomendadas se esquematizan para estructuras de hormigón losas, hormigón en masa, pavimentos, hormigón de consistencia de tierra húmeda, hormigón liviano, pesado, bloques de hormigón y productos prefabricados.

## Capítulo I

### INTRODUCCION

#### 101.—ANTECEDENTES

Desde el primer informe del ACI, Marzo-Abril 1936, las técnicas y equipos de consolidación han cambiado profundamente.

Quizás el más importante de los progresos es el uso de "aire" incorporado.

El hormigón, en un principio, se usó con muy poca agua y colocado en capas delgadas que se apisonaban fuertemente. Este hormigón de consistencia de tierra húmeda está de nuevo siendo considerada favorablemente. Se le da esta denominación por cuanto posee menor cantidad de agua que el hormigón de Slump = 0 cm.

En una segunda etapa, la presencia de estructuras con densas armaduras y estrechos moldajes obligó al uso de hormigón más fluido. Sin embargo, desde un principio se tuvo conciencia de la mayor resistencia de los hormigones más secos, a pesar de ser desfavorable el mayor tiempo de consolidación.

Entonces, se descubrió que la densidad del hormigón se hacía más baja durante la aplicación de una vibración de alta frecuencia.

Con este descubrimiento se presentó una forma económica de consolidar hormigón casi seco. Con la introducción del vibrador se pudo suprimir parte de la obra de mano; las operaciones se mecanizaron con la consiguiente reducción de costo.

#### 102.—VENTAJAS DE LA VIBRACION

Entre las ventajas de la consolidación del hormigón por la vibración se puede contar:

- baja del costo del hormigón por facilidad de colocación y reducción del contenido de cemento.
- mayor densidad y homogeneidad en el hormigón.
- mayor resistencia.
- aumento de la adherencia con las armaduras.
- mayor continuidad en las juntas de hormigonado.
- mayor duración.
- y reducción de la retracción de la masa y su fisuración.

Estas ventajas han sido tan bien documentadas que no requieren mayor demostración.

Los ahorros alcanzados y las calidades del hormigón obtenidos están, tan bien establecidas que la vibración es una práctica aceptada en la generalidad de las obras de hormigón, y puede considerarse como uno de los avances más grandes en la tecnología del hormigón.

#### 103.—EQUIPO DE CONSOLIDACION

Puede ser dividido en 5 grandes categorías, en las cuales cada tipo cumple un propósito específico.

a) vibradores de inmersión, para ser inmersos directamente en el hormigón.

b) vibradores del moldaje, que son unidos a los encofrados o moldes.

c) vibración por reglas o plataformas aplicada a la superficie del hormigón.

d) vibradores de pisón.

La Tabla 1 da una información sumaria de todos los tipos de vibradores.

Desde un principio se reconoció que la eficiencia de un vibrador dependía de su frecuencia.

La aceleración del vibrador, se encontró que era de gran importancia para juzgar la eficacia.

La aceleración es directamente proporcional a la amplitud y proporcional al cuadrado de la frecuencia.

Había dificultades para producir máquinas durables y que trabajaran bien en las altas velocidades que requiere la producción de alta frecuencia.

La velocidad de los motores eléctricos de inducción depende de la frecuencia de la corriente alterna y no puede exceder de 3600 rpm. con 60 ciclos de la corriente a menos que se aumente con convertidores de frecuencia que es fácil obtenerlas, para producir 180 ciclos, permitiendo así obtener una velocidad de 10800 rpm.

La velocidad de los motores tipo universal está limitada por la duración y la carga aplicada. Cuando se aplica el tipo universal la carga es transmitida generalmente al vibrador por un eje flexible. La mantención de tales ejes, cuya vida y resistencia está en función de la velocidad de rotación que tengan, en general aconseja velocidades bajo las 10.000 rpm.

Los vibradores hidráulicos o neumáticos eliminan parte de las limitaciones de las máquinas con eje flexible.

Los vibradores hidráulicos o neumáticos, que usan motores de turbina, son capaces de producir frecuencias muy altas, limitadas sólo por la fricción de las partes movibles.

Como asunto práctico su velocidad y eficiencia dependen de una constante y adecuada provisión de aire o fluido a la presión requerida.

Los vibradores de aire comprimido, ocasionalmente producen molestias, congelación en la succión, salvo que se le incorpore alcohol o se use aire seco.

Los agentes anticongelantes del tipo Glicol, tienden a provocar viscosidades que afectan al funcionamiento de las válvulas del vibrador.

#### 104.—M O L D E S

Aspectos de la resistencia y diseño del moldaje en el Report Formwork for Concrete del ACI Committee 622.

Los moldes deben ser herméticos.

Las grietas en los moldes pueden permitir el escape de mortero durante la vibración y formar nidos de piedras que afecten el aspecto y aún la integridad de la estructura.

El tamaño máximo aceptable de las grietas depende del trabajo y del aspecto deseado.

En todo caso no es deseable la pérdida del mortero y por lo tanto serán proscritas las grietas de más de  $1/16''$  (1,5 mm.). Grietas menores pueden ser toleradas según las circunstancias.

Los moldes en pavimentación deben estar calculados para resistir la vibración intensa y el trabajo de las máquinas hormigonadoras y de terminación.

#### 105.—M E Z C L A S

Las proporciones de las mezclas de hormigón están tratadas en el ACI Journal Sept. 1954 en el Report del Committee 613. Desde el punto de vista de la vibración, sin embargo, son extraordinariamente importantes asuntos tales como el mínimo slump

T A B L A 1

CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LOS VIBRADORES EN HORMIGON

T I P O	Frecuencia mínima re- mendada rpm.	Elemento LARGO	vibrador in. DIAMETRO	Capacidad de consolidación cu. yd/hr.	Nº hombres para operar	APLICACION
Aguja de inmersión, manual	9000	mayor de 13½	7/8 a 1 3/4	2 a 5 (1,5-3,5 m3)	1	Hormigón trabajable plástico, en miembros muy delgados y lugares extremos y para fabricación de testigos de laboratorio. Aprovechable como auxiliar de vibradores mayores en trabajos pretensados, donde la abundancia de cables y ductor causan congestión en los moldes.
Aguja de inmersión, manual	9000	10 a 20	1 7/8 a 2½	5 a 20	1	Hormigón plástico, trabajable, en muros delgados, pilares, vigas, pre-moldeados, pisos delgados y techos. Losas de tramos, delgadas y a lo largo de las juntas de construcción.
Aguja de inmersión, manual	7000	10 a 28	2 3/8 a 3	15 a 25	1	H. plástico trabajable con slump menos de 3" en construcción general tal como: muros, pilares, vigas, elementos prefabricados, pisos pesados, tramos de losas de techo. Vibración auxiliar adyacente a moldes en H, macizo y pavimentos.
Aguja de inmersión, montada en tandem	7000	10 a 28	2 3/8 a 3		0 a 1	Vibradores en tandem para pavimentos, deben ser unidos a un entramado en la parte posterior del esparcidor en un carro separado, o en un entramado delante de la 1.a regla de terminación.
Aguja de inmersión, manual	7000	12 a 18	3 1/8 a 4½	25 a 35	1	H. macizo o de estructuras, de slump 0 a 2" depositado en cantidad mayor que 60 litros en construcciones pesadas en moldes relativamente abiertos, en grandes macizos, pilares pesados de puentes y fundaciones. Para vibración auxiliar directa de los moldes en construcciones de presas y alrededor de los extremos de las barras de acero.

T A B L A 1 (continuación)

T I P O	Frecuencia mínima recomendada rpm.	Elemento LARGO	vibrador in: DIAMETRO	consolidación Capacidad de cu. yd/hr.	Nº hombres para operar	APLICACION
Aguja de inmersión, manual	6000	8 a 19	5½ a 6 ¾	25 a 50 (18-36 m3)	2	H. macizo que contenga agregados mayores que 6" depositado en grandes cantidades en presas de gravedad, grandes pilares, muros macizos, etc. Deben usarse 2 o más vibradores.
Tubo de inmersión agregado a una máq. pavimentadora	5000	mayor de 25 ft	3	—	0	H. para pavimentos para el total del grosor de la losa, dependiendo del número de unidades, prof. de inmersión, etc.
Superficie disco o regla	3000	mayor de 40 ft de largo y 18" ancho	—	—	0 a 2	Superficies de carretera o losa de aeropuerto. Losas de menos de 12" de grosor. Superficies de H. macizo, para embeber piedras bolón y para compactar superficies horizontales. Efectivo en una profundidad máxima de 12".
Superficie disco rotatorio	1800	—	—	—	1	Superficies base de H. de menos de 2" de slump en pisos rampas, plataformas, tramos de losa y losas de techo también usadas para integrar materiales duros en el H. para superficies de rodado.
Externa, anclada o amarrada a los moldes	3600	(peso entre	entre 25 lb. y 200 lb.)	—	—	Productos de hormigón: para tubos, bóvedas, moldes en las plantas productoras, mesas vibratoras, etc. Usada para vibrar áreas inaccesibles desde el interior: túneles o en moldes congestionados en H. pretensado. para consolidar agregado grueso antes de inyectar la lechada en el método "Prepacked".

práctico y contenido de arena, el mayor tamaño práctico máximo de agregado, y la cantidad de aire incluido y que puede ser removido por la vibración.

Slump, contenido de arena, tamaño máximo del agregado y dosificación de los agregados son factores significativos en la eficiencia de una mezcla de hormigón y son los que crean la docilidad o trabajabilidad. Obviamente la docilidad es esencial, pero no debe ser nunca mayor que la requerida para la apropiada consolidación mediante un vibrador moderno usado en forma intensa y apropiada. Tal docilidad excesiva es ineficiente y la mezcla debe ser modificada para el logro de economía y mejor calidad.

#### a) Estructura del Hormigón

Un asentamiento máximo de 3" (75 mm.) puede considerarse como el límite superior para hormigones que sean sometidos a vibración. La demanda de material con mayor docilidad debe satisfacerse eligiendo un plan de vibración, con el equipo adecuado, lo que hará sin duda innecesario ir a mayores "slumps".

Un exceso de arena en la mezcla producirá una docilidad innecesaria y aumentará la sollicitación de agua. En las mezclas se usará entonces, la cantidad mínima de arena aconsejada por la práctica.

Mientras el tamaño máximo de agregado se aumenta, la cantidad de arena requerida para una docilidad mínima decrecerá. Menos arena significa menos agua y cemento en la misma relación agua-cemento. Por esta razón es deseable usar la mayor cantidad de agregado de tamaño máximo en cualquier hormigón.

Como resultado de la vibración, el hormigón que contiene agregados de tamaño adecuado fluirá correctamente y se ubicará alrededor de las armaduras, sin importar su separación o la del moldaje y sin relación con la calidad del hormigón que está alrededor de las barras.

Las mezclas con ripio de pequeño diámetro, arena en exceso y slump moderadamente alto son de colocación más fácil porque poseen un exceso de trabajabilidad.

Tales hormigones son populares entre los obreros y, desgraciadamente, entre muchos inspectores. Hay, además, una incomprensible resistencia de su parte para trabajar con hormigón que tenga menor trabajabilidad.

Se requiere energía para lograr que prueben con un slump menor, menos arena y mayor tamaño de agregado, aún en el caso que la experiencia haya demostrado que uno o todos estos cambios pueden ser eficientes si se hace uso total del equipo moderno de vibración. Sin embargo, el Comité recomienda el esfuerzo por cuanto la vibración puede eliminar el exceso de trabajabilidad mejorando la calidad del hormigón, sin agregar mucho al costo de la colocación y vibración. En las zonas de armadura densa será quizás necesario un pequeño incremento de la arena y un agregado grueso menor, pero los ensayos han demostrado que una buena labor de colocación depende más del alcance o transmisión de la vibración que de slumps mayores de 3".

#### b) Hormigón en masa

El desarrollo y mejoramiento en el uso de vibradores de inmersión de mayor tamaño han sido factores esenciales que han permitido obtener las ventajas máximas de las mezclas de hormigón en masa, tales como tamaño máximo de agregado grueso, consistencia pastosa y bajo contenido de mortero. Las mezclas actuales para hormigón en masa contienen piedra chancada o grava de hasta 6" de diámetro, contenido de arena de un 20 por ciento o menos del total de áridos, slumps que varían entre 1 y 2 1/2" y contenidos de cemento inferiores a 250 Kg/m<sup>3</sup>. Tales mezclas son bajas en costo, generan relativamente poco calor durante la hidratación y en consecuencia experimentan

pequeños cambios de volumen durante el enfriamiento; la retracción es pequeña en el secado y poseen una mínima tendencia a la fisuración; aún más, poseen adecuada resistencia e impermeabilidad.

Es necesario dejar establecido que estas dosificaciones pueden tener un cambio notable en sus características de colocación con la fluctuación de su granulometría, contenido de aire arrastrado, contenido de agua y contenido de cemento. Dicho en otra forma, poseen un pequeño "factor de seguridad" a partir de una trabajabilidad base.

No hay inconveniente en mezclarlo en volúmenes industriales del orden de 300 o más m<sup>3</sup>. por hora y para su colocación pueden usarse transportadores o capachos de gran capacidad.

#### c) Hormigón para pavimentos

La alta mecanización de los modernos métodos de vibración y terminación de pavimentos de hormigón permite algunas variaciones de la dosificación. Sin embargo, se necesita un control uniforme de la mezcla si se quieren obtener resultados satisfactorios.

El slump debe ser de 1 a 4 cm, para hormigón que sea esparcido y afinado a máquina.

Actualmente se prefieren hormigones plásticos de 2 cm, de asentamiento para facilitar al mezclado, el esparcimiento y el trabajo del equipo de terminación. Los resultados definitivos de la vibración no se obtendrán hasta que se generalicen las mezclas con bajo slump y contenido de arena, y la segregación sea impedida o corregida al descargar el hormigón. Cuando ésto suceda, la intensidad de la vibración deberá ser mayor que la que usamos hoy.

#### d) Losas o radieres de piso

En el caso de pisos monolíticos afinados, la mezcla de la capa superior debe ser proporcionada de tal mane-

ra que la pasta de cemento sea un poco más de la necesaria para llenar los huecos en el agregado y que aflore a la superficie para que produzca una terminación suave. No debe haber exceso de pasta en la superficie. la capa gruesa debe ser trabajada lo más posible, con un slump máximo de 5 cm.

#### e) Hormigón liviano

Las mezclas deben prevenir la segregación durante la colocación y consolidación. Las mezclas deben ser más pastosas que las usadas en hormigón normal. Un hormigón liviano de 7 cm. de slump es extremadamente trabajable. Algunas veces son preferibles menores asentamientos.

Para agregados aún más livianos se puede obtener docilidad agregando arena fina en cantidad acorde con la forma y carácter de la superficie de los agregados. Un agregado liviano chancado requiere más arena que uno de bordes redondeados.

#### f) Hormigón pesado

Estas mezclas son generalmente difíciles de consolidar. Se debe conseguir docilidad agregando más arena y cemento que en un hormigón normal.

Se puede aumentar la docilidad reemplazando un 15 a 20 por ciento de cemento portland por material puzolánico finamente dividido y a la vez se disminuye la segregación producto de la mayor densidad. Para mejorar la facilidad de colocación y consolidación se puede introducir un pequeño porcentaje de aire arrastrado que, sin embargo, produce pérdida en la densidad del hormigón, aunque una parte del aire es removida por la vibración. Para prevenir la segregación, las mezclas deben ser más pastosas que la usual en hormigón de peso normal. El slump de un hormigón pesado, bien proporcionado no debe pasar de 7 cm. y normalmente debe ser menor.

## Capítulo II OPERATORIA

### 201.—GENERALIDADES

Cada trabajo debe ser planeado para que esté provisto del número de vibradores de capacidad suficiente como para sobreabastecer la cuota de producción máxima de hormigón. Debe disponerse un equipo de reserva para los casos de reparación de los vibradores. Los vibradores trabajan bajo un esfuerzo pesado y necesitan mantención consecuente. Debe prevverse el reemplazo de los vibradores inutilizados.

Se debe usar vibradores internos en todas las secciones de tamaño suficiente para la inserción y manipulación de éstos.

En sitios difíciles o en ciertas condiciones, es deseable suplementar la vibración interna con vibradores de moldaje o con reglas maestras vibratoras. Algunos productos de hormigón pretensado deben usar ambos tipos, externo e interno.

Los vibradores de molde deben usarse donde sea imposible el uso a los tipos internos y de superficie, tales como paredes delgadas con mucha armadura tubos u otros productos prefabricados de pequeña sección. La dirección principal de la vibración debe ser en un plano horizontal. Los vibradores deben operar con alta frecuencia y baja amplitud. Una amplitud demasiado grande golpea fuertemente los moldes y puede ser causa de que éstos se muevan bombeando aire dentro del hormigón.

La vibración de pequeñas unidades prefabricadas debe hacerse montando los moldes en una mesa vibratora.

Las maestras vibratoras deben usarse en pisos, aceras, u otras losas delgadas. Una maestra consiste en una pieza horizontal, de madera, con protección de acero, recta o conformada según la superficie, sobre la cual se monta una o más unidades de vibración. Generalmente se arrastra a mano sobre la superficie.

### a) Cantidad de vibración

Debe tenerse cuidado que los vibradores se usen para consolidar hormigón que haya sido correctamente colocado, y que no lo sean para empujar hormigón a los moldes, excepto bajo el encofrado de túneles. Mientras más alta sea la velocidad con que actúa el vibrador, se requiere menos tiempo para la consolidación. Sin embargo, la alta frecuencia sola no hará el trabajo si falta una adecuada amplitud.

El tiempo requerido para efectuar la consolidación completa es captado rápidamente por el operario experimentado a través de lo que siente en el vibrador: recuperación de la frecuencia de vibración después de un corto período de caída al introducir el vibrador; aparición de una superficie aplanada, brillante y cese del burbujeo del aire atrapado. La vibración debe continuar hasta que las partículas de agregado grueso se mezclen con la superficie pero que no hayan desaparecido.

Cualquier duda en la mente del capataz, del operario o del inspector sobre lo adecuado de la vibración debe siempre ser resuelta por una vibración más larga. El hormigón bien dosificado y de consistencia correcta es difícilmente susceptible a una sobrevibración.

Una exigencia básica para la buena colocación es usar un vibrador para hacer más fluida la cachada en el punto de descarga. Deben usarse uno o más vibradores adicionales para llevar a cabo las funciones de densificar, homogeneizar y terminar el hormigón en los moldes.

El objeto de permitir que el vibrador penetre completamente en la capa que se coloca y en la capa anterior es para unir totalmente estas dos capas. La revibración del hormigón colocado anteriormente es benéfica, re-ordena las partículas del agregado y elimina el agua atrapada bajo el agregado y las barras de refuerzo, y establece mayor contacto entre el mortero y el ripio y entre el mortero

y el acero. El hormigón resultante es más resistente y más impermeable. Hay que esforzarse para que al capa colocada de hormigón se mantenga fresca y que la capa siguiente se le una mediante la vibración. Sin embargo, hay ocasiones aún en los proyectos mejor planeados, en que debido a circunstancias inesperadas el hormigón de la capa anterior se ha endurecido en el grado de no permitir la introducción del vibrador, pero todavía está fresca (justamente después de la 1.ª etapa). En tales casos se puede alcanzar una adherencia del nuevo hormigón en contacto con el antiguo.

El temor que la vibración transmitida directamente por las armaduras es perjudicial, parece ser infundado aún cuando parte de este acero esté embebido en hormigón parcialmente endurecido. Aunque no se aboga para que las armaduras sean usadas regularmente para transmitir la vibración al hormigón es útil algunas veces usar el sistema para vibrar áreas inaccesibles y el operador no debe temer que el contacto entre el vibrador y las armaduras causa daño.

#### b) Efecto del aire incorporado

Una amplia vibración, como se puede juzgar necesaria para alcanzar la consolidación del más complicado hormigón de estructura, aún la sobre-vibración necesaria para llenar los huecos de las burbujas, no dañará los paramentos del sistema de huecos de aire, aceptado como esencial para la duración, siempre que el hormigón contenga por lo menos la cantidad de aire arrastrado recomendado por el ACI Comité 613 en ACI - 613 - 54.

Durante esa vibración pesada y larga se puede perder más de la mitad de ese contenido de aire. Sin embargo, se ha comprobado con muchos tests y medidas a microscopio que el resto del sistema de huecos del aire, posee la misma capacidad para mejorar la duración en heladas y deshelos.

Con esta seguridad, el hecho de remover parte del aire arrastrado no debe ser un factor de inhibición para aplicar la cantidad de vibración conveniente. Se han producido más resultados pobres debido a la restricción de la vibración por temor a la sobre-vibración, remoción del aire, o daño por revibración, que los que han ocurrido o podrían ocurrir debido a la aplicación de una cantidad de vibración indiscutiblemente amplia.

#### c) Oquedades a causa de burbujas

El grado de las objeciones que se puede hacer a estos defectos tan comunes de hormigón moldeado depende de consideraciones fuera del tema de este Comité. Se puede puntualizar, sin embargo:

1.—Es casi imposible eliminarlas del interior de moldes inclinados.

2.—Pueden ser reducidas usando con agregados de buena granulometría, colocadas cuidadosamente y con mezclas de proporciones adecuadas solidadas en capas de 30 cm. (o menos) de altura.

3.—Pueden ser prácticamente eliminadas de superficies verticales de moldes mediante vibración adicional, que como máximo será dos veces la necesaria para la consolidación. La vibración debe ser aumentada por penetraciones más cercanas, más profundas o de mayor duración.

4.—La vibración de los moldes ayuda a reducirla.

#### d) Exceso de vibración

Por cuanto en varias partes de este estudio se recomienda una vibración extra pesada e intensa, debe hacerse algunas consideraciones sobre las posibilidades de la sobre vibración. En efecto, esto puede ocurrir, pero es extremadamente improbable en mezclas bien proporcionadas con agregados de peso normal. Las consideraciones para hormigón liviano y pesado se verán después. Si ocurre la sobre vibración, será pesquisada de inmediato por un operario o inspector experimentado.

La superficie de hormigón tendrá una apariencia espumosa debido a la acumulación de pequeñas burbujas de aire y el agregado grueso habrá desaparecido bajo la superficie. Estos resultados son más probables que ocurran cuando el hormigón es demasiado húmedo, y la corrección apropiada es reducir el slump, no la vibración, hasta que sea evidente que la sobre-vibración no aparece durante la aplicación de la cantidad de vibración necesaria para consolidar el hormigón eliminar las burbujas de aire,

El Comité estima que es conveniente recordar que hay muy pocas imperfecciones en la colocación del hormigón que no puedan ser corregidas por una vibración adicional. El uso apropiado de la vibración permitirá la colocación y consolidación del hormigón en lugares difíciles y con bajo slump, El slump alto no asegura buenos resultados. En el hecho, favorecerá la segregación y los resultados serán insatisfactorios.

El vibrador moderno de hormigón es una herramienta notable con capacidad para hacer práctico el uso de hormigón de bajo slump, El Comité recomienda el uso intensivo de los vibradores para obtener los resultados descritos sin temor a la sobre-vibración.

#### e) Revibración

La revibración puede ser definida como la vibración posterior (o retrada) de un hormigón que ha sido ya colocado y consolidado. El fenómeno puede ocurrir también cuando se colocan capas sucesivas de hormigón y las vibraciones en la capa superior se transmiten a las capas inferiores que están parcialmente endurecidas. En algunos casos, esto se puede hacer intencionalmente. Los beneficios pretendidos por la revibración incluyen mayor resistencia a compresión y flexión, reducción de los nidos, liberación del agua atrapada bajo las barras horizontales de refuerzo y remoción de los huecos de aire y agua. El revibrado es más efectivo al final del período, en el que el vibrador dejado libremente

se hundirá por su propio peso en el concreto, y lo hace de nuevo momentáneamente plástico.

Comprobaciones realizadas por varios investigadores han probado que estas innovaciones dan buenos resultados con concretos parcialmente endurecidos aún varias horas después del vaciado. Las temperaturas anormales o el uso de aditivos alterarán y definirán las condiciones bajo las cuales se puede realizar el revibrado con mayores ventajas. Sin embargo, la Portland Cement Association advierte:

“Cuando se desea tener concreto a la vista, en que la apariencia es importante, se debe tomar precauciones para impedir que los vibradores internos usados a través del concreto fresco lleguen hasta una capa en la que ya está parcialmente endurecido, Si sucede esto se notará en la superficie una línea ondulada de separación entre ambas capas. Aunque la calidad del concreto no queda comprometida, esto no es conveniente desde el punto de vista de la apariencia”.

En general, descartando la sola objeción mencionada anteriormente, y suponiendo que el concreto se hace plástico con este vibrado, el revibrado no es dañino y puede ser beneficioso.

#### f) Uso de retardadores

No es de la incumbencia de este Comité hacer recomendaciones relativas al uso de sustancias de ningún tipo. El profesional debe decidir si una sustancia puede darle los resultados deseados sin producir efectos secundarios perjudiciales. El Comité reconoce que hay ocasiones en las que se obtendrá una mejor consolidación si se usa un retardador apropiado para demorar el proceso de endurecimiento. Por ejemplo, en un vaciado especialmente difícil en tiempo de calor, en el que hay gran peligro de que se produzca una “junta seca” entre sucesivos vaciados, sería deseable prolongar el tiempo, de manera que se pueda producir una junta satisfactoria.